

Perancangan Tata Letak Fasilitas dan Aplikasinya

Basuki Arianto, Waspada Tedja Bhirawa, Darmawan Yulianto, Indramawan

Program Studi Teknik Industri
Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

PERANCANGAN TATA LETAK FASILITAS DAN APLIKASINYA

Tim Penyusun / Editor:

Basuki Arianto, ST, MM, MT

Waspada Tedja Bhirawa, ST, SE, MM, MT, MT

Darmawan Yulianto, ST, MT

Indramawan, ST, MT

Perancang Sampul:

Tim PS Teknik Industri Unsurya

Penata Letak:

Tim PS Teknik Industri Unsurya

Pracetak dan Produksi:

Tim PS Teknik Industri Unsurya

ISBN:

i-iv + 190 hlm, 18.2 cm x 25.7 cm

Dicetak oleh:

Program Studi Teknik Industri

Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta

Jl. Protokol Halim Perdanakusuma, Jakarta Timur 13610

Telp. 021-8093475

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

All Rights Reserved

Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang. Dilarang memfotocopy atau memperbanyak sebagian atau seluruh buku ini, tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya kepada kita, atas selesainya buku Perancangan Tata Letak fasilitas dan Aplikasinya. Buku ini berisi tentang materi jurnal teknik industri khususnya bidang perancangan tata letak fasilitas dan kesehatan dan keselamatan kerja.

Buku ini tentang perancangan tata letak fasilitas baik fasilitas industri manufaktur, industri jasa maupun instansi pemerintah dan swasta. Tata letak fasilitas yang diuraikan dalam buku ini meliputi fasilitas pusat pemeliharaan bus, gudang persediaan, industri komponen alat berat, cafe, gudang produk jadi, kampus dan industri kecil. Dengan adanya buku ini, diharapkan menambah wawasan dan pengetahuan tentang rekayasa mutu bagi mahasiswa Teknik Industri. Saran dan kritik atas buku ini sangat diharapkan untuk perbaikan di edisi berikutnya. Segala usaha perbaikan dan pemanfaatan buku ini, kami ucapkan terima kasih.

Jakarta, 10 November 2023
Penyusun

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Sampul.....	i
Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi.....	iii
Bab 1 Perancangan Ulang Tata Letak Pusat Pemeliharaan Bus Trans Jakarta dengan Metode Activity Relationship Chart untuk Meningkatkan Efektivitas dan Efisiensi Kerja pada PT Citrakarya Pranata Luthfan Dwi Ramdan, Basuki Arianto dan Waspada Tedja Bhirawa.....	1
Bab 2 Perancangan Ulang Tata Letak Store di PT Indomarco Prismatama dengan Metode ABC Jaenal Abidin, Karel. L. Mandagie dan Waspada Tedja Bhirawa.....	15
Bab 3 Perancangan Jalur Hidran pada Gudang Persediaan Materiil Bekmatpus Lanud Halim Perdanakusuma Hendrika Yuniarto dan Waspada Tedja Bhirawa.....	22
Bab 4 Penerapan Systematic Layout Planning dan Discrete Event Simulation untuk Perbaikan Tata Letak Mesin Pabrik di Industri Komponen Alat Berat Darmawan Yulianto, dan Sri Bintang Pamungkas.....	50
Bab 5 Perancangan Pemasangan Alarm Detector dan Sprinkler pada Gedung Sudirman di Kemhan RI Agung Triwibowo, Karel L. Mandagie dan Waspada Tedja Bhirawa..	69
Bab 6 Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas di Café “Home 232” Cinere Azam Chaerul, Basuki Arianto, dan Waspada Tedja Bhirawa.....	81
Bab 7 Perancangan Tata Letak Gudang Produk Jadi Cat dengan Metode Dedicated Storage di PT. Akzonobel Car Refinishes Indonesia. Suwarno, Basuki Arianto dan Karel L. Mandagie.....	103
Bab 8 Perancangan Peta Jalur Evakuasi dengan Metode Dijkstra: Studi Kasus Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma M. Dadan Gunawan dan Waspada Tedja Bhirawa.....	117
Bab 9 Perancangan Tata Letak Gudang dengan Metode Systematic Layout Planning untuk Meningkatkan Penempatan Suku Cadang yang Efektif dan Efisien pada Central Of Warehouse PT. XYZ Mittra Abdi Kapri, Waspada Tedja Bhirawa, Suhanto dan Basuki Arianto.....	141

Bab 10 Perancangan Ulang Tata Letak Pabrik pada Home Industry Pembuatan Ikat Pinggang Menggunakan Metode Systematic Layout Planning (SLP)

Eduardo Joshua, Karel L. Mandagie, Bagus Wahyu Utomo, dan Indramawan.....	168
Daftar Pustaka.....	186

BAB 1

PERANCANGAN ULANG TATA LETAK PUSAT PEMELIHARAAN BUS TRANS JAKARTA DENGAN METODE ACTIVITY RELATIONSHIP CHART UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI KERJA PADA PT CITRAKARYA PRANATA

LUTHFAN DWI RAMDAN, BASUKI ARIANTO DAN WASPADA TEDJA BHIRAWA

Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta

ABSTRAK

Pada penelitian ini penulis membahas perancangan ulang tata letak pusat pemeliharaan bus Transjakarta pada PT. Citrakarya Pranata. Perancangan ulang tata letak dilakukan oleh karena layout awal menunjukkan letak area satu dengan area lain kurang berhubungan dan kurangnya tempat untuk menyimpan spareparts. Penulis melakukan penelitian dalam perancangan ulang tata letak pusat pemeliharaan bus Transjakarta dengan menggunakan metode Activity Relationship Chart. Selain mempergunakan metode ARC selanjutnya, layout awal diperhitungkan dan dianalisis dengan menggunakan perhitungan jarak metode rectilinear. Pada layout akhir, jarak tempuh penerimaan dan pengiriman spareparts lebih pendek dari sebelumnya. Selain itu, hasil akhir yang didapatkan penulis dari penelitian yakni terdapat pemindahan ruang kantor, ruang rapat, ruang pemeliharaan, perluasan gudang dan penambahan gudang guna mendukung efisiensi dan efektivitas kerja.

Kata Kunci: Activity Relationship Chart, Metode Rectilinear, Transjakarta

PENDAHULUAN

Pembangunan disegala bidang yang dilaksanakan pemerintah telah dirasakan manfaat oleh masyarakat antara lain disektor prasarana dalam bentuk tersedianya jaringan jalan raya, yang menghubungkan daerah atau kota yang lainnya. Hal tersebut berdampak pada pembangunan dan pertumbuhan kegiatan ekonomi yang semakin meningkat karena adanya kemudahan alat transportasi untuk mengangkat hasil produksi.

Berdasarkan pertimbangan ekonomis para pengusaha angkutan memerlukan suatu wadah yang dapat menjembatani kepentingan operasi usahanya baik dalam arti maintenance maupun penambahan unit baru dalam rangka pengembangan usaha. Atas dasar pertimbangan tersebut diatas PT. Citrakarya Pranata mengambil alih *Dealership Mercedes Benz* di Jawa Barat yang semula dikelola oleh PT. Asli.

PT. Citrakarya Pranata didirikan dengan akte nomor 7 tanggal 11 April 1988 dari Notaris Agus Madjid S.H., Notaris di Jakarta dengan kedudukan di Bandung dan Jakarta. Bergerak dalam bidang Automotive, yaitu sebagai dealer Mercedes Benz, Ford, Bimantara, dan Kawasaki. PT. Citrakarya Pranata merupakan salah satu unit usaha yang bernaung dibawah PT. Bimantara Cakra Nusa selaku sub holding automotive PT. Bimantara Citra.

Dalam beberapa pertimbangan, ruang pemeliharaan pada PT. Citrakarya pranata sangat berperan penting untuk menunjang aktivitas pusat pemeliharaan. Ruang penyimpanan atau gudang digunakan untuk menyimpan sparepart yang dibutuhkan dalam ruang pemeliharaan.

Tata letak merupakan salah satu keputusan strategis operasional yang menentukan efisiensi operasi perusahaan dalam jangka panjang. Tata letak yang baik akan memberikan kontribusi terhadap peningkatan produktivitas perusahaan. Hal tersebut disebabkan oleh adanya kelancaran arus faktor-faktor produksi yang akan di proses. Disamping itu pegawai dapat bekerja lebih efisien sehingga produktivitas meningkat.

Dalam ruang pemeliharaan, penggantian sparepart menghabiskan waktu lebih banyak karena tata letak yang masih belum tertata. Oleh karena itu, salah satu faktor permasalahan didalam PT. Citrakarya Pranata seperti pemetaan spareparts masih belum sesuai dengan tempat penyimpanan yang tepat, kurangnya area gudang, dan area ruang pemeliharaan yang kurang luas menuai hasil kerja yang kurang optimal.

Objek penelitian yang akan diamati kali ini adalah ruang pemeliharaan bus transjakarta. Jarak tempuh pemindahan barang ke dalam ruang pemeliharaan cukup dekat sehingga tidak terlalu berpengaruh terhadap produktivitas kerja.

Berdasarkan uraian dan pengamatan penulis, terdapat beberapa permasalahan antara lain menyangkut tata letak area dan kurangnya space gudang sebagai tempat penyimpanan spareparts. Ruang pemeliharaan akan dipindah dan diperluas dengan cara menyesuaikan kondisi area yang ada, selain itu menempatkan barang sesuai lokasi gudang agar ketika barang masuk maupun keluar, spareparts telah terlokasi sesuai part dan hal ini akan membantu dalam efisiensi kerja. Tata letak yang berubah-ubah atau tidak teratur akan mengurangi efisiensi dan efektifitas kerja karena memakan waktu lebih lama.

Menyadari betapa pentingnya tata letak Gudang dalam upaya meningkatkan produktivitas perusahaan, maka PT. Citrakarya Pranata dengan segala keterbatasan yang dimiliki mencoba program perencanaan tata letak ulang.

Tujuan umum dari desain tata letak adalah untuk mengembangkan tata letak yang ekonomis sehingga tercapainya peningkatan moral pegawai dan kondisi kerja yang lebih aman dan nyaman. Sehingga kebutuhan perusahaan tetap dapat terpenuhi dengan baik dan beroperasi secara efektif, efisien, ekonomis dan produktif. Dalam perancangan tata letak ruang pemeliharaan

ini, penulis bermaksud untuk mengembangkan penelitian untuk perbaikan tata letak pusat pemeliharaan PT. Citrakarya Pranata dengan menggunakan metode Activity Relationship Chart.

METODE

Tata letak pabrik merupakan suatu landasan utama dalam dunia industri. Tata letak pabrik yang terencana dengan baik akan ikut menentukan efisiensi dan efektivitas kegiatan produksi dan dalam beberapa hal akan juga menjaga kelangsungan hidup atau keberhasilan suatu perusahaan. Peralatan produksi yang canggih dan mahal harganya akan tidak berarti apa-apa akibat perencanaan tata letak yang sembarangan saja. Karena aktivitas produksi suatu industri secara normal harus berlangsung dalam jangka waktu yang panjang dengan tata letak yang tidak berubah-ubah, maka kekeliruan yang dibuat dalam perencanaan tata letak ini akan menyebabkan kerugian yang tidak kecil.

Tata Letak Menurut Heizer dan Render (2011) mengatakan bahwa tata letak merupakan satu keputusan penting yang menentukan efisiensi sebuah operasi dalam jangka panjang. Tata letak memiliki banyak dampak strategis karena tata letak menentukan daya saing perusahaan dalam kapasitas, proses, fleksibilitas, dan biaya, serta kualitas lingkungan kerja, kontak pelanggan, dan citra perusahaan.

Sedangkan menurut Purnomo (2004) mengatakan bahwa Tata letak yang efektif dapat membantu organisasi mencapai sebuah strategi yang menunjang diferensiasi, biaya rendah, atau respon cepat. Tujuan strategi tata letak adalah untuk membangun tata letak yang ekonomis yang memenuhi kebutuhan persaingan perusahaan. Dalam semua kasus, desain tata letak harus mempertimbangkan bagaimana untuk dapat mencapai:

- a. Utilisasi ruang, peralatan, dan orang yang lebih tinggi.
- b. Aliran informasi, barang, atau orang yang lebih baik.
- c. Moral karyawan yang lebih baik, juga kondisi lingkungan kerja yang lebih aman.
- d. Interaksi dengan pelanggan yang lebih baik.
- e. Fleksibilitas (bagaimanapun kondisi tata letak yang ada sekarang, tata letak tersebut akan perlu diubah).

Tujuan dari perancangan tata letak ini adalah meminimalkan total biaya yang terdiri atas biaya konstruksi, perpindahan material, biaya produksi, perawatan, dan penyimpanan barang. Dengan kata lain, perancangan ini digunakan untuk mengoptimalkan hubungan antara operator, aliran barang, aliran informasi, dan tata cara kerja yang diperlukan untuk menciptakan usaha yang efektif dan efisien.

Tata Letak Fasilitas

Tata letak fasilitas adalah suatu perencanaan yang terintegrasi dari aliran atau arus komponen-komponen suatu produk (barang dan atau jasa) di dalam sebuah sistem operasi (manufaktur dan atau non manufaktur) guna memperoleh interelasi yang paling efektif dan efisien antara pekerja, bahan, mesin dan peralatan serta penanganan dan pemindahan bahan, barang setengah jadi, dari bagian yang satu ke bagian yang lainnya (Apple, 1990).

Menurut Apple (1990, p3), perancangan tata letak fasilitas berperan penting sebagai berikut :

- a. Suatu perencanaan aliran barang yang efisien merupakan prasyarat untuk mendapatkan produksi yang ekonomis.
- b. Pola aliran barang yang merupakan dasar bagi perencanaan fasilitas fisik yang efektif.
- c. Perpindahan barang merubah pola aliran statis menjadi suatu kenyataan yang dinamis, menunjukkan cara bagaimana suatu barang dipindahkan.
- d. Susunan fasilitas yang efektif disekitar pola aliran barang dapat menghasilkan pelaksanaan yang efisien dapat meminimumkan biaya produksi.
- e. Biaya produksi minimum dapat memberikan keuntungan maksimum.

Pentingnya Tata Letak dan Pemindahan Barang

Tata letak dan pemindahan bahan berpengaruh paling besar pada produktifitas dan keuntungan dari suatu perusahaan bila dibandingkan dengan faktor-faktor lainnya. Selain itu, material handling sangat berpengaruh sebagai 50% penyebab kecelakaan yang terjadi dalam industri dan merupakan 40% dari 80% seluruh biaya operasional. Dalam pelaksanaannya, tata letak dan material handling memiliki hubungan yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain.

Tujuan Perancangan Tata Letak

Menurut Sritomo (1992, p53), Secara garis besar, tujuan utama dari perancangan tata letak adalah mengatur area kerja beserta seluruh fasilitas produksi di dalamnya untuk membentuk proses produksi yang paling ekonomis, aman, nyaman, efektif, dan efisien. Selain itu, perancangan tata letak juga bertujuan untuk mengembangkan material handling yang baik, penggunaan lahan yang efisien, mempermudah perawatan, dan meningkatkan kemudahan dan kenyamanan lingkungan kerja. Terdapat beberapa keuntungan tata letak fasilitas yang baik, yaitu:

- a. Meningkatkan Output Produksi
- b. Mengurangi Delay
- c. Mengurangi Jarak Perpindahan Barang
- d. Penghematan Pemanfaatan Area
- e. Proses Manufaktur yang Lebih Singkat
- f. Mengurangi Resiko Kecelakaan Kerja

- g. Menciptakan Lingkungan Kerja yang Nyaman
- h. Mempermudah Aktivitas Supervisor

Macam / Tipe Tata Letak

Pemilihan dan penetapan alternatif tata letak merupakan sebuah langkah kritis dalam perancangan tata letak fasilitas, karena di sini tata letak yang dipilih bergantung pada aktivitas produksinya. Macam-macam tata letak diantaranya :

Fixed Product Layout

Tata letak dengan posisi tetap ini merupakan susunan tata letak yang disusun dekat tempat proses produksi dalam posisi yang tetap. Layout jenis ini tidak dilatakkan dalam suatu pabrik, melainkan di luar dan hanya digunakan untuk satu kali proses produksi saja. Contohnya adalah pembangunan dermaga, gedung, pengaspalan jalan raya, pembangunan jalan layang, dan sebagainya. Setelah proses pengerjaan selesai, semua mesin dan peralatan dibongkar dan dipindahkan ke tempat lain untuk proses yang baik sama atau tidak tapi di lokasi yang lain.

Product Layout

Layout jenis ini seringkali disebut layout garis. Merupakan penyusunan letak fasilitas produksi yang diletakkan berdasarkan urutan proses produksi dari bahan baku sampai barang jadi. Dalam layout ini, manajemen perusahaan harus benar-benar mengetahui proses produksi.

Group Layout

Group layout digunakan pada saat volume produksi untuk produk individual tidak mencukupi untuk menentukan tata letak produk, tapi dengan mengelompokkan produk menjadi logical product families, tata letak produk dapat ditentukan untuk famili tersebut. Kelompok proses dianggap sebagai cells, sedangkan group layout dianggap sebagai layout cellular.

Process Layout

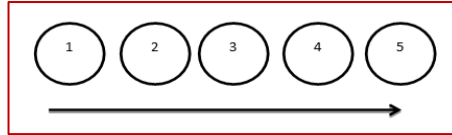
Pengaturan tata letak dengan cara menempatkan segala mesin maupun peralatan yang memiliki tipe atau jenis sama kedalam satu departemen, sebagai contoh : industri manufaktur. Tata letak jenis ini sesuai dengan digunakan pada industri yang sifatnya menerima job order dengan jenis produk yang dibuat bervariasi dalam jumlah yang tidak terlalu besar.

Tipe – Tipe Pola Aliran Bahan

Dalam sebuah proses produksi, terdapat aliran material dari tiap-tiap proses. Terdapat beberapa pola aliran bahan, yaitu:

Straight Line (Pola Aliran Garis Lurus)

Pada umumnya pola ini digunakan untuk proses produksi yang pendek dan relatif sederhana, dan terdiri atas beberapa komponen.

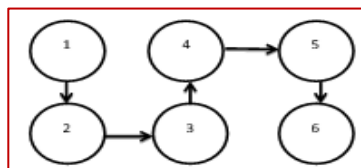


Gambar 1.1 Pola Aliran Garis Lurus

Sumber: Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, James Apple

Sepertin (Pola Aliran Zig-Zag)

Pola ini biasanya digunakan bila aliran proses produksi lebih panjang daripada luas area pada pola ini, arah aliran diarahkan membelok sehingga menambah panjang garis aliran yang ada. Pola ini digunakan untuk mengatasi keterbatasan area.

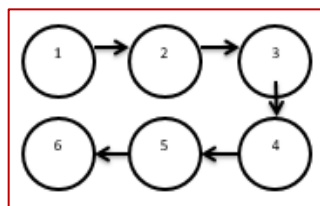


Gambar 1.2 Pola Aliran Zig-Zag

Sumber: Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, James Apple

U-Shaped

Dilihat dari bentuknya, pola aliran ini digunakan bila kita menginginkan akhir dan awal proses produksi berada di lokasi yang sama. Keuntungannya adalah meminimasi penggunaan fasilitas material handling dan mempermudah pengawasan.

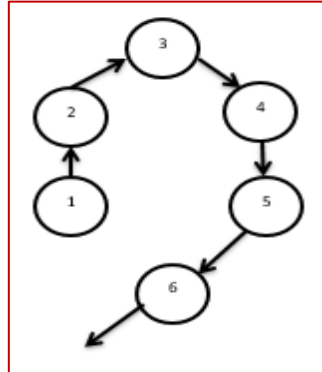


Gambar 1.3 Pola Aliran Bentuk-U

Sumber: Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, James Apple

Circular

Pola ini digunakan apabila departemen penerimaan dan pengiriman berada di lokasi yang sama.

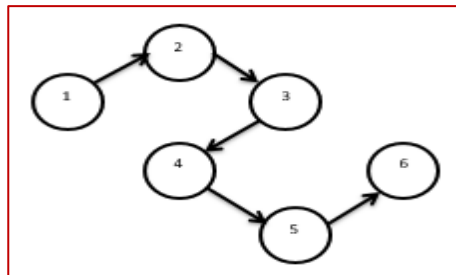


Gambar 1.4 Pola Aliran Melingkar

Sumber: Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, James Apple

Odd Angle

Pola ini jarang dipakai karena pada umumnya pola ini digunakan untuk perpindahan bahan secara mekanis dan keterbatasan ruangan. Dalam keadaan tersebut, pola ini memberi linasan terpendek dan berguna banyak pada area yang terbatas.



Gambar 1.5 Pola Aliran Sudut Ganjil

Sumber: Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, James Apple

Operation Process Chart

Operation process chart atau OPC adalah sebuah diagram yang digunakan untuk menggambarkan proses operasi yang akan dialami oleh bahan baku dari awal sampai dengan menjadi barang jadi beserta informasi-informasi seperti waktu produksi, material yang digunakan, dan mesin yang digunakan.

Di bawah ini adalah lambang-lambang yang digunakan dalam *Operation Process Chart*:



Operasi:

Kegiatan yang terjadi merubah bentuk material baik secara fisik maupun kimiawi



Pemeriksaan:

Pemeriksaan dilakukan bila benda kerja mengalami inspeksi baik dalam segi kualitas maupun kuantitas.



Penyimpanan:

Dilakukan bila benda kerja disimpan untuk waktu tertentu



Gabungan:

Terjadi bila aktivitas operasi bersamaan dengan inspeksi.

Perancangan Tata Letak

Definisi tata letak secara umum ditinjau dari sudut pandang produksi adalah susunan fasilitas-fasilitas produksi untuk memperoleh efisiensi pada suatu produksi. Perancangan tata letak meliputi pengaturan tata letak fasilitas operasi dengan memanfaatkan area yang tersedia untuk penempatan mesin, bahan, perlengkapan untuk operasi, personalia, dan semua peralatan serata fasilitas yang digunakan dalam proses produksi. Perancangan tata letak juga harus menjamin kelancaran aliran bahan, penyimpanan bahan, baik bahan baku, bahan setengah jadi maupun produk jadi. Perancangan sistem fasilitas, perancangan tata letak dan perancangan material handling pada dasarnya mempunyai kaitan yang tidak dapat dipisahkan. Untuk itu perancangan tata letak diusahakan sefleksibel mungkin, karena dengan adanya perubahan permintaan, penemuan produk baru, proses baru, metode kerja baru dan sebagainya, perusahaan harus melakukan perancangan tata letak ulang. Tujuan utama perancangan tata letak adalah optimasi pengaturan fasilitas operasi sehingga nilai yang diciptakan oleh sistem produksi akan maksimal. Tujuan perancangan tata letak fasilitas diantaranya adalah:

- a. Memanfaatkan area yang ada.
- b. Pendayagunaan pemakaian mesin, tenaga kerja dan fasilitas produksi lebih besar
- c. Meminimumkan material handling.
- d. Mengurangi waktu tunggu, kemacetan dan kesimpangsiuran.
- e. Memberikan jaminan keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi tenaga kerja.

- f. Mempersingkat proses manufaktur.
- g. Mengurangi persediaan setengah jadi.
- h. Mempermudah aktivitas supervisi.

From To Chart

FTC atau From To Chart yang kadang disebut juga travel chart, adalah sebuah teknik konvensional yang secara umum digunakan dalam perencanaan pabrik dan material handling dalam suatu proses produksi. From To Chart berguna di saat terjadi banyak perpindahan material dalam suatu area. Pada dasarnya, From To Chart adalah adaptasi dari mileage chart yang umum dijumpai pada sebuah peta perjalanan. Angka-angka yang terdapat pada From To Chart akan menunjukkan total dari berat beban yang dipindahkan, volume atau kombinasi ketiganya. From To Chart dibagi menjadi 3, yaitu: From To Chart Frekuensi, From To Chart Inflow, dan From To Chart Outflow.

Activity Relationship Chart

Activity Relationship Chart merupakan teknik yang sederhana dalam merencanakan tata letak fasilitas atau departemen berdasarkan derajat hubungan aktivitas. Peta hubungan aktivitas sering dinyatakan dalam penilaian "kualitatif" dan cenderung berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang bersifat subjektif. Peta ini memiliki banyak kegunaan di antaranya yaitu menunjukkan hubungan keterkaitan antar kegiatan beserta alasannya, sebagai masukan untuk menentukan penyusunan daerah selanjutnya, dan lokasi kegiatan dalam satu usaha pelayanan (Wignjosoebroto, 2009).

ARC dilakukan setelah nilai dari hubungan kedekatan telah ditentukan untuk setiap fasilitas (Apple, 1990). Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam membuat ARC, antara lain :

- a. Daftar semua departemen pada *relationship chart*.
- b. Melakukan wawancara atau survei dengan orang dari masing-masing departemen yang tercantum pada *relationship chart* dan dengan manajemen yang bertanggung jawab untuk semua departemen.
- c. Tentukan kriteria untuk menetapkan hubungan kedekatan dan merinci, serta merekam kriteria sebagai alasan untuk nilai hubungan pada *relationship chart*.
- d. Menetapkan nilai hubungan dan alasan dari setiap nilai yang diberikan untuk setiap pasang departemen.
- e. Beri kesempatan bagi siapapun yang memberikan input untuk melakukan pengembangan *relationship chart* dalam mengevaluasi dan mendiskusikan perubahan yang terjadi pada grafik.

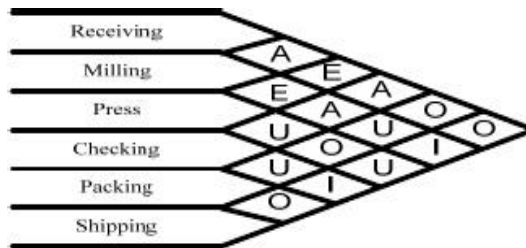
Activity Relationship Chart (ARC) adalah diagram yang digunakan untuk mendapatkan hubungan dari aktivitas-aktivitas tertentu, sehingga

dapat ditentukan aktivitas yang harus berdekatan dan aktivitas yang harus berjauhan dalam suatu perancangan tata letak fasilitas.

Dalam menggambarkan derajat kedekatan hubungan antar seluruh kegiatan Activity Relationship Chart menggunakan simbol-simbol A, E, I, O, U dan X yaitu:

- A : *Absolutely necessary* yaitu hubungan bersifat mutlak
- E : *Especially important* yaitu hubungan bersifat sangat penting
- I : *Important* yaitu hubungan bersifat cukup penting
- O : *Ordinary* yaitu bersifat biasa-biasa saja
- U : *Undersireble* yaitu hubungan yang tidak diinginkan
- X : Hubungan yang sangat tidak diinginkan

Pada activity relationship chart ini, ditentukan seberapa dekat hubungan antara departemen-departemen yang ada di perusahaan tersebut. di bawah ini adalah contoh kira-kira bentuk dari *Activity Relationship Chart*



Gambar 1.6 Activity Relationship Chart

Menghitung kedekatan antara ruang dengan analisa menggunakan metode *Activity Relationship chart*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Layout Awal

- a. Penentuan Jarak Titik Pusat Masing-Masing Area
 Jarak Antara area diukur dari titik pusat masing-masing area ke area berikutnya pada sumbu x dan y, penentuan jarak pada pusat pemeliharaan bus transjakarta seperti gambar 7



Gambar 1.7 Penentuan Titik Sumbu Layout Awal

Tabel 1.1 Titik Pusat tiap Area Pada Pusat Pemeliharaan Bus Transjakarta

No	Nama Stasiun Kerja	Koordinat Titik X	Koordinat Titik Y	Luas (m ²)
1	Parkiran Karyawan	5	48	180
2	Pos Check in-out Bus	5	20	50
3	Tempat Sparepart Ban	15	20	360
4	Tempat Repairing Cat	5	37	150
5	Parkiran Bus Transjakarta	35	20	1400
6	Ruang Kantor	10	35	30
7	Gudang Caroseri	10	23	30
8	Gudang Casis	10	35	12
9	Ruang Tunggu Supir	5	22	30
10	Ruang Rapat	3	45	18
11	Ruang Tunggu Tukang Cat	15	30	240
12	Ruang Tunggu Montir	10	30	30
13	Ruang Pemeliharaan Bus TJ	10	18	200
14	Pintu masuk dan keluar	10	48	100
15	Toilet	10	24	20

- b. Penentuan jarak (meter) masing-masing area
 Untuk mengetahui besarnya jarak perpindahan barang antar area kerja digunakan perhitungan dengan metode rectilinear berdasarkan rumus: **(Xa-Xb) + (Ya-Yb)**

Perhitungan Jarak Perpindahan Penerimaan Sparepart

- a. VI (ruang kantor) – VII (gudang caroseri)
 $(10-10) + (35-23)$
 = 12 m
- b. VI (ruang kantor) + VIII (gudang casis)
 $(10-10) + (35-35)$
 = 0 m

Untuk lebih jelasnya tentang jarak perpindahan penerimaan sparepart antar area kerja pada pusat pemeliharaan bus transjakarta di PT. Citrakarya Pranata dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1.2 Jarak Perpindahan Penerimaan Sparepart

No	Aliran Proses Dari	Ke-	Jarak (m)
1	VI	VII	12
2	VI	VIII	0
Total Jarak			12

Perhitungan Jarak Perpindahan Pengiriman Sparepart ke Ruang Pemeliharaan

- a. VI (ruang kantor) – XIII (ruang pemeliharaan bus TJ)
 $(10-10) + (35-18) = 17$ m
- b. VII (gudang caroseri) – XIII (ruang pemeliharaan bus TJ)
 $(10-10) + (23-18) = 5$ m
- c. VIII (gudang casis) – XIII (ruang pemeliharaan bus TJ)
 $(10-10) + (35-18) = 17$ m

Untuk lebih jelasnya tentang jarak perpindahan pengiriman sparepart antar area kerja pada pusat pemeliharaan bus transjakarta di PT. Citrakarya Pranata dapat dilihat pada tabel 1.3.

Tabel 1.3 Jarak Perpindahan Pengiriman Sparepart

No	Aliran Proses Dari	Ke-	Jarak (m)
1	VI	XIII	17
2	VII	XIII	5
3	VIII	XIII	17
Total Jarak			39

Analisis Layout Susulan (*Re-layout*)

Re-layout adalah aktivitas untuk mengadakan evaluasi terhadap layout yang ada pada gudang sekarang, dengan tujuan untuk memperbaiki tata ruang/ area. Untuk merencanakan usulan layout yang baru dengan menggunakan metode yang bersifat kualitatif yaitu dengan metode Activity Relationship Chart (ARC) yang menitik beratkan pada hubungan antar ruang

KESIMPULAN

Perancangan ulang tata letak pusat pemeliharaan bus Transjakarta pada PT. Citrakarya Pranata, memiliki layout awal dengan keterbatasan penyimpanan sparepart karena daya tampung gudang kurang memadai. Pada layout awal ruang rapat masih digabung dengan gudang casis. PT. Citrakarya Pranata hanya memiliki dua gudang, yakni gudang casis dan karoseri. Kemudian, diperbanyak menjadi tiga gudang pada layout akhir, yakni dengan menambahkan gudang fast moving sebagai gudang spareparts yang sering masuk dan keluar. Jika di lihat dari layout akhir gudang fast moving ditempatkan dekat dengan ruang kantor dan ruang pemeliharaan sehingga membuat sparepart mudah masuk dan keluar karena memiliki lingkungan area yang berdekatan. Selanjutnya, pertukaran ruang pemeliharaan dengan tempat sparepart ban dikarenakan pertimbangan ruang pemeliharaan membutuhkan space area yang luas. Pemandahan ruang kantor, ruang rapat, ruang tunggu montir dan ruang tunggu tukang cat ke area ruang tunggu tukang cat yang lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriantantri. 2008, “**Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Guna Meminimalkan Jarak dan Biaya Material Handling**”. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Erdiawan, Ahmad Harris & Puspitasari, Nia Budi. 2016 **Perancangan Tata Letak Fasilitas Pada MPC Semarang Menggunakan Metode Activity Relationship Chart**
- Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal, 2016. **Perancangan Tata Letak Fasilitas Menggunakan Metode Activity Relationship Chart (ARC) (Studi kasus di PT. SKU Kab Tegal)**
- Hadiguna, Rika Ampuh dan Heri Setiawan. 2008. **Tata Letak Pabrik**. Jakarta.
- Heizer, Jay & Render, Barry. 2006. **Manajemen Operasi**, Buku 2. Edisi ketujuh, Jakarta: Salemba Empat
- Heizer, Jay & Render, Barry. 2009. **Manajemen Operasi**, Buku 1. Edisi kesembilan, Jakarta: Salemba Empat
- Muther, Richard. 1973. **Systematic Layout Planning (Bottom Chaners Books)**
- Purnomo, Hari, 2004. **Perencanaan dan Perancangan Fasilitas**. Edisi satu, Yogyakarta: Graha Ilmu
- University Of Bengkulu. 2016. **Prinsip Layout** (Economic 031-spring)
- Wignjosebroto, Sritomo, 2009. **Tata letak pabrik dan pemindahan bahan**. Edisi ketiga. Surabaya: Guna Widya.

BAB 2

PERANCANGAN ULANG TATA LETAK STORE DI PT INDOMARCO PRISMATAMA DENGAN METODE ABC

JAENAL ABIDIN, KAREL. L. MANDAGIE DAN W.TEDJA BHIRAWA

Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal
Suryadarma, Jakarta

jaenala662@gmail.com

ABSTRACT

PT. Indomarco Prismatama is a retail company located in Jakarta with household needs products. The problems faced are irregularities in product placement, this will impede the search process so that the utilization of space becomes less effective and many do not conform to warehouse layout system, it will be done improvement of warehouse layout with ABC method. This research is done by collecting extensive data Warehouse area, carton dimensions on each product, material handling dimensions, data entry and data out in the period of August- December 2019. Then calculate the development of warehouse needs covering the needs of storage space, area of warehouse, the activity of each pickup, the calculation of distances with rectilinear distance method and classification of goods based on the frequency of ABC analysis. The result of the calculation of the initial storage area of 71.06 m² and the storage area of the proposed 30 94m² with an efficiency of 56.45%, wide-pickup aisle 1m and the main aisle 2m, with analysis method ABC can minimize the mileage of material handling from the average per month in the initial layout conditions of the approximate distance is 1454, 6m/month after the layout changes made with the analysis method of ABC to 574, 1m/month with efficiency 60.5%.

Keywords: Minimize Material Handling Distances, Maximize Capacity of goods, Method of Analysis ABC, Layout Store.

PENDAHULUAN

Tingkat persaingan di bidang usaha pun turut mengalami perkembangan yang pesat, dalam era globalisasi saat ini. Keadaan ini memaksa para pemain dibidangnya untuk melakukan perubahan pada perusahaannya agar dapat menyusun strategi usaha untuk dapat memenangkan persaingan tersebut. Strategi yang diterapkan haruslah dapat menjadikan perusahaan tersebut beroperasi secara efisien agar dapat meningkatkan daya saing. Kepuasan pelanggan merupakan salah satu kunci kesuksesan sebuah badan usaha. Pelanggan yang senang dan puas terhadap suatu layanan badan usaha, akan melakukan pembelian kembali pada badan usaha tersebut.

Beberapa faktor penentu yang mempengaruhi kepuasan pelanggan adalah harga yang murah, mutu produk yang tinggi, dan waktu pengiriman yang tepat. Salah satu faktor tersebut dapat dilakukan untuk memenuhi faktor penentu tersebut adalah dengan melakukan perbaikan tata letak tempat penyimpanan agar badan usaha dapat beroperasi secara efektif dan efisien. Menurut Hadiguna dan Setiawan (2008;4), salah satu cara untuk mencapai efektif dan efisien badan usaha adalah dengan memperhatikan tata letak gudang yang ada didalam badan usaha. Pengaturan tata letak gudang yang baik dan rapi, maka produktifitas badan usaha akan meningkat.

METODE

Beberapa permasalahan biasa terjadi pada gudang adalah kesulitan perpindahan barang lamanya pencarian serta kurangnya kapasitas gudang. Sebagian masalah ini dipicu oleh sistem gudang yang berantakan. PT. Indomarco Prismatama merupakan perusahaan yang bergerak dibidang retail, perusahaan ini memiliki anak cabang diberbagai kota di Indonesia. Salah satunya yang berada di Kalibata Jakarta selatan, pada saat ini kondisi store masih belum teratur serta ukuran gudang yang tidak terlalu besar mengakibatkan terjadinya beberapa masalah pada gudang. Beberapa pekerja sering kesulitan saat mencari barang yang akan didisplay di rak pajang dan juga tidak tertatanya barang eceran yang didisplay di rak gudang.

Produk yang ditempatkan pada gudang masih belum teratur atau kurang rapi dalam melakukan peletakan produk sehingga hal seperti ini menyebabkan ke tidak efektifan kerja dalam proses pencarian barang. Kondisi lain juga terdapat penempatan produk dalam satu area yang kurang tepat, yang seharusnya katagori barang food diletakkan di rak khusus food dan tidak tercampur diantara barang katagori non food. Sering kali juga terlihat barang yang ditumpuk sehingga menyebabkan kerusakan. Sistem tata letak gudang belum sesuai maka akan dilakukan perbaikan dengan metode ABC untuk mengklasifikasi persediaan barang yang ada digudang berdasarkan banyaknya frekuensi kuantitas setiap jenis barang agar memudahkan dalam setiap pencarian jenis barang dan meminimalkan jarak tempuh keluar/masuk pemindahan barang.

Studi literatur diperoleh dengan mengumpulkan berbagai referensi

sumber kepustakaan mengenai tata letak pabrik dan pemindahan bahan yang berguna untuk memecahkan permasalahan yang ada. Sedangkan studi lapangan dilakukan dengan terjun secara langsung diperusahaan terkait mengenai permasalahan tata letak store yang kurang efisiensi dan juga untuk memperoleh data – data yang dibutuhkan untuk penelitian. Data primer dari perusahaan yaitu bentuk dan luas area store , ukuran karton pada produk, ukuran *material handling*, jarak penyimpanan tiap produk, data barang masuk/keluar periode Agustus – Desember 2019. Sedangkan data sekunder diperoleh dari beberapa dokumen internal perusahaan. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan kemudian dilakukan perhitungan klasifikasi produk perjenis, kebutuhan luas area penyimpanan awal, kebutuhan lebar gang awal, konsep rak (usulan), menentukan tinggi rak usulan, kebutuhan ruang usulan, serta kebutuhan ruang penyimpanan dengan konsep rak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan penelitian ini akan diuraikan sebagai berikut: Tabel 1 menunjukkan klasifikasi ABC sesuai dengan jenis barang masuk perbulannya dan diperoleh barang untuk jenis Beverage dengan klasifikasi A.

Tabel 2.1 Klasifikasi Produk Barang Perjenis/karton Berdasarkan Frekuensi Masuk Periode Agustus-Desember 2019

No	Nama Barang perjenis	Total Frekuensi Masuk	Frekuensi Rata-rata Perbulan	Persentase	Klasifikasi
1	Beverage	1.190	238,0	40,12%	A
2	Snack & Biscuit	436	87,2	14,69%	B
3	Instant Noodle	410	82,0	13,82%	B
4	Tobacco	266	53,2	8,96%	B
5	Confectionary	186	37,2	6,27%	B
6	Breakfast food	139	27,8	4,68%	C
7	Milk	133	26,6	4,48%	C
8	Baby Food	96	19,2	3,23%	C
9	Cooking Oil	89	17,8	3,00%	C
10	Canned Food	21	4,2	0,70%	C
Total		2.966	593,2	100,00%	

Sumber PT.Indomarco Prismatama 2019

Perhitungan luas area kebutuhan awal diperoleh dari rata-rata produk jenis barang masuk perbulannya yang diselesaikan dengan panjang dan lebar jenis barang dan perhitungannya diambil Perhitungan Luas Area Penyimpanan Awal dari luas sisi yang paling besar yaitu:

Luas penyimpanan awal = Qty x (p x l)

Perhitungan panjang dan lebar jenis barang masuk perbulannya akan menghasilkan luas area .

Tabel 2.2 Perhitungan Luas Penyimpanan Setiap Jenis Produk

No	Nama Barang perjenis	Qty rata-rata/bulan	Panjang (m)	lebar (m)	Luas area (m ²)
1	Beverage	238,0	0,41	0,27	26,34
2	Snack & Biscuit	87,2	0,60	0,40	20,92
3	Instant Noodle	82,0	0,35	0,20	5,74
4	Tobacco	53,2	0,52	0,38	10,51
5	Confectionary	37,2	0,20	0,15	1,11
6	Breakfast food	27,8	0,30	0,20	1,66
7	Milk	26,6	0,30	0,20	1,59
8	Baby Food	19,2	0,33	0,21	1,33
9	Cooking Oil	17,8	0,38	0,27	1,82
10	Canned Food	4,2	0,10	0,10	0,04
Total		593,2			71,06

Sumber PT.Indomarco Prismatama 2019

Kebutuhan Lebar Gang Awal

Dalam sebuah gudang perlu memperhatikan gang. Untuk menentukan lebar gang diperoleh dari besarnya *material handling* yang digunakan yaitu Doly, yang dilakukan dalam menentukan lebar gang pengambilan barang diperoleh dari lebarnya Doly dan untuk gang utama agar dapat mencakup 2 Doly berlawanan akan diperoleh dari 2x lebar Doly. Dimensi Doly: Panjang=0,56 m, Lebar = 0,38 m

Lebar gang pengambilan barang akan diberi kerenggangan menjadi 1m dari lebar Doly 0,38, sedangkan utama gang untuk dapat berlawanan arah. Lebar = 0,38 x 2 = 0,76 m

Dari lebar 2 Doly diperoleh 0,76 m maka untuk gang utama agar dapat berlawanan arah diberi kerenggangan menjadi 1 m.

Konsep Rak (Staging) Usulan

Konsep rak staging diperlukan untuk mencapai ketersediaan ruang tanpa menambah luas area. Konsep ini dilakukan dengan cara melakukan penumpukan produk/barang ke atas, sehingga kapasitas dari area dapat mencukupi penyimpanan barang. Dalam hal ini konsep rak akan diatur ketinggiannya dan lebarnya. Dimana tiap susun rak dapat menampung 4 karton.

Menentukan Tinggi Rak Usulan

Perhitungan luas tiap rak ditentukan berdasarkan ukuran karton paling besar dan akan menampung 12 karton barang, dimana 1 rak terdiri dari 3 selving/tahap diketahui ukuran barang perkarton

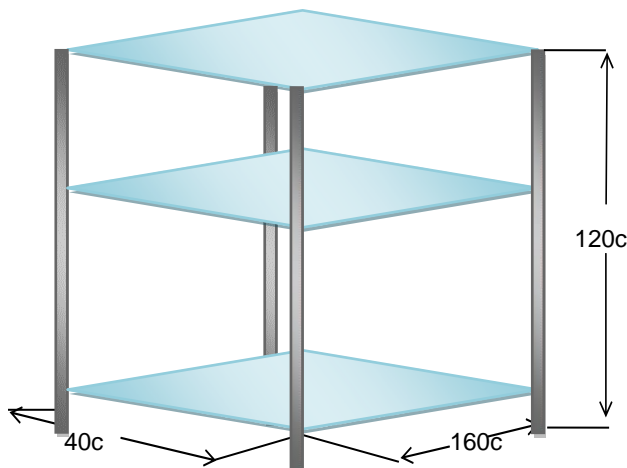
Barang per karton = panjang max 0,60 m x lebar max 0,40 m: tinggi max 0,40m

Perhitungan luas rak berdasarkan ukuran karton terbesar agar dapat menampung 12 karton.

Luas rak untuk 12 Karton = $12 \times (pxl) = 12 \times (0,6 \times 0,4) = 2,88 = 3$

Tinggi persusun pada rak usulan akan ditentukan dari tinggi maksimal barang. Dari hasil perhitungan tinggi karton diambil dari ukuran paling tinggi yaitu 0,40m, rak akan dibagi menjadi 3 susun dengan ketinggian 1 susun ditentukan dari tinggi maksimal karton. Ketinggian rak ditentukan menjadi 0,60m.

Konsep ketinggian rak usulan yaitu panjang 1,6m dan lebar 0,4m jarak lantai kebarang pertama 20cm (0,2), tinggi per susun 0,6m. Jika 2 susun maka tinggi rak adalah 1,2m.



Gambar 2.1 Sketsa Konsep Tinggi Rak

Berdasarkan hasil analisis perancangan tata letak berdasarkan metode analisis ABC.

- Pada klasifikasi ABC frekuensi barang keluar yang paling diprioritaskan adalah produk *Beverage* yang memiliki frekuensi diatas 40% dan tertinggi 40,02 % dengan klasifikasi A, lebih besar dengan produk lainnya maka pada tata letak diletakkan dipaling depan dekat dengan pintu masuk/keluar.
- Perbaikan tata letak harus dilakukan pada tempat area penyimpanan awal tanpa adanya pengaturan luas area penyimpanan sangat besar

mencapai 71,06 , dan setelah menggunakan konsep rak hanya memerlukan total area penyimpanan 30,94 dan efisiensi sebesar 56,45%. Dari selisih tersebut gudang lebih efisien dan efektif untuk digunakan serta masih dapat menampung penyimpanan lebih banyak barang.

- c. Dari hasil perbaikan tata letak usulan gudang memiliki gudang yang lebih luas. Untuk pengambilan barang dengan sebesar 2m, juga memiliki gang utama yang dapat dilewati 1 *material handling* saat berlawanan arah digudang dengan lebar sebesar 2m.
- d. Dengan persentase gang :

$$\frac{\text{Luas area terpakai pada gudang}}{\text{Luas area gudang}} \times 100\% = \frac{30,94}{139,5} \times 100\% = 22,17$$

Dari hasil persentasi gang cukup luas dan memudahkan pengambilan barang tanpa harus menghambat jalur *material handling* akan berjalan dengan lancar saat pengambilan barang.

- e. Jarak yang ditempuh material handling saat peletakkan barang pada tata letak awal memiliki total jarak tempuh sebesar

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengumpulan dan pengolahan data dengan perancangan tata letak metode analisis ABC pada Store PT. Indomarco Prismatama Pomad Jakarta Selatan maka dapat diambil beberapa kesimpulan.

Klasifikasi Analisis ABC dapat mempermudah dalam pencarian barang karena peletakan berdasarkan dengan pengelompokan jenis produk dari frekuensi masuk dan keluar. Dalam menerapkan metode analisis ABC pada produk yang ada di Store PT. Indomarco Prismatama Pomad Jakarta Selatan , yang harus diprioritaskan dalam tata letak dengan jarak paling dekat dari gerbang masuk/keluar adalah jenis *Baverage* yang frekuensi keluar diatas 40% dan tertinggi 40,12% dan setelahnya adalah barang lainnya dengan frekuensi keluar terkecil 0,70-4,68%. 1454,6m/bulan, sedangkan jarak tempuh material handling dengan tata letak usulan berdasarkan frekuensi barang yang keluar dari hasil metode analisi ABC memiliki total jarak tempuh yang lebih pendek 880m/bulan dan efisiensi sebesar 60,5%. Jadi tata letak dengan analisis ABC dapat memperpendek jarak tempuh pengambilan barang.

Dalam penempatan barang dengan perancangan ulang store jumlah kebutuhan ruang penyimpanan dapat di minimalkan dengan konsep rak (*staging*) menjadi 30,94m². dengan total rak 48 yang dapat menampung maksimal 593 karton dari total luas bangunan 139,5m².

Berdasarkan layout usulan memiliki lebar gang pengambilan barang 1m

dan gang utama 2m, dimana jalur material handling lebih safety tanpa terhalang barang atau karyawan lain saat melintas dan aktivitasnya akan lebih lancar .

Dari perhitungan jarak tempuh *material handling* peletakan dengan metode analisis ABC berdasarkan frekuensi barangkeluar dapat memperpendek jarak tempuh sebesar 880,5m/bulan dengan efisiensi 60,5%.

DAFTAR PUSTAKA

- Apple, James M.1990. **Tataletak Pabrik dan Pemandahan Bahan**, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Bowersox, Donald J. 1978. **Manajemen Logistik : Interaksi Sistem - Sistem manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material (terjemah A.Hasyim Ali)**. Jakarta : Penerbit Bumi Aksara.
- Claudya Cindi. 2015. **Usulan Perbaikan Inventori dan Tata Letak KSU dengan Metode ABC PT . Daya Adicipta Mustika** ,Teknik Industri, Institut Harapan Bangsa, Bandung.
- Hendra Suyanto. 2017. **Perbaikan Tata Letak Gudang Produk Jadi Dengan Metode Sub- Class**,Teknik Industri, Semarang.
- Heizer, J & Render, B. 2015. Alih bahasa oleh Sungkono, **Manajemen Operasi edisi 11**, Penerbit Salemba Empat , Jakarta.
- Purnomo,Hari. 2004. **Perencanaan dan Perancangan Fasilitas**, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Tompkins, James .A and White, John. A. 1984. **Facilities Planning**. New York : John Willey & Sons.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. **Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Guna Widya. Surabaya.**
- Wignjosoebroto,Sritomo. 2009, **Tata Letak Pabrik dan Pemandahan Bahan**, Guna Widya, Jakarta.

BAB 3

PERANCANGAN JALUR HIDRAN PADA GUDANG PERSEDIAAN MATERIIL BEKMATPUS LANUD HALIM PERDANAKUSUMA

HENDRIKA YUNIARTO DAN WASPADA TEDJA BHIRAWA

Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta.

ABSTRAK

Bekmatpus (Pembekalan Materiil Pusat) adalah satuan yang bertugas mendukung logistik TNI AU. Bekmatpus mempunyai tugas membina dan menyelenggarakan fungsi distribusi logistik yang meliputi penerimaan, penyimpanan dan penyaluran materiil dalam rangka mendukung tugas pokok TNI AU. Bangunan – bangunan di Bekmatpus salah satunya terdiri dari beberapa gudang dengan ukuran 25 x 12 meter persegi yang berjumlah 15 gudang, dengan luas wilayah kurang lebih 3 hektar. Hingga saat ini Bekmatpus masih belum mempunyai sistem pemadam kebakaran menggunakan hydrant. Hidran adalah sistem perlindungan api aktif yang disediakan di sebagian wilayah perkotaan, pinggiran kota dan pedesaan yang memiliki pasokan air cukup yang memungkinkan petugas pemadam kebakaran menggunakan pasokan air tersebut untuk memadamkan kebakaran. Sumber air hidran berasal dari tempat penampungan air tersendiri atau saluran air lainnya yang dialirkan melalui pompa dan didistribusikan menggunakan pipa.

Metode yang dipakai dalam menentukan panjang pipa yang paling optimal adalah Algoritma Floyd Warshall. Metode tersebut merupakan algoritma yang mengambil jarak minimal dari suatu titik ke titik lainnya. Pada algoritma ini menerapkan suatu algoritma dinamis yang menyebabkan akan mengambil jarak lintasan terpendek secara benar. Algoritma Floyd Warshall ini juga bisa diterapkan pada sebuah aplikasi pencari rute jalan yang terdekat dari suatu daerah ke daerah lainnya dengan metode ini hasil yang didapat bisa lebih optimal

Dengan 4 (empat) alternatif pilihan jalur pipa dan dengan 2 (dua) pilihan letak water tank maka, berdasarkan perhitungan ditentukan untuk peletakkan hydrant sebanyak 8 buah guna menanggulangi bahaya kebakaran dengan jumlah material pipa dengan jalur pipa pada usulan 1a yaitu dengan rumah pompa dan water tank di dekat Mako Bekmatpus, dibutuhkan pipa sepanjang 325 meter, sedangkan pada usulan 1b yaitu dengan rumah pompa dan water tank di dekat Mako Bekmatpus, dibutuhkan pipa sepanjang 299 meter, dan pada usulan 2a dengan rumah pompa dan

water tank di dekat Gudang Sambung dibutuhkan pipa sepanjang 385 meter, sedangkan pada usulan 2b dengan rumah pompa dan water tank di dekat Gudang Sambung dibutuhkan pipa sepanjang 355 meter, maka dari perhitungan tersebut usulan perancangan yang paling optimal adalah usulan perancangan 1b, dengan hanya menggunakan pipa sepanjang 299 meter.

Kata kunci : Hidran, Bekmatpus, Jarak Terpendek

PENDAHULUAN

Dalam sebuah bangunan, sistem keamanan sangatlah penting dalam menjamin setiap pengguna di dalamnya. Sistem keamanan berfungsi memberikan pertolongan sedini mungkin terhadap keadaan bahaya yang dapat terjadi kapan saja. Keadaan bahaya tersebut dapat berupa kebakaran, banjir, gempa bumi, dll. Sistem tersebut harus dirancang sedemikian rupa agar saat terjadi keadaan darurat dapat dipergunakan semestinya dan dapat memberikan pertolongan semaksimal mungkin. Salah satu dari keadaan bahaya tersebut adalah kebakaran. Kebakaran sering terjadi di kota-kota besar seperti Jakarta, hal ini dikarenakan lingkungan pemukiman penduduk yang rapat dan tidak ditunjang dengan sistem penanggulangan kebakaran yang memadai. Kebakaran dapat terjadi karena adanya api yang timbul di suatu area namun tidak segera ditanggulangi sehingga membesar dan merambah ke area lain dan terjadilah kebakaran.

Salah satu alat atau sistem untuk memadamkan api adalah hidran. Hidran adalah sistem perlindungan api aktif yang disediakan di sebagian wilayah perkotaan, pinggiran kota dan pedesaan yang memiliki pasokan air cukup yang memungkinkan petugas pemadam kebakaran menggunakan pasokan air tersebut untuk memadamkan kebakaran. Sumber air hidran berasal dari tempat penampungan air tersendiri atau saluran air lainnya yang dialirkan melalui pompa dan didistribusikan menggunakan pipa.

Bekmatpus (Pembekalan Materiil Pusat) adalah satuan yang bertugas mendukung logistik TNI AU. Bekmatpus mempunyai tugas membina dan menyelenggarakan fungsi distribusi logistik yang meliputi penerimaan, penyimpanan dan penyaluran materiil dalam rangka mendukung tugas pokok TNI AU. Bangunan – bangunan di Bekmatpus salah satunya terdiri dari beberapa gudang dengan ukuran 25 x 12 meter persegi yang berjumlah 15 gudang, dengan luas wilayah kurang lebih 3 hektar.

Berdasarkan uraian singkat mengenai sistem instalasi hidran di atas dan juga mengenai banyak peristiwa kebakaran pada gedung dan bangunan di lingkungan TNI AU maka pada penelitian ini akan merancang dan menentukan letak penempatan hidran pada gudang persediaan materiil Bekmatpus Lanud Halim Perdanakusuma.

METODE

Sistem Instalasi Hidran

Hidran adalah alat yang dilengkapi dengan selang dan mulut pancar untuk mengalirkan air bertekanan, yang digunakan bagi keperluan pemadaman kebakaran. Menurut Kepmen PU No.02/KPTS/1985 sistem hidran terdiri dari :

- a. Sumber persediaan air.
- b. Pompa-pompa kebakaran.
- c. Selang kebakaran.
- d. Koping penyambung, dan perlengkapan lainnya.

Sistem instalasi hidran yaitu suatu sistem pemadam kebakaran tetap yang menggunakan media pemadam air bertekanan yang dialirkan melalui pipa-pipa dan selang kebakaran. Sistem ini terdiri dari sumber persediaan air, pompa, dan selang kebakaran.

Tipe Sistem *Stand Pipe* Untuk Hidran

Tipe sistem *stand pipe* untuk hidran yaitu :

- a. *Automatic-Wet* . Merupakan suatu sistem *stand pipe* basah yang memiliki suplai air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan sistem secara otomatis.
- b. *Automatic-Dry*. Merupakan suatu sistem *stand pipe* kering, biasanya diisi dengan udara bertekanan dan dirangkaikan dengan suatu alat, seperti *dry pipe valve*, untuk menerima air ke dalam sistem perpipaannya secara otomatis dengan membuka suatu hose value akan dapat menghemat kerja pompa dan pompa akan bekerja secara otomatis pada saat alarm berbunyi, sehingga air akan segera mengalir untuk menanggulangi kebakaran.
- c. *Semi Automatic-Dry*. Merupakan sistem *stand pipe* kering yang dirangkaikan dengan suatu alat seperti deluge value, untuk menerima air ke dalam system perpipaannya dengan cara mengaktifkan suatu alat pengontrol jarak jauh yang terletak pada setiap *hose connection*. Suplai air harus mampu memenuhi kebutuhan sistem.
- d. *Manual-Wet* . Merupakan suatu system *stand pipe* basah yang memiliki suplai air yang sedikit, hanya untuk memelihara keberadaan air dalam pipanya, namun tidak memiliki untuk memenuhi seluruh kebutuhan sistem. Suplai air sistem diperoleh dari *fire department pumper*.
- e. *Manual-Dry*. Merupakan suatu sistem *stand pipe* yang tidak memiliki suplai air yang permanen. Air yang diperlukan diperoleh dari

suatu *fire department pumper*, untuk kemudian dipompakan ke dalam sistem melalui *fire department connection*.

Kelas Sistem *Stand Pipe*

Kelas sistem *stand pipe* adalah :

- a. Kelas I. Merupakan suatu sistem *stand pipe* yang harus menyediakan *hose connection* berdiameter 2½ inchi untuk mensuplai airnya, khususnya digunakan oleh petugas pemadam kebakaran dan orang-orang yang terlatih untuk menangani kebakaran berat.
- b. Kelas II. Merupakan suatu sistem *stand pipe* yang harus menyediakan *hose connection* berdiameter 1½ inchi untuk mensuplai airnya, digunakan oleh penghuni gedung atau petugas pemadam kebakaran selama tindakan pertama. Pengecualian dapat dilakukan dengan menggunakan *hose connection* 1 inchi jika kemungkinan bahaya sangat kecil dan telah disetujui oleh instalasi atau pejabat yang berwenang.
- c. Kelas III. Merupakan suatu sistem yang harus menyediakan baik *hose connection* berdiameter 1½ inchi untuk digunakan oleh penghuni gedung maupun *hose connection* berdiameter 2½ inchi untuk digunakan oleh petugas pemadam kebakaran ada orang-orang yang telah terlatih untuk kebakaran berat.

Dasar Perundangan untuk Hidran

Dasar perundangan untuk hidran dijabarkan di bawah ini :

- a. Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja. Pasal 3 ayat 1 mengenai syarat-syarat keselamatan kerja, disebutkan bahwa syarat-syarat keselamatan kerja adalah untuk mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran.
- b. Kepmenaker No.Kep 186/MEN/1999 tentang unit penanggulangan di tempat kerja yang menyatakan bahwa untuk menanggulangi kebakaran di tempat kerja, diperlukan adanya peralatan proteksi kebakaran yang memadai, petugas penanggulangan kebakaran yang ditunjuk khusus untuk itu, serta dilaksanakannya prosedur penanggulangan keadaan darurat.
- c. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No.Per.04/ MEN/1980 tentang syarat-syarat pemasangan dan pemeliharaan alat pemadam api ringan yang menyatakan bahwa dalam rangka untuk mensiap-siagakan pemberantasan pada mula terjadinya kebakaran, maka setiap alat pemadam api ringan harus memenuhi syarat-syarat keselamatan kerja.

- d. SK Menaker R.I No. 158 Tahun 1972 tentang program operasional serentak, singkat padat untuk pencegahan dan penanggulangan kebakaran. Kebakaran dapat merupakan pangkal bencana yang dapat mempengaruhi stabilitas politik dan ekonomi serta dapat merupakan ancaman dan hambatan terhadap jalannya pembangunan nasional, oleh karena itu perlu diambil langkah-langkah yang efektif, baik secara *preventif* maupun secara *represif* untuk menanggulangi peristiwa kebakaran terutama di perusahaan-perusahaan/ tempat kerja.

Peraturan Tentang Sistem *Fire Hydrant*.

Peraturan tentang sistem *fire hydrant* harus diketahui oleh kontraktor, jadi kontraktor dalam bidang ini penting untuk mengetahuinya sebelum melakukan pemasangan sistem *fire hydrant*. Sehingga sistem *fire hydrant* yang mangacu pada peraturan tentang sistem *fire hydrant* dapat lolos standar yang telah ditetapkan oleh NFPA (*National Fire Protection Association*) dan SNI (Standar Nasional Indonesia).

Berikut beberapa literatur yang harus diterapkan dan dikeluarkan oleh badan yang bertanggung jawab dalam peraturan tentang sistem *fire hydrant*, seperti NFPA (*National Fire Protection Association*) dan SNI (Standar Nasional Indonesia) :

- a. NFPA-10, Standar untuk *portable fire extinguisher*.
- b. NFPA-13, Standar untuk Instalasi sistem *springkle*.
- c. NFPA-14, Standar untuk Instalasi selang dan pipa tegak.
- d. NFPA-20, Standar untuk Instalasi pompa *sentrifugal*.
- e. SNI 03-1735-2000, tentang tata cara perencanaan akses bangunan dan akses lingkungan untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung.

Fire hydrant merupakan sebuah terminal air untuk bantuan darurat ketika terjadi kebakaran hidran ini juga berfungsi untuk mempermudah proses penanggulangan ketika bencana kebakaran sedang terjadi. Sistem *fire hydrant* merupakan sebuah fasilitas yang wajib diimplementasikan bagi bangunan-bangunan publik seperti gedung, hotel, rumah sakit, pasar tradisional, maupun pertokoan bahkan lingkungan kompleks perumahan juga harus ada fasilitas hidran. Dalam pemasangan sistem *fire hydrant* pada setiap bangunan ada peraturan tentang sistem *fire hydrant* yang harus diterapkan dan diketahui oleh kontraktor.

NFPA (*National Fire Protection Association*) secara spesifik menetapkan bahwa *fire hydrant* harus diwarnai dengan *chrome red*, *chrome yellow* atau warna lain yang mudah terlihat diantaranya *white*, *bright red*, *chrome silver*, dan *lime yellow*. Disamping hal tersebut aspek paling

terpenting adalah warna tersebut harus konsisten terutama dalam satu wilayah tertentu. Khusus wilayah Indonesia umumnya menggunakan warna bright red pada fire hidran.

NFPA menyatakan bahwa secara garis besar atau umum ada perbedaan secara fungsi antara *fire hydrant* untuk kebutuhan perkotaan (*municipal system*) dan kebutuhan pribadi (*private system*) termasuk di dalamnya untuk pabrik, sehingga harus ada perbedaan warna dan penandaan lainnya. Secara internasional warna violet (*light purple*) telah dikembangkan sebagai warna untuk *non-portable water*. Kemudian untuk warna *chrome yellow* telah dikembangkan sebagai warna untuk *municipal system*. Sedangkan untuk *red* dikembangkan warna untuk *private system*.

Peraturan tentang sistem *fire hydrant* dalam pemasangan hidran pilar juga harus mengacu pada NFPA (*National Fire Protection Association*) dan SNI (Standar Nasional Indonesia) adalah sebagai berikut:

- a. Penentuan pompa hidran yang akan menyedot air dari tandon *reservoir* dan mengalirkan ke jaringan pipa dalam instalasi *fire hydrant* harus memperhatikan jumlah *output* dari hidran pilar atau *hydrant box*.
- b. Jarak yang bagus dalam pemasangan hidran pilar yaitu 35-38 karena panjang *fire hose* (selang pemadam kebakaran) umumnya bisa mencapai 30 meter, dan semprotan dari air bertekanan yang keluar dari nozzle bisa mencapai jarak sampai 5 meter.
- c. Pada bangunan gedung yang memiliki 8 lantai atau lebih diwajibkan menggunakan sistem fire hidran untuk mencegah api merambat pada bangunan gedung lain yang ada di sebelahnya.
- d. Hidran pillar dan hidran box diletakkan pada area yang mudah terlihat, mudah dijangkau tanpa halangan apapun sehingga sewaktu – waktu terjadi kebakaran *fire brigade* (petugas pemadam) akan dengan mudah mengakses tempat tersebut. Biasanya ada di ruang terbuka dekat dengan pintu darurat dan di depan pintu utama bangunan.



Gambar 3.1 Indoor dan Out door Hydrant Box

Penjelasan mengenai Hydrant Pillar dan Siamese Connection diuraikan sebagai berikut:

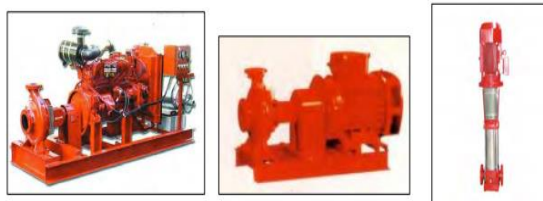
- a. Hydrant pillar dan siamese connection yang digunakan adalah dari jenis 2 way 2- 1/2". Kopleng disesuaikan dengan jenis kopleng dinas kebakaran setempat, lengkap dengan tutup dan rantainya.
- b. Selain ball valve pada outletnya, hydrant pillar juga harus dilengkapi dengan main valve dan fasilitas drainnya.
- c. Setiap hydrant pillar harus dilengkapi dengan sebuah outdoor hydrant box lengkap dengan fire hose sepanjang 30 meter berdiameter 2-1/2" dan nozzle berdiameter 2-1/2".
- d. Hydrant pillar, siamese connection dan outdoor hydrant box dipasang di atas pondasi beton dan diberi angkur.



Gambar 3.2 Hydrant pillar & siamese connection

Sedangkan untuk pompa hydrant dipasang di dalam rumah pompa dan dilengkapi dengan control panel yang memenuhi peraturan. Spesifikasi teknis jockey pump sebagai berikut :

- a. Type : Horizontal multi stage centri fugal pump. Impeller harus statically and dynamically balanced.
- b. Kapasitas : 100 USGPM Total Head : 80 meter Efficiency : 70 %
- c. (minimum) Stage : Single Daya Motor : 42 kw
- d. (min) Voltage : 380 V / 3 ph / 50 Hz (rating belitan 380/660 V) Putaran : 2900 rpm.



Gambar 3.3 Pompa Hydrant

Jarak Terpendek dengan Algoritma Floyd Warshall

Algoritma Floyd Warshall adalah matriks hubung graf berarah berlabel, dan keluarannya adalah path terpendek dari semua titik ke semua titik. Dalam usaha untuk mencari path terpendek, algoritma Floyd Warshall memulai iterasi dari titik awalnya kemudian memperpanjang path dengan mengevaluasi titik demi titik hingga mencapai tujuan dengan jumlah bobot yang seminimum mungkin (Siang Jong Jek, 2009). Algoritma Floyd Warshall adalah salah satu varian dari pemrograman dinamis, metode untuk memecahkan masalah pencarian rute terpendek (sama seperti Algoritma Floyd Warshall). Metode ini melakukan pemecahan masalah dengan memandang solusi yang akan diperoleh sebagai suatu keputusan yang saling terkait. Maksudnya solusi-solusi dibentuk dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya dan ada kemungkinan solusi lebih dari satu.

Algoritma Floyd Warshall merupakan algoritma yang mengambil jarak minimal dari suatu titik ke titik lainnya. Pada algoritma ini menerapkan suatu algoritma dinamis yang menyebabkan akan mengambil jarak lintasan terpendek secara benar. Algoritma Floyd Warshall ini juga bisa diterapkan pada sebuah aplikasi pencari rute jalan yang terdekat dari suatu daerah ke daerah lainnya dengan metode ini hasil yang didapat bisa lebih optimal namun memerlukan resource yang cukup besar jika dipakai untuk mencari kompleks. Algoritma Floyd Warshall memiliki input graf berarah dan berbobot (V,E) , yang berupa daftar titik (node/vertex V) dan daftar sisi (edge E). Jumlah bobot sisi-sisi pada sebuah jalur adalah bobot jalur tersebut. Sisi pada E diperbolehkan memiliki bobot negatif, akan tetapi tidak diperbolehkan bagi graf ini untuk memiliki siklus dengan bobot negatif.

Algoritma ini menghitung bobot terkecil dari semua jalur yang menghubungkan sebuah pasangan titik, dan melakukannya sekaligus untuk semua pasangan titik. Algoritma Floyd Warshall ditemukan oleh Warshall untuk mencari path terpendek merupakan algoritma yang sederhana dan mudah implementasinya. Algoritma Floyd Warshall adalah matriks hubung graf berarah berlabel, dan keluarannya adalah path terpendek dari semua titik ke semua titik. Dalam usaha mencari jalur terpendek, algoritma Warshall memulai iterasi dari titik awalnya kemudian memperpanjang path dengan mengevaluasi titik demi titik hingga mencapai titik tujuan dengan jumlah bobot yang seminimum mungkin. (Siang Jong Jek, 2009)

Algoritma Floyd -Warshall membandingkan semua kemungkinan lintasan pada graf untuk setiap sisi dari semua simpul. Hal tersebut bisa terjadi karena adanya perkiraan pengambilan keputusan (pemilihan jalur terpendek) pada setiap tahap antara dua simpul, hingga perkiraan tersebut diketahui sebagai nilai optimal. Misalkan terdapat suatu graf G dengan simpul-simpul V yang masing-masing bernomor 1 sampai dengan N (sebanyak N buah). Misalkan pula terdapat suatu fungsi shortestpath (i,j,k) yang mengembalikan kemungkinan jalur terpendek dari i ke j dengan hanya memanfaatkan simpul 1 sampai dengan K sebagai titik perantara. Tujuan

akhir dari penggunaan fungsi ini adalah untuk mencari jalur terpendek dari setiap simpul i ke simpul j dengan perantara simpul 1 s.d $k+1$.

Misalkan terdapat suatu graf G dengan simpul-simpul V yang masing-masing bernomor 1 sampai dengan N (sebanyak N buah). Misalkan pula terdapat suatu fungsi $\text{shortest Path}(i, j, k)$ yang mengembalikan kemungkinan jalur terpendek dari i ke j dengan hanya memanfaatkan simpul 1 sampai dengan k sebagai titik perantara.

Tujuan akhir penggunaan fungsi ini adalah untuk mencari jalur terpendek dari setiap simpul i ke simpul j dengan perantara simpul 1 s.d. $k+1$. Ada dua kemungkinan yang terjadi:

- a. Jalur terpendek yang sebenarnya hanya berasal dari simpul-simpul yang berada antara 1 hingga k .
- b. Ada sebagian jalur yang berasal dari simpul-simpul i s.d. $k+1$, dan juga dari $k+1$ hingga j

Perlu diketahui bahwa jalur terpendek dari i ke j yang hanya melewati simpul 1 s.d. k telah didefinisikan pada fungsi $\text{shortest Path}(i, j, k)$ dan telah jelas bahwa jika ada solusi dari i s.d. $k+1$ hingga j , maka panjang dari solusi tadi adalah jumlah (konkatenasi) dari jalur terpendek dari i s.d. $k+1$ (yang melewati simpul-simpul 1 s.d. k), dan jalur terpendek dari $k+1$ s.d. j (juga menggunakan simpul-simpul dari 1 s.d. k). Maka dari itu, rumus untuk fungsi $\text{shortestPath}(i, j, k)$ bisa ditulis sebagai suatu notasi rekursif sbb.:

Basis $f_1(s) = c_{x1s}$ Rekurens $f_k(s) = \min_{xk} \{c_{xks} + f_{k-1}(xk)\}$, $k = 2, 3, 4$

Rumus ini adalah inti dari algoritma Floyd-Warshall. Algoritma ini bekerja dengan menghitung $\text{shortestPath}(i,j,1)$ untuk semua pasangan (i,j) , kemudian hasil tersebut akan digunakan untuk menghitung $\text{shortestPath}(i,j,2)$ untuk semua pasangan (i,j) , dst. Proses ini akan terus berlangsung hingga $k = n$ dan kita telah menemukan jalur terpendek untuk semua pasangan (i,j) menggunakan simpul-simpul perantara.

Algoritma Floyd-Warshall memiliki input graf berarah dan berbobot (V,E) , yang berupa daftar titik (node/vertex V) dan daftar sisi (edge E). Jumlah bobot sisi-sisi pada sebuah jalur adalah bobot jalur tersebut. Sisi pada E diperbolehkan memiliki bobot negatif, akan tetapi tidak diperbolehkan bagi graf ini untuk memiliki siklus dengan bobot negatif. Algoritma ini menghitung bobot terkecil dari semua jalur yang menghubungkan sebuah pasangan titik, dan melakukannya sekaligus untuk semua pasangan titik.

Rumus Perhitungan Pompa

a. Pompa Tunggal

1. Head (H)

$$H = \frac{P_d - P_s}{\gamma} \text{ (m)}$$

Keterangan:

P_d : Tekanan buang (N/m²)

P_s : Tekanan buang (N/m²)

γ : berat jenis air = $\rho_{\text{water}} \cdot g$ (N)

2. Kapasitas (Q)

$$Q = \frac{0,189}{1000} \sqrt{h} \text{ (m}^3 \text{ / s)}$$

Keterangan:

h = beda ketinggian fluida pada manometer (mmHg)

3. Putaran (n)

Satuan : rpm

4. Torsi (T)

$$\text{Keterangan: } T = F \cdot L$$

F = Gaya / beban (N)

L = Panjang lengan momen = 0,179 m

5. Daya (W)

Daya Poros (W_1) :

Keterangan:

k = konstanta brake = 53,35

n = putaran (rpm)

Daya Air (W_2) :

$$W_2 = (P_d - P_s) \cdot Q \text{ (Watt)}$$

6. Efisiensi (η)

b. Pompa Seri

1. Head $\eta = \frac{W_2}{W_1} \times 100\%$

$$H_1 = \frac{P_{d1} - P_{s1}}{\gamma}$$

$$H_2 = \frac{P_{d2} - P_{s2}}{\gamma}$$

$$H_{Total} = H_1 + H_2 \quad (m)$$

1. Kapasitas (Q)

$$Q = \frac{0,189}{1000} \sqrt{h} \quad (m^3 / s)$$

Keterangan:

h = beda ketinggian fluida pada manometer (mm).

3. Torsi (T)

$$T_1 = F_1 \cdot L \quad (N.m)$$

$$T_2 = F_2 \cdot L \quad (N.m)$$

$$T_{Total} = T_1 + T_2$$

Keterangan:

F = Gaya / beban (N)

L = Panjang lengan momen = 0,179 m

4. Daya (W)

- Daya Poros (W_1) :

$$W_{1,1} = F_1 \cdot \frac{n_1}{k} \quad (Watt)$$

$$W_{1,2} = F_2 \cdot \frac{n_2}{k} \quad (Watt)$$

$$W_{1,Total} = W_{1,1} + W_{1,2} \quad (Watt)$$

Keterangan:

k = konstanta brake = 53,35

n = putaran (rpm)

- Daya Air (W_2) :

$$W_{2,1} = (Pd_1 - Ps_1) \cdot Q \quad (Watt)$$

$$W_{2,2} = (Pd_2 - Ps_2) \cdot Q \quad (Watt)$$

$$W_{1,Total} = W_{1,1} + W_{1,2} \quad (Watt)$$

5. Efisiensi (η) :

$$\eta = \frac{W_{2,Total}}{W_{1,Total}} \times 100\%$$

c. Pompa Paralel

1. Head

$$H_1 = \frac{Pd_1 - Ps_1}{\gamma} \quad (m)$$

$$H_2 = \frac{Pd_2 - Ps_2}{\gamma} \quad (m)$$

$$H_{Total} = \frac{H_1 + H_2}{2} \quad (m)$$

2. Kapasitas (Q)

$$Q = \frac{0,189}{1000} \sqrt{h} \quad (m^3 / s)$$

Keterangan:

h = beda ketinggian fluida pada manometer (mm).

3. Torsi (T)

$$T_1 = F_1 \cdot L \quad (N.m)$$

$$T_2 = F_2 \cdot L \quad (N.m)$$

$$T_{Total} = T_1 + T_2$$

Keterangan:

F = Gaya / beban (N)

L = Panjang lengan momen = 0,179 m

4. Daya (W)

Daya Poros (W_1) :

$$W_{1,1} = F_1 \cdot \frac{n_1}{k} \quad (Watt)$$

$$W_{1,2} = F_2 \cdot \frac{n_2}{k} \quad (Watt)$$

$$W_{1,Total} = W_{1,1} + W_{1,2} \quad (Watt)$$

Keterangan:

k = konstanta brake = 53,35

n = putaran (rpm)

Daya Air (W_2) :

$$W_{2,1} = (Pd_1 - Ps_1) \cdot \frac{Q}{2} \quad (\text{Watt})$$

$$W_{2,2} = (Pd_2 - Ps_2) \cdot \frac{Q}{2} \quad (\text{Watt})$$

$$W_{2,Total} = W_{2,1} + W_{2,2} \quad (\text{Watt})$$

5. Efisiensi (η)

$$\eta = \frac{W_{2,Total}}{W_{1,Total}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Hydrant

Pemasangan Hydrant Pillar yang Tepat akan menjamin fire hydrant bekerja dengan baik. Ada dua jenis hydrant pillar yang ada, pertama adalah hydrant pillar one way. Yaitu hydrant pillar yang hanya mempunyai satu lubang katup pengeluaran air yang bisa digunakan saat terjadi kebakaran. Sementara jenis lainnya adalah hydrant pillar two ways, hydrant pillar ini menggunakan 2 katup utama yang bisa dimanfaatkan untuk sambungan selang saat terjadi kebakaran. Bahan pembuat hydrant pillar umumnya adalah stainless steel dan besi. Sehingga perangkat ini bisa bertahan hingga waktu yang lama. Namun inspeksi harus rutin dilakukan untuk memastikan bahwa jaringan instalasi fire hydrant dan perangkat yang terhubung dalam sistem pemipaan dapat bekerja dengan baik untuk memadamkan api.

Peraturan tentang sistem *fire hydrant* dalam pemasangan hidran pilar juga harus mengacu pada NFPA (*National Fire Protection Association*) dan SNI (Standar Nasional Indonesia) adalah sebagai berikut:

- Penentuan pompa hidran yang akan menyedot air dari tandon *reservoir* dan mengalirkan ke jaringan pipa dalam instalasi *fire hydrant* harus memperhatikan jumlah *output* dari hidran pilar atau *hydrant box*.
- Jarak yang bagus dalam pemasangan hidran pilar yaitu 35-38 karena panjang *fire hose* (selang pemadam kebakaran) umumnya bisa mencapai 30 meter, dan semprotan dari air bertekanan yang keluar dari nozzle bisa mencapai jarak sampai 5 meter.
- Pada bangunan gedung yang memiliki 8 lantai atau lebih diwajibkan menggunakan sistem fire hidran untuk mencegah api merambat pada bangunan gedung lain yang ada di sebelahnya.
- Hidran pillar dan hidran box diletakkan pada area yang mudah terlihat, mudah dijangkau tanpa halangan apapun sehingga sewaktu – waktu terjadi kebakaran *fire brigade* (petugas pemadam) akan dengan mudah

mengakses tempat tersebut. Biasanya ada di ruang terbuka dekat dengan pintu darurat dan di depan pintu utama bangunan.

Perancangan letak hydrant

Pada gambar gudang Bekmatpus sebelumnya , penulis melakukan 2 (2) usulan perancangan, dapat dijelaskan sebagai berikut :

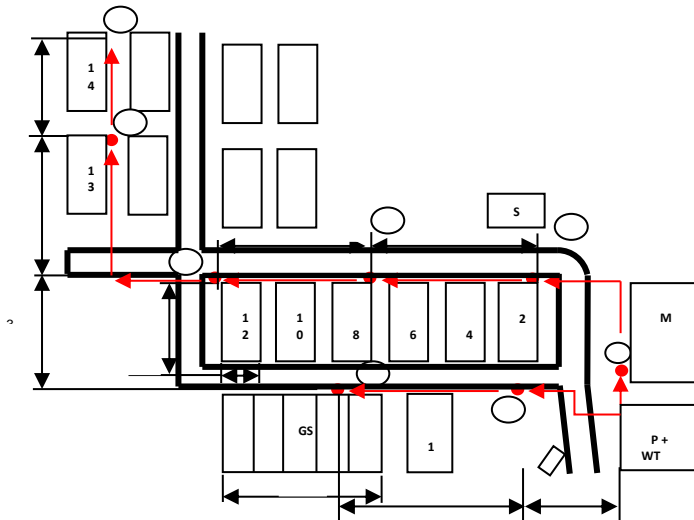
- a. Usulan pertama. Membangun rumah pompa dan water tank di depan pos jaga , disamping kiri markas.
- b. Usulan kedua. Membangun rumah pompa dan water tank di sebelah kan gudang sambungan.

Dari kedua usulan perancangan tersebut maka direncanakan panjang pipa yang dibutuhkan serta jumlah perlengkapan seperti sambungan, valve dan water mur dan beberapa perlengkapan lain pendukung. Penempatan hydrant pillar direncanakan dengan jarak antara 30-40m , setiap box hydrant telah dilengkapi dengan selang dengan diameter 2,5 inch sudah sesuai dengan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 02/ KPTS/ 1985 tentang ketentuan Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran Pada Bangunan Gedung pada pasal 20 tentang persyaratan teknis dan pemasangan hydrant kebakaran. Semua peralatan hydrant dicat dengan warna merah sesuai dengan Persyaratan teknis hidrant kebakaran dari Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 02/ KPTS/ 1985 pasal 20. Pada hydrant halaman terdapat sambungan kembar (seamese connection) yang dihubungkan pada mobil pemadam kebakaran apabila air tandon tidak mencukupi kebutuhan. Hal tersebut sesuai dengan buku Training Material K3 yang dikeluarkan oleh Depnaker.

Usulan layout hydrant 1.

Dengan menggunakan metode Floyd Warshall ditentukan 2 (dua) jarak terpendek berdasarkan peletakan hydrant sebagai berikut :

a. Peletakan Hydrant usulan 1a :



Gambar 3.4 Peletakan Hydrant Usulan 1a

Dari gambar 4 digambarkan mengenai pipa peletakan hydrant dengan Water Tank di dekat Mako yaitu dari Water Tank ke hydrant 1 , ke hydrant 4, diteruskan ke hydrant 5, dan dilanjutkan ke hydrant 6 , kemudian ke hydrant 7 dan berakhir ke 8. Sedangkan untuk hydrant 2 dan hydrant 3 langsung dari Water Tank.

Perhitungan jarak dari Water tank ke hydrant secara umum ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Perhitungan Jarak dari Water Tank ke Hydrant

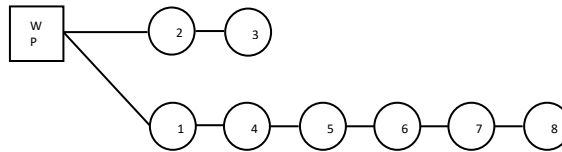
Dari ke	P-WT	1	2	3	4	5	6	7	8
P-WT	0	15	35	70	130	102	132	177	212
1	15	0	35	72	32	67	75	115	145
2	35	35	0	35	130	95	92	162	192
3	70	72	35	0	77	35	50	115	145
4	130	32	130	77	0	35	65	125	155
5	102	67	95	35	35	0	30	90	120
6	132	75	92	65	65	30	0	40	70
7	177	115	162	125	125	90	40	0	30
8	212	145	192	155	155	120	70	30	0

Pada gambar 5 ditunjukkan perhitungan jarak dengan batasan Water Tank mengalirkan pada hydrant nomor 2,3 dan pipa yang lain mengalirkan air pada hydrant nomr ,1,4,5,6,7 dan 8

Tabel 3.2 Perhitungan jarak dari water tank ke hydrant

Dari ke	P-WT	1	2	3	4	5	6	7	8
P-WT	0	15	35	70	130	102	132	177	212
1	15	0	35	72	32	67	75	115	145
2	15	15	0	35	-	-	-	-	-
3	70	72	-	0	-	-	-	-	-
4	130	32	-	-	0	35	65	125	155
5	102	67	-	-	35	0	30	90	120
6	132	75	-	-	65	30	0	40	70
7	177	115	-	-	125	90	40	0	30
8	212	145	-	-	155	120	70	30	0

Dengan menggunakan peletakan hydrant usulan 1a maka dapat digambarkan diagram usulan hydrant 1 a sebagai berikut :

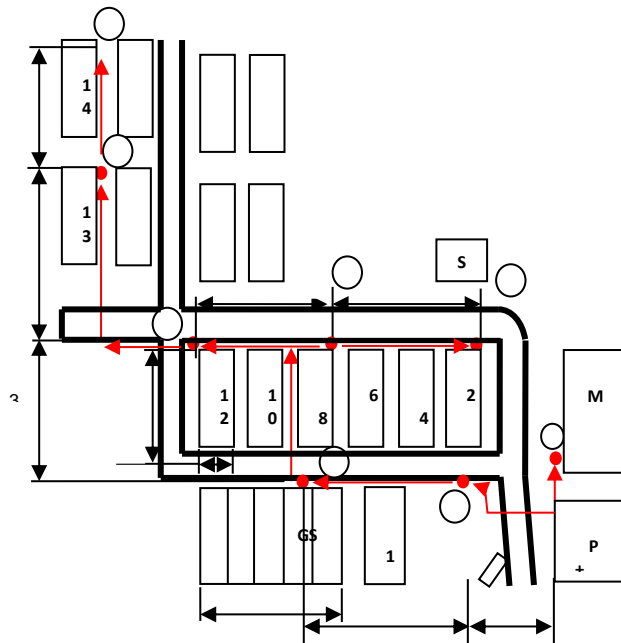


Gambar 3.5 Diagram Hydrant Usulan 1a

- Dari Rumah pompa ke hydrant 2 sepanjang 35 m
- Dari hydrant 2 ke hydrant 3 sepanjang 70 m
- Dari Rumah pompa ke hydrant 1 sepanjang 15 m
- Dari hydrant 1 ke hydrant 4 sepanjang 35 m
- Dari hydrant 4 ke hydrant 5 sepanjang 35 m
- Dari hydrant 5 ke hydrant 6 sepanjang 65 m
- Dari hydrant 6 ke hydrant 7 sepanjang 40 m
- Dari hydrant 7 ke hydrant 8 sepanjang 30 m

Dari diagram pipa peletakan hydrant dengan Water Tank di dekat Mako yaitu dari Water Tank ke hydrant 1 , ke hydrant 4, diteruskan ke hydrant 5, dan dilanjutkan ke hydrant 6 , kemudian ke hydrant 7 dan berakhir ke 8. Sedangkan untuk hydrant 2 dan hydrant 3 langsung dari Water Tank.Total dibutuhkan pipa 2,5 “ sepanjang 325 m.

b. Peletakkan Hydrant usulan 1b :



Gambar 3.6 Peletakan Hydrant Usulan 1b

Dari gambar 6 digambarkan mengenai pipa peletakan hydrant dengan Water Tank di dekat Mako yaitu dari Water Tank ke hydrant 1, kemudian jalur pipa yang lain langsung dari water tank ke hydrant 2, diteruskan ke hydrant 3, dan bercabang dua yang satu ke hydrant 5 dan hydrant 4, sedangkan satu cabang lain ke hydrant 6, kemudian ke hydrant 7 dan berakhir ke 8.

Perhitungan jarak dari Water tank ke hydrant secara umum ditunjukkan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Perhitungan Jarak dari Water Tank ke Hydrant

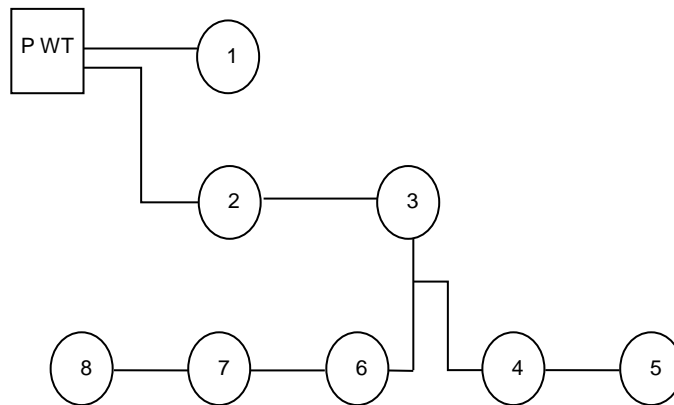
Dari ke	P-WT	1	2	3	4	5	6	7	8
P-WT	0	20	30	67	140	105	147	210	247
1	20	0	35	72	32	67	75	115	145
2	30	35	0	37	130	95	92	162	192
3	67	72	37	0	77	70	50	115	145
4	140	32	130	77	0	37	65	125	155
5	105	67	95	70	37	0	30	90	120
6	147	75	92	65	65	30	0	40	70
7	210	115	162	125	125	90	40	0	30
8	247	145	192	155	155	120	70	30	0

Pada gambar 7 ditunjukkan perhitungan jarak dengan batasan Water Tank mengalirkan pada hydrant nomor 1 dan pipa yang lain mengalirkan air pada hydrant nomor 2,3,4,5,6,7 dan 8

Tabel 3.4 Perhitungan Jarak dari Water Tank ke Hydrant

Dari ke	P-WT	1	2	3	4	5	6	7	8
P-WT	0	20	30	67	140	105	147	210	247
1	20	0	-	-	-	-	-	-	-
2	30	-	0	37	130	95	92	162	192
3	67	-	37	0	77	70	50	115	145
4	140	-	130	77	0	37	65	125	155
5	105	-	95	70	37	0	30	90	120
6	147	-	92	65	65	30	0	40	70
7	210	-	162	125	125	90	40	0	30
8	247	-	192	155	155	120	70	30	0

Dengan menggunakan peletakan hydrant usulan 1b maka dapat digambarkan diagram usulan hydrant 1 b sebagai berikut :

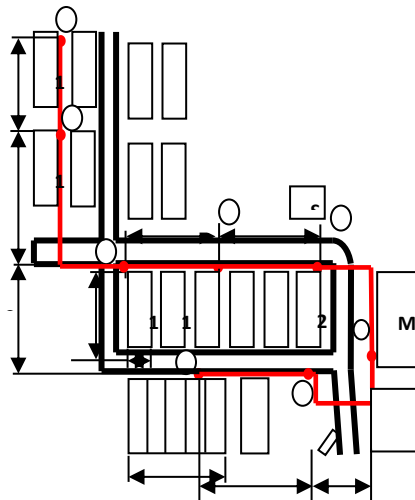


Gambar 3.7 Diagram Hydrant Usulan 1b

- Dari Rumah pompa ke hydrant 1 sepanjang 20 m
- Dari Rumah pompa ke hydrant 2 sepanjang 30 m
- Dari hydrant 2 ke hydrant 3 sepanjang 37 m
- Dari hydrant 3 ke hydrant 5 sepanjang 70 m
- Dari hydrant 5 ke hydrant 4 sepanjang 37 m
- Dari hydrant 5 ke hydrant 6 sepanjang 30 m
- Dari hydrant 6 ke hydrant 7 sepanjang 45 m
- Dari hydrant 7 ke hydrant 8 sepanjang 30 m

Dari gambar layout hydrant pada gambar 4.3 maka dapat ditarik gambar diagram dapat dilihat pada gambar 4.5 di bawah ini Water Tank di dekat Mako yaitu dari Water Tank ke hydrant 1 , kemudian jalur pipa yang lain langsung dari water tank ke hydrant 2, diteruskan ke hydrant 3, dan bercabang dua yang satu ke hydrant 5 dan hydrant 4, sedangkan satu cabang lain ke hydrant 6, kemudian ke hydrant 7 dan berakhir ke 8. Total dibutuhkan pipa 2,5 “ sepanjang 299 m

Pada gambar 3.8 digambarkan peletakkan dari hydrant sesuai dengan diagram 7 seperti gambar di bawah ini :



Gambar 3.8 Peletakkan dari Hydrant

Usulan layout hydrant 2.

Dengan menggunakan metode Floyd Warshall ditentukan 2 (dua) jarak terpendek berdasarkan peletakkan hydrant sebagai berikut :

a. Peletakkan Hydrant usulan 2 a :

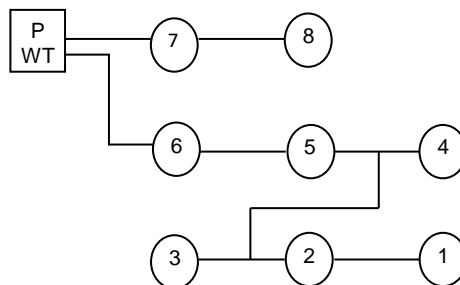
Dari gambar 3.8 digambarkan mengenai pipa peletakkan hydrant dengan Water Tank di dekat Gudang Sambung yaitu dari Water Tank ke hydrant 7 dan 8 , kemudian jalur pipa yang lain langsung dari water tank ke hydrant 6, diteruskan ke hydrant 5, dan bercabang dua yang satu ke hydrant 4 sedangkan satu cabang lain ke hydrant 3, kemudian ke hydrant 2 dan berakhir ke hydrant 1

Perhitungan jarak dari Water tank ke hydrant secara umum ditunjukkan pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Perhitungan Jarak dari Water Tank ke Hydrant

Dari ke	P-WT	1	2	3	4	5	6	7	8
P-WT	0	125	100	120	110	57	30	60	100
1	125	0	30	72	110	67	75	115	145
2	100	30	0	40	130	95	92	162	192
3	120	72	40	0	50	70	50	115	145
4	110	110	130	50	0	35	65	125	155
5	57	67	95	70	35	0	30	90	120
6	30	75	92	65	65	30	0	40	70
7	60	115	162	115	125	90	40	0	30
8	100	145	192	145	155	120	70	30	0

Pada gambar 3.8 ditunjukkan perhitungan jarak dengan batasan Water Tank mengalirkan pada hydrant nomor 7 dan 8 dan pipa yang lain mengalirkan air pada hydrant nomor 2,3,4,5 dan 6. Dengan menggunakan peletakan hydrant usulan 2a maka dapat digambarkan diagram usulan hydrant 2a sebagai berikut :



Gambar 3.9 Diagram Kebutuhan Pipa Hydrant

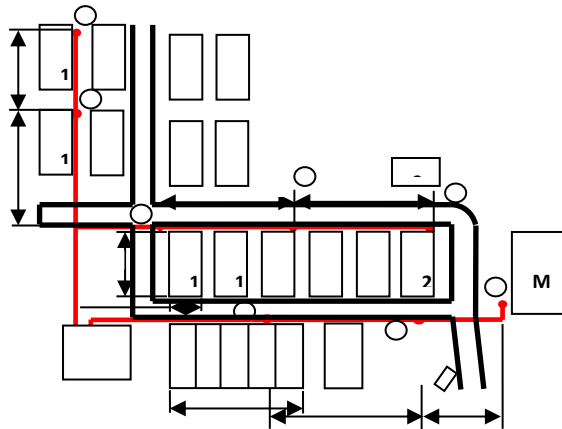
Berdasarkan diagram kebutuhan pipa maka dapat dijabarkan sebagai berikut :

- Dari Rumah pompa ke hydrant 7 sepanjang 70 m
- Dari hydrant 7 ke hydrant 8 sepanjang 30 m
- Dari Rumah pompa ke hydrant 6 sepanjang 75 m
- Dari hydrant 6 ke hydrant 5 sepanjang 35 m
- Dari hydrant 5 ke hydrant 4 sepanjang 35 m
- Dari hydrant 5 ke hydrant 3 sepanjang 70 m
- Dari hydrant 3 ke hydrant 2 sepanjang 40 m
- Dari hydrant 2 ke hydrant 1 sepanjang 30 m

Dari gambar layout hydrant pada gambar 4.3 maka dapat ditarik gambar diagram dapat dilihat pada gambar 4.5 di bawah ini Water Tank di dekat Gudang Sambung yaitu dari Water Tank ke hydrant 7 dan 8 , kemudian

jalur pipa yang lain langsung dari water tank ke hydrant 6, diteruskan ke hydrant 5, dan bercabang dua yang satu ke hydrant 4 sedangkan satu cabang lain ke hydrant 3, kemudian ke hydrant 2 dan berakhir ke hydrant 1. Total dibutuhkan pipa 2,5 " sepanjang 385 m.

b. Peletakan Hydrant usulan 2 b :



Gambar 3.10 Peletakan dari hydrant 2b

Berdasarkan pengukuran di lapangan, dilanjutkan dengan penggambaran denah bangunan gudang Bekmatpus, selanjutnya dilakukan perancangan untuk peletakan hydrant, maka lay out lay out hydrant usulan 2b adalah sebagai berikut pada gambar 3.10 berikut ini:

Perhitungan jarak dari Water tank ke hydrant secara umum ditunjukkan pada tabel 6 :

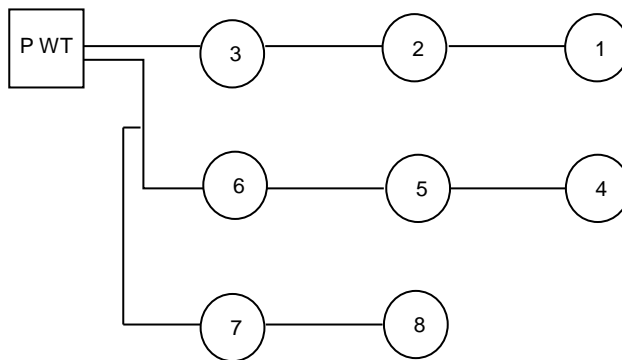
Tabel 3.6 Perhitungan Jarak dari Water Tank ke Hydrant

Dari ke	P-WT	1	2	3	4	5	6	7	8
P-WT	0	125	75	50	90	57	30	70	100
1	125	0	30	70	110	67	75	115	145
2	75	30	0	40	130	95	90	160	190
3	50	70	40	0	50	70	50	150	150
4	90	110	130	50	0	35	65	125	200
5	57	67	95	70	35	0	30	90	120
6	30	75	90	50	65	30	0	40	90
7	70	115	160	150	125	90	40	0	30
8	100	145	190	150	200	120	90	30	0

Pada gambar ditunjukkan perhitungan jarak dengan batasan Water Tank mengalirkan pada hydrant nomor 7 dan 8 dan pipa yang lain

mengalirkan air pada hydrant nomor 6, 5, 4 dan dari water tank langsung ke hydrant nomor 3, 2 dan 1.

Dari gambar layout hydrant pada gambar 10 maka dapat ditarik gambar diagram dapat dilihat pada gambar 11 di bawah ini, dari letak hydrant tersebut, jalur dari Water tank dan rumah pompa bercabang dua, satu pipa ke hydrant 7 dan hydrant 8, kemudian satunya ke hydrant 6, selanjutnya ke hydrant 5 dan berakhir ke hydrant 4. Kemudian dari Water tank menuju ke hydrant 3 kemudian ke hydrant 2 dan berakhir ke hydrant 1.



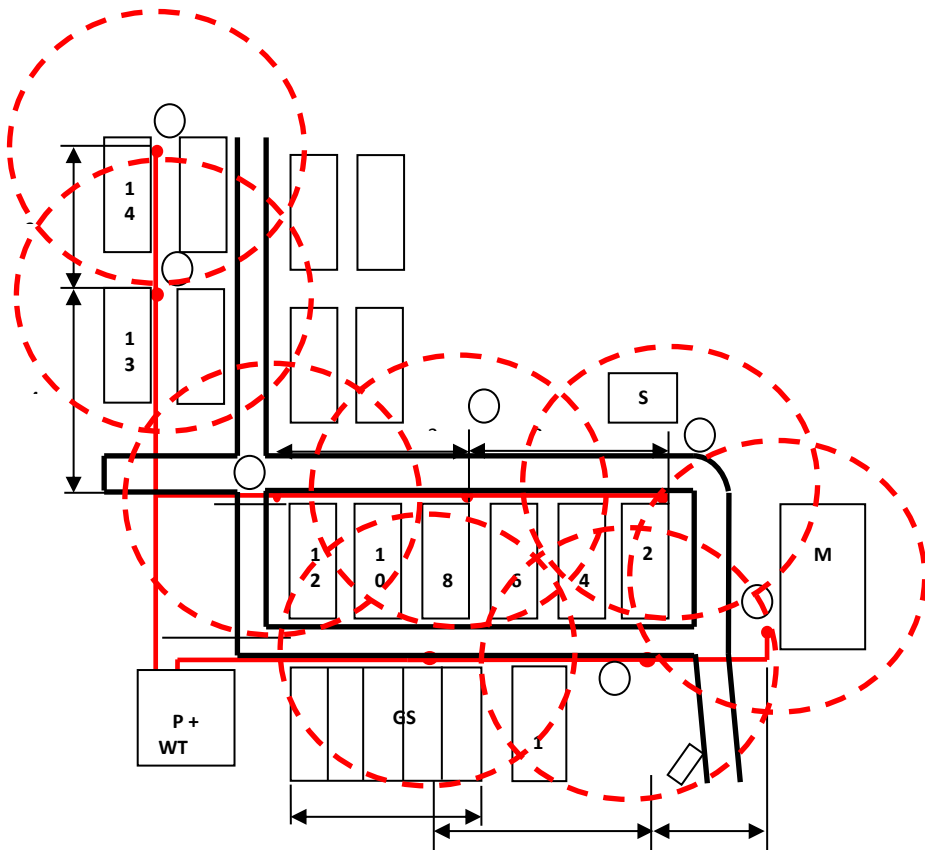
Gambar 3.11 Diagram Kebutuhan Pipa Hydrant

Pada gambar 3.12 pada lingkaran merah garis putus –putus adalah cakupan dari hydrant dengan radius 35 meter, pada usulan nomor 2b semua bangunan gudang dapat dijangkau oleh hydrant. Berdasarkan diagram kebutuhan pipa maka dapat dijabarkan sebagai berikut :

- a. Dari Rumah pompa ke hydrant 3 sepanjang 70 m
- b. Dari hydrant 3 ke hydrant 2 sepanjang 40 m
- c. Dari hydrant 2 ke hydrant 1 sepanjang 30 m
- d. Dari Rumah pompa ke hydrant 6 sepanjang 20 m
- e. Dari hydrant 6 ke hydrant 5 sepanjang 30 m
- f. Dari hydrant 5 ke hydrant 4 sepanjang 35 m
- g. Dari Rumah pompa ke hydrant 7 sepanjang 70 m

- h. Dari hydrant 7 ke hydrant 8 sepanjang 30 m

Dari gambar layout hydrant pada gambar 11 maka dapat ditarik gambar diagram dapat dilihat pada gambar 4.11 di bawah ini Water Tank di dekat Gudang Sambung yaitu dari Water Tank Water tank dan rumah pompa bercabang dua, satu pipa ke hydrant 7 dan hydrant 8, kemudian satunya ke hydrant 6, selanjutnya ke hydrant 5 dan berakhir ke hydrant 4. Kemudian dari Water tank menuju ke hydrant 3 kemudian ke hydrant 2 dan berakhir ke hydrant 1. Total dibutuhkan pipa 2,5 " sepanjang 355 m. Pada gambar 12 pada lingkaran merah garis putus –putus adalah cakupan dari hydrant dengan radius 35 meter, pada usulan nomor 1 semua bangunan gudang dapat dijangkau oleh hydrant.



Gambar 3.12 Lay Out Cakupan Hydrant Usulan 2b

Komponen sistem perpipaan hydrant secara umum terdiri dari :

- a. Pipa
- b. Fitiing (elbow, reducer, tee, flange, dll).
- c. Presurre gauge
- d. Hydrant
- e. Valve

Berdasarkan Lay Out Hydrant Usulan 1 dibutuhkan Pillar hydrant sebanyak: 8 buah.



Gambar 3.13 Hydrant

Berdasarkan Lay Out Hydrant Usulan 2 dibutuhkan pipa dengan diameter 2,5 “ sebanyak :

- a. Dari Rumah pompa ke hydrant 7 sepanjang 70 m
 - b. Dari hydrant 7 ke hydrant 8 sepanjang 30 m
 - c. Dari Rumah Pompa ke hydrant 6 sepanjang 20 m
 - d. Dari hydrant 6 ke hydrant 5 sepanjang 30 m
 - e. Dari hydrant 5 ke hydrant 4 sepanjang 35 m
 - f. Dari Rumah Pompa ke hydrant 3 sepanjang 50 m
 - g. Dari hydrant 3 ke hydrant 2 sepanjang 40 m
 - h. Dari hydrant 2 ke hydrant 1 sepanjang 30 m
- Total panjang pipa adalah 305 m



Gambar 3.14. Pipa 2,5 “

Berdasarkan Lay Out Hydrant Usulan 1 Fitiing (elbow, reducer, tee, flange, dan lain-lain).

- a. Elbow 2,5 " sebanyak
- b. Reducer sebanyak 16 buah
- c. Tee sebanyak 16 buah
- d. Flange sebanyak 60 buah



Gambar 3.15 Elbow ,Reducer Tee, sebanyak dan Flange

Berdasarkan Lay Out Hydrant Usulan 1 dibutuhkan pressure gauge sebanyak

- a. Hydrant 1 sebanyak 2 buah
- b. Hydrant 2 sebanyak 2 buah
- c. Hydrant 3 sebanyak 2 buah
- d. Hydrant 4 sebanyak 2 buah
- e. Hydrant 5 sebanyak 2 buah
- f. Hydrant 6 sebanyak 2 buah
- g. Hydrant 7 sebanyak 2 buah
- h. Hydrant 8 sebanyak 2 buah

Total untuk pressure gauge sebesar 16 buah



Gambar 3.16 Pressure Gauge

Pada gambar 17 di bawah ini adalah contoh dari peletakan hydrant pada depan gudang yang terpasang terpendam di dalam tanah dan diatas tanah. Pemasangan di dalam tanah (inbow) memiliki keuntungan instalasi terlihat rapi namun susah dalam perawatan, sedangkan instalasi diluar tanah (outbow) terkesan kurang rapi namun memudahkan kita dalam perawatan,

saat instalasi mengalami kebocoran dapat segera diketahui dan mudah dalam perbaikan.



Gambar 3.17 Contoh Pemasangan Hydrant

Perencanaan kebutuhan air

Pada bangunan luar gedung dipasang dengan jumlah 8 buah. Dengan jangkauan antar post hydrant rata 35 m. Selang yang digunakan untuk menyalurkan air post hydrant dengan diameter 2,5 inchi. Setiap hidran membutuhkan pasokan air yang berbeda beda dan digunakan dalam waktu 45 menit. Waktu pasokan air yang dibutuhkan 4 jam.

Berikut adalah perhitngan Post Hydrant :

Luas Daerah jangkauan Alat

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 2 R \pi = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 2(7 \times 35)^2 = 92,239 \text{ m}^2$$

Debit air yang dialirkan tiap pot hidran :

$$1 \text{ pos hidran} = 1 \times 35 \text{ liter/detik} = 35 \text{ liter / detik}$$

Kebutuhan air saat terjadi kebakaran bila hidran terbuka semua adalah :

Kebutuhan air

$$= 8 \times 35 \times 60 \times 45 \text{ menit} = 1756000 \text{ m}^3 = 1756 \text{ liter}$$

Pasokan air untuk 4 jam

$$= 4 \times 3600 \text{ detik} = 14400 \text{ detik}$$

$$\text{Pasokan air total} = 8 \times 35 \times 14400 = 4032000 \text{ liter} = 4032 \text{ m}^3$$

Dengan pasokan air yang dibutuhkan maka dibutuhkan pompa dengan kapasitas pompa yang mampu menghasilkan kemampuan = 8 hidran x 35 m x 60 l/s = 16.800 l/s. Dengan kapasitas tersebut dapat digunakan 2 buah pompa dengan kapasitas 10000 l / hour dan dengan satu buah pompa cadangan. Dan dibutuhkan penyimpanan Air sebesar 4032 m³ unuk beroperasi selama 4 jam.

Pembahasan

Dari pengamatan dan penelitian yang dilakukan di lokasi Bekmatpus TNI AU, Halim Perdanakusuma. Dengan obyek berupafasilitas gudang sebanyak 14 buah, serta bangunan pendukung. Penulis menggunakan asumsi peletakkan hydrant dengan rumah pompa dan water tank pada dua tempat yang berbeda yaitu pada posisi di dekat Mako Bekmatpus, sedangkan yang lainnya di dekat Gudang Sambung.

Berdasarkan perhitungan dari beberapa alternatif pilihan maka ditentukan untuk peletakkan hydrant sebanyak 8 buah guna menanggulangi bahaya kebakaran dengan jumlah material pipa dengan jalur pipa pada usulan 1a yaitu dengan rumah pompa dan water tank di dekat Mako Bekmatpus, dibutuhkan pipa sepanjang 325 meter, sedangkan pada usulan 1b yaitu dengan rumah pompa dan water tank di dekat Mako Bekmatpus, dibutuhkan pipa sepanjang 299 meter, dan pada usulan 2a dengan rumah pompa dan water tank di dekat Gudang Sambung dibutuhkan pipa sepanjang 385 meter, sedangkan pada usulan 2b dengan rumah pompa dan water tank di dekat Gudang Sambung dibutuhkan pipa sepanjang 355 meter, maka dari perhitungan tersebut usulan perancangan yang paling optimal adalah usulan perancangan 1b, dengan hanya menggunakan pipa sepanjang 299 meter.

KESIMPULAN

Berbagai kesimpulan yang dapat ditarik dari perumusan masalah yang dihadapkan pada penulisan ini antara lain :

- a. Memperhatikan pada pengamatan dengan metod Floyd Warshaal untuk mendapatkan pipa hydrant yang paling optimum dengan jarak terpendek. Metode ini mampu memberikan analisis yang secara akurat menunjukkan pemilihan optimum pipa yang sesuai untuk digunakan, ditinjau dari segi teknis, melalui perhitungan yang memberikan jumlah pipa yang lebih tepat dan optimal di sepanjang jalur proyek pemasangan pipa hydrant..
- b. Dengan 4 (empat) alternatif pilihan jalur pipa dan dengan 2 (dua) pilihan letak water tank maka, berdasarkan perhitungan ditentukan untuk peletakkan hydrant sebanyak 8 buah guna menanggulangi bahaya kebakaran dengan jumlah material pipa dengan jalur pipa pada usulan 1a yaitu dengan rumah pompa dan water tank di dekat Mako Bekmatpus, dibutuhkan pipa sepanjang 325 meter, sedangkan pada usulan 1b yaitu dengan rumah pompa dan water tank di dekat Mako Bekmatpus, dibutuhkan pipa sepanjang 299 meter, dan pada usulan 2a dengan rumah pompa dan water tank di dekat Gudang Sambung dibutuhkan pipa sepanjang 385 meter, sedangkan pada usulan 2b dengan rumah pompa dan water tank di dekat Gudang Sambung dibutuhkan pipa sepanjang 355 meter, maka dari perhitungan tersebut usulan perancangan yang paling optimal adalah usulan perancangan 1b, dengan hanya menggunakan pipa sepanjang 299 meter.

- c. Dengan pasokan air yang dibutuhkan maka dibutuhkan pompa dengan kapasitas pompa yang mampu menghasilkan kemampuan = 8 hidran x 35 m x 60 l/s = 16.800 l/s. Dengan kapasitas tersebut dapat digunakan 2 buah pompa dengan kapasitas 10000 l / hour dan dengan satu buah pompa cadangan. Dan dibutuhkan penyimpanan Air sebesar 4032 m³ unuk beroperasi selama 4 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Juwana, J.S. (2005). **Panduan Sistem Bangunan Tinggi**. Erlangga, Jakarta
- NFPA 10 1998, **Klasifikasi Bahan Kebakaran**
- NFPA 14, **Standard For Water Spray Fixed System For Fire Protection, 1996 Edition**.
- Notoatmojo S. 2002, **Metodologi Penelitian Kesehatan**. Jakarta : Rineka Cipta.
- Peraturan Menteri Tenaga kerja No. Per 05/Men/2003. 2003, **Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja**. Jakarta: Depnaker RI, Dirjen Pembinaan hubungan Industrial dan pengawasan Ketenagakerjaan.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 Tentang **Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja**. Jakarta.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. Per 05/Men/1996, **Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja**, Depnaker RI, Dirjen Pembinaan Hubungan Industrial dan Pengawasan Ketenagakerjaan: Jakarta; 1996.
- Santoso, G. 2004. **Ergonomi, Manusia, Peralatan dan Lingkungan**. Jakarta. Prestas Pustaka.
- Silalahi, dan Rumondang. **Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja**. Jakarta: PT. Pustaka Binaman Presindo; 1995.
- Simanjuntak P. **Manajemen keselamatan kerja**. Jakarta: Himpunan Pembina Sumber Daya Manusia Indonesia (HIPSMI); 1994.
- Suma'mur. 2009 **Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja** (Hiperkes. Jakarta: Sagung Seto; 2009.
- Tarwaka. 2008, **Keselamatan dan Kesehatan Kerja Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja**. Surakarta: Harapan press.
- Wignjosoebroto, Sritomo., 2006, "**Pengantar Teknik dan Manajemen Industri**", Guna Widya, Surabaya

BAB 4

PENERAPAN SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING DAN DISCRETE EVENT SIMULATION UNTUK PERBAIKAN TATA LETAK MESIN PABRIK DI INDUSTRI KOMPONEN ALAT BERAT

DARMAWAN YULIANTO¹, DAN SRI BINTANG PAMUNGKAS²

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta.

²Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik - Universitas Indonesia, Depok.

Email: yulianto.darmawan@gmail.com, sri-bintang@ie.ui.ac.id

ABSTRACT

The application of layout planning method Systematic Layout Planning and then evaluated by Discrete Event Simulation method using software Tecnomatix Plant Simulation for getting more suitable machine layout to existing products in component industry of heavy equipment, and getting better efficiency on moving distance of products, moving time of products, and total product quantity. The research shows that application of Systematic Layout Planning and Discrete Event Simulation could shortening moving distance of products by 32% a year, shortening moving time of products by 27% a year, and increasing total product quantity by 6% a year.

Key words : Machine layout, Systematic Layout Planning, Discrete Event Simulation

PENDAHULUAN

Metode penyusunan tata letak fasilitas berawal dari empat tipe tata letak dasar yaitu tata letak produk (*product layout*), tata letak proses (*process layout*), tata letak lokasi tetap (*fix location layout*), dan tata letak grup teknologi produk (*product group technology*). Pada perkembangan selanjutnya untuk mendapatkan tata letak yang efisien maka dikembangkan prosedur penyusunan tata letak yang sistematis dikemukakan oleh Richard Muther dalam bukunya berjudul *Practical Plant Layout* pada tahun 1955. Dan kemudian disempurnakan pada tahun 1973 yang dikenal dengan prosedur SLP (*Systematic Layout Planning*).

Pengembangan prosedur penyusunan tata letak fasilitas terus berkembang seiring kompleksitas masalah yang dihadapi. Tidak hanya masalah penyusunan tata letak fasilitas baru, tetapi juga penyusunan ulang maupun perbaikan tata letak yang telah ada menjadi permasalahan praktis

yang sering dihadapi. Tujuan yang ingin dicapai dengan penyusunan tata letak fasilitas pada umumnya peningkatan produktivitas kerja, dan optimalisasi penggunaan fasilitas yang ada baik area, mesin-mesin, dan tenaga kerja. Pada penelitian terbaru telah menggabungkan prosedur *Systematic Layout Planning* dengan metode simulasi sistem diskrit.

Proses penyusunan ulang tata letak dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggabungkan metode *Systematic Layout Planning* dan metode *Discrete Event Simulation* sehingga diperoleh manfaat dan kelebihan antara lain tata letak yang sesuai dengan aliran material yang memang dibutuhkan oleh produk yang ada, jarak aliran material paling pendek yang bisa dicapai, dan dengan metode simulasi dapat diketahui tingkat perbaikan yang dicapai serta kendala lain yang mungkin timbul dari tata letak tersebut.

Penelitian ini dilakukan di sebuah perusahaan manufaktur komponen alat berat yang berlokasi di kawasan industri Jababeka, Cikarang. Dimana perusahaan ini telah menerapkan tipe tata letak proses (*process layout*) saat awal pembangunannya. Disini terdapat beberapa jenis proses dengan pengelompokan yaitu proses *cutting*, *beveling*, *bending*, *machining*, *welding*, *shotblasting*, dan *painting*. Kelompok proses tersebut terdiri dari beberapa proses yang sejenis yaitu :

- a. Proses *cutting*, terdiri dari *plasma cutting*, *laser cutting*, *flame cutting*.
- b. Proses *beveling*, terdiri dari *manual beveling*, *milling beveling*, dan *robot beveling*.
- c. Proses *bending*, terdiri dari *press bending* dan *roll bending*.
- d. Proses *machining*, terdiri dari *radial drilling*, *CNC milling*, dan *CNC lathe*.
- e. Proses *welding*, terdiri dari *manual welding*, dan *robot welding*.
- f. Proses *shotblasting* adalah proses untuk mengupas lapisan pelindung karat pada plat besi dengan cara menyemprotkan pasir besi dengan tekanan tinggi ke seluruh permukaan plat besi.
- g. Proses *painting*, terdiri dari *primer paint* dan *top coating*.

Dan pada beberapa tahun terakhir, perusahaan banyak melakukan penambahan mesin-mesin baru guna memenuhi permintaan pelanggan yang makin meningkat, akan tetapi penempatan atau tata letak mesin-mesin tersebut sudah tidak lagi konsisten dengan pengelompokan jenis proses atau *process layout*. Melainkan hanya berdasarkan ketersediaan area pada saat itu saja. Hal ini mengakibatkan proses perpindahan material menjadi tidak efisien dimana jarak perpindahan semakin jauh dan waktu perpindahan juga semakin lama. Dan pada akhirnya jumlah hasil produksi tidak sesuai dengan yang direncanakan. Sehingga diperlukan adanya perbaikan tata letak mesin-mesin pabrik yang sesuai dengan urutan proses dari produk yang ada saat ini.

METODE

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai dasar-dasar teori yang digunakan sebagai landasan dalam penelitian.

Prosedur Penyusunan Tata Letak Pabrik

Richard Mutter, 1955 dalam bukunya '*Practical Plant Layout*' menyebutkan tentang langkah-langkah penyusunan tata letak pabrik meliputi analisis aliran material, analisis peta hubungan kegiatan (*activity relationship chart*), analisis diagram hubungan kegiatan (*activity relationship diagram*). Dalam menganalisis aliran material, terdapat beberapa teknik yang digunakan. Secara garis besar, teknik-teknik ini dibagi ke dalam dua kategori, yaitu :

Analisis Aliran Material Konvensional

Teknik ini telah digunakan beberapa tahun, relatif lebih mudah digunakan, bertitik berat pada metode grafis, dan secara keseluruhan merupakan alat terbaik untuk tujuan yang diinginkan. Teknik konvensional membutuhkan rincian pekerjaan yang banyak untuk membuat catatan perpindahan pada seluruh proses dengan teliti.

Teknik ini juga membutuhkan berbagai data setiap proses perpindahan, seperti jalur yang dilalui oleh bahan yang berpindah, volume yang dipindahkan, jarak yang ditempuh, frekuensi perpindahan, kecepatan perpindahan dan biaya pemindahan material.

Kuantitatif

Teknik ini menggunakan metode-metode statistik dan matematis yang lebih canggih dan umumnya diklasifikasikan sebagai penelitian operasional. Biasanya digunakan komputer sebagai alat bantu dalam melaksanakan perhitungan yang rumit. Teknik-teknik yang termasuk dalam kategori kuantitatif antara lain pemrograman linear, pemrograman dinamis, masalah penugasan, pemrograman transportasi, pemrograman transportasi, pemrograman integer, teori antrian dan simulasi.

a. Hubungan Keterkaitan Antar kegiatan

Perancangan keterkaitan ini biasanya dilakukan dengan membuat ARC dan ARD.

- 1) Peta Hubungan Kegiatan (*Activity Relationship Chart/ARC*). Peta keterkaitan kegiatan merupakan salah satu teknik analisis keterkaitan kegiatan. Peta tersebut serupa dengan peta dari-ke yang menunjukkan hubungan satu kegiatan atau departemen ke kegiatan atau departemen lainnya. Untuk membantu menentukan kegiatan yang harus ditempatkan pada suatu lokasi, telah ditentukan suatu pengelompokan derajat kedekatan yang diikuti dengan tanda bagi tiap derajat kedekatan tadi. Menurut Muther, derajat kedekatan tersebut dapat dinyatakan dalam beberapa simbol pada tabel 2.1.

- 2) Diagram Hubungan Kegiatan (*Activity Relation Diagram / ARD*). Diagram ini menunjukkan derajat keterkaitan yang dilambangkan dengan menggunakan garis. Semakin banyak garis yang menghubungkan kegiatan tersebut berarti kedekatannya semakin penting. Penggunaan garis untuk menunjukkan derajat ditunjukkan pada gambar 4.1.

Simulasi Kejadian Diskrit (*Discrete Event Simulation*)

Dalam melakukan studi sistem bahwa sebenarnya simulasi merupakan turunan dari model matematik dimana sistem, berdasarkan sifat perubahannya sendiri dikategorikan menjadi dua (2) yaitu sistem diskrit dan sistem kontinyu.

Tabel 4.1 Simbol Peta Keterkaitan Kegiatan

Simbol	Warna	Keterangan
A	Merah	<u>A</u> bsolutely Necessary / Mutlak Perlu
E	Jingga	<u>E</u> specially Important / Sangat Penting
I	Hijau	<u>I</u> mportant / Penting
O	Biru	<u>O</u> rdinary / Biasa
U	Tidak Berwarna	<u>U</u> nnecessary / Tidak Perlu
X	Cokelat	<u>U</u> nexpected / Tidak Diharapkan



Gambar 4.1 Simbol Diagram Keterkaitan Kegiatan Muther

Sistem diskrit mempunyai maksud bahwa jika keadaan variabel-variabel dan sistem berubah seketika itu juga pada poin waktu terpisah, misalnya sistem antrian pada sebuah bank dimana variabelnya adalah jumlah nasabah yang akan berubah hanya ketika nasabah datang atau setelah selesai dilayani dan pergi. Sedangkan Sistem kontinyu mempunyai arti jika keadaan variabel- variabel dalam sistem berubah secara terus menerus (kontinyu)

mengikuti jalannya waktu, misalnya pesawat terbang yang bergerak diudara dimana variabelnya seperti posisi dan kecepatannya akan terus bergerak.

Menurut Jerry Banks klasifikasi model simulasi terdiri atas tiga dimensi yang berbeda, yaitu :

- 1) Menurut kejadian perubahan sistem yang berlangsung: Model Simulasi Statis dan Dinamis. Model Simulasi statis merupakan representasi dari sebuah sistem pada waktu tertentu sedangkan Model simulasi dinamis menggambarkan suatu sistem yang lambat laun terjadi tanpa batas waktu (contoh: sistem konveyor).
- 2) Menurut kepastian dari probabilitas perubahan sistem; Model Simulasi Deterministik versus Stokastik Model simulasi dikatakan deterministik jika dalam model tersebut mengandung komponen probabilitas yang pasti. Kebalikannya Model simulasi stokastik adalah model yang kemungkinan perubahannya sangat acak.
- 3) Menurut sifat perubahannya ; Model Simulasi Kontinyu vs Diskrit. Dalam simulasi sistem kontinyu, maka perubahan keadaan suatu sistem akan berlangsung terus menerus seiring dengan perubahan waktu, sebagai contoh adalah perubahan debit air dalam sebuah tangki reservoir yang dilubang bagian bawahnya. Akan tetapi untuk simulasi sistem diskrit, perubahan keadaan sistem hanya akan berlangsung pada sebagian titik perubahan waktu, seperti perubahan sistem yang terjadi pada suatu sistem manufaktur dan penanganan material.

Metode Penelitian

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang metodologi yang digunakan dalam penelitian.

Karakteristik Tata Letak Pabrik Saat Ini

Tata letak pabrik komponen alat berat dalam penelitian ini pada awal pembangunannya telah mengaplikasikan pengelompokan berdasarkan jenis proses atau *process layout* yang meliputi proses *cutting*, *beveling*, *bending*, *machining*, *welding*, *shotblasting*, dan *painting*. Akan tetapi pada beberapa tahun terakhir telah mengalami penambahan mesin-mesin baru sehingga tidak lagi konsisten dengan tata letak proses. Evaluasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk memberikan alternatif tata letak yang lebih sesuai dengan urutan proses yang dibutuhkan oleh produk yang ada saat ini. Data produk yang digunakan adalah produk yang dipesan oleh pelanggan selama tahun 2013.

Peralatan Yang Digunakan

Proses pengolahan data order tahun 2013 lebih banyak menggunakan aplikasi microsoft excel guna menentukan pareto *process routing* (urutan proses) yang menjadi prioritas dalam penyusunan ulang tata letak mesin-mesinnya.

Selanjutnya dalam proses penyusunan ulang tata letak dengan metode *Systematic Layout Planning* lebih banyak menggunakan aplikasi Auto Cad hingga dihasilkan tata letak alternatif yang baru.

Dan kemudian tata letak alternatif tersebut dilakukan pengujian berupa simulasi komputer menggunakan metode *discrete event simulation* dengan program aplikasi *Tecnomatix Plant Simulation* versi-9. Program ini merupakan program simulasi yang dapat memberi gambaran mengenai urutan proses pada suatu produk beserta waktu yang dibutuhkan, jumlah yang dihasilkan dalam kurun waktu tertentu. Selain itu program ini juga dapat menunjukkan potensi terjadinya penumpukan produk di suatu tempat kerja atau mesin, sehingga dapat diambil langkah pencegahannya.

Model Penelitian

Dalam proses penyusunan tata letak alternatif terdapat dua langkah pokok yang dilakukan pada tesis ini yaitu menyusun tata letak dengan prosedur *Systematic Layout Planning*, dan selanjutnya mengevaluasi jumlah hasil produksi dengan cara simulasi menggunakan perangkat lunak *Tecnomatix Plant Simulation* versi 9.

Data yang dibutuhkan sebagai masukan pada proses penyusunan tata letak antara lain jenis tata letak dasar yang akan digunakan yaitu jenis tata letak proses (*process layout*). Serta data – data standar produk seperti *part number*, proses yang dibutuhkan, ukuran lot, dan jumlah order yang diterima. Selain itu diperlukan pula data mengenai jumlah mesin yang ada dan luas area yang diperlukan untuk mesin tersebut.

Selanjutnya baru dilakukan proses penyusunan tata letak menggunakan prosedur *Systematic Layout Planning* yang secara garis besar meliputi analisis aliran material, pembuatan ARC dan ARD, serta penyusunan tata letak baru. Dan dari tata letak baru tersebut dapat pula ditentukan jarak dan waktu perpindahan barang antar proses.

Tahap berikutnya adalah mensimulasikan jumlah produk yang dapat dihasilkan pada masing-masing proses routing apabila menggunakan tata letak saat ini maupun tata letak alternatif yang baru.

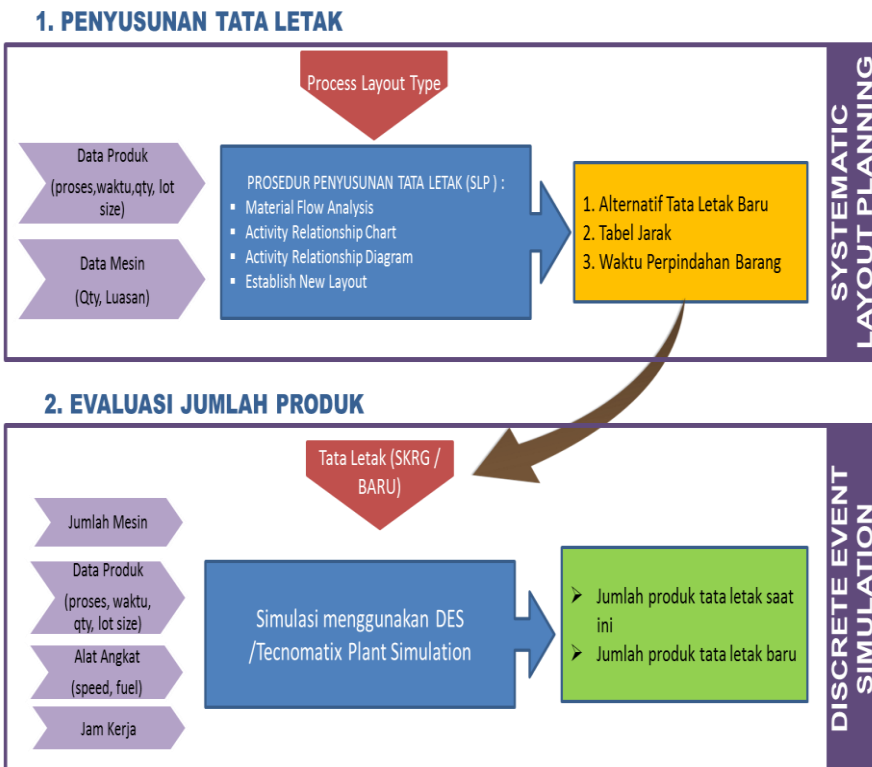
Diagram pemodelan dari langkah penyelesaian masalah pada tesis ini dapat ditampilkan pada Gambar 2.

Variabel Dalam Penelitian

Dari tahapan penyusunan tata letak alternatif hingga tahap evaluasi jumlah hasil produksi menggunakan metode discrete event simulation, beberapa variabel yang digunakan disebutkan pada Tabel 2.

Tabel 4.2 Variabel dalam Penelitian

Variabel	Satuan	Variabel	Satuan
Jenis process routing	-	Jumlah mesin	unit
Jumlah part	<i>pieces</i>	Jarak antar jenis mesin	meter
Jumlah order setahun	<i>pieces</i>	Jenis alat handling	-
Jumlah produksi per lot	<i>pieces</i>	Kecepatan alat handling	meter/menit
Jumlah pengiriman tepat waktu	<i>pieces</i>	Jarak perpindahan material	meter
Jumlah pengiriman terlambat	<i>pieces</i>	Waktu perpindahan material	menit
Waktu proses	menit	jarak antar jenis mesin	meter
Jenis mesin	-		



Gambar 4.2 Diagram Pemodelan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas mengenai pengolahan data yang dilakukan dan analisis dari data yang diperoleh.

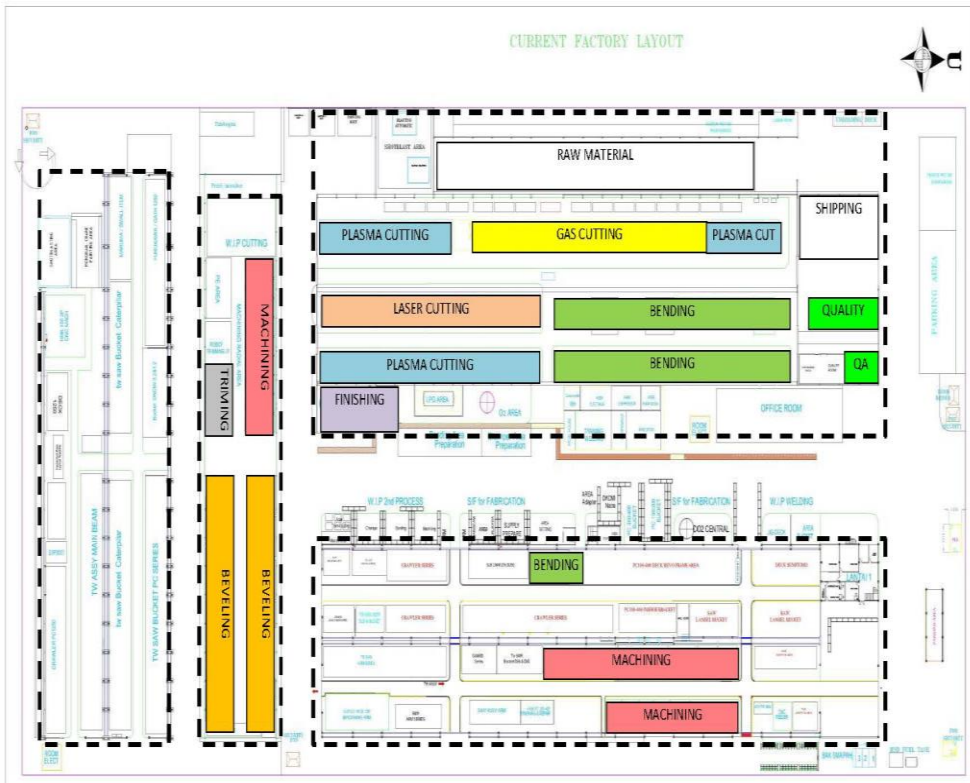
Tata Letak Mesin Saat Ini

Sejak awal berdirinya perusahaan ini telah menggunakan jenis tata letak berdasarkan pengelompokan proses atau biasa disebut *process layout*. Dimana pesanan pelanggan bersifat job order, yang membutuhkan proses dengan bermacam-macam proses routing.

Tetapi seiring dengan perkembangan bisnis maka terjadi banyak penambahan mesin - mesin baru yang penempatannya sudah tidak sesuai dengan pengelompokan proses. Tata letak pabrik saat ini dapat dilihat pada gambar 3.

Pareto Proses Terlambat

Untuk menentukan prioritas *process routing* yang perlu diperpendek jaraknya dengan perubahan tata letak mesin, maka dilakukan evaluasi terhadap data order tahun 2013. Dari data order tahun 2013 dapat diketahui jumlah barang yang mengalami keterlambatan pengiriman ke pelanggan. Dengan mengurutkan jumlah keterlambatan mulai dari yang tertinggi, kita dapat menentukan *pareto process routing* yang sering terlambat. Selama tahun 2013, dari jumlah total order 364,192 pcs terdapat 168,759 pcs (46%) yang mengalami keterlambatan pengiriman. Dan *pareto* dari keterlambatan tersebut disebabkan oleh 15 jenis proses routing dengan jumlah total order sebanyak 135,511 pcs. Dari 15 proses routing tersebut melibatkan 10 grup mesin yang harus dievaluasi tata letaknya.



Gambar 4.3 Tata Letak Mesin Saat Ini

Penyusunan Tata Letak Alternatif

Untuk menghasilkan alternatif tata letak yang baru maka dilakukan beberapa langkah sesuai prosedur *Systematic Layout Planning*, yaitu sebagai berikut :

Menganalisis aliran material

Diketahui bahwa pareto keterlambatan pengiriman produk ke pelanggan tahun 2013 melibatkan 10 kelompok mesin, ditambah gudang bahan baku dan tempat inspeksi kualitas. Tempat kerja yang harus dianalisis jarak dan tata letaknya secara keseluruhan sebanyak 12 buah.

Proses pemindahan material dari area gudang bahan baku menuju area proses cutting menggunakan sarana *overhead crane* dengan kecepatan rata-rata 0,25 m/detik. Sedangkan pemindahan material setelah proses cutting hingga produk siap di area pengiriman menggunakan sarana forklift dengan rata-rata kecepatan 0,55 m/detik. Sehingga total jarak dan waktu perpindahan material untuk masing-masing jenis *process routing* dalam satu tahun dapat ditampilkan pada Tabel 4.3.

Menganalisis hubungan kegiatan

Dan jika dilihat jumlah barang yang diproses melalui 12 tempat kerja tersebut selama tahun 2013 dapat ditampilkan pada Tabel 4.

Selanjutnya kita dapat mengetahui prosentase jumlah barang yang diproses pada tiap tempat kerja tersebut terhadap total jumlah produk selama satu tahun sebanyak 305.491 pieces.

Dengan bantuan para ahli yang sudah berpengalaman di perusahaan tersebut kita dapat menentukan tingkat kepentingan hubungan antar tempat kerja. Dan skala tingkat kepentingan hubungan hasil pendapat para ahli ditampilkan adalah sebagai berikut :


- lebih dari 40%, hubungan sangat penting / absolutely necessary (A)
- antara 20% - 40%, hubungan cukup penting / especially important (E)
- antara 10% - 19%, hubungan penting / important (I)
- antara 1% - 9%, hubungan boleh dekat / ordinary close OK (O).

Tabel 4.3 Total Jarak dan Waktu Pemindahan Material Dalam 1 Tahun Untuk Tata Letak Saat ini

Process	8F3	1F3	2F3	1FK3	8FK3	1FKB3	8FB3	2FK3	1FBR3	1FB3	2FKM3	1FM3	2FP3	8FKB3	2FM3	TOTAL
Num of Lot	1878	2064	2432	2555	957	1528	827	966	622	886	410	363	661	427	341	
Move Dist. /Lot (m)	433.4	433.3	485.9	599.9	600	560	429.5	652.5	868.7	429.4	746.5	556.6	492.6	560.1	609.2	
Move Time / Lot (min)	16.5	16.5	17.3	21.5	21.5	20.3	16.4	22.3	29.6	16.4	25.1	20.2	17.5	20.3	21	
Ann. Move Dist. (m)	813,925.20	894,331.20	1,181,708.80	1,532,744.50	574,200.00	855,680.00	355,196.50	630,315.00	540,331.40	380,448.40	306,065.00	202,045.80	325,608.60	239,162.70	207,737.20	9,039,500.30
Ann. Move Time (min)	30,987.00	34,056.00	42,073.60	54,992.50	20,575.50	31,018.40	13,562.80	21,541.80	18,411.20	14,530.40	10,291.00	7,332.60	11,567.50	8,668.10	7,161.00	326,709.40

Tabel 4.4 Jumlah Barang Yang Melalui 12 Tempat Kerja

Qty (pcs)	RM	8	1	2	F	K	B	M	P	R	Q	3
RM		91,754	140,022	73,715								
8					91,754							
1					140,022							
2					73,715							
F						74,190	35,922	14,165	6,944			45,343
K							17,364	4,845				51,981
B										6,429		46,857
M												6,429
P												19,010
R												6,944
Q												
3												305,491

Keterangan :  Tidak Ada Aliran Material

Sehingga dari skala tingkat kepentingan hubungan tersebut maka dapat dibuat Tabel hubungan kegiatan / *Activity Relationship Chart* pada Tabel 4.5.


Setelah mengetahui tingkat kepentingan hubungan antar tempat kerja dan membuat *Activity Relationship Chart* maka kemudian dapat dibuat pula Diagram Hubungan Kegiatan / *Activity Relationship Diagram*. Digambarkan pada Gambar 4.

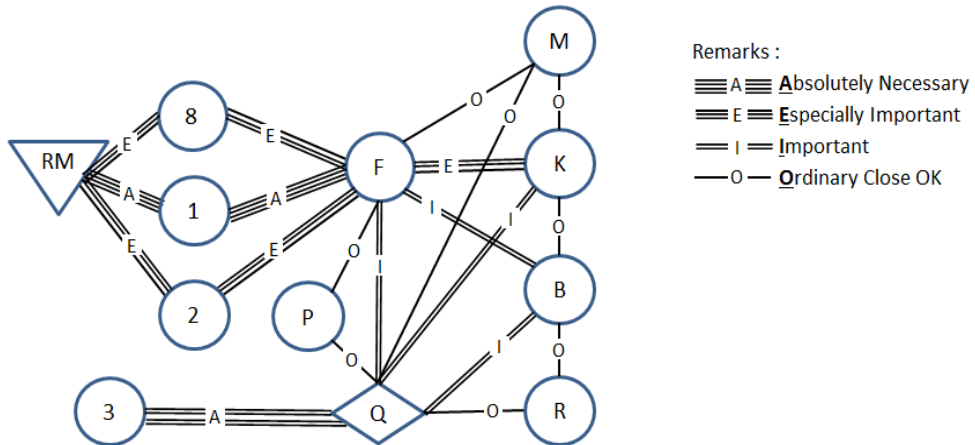
Setelah membuat *Activity Relationship Chart* dan *Activity Relationship Diagram* kemudian dapat dianalisis tata letak saat ini, dimana hubungan yang sangat penting (*absolutely necessary*) harus diletakkan pada lokasi yang berdekatan. Sedangkan proses yang hubungannya boleh berdekatan (*ordinary close*) dapat diletakkan pada prioritas terakhir dalam penyusunan tata letak. Dan hasil analisis tata letak saat ini yang tidak sesuai dengan tingkat kepentingan hubungan dapat ditampilkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Activity Relationship Chart

ARC	RM	8	1	2	F	K	B	M	P	R	Q	3
RM		E	A	E								
8					E							
1					A							
2					E							
F						E	I	O	O		I	
K							O	O			I	
B										O	I	
M											O	
P											O	
R											O	
Q												A
3												

Keterangan :

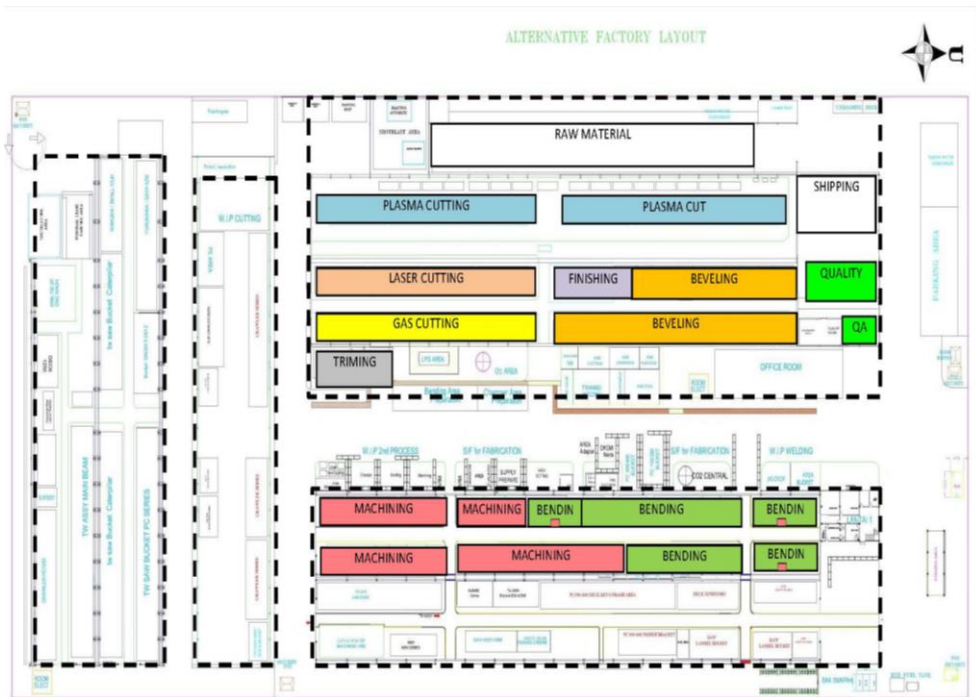
- A Sangat Penting / Absolutely Necessary
- E Cukup Penting / Especially Important
- I Penting / Important
- O Boleh Dekat / Ordinary Close OK
- U Tidak Perlu / Unnecessary
-  Tidak Ada Aliran Material



Gambar 4.4 Activity Relationship Diagram

Tabel 4.6 Analisis Tata Letak Saat Ini dan Langkah Perbaikannya

No	Analisa Tata Letak Saat Ini	Langkah Perbaikan
1	Jarak RM ke plasma cutting terlalu jauh	Pindah area plasma cutting ke gas cutting
2	Jarak finishing cutting ke plasma cutting, gas cutting dan ke quality terlalu jauh	- Pindah area finishing cutting ke bending akyapak - Pindah area bending ke welding deck
3	Jarak bevel ke quality terlalu jauh	- Pindah area bevel ke bending - Pindah welding deck ke area machining plant-2
4	Jarak machining ke quality terlalu jauh	- Pindah area machining ke welding crawler - Pindah area crawler ke plant-3
5	Jarak trimming ke quality terlalu jauh	Pindah area trimming ke finishing



Gambar 4.5 Alternatif Tata Letak Mesin Pabrik Baru

Setelah membuat *Activity Relationship Chart* dan *Activity Relationship Diagram* kemudian dapat dianalisis tata letak saat ini, dimana hubungan yang sangat penting (*absolutely necessary*) harus diletakkan pada lokasi yang berdekatan. Sedangkan proses yang hubungannya boleh berdekatan (*ordinary close*) dapat diletakkan pada prioritas terakhir dalam penyusunan tata letak. Dan dari hasil analisis tata letak saat ini, terdapat lokasi penempatan mesin yang tidak sesuai dengan tingkat kepentingan hubungan proses yang dibutuhkan oleh produk yang ada saat ini. Sehingga perlu adanya langkah perbaikan. Hasil analisis dan langkah perbaikannya dapat ditampilkan pada Tabel 4.6.

Sehingga dari analisis dan langkah perbaikannya kita dapat membuat alternatif tata letak yang baru pada Gambar 4.5. Pada gambar tata letak alternatif yang baru tampak pengelompokan mesin-mesin dengan proses sejenis tersebar hanya di dua gedung saja. Dengan ini diharapkan proses perpindahan material akan jauh lebih efisien dalam segi jarak perpindahan material yang lebih pendek, dan waktu perpindahan material menjadi lebih cepat.

Evaluasi Jarak dan Waktu Proses

Aliran material dan perpindahan material untuk tata letak yang baru relatif sama dengan tata letak yang ada saat ini. Yang membedakan hanya besaran jarak dan waktu perpindahan material dari satu proses ke proses lainnya. Dimana pada tata letak yang baru jaraknya lebih pendek sehingga waktunya menjadi lebih singkat.

Sehingga total jarak dan waktu perpindahan untuk masing-masing jenis *process routing* dalam 1 tahun dapat ditampilkan pada Tabel 7.

Evaluasi Jumlah Hasil Produksi

Untuk menentukan jumlah produk yang dihasilkan menggunakan metode simulasi *Discrete Event Simulation*, maka digunakan aplikasi perangkat lunak Tecnomatix Plant Simulation versi 9 untuk mensimulasikan jumlah produk yang dapat dihasilkan pada tiap jenis *routing process*.

Simulasi ini dilakukan untuk kedua jenis tata letak baik tata letak saat ini maupun tata letak alternatif yang baru. Data yang digunakan sebagai masukan pada program simulasi adalah data yang ada pada diagram alir material (*material flow diagram*), yang meliputi urutan proses dan waktu proses. Sedangkan untuk menentukan lama waktu simulasi adalah dengan menghitung rasio perbandingan jumlah produk yang dihasilkan pada tahun 2013 terhadap total jam kerja dalam satu tahun 2013. Karena varian produk yang sangat banyak, maka untuk keperluan simulasi dipilih satu part number yang paling banyak diproduksi pada tiap-tiap jenis *routing process*.

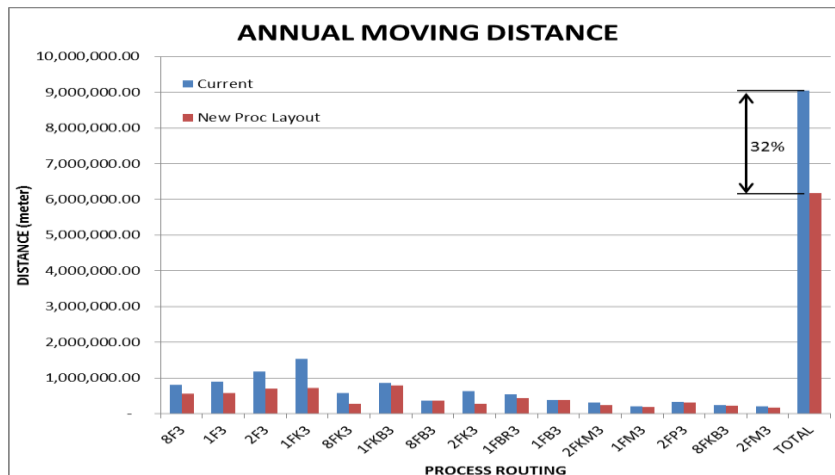
Dari semua hasil simulasi proses *routing* dapat dilihat bahwa dengan tata letak yang baru diperoleh jumlah produk yang lebih banyak dibandingkan tata letak yang ada saat ini, kecuali untuk proses *routing* 8FB3 mengalami penurunan jumlah produk dan 2FP3 jumlah produknya tetap tidak bertambah. Pada proses *routing* 8FB3 dikarenakan jarak perpindahan produk sedikit bertambah jauh karena efek perubahan tata letak proses yang mayoritas dibutuhkan oleh pelanggan harus dekat. Sedangkan jenis proses 2FP3 tidak mengalami peningkatan jumlah produk yang dihasilkan, karena adanya *bottle neck* pada proses *strightening press* / STP (kode P). Hal ini terlihat pada program simulasi menggunakan menu *bottle-neck analyzer* dimana proses setelah STP tampak berwarna abu-abu yang berarti statusnya *waiting* atau mesin dalam keadaan menunggu. Yang dimaksud *bottle neck* dalam hal ini adalah adanya waktu proses yang sangat lama pada salah satu tahapan proses *routing*, sehingga terjadi antrian produk yang akan diproses pada mesin tersebut dan sebaliknya mesin pada *routing* selanjutnya dalam keadaan kosong menunggu produk.

Tabel 4.7 Total Jarak dan Waktu Pemindahan Material dalam 1 Tahun untuk Tata Letak Baru

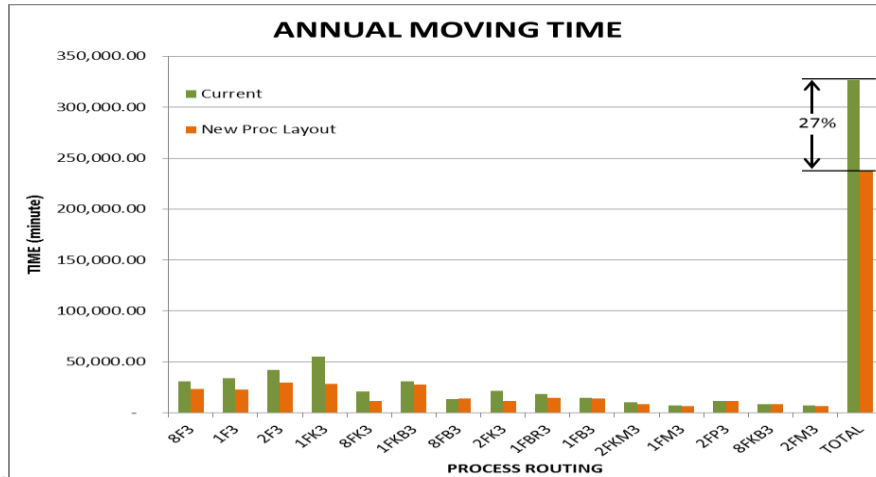
Process	8F3	1F3	2F3	1FK3	8FK3	1FKB3	8FB3	2FK3	1FBR3	1FB3	2FKM3	1FM3	2FP3	8FKB3	2FM3	TOTAL
Num of Lot	1878	2064	2432	2555	957	1528	827	966	622	886	410	363	661	427	341	
Move Dist. /Lot (m)	292.4	278	290.9	278	292.4	509.6	444.6	290.9	689.4	430.2	580.9	488.6	457.9	524	501.5	
Move Time / Lot (min)	12.3	11	12.2	11	12.3	18	16.9	12.2	23.4	15.6	21	17.3	17.3	19.2	18.6	
Ann. Move Dist. (m)	549,127.20	573,792.00	707,468.80	710,290.00	279,826.80	778,668.80	367,684.20	281,009.40	428,806.80	381,157.20	238,169.00	177,361.80	302,671.90	223,748.00	171,011.50	6,170,793.40
Ann. Move Time (min)	23,099.40	22,704.00	29,670.40	28,105.00	11,771.10	27,504.00	13,976.30	11,785.20	14,554.80	13,821.60	8,610.00	6,279.90	11,435.30	8,198.40	6,342.60	237,858.00

Tabel 4.8 Simulasi Jumlah Hasil Produk

Process	8F3	1F3	2F3	1FK3	8FK3	1FKB3	8FB3	2FK3	1FBR3	1FB3	2FKM3	1FM3	2FP3	8FKB3	2FM3	TOTAL
Current Ann. Qty (pcs)	159960	309080	60484	54285	7227	7232	19822	4978	882	20784	3585	11829	574	3166	7363	671,251
New Ann. Qty (pcs)	173871	315744	64361	63699	9637	7971	19612	5160	1028	20847	3657	12181	574	3358	7520	709,220



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Total Jarak Perpindahan 1 Tahun



Gambar 4.7 Grafik Total Waktu Perpindahan 1 Tahun

Dengan adanya *bottle neck* ini, maka pengurangan jarak dan waktu perpindahan produk tidak dapat menambah jumlah produk yang dihasilkan. Hingga suatu saat dilakukan langkah perbaikan masalah *bottle neck* ini. Keseluruhan jumlah hasil produk yang disimulasikan untuk waktu satu tahun dapat dirangkum pada tabel 8.

Analisis

Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan di bab sebelumnya, maka pada bagian ini akan membahas tentang analisis hasil, yang meliputi analisis jarak dan waktu perpindahan antar tempat kerja pada tiap proses routing, serta analisis jumlah produk yang dihasilkan dari program simulasi untuk kurun waktu satu tahun.

Jarak Perpindahan Dalam Satu Tahun

Apabila dijumlahkan jarak total perpindahan barang selama satu tahun maka pada tata letak saat ini sejauh 9.039.500,3 meter, sedangkan pada tata letak alternatif berkurang menjadi hanya 6.170.793,4 meter. Sehingga dengan tata letak alternatif tersebut akan tampak pengurangan jarak sebesar 32% lebih pendek dari tata letak saat ini. Hal ini berarti juga penghematan biaya handling produk akan sebesar 32%, karena konsumsi bahan bakar forklift sebagai alat handling di perusahaan ini akan berbanding lurus dengan jarak tempuhnya.

Hasil perhitungan jarak perpindahan material untuk masing masing proses pada kedua tata letak seperti telah ditampilkan pada Tabel 3 dan Tabel 7 dapat dibandingkan dalam grafik Gambar 6.

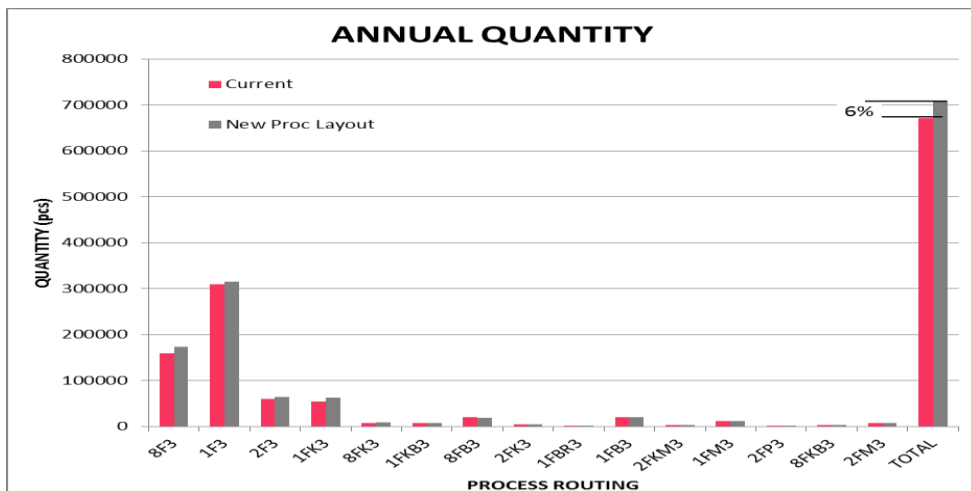
Waktu Perpindahan Dalam Satu Tahun

Apabila dijumlahkan total waktu perpindahan barang selama satu tahun, maka pada tata letak saat ini yaitu 326.709,4 menit. Sedangkan pada tata letak alternatif yang baru yaitu 237.858,0 menit. Sehingga dengan tata letak alternatif yang baru dapat mengurangi total waktu perpindahan barang sebesar 27% lebih cepat dari tata letak saat ini.

Dari jarak perpindahan material pada kedua jenis tata letak akan dapat dihitung waktu perpindahannya. Hasil perhitungan waktu perpindahan material untuk masing masing proses pada kedua tata letak seperti telah ditampilkan pada tabel sebelumnya dapat dibandingkan secara keseluruhan dalam grafik Gambar 4.8.

Total Hasil Produk Dalam Satu Tahun

Dari hasil simulasi jumlah produk pada tiap-tiap jenis proses routing dengan tata letak saat ini maupun tata letak alternatif yang baru yang telah ditampilkan pada tabel 4.8 dan dapat pula digambarkan dalam grafik Gambar 4.6 di mana jumlah produk pada tata letak saat ini dihasilkan sebanyak 671.251 pcs. Sedangkan pada tata letak alternatif yang baru dihasilkan jumlah produk sebanyak 709.220 pcs. Jumlah produk yang dihasilkan dari program simulasi selama satu tahun tersebutn mengalami peningkatan jumlah sebesar 6% lebih banyak pada tata letak alternatif yang baru.



Gambar 4.8 Grafik Jumlah Hasil Produk 1 Tahun

Secara total hasil simulasi terlihat bahwa dengan tata letak alternatif yang baru akan diperoleh jumlah produk yang lebih banyak dibandingkan tata letak yang ada saat ini, kecuali untuk proses routing 8FB3 mengalami penurunan jumlah produk dan 2FP3 jumlah produknya tetap tidak bertambah. Pada proses routing 8FB3 dikarenakan jarak perpindahan produk sedikit bertambah jauh karena efek perubahan tata letak proses yang mayoritas

dibutuhkan oleh pelanggan harus dekat. Sedangkan jenis proses 2FP3 tidak mengalami peningkatan jumlah produk yang dihasilkan, karena adanya *bottle neck* pada proses *strightening press* / STP (kode P). Hal ini terlihat pada program simulasi menggunakan menu *bottle-neck analyzer* dimana proses setelah STP tampak berwarna abu-abu yang berarti statusnya waiting atau mesin dalam keadaan menunggu. Yang dimaksud *bottle neck* dalam hal ini adalah adanya waktu proses yang sangat lama pada salah satu tahapan proses routing, sehingga terjadi antrian produk yang akan diproses pada mesin tersebut dan sebaliknya mesin pada routing selanjutnya dalam keadaan kosong menunggu produk. Dengan adanya *bottle neck* ini, maka pengurangan jarak dan waktu perpindahan produk tidak dapat menambah jumlah produk yang dihasilkan. Hingga suatu saat dilakukan langkah perbaikan masalah *bottle neck* ini.

KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan dan analisis data, maka pada bagian ini dapat diambil beberapa kesimpulan dari permasalahan tata letak mesin-mesin pabrik di industri komponen alat berat.

Kesimpulan yang dapat diambil bahwa tata letak mesin-mesin pabrik yang ada saat ini tidak konsisten dengan tata letak proses (*process layout*) dan tidak sesuai dengan kebutuhan proses pada produk yang ada saat ini di industri alat berat. Hal ini dikarenakan adanya penambahan dan penempatan sejumlah mesin yang tidak mengacu pada pengelompokan jenis prosesnya. Sehingga mengakibatkan jarak perpindahan material menjadi jauh dan waktu perpindahannya menjadi lama, serta jumlah produk yang dihasilkan menjadi lebih sedikit.

Hasil analisis data tentang jarak, waktu dan jumlah hasil produk yang membandingkan antara tata letak saat ini dengan tata letak alternatif yang baru telah menunjukkan bahwa perubahan tata letak dengan metode *Systematic Layout Planning* dan *Discrete Event Simulation* akan sangat signifikan memperbaiki jarak dan waktu perpindahan barang. Sehingga jarak perpindahan menjadi lebih pendek 32% dalam satu tahun, waktunya menjadi lebih cepat 27% dalam satu tahun, dan jumlah produk yang dihasilkan bertambah 6% dalam satu tahun. Disamping itu, penggunaan metode *Discrete Event Simulation* dapat menjelaskan tentang jumlah hasil produk tidak terlalu signifikan bertambah dengan tata letak yang baru, dikarenakan masih adanya *bottle neck* waktu proses di beberapa proses produksi yang tidak dapat diperbaiki hanya dengan perubahan tata letak. Sehingga dengan bantuan simulasi kejadian diskrit dapat mensimulasikan alternatif penambahan jumlah mesin produksi untuk mengatasi masalah *bottle neck* tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Stevenson, William J., **Operation Management An Asian Perspective**, McGraw-Hill/Irwin, 2010.
- Muther, Richard, **Practical Plant Layout**, Mc Graw Hill Book Company, New York, 1955.
- Apple, James M., **Tataletak Pabrik dan Pemindahan Bahan**, terjemahan Nurhayati M.T. Mardiono, Edisi ketiga, Penerbit ITB, 1990.
- Manual on Plant Layout and Materials Handling**, Asian Productivity Organization, 1971.
- Heragu, Sundaresh S., **Facilities Design Third Edition**, CRC Press, 2008.
- Banks, Jerry, **Discrete-Event System Simulation**, Prentice Hall International, Inc., 1996.
- Bangsow, Steffen, **Manufacturing Simulation with Plant Simulation and SimTalk**, Springer, 2010.
- Arya, Vinod, and Sanjeev Singh Clauhan, **Increased Productivity and Planning By Improved Plant Layout Using Systematic Layout Planning at NCRM Division Bhushan Steels Ltd.** Khopoli Mumbai, International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJET), 2013.
- Prasad, P.S.S., and G.Aravinthan, **Development of Cellular Layout for a Pump Manufacturing Industry**, The IUP Journal of Operation Management Vol.X, 2011.
- Kurkin, Onrej, and Michael Simon, **Optimization of Layout Using Discrete Event Simulation**, IBIMA Publishing, 2011.
- Yaghini, Masoud, Shabnam Sharifian, and Rahim Akhavana, **Reengineering the Locomotive Operation Management Process in the Railways of Iran (RAI)**, Elsevier B.V., 2012

BAB 5

PERANCANGAN PEMASANGAN ALARM DETECTOR DAN SPRINKLER PADA GEDUNG SUDIRMAN DI KEMHAN RI

AGUNG TRIWIBOWO, KAREL L. MANDAGIE DAN W. T. BHIRAWA
Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal
Suryadarma
djatikemhan@gmail.com

ABSTRACT

The complexity of the function of a building along with its existing activities demands a higher level of security, so that the complete fire protection system for the safety of users, managers and buildings is also increasingly needed. The ministry office has a fairly complex structure with supporting facilities that must be guaranteed safe and comfortable, so the building must be equipped with reliable fire safety facilities.

Sudirman Building Ministry of Defense of the Republic of Indonesia is one of the buildings that must meet the criteria of safety and safety standards. By using Seven Tools and 5 W 1H, the biggest cause of danger is fire. But from the results of initial observation, it was found that the active protection tool as APAR, alarm, sprinkler in Sudirman Kemhan RI building has not meet in the regulatory standards, so it is probable a fire happened because the facility is not functioning optimally.

Based on the standards of SNI 03-3985-2000 and SNI 03-3989-2000, the design of detector and sprinkler alarms in the Sudirman building of MoD of RI is designed to deal with fire hazards appropriately. With a building area of 120 m² and height of 10 m, the design of the detector alarm is placed on the wall and the sprinkler uses an orange color at 53° C with an emission density = 2.25 mm / min, the maximum distance between sprinkler spots 4.6 meters. Used pipe size ½ "with capacity (Q) = 80 liters / min.

The design of detector alarms, sprinklers and optimum selection of suitable pipes for use are reviewed from a technical point of view through calculations that provide the right and optimal number and place along the path of the fire-fighting installation project. Based on the calculation of the width and position of Sudirman Kemhan RI building, it is determined to place the detector alarm at three wall points, sprinkler of 20 pieces to overcome the fire hazard with the amount of pipe material with 64 meter pipeline, and with the use of two pumps for water supply for 60 minutes = 42,000 liters. Therefore it is proposed the use of SOP on fire hazard in building Sudirman Kemhan RI as guidance in execution of duty during office hours and outside office hours.

Keywords: Fire protection system, Alarm Detector, Sprinkler.

PENDAHULUAN

Sebagai salah satu fungsi dan proses kegiatan dalam manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, pencegahan bahaya kerusakan gedung mempunyai tujuan utama meminimalisasi segala penyimpangan yang dapat terjadi selama proses berlangsungnya kerja dan di luar jam kerja yang membahayakan. Bangunan Gedung Negara adalah bangunan gedung untuk keperluan dinas yang menjadi/akan menjadi kekayaan milik Negara seperti: gedung kantor, gedung sekolah, gedung rumah sakit, gudang, dan rumah Negara, dan diadakan dengan sumber pembiayaan yang berasal dari dana APBN, dan/atau perolehan lainnya yang sah, dalam hal ini gedung Kementerian Pertahanan RI yang akan dikelola merupakan salah satu dari gedung Negara, sehingga perlu melakukan kinerja pengawasan terhadap mutu bangunan sesuai dengan ketentuan. Dalam penyelenggaraan bangunan gedung Negara, pedoman teknis wajib digunakan, yang menyebutkan pedoman teknis ini dimaksudkan sebagai petunjuk pelaksanaan bagi para penyelenggara dalam melaksanakan pembangunan bangunan gedung Negara. Pedoman teknis ini bertujuan terwujudnya bangunan gedung Negara sesuai dengan fungsinya, memenuhi persyaratan, keselamatan, kesehatan, kenyamanan, kemudahan, efisien dalam penggunaan sumber daya, serasi dan selaras dengan lingkungannya, dan diselenggarakan secara tertib, efektif dan efisien.

Dalam UU NO. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja pada Pasal 3 menyebutkan kewajiban pengusaha / pengurus dalam persyaratan keselamatan kerja yaitu untuk mencegah dan mengurangi kecelakaan, mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran, mencegah dan mengurangi bahaya peledakan, memberi kesempatan atau jalan menyelamatkan diri pada waktu kebakaran atau kejadian-kejadian lain yang berbahaya. Berdasarkan data dan UU. No. 1 tahun 1970 jelaslah bahwa pelaksanaan pencegahan dan penganggulangan bahaya kebakaran di gedung perkantoran sangatlah penting berupa tanggap darurat dan pencegahan kebakaran. Biro Umum Setjen Kemhan sebagai pembina umum keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan Kemhan RI melaporkan bahwa ada 54 kejadian kerusakan gedung di Kemhan RI sejak awal tahun 2013 hingga akhir tahun 2017. Kejadian itu terdiri dari kebakaran (17 kejadian), kerusakan karena banjir (14 kejadian), lapuk bangunan (12 kejadian), rusak gempa bumi (6 kejadian), dan benturan dengan benda asing (5 kejadian).

Gedung Sudirman Kementerian Pertahanan Republik Indonesia adalah salah satu gedung yang tentunya harus memenuhi kriteria standar keamanan dan keselamatan kerja. Dari hasil observasi awal telah didapatkan bahwa gedung Sudirman Kemhan RI hanya mengandalkan sarana proteksi aktif yaitu APAR, alarm, hidran untuk mencegah kebakaran yang kondisinya tidak sesuai dengan standar peraturan, sehingga besar kemungkinan gedung

Sudirman Kemhan RI tidak dapat meminimalisir apabila terjadi kebakaran karena sarana proteksi aktif tidak berfungsi secara optimal. Gedung Sudirman Kemhan RI merupakan instalasi strategis pimpinan dalam melaksanakan kegiatan pengambilan keputusan di Kemhan RI. Salah satu faktor yang sangat perlu mendapat perhatian yaitu bangunan harus dilengkapi dengan sarana keamanan kebakaran yang handal. Terdapat beberapa fungsi ruang yang dapat memicu kebakaran, yaitu seperti instalasi listrik, dan bahan bangunan yang mudah terbakar. Berdasarkan latar belakang diatas, maka diperlukan sarana proteksi aktif yang memadai sesuai dengan aturan yang berlaku.

Penelitian ini mempunyai tujuan yang ingin dicapai. Adapun tujuan diadakannya penelitian ini adalah Mengidentifikasi dan mengevaluasi sistem keamanan penanganan bahaya kebakaran pada Gedung Sudirman Kemhan RI, menentukan dan mengukur kebutuhan system pemasangan alat bahaya kebakaran pada Gedung Sudirman Kemhan RI dan memberikan rekomendasi peningkatan sistem keamanan bahaya kebakaran Gedung Sudirman Kemhan RI sehingga mampu menjawab tantangan masa depan.

Penelitian ini dibatasi pada merancang sistem *alarm detektor* dan perancangan *sprinkler*, untuk identifikasi dan penggolongan setiap ruangan pada gedung Sudirman Kemhan RI menggunakan standard yang ada (SNI 03-3985-2000, SNI 03-3989-2000) dan tidak membahas mengenai spesifikasi sistem instalasi listrik yang berhubungan dengan instalasi detektor dan sprinkler, serta pembahasan mengenai biaya yang dibutuhkan.

METODE

Keselamatan Kerja

Perlindungan tenaga kerja memiliki beberapa aspek dan salah satunya yaitu perlindungan keselamatan, perlindungan tersebut bermaksud agar tenaga kerja secara aman melakukan kerjanya sehari-hari untuk meningkatkan produktivitas. Menurut Bangun Wilson (2012:377) Keselamatan Kerja adalah perlindungan atas keamanan kerja yang dialami pekerja baik fisik maupun mental dalam lingkungan pekerjaan. Menurut Mondy dan Noe, dalam (Pangabean Mutiara, 2012:112), Manajemen Keselamatan kerja meliputi perlindungan karyawan dari kecelakaan di tempat kerja sedangkan, kesehatan merujuk kepada kebebasan karyawan dari penyakit secara fisik maupun mental. Keselamatan kerja menunjukkan pada kondisi yang aman atau selamat dari penderitaan, kerusakan atau kerugian di tempat kerja (Mangkunegara, 2000:161 Dalam Wahyu Ratna S. 2006:16).

Kesehatan Kerja

Kesehatan kerja merupakan suatu hal yang penting dan perlu diperhatikan oleh pihak pengusaha. Karena dengan adanya kesehatan yang baikakan menguntungkan para karyawan secara material, karena karyawan akan lebih jarang absen, bekerja dengan lingkungan yang lebih

menyenangkan, sehingga secara keseluruhan karyawan akan mampu bekerja lebih lama. Menurut Mangkunegara (2004:161), kesehatan kerja menunjukkan pada kondisi yang bebas dari gangguan fisik, mental, emosi atau rasa sakit yang disebabkan oleh lingkungan kerja. Resiko kesehatan merupakan faktor-faktor dalam lingkungan kerja yang bekerja melebihi periode waktu yang ditentukan, serta lingkungan yang dapat membuat stress emosi atau gangguan fisik.

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Menurut definisi (Depnakes: 2005), keselamatan dan kesehatan kerja adalah segala daya upaya pemikiran yang dilakukan dalam rangka mencegah, menanggulangi dan mengurangi terjadinya kecelakaan dan dampak melalui langkah-langkah identifikasi, analisis dan pengendalian bahaya dengan menerapkan pengendalian bahaya secara tepat dan melaksanakan perundang-undangan tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Keselamatan dan Kesehatan Kerja menurut Prawirosentono Suyadi (2002:91) adalah "menciptakan suasana dan lingkungan kerja yang menjamin kesehatan dan keselamatan karyawan agar tugas pekerjaan di wilayah kerja perusahaan dapat berjalan lancar". Menurut Sibarani Mutiara (2012:163), Keselamatan dan Kesehatan Kerja adalah suatu pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmaniah maupun rohaniah tenaga kerja khususnya, dan manusia pada umumnya, hasil karya dan budaya untuk menuju masyarakat adil dan makmur. Menurut Barthos

Basir (2009:138) di Indonesia berbagai peraturan perundang seperti ketentuan pokok tentang perlindungan tenaga kerja dalam UU No.14 tahun 1969 dan UU No. 1 tahun 1970 serta peraturan-peraturan lainnya yang melengkapi dalam ketentuan tersebut khususnya dalam pasal 9 dan 10 tercantum beberapa hal sebagai berikut : "Tiap tenaga kerja mendapatkan perlindungan atas keselamatan, kesehatan kesusilaan, pemeliharaan moril manusia atas perlakuan yang sesuai dengan martabat manusia dan agama."

Menurut Bangun Wilson (2012:386), secara khusus system manajemen keselamatan dan kesehatan kerja terdapat pada peraturan menteri tenaga kerja nomor PER. 05/MEN/1996 pasal 1, System Manajemen Keselamatan dan kesehatan Kerja (SMK3) adalah bagian dari sistem manajemen keseluruhan yang meliputi struktur organisasi, perencanaan, tanggung jawab, pelaksanaan, prosedur, proses dan sumber daya yang dibutuhkan bagi pengembangan, penerapan, pencapaian, pengkajian, dan pemeliharaan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja dalam rangka pengendalian resiko yang berkaitan dengan kegiatan guna tercapainya tempat kerja yang aman, efisien, dan produktif.

Menurut Flippo, dalam (Sibarani Mutiara, 2012:114), mengemukakan "bahwa kecelakaan adalah suatu peristiwa yang tidak direncanakan yang harus dianalisis dari segi biaya dan sebab-sebabnya". Menurut Desles, dalam (SibaraniMutiara, 2012:115), mengemukakan bahwa ada tiga penyebab umum kecelakaan, yaitu secara kebetulan (*chance occurrence*), kondisi tidak

aman (*unsafe condition*), dan sikap yang tidak diinginkan (*unsafe acts on the part of employee*).

Pengertian Kecelakaan Kerja

Menurut Sayuti (2013: 196) Kecelakaan kerja adalah kejadian yang tak terduga dan tidak diharapkan terjadi dalam pelaksanaan hubungan kerja. Adapun yang termasuk kecelakaan kerja adalah celaka akibat langsung pekerjaan, saat sewaktu bekerja, perjalanan (dari rumah ke tempat kerja, melalaui jalan atau sarana yang wajar), dan penyakit akibat kerja. Menurut Suryadi dalam Sayuti (2013:196) pengertian kesehatan dan keselamatan kerja adalah menciptakan suasana dan lingkungan kerja yang menjamin kesehatan dan keselamatan karyawan agar tugas pekerjaan di wilayah kerja perusahaan dapat berjalan lancar.

Ketentuan Pemasangan Detektor

Detektor tidak boleh dipasang pada jarak kurang dari 10 cm dari dinding dan 30 cm dari langit-langit. Tidak boleh dipasang pada jarak kurang dari 1,5 m dari lubang udara masuk atau lubang udara keluar. Pada atap balok- balok detektor tidak boleh dipasang pada balok.

Ketentuan pemasangan sprinkler :

S = Perencanaan penempatan kepala sprinkler pada pipa cabang.

D = jarak antara deretan kepala sprinkler.

Nilai S dan D : Untuk bahaya kebakaran ringan, maksimum 4,6 m.

Untuk bahaya kebakaran sedang, maksimum 4,0 m.

Untuk bahaya kebakaran berat, maksimum 3,7 m.

Peraturan Dalam Mencegah dan Menangani Kebakaran.

Peraturan dalam mencegah dan menangani kebakaran di buat untuk mengatur cara serta petunjuk untuk digunakan sebagai pedoman dalam melaksanakan pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran, sebagai contoh Petunjuk Pelaksanaan (Juklak) di beberapa gedung lain di Kementerian Pertahanan sebagai contoh juklak penanggulangan bahaya kebakaran di Gedung Piere Tendean Biro Umum Setjen Kemhan (Petunjuk Pelaksanaan Nomor : Juklak / 03 /XI / 2016 tentang Penanggulangan Bahaya Kebakaran Di Lingkungan Biro Umum Setjen Kemhan).

Tujuh Alat Bantu Pengendalian Kualitas (*Sevntools*) dan Delapan Langkah Pengendalian Mutu Siklus PDCA.

Alat bantu pengendalian kualitas statistik pada dasarnya mempunyai beberapa alat yang digunakan dalam pengendalian kualitas seperti Histogram, Diagram Pareto, diagram sebab akibat, dan metode 5 W1H.

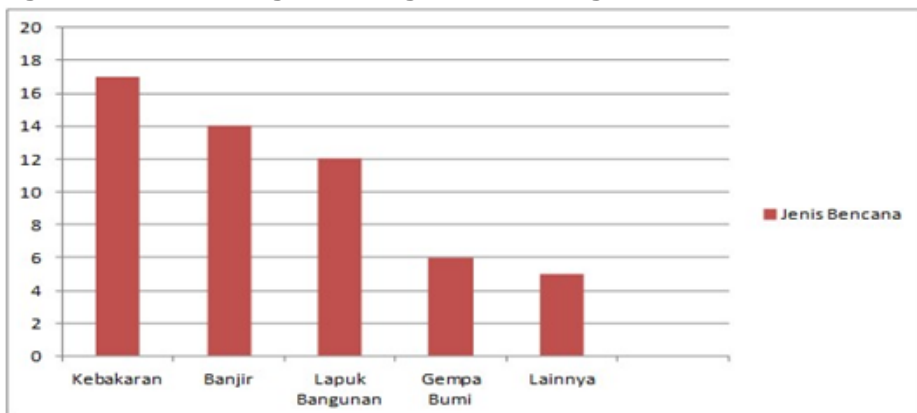
Obyek Penelitian

Dalam sebuah penelitian hal yang paling penting untuk diperhatikan adalah objek penelitian tersebut, karena objek penelitian merupakan sebuah sumber informasi dalam sebuah penelitian. Objek penelitian merupakan suatu kondisi yang menggambarkan atau menerangkan suatu situasi dari objek yang akan diteliti untuk mendapatkan gambaran yang jelas dari suatu penelitian. Menurut Sugiyono (2013:38) pengertian objek penelitian adalah sebagai berikut : “Objek penelitian adalah suatu atribut atau sifat nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variabel tertentu yang diterapkan untuk dipelajari dan ditarik kesimpulan”. Sedangkan menurut Husein Umar (2013:18) yang dimaksud objek penelitian adalah: “Objek penelitian menjelaskan tentang apa dan atau siapa yang menjadi objek penelitian. Juga dimana dan kapan penelitian dilakukan. Bisa juga ditambahkan hal lain jika dianggap perlu”. Objek dalam penelitian ini adalah perancangan alat pendeteksi kebakaran di Gedung Sudirman Kemhan RI Jakarta Pusat.

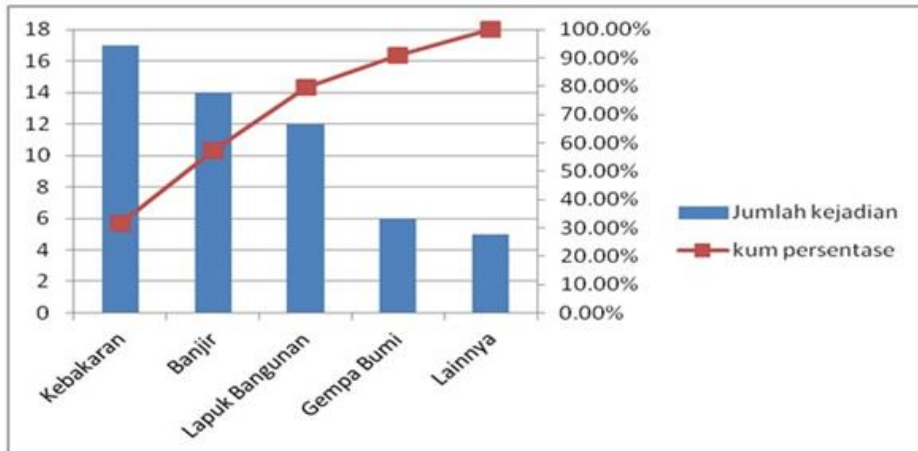
HASIL DAN PEMBAHASAN

Objek dalam penelitian ini adalah perancangan alat pendeteksi kebakaran di Gedung Sudirman Kemhan RI Jakarta Pusat. Gedung Sudirman merupakan gedung peninggalan penjajahan Jepang yang memiliki arti sejarah dan dijadikan lambang keanggunan dan kemegahan berdirinya kementerian pertahanan diantara objek-objek vital gedung pemerintahan lainnya di kawasan seputar Museum Nasional (Monas).

Pengolahan Data Dengan Histogram dan Diagram Pareto.



Gambar 5.1 Histogram Kejadian Akibat Bencana di Kemhan RI tahun 2013 sampai dengan 2017



Gambar 5.2 Diagram Pareto Jenis Kejadian Akibat Bencana di Kemhan RI tahun 2013 sampai dengan 2017

Analisis Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab-akibat / Fishbone Diagram digunakan untuk menganalisis faktor-faktor apa sajakah yang menjadi penyebab bahaya kebakaran. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi dan menjadi penyebab bahaya kebakaran secara umum dapat digolongkan sebagai berikut :

- Pekerja (People), yaitu pekerja yang terlibat langsung bekerja dan berada di Kemhan RI.
- Bahan Baku (Material), yaitu komponen-komponen penyebab bahaya kebakaran di Kemhan RI.
- Mesin (Machine), yaitu mesin-mesin dan berbagai peralatan yang digunakan dilingkungan Kemhan RI.
- Metode (Method), yaitu instruksi atau perintah kerja yang harus diikuti dalam penanggulangan bahaya kebakaran di Kemhan RI.
- Lingkungan (Environment), yaitu keadaan sekitar Kemhan RI baik secara langsung maupun secara tidak langsung mempengaruhi penanggulangan bahaya kebakaran di Kemhan RI.

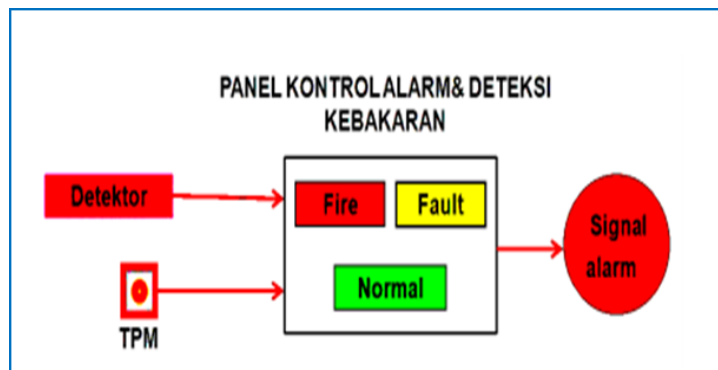
Membuat Rekomendasi / Usulan Perbaikan Kualitas 5W+1H

Mengumpulkan informasi dengan menggunakan Metode 5W1H yaitu :

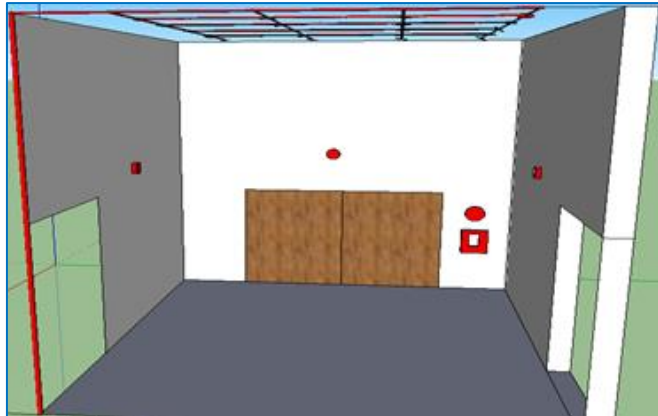
What	Apa yang terjadi? Terjadinya kebakaran di Kemhan RI.
Where	Tempat mana terjadinya? Di gedung Kemhan RI.
When	Kapan itu terjadi? Saat jam dinas dan diluar jam dinas
Why	Mengapa itu terjadi? Karena faktor manusia, mesin, material, metode dan lingkungan yang mempengaruhi terjadinya kebakaran.
Who	Siapa yang melakukannya? Manusia, alam, dan lingkungan.
How	Bagaimana mengatasinya? Segera perbaiki perilaku manusia, pemeliharaan dan pengecekan mesin secara berkala, mengganti dan mengamankan material yang mudah terbakar, menggunakan metode yang tepat guna dan tepat sasaran, serta memperbaiki lingkungan sehingga meminimalisir bahaya kebakaran yang ada.

Pemasangan Sistem Deteksi dan Alarm Kebakaran Otomatis

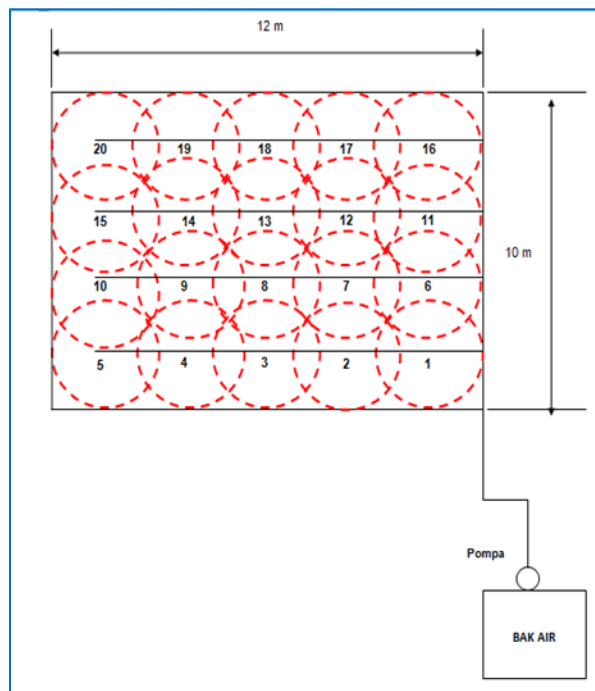
Pemasangan sistem deteksi dan alarm kebakaran otomatis di gedung Sudirman, Kementerian Pertahanan Republik Indonesia dijelaskan pada gambar 5.3 sampai dengan gambar 5.5.



Gambar 5.3 Sistem Alarm dan Deteksi Kebakaran Otomatis



Gambar 5.4 Hasil Perancangan Fire Detektor



Gambar 5.5 Hasil Perancangan Sprinkler

Perancangan Kebutuhan Air

Pada bangunan dalam gedung dipasang sprinkler dengan jumlah 20 buah dengan jangkauan post sprinker rata 4,6 m. Pipa yang digunakan untuk menyalurkan air post sprinker dengan diameter $\frac{1}{2}$ inchi. Setiap sprinkler membutuhkan pasokan air yang berbeda-beda dan digunakan dalam waktu 45 menit.

Berikut adalah perhitungan Post Sprinkler:

Luas daerah jangkauan alat

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 2 R \pi$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 2(1,7 \times 3,14)$$

$$= 8.38 \text{ m}^2$$

Debit air yang dialirkan tiap sprinkler :

$$1 \text{ sprinkler} = 1 \times 35 \text{ liter/menit} = 35 \text{ liter / menit}$$

Kebutuhan air saat terjadi kebakaran bila sebanyak 20 sprinkler terbuka semua adalah :

$$\text{Kebutuhan air (60 menit)} = 20 \times 35 \times 60$$

$$= 42.000 \text{ liter}$$

Dengan pasokan air yang dibutuhkan maka dibutuhkan pompa dengan kapasitas pompa yang mampu menghasilkan kemampuan 42.000 liter/jam. Dengan kapasitas tersebut dapat digunakan dua buah pompa dengan kapasitas 25.000 l/hour dan dengan satu buah pompa cadangan. Dibutuhkan bak penyimpanan air untuk 42.000 liter atau sebesar 42 m³ untuk beroperasi selama 60 menit dengan ukuran panjang 7 meter, lebar 3 meter dan kedalaman 2 meter.

Usulan SOP untuk Gedung Sudirman Kemhan RI

Merujuk pada peraturan dalam mencegah dan menangani kebakaran juklak penanggulangan bahaya kebakaran di Gedung Piere Tendean Biro Umum Setjen Kemhan (Petunjuk Pelaksanaan Nomor : Juklak / 03 / XI / 2016 tentang Penanggulangan Bahaya Kebakaran Di Lingkungan Biro Umum Setjen Kemhan) diusulkan SOP untuk mengatur cara serta petunjuk untuk digunakan sebagai pedoman dalam melaksanakan pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran di gedung Sudirman Kementerian Pertahanan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini setelah dilakukan pengolahan data, analisis pengolahan data yang diikuti dengan pembahasannya adalah sebagai berikut:

- a. Kejadian yang terjadi pada kerusakan bangunan di Kemhan RI dalam kurun waktu tahun 2013 sampai dengan 2017 diakibatkan oleh kebakaran, banjir, lapuk bangunan, gempa bumi, dan faktor lainnya. Faktor yang mendominasi adalah kebakaran sebanyak 31,48 %, maka pencegahan kerusakan gedung dapat dilakukan dengan memfokuskan pada pencegahan kejadian bahaya kebakaran gedung di Kemhan RI khususnya di gedung Sudirman. Perancangan jumlah, tempat pemasangan alarm detektor serta sprinkler, serta pemilihan optimum pipa yang sesuai untuk digunakan dalam perancangan sistem pemadaman bahaya kebakaran gedung Sudirman Kemhan RI ditinjau dari segi teknis melalui perhitungan yang memberikan lokasi, jumlah sprinkler, dan jumlah pipa yang lebih tepat dan optimal di sepanjang jalur proyek pemasangan pipa jalur sprinkler.
- b. Berdasarkan perhitungan ditentukan untuk peletakkan sprinkler sebanyak 20 buah guna menanggulangi bahaya kebakaran dengan jumlah material pipa dengan jalur pipa sepanjang 64 meter. Sedangkan untuk pasokan air untuk 60 menit = 42.000 liter. Dengan pasokan air yang dibutuhkan maka dibutuhkan pompa dengan kapasitas pompa yang mampu menghasilkan kemampuan 42.000 liter/jam. Dengan kapasitas tersebut dapat digunakan dua buah pompa dengan kapasitas 25.000 l/hour dan dengan satu buah pompa cadangan. Dibutuhkan bak penyimpanan air untuk 42.000 liter atau sebesar 42 m³ untuk beroperasi selama 60 menit dengan ukuran panjang 7 meter, lebar 3 meter dan kedalaman 2 meter.
- c. Diusulkan penggunaan Standard Operating Procedure (SOP) mengenai K3 atau safety dan cara menangani bahaya kebakaran di gedung Sudirman Kemhan RI yang mencakup perbaikan baik faktor manusia, material, mesin, metode, dan lingkungan gedung Sudirman Kemhan RI.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar Prabu Mangkunegara. **Manajemen Sumber Daya Manusia**. PT. Remaja Rosdakarya, Bandung: 2012.
- Assauri, Sofjan. **Manajemen Operasi Dan Produksi**: LP FE UI Jakarta : 2016
- Bangun, Wilson., **Manajemen Sumber Daya Manusia**, Erlangga, Bandung : 2012.
- Fathoni, Abdurrahman. **Manajemen Sumber Daya Manusia**, PT Rineka Cipta, Jakarta: 2006.
- Gaspersz, Vincent . **Statistical Process Control Penerapan Teknik - Teknik Statistika Dalam Manajemen Bisnis Total**, Edisi kesatu, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta : 1998.
- Gaspersz, Vincent, **Total Quality Management**, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta : 2001
- Heizer Jay, Render Barry. **Operations Management** , Salemba Empat, Jakarta : 2005
- Panggabean, Mutiara Sibarani. **Manajemen Sumber Daya Manusia**, Chalia, Indonesia : 2004.
- Ramli, Soehatman. **Sistem Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja OHSAS 18001**, Dian Rakyat, Jakarta : 2010.
- Sayuti, Abdul Jalaludin. **Manajemen Kantor Praktis**, Alfabeta, Bandung : 2013.
- Tarwaka. **Dasar-dasar Keselamatan Kerja Serta Pencegahan Kecelakaan di Tempat Kerja**, Harapan Press, Surakarta : 2012.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 tahun 2003** tentang Ketenagakerjaan
- Undang-undang nomor 1 tahun 1970** tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja
- Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1992 Pasal 23** tentang Kesehatan **UU No.14 tahun 1969 dan UU No. 1 tahun 1970**.
- Peraturan menteri tenaga kerja nomor PER. 05/MEN/1996**
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010**.
- Petunjuk Pelaksanaan Nomor: Juklak/03/XI/2016** tentang Penanggulangan Bahaya Kebakaran Di Lingkungan Biro Umum Setjen Kemhan
- Departemen Kesehatan RI , **Buku petunjuk K3**, Jakarta : 2005.

BAB 6

PERANCANGAN ULANG TATA LETAK FASILITAS DI CAFÉ “HOME 232” CINERE

**AZAM CHAERUL, BASUKI ARIANTO, DAN WASPADA TEDJA
BHIRAWA**

Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal
Suryadarma, Jakarta.

ABSTRACT

Home Cafe 232 is a Cafe engaged in food and beverages and various coffees on Jl H. Therin 1 pangkalan jati Cinere Depok West Java. The problem that exists in this restaurant is the track that is passed by consumers and less efficient servants that cause congestion on the track and this restaurant has not been able to meet demand optimally. Because the layout is still inaccurate, where to make material transfers between departments, the distance needed is far enough so that it takes a long time. Besides that, in setting the layout of production facilities in this restaurant only using experience, this causes the service flow to seem irregular and the coordination relationship between parts is less effective, such as the location of bar / waiters that are too far from the living room. Cashier near the warehouse.

With the existence of these problems, the research is carried out with the From To Chart (FTC) method and Activity Relationship Chart (ARC) in the hope of minimizing the length of material trajectory distances and consumers which indirectly can increase the effectiveness and efficiency of work and service flows seem more regular.

The layout design results obtained the length of distance in the initial conditions of 133.5 m, while the length of the track distance at the condition of the proposal amounted to 125 m. This means that in the design of the proposed condition layout using the From To Chart (FTC) method and Activity Relationship Chart (ARC) can minimize the length of the path by 8.5 m, from the initial layout conditions.

Keywords: Restaurant layout, method of From To Chart (FTC) method and Activity Relationship Chart (ARC)

PENDAHULUAN

Pada masa sekarang ini, perkembangan industri yang sangat tinggi menyebabkan munculnya persaingan yang sangat ketat. Hal ini pula yang dialami oleh perusahaan yang ingin mengembangkan perusahaannya. Setiap perusahaan semakin diuntut untuk meningkatkan daya saingnya dari

segala aspek termasuk pelayanan kepada konsumen. Pelayanan kepada konsumen dapat dilakukan dengan memenuhi kepuasan konsumen dalam hal kenyamanan yang dirasakan konsumen. Persaingan antara pengusaha restoran pada saat ini semakin banyak ditemui di masyarakat. Oleh karena itu, selain membutuhkan kualitas produk yang terjamin, juga dibutuhkan fasilitas fisik dan tata letak fisik yang mendukung.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), Cafe adalah tempat minum kopi yang pengunjungnya dihibur dengan musik dimana pengunjungnya dapat memesan minuman, seperti kopi, teh, bir, dan aneka macam kue. Tujuan utama dibuatnya cafe adalah tempat untuk bersantai dan meminum berbagai jenis minuman serta makanan - makanan ringan dan kue. Cafe telah menjadi fenomena atau malah mungkin budaya baru yang menjawab kebutuhan masyarakat modern. Karena fungsinya sebagai tempat bersantai maka tata letak dari Cafe ini juga harus diperhatikan karena berkaitan dengan kenyamanan pelanggan.

Cafe Home 232 merupakan Cafe yang bergerak dibidang makanan dan minuman seperti nasi goreng, mie ayam, roti bakar, cireng, dan aneka coffee. Saat ini Cafe sedang mengalami masalah dalam tata letak penataan ruang seperti ruang tamu, ruang dapur, ruang bar atau minuman, ruang ganti karyawan dan ruang toilet yang kurang efektif, masih kurang tepat, dimana untuk melakukan pemindahan material antar departemen, jarak yang dibutuhkan cukup jauh sehingga memerlukan waktu yang cukup lama. Disamping itu pula dalam pengaturan tata letak fasilitas produksi pada restoran ini hanya menggunakan pengalaman saja, hal ini menyebabkan arus pelayanan menjadi terkesan tidak teratur dan hubungan koordinasi antar bagian kurang efektif. Hal ini disebabkan oleh beberapa kelemahan pada cafe yaitu tata letak fasilitas dan lingkungan fisik yang masih kurang mendukung. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis terhadap berbagai faktor tersebut menggunakan metode From To Chart (FTC) Activity Relationship Chart (ARC) dalam upaya meminimumkan jarak lintas.

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah memahami sistem tata letak fasilitas, dan fasilitas fisik yang baik agar kegiatan pelayanan berjalan dengan lancar, efektif, dan efisien dan menerapkan perancangan ulang tata letak fasilitas, dan fasilitas fisik dengan metode FTC dan ARC untuk mengurangi adanya aktifitas ganda dari setiap kegiatan pelayanan.

METODE

Tata letak pabrik merupakan suatu landasan utama dalam dunia industri. Tata letak pabrik yang terencana dengan baik akan ikut menentukan efisiensi dan efektivitas kegiatan produksi dan dalam beberapa hal akan juga menjaga kelangsungan hidup atau keberhasilan suatu perusahaan. Peralatan produksi yang canggih dan mahal harganya akan tidak berarti apa-apa akibat perencanaan tata letak yang sembarangan saja. Karena aktivitas produksi suatu industri secara normal harus berlangsung dalam jangka waktu

yang panjang dengan tata letak yang tidak berubah-ubah, maka kekeliruan yang dibuat dalam perencanaan tata letak ini akan menyebabkan kerugian yang tidak kecil.

Tata Letak Menurut Heizer dan Render (2011) mengatakan bahwa tata letak merupakan satu keputusan penting yang menentukan efisiensi sebuah operasi dalam jangka panjang. Tata letak memiliki banyak dampak strategis karena tata letak menentukan daya saing perusahaan dalam kapasitas, proses, fleksibilitas, dan biaya, serta kualitas lingkungan kerja, kontak pelanggan, dan citra perusahaan.

Sedangkan menurut Purnomo (2004) mengatakan bahwa Tata letak yang efektif dapat membantu organisasi mencapai sebuah strategi yang menunjang diferensiasi, biaya rendah, atau respon cepat. Tujuan strategi tata letak adalah untuk membangun tata letak yang ekonomis yang memenuhi kebutuhan persaingan perusahaan. Dalam semua kasus, desain tata letak harus mempertimbangkan bagaimana untuk dapat mencapai:

- a. Utilisasi ruang, peralatan, dan orang yang lebih tinggi.
- b. Aliran informasi, barang, atau orang yang lebih baik.
- c. Moral karyawan yang lebih baik, juga kondisi lingkungan kerja yang lebih aman.
- d. Interaksi dengan pelanggan yang lebih baik.
- e. Fleksibilitas (bagaimanapun kondisi tata letak yang ada sekarang, tata letak tersebut akan perlu diubah).

Tujuan dari perancangan tata letak ini adalah meminimalkan total biaya yang terdiri atas biaya konstruksi, perpindahan material, biaya produksi, perawatan, dan penyimpanan barang. Dengan kata lain, perancangan ini digunakan untuk mengoptimalkan hubungan antara operator, aliran barang, aliran informasi, dan tata cara kerja yang diperlukan untuk menciptakan usaha yang efektif dan efisien.

Tata Letak Fasilitas

Tata letak fasilitas adalah suatu perencanaan yang terintegrasi dari aliran atau arus komponen-komponen suatu produk (barang dan atau jasa) di dalam sebuah sistem operasi (manufaktur dan atau non manufaktur) guna memperoleh interelasi yang paling efektif dan efisien antara pekerja, bahan, mesin dan peralatan serta penanganan dan pemindahan bahan, barang setengah jadi, dari bagian yang satu ke bagian yang lainnya (Apple, 1990).

Menurut Apple (1990, p3), perancangan tata letak fasilitas berperan penting sebagai berikut :

- a. Suatu perencanaan aliran barang yang efisien merupakan prasyarat untuk mendapatkan produksi yang ekonomis.
- b. Pola aliran barang yang merupakan dasar bagi perencanaan fasilitas fisik yang efektif.
- c. Perpindahan barang merubah pola aliran statis menjadi suatu kenyataan yang dinamis, menunjukkan cara bagaimana suatu barang dipindahkan.
- d. Susunan fasilitas yang efektif disekitar pola aliran barang dapat menghasilkan pelaksanaan yang efisien dapat meminimumkan biaya produksi.
- e. Biaya produksi minimum dapat memberikan keuntungan maksimum.

Pentingnya Tata Letak dan Pemindahan Barang

Tata letak dan pemindahan bahan berpengaruh paling besar pada produktifitas dan keuntungan dari suatu perusahaan bila dibandingkan dengan faktor-faktor lainnya. Selain itu, material handling sangat berpengaruh sebagai 50% penyebab kecelakaan yang terjadi dalam industri dan merupakan 40% dari 80% seluruh biaya operasional. Dalam pelaksanaannya, tata letak dan material handling memiliki hubungan yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain.

Tujuan Perancangan Tata Letak

Menurut Sritomo (1992, p53), Secara garis besar, tujuan utama dari perancangan tata letak adalah mengatur area kerja beserta seluruh fasilitas produksi di dalamnya untuk membentuk proses produksi yang paling ekonomis, aman, nyaman, efektif, dan efisien. Selain itu, perancangan tata letak juga bertujuan untuk mengembangkan material handling yang baik, penggunaan lahan yang efisien, mempermudah perawatan, dan meningkatkan kemudahan dan kenyamanan lingkungan kerja. Terdapat beberapa keuntungan tata letak fasilitas yang baik, yaitu:

- a. Meningkatkan Output Produksi
- b. Mengurangi Delay
- c. Mengurangi Jarak Perpindahan Barang
- d. Penghematan Pemanfaatan Area
- e. Proses Manufaktur yang Lebih Singkat
- f. Mengurangi Resiko Kecelakaan Kerja
- g. Menciptakan Lingkungan Kerja yang Nyaman
- h. Mempermudah Aktivitas Supervisor

Macam / Tipe Tata Letak

Pemilihan dan penetapan alternatif tata letak merupakan sebuah langkah kritis dalam perancangan tata letak fasilitas, karena di sini tata letak yang dipilih bergantung pada aktivitas produksinya. Macam-macam tata letak diantaranya :

Fixed Product Layout

Tata letak dengan posisi tetap ini merupakan susunan tata letak yang disusun dekat tempat proses produksi dalam posisi yang tetap. Layout jenis ini tidak dilatakkan dalam suatu pabrik, melainkan di luar dan hanya digunakan untuk satu kali proses produksi saja. Contohnya adalah pembangunan dermaga, gedung, pengaspalan jalan raya, pembangunan jalan layang, dan sebagainya. Setelah proses pengerjaan selesai, semua mesin dan peralatan dibongkar dan dipindahkan ke tempat lain untuk proses yang baik sama atau tidak tapi di lokasi yang lain.

Product Layout

Layout jenis ini seringkali disebut layout garis. Merupakan penyusunan letak fasilitas produksi yang diletakkan berdasarkan urutan proses produksi dari bahan baku sampai barang jadi. Dalam layout ini, manajemen perusahaan harus benar-benar mengetahui proses produksi.

Group Layout

Group layout digunakan pada saat volume produksi untuk produk individual tidak mencukupi untuk menentukan tata letak produk, tapi dengan mengelompokkan produk menjadi *logical product families*, tata letak produk dapat ditentukan untuk *famili* tersebut. Kelompok proses dianggap sebagai cells, sedangkan group layout dianggap sebagai layout cellular.

Process Layout

Pengaturan tata letak dengan cara menempatkan segala mesin maupun peralatan yang memiliki tipe atau jenis sama kedalam satu departemen, sebagai contoh : industri manufaktur. Tata letak jenis ini sesuai dengan digunakan pada industri yang sifatnya menerima job order dengan jenis produk yang dibuat bervariasi dalam jumlah yang tidak terlalu besar.

Tipe – Tipe Pola Aliran Bahan

Dalam sebuah proses produksi, terdapat aliran material dari tiap-tiap proses. Terdapat beberapa pola aliran bahan, yaitu:

Straight Line (Pola Aliran Garis Lurus). Pada umumnya pola ini digunakan untuk proses produksi yang pendek dan relatif sederhana, dan terdiri atas beberapa komponen.

Sepertin (Pola Aliran Zig-Zag). Pola ini biasanya digunakan bila aliran proses produksi lebih panjang daripada luas area pada pola ini, arah aliran diarahkan membelok sehingga menambah panjang garis aliran yang ada. Pola ini digunakan untuk mengatasi keterbatasan area.

U-Shaped. Dilihat dari bentuknya, pola aliran ini digunakan bila kita menginginkan akhir dan awal proses produksi berada di lokasi yang sama. Keuntungannya adalah meminimasi penggunaan fasilitas material handling dan mempermudah pengawasan.





Circular. Pola ini digunakan apabila departemen penerimaan dan pengiriman berada di lokasi yang sama.

Odd Angle. Pola ini jarang dipakai karena pada umumnya pola ini digunakan untuk perpindahan bahan secara mekanis dan keterbatasan

ruangan. Dalam keadaan tersebut, pola ini memberi linatsan terpendek dan berguna banyak pada area yang terbatas.

Operation Process Chart

Operation process chart atau OPC adalah sebuah diagram yang digunakan untuk menggambarkan proses operasi yang akan dialami oleh bahan baku dari awal sampai dengan menjadi barang jadi beserta informasi-informasi seperti waktu produksi, material yang digunakan, dan mesin yang digunakan. Di bawah ini adalah lambang-lambang yang digunakan dalam *Operation Process Chart*:

	Operasi	Kegiatan yang terjadi merubah bentuk material baik secara fisik maupun kimiawi
	Pemeriksaan	Pemeriksaan dilakukan bila benda kerja mengalami inspeksi baik dalam segi kualitas maupun kuantitas.
	Penyimpanan	Dilakukan bila benda kerja disimpan untuk waktu tertentu
	Gabungan	Terjadi bila aktifitas operasi bersamaan dengan inspeksi.

Perancangan Tata Letak

Definisi tata letak secara umum ditinjau dari sudut pandang produksi adalah susunan fasilitas-fasilitas produksi untuk memperoleh efisiensi pada suatu produksi. Perancangan tata letak meliputi pengaturan tata letak fasilitas operasi dengan memanfaatkan area yang tersedia untuk penempatan mesin, bahan, perlengkapan untuk operasi, personalia, dan semua peralatan serata fasilitas yang digunakan dalam proses produksi. Perancangan tata letak juga harus menjamin kelancaran aliran bahan, penyimpanan bahan, baik bahan baku, bahan setengah jadi maupun produk jadi. Perancangan sistem fasilitas, perancangan tata letak dan perancangan material handling pada dasarnya mempunyai kaitan yang tidak dapat dipisahkan. Untuk itu perancangan tata letak diusahakan sefleksibel mungkin, karena dengan adanya perubahan permintaan, penemuan produk baru, proses baru, metode kerja baru dan sebagainya, perusahaan harus melakukan perancangan tata letak ulang. Tujuan utama perancangan tata letak adalah optimasi pengaturan fasilitas operasi sehingga nilai yang diciptakan oleh sistem produksi akan maksimal. Tujuan perancangan tata letak fasilitas diantaranya adalah:

- a. Memanfaatkan area yang ada.
- b. Pendayagunaan pemakaian mesin, tenaga kerja dan fasilitas produksi lebih besar
- c. Meminimumkan material handling.
- d. Mengurangi waktu tunggu, kemacetan dan kesimpangsiuran.
- e. Memberikan jaminan keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi tenaga kerja.
- f. Mempersingkat proses manufaktur.
- g. Mengurangi persediaan setengah jadi.
- h. Mempermudah aktivitas supervisi.

From To Chart

FTC atau From To Chart yang kadang disebut juga travel chart, adalah sebuah teknik konvensional yang secara umum digunakan dalam perencanaan pabrik dan material handling dalam suatu proses produksi. From To Chart berguna di saat terjadi banyak perpindahan material dalam suatu area. Pada dasarnya, From To Chart adalah adaptasi dari mileage chart yang umum dijumpai pada sebuah peta perjalanan. Angka-angka yang terdapat pada From To Chart akan menunjukkan total dari berat beban yang dipindahkan, volume atau kombinasi ketiganya. From To Chart dibagi menjadi 3, yaitu: From To Chart Frekuensi, From To Chart Inflow, dan From To Chart Outflow.

Activity Relationship Chart

Activity Relationship Chart merupakan teknik yang sederhana dalam merencanakan tata letak fasilitas atau departemen berdasarkan derajat hubungan aktivitas. Peta hubungan aktivitas sering dinyatakan dalam penilaian “kualitatif” dan cenderung berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang bersifat subjektif. Peta ini memiliki banyak kegunaan di antaranya yaitu menunjukkan hubungan keterkaitan antar kegiatan beserta alasannya, sebagai masukan untuk menentukan penyusunan daerah selanjutnya, dan lokasi kegiatan dalam satu usaha pelayanan (Wignjosoebroto, 2009). ARC dilakukan setelah nilai dari hubungan kedekatan telah ditentukan untuk setiap fasilitas (Apple, 1990).

Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam membuat ARC, antara lain :

- a. Daftar semua departemen pada *relationship chart*.
- b. Melakukan wawancara atau survei dengan orang dari masing-masing departemen yang tercantum pada *relationship chart* dan dengan manajemen yang bertanggung jawab untuk semua departemen.
- c. Tentukan kriteria untuk menetapkan hubungan kedekatan dan merinci, serta merekam kriteria sebagai alasan untuk nilai hubungan pada *relationship chart*.

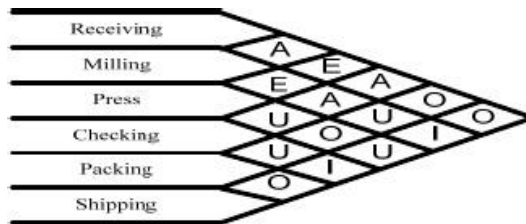
- d. Menetapkan nilai hubungan dan alasan dari setiap nilai yang diberikan untuk setiap pasang departemen.
- e. Beri kesempatan bagi siapapun yang memberikan input untuk melakukan pengembangan *relationship chart* dalam mengevaluasi dan mendiskusikan perubahan yang terjadi pada grafik.

Activity Relationship Chart (ARC) adalah diagram yang digunakan untuk mendapatkan hubungan dari aktivitas-aktivitas tertentu, sehingga dapat ditentukan aktivitas yang harus berdekatan dan aktivitas yang harus berjauhan dalam suatu perancangan tata letak fasilitas.

Dalam menggambarkan derajat kedekatan hubungan antar seluruh kegiatan *Activity Relationship Chart* menggunakan simbol-simbol A, E, I, O, U dan X yaitu:

- A : *Absolutely necessary* yaitu hubungan bersifat mutlak
- E : *Epecially important* yaitu hubungan bersifat sangat penting
- I : *Important* yaitu hubungan bersifat cukup penting
- O : *Ordinary* yaitu bersifat biasa-biasa saja
- U : *Undersireble* yaitu hubungan yang tidak diinginkan
- X : Hubungan yang sangat tidak diinginkan

Pada *activity relationship chart* ini, ditentukan seberapa dekat hubungan antara departemen-departemen yang ada di perusahaan tersebut. Di bawah ini adalah contoh kira-kira bentuk dari *Activity Relationship Chart*



Gambar 6.1 Activity Relationship Chart

Kopi dan Proses Produksinya

Kopi adalah minuman hasil seduhan biji kopi yang telah disangrai dan dihaluskan menjadi bubuk. Kopi merupakan salah satu komoditas di dunia yang dibudidayakan lebih dari 50 negara. Dua varietas pohon kopi yang dikenal secara umum yaitu Kopi Robusta (*Coffea canephora*) dan Kopi Arabika (*Coffea arabica*).

Pemrosesan kopi sebelum dapat diminum melalui proses panjang yaitu dari pemanenan biji kopi yang telah matang baik dengan cara mesin maupun dengan tangan, kemudian dilakukan pemrosesan biji kopi dan pengeringan sebelum menjadi kopi gelondong. Proses selanjutnya yaitu penyangraian dengan tingkat derajat yang bervariasi. Setelah penyangraian biji kopi digiling atau dihaluskan menjadi bubuk kopi sebelum kopi dapat diminum.

Sejarah mencatat bahwa penemuan kopi sebagai minuman berkhasiat dan berenergi pertama kali ditemukan oleh Bangsa Etiopia di benua Afrika sekitar 3000 tahun (1000 SM) yang lalu. Kopi kemudian terus berkembang hingga saat ini menjadi salah satu minuman paling populer di dunia yang dikonsumsi oleh berbagai kalangan masyarakat.[butuh rujukan] Indonesia sendiri telah mampu memproduksi lebih dari 400 ribu ton kopi per tahunnya. Disamping rasa dan aromanya yang menarik, kopi juga dapat menurunkan risiko terkena penyakit kanker, diabetes, batu empedu, dan berbagai penyakit jantung.

Jenis-jenis minuman kopi:

- a. Kopi hitam, merupakan hasil *ekstraksi* langsung dari perebusan biji kopi yang disajikan tanpa penambahan *perisa* apapun.
- b. *Espresso*, merupakan kopi yang dibuat dengan mengekstraksi biji kopi menggunakan uap panas pada tekanan tinggi.
- c. *Latte (coffee latte)*, merupakan sejenis kopi espresso yang ditambah susu dengan rasio antara susu dan kopi 3:1.
- d. *Café au lait*, serupa dengan *caffè latte* tetapi menggunakan campuran kopi hitam.
- e. *Caffè macchiato*, merupakan kopi espresso yang ditambahkan susu dengan rasio antara kopi dan susu 4:1.
- f. Cappuccino, merupakan kopi dengan penambahan susu, krim, dan serpihan coklat.
- g. *Dry cappuccino*, merupakan cappuccino dengan sedikit krim dan tanpa susu
- h. *Frappé*, merupakan espresso yang disajikan dingin.
- i. Kopi tubruk, kopi asli Indonesia yang dibuat dengan memasak biji kopi bersama dengan gula
- j. Kopi moka, serupa dengan cappuccino dan latte, tetapi dengan penambahan sirup coklat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Café Home 232 merupakan cafe yang bergerak dibidang makanan dan minuman seperti nasi goreng, mie ayam, roti bakar, cireng, dan aneka coffe.Cafe ini dikelola oleh Bapak Thomas yang juga sekaligus owner dan manager dari Café Home 232 ini dengan konsep seperti garasi, sehingga konsumen tidak perlu menunggu hidangannya terlalu lama. Café ini berdiri pada tahun 2017 yang awalnya bermula dari tempat lokasi yang bagus.

Visi dan Misi Perusahaan

Visi dan Misi perusahaan adalah sebagai berikut :

- a. Visi Perusahaan adalah menjadikan cafe Home 232 sebagai cafe pilihan utama keluarga dan anak-anak muda.
- b. Misi Perusahaan adalah memberikan sensasi bagi pemburu kuliner dengan makanan dan tempat yang enak dan nyaman, selalu

mengenalkan menu-menu baru yang menjadi ciri khas cafe home 232. Pengolahan bahan baku secara profesional dan higienis, untuk menjaga cita rasa menu.

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini di lakukan di cafe home 232 yang berlokasi di jalan H. Therin 1 pangkalan jati cinere depok jawa barat.waktu pelaksanaan dilakukan dalam 1 hari pada 4 zonawaktu yaitu:

- a. 14.00 WIB yaitu waktu dimana 1 jam setelah restoran mulai persiapan,
- b. 16.30 WIB yaitu waktu dimana restoran mulai menerima konsumen,
- c. 19.00 WIB yaitu waktu dimana kondisi restoran ramai, dan
- d. 21.00 WIB yaitu waktu dimana 1 jam sebelum restoran tutup.

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian tersebut berupa data pengukuran cafe alat material handling, data jenis-jenis barang yang ada pada cafe, data pengamatan langsung, dan juga berdasarkan wawancara dengan owner cafe 232. Berikut data jenis area yang ada di cafe sesuai tipe dan jenis area serta ukuran setiap area cafenya

Luas Cafe/Restorant

Luas pada area cafe Home 232 yang beralamat di Jalan H. Therin 1 Pangkalan Jati Cinere Depok Jawa Barat dengan ukuran dimensinya panjang 16 mx lebar 12m 192 m²

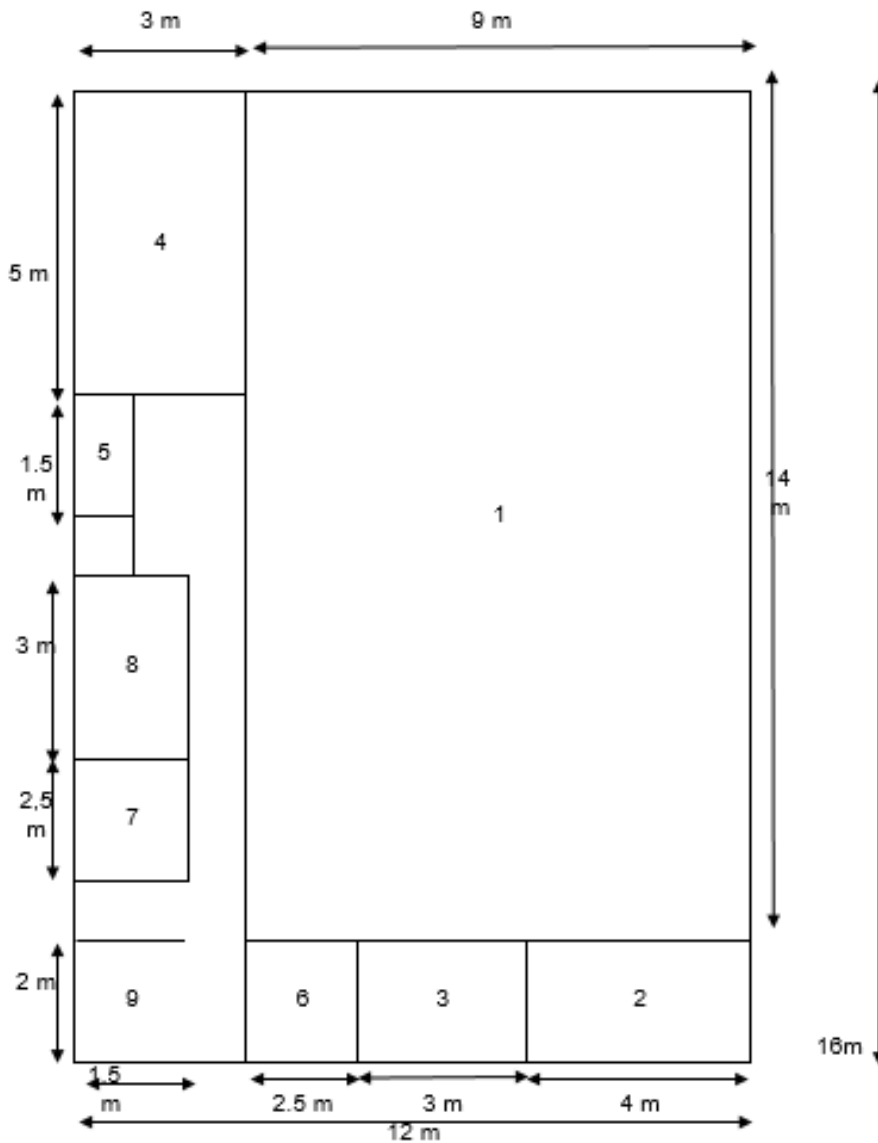
Data SOP (Standar Oprasional Prosedur)

Berikut data Standar Oprasional Prosedur dengan jenis waktu, pekerjaan, dan tanggung jawab para pekerija cafe Home 232.

Tabel 6.1. Data SOP (Standar Oprasional Prosedur) Cafe Home 232

No	Jam	Pekerjaan	Penanggung jawab
1	14.00 -15.00	1. persiapan membuka cafe	supervisor dan karyawan
		2. membersihkan cafe, memeriksa bahan dan mempersiapkan peralatan	
		3. persiapan transaksi	
2	15.30	cafe buka	idem
3	15.30 -21.00	Operasional	idem
4	22.30	lost orde pelanggan	karyawan
5	23.00	cafe tutup	karyawan
6	23.00 - 00.00	1. membersihkan cafe	supervisor dan karyawan
		2. mengitung hasil transaksi	
		3. barang yang habui dan peru di siapkan	
		4. membuat laporan harian	

Data Luas per Departemen Berikut data per departemen/area dan ruangan pada cafe Home 232.



Gambar 6.2 Luas per Departemen / Ruang

Pada lantai departemen Cafe Home 232 terdapat 9 Departemen/Ruang dimana tiap-tiap departemen diurutkan dan diberi kode berdasarkan huruf alfabet. Misalnya: Untuk Department Ruang Tamu diberi kode "A", Ruang Waiters diberi kode "B" begitu seterusnya hingga semua

departemen diberi kode. Adapun pengkodean Departemen atau Ruang pada lantai produksi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 6.2 Stasiun Kerja dan Pengkodean Pada Lantai Cafe Home 232

No	Departemen	Kode
1	Ruang Tamu	A
2	Ruang Waiters	B
3	Ruang Kasir	C
4	Ruang Dapur	D
5	Ruang Cuci	E
6	Gudang	F
7	Ruang Ganti	G
8	Musholah	H
9	Toilet	I

Perhitungan untuk mendapatkan total minimum untuk mengetahui berapa besar / luas setiap area, untuk menghitung luas area dilihat dari Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Luas Ruangan/Departemen

No	Departemen	Jumlah	Ukuran		Luas (M ²)	Luas Total (M ²)
			P	L		
1	ruang tamu	1	14,0	9,0	126,0	126,0
2	ruang waiters	1	4,0	2,0	8,0	8,0
3	ruang kasir	1	3,0	2,0	6,0	6,0
4	ruang dapur	1	5,0	3,0	15,0	15,0
5	tempat cuci	1	1,0	0,5	0,5	1,0
6	gudang	1	2,5	2,0	5,0	5,0
7	ruang karyawan	1	2,5	2,0	5,0	5,0
8	mushola	1	3,0	2,0	6,0	6,0
9	toilet	1	2,0	1,5	3,0	3,0
TOTAL						175,0

Keterangan tabel diatas adalah perhitungan setiap departemen/ruangan dengan rumus (panjang X lebar)

Contoh:

Luas Ruang Tamu : 14 m X 9 m = 126 m²

Data Hubungan Keterkaitan Kedekatan Antar Departemen

Berikut adalah tabel hubungan keterkaitan antar departemen dari aktivitas-aktivitas didalam cafe, sehingga dapat ditentukan aktivitas yang harus berdekatan. Kedekatan hubungan antar seluruh kegiatan menggunakan simbol-simbol A, E, I, O, U dan X

Tabel 6.4 Hubungan Tingkat Keterkaitan Antar Departemen

Ke \ Dari		Ke								
		Ruang tamu	Ruang waiters	Ruang kasir	Ruang dapur	Tempat cuci	Gudang	Ruang kariawan	Mushola	Toilet
No	Departemen	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Ruang tamu	A	A	A	A	U	U	U	O	I
2	Ruang waiters	A	A	A	A	I	O	U	U	U
3	Ruang kasir	A	A	A	O	U	U	O	U	I
4	Ruang dapur	A	A	O	A	A	U	U	U	U
5	Tempat cuci	U	I	U	A	A	U	U	U	U
6	Gudang	U	O	U	U	U	A	U	U	U
7	Ruang Karyawan	U	U	U	U	U	U	A	O	I
8	Mushola	O	U	O	U	U	U	O	A	I
9	Toilet	I	U	I	U	U	U	I	I	A

Pengolahan Data

Setelah semua data yang dibutuhkan telah dikumpulkan, maka selanjutnya diolah berdasarkan teori perancangan tata letak cafe home 232 dan klarifikasi penempatan departemen berdasarkan metode From To Chart (FTC) dan Activity Relation Ship Chart (ARC)

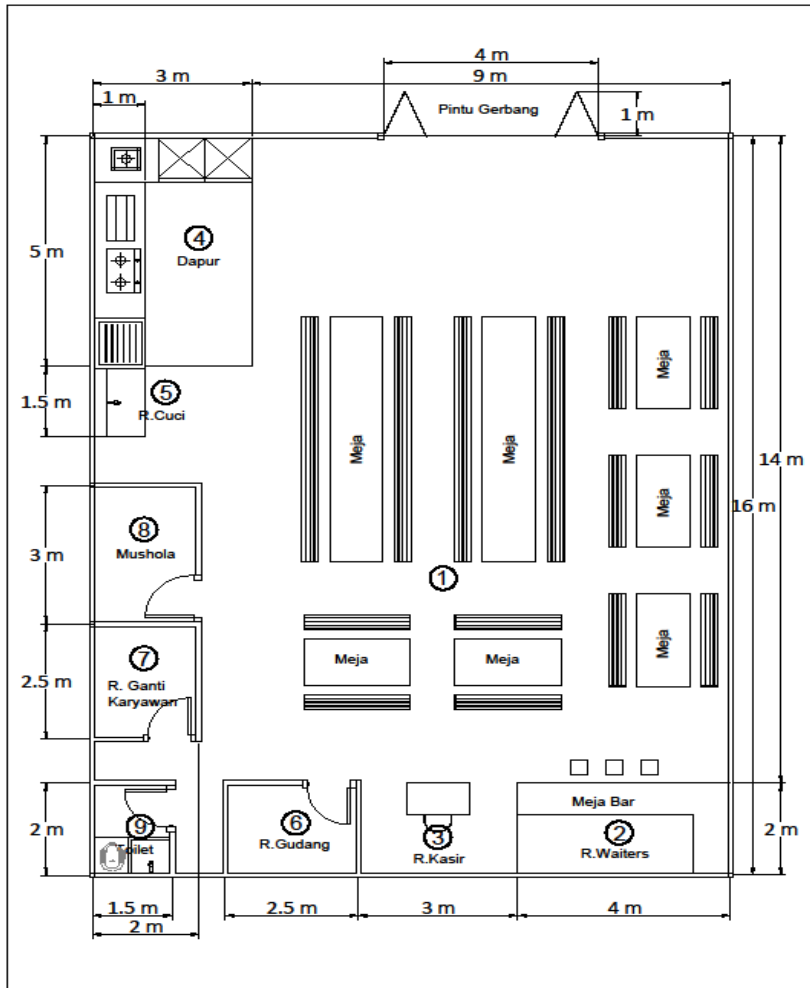
Perhitungan Metode From To Chart

From to chart disebut juga dean trip frekuensi chart adalah metode konvensional yang sering digunakan untuk perencanaan tata letak. Metode ini sangat berguna untuk perencanaan apabila departemen yang mengalir pada suatu okasi berjumlah banyak seperti cafe, kantor, atau fasilitas lainnya

Adapun data yang dimasukkan kedalam matrik berbagai bentuk yang antara lain sebagai berikut:

- Jumlah kegiatan antar kegiatan
- Jumlah bahan yang akan di pindahkan
- Kombinasi dari jumlah, waktu, dan berat setiap satuan
- Presentase dari tiap kegiatan terhadap kegiatan-kegiatan sebelumnya.

From To Chart dibagi menjadi 3, yaitu: From To Chart Frekuensi, From To Chart Inflow, dan From To Chart Outflow.



Gambar 6.3 Layout Awal Cafe Home 232

Keterangan gambar:

1. Ruang tamu : ruang makan/minum untuk pelanggan/customer cafe
2. Ruang waiters : ruang persiapan minuman
3. Ruang kasir : ruang untuk transaksi dengan pelanggan
4. Ruang dapur : ruang memasak dan persiapan makanan
5. Ruang cuci : ruang untuk mencuci gelas, piring, dan peralatan dapur dan minuman
6. Ruang gudang : ruang untuk menyimpan barang, seperti meja dan bangku dan fasilitas cafe lainnya
7. Ruang karyawan : ruang ganti karyawan atau disebut juga dengan loker
8. Mushola : ruang untuk beribadah
9. Toilet : ruang untuk tempat buang air besar dan kecil, cuci tangan dan muka.

Jarak Lintas

Data panjang jarak lintas konsumen dan jarak lintas material yang dilalui menggunakan rumus sebagai berikut:

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$$

Tabel 6.5 Panjang Jarak Konsumen Cafe Home 232

No	Departemen	Jarak Lintas	Jarak (M)
1	A-C-B	7+2.5+2	11,50
2	A-E-H	7+2.25+1.5	10,75
3	A-C-F-I	7+2.5+2.2+1	13,00
Total			35,25

Tabel 6.6 Panjang Jarak Material Cafe Home 232

No	Departemen	Jarak Lintas	Jarak (M)
1	B-C-A	2+2.5+7	11,50
2	B-C-F	2+2.5+1.25	5,75
3	B-C-F-I	2+2.5+2.5+0.7	7,75
4	B-C-F-I-G	2+2.5+2.5+2.5+1.25	10,75
5	B-C-F-I-G-H-E	2+2.5+2.5+2.5+2.5+3+0.75	15,75
6	D-E-A	2.5+2.25+4.5	9,25
7	D-E-H	2.5+1.5+1.5	5,50
8	D-E-H-G	2.5+1.5+3+1.25	8,25
9	D-E-H-G-I	2.5+1.5+3+1.25+1	10,50
10	D-E-H-G-I-F	2.5+1.5+3+2.5+2.5+1.25	13,25
Total			98,25

Jadi panjang jarak lintasan konsumen keseluruhan adalah 35,25 m dan panjang jarak lintasan material adalah 98,25 m, sehingga jarak lintasan pada kondisi awal adalah 133,5 m

Analisis untuk Usulan Perbaikan Layout

Pada kondisi awal lantai departemen, tata letak Cafe Home 232 terdapat beberapa departemen yang seharusnya berdekatan sesuai urutan prosesnya justru diletakkan berjauhan hal ini menyebabkan jarak perpindahan material semakin panjang sehingga menyebabkan momen perpindahan yang terjadi.

Departemen waiters dan dapur seharusnya berdekatan, pada kondisi awal justru diletakkan berjauhan, akibatnya momen perpindahan menjadi tinggi.

Activity Relationship Chart

Dalam perencanaan tata letak, analisis aliran material lebih cenderung untuk mendapatkan atau mengetahui biaya dari pemindahan material, jadi dalam hal ini lebih bersifat kuantitatif sedangkan analisis yang bersifat kualitatif dalam perencanaan tata letak dapat di gunakan apa yang dinamakan activity relationship chart (ARC).

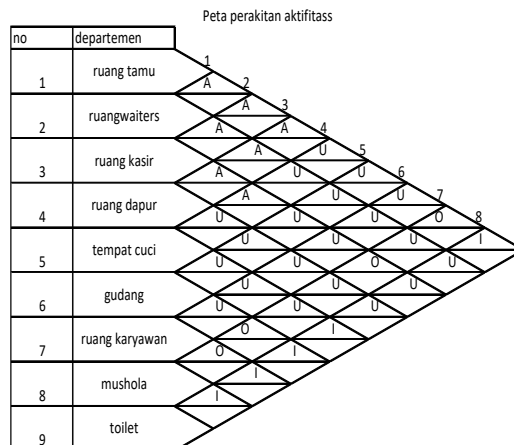
Berdasarkan langkah pengaturan departemen sesuai dengan nilai hubungan kedekatan atau TCR (Total Closeness Rating). Perhitungan TCR dilakukan berdasarkan data kualitatif ARC yang di konversikan dalam angka.

Pada ARC terdapat perubahan atau variabel untuk menggantikan angka-angka yang bersifat kuantitatif. Variabel tersebut berupa simbol-simbol yang melambangkan derajat keterdekatan antara departemen satu dengan departemen yang lainnya. Simbol-simbol yang di gunakan untuk menunjukkan derajat keterkaitan aktifitas adalah sebagai berikut:

Tabel 6.7. Konversi nilai ARC

Kode Huruf	Arti Kedekatan	Nilai
A	Mutlak Didekatkan	32
E	Sangat Penting Didekatkan	16
I	Penting Didekatkan	8
O	Biasa	4
U	Tidak Penting Didekatkan	2
X	Tidak Dihendaki Berdekatan	-32

Adapun penggambaran *Activity Relationship Chart* (ARC) antar departemen pada rantai produksi dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 6.4 Diagram Peta Keterkaitan Departemen Cafe Home 232

Pada Gambar 6.4 dapat dilihat departemen yang seharusnya memiliki hubungan kedekatan tapi pada kondisi aktualnya justru dipisahkan dengan departemen lain yang bukan tujuan dari departemen tersebut.

Demikian juga dilakukan keterkaitan hubungan antara departemen yang memiliki hubungan urutan kedekatan dengan memperhatikan Gambar 6.4 hubungan keterkaitan antar departemen dapat dilihat pada tabel 6.8.

Tabel 6.8 Hubungan Tingkat Keterkaitan Antar Departemen Cafe Home 232

Ke Dari		ruang tamu	ruang waiters	ruang kasir	ruang dapur	tempat cuci	Gudang	ruang kariawan	mushola	Toilet
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
No	Departemen									
1	Ruang Tamu		A	A	A	U	U	U	O	I
2	Ruang waiters	A		A	A	I	O	U	U	U
3	Ruang Kasir	A	A		O	U	U	O	U	I
4	Ruang Dapur	A	A	O		A	U	U	U	U
5	Tempat Cuci	U	I	U	A		U	U	U	U
6	Gudang	U	O	U	U	U		U	U	U
7	Ruang Karyawan	U	U	U	U	U	U		O	I
8	Mushola	O	U	O	U	U	U	O		I
9	Toilet	I	U	I	U	U	U	I	I	

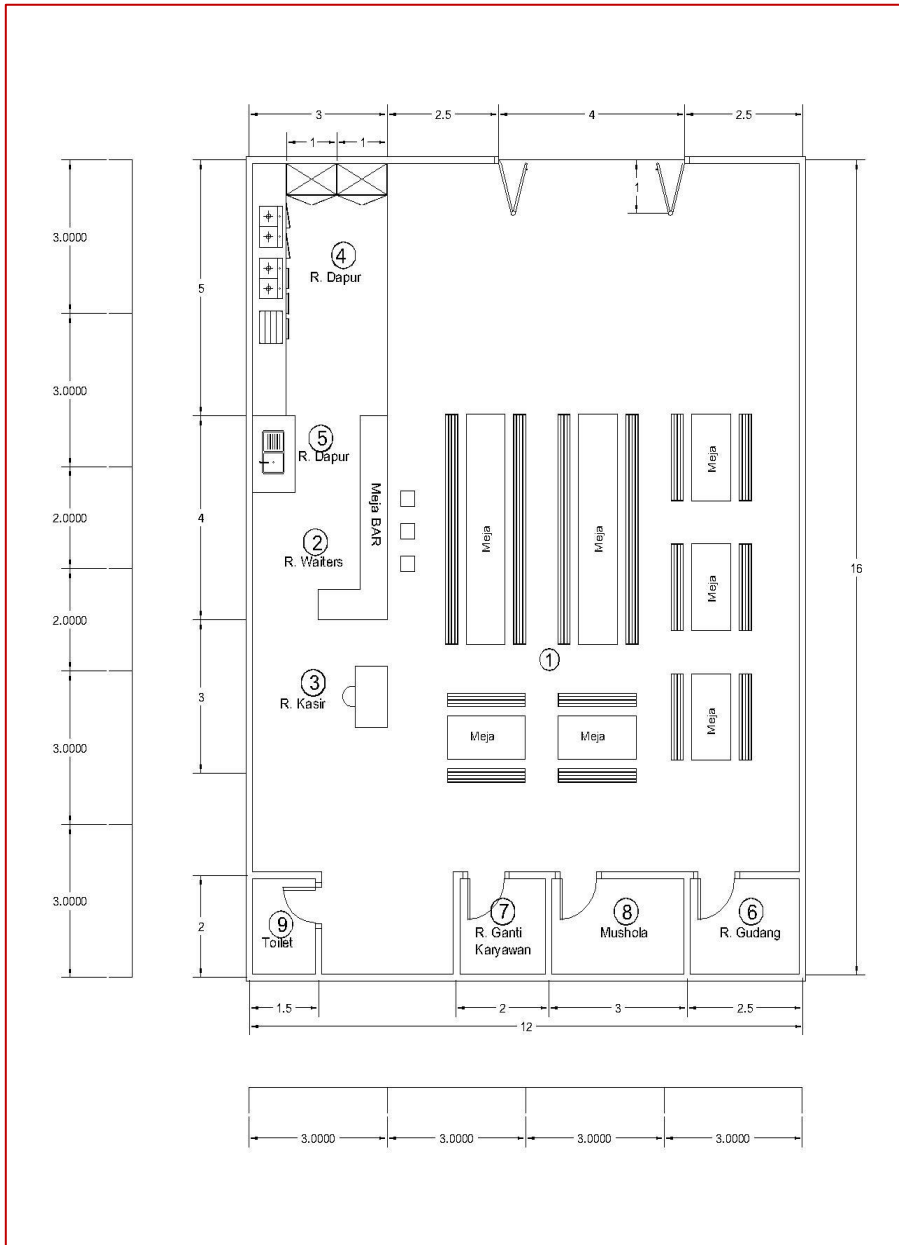
Adapun cara mendapatkan nilai TCR adalah dengan memperhatikan hubungan antara departemen yang satu dengan departemen-departemen yang lain yang dapat dilihat pada ARC. Departemen yang diletakkan pertama sekali adalah departemen yang memiliki jumlah TCR yang paling besar. Bila lebih dari satu, yang memiliki hubungan "A" yang paling banyak yang ditempatkan dahulu. Sedangkan urutan selanjutnya ditentukan dari jumlah departemen yang memiliki hubungan "A" dengan departemen yang telah diletakkan sebelumnya bila lebih dari satu, pilih yang memiliki nilai TCR yang paling besar. Perhitungan TCR dilihat pada Tabel 6.9.

Tabel 6.9 Perhitungan TCR Cafe Home 232

Dari		Ke		Ruang tamu	Ruang waiters	Ruang kasir	Ruang dapur	Tempat cuci	Gudang	Ruang kariawan	Mushola	Toilet	TCR
No	Departemen	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	A	Ruang Tamu	32	32	32	2	2	2	4	8	114		
2	B	Ruang Waiters	32	32	32	8	4	2	2	2	114		
3	C	Ruang Kasir	32	32	4	2	2	2	4	8	86		
4	D	Ruang Dapur	32	32	4	32	2	2	2	2	108		
5	E	Tempat Cuci	2	8	2	32	2	2	2	2	52		
6	F	Gudang	2	4	2	2	2	2	2	2	18		
7	G	Ruang Karyawan	2	2	2	2	2	2	4	8	52		
8	H	Mushola	4	2	4	2	2	2	4	8	18		
9	I	Toilet	8	2	8	2	2	2	8	8	40		
Total												602	

Pembuatan Layout Usulan

Layout usulan untuk Cafe Home 232 dengan mempertimbangkan pengolahan data dan analisisnya adalah sebagai berikut:



Gambar 6.5 Layout Usulan Cafe Home 232

Jarak Lintas

Jarak lintasan konsumen dan jarak lintasan konsumen berdasarkan layout usulan Cafe Home 232 dapat dijelaskan seperti pada tabel 6.10 dan tabel 6.11.

Tabel 6.10 Jarak lintasan konsumen Layout Usulan Cafe Home 232

No	Departemen	Jarak Lintas (m)	Jumlah
1	A-B	4.5+1	5.5
2	A-C-B	4.5+1+2	7.5
3	A-H-G-I	7+3+2.75+1.5	14
Total			27

Tabel 6.11 jarak lintasan material Layout Usulan Cafe Home 232

No	Departemen	Jarak Lintas	Jumlah (m)
1	B-C-I	2+3+2	7
2	B-C-I-G	2+3+2.5+1.5	8.75
3	B-C-I-G-H	2+3+2.5+2.5+1.5	11.5
4	B-C-I-G-H-F	2+3+2.5+2.5+3+1.25	14.25
5	D-B-C	2.5+4+1.5	8
6	D-B-C-I	2.5+4+3+2	11.25
7	D-B-C-I-G	2.5+4+3+2.5+1.5	13.25
8	D-B-C-I-G-H	2.5+4+3+2.5+2.5+1.5	16
Total			89.75

Jadi panjang jarak lintasan konsumen keseluruhan adalah 27 m, dan panjang jarak lintasan material adalah 89.75 m, sehingga jarak lintasan pada kondisi usulan adalah 125 m

Analisis dan Pembahasan

Hasil penelitian dapat di perbandingan bahwa perencanaan layout di peroleh panjang jarak kondisi awal dan panjang lintasan usulan adalah sebagai berikut:

Tabel 6.12 Perbandingan Jarak Lintas Awal dan Usulan

No	Kondisi	Lintasan	Jarak (m)	Jumlah Jarak (m)
1	awal	konsumen	35.25	133.50
		material	98.25	
2	usulan	konsumen	27.00	116.75
		material	89.75	
Selisih Jarak				16.75

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perencanaan layout diperoleh panjang jarak lintasan pada kondisi awal sebesar 133.5 m. Sedangkan pada jarak lintasan usulan dengan menggunakan metode From To Chart (FTC) dan Activity Relationship Chart (ARC) dapat meminumkan panjang jarak lintasan sebesar 116.75 m
- b. Rancangan layout restoran masih mengacu pada layout awal (tidak merubah posisi tangga dan tempat parkir atau disesuaikan dengan lokasi sesungguhnya), dan juga Analisa layout berdasarkan perbedaan penempatan departemen/ ruangan kerja pada layout awal dan layout hasil usulan dengan metode ARC, selanjutnya dirujukan pada tabel hubungan kuitatif antar departemen hasil dari kuisoner

DAFTAR PUSTAKA

- Apple, J.M. 1990. **Tata Letak pabrik dan Pемindahan Barang**. Edisi Tiga. Bandung : Penerbit Institut Teknologi Bandung.
- Assauri, S. 2008. **Manajemen Produksi dan Operasi**. Penerbit : Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Heizer, J. dan B. Render. 2006. **Manajemn Operasi**, Edisi Ketujuh. Salemba Empat, Jakarta.
- Heru Winarko, 2015, **Analisis Tata Leak Fasilitas Ruang Fakultas Universitas Serang Raya dengan Menggunakan Metode ARC**.
- Mandagie K. L. 2009. Dosen Teknik Indutri, **DiktatTata Letak Pabrik Plan Layout**, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta.
- Nadia Dini Safitri, 2017, **Analisis Perancangan Tataletak Fasilitas Produksi**.
- Purnomo, Hari. 2004. **Perencanaan dan Perancangan Fasilitas**, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Tim Penyusun Kamus Pusat Bahasa. 2005. **Kamus Besar Bahasa Indonesia**. Jakarta: Balai Pustaka.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. **Tata Letak Pabrik Dan Pемindahan Barang**. Edisi Ketiga. Guna Widya. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- https://id.wikipedia.org/wiki/Kopi#cite_note-7.

BAB 7

PERANCANGAN TATA LETAK GUDANG PRODUK JADI CAT DENGAN METODE DEDICATED STORAGE DI PT. AKZONOBEL CAR REFINISHES INDONESIA.

SUWARNO, BASUKI ARIANTO DAN KAREL L. MANDAGIE

Email: warno1332@gmail.com

Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta.

ABSTRACT

PT. Akzonobel Car Refinishes Indonesia is a car paint factory located in East Jakarta that has a finished warehouse located in the area of the factory. The problems faced are irregularities in the laying of products, this will hamper the search process and movement which is quite high so that the use of space becomes less effective and many are not in accordance with the warehouse layout system, it will be improved warehouse layout with Dedicated storage method.

This research was conducted by collecting data on warehouse area, box dimensions on each product, material handling dimensions, car paint product data in the period October-December 2018. Then calculating the development of warehouse needs which included storage space requirements, warehouse area, activity retrieval of goods, distance calculation by rectilinear distance method and classification of goods based on the frequency of ABC analysis.

The results of the analysis and discussion of the new warehouse with the dedicated storage method and the results of ABC analysis classifications consisting of classification A: Clear, Putty, and Thiner, while classification B: Hardener and classification C: Toner. The mileage calculation of material handling processes becomes more efficient, which is reduced from 58,065m / month to 46,440m / month or there is efficiency of 20.02%.

Keywords: Dedicated storage method, Warehouse Layout, rectilinear distance

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan saat ini membuat banyak perusahaan mengurangi atau bahkan menghapus adanya tempat penyimpanan (gudang) karena dianggap menambah biaya yang harus dikeluarkan. Gudang merupakan tempat penyimpanan barang, tetapi banyak aktivitas yang terjadi di dalam proses pengambilan bahan dari masuk sampai

keluar dari gudang. Jenis gudang yang terdapat pada perusahaan yaitu gudang bahan baku utama, gudang bahan baku penunjang dan gudang barang jadi.

Penataan gudang yang baik juga dibutuhkan oleh PT AkzoNobel Car Refinishes Indonesia bergerak di bidang industri pelapisan dan cat, khususnya cat untuk perbaikan kendaraan. Perusahaan didirikan pada tahun 1995 dan beralamat di Jl. Raya Pulogadung no. 37, Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta, Indonesia. Oleh karena itu penataan gudang produk cat yang belum optimal di PT AkzoNobel Car Refinishes Indonesia, seperti belum adanya label untuk mengidentifikasi produk cat di setiap rak dan tata letak produk yang belum baik sehingga memperlambat proses pencarian barang yang diminta, dan sudah ada pengklasifikasian barang menurut jenisnya tetapi produk cat diletakkan secara sembarang, kurang teratur, dan belum baik.

Metode *Dedicated Storage* diharapkan bisa meberikan solusi untuk masalah di gudang produk jadi PT AkzoNobel dengan mempertimbangkan jenis produknya, tata letak barang yang pasti dan tidak berpindah akan lebih cepat dalam proses *Material Handling*.

METODE

Konsep Tata Letak

Penyimpanan Barang Menurut Hadiguna (2008), tujuan perencanaan tata letak gudang adalah sebagai berikut:

- a. Utilitas luas lantai secara efektif.
- b. Menyediakan pemindahan bahan yang efisien.
- c. Meminimalisasi biaya penyimpanan pada saat menyediakan tingkat pelayanan yang dibutuhkan.
- d. Mencapai fleksibilitas maksimum.
- e. Menyediakan *housekeeping* yang baik.

Untuk mencapai tujuan di atas, terdapat prinsip-prinsip (konsep) mengenai tata letak penyimpanan barang, yaitu (Hadiguna, 2008):

- a. Kepopuleran (*Popularity*), *Popularity* merupakan prinsip meletakkan item yang memiliki *accessibility* terbesar di dekat titik I/O (titik Input-Output) tertentu.
- b. Kemiripan (*Similarity*), *Similarity* (kemiripan) item yang disimpan, yaitu item yang diterima dan dikirim bersama harus disimpan bersama-sama pula.
- c. Ukuran, Komponen-komponen kecil yang disimpan dalam gudang yang dirancang khusus untuk komponen-komponen besar akan sangat membuang-buang luas lantai gudang.
- d. Karakteristik, contoh: Material mudah rusak, Material mudah hancur, Material berbahaya, Zat kimia yang mudah bereaksi.

Jenis Layout Gudang

Berdasarkan arus keluar masuk barang, terdapat beberapa bentuk *layout* gudang yang dapat diterapkan, yaitu:

- a. Arus garis lurus sederhana, Dengan menggunakan *layout* arus garis lurus sederhana, arus barang akan berbentuk garis lurus. Proses keluar masuk barang tidak melalui lorong/gang yang berkelok-kelok sehingga proses penyimpanan dan pengambilan barang relatif lebih cepat. Lokasi barang yang disimpan dibedakan antara barang yang bersifat *fastmoving* dan *slowmoving*. Barang yang bersifat *fastmoving* disimpan di lokasi yang dekat dengan pintu keluar. Sebaliknya, barang yang bersifat *slowmoving* disimpan di lokasi yang dekat dengan pintu masuk.
- b. Arus "U", Dengan menggunakan *layout* arus "U", Arus barang berbentuk "U". Proses keluar masuk barang melalui lorong/gang yang berkelok-kelok sehingga proses penyimpanan dan pengambilan barang relatif lebih lama. Lokasi barang yang akan disimpan dibedakan antara barang yang bersifat *fastmoving* dan *slowmoving*. Barang yang bersifat *fastmoving* disimpan di lokasi yang dekat dengan pintu keluar. Sebaliknya barang yang bersifat *slowmoving* disimpan di lokasi yang dekat dengan pintu masuk.
- c. Arus "L", Dengan menggunakan *layout* arus "L", arus barang berbentuk "L" dan proses keluar masuk barang melalui lorong/gang yang tidak terlalu berkelok-kelok sehingga proses penyimpanan dan pengambilan barang relatif cepat. Lokasi barang yang akan disimpan dibedakan antara barang yang bersifat *fastmoving* dan *slowmoving*. Barang yang bersifat *fastmoving* disimpan di lokasi yang dekat dengan pintu keluar. Sebaliknya barang yang bersifat *slowmoving* disimpan di lokasi yang dekat dengan pintu masuk.

Kebijakan Penyimpanan dalam Gudang

Beberapa kebijakan (metode) penyimpanan yang biasa digunakan menurut Francis & White (1992), antara lain:

- a. **Metode *Dedicated Storage***, *Dedicated storage* atau yang disebut juga sebagai lokasi penyimpanan yang tetap (*fixed slot storage*), menggunakan penempatan lokasi atau tempat simpanan yang spesifik untuk tiap barang yang disimpan. Hal ini dikarenakan suatu lokasi simpanan diberikan pada satu produk yang spesifik.
- b. **Metode *Randomized Storage***, *Randomized storage* yang juga disebut sebagai petak penyimpanan yang tersebar (*floating slot storage*), membuat lokasi penyimpanan untuk produk tertentu berubah atau "mengambang" setiap waktu. Dalam prakteknya, *randomized storage* didefinisikan seperti berikut. Saat barang datang untuk disimpan barang itu ditempatkan di lokasi memungkinkan yang terdekat retrieval dilakukan berbasis *first-in, first-out*.

- c. **Metode *Class-based Dedicated Storage***, Aturan lokasi penyimpanan ini berada di antara aturan *dedicated storage* dan *randomized storage*. *Class-based storage* ini didasarkan pada hukum Pareto dengan memperhatikan level aktivitas storage dan retrieval (S/R) yang dikembangkan untuk item berbeda. Dalam gudang 80 % aktivitas S/R diberikan pada 20 % dari item, 15 % pada 30 % dari item, dan yang terakhir 5 % aktivitas S/R pada 50 % dari item. Item yang masuk diklasifikasikan pada tiga kelas sebagai A, B, dan C, berdasarkan level aktivitas S/R (dari tinggi ke rendah) dikembangkan. Untuk meminimumkan waktu/ jarak yang dihabiskan dalam *storage* dan *retrieval*, kelas A diletakkan terdekat dengan *input/output point*, selanjutnya kelas B, dan kelas C yang terjatuh (Francis & White, 1992).
- d. **Metode *Shared Storage***, Metode *shared storage* bisa dianggap sebagai sistem pemindahan barang yang cepat terhadap suatu produk, jika masing-masing palet diisi di dalam area gudang yang berbeda dari waktu ke waktu. Tergantung pada jumlah dari produk di dalam gudang pada waktu pengiriman tiba, akan mungkin bahwa 5 palet yang terisi akan berada di ruang simpan hanya 1 hari. Sedangkan 5 palet yang lain di dalam pengiriman yang sama akan berada di gudang untuk 20 hari. Dari perspektif terhadap posisi ruang simpan di dalam gudang, 5 palet akan bersifat sangat cepat berpindah; palet sisa dipandang menjadi lebih lambat, mungkin perpindahan bersifat sedang. *Shared storage* dapat mengambil keuntungan dari perbedaan-perbedaan yang tidak bisa dipisahkan yaitu lamanya waktu dari palet secara individu untuk tinggal di dalam gudang (Francis & White, 1992).

Perhitungan frekuensi penyimpanan dan pengeluaran gudang (t_j)

$$t_j = \frac{\text{aktivitas penerimaan rata - rata per hari}}{\text{jumlah pemindahan sekali angkut}} + \frac{\text{aktivitas pengiriman rata - rata per hari}}{\text{jumlah pemindahan sekali angkut}}$$

Ukuran Jarak

- Jarak *Euclidean* : $d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{1/2}$
 - Jarak *Rectilinear* : $d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$
 - Square Euclidean* : $d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]$
- Di mana: X_i = koordinat x pada pusat fasilitas i
 Y_i = koordinat y pada pusat fasilitas i
 d_{ij} = jarak antara pusat fasilitas i dan j

Prinsip Klasifikasi ABC

- a. Kategori A, Kategori ini termasuk jenis barang dengan penyerapan dana sekitar 80% dari seluruh modal yang disediakan untuk inventori dan kuantitas barangnya sekitar 20% dari semua jenis barang yang dikelola.
- b. Kategori B, Kategori ini termasuk jenis barang dengan penyerapan dana sekitar 15% dari seluruh modal yang disediakan untuk inventori (sesudah kategori A), sedangkan kuantitas barangnya sekitar 30% dari semua jenis barang yang dikelola.
- c. Kategori C, Kategori ini termasuk jenis barang dengan penyerapan dana sekitar 5% dari seluruh modal yang disediakan untuk inventori (yang tidak termasuk kategori A dan B) dan kuantitas barangnya sekitar 50% dari semua jenis barang yang dikelola.

HASIL DAN PEMBAHASAN

PT. Akzo Nobel *Car Refinishes* Indonesia adalah perusahaan multinasional yang bergerak dalam bidang cat dan kimia. Perusahaan ini bermarkas di Amsterdam, Belanda. Perusahaan ini aktif di 80 negara dan mempekerjakan sekitar 50.000 orang. Penjualan pada tahun 2007 sekitar EUR 14 miliar. PT. Akzo Nobel *Car Refinishes* Indonesia bergerak di bidang industri pelapisan dan cat, khususnya cat untuk perbaikan kendaraan. Perusahaan didirikan pada tahun 1995 dan berlokasi di Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur. PT. Akzo Nobel *Car Refinishes* Indonesia adalah perusahaan cat dan pelapis global terkemuka dan produsen utama bahan kimia khusus.

PT. Akzo Nobel *Car Refinishes* Indonesia menyediakan industri dan konsumen di seluruh dunia dengan produk inovatif dan sangat antusias untuk mengembangkan jawaban berkelanjutan bagi pelanggan kami. Portofolio kami mencakup merek-merek terkenal seperti *sikkens* dan *wanda*. Berkantor pusat di Amsterdam, Belanda, PT. Akzo Nobel *Car Refinishes* Indonesia secara konsisten digolongkan sebagai salah satu pemimpin di bidang keberlanjutan. Dengan beroperasi di lebih dari 80 negara, 50.000 orang di seluruh dunia berkomitmen untuk memberikan produk dan teknologi terkemuka untuk memenuhi tuntutan pertumbuhan dunia PT. Akzo Nobel *Car Refinishes* Indonesia yang cepat berubah.

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada saat penelitian tersebut berupa data pengukuran gudang, alat *material handling*, data jenis-jenis barang yang ada pada gudang, data pengamatan langsung, dan juga berdasarkan wawancara dengan karyawan PT AkzoNobel Car Refinishes Indonesia.

Luas gudang

Luas pada gudang barang jadi cat di PT AkzoNobel Car Refinishes Indonesia yang beralamat di Jala raya Pulogadung No.37, Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta dengan ukuran dimensinya panjang 36 m x lebar 18 m = 648 m².

Alat

Alat yang digunakan untuk pengangkutan pemindahan barang yaitu menggunakan *handtruck* (troli), *Reachtruck* dan *Forklift* untuk pemindahan barang masuk peletakan sampai barang keluar untuk memudahkan pengangkutan dan pengiriman.

Data Produk

Tabel 7.1 Data Produk PT Akzo Nobel Car Refinishes Indonesia Periode Oktober-Desember 2018

No	Nama Jenis Cat	Kemasan	Ukuran Karton (mm)	Berat (kg)
1	Toner	2x1L	230 x 120 x 145	2
2	Thiner	4x5L	345 x 220 x 340	20
3	Hardener	6x1L	240 x 200 x 210	6
4	Putty	4x1L	330 x 330 x 130	4
5	Clear	4x5L	345 x 220 x 340	20

Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data transaksi produk, maka dapat dilakukan perhitungan klasifikasi ABC.

- Klasifikasi A. Produk yang diklasifikasikan dalam klasifikasi A adalah produk yang total akumulasi transaksinya mencapai 80% dari total seluruh transaksi selama 3 periode sehingga rumus klasifikasi A = 80% x transaksi keluar seluruh produk.
- Klasifikasi B. Produk yang diklasifikasikan dalam klasifikasi B adalah produk yang total akumulasi transaksinya mencapai 15% dari total seluruh transaksi selama 3 periode sehingga rumus klasifikasi B = 15% x transaksi keluar seluruh produk.
- Klasifikasi C. Produk yang diklasifikasikan dalam klasifikasi C adalah produk yang total akumulasi transaksinya mencapai 5% dari total seluruh transaksi selama 3 periode sehingga rumus klasifikasi C = 5% x transaksi keluar seluruh produk.

Dari hasil data produk keluar di klasifikasikan berdasarkan frekuensi jumlah barang periode Oktober-Desember 2018, terlihat produk yang diklasifikasikan yang tertinggi hanya diatas 19% maka dalam klasifikasi A ada 3 jenis diatas 19.43%, dan 16,19% diklasifikasi B ada 1 jenis dan terkecil 5.32% diklasifikasi C ada 1 jenis.

Tabel 7.2 Hasil Klasifikasi Produk PT AkzoNobel Car Refinishes Indonesia

No	Nama	Total 3 Bulan	Rata-Rata Perbulan	Proporsi Produk (%)	Klasifikasi
1	Toner	369	123	5,58%	C
2	Thiner	1796	599	27,18%	A
3	Hardener	1075	358	16,24%	B
4	Putty	1284	428	19,42%	A
5	Clear	2087	696	31,58%	A
Total		6611	2204	100,00%	

Kebutuhan Ruang Area Penyimpanan Awal

Dari hasil pengolahan data, luas area yang dibutuhkan untuk barang adalah 485 pallet. Jadi total yang dibutuhkan untuk menyimpan produk $485 \times 0.96 \text{m}^2 = 465.6 \text{m}^2$.

Kebutuhan Lebar Gang

Dalam sebuah gudang perlu memperhatikan gang. Untuk menentukan lebar gang diperoleh dari besarnya *materal handling* yang digunakan yaitu *reachtruck*, yang dilakukan dalam menentukan lebar gang pengambilan barang diperoleh dari lebarnya *reachtruck* dan untuk gang utama agar dapat mencakup 2 *reachtruck* berlawanan akan akan didapat dari 2x lebar *reachtruck*.

Dimensi *reachtruck* : Panjang = 2,50
 Lebar = 1,25

Lebar gang yang dibutuhkan untuk lalu lintas *reachtruck* dan supaya dapat untuk berlawanan arah.

Lebar = $1,25 \times 2 = 2,5 \text{m}$

Dari lebar 2 *reachtruck* diperoleh 2,5m maka untuk gang utama agar dapat berlawanan arah standarnya menjadi 2,8m. sedangkan lebar gang yang ada 3,24m jadi sudah mencukupi untuk 2 *reachtruck*.

Luas Palet

Perhitungan Luas palet yang tiap palet dapat menampung barang berdasarkan tabel 4.6 ditentukan berdasarkan box yang nantinya akan dapat menentukan kebutuhan slot tiap rak, yang ukuranya paling besar adalah ukuran box kemasan 4x5L

Palet : $11 \times (p \times l)$
 : $11 \times (0.345 \times 0.22) = 0.835 \approx 1 \text{ m}^2$ tinggi palet : 10cm

Maka untuk ukuran palet diambil yang paling besar yaitu 0.835m sedangkan pallet yang digunakan saat ini yaitu mempunyai panjang 1,2m dan lebar 0,8m atau 0.96m, jadi ukuran pallet masih memenuhi standar.

Perhitungan Aktivitas (*Throughput*)

Aktivitas tiap jenis produk berdasarkan rata-rata masuk dan rata-rata keluar perbulan sebagai berikut:

Tabel 7.3 Aktivitas Tiap Jenis Produk Berdasarkan Rata-Rata Masuk dan Rata-Rata Keluar tiap Bulan

No	Nama	Kemasan	Kapasitas Per Pallet	Rata-Rata Masuk Perbulan	Rata-Rata Keluar Perbulan	Aktivitas
1	Toner	2x1L	420	123	115	91
2	Thiner	4x5L	132	599	590	324
3	Hardener	6x1L	480	358	350	62
4	Putty	4x1L	120	428	420	64
5	Clear	4x5L	132	696	687	419
Total				2204	2162	960

Dari hasil perhitungan aktivitas perbulan dapat dilihat pada masing-masing aktivitas dalam tabel diatas. Dari hasil total aktivitas menjadi 960 aktivitas perbulan dari total semua barang.

Perhitungan *Space* yang Dibutuhkan

Kebutuhan *space* tiap jenis produk seperti terlihat pada tabel 4 adalah sebagai berikut:

Tabel 7.4 Kebutuhan *Space* Tiap Jenis Produk

No	Nama	Kemasan	Kapasitas Per Blok	Rata-Rata Masuk Perbulan	Jumlah Jenis	Space
1	Toner	2x1L	420	123	161	47
2	Thiner	4x5L	132	599	36	163
3	Hardener	6x1L	480	358	42	31
4	Putty	4x1L	120	428	9	32
5	Clear	4x5L	132	696	40	211
Total				2204	288	485

Peletakan Barang Usulan

Setelah mengetahui kebutuhan ruang dan besar gang maka dapat diatur sedemikian rupa susunan peletakan area penyimpanan barang pada gudang berdasarkan kebutuhan ruang (lebar gang dan luas area penyimpanan). Desain peletakan area penyimpanan lama dan area penyimpanan usulan berdasarkan frekuensi barang keluar paling banyak hasil dari metode analisis ABC, barang akan diurutkan berdasarkan klasifikasi A frekuensi jumlah penjualannya terbanyak, klasifikasi B frekuensi penjualannya sedang, dan C yang frekuensi penjualannya sedikit.

Urutan Klasifikasi Barang dengan Analisis ABC seperti tabel berikut:

Tabel 7.5 Urutan Klasifikasi Produk berdasarkan Analisis ABC

No	Nama	Klasifikasi	Kode Barang
1	Clear	A	Cl
2	Putty	A	P
3	Thiner	A	Ti
4	Hardener	B	H
5	Toner	C	To

Dari hasil urutan klasifikasi analisis ABC dalam periode Oktober-Desember tabel diatas barang pada klasifikasi A (*Clear, Putty, dan Thiner*) atau barang yang akan diprioritaskan dengan jarak paling dekat dengan gerbang/pintu masuk pada tata letak usulan. Semua barang dikodekan agar lebih mudah dalam membaca peletakan barang.

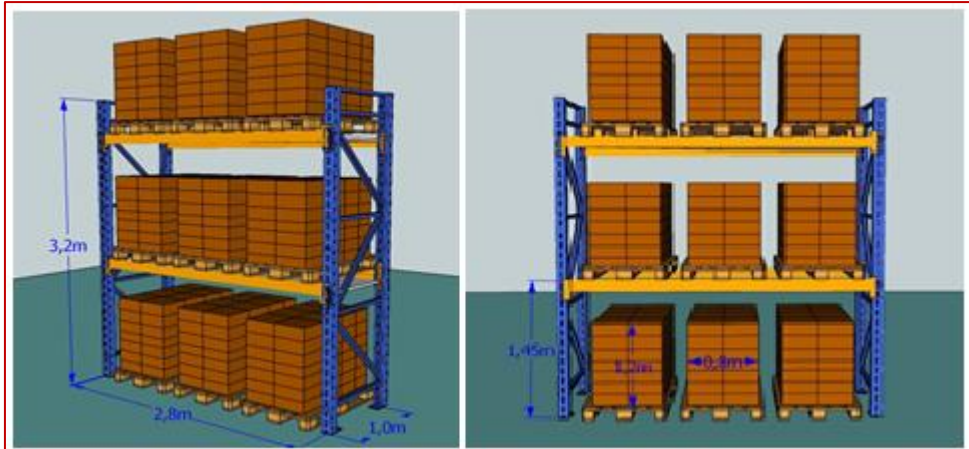


Keterangan warna dan kode:

	: Klasifikasi A
	: Klasifikasi B
	: Klasifikasi C

Gambar 7.1 Tata Letak Usulan Penempatan Produk Cat PT Akzo Nobel Car Refinishes Indonesia

Penempatan barang-barang di rak berdasarkan tata letak usulan dapat dilihat pada gambar 7.2.



Gambar 7.2 Penempatan Produk Cat di Rak Berdasarkan Tata Letak Usulan

jarak Tempuh Area Penyimpanan

Jarak yang ditempuh berdasarkan tata letak awal Produk Cat pada PT Akzo Nobel Car Refinishes Indonesia dapat dilihat pada tabel

Tabel 7.6 Jarak Yang Ditempuh Area Penyimpanan Berdasarkan Tata Letak Awal

No	Kode Barang	Jarak (M) X+Y		Aktivitas per Bulan	Total Jarak per Bulan (M)
		x	y		
1	To	23.8	38	91	5638,22
2	Ti	23.8	38	324	20040,05
3	H	23.8	38	62	3829,51
4	P	23.8	18	64	2658,48
5	C	23.8	38	419	25899,82
Total				960	58065,08

Setelah menghitung jarak tempuh material handling awal setiap jenis barang dan peletakan di gudang dapat pada dilihat tabel diatas dengan total perhitungan 1 bulan adalah 58.065,08 m. Setelah perhitunga tata letak awal akan dilakukan perhitungan jarak *material handling* tata letak usulan untuk perbandingan dan mengetahui efisiesi jika mengguna metode analisis ABC . Jarak yang ditempuh setelah tata letak usulan:

Tabel 7.7 Jarak Yang Ditempuh Area Penyimpanan Berdasarkan Tata Letak Usulan

No	Kode barang	Jarak (m) x+y		Aktivitas per Bulan	Total Jarak per Bulan (m)
		x	y		
1	To	23.8	38	91	5638,22
2	Ti	23.8	28	324	16797,30
3	H	23.8	38	62	3828,51
4	P	23.8	18	64	2658,48
5	C	23.8	18	419	17518,00
Total				960	46440,55

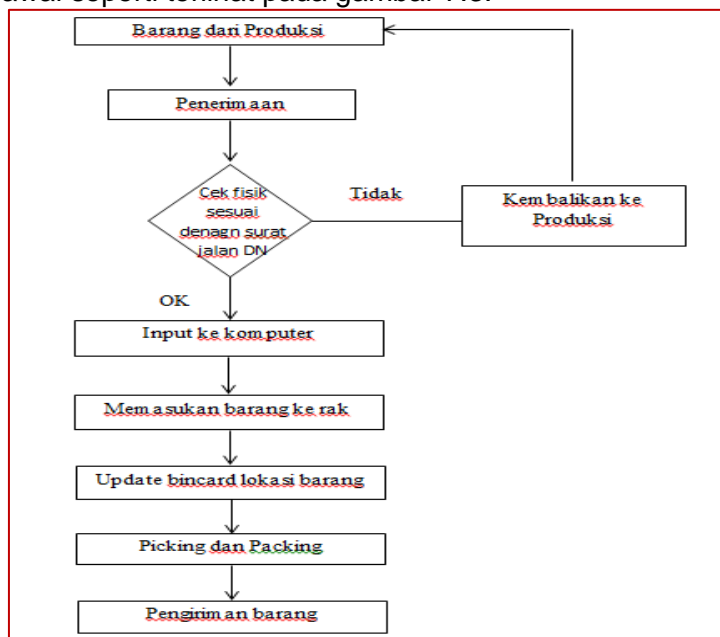
Perhitungan jarak tempuh *material handling* tata letak usulan pada tabel diatas dari setiap peletakan barang berdasarkan klasifikasi *dedicated storage* memiliki jarak tempuh dengan 1 bulan dengan total 46.440,55m dari semua peletakan barang. Jarak yang ditempuh lebih pendek dari jarak *material handling* pada tata letak awal dengan total 11.624,53m/bulan.

Tabel 7.8 Perbandingan Jarak Tempuh Tata Letak Awal dan Usulan

No	Perbandingan	Total Jarak per Bulan (m)
1	Jarak tempuh awal	58.065,08
2	Jarak tempuh usulan	46.440,55
	Total selisih jarak tempuh awal dan usulan	11.624,53

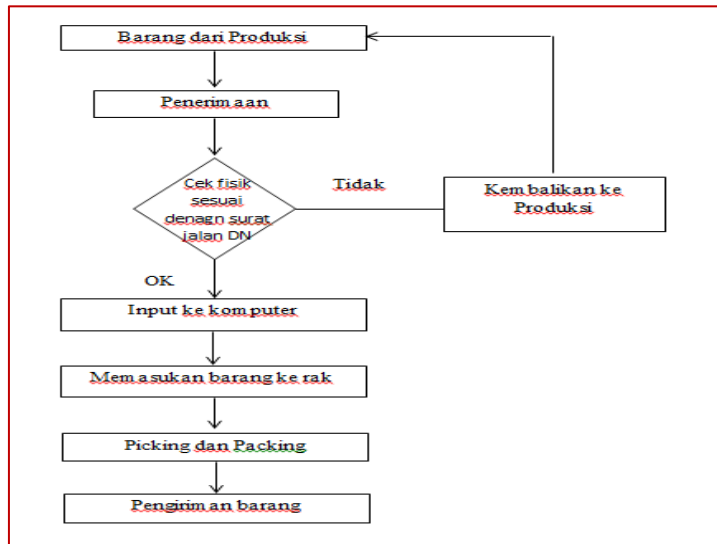
Diagram aliran barang

Di gudang PT ANCRI standar barang yang masuk dan keluar sudah dibakukan sehingga jelas dan terstruktur. Diagram aliran barang berdasarkan tata letak awal seperti terlihat pada gambar 7.3.



Gambar 7.3 Diagram Aliran Barang Berdasarkan Tata Letak Awal

Diagram aliran barang berdasarkan tata letak usulan seperti terlihat pada gambar 5.



Gambar 7.4 Diagram Aliran Barang Berdasarkan Tata Letak Usulan

Klasifikasi Berdasarkan Analisis ABC

Tata letak awal tidak memperhatikan klasifikasi analisis ABC sehingga barang diletakkan sesuai dengan tempat yang kosong dan diperlukan *update* lokasi barang di *bincard*, setelah dilakukan klasifikasi analisis ABC maka tata letak usulan akan lebih mudah dalam penempatan barang dan tidak perlu *update* di *bincard*. Pada klasifikasi ABC frekuensi barang keluar yang diprioritaskan adalah produk yang memiliki frekuensi diatas 19% (Putty) dan tertinggi 31,58% (Clear) dengan klasifikasi A, maka pada tata letak usulan diletakkan pada posisi paling depan yaitu dekat dengan gerbang masuk/keluar.

Tabel 7.9 Hasil Penempatan Produk Cat Berdasarkan Tata Letak Usulan

No	Nama	Frekuensi Selama 3 Bulan	Rata-Rata Perbulan	Proporsi Produk (%)	Klasifikasi
1	Clear	2062	687	31,78	A
2	Thiner	1771	590	27,29	A
3	Putty	1259	420	19,43	A
4	Hardener	1050	350	16,19	B
5	Toner	344	115	5,32	C
Total		6486	2162	100,00	

Layout gudang usulan

Layout gudang usulan terlihat lebih rapi dan penempatan barang juga lebih mudah karena barang sudah diklasifikasikan sesuai analisis ABC dan dapat mengurangi jarak pengambilan barang dari 58.065,08m/bulan menjadi 46.440,55m, sehingga selisih jarak dari layout gudang awal dan layout gudang usulan adalah 11.624,53m/perbulan atau terdapat efisiensi dengan presentasi 20,02%.

Pembahasan

Gudang PT ANCRI akan lebih baik apabila tata letak usulan diberlakukan karena ada perbedaan jarak antara tata letak awal dan tata letak usulan. Jarak yang ditempuh *material handling* dari setiap peletakan barang pada tata letak awal memiliki total jarak tempuh sebesar 58.065,08m/bulan, sedangkan jarak tempuh *material handling* dengan tata letak usulan berdasarkan frekuensi barang yang keluar dari hasil metode *dedicated storage* memiliki total jarak tempuh yang lebih pendek 46.440,55m/bulan. Dengan perbandingan jarak 11.624,53m/bulan dan efisiensi sebesar 20,02%. Jadi tata letak dengan *dedicated storage* dapat memperpendek jarak tempuh pengambilan barang.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengumpulan dan pengolahan data dengan perancangan tata letak gudang dengan metode *dedicated storage* di PT. Akzonobel Car Refinishes Indonesia maka dapat diambil beberapa kesimpulan.

- a. Tata letak barang di gudang PT ANCRI masih belum diatur dengan kaidah teori tata letak gudang sehingga menyulitkan operator untuk mencari barang dan jarak yang dibutuhkan untuk proses pencarian barang lebih jauh dan membutuhkan waktu lebih lama. Metode *dedicated storage* dapat mempermudah dalam pencarian barang karena peletakan barang yang pasti dalam rak tertentu dengan mempertimbangkan data penyimpanan dan pengiriman barang.
- b. Metode *dedicated storage* dapat diterapkan pada gudang yang ada di PT ANCRI, yang harus diprioritaskan dalam tata letak gudang adalah jarak paling dekat dan frekuensi yang terbesar yaitu produk *Clear* 31,78% didekatkan dengan pintu masuk dan pintu keluar, sehingga akan mengurangi jarak dalam pencarian barang. Jarak dihitung dengan rumus jarak *rectilinear* dan juga diterapkan klasifikasi analisis ABC, dimana klasifikasi A: *Thinner*, *Putty*, dan *Clear*, klasifikasi B: *Hardener*, dan klasifikasi C: *Toner*.

- c. Hasil perhitungan jarak tempuh *material handling* peletakan dengan metode *dedicated storage* berdasarkan frekuensi penyimpanan dan pengiriman dapat memperpendek jarak tempuh dari 58.065,08m/bulan menjadi 46.440,50m/bulan yaitu sebesar 11.624,58m/bulan dan efisiensi sebesar 20,02%.

DAFTAR PUSTAKA

- Apple, James M.1990. **Tataletak Pabrik dan Pemindahan Bahan**, Institut Teknologi Bandung,Bandung.
- Assauri Sofjan 2016. **Manajemen Operasi Produksi Edisi 3**,Raja Grafindo Persada ,Depok.
- Claudya Cindi. 2015. **Usulan Perbaikan Inventori dan Tata Letak KSU Dengan Metode ABC PT . Daya Adicipta Mustika** ,Teknik Industri,Institut Harapan Bangsa,Bandung.
- Hendra Suyanto. 2017. **Perbaikan Tata Letak Gudang Produk Jadi Dengan Metode Sub-Class**,Teknik Industri, Semarang.
- Heizer, J & Render, B. 2015. Alih bahasa oleh Sungkono, **Manajemen Operasi edisi 11**, Penerbit Salemba Empat , Jakarta.
- Mandagie K. L. 2009. Dosen Teknik Indutri, **DiktatTata Letak Pabrik Plan Layout**, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma,Jakarta.
- Purnomo,Hari. 2004. **Perencanaan dan Perancangan Fasilita**, PenerbitGraha Ilmu ,Yogyakarta.
- Sutarman .H. 2017, **Dasar-Dasar Manajemen Logistik**, Penerbit Refika Aditama ,Bandung.
- Sugiharto. 2010, **Analisis Manajemen Pergudangan pada PD. Sinar Agung Jaya Untuk Meningkatkan Efektivitas**, Universitas Bina Nusantara,Jakarta.
- Wignjosoebroto,Sritomo. 2009, **Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan**, Guna Widya, Jakarta.
- Basuki, **“Implementasi Penempatan dan Penyusunan Barang di Gudang Finished Goods Menggunakan Metode Class Based Storage”** Industrial Engineering Journal Vol.5 No.2 (2016) 11-16 ISSN 2302 934X .Program Studi Manajemen Logistik, Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Bekasi 17520, Indonesia
- Prasetyaningtyas Ayunda **“Usulan Tata Letak Gudang Untuk Meminimasi Jarak Material Handling Menggunakan Metode Dedicated Storage”** Jurnal Teknik Industri Untirta, jurnal on line <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jti/article/view/114/76>
- A. Vildha Efrataditama , **“Perancangan Tata Letak Gudang dengan Metode Dedicated Storage di Toko Listrik Anugrah Jaya”** Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jalan Babarsari No. 44, Depok, Kec. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281.

BAB 8

PERANCANGAN PETA JALUR EVAKUASI DENGAN METODE DJIKSTRA (STUDI KASUS UNIVERSITAS DIRGANTARA MARSEKAL SURYADARMA)

M. DADAN GUNAWAN DAN WASPADA TEDJA BHIRAWA
Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal
Suryadarma, Jakarta

ABSTRAKSI

Peta evakuasi merupakan salah satu syarat untuk memenuhi standar nasional Indonesia untuk bangunan bertingkat yang ditetapkan oleh pemerintah. Peta evakuasi sangat penting bagi setiap gedung bertingkat. Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma belum memiliki peta evakuasi. Hal tersebut mendorong pihak universitas untuk memiliki peta evakuasi yang memenuhi standar akreditasi bangunan bertingkat dan pedoman saat terjadi bencana (gempa bumi, kebakaran dll).

Dengan menggunakan metode Algoritma Dijkstra, menyediakan dasar untuk algoritma yang paling efisien untuk memecahkan masalah penentuan jalur terpendek. Kebanyakan perbaikan komputasi untuk memecahkan masalah jalur terpendek telah dihasilkan dari peningkatan struktur data yang digunakan untuk mengimplementasikan algoritma Dijkstra ini. Perbandingan dari Perancangan Assembly Point 1 dengan Assembly Point 2 adalah sebagai berikut: Assembly Point 1 dengan total jarak 559,92 m, tempatnya lebih dekat dengan jalan keluar kampus, sudah masuk ke jalan besar sehingga proses evakuasi lebih cepat. Assembly Point 2 dengan total jarak 688,38 m lebih jauh jaraknya dengan jalan keluar, sehingga proses evakuasi lebih lama. Perhitungan untuk proses evakuasi harus menempuh jarak yang lebih jauh untuk ke Assembly Point 2 sedangkan untuk Assembly Point 1 lebih dekat.

Dengan demikian alternatif untuk Assembly Point adalah menggunakan Assembly point 1 yaitu tempat parkir di bagian depan kampus A Universitas Suryadarma. Perancangan jalur penunjuk arah jalur evakuasi pemasangan Display untuk Assembly Point juga akan sangat membantu pada proses evakuasi, sehingga para pengguna gedung tidak kebingungan bila ada bencana, dan untuk proses evakuasi menjadi lebih mudah.

Kata kunci: Jalur Evakuasi, Assembly point

PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah salah satu bentuk upaya untuk menciptakan tempat kerja yang aman, sehat, bebas dari

pencemaran lingkungan, sehingga dapat melindungi dan bebas dari kecelakaan kerja pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja. Kecelakaan kerja tidak saja menimbulkan korban jiwa tetapi juga kerugian materi bagi pekerja dan pengusaha, tetapi dapat mengganggu proses produksi secara menyeluruh, merusak lingkungan yang pada akhirnya akan berdampak pada masyarakat luas. Untuk mengetahui sejauh mana program K3 telah diimplementasikan maka perusahaan harus melakukan audit atau evaluasi di setiap unit kerja yang ada. Hal ini sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan dalam PER.05/MEN/1996, Bab III Pasal 4 yaitu perusahaan wajib mengukur, memantau dan mengevaluasi kinerja keselamatan dan kesehatan kerja serta melakukan tindakan perbaikan dan pencegahan.

Universitas Suryadarma adalah Lembaga Pendidikan Tinggi yang merupakan pengembangan dari Sekolah Tinggi Teknologi Dirgantara oleh TNI Angkatan Udara dengan dasar hukum Keputusan MenDikBud RI nomor : 109/D/O/1999 tanggal 24 Juni 1999. Keinginan TNI-AU untuk mendirikan perguruan tinggi seperti Institut Angkatan Udara, sesungguhnya sudah mulai timbul sejak tahun 1970-an, namun baru terlaksana pada tahun 1987. Sebagai inti kekuatan HANKAM di wilayah Dirgantara Nasional, TNI AU melalui Yayasan "ADI UPAYA" (YASAU) menyadari pentingnya penyiapan tenaga profesional di bidang kedirgantaraan dan penguasaan terhadap teknologi kedirgantaraan dan untuk itulah didirikan Institut Teknologi Dirgantara (ITD). Pada awalnya ITD membuka 3 jurusan yaitu Teknik Logistik Penerbangan, Teknik Aeronautika, Teknik Elektro Penerbangan.

Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) adalah bagian dari sistem manajemen secara keseluruhan yang meliputi struktur organisasi, perencanaan, tanggung jawab, pelaksanaan, prosedur, proses dan sumber daya yang dibutuhkan bagi pengembangan penerapan, pencapaian, pengkajian dan pemeliharaan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja guna terciptanya tempat kerja yang selamat, aman, efisien dan produktif. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui gambaran pelaksanaan penerapan SMK3 pada Universitas Suryadarma dan mengetahui tingkat keberhasilan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Universitas Suryadarma. Salah satu syarat agar rumah sakit memperoleh akreditasi ialah dengan tersedianya peta evakuasi beserta penandaanya. Akreditasi sangat penting bagi rumah sakit karena dapat meningkatkan *image* di masyarakat akan kualitas pelayanan, tentunya disertai dengan pelayanan yang baik dan didukung sumber daya manusia yang handal.

Peta evakuasi merupakan salah satu syarat untuk memenuhi standar nasional indonesia untuk bangunan bertingkat yang ditetapkan oleh pemerintah. Peta evakuasi sangat penting bagi setiap gedung bertingkat. Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma belum memiliki peta evakuasi. Hal tersebut mendorong pihak universitas untuk memiliki peta evakuasi yang

memenuhi standar akreditasi bangunan betingkat dan pedoman saat terjadi bencana (gempa bumi).

METODE

Keselamatan kerja adalah membuat kondisi kerja yang aman dengan dilengkapi alat-alat pengaman, penerangan yang baik, menjaga lantai dan tangga bebas dari air, minyak, nyamuk dan memelihara fasilitas air yang baik (Tulus Agus, 1989). Menurut Malthis dan Jackson (2002), keselamatan kerja menunjuk pada perlindungan kesejahteraan fisik dengan dengan tujuan mencegah terjadinya kecelakaan atau cedera terkait dengan pekerjaan. Muhammad Sabir (2009) mendefinisikan, keselamatankerja adalah keselamatan yang berhubungan dengan mesin, pesawat,alat kerja, bahan dan proses pengelolaannya, landasan tempat kerja dan lingkungannya serta cara-cara melakukan pekerjaan.

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) tidak dapat dipisahkan dengan proses produksi baik jasa maupun industri. Perkembangan pembangunan setelah Indonesia merdeka menimbulkan konsekwensi meningkatkan intensitas kerja yang mengakibatkan pula meningkatnya resiko kecelakaan di lingkungan kerja.

Keamanan kerja adalah unsur-unsur penunjang yang mendukung terciptanya suasana kerja yang aman, baik berupa materil maupun nonmateril.

Unsur – unsur penunjang Keselamatan dan kesehatan kerja (K3)

Unsur-unsur penunjang keamanan yang bersifat material diantaranya sebagai berikut.

- a. Baju kerja
- b. Helm
- c. Kaca mata
- d. Sarung tangan
- e. Sepatu

Unsur-unsur penunjang keamanan yang bersifat nonmaterial adalah sebagai berikut.

- a. Buku petunjuk penggunaan alat
- b. Rambu-rambu dan isyarat bahaya.
- c. Himbauan-himbauan
- d. Petugas keamanan

Kesehatan Kerja

Kesehatan kerja adalah suatu kondisi kesehatan yang bertujuan agar masyarakat pekerja memperoleh derajat kesehatan setinggi-tingginya, baik jasmani, rohani, maupun sosial, dengan usaha pencegahan dan pengobatan terhadap penyakit atau gangguan kesehatan yang disebabkan oleh pekerjaan dan lingkungan kerja maupun penyakit umum.

Kesehatan dalam ruang lingkup kesehatan, keselamatan, dan keamanan kerja tidak hanya diartikan sebagai suatu keadaan bebas dari penyakit. Menurut Undang-Undang Pokok Kesehatan RI No. 9 Tahun 1960, BAB I pasal 2, keadaan sehat diartikan sebagai kesempurnaan keadaan jasmani, rohani, dan kemasyarakatan.

Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja dapat diartikan sebagai keadaan terhindar dari bahaya selama melakukan pekerjaan. Dengan kata lain keselamatan kerja merupakan salah satu faktor yang harus dilakukan selama bekerja. Tidak ada seorang pun di dunia ini yang menginginkan terjadinya kecelakaan. Keselamatan kerja sangat bergantung pada jenis, bentuk dan lingkungan di mana pekerjaan itu dilaksanakan. Unsur-unsur penunjang keselamatan kerja adalah sebagai berikut:

- a. Adanya unsur-unsur keamanan dan kesehatan kerja yang telah dijelaskan di atas.
- b. Adanya kesadaran dalam menjaga keamanan dan kesehatan kerja.
- c. Teliti dalam bekerja
- d. Melaksanakan Prosedur kerja dengan memperhatikan keamanan dan kesehatan kerja.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa Kesehatan, keselamatan, dan keamanan kerja adalah upaya perlindungan bagi tenaga kerja agar selalu dalam keadaan sehat dan selamat selama bekerja di tempat kerja. Tempat kerja adalah ruang tertutup atau terbuka, bergerak atau tetap, atau sering dimasuki tenaga kerja untuk keperluan usaha dan tempat terdapatnya sumber-sumber bahaya. Kecelakaan kerja dapat dibedakan menjadi kecelakaan yang disebabkan oleh :

- a. Mesin
- b. Alat angkutan
- c. Peralatan kerja yang lain
- d. Bahan kimia
- e. Lingkungan kerja
- f. Penyebab yang lain

Tujuan Kesehatan, keselamatan, dan keamanan kerja.

Kesehatan, keselamatan, dan keamanan kerja bertujuan untuk menjamin kesempurnaan atau kesehatan jasmani dan rohani tenaga kerja serta hasil karya dan budayanya. Secara singkat, ruang lingkup kesehatan, keselamatan, dan keamanan kerja adalah sebagai berikut :

- a. Memelihara lingkungan kerja yang sehat.
- b. Mencegah, dan mengobati kecelakaan yang disebabkan akibat pekerjaan sewaktu bekerja
- c. Mencegah dan mengobati keracunan yang ditimbulkan dari kerja

- d. Memelihara moral, mencegah, dan mengobati keracunan yang timbul dari kerja.
- e. Menyesuaikan kemampuan dengan pekerjaan, dan
- f. Merehabilitasi pekerja yang cedera atau sakit akibat pekerjaan.

Keselamatan kerja mencakup pencegahan kecelakaan kerja dan perlindungan terhadap tenaga kerja dari kemungkinan terjadinya kecelakaan sebagai akibat dari kondisi kerja yang tidak aman dan atau tidak sehat.

Syarat-syarat kesehatan, keselamatan, dan keamanan kerja ditetapkan sejak tahap perencanaan, pembuatan, pengangkutan, peredaran, perdagangan, pemasangan, pemakaian, penggunaan, pemeliharaan, dan penyimpanan bahan, barang, produk teknis, dan aparat produksi yang mengandung dan dapat menimbulkan bahaya kecelakaan.

Undang-undang Keselamatan Kerja

UU Keselamatan Kerja yang digunakan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja, menjamin suatu proses produksi berjalan teratur dan sesuai rencana, dan mengatur agar proses produksi berjalan teratur dan sesuai rencana, dan mengatur agar proses produksi tidak merugikan semua pihak. Setiap tenaga kerja berhak mendapatkan perlindungan keselamatan dalam melakukan pekerjaannya untuk kesejahteraan dan meningkatkan produksi serta produktivitas nasional. UU Keselamatan Kerja yang berlaku di Indonesia sekarang adalah UU Keselamatan Kerja (UUKK) No. 1 tahun 1970. Undang-undang ini merupakan undang-undang pokok yang memuat aturan-aturan dasar atau ketentuan-ketentuan umum tentang keselamatan kerja di segala macam tempat kerja yang berada di wilayah kekuasaan hukum NKRI. Dasar hukum UU No. 1 tahun 1970 adalah UUD 1945 pasal 27 (2) dan UU No. 14 tahun 1969. Pasal 27 (2) menyatakan bahwa: "Tiap-tiap warganegara berhak atas pekerjaan dan penghidupan yang layak bagi kemanusiaan". Ini berarti setiap warga negara berhak hidup layak dengan pekerjaan yang upahnya cukup dan tidak menimbulkan kecelakaan/ penyakit. UU No. 14 tahun 1969 menyebutkan bahwa tenaga kerja merupakan modal utama serta pelaksana dari pembangunan. Ruang lingkup pemberlakuan UUKK dibatasi oleh adanya 3 unsur yang harus dipenuhi secara kumulatif terhadap tempat kerja. Tiga unsur yang harus dipenuhi adalah:

- a. Tempat kerja di mana dilakukan pekerjaan bagi suatu usaha.
- b. Adanya tenaga kerja, dan
- c. Ada bahaya di tempat kerja.

UUKK bersifat preventif, artinya dengan berlakunya undang-undang ini, diharapkan kecelakaan kerja dapat dicegah. Inilah perbedaan prinsipil yang membedakan dengan undang-undang yang berlaku sebelumnya. UUKK bertujuan untuk mencegah, mengurangi dan menjamin tenaga kerja dan orang lain ditempat kerja untuk mendapatkan perlindungan, sumber produksi dapat dipakai dan digunakan secara efisien, dan proses produksi berjalan lancar.

Memahami Prosedur yang Berkaitan dengan Keamanan

Prosedur yang berkaitan dengan keamanan (SOP) Standards Operation Procedure) wajib dilakukan. Prosedur itu antara lain adalah penggunaan peralatan keselamatan kerja. Fungsi utama dari peralatan keselamatan kerja adalah melindungi dari bahaya kecelakaan kerja dan mencegah akibat lebih lanjut dari kecelakaan kerja. Pedoman dari ILO (International Labour Organization) menerangkan bahwa kesehatan kerja sangat penting untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Pedoman itu antara lain:

- a. Melindungi pekerja dari setiap kecelakaan kerja yang mungkin timbul dari pekerjaan dan lingkungan kerja.
- b. Membantu pekerja menyesuaikan diri dengan pekerjaannya. Memelihara atau memperbaiki keadaan fisik, mental, maupun sosial para pekerja.
- c. Alat keselamatan kerja yang biasanya dipakai oleh tenaga kerja adalah helm, masker, kaca mata, atau alat perlindungan telinga tergantung pada profesinya.

Alat-alat pelindung badan

Pada waktu melaksanakan pekerjaan, badan kita harus benar-benar terlindung dari kemungkinan terjadinya kecelakaan. Untuk melindungi diri dari resiko yang ditimbulkan akibat kecelakaan, maka badan kita perlu menggunakan alat-alat pelindung ketika melaksanakan suatu pekerjaan.

Berikut ini akan diuraikan beberapa alat pelindung yang biasa dipakai dalam melakukan pekerjaan listrik dan elektronika.

- a. Pakaian kerja
- b. Pemilihan dan pemakaian pakaian kerja dilakukan berdasarkan ketentuan berikut:
 - 1) Pemakaian pakaian mempertimbangkan bahaya yang mungkin dialami
 - 2) Pakaian longgar, sobek, dasi, dan arloji tidak boleh dipakai di dekat bagian Mesin
 - 3) Jika kegiatan produksi berhubungan dengan bahaya peledakan / kebakaran maka harus memakai pakaian yang terbuat dari seluloid.
 - 4) Baju lengan pendek lebih baik daripada baju lengan panjang. Benda tajam atau runcing tidak boleh dibawa dalam kantong.
 - 5) Tenaga kerja yang berhubungan langsung dengan debu, tidak boleh memakai pakaian berkantong atau mempunyai lipatan.

P2K3 Pedoman Pelaksanaan, Kesehatan Keselamatan Kerja.

P2K3 digunakan untuk melindungi kesejahteraan pekerja atau buruh guna mewujudkan produktivitas kerja yang optimal diselenggarakan upaya keselamatan kesehatan kerja.

Syarat syarat K3:

- a. mencegah dan mengurangi kecelakaan
- b. mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran
- c. mencegah dan mengurangi bahaya peledakan
- d. memberikan pertolongan pada kecelakaan
- e. memberi alat-alat perlindungan diri pada pekerja

Penyelenggaraan Pendidikan di Universitas sangatlah perlu mendapat perhatian yang serius. Dengan adanya ketetapan serta peraturan tentang evakuasi saat terjadi keadaan darurat dari pihak terkait, maka sangat penting adanya peta evakuasi di Universitas Dirgantara Narsekal Surydarma . Hal ini dikarenakan untuk mengurangi resiko saat terjadi bencana (gempa bumi, kebakaran dan lain-lain).

Peta evakuasi sangat penting bagi setiap univeritas baik negeri maupun swasta. Universitas Dirgantara Narsekal Surydarma belum memiliki peta evakuasi. Hal tersebut mendorong pihak univeritas untuk memiliki peta evakuasi yang memenuhi standar akreditasi univeritas dan pedoman saat terjadi bencana (gempa bumi).

Pada saat terjadi bencana, penghuni univeritas sebagian besar berlarian menyelamatkan diri tanpa arah atau pedoman. Baik penghuni bangunan yang ada di bagian tengah maupun belakang semuanya berlarian menuju jalan keluar tanpa memperhatikan jalur yang ditempuh dan titik berkumpul (*assembly point*) yang aman. Terdapat beberapa area kosong yang dapat digunakan sebagai titik berkumpul (*assembly point*), yaitu di bagian utara, barat, dan selatan. Akan tetapi, area ini pemanfaatannya belum maksimal karena sebagian besar penghuni univeritas tidak mengetahui keberadaan titik berkumpul (*assembly point*) tersebut. Dengan adanya peta evakuasi, diharapkan saat terjadi bencana, penghuni dapat dengan mudah mengikuti arah panah evakuasi menuju tempat yang telah ditentukan. Model simulasi juga akan dilakukan untuk mengevaluasi arah alur dalam peta evakuasi yang diterapkan.

Perancangan peta evakuasi dengan cara menentukan lintasan terpendek menuju titik berkumpul (*assembly point*). Penentuan lintasan terpendek memperhatikan alternatif jalur-jalur yang dapat dilalui menuju titik berkumpul (*assembly point*). Jarak yang terpendek merupakan jalur tercepat menuju titik berkumpul (*assembly point*).

Metode yang digunakan untuk penentuan lintasan terpendek ialah Algoritma *Floyd- Warshall*. Algoritma *Floyd-Warshall* adalah salah satu varian dari pemrograman dinamis, yaitu suatu metode yang melakukan pemecahan masalah dengan memandang solusi yang akan diperoleh sebagai suatu keputusan yang saling terkait. Solusi-solusi tersebut dibentuk dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya dan ada kemungkinan solusi lebih dari satu (Novandi, 2007).

Hal yang membedakan pencarian solusi menggunakan pemrograman dinamis dengan algoritma *greedy* adalah bahwa keputusan

yang diambil pada tiap tahap pada algoritma *greedy* hanya berdasarkan pada informasi yang terbatas sehingga nilai optimum yang diperoleh pada saat itu. Pada algoritma *greedy*, konsekuensi yang akan terjadi tidak perlu dipikirkan seandainya memilih suatu keputusan pada suatu tahap (Rinaldi, 2007).

Algoritma *Floyd-Warshall* yang menerapkan pemrograman dinamis lebih menjamin keberhasilan penemuan solusi optimum untuk kasus penentuan lintasan terpendek (*single pair shortest path*). Solusi lintasan terpendek dari masing-masing ruang dalam bangunan universitas dapat ditentukan dengan menerapkan Algoritma *Floyd-Warshall*. Terdapat beberapa kelebihan Algoritma *Floyd-Warshall* dibandingkan dengan metode lainnya (Handaka, 2010). Kelebihan tersebut diantaranya algoritma ini mempunyai jenis *all pairs* yang artinya penentuan lintasan terpendek dapat ditentukan dari semua pasangan simpul, kecepatan dalam penentuan lintasan terpendek sangat cepat apabila diterapkan dalam suatu sistem, performansinya stabil, dan keputusan yang nantinya diambil saling terkait.

Standar Nasional Indonesia K3 bangunan bertingkat

Gempa bumi, Kebakaran dan bencana lainnya merupakan bahaya yang dapat mengancam bangunan berpenghuni, dan bangunan perkantoran yang bertingkat. Peraturan yang mengatur mengenai bangunan gedung terdapat pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 36 Tahun 2005 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung.

Tingginya potensi kerugian akibat bencana pada bangunan bertingkat dan kompleksnya proses evakuasi penghuni gedung bertingkat, membuat pihak pengelola gedung bertingkat perlu mengantisipasi bahaya yang tidak bisa diprediksi. Pembangunan gedung di Indonesia harus memenuhi standar bidang konstruksi dan bangunan, yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN). Salah satu standar penting yang ditetapkan BSN dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu mengenai perlindungan terhadap bahaya gempa bumi dan kebakaran pada bangunan bertingkat, antara lain tata cara perencanaan, pemasangan, dan pengujian sistem deteksi dan alarm kebakaran untuk pencegahan bahaya gempa bumi dan kebakaran pada bangunan bertingkat (SNI 03-3985-2000). Kebanyakan korban adalah manula, hal ini dikarenakan adanya faktor keterbatasan dalam berjalan ataupun ketahanan fisik saat bertahan dalam kesesakan ataupun dari asap yang timbul karena kebakaran. Salah satu standar perlindungan terhadap bahaya adalah standar rencana evakuasi. Evakuasi merupakan tahapan kritis dalam menanggapi bencana atau keadaan bahaya. Terdapat dua fase yang sangat menentukan dalam proses evakuasi gedung, yaitu fase pre-evacuation dan fase movement (Chow, 2007). Dimana fase pre-evacuation merupakan tahap sebelum penghuni gedung meninggalkan ruang kerja atau kamarnya dan fase

movement merupakan tahap penghuni mulai berjalan atau berlari menuju titik teraman atau titik berkumpul (Assembly Point). Pada fase movement, penghuni gedung berusaha mencari jalan keluar dari gedung hunian dengan berjalan cepat. Bahwa fase movement merupakan fase kedua setelah fase pre-evacuation yang memiliki total waktu terlama. Hal ini disebabkan pada fase movement ini para penghuni gedung mulai berjalan dan mencari jalan teraman untuk dilalui agar sampai pada titik berkumpul (assembly point). Dalam kondisi panik dan lingkungan yang tidak normal, penghuni dapat mengalami kesulitan dalam menemukan jalur evakuasi yang aman dan cepat (Rahman & Mahmood, 2008).

Pada proses evakuasi, selain kelengkapan peralatan evakuasi, behaviour seseorang akan sangat menentukan kesesuaian dan kecepatan proses evakuasi. Penghuni yang berjalan cepat dalam kondisi bahaya terkadang memiliki kebiasaan untuk mengikuti gerombolan orang didepannya tanpa memikirkan jalur yang ditempuh tersebut pendek atau tidak (Rahman & Mahmood, 2008).

Saat penghuni mengalami kepanikan, penghuni tidak akan mudah dalam mencari jalan keluar. Penghuni juga akan melalui familiarty route (Rahman & Mahmood, 2008), yaitu jalan yang biasanya dilalui atau jalur yang dikenal saat keluar-masuk gedung, daripada mengikuti arah exit sign karena penghuni lebih mempercayai insting mereka. Namun berdasarkan insting tersebut belum tentu jalur tersebut merupakan jalan yang teraman untuk dilewati. Fasilitas evakuasi memegang peranan penting saat terjadi keadaan bahaya, seperti alarm, pintu darurat dan tanda keluar (exit sign). Saat lingkungan gedung tidak normal, dalam hal ini adalah kebakaran, alarm dan exit sign akan menyala. Fungsi dari exit sign tersebut adalah untuk menunjukkan jalur evakuasi kepada penghuni gedung menuju titik berkumpul (assembly point). Terkadang penghuni gedung atas yang tejobak dalam jalur yang salah, secara tidak sadar penghuni tersebut akan menggunakan jalan yang biasa dilewati (familiarty route) tanpa mengikuti arah exit sign. Dalam keadaan eksistingnya, exit sign bersifat statis, lampu-lampu exit sign yang ada pada bangunan bertingkat akan menyala untuk menunjukkan jalur evakuasi. Tetapi exit sign yang statis tersebut tidak bisa menunjukkan jalur yang teraman untuk sampai pada titik berkumpul (assembly point) walaupun dalam proses evakuasi terdapat petugas-petugas evakuasi yang akan mengarahkan penghuni pada jalan teraman.

Petugas kebakaran yang terdapat pada tiap lantai memiliki tanggung jawab yang besar, yaitu memandu dan memastikan bahwa tidak ada lagi penghuni gedung yang tertinggal saat terjadibahaya. Tetapi petugas tersebut juga akan mengalami error karena tekanan psychology, seperti panik atau beban dalam memimpin kelompok penghuni gedung lainnya saat evakuasi. Oleh karena itu diperlukan exit sign yang dinamis untuk membantu petugas-petugas tersebut dalam mengarahkan penghuni gedung lainnya ataupun mengarahkan langsung para penghuni dalam

proses evakuasi. Selain itu dynamic exit sign ini juga dapat menunjukkan jalan yang aman bagi penghuni gedung dan secara tidak langsung dapat memberi tahu penghuni pada tingkat tertinggi keadaan lantai di bawahnya.

Cara kerja dari dynamic exit sign, yaitu saat sensor mendeteksi adanya keadaan bahaya, pusat kendali akan mendeteksi titik dari bahaya tersebut lalu melakukan calculating jalur teraman lalu mengirimkan jalur tersebut pada exit sign dengan cara lampu pada exit sign yang merupakan jalur teraman akan menyala jika terdapat perubahan titik bahaya, maka pusat kendali akan melakukan calculating ulang dan memberikan jalur terbaru penghuni gedung tidak melewati jalur yang salah saat evakuasi berlangsung. Berdasarkan permasalahan diatas, penelitian ini merancang exit sign yang dinamis dalam proses evakuasi pada bangunan bertingkat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jalur Evakuasi

Jalur evakuasi adalah lintasan yang digunakan sebagai pemindahan langsung dan cepat dari orang-orang yang akan menjauh dari ancaman atau kejadian yang dapat membahayakan bahaya (Abrahams, 1994). Ada dua jenis evakuasi yang dapat dibedakan yaitu evakuasi skala kecil dan evakuasi skala besar. Contoh dari evakuasi skala kecil yaitu penyelamatan yang dilakukan dari sebuah bangunan yang disebabkan karena ancaman bom atau kebakaran. Contoh dari evakuasi skala besar yaitu penyelamatan dari sebuah daerah karena banjir, letusan gunung berapi atau badai. Dalam situasi ini yang melibatkan manusia secara langsung atau pengungsi sebaiknya didekontaminasi sebelum diangkut keluar dari daerah yang terkontaminasi.

Algoritma Dijkstra

Algoritma dijkstra menyediakan dasar untuk algoritma yang paling efisien untuk memecahkan masalah penentuan jalur terpendek. Kebanyakan perbaikan komputasi untuk memecahkan masalah jalur terpendek telah dihasilkan dari peningkatan struktur data yang digunakan untuk mengimplementasikan algoritma Dijkstra ini. Algoritma Dijkstra adalah algoritma dalam label yang dibuat permanen oleh setiap iterasi. Rumus yang digunakan dapat dilihat sebagai berikut:

$$d(x)=\min\{d(x),d(y)+a(y,x)\}$$

Gagasan utama yang mendasari algoritma dijkstra cukup sederhana. Misalkan kita tahu K merupakan panjang total dalam grafik dan juga jalur terpendek dari titik S ke masing- masing simpul (jalur terpendek dari titik S untuk dirinya sendiri adalah nol karena tidak ada busur, sehingga panjang sama dengan nol). Maka simpul (k + 1) terdekat dengan X akan dipilih. Untuk setiap simpul yang belum dipilih, membangun jalur yang berbeda dari S ke Y dengan menggabungkan jalur terpendek dari S ke X dengan busur (x, y)

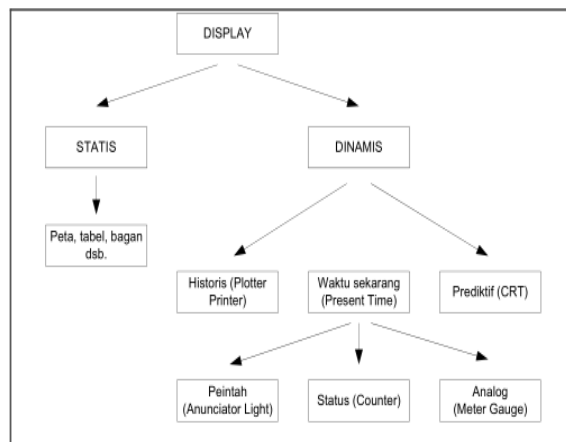
untuk semua simpul x.. Pilih jalur ini dan membiarkannya sementara menjadi jalur terpendek dari S ke Y.

Alat Peraga (Display) pada Lingkungan Kerja dalam Penyampaian Komunikasinya terhadap Manusia

Penyampaian informasi tersebut di dalam “sistem manusia-mesin” adalah merupakan suatu proses dinamis dari suatu presentasi visual indera penglihatan (Nurmianto, 1996). Di samping ini keterandalan proses tersebut akan sangat banyak dipegaruhi oleh desain dari alat peraganya. Banyak desain instrument/alat peraga/display yang tidak disadari oleh suatu pengetahuan yang memadai tentang nilai fungsionalnya. Oleh karena itu, pada saat ini sudah waktunya untuk mengadakan suatu pemikiran kritis yang beranjak dari prinsip-prinsip dasar ergonomi. Display berfungsi sebagai suatu “sistem komunikasi” yang menghubungkan antara fasilitas kerja maupun mesin kepada manusia. Yang bertindak sebagai mesin dalam hal ini adalah stasiun kerja dengan perantara alat peraga. Sedangkan, manusia disini berfungsi sebagai operator yang dapat diharapkan untuk melakukan suatu respon yang diinginkan.

Display Visual

Menurut informasi yang disampaikan, display dapat dibagi menjadi tiga kelompok besar yaitu: kuantitatif, kualitatif, dan representasional. Display kuantitatif menampilkan informasi kuantitatif mengenai variabel yang nilainya berubah-ubah. Display kualitatif adalah display representational “modal kerja” atau “diagram mimik” dari suatu sistem. Secara lebih mendetail display dapat dikelompokkan seperti pada Gambar 8.1.



Gambar 8.1 Jenis-Jenis Display

Ukuran Huruf

Ukuran huruf yang digunakan tergantung dari tulisan yang dibacanya apakah dibaca dalam jarak dekat atau jarak yang jauh. Perancangan display memakai padangan jarak jauh untuk tulisannya yang digunakan yaitu:

Lebar huruf (Stroke Width)

Ketebalan dari karakteristik alphanumeric dalam background material. Untuk dapat mengetahui Stroke Width pada rancangan huruf maka dapat digunakan rumus dari National Bureau of Standards (McCormick, 1993).

$$Ws = 1,45 \times 10^{-5} \times S \times d$$

Keterangan :

Ws= Stroke width

S = nilai Snellen Actuity

(Snellen Actuity = ; S = 20 untuk tulisan dengan ukuran kecil dan Snellen Actuity = ; S = 40 untuk tulisan dengan ukuran besar) d = jarak pandang saat membaca display

2. Tinggi huruf (Letter Height)

Tinggi huruf yang akan dihitung dengan menggunakan parameter Stroke Width.

$$HL = \frac{Ws}{R} \times 3,9$$

Keterangan :

HL= tinggi huruf

R = proporsi rasio (R = 0,097) dan 3,9 ialah konstanta point.

Aktivitas Visual (Visual Activity)

Perbedaan aktivitas visual dibedakan berdasarkan target dari detail yang akan diselesaikan (McCormick, 1993). Hal yang harus diperhatikan pada aktivitas visual ialah daya tangkap mata (visual angle). Daya tangkap mata (VA) merupakan aktivitas visual yang dilakukan oleh mata pada saat mata mulai melihat display atau tanda dan langsung merangsangnya ke otak berikut ini merupakan penjelasannya:

- a. Visual Angle. Visual angle merupakan sudut yang dibentuk dari parameter tinggi display yang akan dilihat dan juga jarak pandang mata menuju display.

$$\angle A = 2 \arctan \frac{H}{D} \quad (4)$$

Keterangan :

H = tinggi display yang akan dilihat
D = jarak pandang mata menuju display

- b. Visual Activity. Visual Activity merupakan aktivitas-aktivitas visual yang dilakukan oleh mata pada saat mata mulai melihat display atau tanda dan langsung merangsangnya ke otak dalam satuan waktu. Setelah diketahui visual angle maka visual activity dapat langsung diketahui dengan melihat pada tabel visual activities dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 8.1 Visual Activities

Line	Snelle Equivalent	Visual	Visual Activity
-3	20/10	0,50	2,00
-2	10/1,25	0,63	1,60
-1	20/16	0,80	1,25
0	20/20	1,00	1,00
1	20/25	1,25	0,80
2	20/32	1,60	0,63

Kekontrasan

Kekontrasan digunakan untuk memperhatikan kemungkinan perbedaan cahaya yang diterima pada warna dasar yaitu Hitam-dan-Putih. Untuk mengukur pencahayaan sendiri dapat diukur dengan menggunakan Lux Meter. Dan ketajaman pada mata akan menurun pada saat umur 40 tahun dan terus berlanjut (McCormick,1993).

$$L_{contrast} = \frac{(L_{max} - L_{min})}{L_{max}}$$

Reflectance

Reflectance (pemantulan) yaitu rasio pencahayaan dan sinar pada permukaan dari banyaknya persentase cahaya yang diterima dan dipantulkan pada permukaan dan itu semua tergantung dari material yang digunakan. Untuk menghitung Reflectance digunakan rumus dibawah ini:

$$Reflectance = \frac{luminance \times \pi}{illuminance}$$

Luminance merupakan cahaya yang dipancarkan dari permukaan, sedangkan Illuminance merupakan besarnya cahaya sinar pada permukaan. $1 \text{ cd} = 1 \text{ radius m}$ atau 1 luxmeter/m^2 . Objek yang diterima seluruhnya dapat kembali kepada daya tangkap manusia itu masing- masing.

Penentuan Jarak Assembly Point

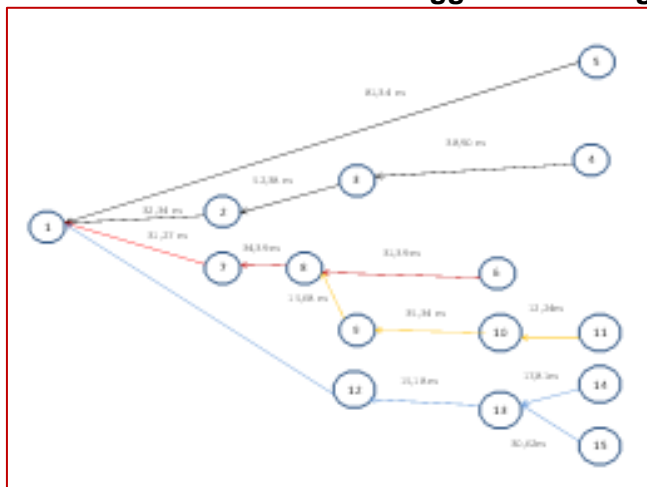
Terdapat 2 alternatif yang akan menjadi assembly point, yaitu daerah parkir kawasan kampus depan dan parkir dekat hanggar . Perhitungan jarak dapat dilihat sebagai berikut:

Daerah Parkir Depan Kampus

Foto menggunakan Google Earth untuk alternatif satu dapat dilihat pada Gambar Perhitungan jarak dari gedung 21 menuju Daerah Parkir Depan Kampus dapat dilihat pada Gambar 8.2.



Gambar 8.2 Photo Alternatif Satu Menggunakan Google Earth



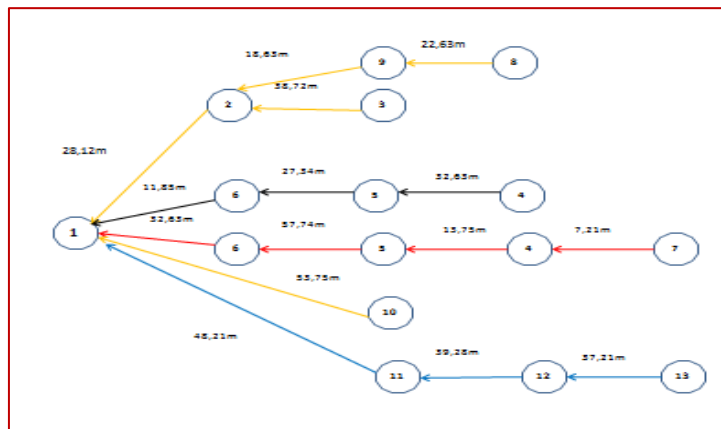
Gambar 8.3 Algoritma Alternatif Satu

Daerah Parkir Samping Kampus

Foto menggunakan Google Earth untuk alternatif dua dapat dilihat pada Gambar Perhitungan jarak dari gedung 21 menuju parkir sebelah kanan Kampus dengan Hangar ,dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 8.4 Photo Alternatif Satu Menggunakan Google Earth



Gambar 8.5 Algoritma Alternatif Dua

Perancangan Tiang Penunjuk Arah dan Tiang Assembly Point

Rancangan tiang assembly point menggunakan data antropometri yaitu tinggi badan tegak. Dibutuhkan 100 data antropometri untuk menentukan tinggi tiang. Untuk menentukan tinggi tiang menggunakan persentil 99 yaitu:

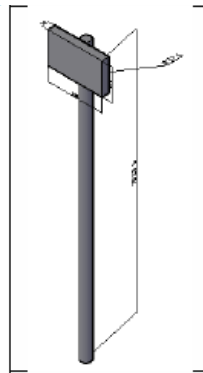
$$P99 = X + 2,325 \sigma x$$

$$P99 = 163,968 + 2,325 \times 8,120 = 182,847 \text{ cm}$$

Tinggi Tiang = P99+Tinggi Display

Tinggi Tiang = 182,847+23 = 205,847 cm

Rancangan tiang display dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 8.6 Rancangan Tiang Display

Perancangan Display

Rancangan display jalur evaluasi meliputi, perhitungan ukuran huruf, visual Activity (VA), contrast activity, reflectance, warna, jenis huruf, gambar dan simbol. Hasil Perancangan dapat dilihat sebagai berikut:

1. Display jalur evakuasi

Hasil rancangan display jalur evakuasi dapat dilihat pada Gambar 8.7 dan 8.8



Gambar 8.7 Rancangan Display Jalur Evakuasi Menggunakan Warna



Gambar 8.8 Rancangan Display Jalur Evakuasi

Display alat pemadam api

Hasil rancangan display alat pemadam api dapat dilihat pada Gambar 8.9



Gambar 8.9 Rancangan Display Alat Pemadam Api Warna

Display Nomor Telp Pemadam Kebakaran

Hasil rancangan display nomor telp pemadam kebakaran dapat dilihat pada Gambar 8.10.



Gambar 8.10 Rancangan Display Nomor Telp Pemadam Kebakaran

Display Jalur Evakuasi dan Assembly Point

Hasil rancangan display jalur evakuasi dan assembly point dapat dilihat pada Gambar 8.11.



Gambar 8.11 Rancangan Display Jalur Evakuasi dan Assembly Point Warna

Analisis Hasil Perancangan Display

Analisis hasil perancangan display berisikan posisi penempatan display yang berada didalam gedung Universitas Suryadarma kampus A.

- a. Lokasi dari display jalur evakuasi ini direncanakan terpasang menempel tembok gedung. Posisi display dapat dilihat pada Gambar 8.12.



Gambar 8.12 Rancangan Display Jalur Evakuasi



Gambar 8.13 Rancangan Display Jalur Evakuasi untuk Tangga

Lokasi dari display alat pemadam api dan nomor telp pemadam kebakaran menempel pada dinding tiang pondasi bagian pojok gedung pada setiap lantai. Posisi display dapat dilihat pada Gambar 8.14.



Gambar 8.14 Display Alat Pemadam Kebakaran dan Nomor Telp Pemadam Kebakaran

Lokasi Tiang Display

Lokasi penempatan tiang display di halaman depan Kampus Universitas Suryadarma di taman didepan gedung. Alasan mengapa lokasi ini yang dipilih adalah karena jalur yang dilalui untuk menuju assembly point untuk memilih jalur yang aman serta mempermudah penghuni gedung untuk menuju assembly point. Gambar 8.15 menunjukkan lokasi Assembly Point dan Tiang Display Assembly Point.



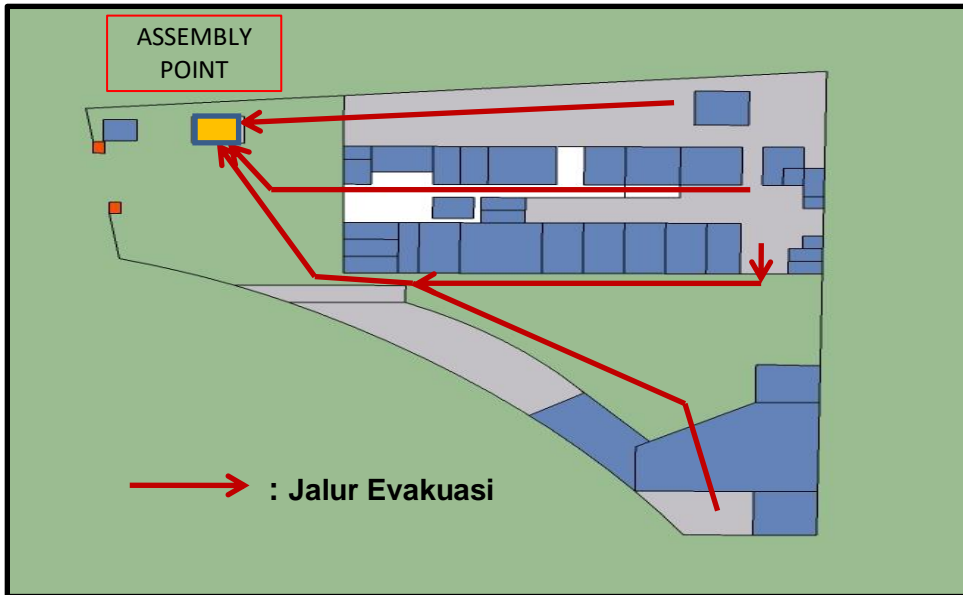
Gambar 8.15 Lokasi Tiang Display Assembly Point.

Peta Jalur Evakuasi

Dari perhitungan sebelumnya mengenai jalur yang paling pendek dari proses evakuasi menuju assembly point yang sudah ditentukan, maka di bawah ini adalah perancangan jalur evakuasi secara keseluruhan dari 3 lantai gedung Universitas Suryadarma Kampus A sebagai berikut :

Jalur Evakuasi lantai 1:

Di bawah ini adalah gambar peta Jalur Evakuasi lantai 1, diambil posisi – posisi yang jauh dari Assembly point.

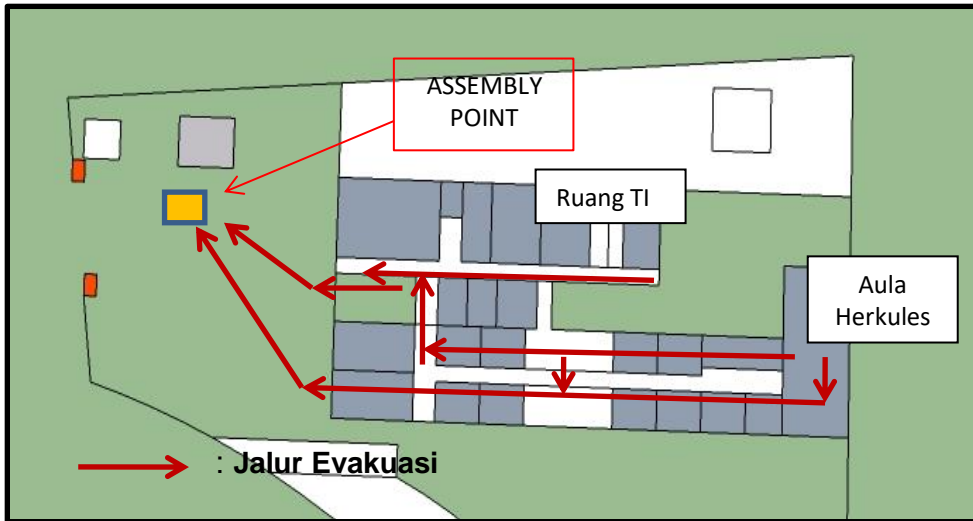


Gambar 8.16 Jalur Evakuasi lantai 1 .

Dari gambar 8.16 dengan mengambil posisi-posisi yang paling jauh dari Assembly Point, dapat dilihat bahwa bila terjadi bencana dari Musholla mengikuti petunjuk panah langsung ke Assembly Point melalui tempat parkir motor, sedangkan dari Kantin menuju Assembly Point melalui lorong tengah menuju ke Assembly point, sedangkan dari Ruang UKM dan sekitarnya melalui halaman parkir mobil depan hanggar pesawat menuju halaman depan kampus kemudian ke arah Assembly point. Sedangkan dari Hanggar pesawat menuju ke halaman depan kampus, kemudian menuju ke arah Assembly Point.

Jalur Evakuasi lantai 2:

Di bawah ini adalah gambar peta Jalur Evakuasi lantai 2, diambil posisi – posisi yang jauh dari Assembly point.

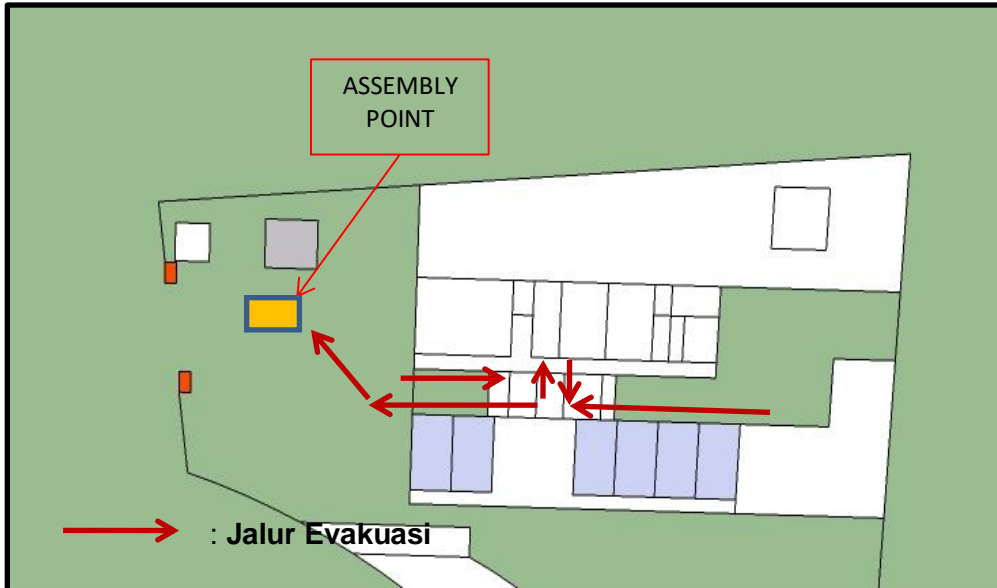


Gambar 8.17 Jalur Evakuasi lantai 2 .

Dari gambar 8.17. dengan mengambil posisi-posisi yang paling jauh dari Assembly Point, dapat dilihat bahwa bila terjadi bencana, dari Ruang TI mengikuti petunjuk panah ke arah tangga depan Perpustakaan langsung ke Assembly Point, sedangkan dari Aula Herkules menuju Assembly Point melalui lorong tengah menuju tangga Perpustakaan turun ke lobby kampus ke Assembly point, sedangkan dari Aula Herkules turun ke tangga depan Ruang UKM melalui halaman parkir mobil depan hanggar pesawat menuju halaman depan kampus kemudian kearah Assembly point.

Jalur Evakuasi lantai 3:

Di bawah ini adalah gambar peta Jalur Evakuasi lantai 3, diambil posisi – posisi yang jauh dari Assembly point.



Gambar 8.18 Jalur Evakuasi lantai 3 .

Dari gambar 8.18 dengan mengambil posisi-posisi yang paling jauh dari Assembly Point, dapat dilihat bahwa bila terjadi bencana, dari Ruang 306 mengikuti petunjuk panah ke arah tangga tengah kemudian turun ke lantai 2 dan turun ke lantai 1 , keluar ke arah depan Hanggar pesawat kemudian langsung ke Assembly Point, dari Ruang 301 mengikuti petunjuk panah ke arah tangga tengah kemudian turun ke lantai 2 dan turun ke lantai 1 , keluar ke arah depan Hanggar pesawat kemudian langsung ke Assembly Point.

KESIMPULAN

Berdasarkan dua alternatif yang terpilih adalah depan gedung serbaguna karena memiliki jarak yang lebih paling dekat dan dapat menampung lebih banyak orang. Hasil Usability Testing menunjukkan perbedaan jarak tempuh antara Assembly 1 bagian depan Kampus A Unsurya dengan Assembly 2 di sebelah kanan gedung unsurya Kampus A Unsurya .

Perbandingan dari Perancangan Assembly Point 1 dengan Assembly Point 2 adalah sebagai berikut :

- a. Assembly Point 1 dengan total jarak 559,92 m, tempatnya lebih dekat dengan jalan keluar kampus, sudah masuk ke jalan besar sehingga proses evakuasi lebih cepat.
- b. Assembly Point 2 dengan total jarak 688,38 m lebih jauh jaraknya dengan jalur keluar, sehingga proses evakuasi lebih lama.
- c. Perhitungan untuk proses evakuasi harus menempuh jarak yang lebih jauh untuk ke Assembly Point 2 sedangkan untuk Assembly Point 1 lebih dekat.
- d. Pemasangan Display akan sangat membantu pada proses evakuasi , sehingga para pengguna gedung tidak kebingungan bila ada bencana.
- e. Pemasangan Display untuk pemadam kebakaran beserta nomor telpon Pemadam kebakaran terdekat juga akan membantu proses penanggulangan bahaya kebakaran.
- f. Pemasangan Display untuk Assembly Point akan sangat membantu pada proses evakuasi , sehingga para pengguna gedung tidak kebingungan bila ada bencana, dan untuk proses evakuasi menjadi lebih mudah.

Dengan demikian alternatif untuk Assmbly Point adalah menggunakan Assembly point 1 yaitu tempat parkir di bagian depan kampus A Universitas Suryadarma.

DAFTAR PUSTAKA

- Buchari, 2007. **Manajemen Kesehatan Kerja dan Alat Pelindung Diri**. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Lundy, James L. 1960. **Effective Industrial Management**. New York : The Macmillan Company
- Moore, Franklin G. 1961. **Manufacturing Management**, Third Edition [s.l.:Richard D. Erwin. Purnama, Hadi. 2010.
- Nurmianto, E. 1996. **Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya**. Jakarta. Guna Widya
- Phoolan Devi, Arief Rahman (2011) **Perancangan Sistem Deteksi Posisi Penghuni Pada Proses Evakuasi Gedung Bertingkat dengan Teknologi RFID**. Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya
- Silalahi, Bennett N.B. [dan] Silalahi, Rumondang. 1995. **Manajemen keselamatan an kesehatan kerja**. Pustaka Binaman Pressindo.
- Suma'mur .1985. **Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan**. Jakarta :Gunung Agung
- Suma'mur .1991. **Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja**. Jakarta :Haji Mas Agung
- Sutalaksana, dkk. 1979. **Teknik Tata Cara Kerja**. ITB , Bandung.
- Tambusai, M. 2001. **Pengawasan Kesehatan dan Keselamatan Kerja Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja. Makalah Seminar K3 RS. Persahabatan Jakarta**. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.

BAB 9

PERANCANGAN TATA LETAK GUDANG DENGAN METODE SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING UNTUK MENINGKATKAN PENEMPATAN SUKU CADANG YANG EFEKTIF DAN EFISIEN PADA CENTRAL OF WAREHOUSE PT. XYZ

**MITTRA ABDI KAPRI¹, WASPADA TEDJA BHIRAWA¹, SUHANTO²
DAN BASUKI ARIANTO¹**

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta.

²Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto, Yogyakarta.

ABSTRAK

Perancangan tata letak pada area Gudang Utama (Central Of Warehouse). diharapkan dapat menyelesaikan masalah tempat peletakkan suku cadang dan jarak perpindahan komponen - komponen yang saat ini masih belum memadai. Mengingat posisi layout yang dirancang harus sangat diperhatikan caranya guna untuk membuat layout yang efisien dan efektif, maka diperlukannya metode untuk menerapkan cara bagaimana merancang tata letak, maka dari itu penulis ingin mencoba metode systematic layout planning agar dapat menyelesaikan masalah tata letak di area Gudang Utama (Central Of Warehouse).

Systematic Layout Planning (SLP) banyak diaplikasikan untuk berbagai macam persoalan meliputi antara lain problem produksi, transportasi, pergudangan, suporting services dan aktifitas-aktifitas yang dijumpai dalam perkantoran. Systematic layout planning merupakan salah satu cara untuk menghasilkan aliran barang yang efisien melalui perancangan produk. Metode ini mencoba merancang layout fasilitas dengan memperhatikan urutan proses serta derajat kedekatan antar unit pelayanan yang terdapat pada fasilitas yang akan dirancang.

Perancangan tata letak area Gudang Utama (Central Of Warehouse) pada perusahaan PT.XYZ dengan menggunakan metode Systematic Layout Planning dapat merubah tata letak Gudang Utama menjadi lebih efektif dan efisien, hal ini dapat dibuktikan dengan jarak perpindahan suku cadang menjadi lebih pendek dan kapasitas rak untuk penempatan suku cadang menjadi lebih optimal. Jarak perpindahan suku cadang pada Gudang Utama (Center Of Warehouse) semakin pendek dengan memindahkan ruangan suku cadang yang bersifat fast moving ke ruangan yang dekat dengan pintu Input dan Output. Pada penelitian ini penulis mengasumsikan adanya material handling yang dapat digunakan, menambahkan Chain Hoist yang

bergerak secara vertikal sesuai dengan keadaan Gudang Utama yang berlantai empat.

Kata Kunci: Systematic Layout Planning (SLP), Warehouse, Chain Hoist

PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan perusahaan maskapai penerbangan yang bergerak dibidang jasa pengiriman barang (*cargo*) yang beroperasi di daerah Indonesia timur, perusahaan maskapai penerbangan ini beroperasi setiap harinya bahkan pada saat hari libur atau hari-hari besar lainnya tetap beroperasi. Dengan beroperasinya pesawat setiap hari, maka jam terbang pesawat – pesawatnya itu relatif tinggi sehingga semakin cepat pula suku cadang pesawat yang difungsikan akan cepat habis, dengan kata lain harus dilakukannya perbaikan (*repair*) atau diganti dengan suku cadang yang baru. Letak wilayah Indonesia dibagian timur menjadikan alasan utama bagi perusahaan PT.XYZ berbagai kendala dan kesulitan yang dihadapi dalam akses untuk pengadaan kebutuhan suku cadang dan perbaikan suku cadang. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan suku cadang pesawat, perusahaan ini mendirikan unit cabang perusahaan di ibukota negara Indonesia, di Jakarta. Karena letak cabang perusahaan ini dekat dengan perusahaan yang melayani jasa perbaikan (*repair*) suku cadang pesawat dan akses untuk pembelian suku cadang baru.

Unit cabang perusahaan PT.XYZ di Jakarta menjadi tempat untuk melakukan perbaikan suku cadang dan penyimpanan (*storage*) suku cadang yang dibutuhkan perusahaan, karena kebutuhan suku cadang pesawat yang banyak dan terbatasnya area dari bangunan yang digunakan, membuat penempatan atau menyimpan suku cadang yang baru dan yang telah diperbaiki harus sangat diperhatikan posisi dan cara penempatannya. Letak posisi suku cadang yang berada di lantai dua menyebabkan harus diperhatikannya cara dan jarak perpindahan suku cadang dari penyimpanan (*storage*), mengingat komponen -komponen sangat rentan dengan adanya kecacatan pada suku cadang pesawat.

Perancangan tata letak pada area Gudang Utama (*Central Of Warehouse*) diharapkan dapat menyelesaikan masalah tempat peletakkan suku cadang dan jarak perpindahan komponen - komponen yang saat ini masih belum memada. *Layout* yang dirancang sedemikian rupa sehingga diperoleh *layout* yang efisien dan efektif, oleh karenanya diperlukannya metode untuk bagaimana merancanginya. Penulis menggunakan metode *systematic layout planning* agar dapat menyelesaikan masalah tata letak di area Gudang Utama (*Central Of Warehouse*). Atas dasar hal-hal tersebut maka penulis akan melakukan penelitian dengan judul “Perencanaan Tata Letak Area *Central Of Warehouse* pada PT. XYZ Unit Jakarta dengan Metode *Systematic Layout Planning*”.

Tujuan penelitian perancangan tata letak Gudang Utama dengan metode *Systematic Layout Planning* yaitu memahami Perancangan tata letak area

Gudang Utama (*Central Of Warehouse*) dengan metode *Systematic Layout Planning* untuk membuat penempatan suku cadang menjadi efektif dan efisien dan mengimplementasikan jarak keluar-masuknya aliran suku cadang pesawat yang telah diperbaiki (*after repaired*) dapat dioptimalkan.

METODE

Tata letak merupakan suatu proses perancangan dan pengaturan tata letak fasilitas fisik seperti mesin atau peralatan, lahan, bangunan, dan ruang untuk mengoptimalkan keterkaitan antara pekerja, aliran bahan, aliran informasi dan metode yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan perusahaan secara efisien, ekonomis, dan aman (Apple, 1990).

Tujuan rancang fasilitas adalah membawa masukan (bahan, pasokan,dll) melalui setiap fasilitas dalam waktu tersingkat yang memungkinkan, dengan biaya yang wajar. Dalam batasan industri, makin singkat sepotong bahan berada dalam pabrik, makin kecil keharusan pabrik menanggung beban buruh dan ongkos tak langsung. Fungsi tataletak bersifat pelayanan staf, biasanya digabung dengan kegiatan manufaktur atau produksi. Bagaimanapun, ada beberapa aras organisasi tempat pekerjaan tataletak dilaksanakan, bergantung pada ukuran nisbi dari perusahaan dan pentingnya pekerjaan tataletak bagi pelaksanaan usaha (Apple, 1990).

Tata letak fasilitas pabrik harus dirancang untuk memungkinkan perpindahan yang ekonomis dari orang dan bahan selama proses. Jarak pengangkutan diusahakan sependek mungkin dan pengambilan serta peletakan produk dan peralatan diminimumkan. Hal ini akan menghasilkan minimisasi biaya penanganan bahan, penurunan waktu proses kerja dan mesin menganggur (Wignjosoebroto. Sritomo, 1996).

Systematic Layout Planning

Systematic Layout Planning (SLP) banyak diaplikasikan untuk berbagai macam persoalan meliputi antara lain problem produksi, transportasi, pergudangan, suporting services dan aktifitas-aktifitas yang dijumpai dalam perkantoran. (Sunderesh S. Huragu, 2008)

Systematic layout planning merupakan salah satu cara untuk menghasilkan aliran barang yang efisien melalui perancangan produk. Metode ini mencoba merancang layout fasilitas dengan memperhatikan urutan proses serta derajat kedekatan antar unit pelayanan yang terdapat pada fasilitas yang akan dirancang. (Muther. Ricahrd, 1973)

Systematic layout planning terdiri dari empat tahap perancangan sebagai berikut:

Tahap I : Menentukan lokasi dimana fasilitas akan dibangun

Tahap II: Membuat rancangan fasilitas secara keseluruhan.

Tahap III: Menentukan perancangan tata letak fasilitas secara detail

Tahap IV : Persiapan dan penginstalasi hasil rancangan

Data masukan dan aktifitas dalam proses SLP adalah sebagai berikut :

- a. Analisis Aliran Material. Analisis aliran material (flow of materials analysis) akan berkaitan dengan usaha-usaha analisis pengukuran kuantitatif untuk setiap perpindahan gerakan material diantara departemen-departemen atau aktifitas-aktifitas operasional.
- b. Analisis Hubungan Aktifitas Kerja (Activity Relationship). Analisis aliran material dengan aplikasi dalam bentuk peta proses cenderung untuk mencari hubungan aktifitas pemindahan material secara kuantitatif.
- c. Penyusunan String Diagram. Langkah ini mencoba merangkum langkah 1 dan 2 dimana posisi mesin (bisa juga posisi kelompok fasilitas kerja atau departemen) akan diatur letaknya dan kemudian dihubungkan dengan garis (string) sesuai dengan jarak pemindahan materialnya.
- d. Kebutuhan Luas Area. Langkah ini bisa disebut sebagai “langkah penyesuaian”. Disini penyesuaian harus dilaksanakan dengan memperhatikan luas are yang diperlukan.
- e. Pertimbangan Terhadap Luas Yang Tersedia. Dalam beberapa kasus tertentu, khususnya untuk problem relayout seringkali layout yang di desain harus disesuaikan dengan luas bangunan pabrik yang tersedia.
- f. Pembuatan Space Relationship Diagram. Langkah ini merupakan modifikasi dari langkah ketiga.
- g. Modifikasi Layout Berdasarkan Pertimbangan Praktis. Disini pertimbangan-pertimbangan praktis dibuat untuk modifikasi layout.
- h. Pemilihan dan Evaluasi Alternatif Layout. Langkah terakhir ini adalah untuk mengambil keputusan terhadap usulan desain layout yang harus dipilih atau diaplikasikan.

Diagram Keterkaitan Kegiatan

Diagram Keterkaitan Kegiatan ini digambarkan dalam bentuk diagram balok yang menunjukkan pendekatan keterkaitan kegiatan, yang menunjukkan setiap kegiatan sebagai satu model kegiatan tunggal yang tidak menekankan arti ruangan pada tahapan proses perencanaan ini. Diagram Keterkaitan Kegiatan ini dibentuk dengan mengacu pada analisis Peta Keterkaitan Kegiatan yang telah dibuat sebelumnya (Apple, 1990).

Menurut Wignjosoebroto. Sritomo, (1993) bila dilihat dalam Peta Keterkaitan Kegiatan maka dapat dilakukan peletakan fasilitas itu sesuai dengan syarat dan derajat kedekatan yang telah ditentukan. Dalam hal ini yang menjadi prioritas adalah derajat hubungan A (*absolutely important*) atau mutlak perlu dan derajat hubungan X (*unexpected*) atau tidak diharapkan. Kedua derajat hubungan ini menyatakan suatu syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam perancangan suatu tata letak.

Peta Keterkaitan Kegiatan

Peta hubungan aktivitas atau *Activity Relation Chart* (selanjutnya disingkat dengan ARC) adalah suatu cara atau teknik yang sederhana didalam merencanakan tata letak fasilitas atau departemen berdasarkan derajat

hubungan aktivitas yang sering dinyatakan dalam penilaian “kualitatif” dan cenderung berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang bersifat subyektif dari masing-masing fasilitas atau departemen (Wignjosoebroto. Sritomo, 1996).

Tabel 9.1 Derajat Kedekatan Aktivitas

Huruf Sandi	Keterangan
A	Mutlak perlu, kegiatan-kegiatan tersebut berhampiran satu sama lain
E	Sangat penting, kegiatan-kegiatan tersebut berdekatan
I	Penting, kegiatan-kegiatan tersebut berdekatan
O	Biasa, kedekatannya diamana saja tidak masalah
U	Tidak perlu adanya keterkaitan kegiatan apapun
X	Tidak diharapkan

Peta Keterkaitan Kegiatan, serupa dengan Peta Dari Ke-, tetapi hanya satu perangkat lokasi saja yang ditunjukkan. Kenyataannya peta ini serupadengan tabel jarak sebuah peta jalan; jaraknya digantikan dengan huruf sandi kualitatif, dan angka menunjukkan alasan bagi huruf sandi tadi. Sandi keterkaitan menunjukkan keterkaitan satu kegiatan dengan yang lainnya dan seberapa penting setiap kedekatan hubungan yang ada. Huruf-huruf (A, I, E, O, U, X) diletakkan pada bagian atas kotak. Kadang-kadang digunakan juga warna, untuk menunjukkan derajat kedek

Kebutuhan Luas Lantai

Stasiun kerja yang akan digunakan untuk menjalankan operasi maka perlu diperhatikannya luas lantai yang dimaksudkan agar operator menjadi nyaman atau kinerja dari stasiun kerja dapat berjalan dengan baik. Komponen-komponen yang harus diperhatikan dalam perencanaan kebutuhan luas lantai adalah luasan mesin, luasan ruang gerak operator, luasan penumpukan bahan yang akan diproses dan ditambahkan *allowance* yang bertujuan mendukung kelancaran produksi. (Hadiguna. R. A. 2015)

Jarak Aliran Bahan

Pengukuran yang sesungguhnya tergantung dari ketersediaan personel, waktu pengumpulan data serta tipe material handling yang digunakan. Ada beberapa cara pengukuran jarak yang digunakan, antara lain: (Wignjosoebroto. Sritomo, 2003)

- a. Euclidean. Pengukuran yang dilakukan adalah dengan mengukur jarak dengan menarik garis lurus dari pusat setiap fasilitas. Rumus perhitungan jarak menggunakan Euclidean :

$$d_{ij} = [(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2]^{1/2}$$

- b. Squared Euclidean. Sesuai dengan namanya, pengukuran ini adalah kuadrat dari Euclidean. Perhitungan ini menggunakan Squared Euclidean:

$$d_{ij} = [(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2]$$

- c. Rectilinier. Pengukuran Rectilinier juga dinamakan Manhattan, sudut siku-siku atau rectangular. Perhitungan jarak dengan menggunakan Rectilinier adalah sebagai berikut:

$$d_{ij} = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j|$$

- d. Tahebycher. Pengukuran ini nerdasar masalah pergerakan material pada fasilitas permesinan berat denmgan melalui *crane* dengan gerakan x dan y. Waktu untuk mencapai pusat dari fasilitas adalah tergantung dari nilai yang lebih besar dari x dan y. Jadi perhitungan jarak menggunakan Tahebycher adalah:

$$d_{ij} = \max |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j|$$

- e. Aisle Distance. Jarak aisle distance berbeda dari cara pengukuran lainnya. Karena merupakan jarak yang sebenarnya. Jarak ini merupakan cara utama yang dilakukan peralatan *material handling*.

Sistem Penyimpanan

Sistem penyimpanan dilakukan untuk menerapkan aturan dalam tata cara penyimpanan didalam suatu tempat atau lokasi penyimpanan (*storage*), sehingga bahan baku atau suku cadang mendapat tempat peletakkan yang efektif dan efisien.

Menurut Hadiguna. R. A, (2015) sistem penyimpanan memiliki beberapa subbab dalam perancangannya.

Konsep Tata Letak Penyimpanan Barang

Tujuan perencanaan tata letak untuk gudang bahan baku dan gudang barang jadi adalah:

- Utilisasi luas lantai secara efektif
- Menyediakan pemindahan bahan yang efisien
- Meminimalisasi biaya penyimpanan pada saat menyediakan tingkat pelayanan yang ..dibutuhkan
- Mencapai fleksibilitas maksimum
- Menyediakan housekeeping yang baik

Formulasi Model Penyelesaian

Pengembangan model penyelesaian penempatan barang pada fasilitas gudang sudah cukup banyak. Model diselesaikan secara heuristik. Persoalan tata letak gudang mencakup penentuan lokasi penyimpanan pada gudang. Persoalan tata letak gedung dapat di formulasikan sebagai berikut:

$$w(x) = \frac{n}{m}$$

$$f(x) = \frac{T_j X_{jk}}{S_j}$$

Algoritma model ini sebagai berikut:

- a. Langkah 1: Hitung jarak setiap titik I/O dan buatlah bentuk format matriks.
- b. Langkah 2: Hitunglah bobot jarak perpindahan menggunakan formulasi $w(x)$.
- c. Langkah 3: Urutkan nilai bobot jarak perpindahan barang dari nilai yang terbesar hingga yang terkecil.
- d. Langkah 4: Hitunglah jarak rata-rata barang berdasarkan jumlah kebutuhan lokasi
- e. Langkah 5: Urutkan nilai jarak rata-rata berdasarkan nilai terbesar hingga terkecil.

Media Penyimpanan

Gudang memiliki beberapa media penyimpanan yang umumnya digunakan untuk menyimpan item. Beberapa aksesoris gudang antara lain:

- a. *Shelves*, digunakan untuk menyimpan item yang kecil.
- b. *Racks*, untuk menyimpan material yang sebelumnya diletakkan pada *pallet*.
- c. *Double deep pallet, racks* pengembangan *racks* yang dapat meletakkan 20 *pallet* pada kedua sisi dimana tiap sisi terdiri atas 10 *pallet*.
- d. *Portable racks*, adalah bentuk lain *racks* yang dapat memuat berbagai bentuk material. Tiap tingkatannya terdiri atas material yang berbeda dan rangkanya dapat di lepas.
- e. *Mezzanines*, lantai yang dibangun di atas rak-rak sebagai penempatan *slow moving* material.
- f. *Rolling Shelves*, merupakan rak yang dapat digeser karena tiap rak diberi roda yang berada di atas jalur.
- g. *Drawer storage*, digunakan untuk menyimpan material yang kecil sekali, seperti komponen rangkaian listrik dan baut. Setiap *drawer* dapat terdiri atas 32-64 laci.

Suku Cadang

Suku cadang atau yang disebut (*sparepart*) biasanya tidak selalu tersedia secara siap ada dipasaran melainkan sangat terbatas keberadaannya. Suku cadang ini merupakan alat penunjang mesin-mesin yang di gunakan untuk memproduksi suatu produk sehingga suku cadang mempunyai peranan yang sangat vital bagi kelangsungan proses produksi disetiap perusahaan manufaktur.

Definisi Suku Cadang (*Sparepart*) Menurut Indrajit, dkk. (2006), dalam bukunya manajemen persediaan menyatakan definisi suku cadang adalah sebagai berikut: "Suku cadang atau *sparepart* adalah suatu alat yang mendukung pengadaan barang untuk keperluan peralatan yang digunakan dalam proses produksi". Klasifikasi Suku Cadang (*Sparepart*) Menurut penggunaannya, suku cadang dapat dibagi menjadi tiga jenis. Menurut Indrajit, dkk. (2006), mengklasifikasikan suku cadang ke dalam beberapa jenis yaitu:

- a. Suku cadang habis pakai (*consumable parts*). Suku cadang jenis ini adalah suku cadang untuk pemakaian biasa, yaitu yang akan aus dan rusak, kerusakan suku cadang ini dapat terjadi sewaktu-waktu.
- b. Suku cadang pengganti (*replacement parts*). Suku cadang jenis ini adalah suku cadang yang penggantianannya biasanya dilakukan pada waktu *overhaul*, yaitu pada waktu diadakan perbaikan besar-besaran.
- c. Suku cadang jaminan (*insurance parts*). Suku cadang jenis ini adalah suku cadang yang biasanya tidak pernah rusak, tetapi dapat rusak, dan apabila rusak dapat menghentikan operasi dan produksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

PT. XYZ memulai operasi dengan menggunakan 2 buah pesawat terbang jenis *Beechcraft Super King Air B-200*(*SKA B-200*) tipe sayap tetap diawal tahun 1991 dan helikopter jenis *Bell-412* yang diproduksi oleh Indonesia Pesawat Terbang Nusantara (IPTN). Klien pertama PT. XYZ di Maret 1991 adalah PT. Mapindo yang menggunakan pesawat *SKA B-200* untuk melakukan pemetaan foto seluruh pulau – pulau di Indonesia. Ini adalah pertama kalinya fotografi udara yang sangat presisi di Indonesia dan setelah sukses proyek ini membutuhkan tambahan 3 pesawat terbang untuk fotografi udara dengan klien yang sama.

Pada November 1991 PT. XYZ mengoperasikan helikopter jenis *Bell-412 SP*. Helikopter ini dioperasikan atas nama perusahaan *Maxus Oil* di Pabelokan, Pulau Seribu, pantai lepas di Jakarta Utara. Setelah operasi potografi udara berhasil klien memutuskan untuk mengakusisi pesawat milik PT. XYZ dan yang dibutuhkan manajemen bagaimana mencari pesawat pengganti. Namun setelah itu diputuskan untuk menyediakan sebuah layanan transportasi dengan jenis pesawat yang berbeda dan demikian salah satu pilihan PT. XYZ membeli pesawat berjenis *F27-600* untuk menggantikan *SKA-B200*. Pesawat *F27* ditempatkan di Jakarta untuk penumpang dan penerbangan charter kargo untuk Conoco perusahaan minyak dan penerbangan domestik untuk Sempati Air.

PT. XYZ akan mengoperasikan penerbangan komersial di Indonesia dengan menggunakan pesawat *Twin Otters DHC-6-300* dan *ATR 42/72* serta akan mengoperasikan kembali Boeing 737. Rencana target PT. XYZ adalah untuk meningkatkan rute pengumpan (*feeder*) penumpang dan pusat dari *feeder* masing – masing daerah, *charter* dan dalam waktu dekat akan menambah jadwal dengan menggunakan 2 (dua) pesawat B737-300 dan meningkatkan kapasitas kargo di Indonesia Timur dengan menambang pesawat B737-300F, dengan catatan dapat menambah armada pesawat terbang.

Armada Perusahaan

PT. XYZ memiliki 14 pesawat terbang, sebagai berikut :

Tabel 9.1 Armada Pesawat PT. XYZ

Tipe Pesawat	Jumlah Pesawat	Registrasi Pesawat
ATR 42 - 300	2	PK-YRR, PK-YRV
ATR 42 – 500	1	PK-YSJ
ATR 72 – 202	1	PK-YRX
ATR 72 - 500	2	PK-YSL, PK-YSK
DHC – 6	3	PK-YPX, PK-YRU, PK-YRF
BOEING 737-300	3	PK-YSN, PK-YSZ, PK-YSG
BOEING 737-400	2	PK-YSF, PK-YSH

Fasilitas

Perusahaan PT.XYZ memiliki beberapa fasilitas yang digunakan sebagai penunjang aktifitas perusahaan.

Hanggar Pemeliharaan

Hanggar untuk pemeliharaan pesawat PT.XYZ dioperasikan di daerah Indonesia Timur tepatnya terletak di bandara Sentani atau Jayapura, Irian Jaya. Untuk melakukan kegiatan pemeliharaan pesawat, pergantian komponen pesawat dan pemeliharaan yang lain dapat dilakukan di hanggar terletak di bandara Sentani.

Gudang

Dalam penyimpanan suku cadang, komponen pesawat dan kebutuhan lainnya PT.XYZ mempunyai gudang (*warehouse*) yang terletak di Jakarta, Ambon, Surabaya dan Sentani. Gudang pusat (*Central Of Warehouse*) berada di Jakarta, dimana aktivitas di gudang pusat (*Central Of Warehouse*) meliputi kegiatan permintaan, pengadaan, persediaan, penyimpanan, material handling dan distribusi antar gudang. Selain gudang pusat di Jakarta, PT.XYZ mempunyai gudang kedua sebagai gudang pendukung yang berada di hanggar Sentani.

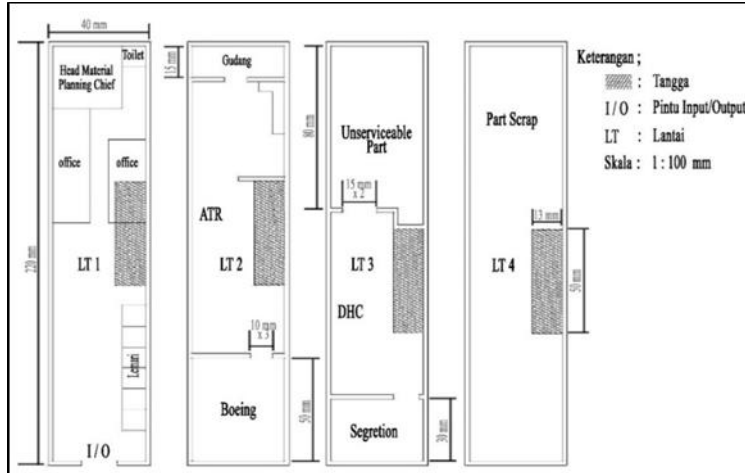
Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara serta dengan cara melakukan observasi secara langsung pada Gudang Utama (*Center Of Warehouse*) di perusahaan PT.XYZ, berikut data yang diambil pada saat penelitian. pengumpulan data Pada penelitian dilakukan sebanyak empat tahap, yaitu;

- Tata letak awal Gudang Utama (*Center Of Warehouse*)
- Jenis – jenis suku cadang (*spare part*) berdasarkan tipe armada pesawat.
- Jumlah rak penempatan suku cadang pada tiap-tiap ruangan.
- Aliran proses keluar-masuk suku cadang pada Gudang Utama (*Center Of Warehouse*)

Tata letak Gudang Utama

Tata letak Gudang Utama (*Center Of Warehouse*) pada saat ini masih belum efektif, gambar 1 menggambarkan tata letak gudang saat ini pada perusahaan PT.XYZ



Gambar 9.1 Tata letak Gudang Utama

Pada gambar 9.1 menggambarkan tata letak ruangan Gudang Utama (*Center Of Warehouse*) yang mana gudang ini menggunakan gedung yang terdiri dari empat lantai.

a. Lantai 1 (satu)

Pada lantai ini ditempatkan penyimpanan suku cadang (*spare part*) pesawat yang memiliki bobot lebih dari 20 kg seperti *breake*, *main wheel hub* dan *maintires* serta terdapat juga kantor dan ruang kepala *material planning*.

Tabel 9.2 Dimensi Ruang Lantai Satu

No	Ukuran	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Keterangan
1	Lantai 1	2200	400	300	Luas gedung
2	Lemari	100	100	200	Tempat penyimpanan <i>tools</i> dan <i>spare part</i> bobot diatas 20kg
3	Office kiri	550	160	150	Database gudang
4	Office kanan	400	160	150	Database gudang
5	Head material planning room	300	300	300	Ruang kepala Gudang Utama
6	Toilet	150	100	300	-

b. Lantai 2 (dua)

Pada lantai dua terdapat dua ruangan yang menyimpan *spare part* pesawat *Boeing* dan pesawat *ATR*, baik itu bersifat *unservice* ataupun *new*.

Tabel 9.3 Dimensi Ruang Lantai Dua

No	Ukuran	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Keterangan
1	Lantai 2	2200	400	300	Luas gedung
2	Boeing	500	400	300	Tempat penyimpanan <i>spare part</i> pesawat <i>boeing</i>
3	Gudang	150	400	300	Gudang perlengkapan
4	ATR	1500	400	-	Menggunakan rak untuk suku cadang pesawat ATR

c. Lantai 3 (tiga)

Lantai tiga digunakan sebagai penyimpanan suku cadang bersifat *unserviceable part* dan *segretion* yang bisa diartikan sebagai suku cadang dari pesawat yang telah tidak difungsikan dengan kondisi *spare part* yang masih layak digunakan.

Tabel 9.4 Dimensi Ruang Lantai Tiga

No	Ukuran	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Keterangan
1	Lantai 3	2200	400	300	Luas gedung
2	<i>Segretion</i>	300	400	300	Tempat penyimpanan <i>spare part</i> pesawat yang telah non aktif
3	DHC	1100	400	-	Menggunakan rak untuk penempatan suku cadang
4	<i>Unserviceable part</i>	800	400	300	Tempat penyimpanan <i>spare part</i> pesawat yang dalam keadaan sudah diperbaiki ataupun belum diperbaiki

d. Lantai 4 (empat)

Untuk saat ini lantai empat masih belum difungsikan secara efektif karena hanya digunakan untuk suku cadang yang sudah tidak bisa difungsikan lagi (*part's scrap*).

Tabel 9.5 Dimensi Ruang Lantai Empat

No	Ukuran	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Keterangan
1	Lantai 4	2200	400	300	Luas gedung
2	<i>Part Scrap</i>	2200	400	-	Tempat penyimpanan <i>spare part</i> yang telah non aktif

Gudang utama (*Center Of Warehouse*) menggunakan rak (*rack*) yang kemudian menggunakan laci yang berukuran kecil sebagai tempat untuk membedakan seri *part number* dari suku cadang.

Jenis – jenis Suku Cadang (*spare part*) Gudang Utama

Suku cadang (*spare part*) yang disimpan di Gudang Utama (*Center Of Warehouse*) dibedakan berdasarkan keadaan suku cadang, bobot berat, jenis pesawat yang ada di perusahaan PT.XYZ, berikut jenis-jenis suku cadang yang disimpan pada Gudang Utama.

a. Suku Cadang Berdasarkan Tipe Pesawat

Gudang Utama (*Center Of Warehouse*) membedakan penempatan suku cadang pesawat dimulai dari tipe pesawat berikut tabel penempatan suku cadang berdasarkan tipe pesawat.

Tabel 9.6 Suku Cadang Berdasarkan Tipe Pesawat

No	Tipe Pesawat	Media Penyimpanan	Jumlah Rak (unit)	Keterangan
1	Boeing	Menggunakan ruangan dan rak	7	<i>Spare part</i> yang berukuran kecil
2	ATR	Menggunakan rak	11	<i>Spare part</i> yang berukuran kecil
3	DHC	Menggunakan rak	9	<i>Spare part</i> yang berukuran kecil

b. Suku Cadang Berdasarkan Keadaan Dari Suku Cadang

Penempatan suku cadang juga dibedakan berdasarkan keadaan dari suku cadang tersebut apakah masih bisa digunakan atau tidaknya., berikut tabel suku cadang berdasarkan keadaan dari suku cadang tersebut.

Tabel 9.7 Suku Cadang Berdasarkan Keadaan Suku Cadang

No	Keadaan Suku Cadang	Media Penyimpanan	Jumlah Rak (unit)	Keterangan
1	Unserviceable part	Menggunakan ruangan dan rak	12	<i>Spare part</i> yang bisa diperbaiki
2	Segretion	Menggunakan ruangan dan rak	5	<i>Spare part</i> yang diambil dari pesawat yang tidak di operasikan lagi
3	Part Scrap	Tidak menggunakan rak dan ruangan	-	Tempat penyimpanan suku cadang yang tidak digunakan

c. Suku Cadang yang Memiliki Bobot Berat Melebihi 20 Kilogram

Suku cadang yang bobotnya memiliki lebih dari 20 kilogram menjadi pertimbangan utama bagaimana cara penempatan dan lokasi penempatan suku cadang tersebut, berikut daftar suku cadang yang memiliki bobot lebih dari 20 kilogram.

Tabel 9.8 Suku Cadang dengan Bobot Lebih Dari 20 Kilogram

No	Suku cadang	Bobot berat (kg)	Keterangan
1	Engine ATR	400	Memiliki lebar suku cadang lebih dari 1x 1x1 m
2	Breake	130	Memiliki lebar kurang dari 1x1x1 m
3	Maintires	35	Memiliki lebar kurang dari 1x1x1 m
4	Propeller ATR	<30	Memiliki lebar kurang dari 1x1x1 m

d. Suku cadang yang bersifat *fast moving* diambil dari data *inventory* suku cadang tahun 2017

Suku cadang bersifat *fast moving* yaitu suku cadang yang bergerak cepat, yang berarti cepat masuk ke gudang dan cepat keluar dari Gudang Utama (*Center Of Warehouse*), berikut tabel suku cadang yang bergerak cepat dari data *inventory* Gudang Utama tahun 2017.

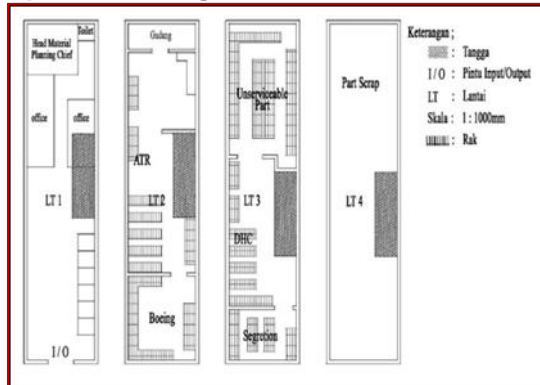
Tabel 9.9 Suku Cadang Fast Moving Inventory Tahun 2017

No	Suku cadang	Pesawat ATR (unit)	Pesawat Boeing (unit)	Jumlah masuk-keluar (unit)
1	Breake	27	66	93
2	Main wheel hub	2	68	70
3	Main tire	112	202	314
4	Nose tire	80	205	285
5	Oil engine	-	466	466
6	Rotor disk	42	-	42
7	Pad wear	387	-	387
8	Filter oil	-	83	83
9	Lining	390	-	390
10	Lamp TL F240	-	145	145
11	Bulb GE387	-	1232	1232

Jumlah Rak Penempatan Suku Cadang Pada Tiap-tiap Ruangan

Gudang Utama (*Center Of Warehouse*) memiliki media penyimpanan dengan menggunakan rak-rak yang kemudian menggunakan laci-laci kecil sebagai penempatan suku cadang.

a. Posisi rak pada Gudang Utama

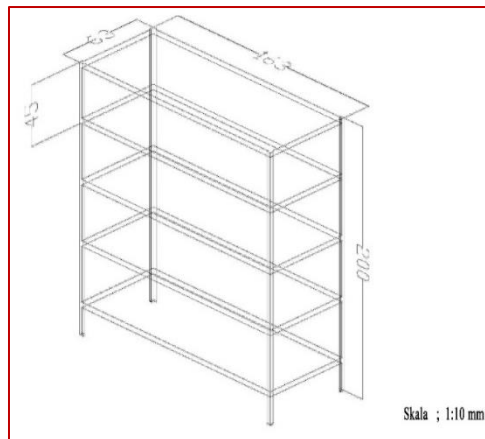


Gambar 9.2 Posisi rak pada Gudang Utama (Center Of Warehouse)

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa tidak semua ruangan dipenuhi susunan rak dikarenakan Gudang Utama memang belum efektif dalam memanfaatkan kapasitas ruangan dan posisi rak.

b. Ukuran rak yang digunakan perusahaan PT.XYZ pada Gudang Utama (Center Of Warehouse)

Ukuran rak pada Gudang Utama tidak memiliki ukuran baku tetapi memiliki rata-rata panjang 162cm, lebar 60 cm, tinggi 200cm dengan memiliki 3 – 4 tingkat.



Gambar 9.3 Ukuran Rak Penempatan Suku Cadang Gudang Utama

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat ukuran rak penempatan suku cadang yang memiliki 3-4 tingkat. Rak tersebut digunakan untuk suku cadang yang berbobot dibawah 20 kilogram.

Pengolahan Data

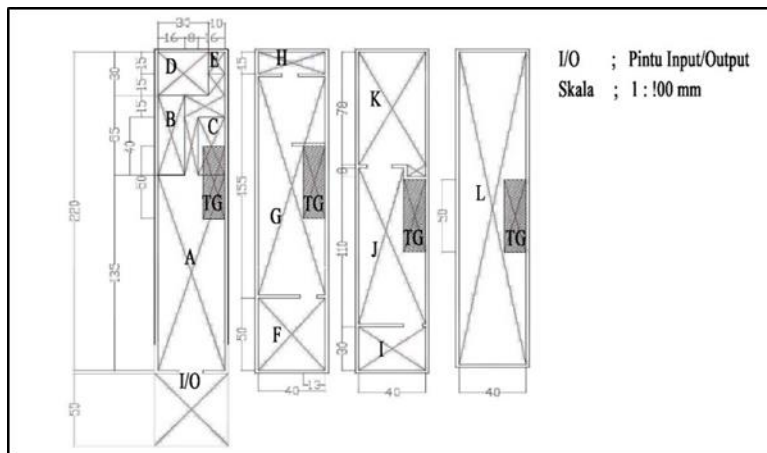
Pada penelitian ini pengolahan data dilakukan untuk mendapatkan rancangan alternatif tata letak yang lebih efektif dan efisien. Tata letak alternatif dirancang menggunakan metode *Systematic Layout Planning* dengan menghitung kepentingan posisi penempatan suku cadang yang dapat menimbulkan *hazard*, *fast moving*, dan kapasitas ruangan dari suku cadang.

Pengolahan data yang dilakukan pada bab ini adalah sebagai berikut;

- Luas area gudang utama
- Jarak perpindahan suku cadang tata letak awal
- Perancangan layout alternatif
- Layout alternatif cukup dengan ruang yang tersedia
- Jarak perpindahan suku cadang layout alternative

Luas Lantai Area Gudang Utama

Luas lantai area ruangan diperlukan untuk menghitung berapa kebutuhan luas dan berapa jarak perpindahan material nantinya, luas lantai yang ada berdasarkan pengamatan di lokasi dapat dilihat pada tabel 9.10. Dari ukuran satuan yang terdapat pada tabel 9.10 dapat dijelaskan pada bentuk layout area Gudang Utama (Center Of Warehouse) pada gambar 9.4.



Gambar 9.4 Luas Awal Lantai Gudang Utama

Tabel 9.10 Luas lantai Gudang Utama (Center Of Warehouse)

No	Ruangan	Kode	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m ²)
1	Ruang utama	A	13.5	4.0	-	54.0
			4.0	0.8		3.2
			1.5	2.4		3.6
			1.5	1.0		1.5
						= 62.3
2	Office kiri	B	5.5	1.6	-	8.8
3	Office kanan	C	4.0	1.6	-	6.4
4	Head Office	D	3.0	3.0	3.0	9.0
5	Toilet	E	1.5	1.0	3.0	1.5
6	Boeing	F	5.0	4.0	3.0	20.0
7	ATR	G	15.5	4.0	-	62.0
8	Gudang	H	1.5	4.0	3.0	6.0
9	Segretion	I	3.0	4.0	3.0	12.0
10	DHC	J	11.0	4.0	-	44.0
			0.8	1.3		1.04
						= 42.96
11	Unserviceable part	K	8.0	4.0	3.0	32.0
			0.8	1.3		1.04
						=33.04
12	Scrap part	L	22.0	4.0	-	88.0
13	Tangga *	TG	5.0	1.3	-	15.3
14	Teras *	I/O	5.0	4.0	-	20.0
					TOTAL	352.0
Ket (*) tidak dihitung karena bentuk tangga yang menanjak						
15	Luas Gudang	-	22.0	4.0		88.0 X 4 lantai =352.0

Jarak Perpindahan Suku Cadang Tata Letak Awal

Jarak perpindahan suku cadang dihitung untuk mengetahui berapa jarak perpindahan material, hal tersebut dilakukan untuk menghindari *hazard*, atau kesalahan dalam cara pemindahan suku cadang yang dapat merusak suku cadang atau berbahaya bagia alat, gedung, manusia, atau bahkan suku cadang yang lain atau suku cadang itu sendiri, berikut tabel peta dari-ke perpindahan suku cadang Gudang Utama (*Center Of Warehouse*).

Berdasarkan tabel 11 dan gambar 4, maka jarak suatu area aktifitas satu dengan area aktifitas yang lain dapat ditentukan, penentuan jarak perpindahanya dengan menggunakan sistem jarak *rectilinear* yaitu merupakan jarak yang diukur siku antara pusat fasilitas satu dengan pusat fasilitas yang lain, masing masing area aktifitas dicari titik pusatnya yaitu (0.0) dari x dan y. pemilihan pengukuran jarak dengan simtem *rectilinier* lebih mudah dipahami dan mudah digunakan.

a. Perhitungan

Pada layout awal diketahui luas area tiap lantai Gudang Utama adalah 88m² dengan ukuran panjang 22 meter dan lebar 4 meter dapat dipahami dalam posisi koordinat (xi,yi) dan (xj,yj) sebagai berikut (0,27) sebagai ukuran panjang dan (4,0) untuk ukuran lebar.

b. Perhitungan jarak perpindahan beda area 1 lantai

Pada *layout* awal diketahui bahwa luas area teras (I/O) 20 m² dengan titik pusat (xi,yi) yaitu (2;2,5). Luas area ruang utama (A) secara keseluruhan 62.3 m² dengan titik pusat (xj,yj) yaitu (4;13.5)+(0.8;4)+(2.4;1.5)+(1;1.5). apabila menghitung luas area yang digunakan untuk lemari sebagai penyimpanan *spare part* maka luas (A) 54 m² dengan titik pusat (xj,yj) yaitu (2;117,5). Jarak antara area teras dengan area ruang utama (jarak I/O-A) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jarak I/O-A} &= |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \\ &= |2 - 2| + |2,5 - 11,75| = 9.25 \end{aligned}$$

Jadi jarak area teras dengan ruang utama adalah 9.25 meter.

c. Perhitungan jarak perpindahan beda area beda lantai

Pada *layout* awal diketahui bahwa luas area ruang utama di lantai 1 (A) 54 m² dengan titik pusat (xi,yi) yaitu (2;11,75). Luas area ATR di lantai 2 (G) 62 m² dengan titik pusat (xj,yj) yaitu (2;17,75), sedangkan untuk perpindahan tiap lantai Gudang Utama (*Center Of Warehouse*) menggunakan tangga yang jika diukur memiliki panjang 5 m, maka setiap perpindahan lantai akan ditambahkan 5 m. Berikut jarak antara area ruang utama dengan area ATR (jarak A-G +5) adalah:

$$\begin{aligned} \text{Jarak I/O-A} &= |x_i - x_j| + |y_i - y_j| + 5 \\ &= |2-2| + |11,75-17,75| + 5 = 11 \end{aligned}$$

Jadi jarak area teras dengan ruang utama adalah 11 meter, hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 9.11.

Tabel 9.11 Titik pusat area Gudang Utama (Center Of Warehouse)

Area	X	Y
Ruang utama	2.00	11.70
Office kiri	0.80	21.30
Office kanan	3.20	20.50
Head Office	1.50	25.50
Toilet	3.50	26.25
Boeing	2.00	7.50
ATR	2.00	17.75
Gudang	2.00	26.25
Segretion	2.00	6.50
DHC	2.00	13.50
Unserviceable part	2.00	23.00
Scrap part	2.00	16.00
Tangga	3.35	-
Teras	2.00	2.50

Berdasarkan *standart operasional procedure* aliran proses perpindahan material pada Gudang Utama (*Center Of Warehouse*), suku cadang masuk melalui titik I/O kemudian langsung menuju tempat ruang penempatan suku cadang berdasarkan suku cadang tersebut.

Tabel 9.12 Jarak Antar Perpindahan Suku Cadang Pada Area Gudang Utama (Center Of Warehouse)

Area	Dari	Ke	Jarak (m)
Lantai 1	I/O	A	9.25
	A	G	11
Lantai 2	G	F	10.25
	G	J	9.25
Lantai 3	J	K	9.5
	J	I	7
	J	L	7.5
Perpindahan beda lantai	LT1 (A)	LT2 (G)	11
	LT 1 (A)*	LT3 (J)	20.25
	LT 1 (A)**	LT4 (L)	31

Keterangan:

* menandakan bahwa perpindahan lantai terjadi dua kali menyebabkan jarak menjadi A-G-J,

** menyebabkan jarak menjadi A-G-J-L.

Analisis Layout Gudang Utama (Center Of Warehouse)

Analisis layout dilakukan untuk mengetahui tata letak layout utama serta keterkaitan antar ruangan, untuk itu perlu dilakukannya pengolahan data sebagai berikut;

a. ARC (Activity Relationship Chart)

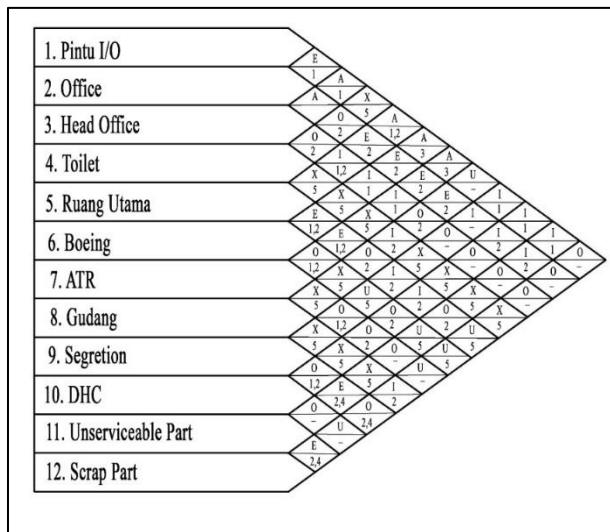
Pembuatan Activity Relation Chart (ARC) didapat dari data-data urutan aktivitas dalam proses produksi yang akan dihubungkan secara berpasangan untuk mengetahui tingkat hubungan antar aktivitas tersebut. Hubungan tersebut ditinjau dari beberapa aspek diantaranya adalah hubungan keterkaitan secara organisasi, aliran material, peralatan yang digunakan, manusia, informasi, dan keterkaitan lingkungan. Activity Relation Chart (ARC merupakan peta keterkaitan aktivitas yang berupa belah ketupat yang terdiri dari 2 bagian yaitu bagian atas yang menunjukkan simbol derajat keterkaitan antar dua departemen sedangkan bagian bawah merupakan alasan yang dipakai untuk mengukur derajat keterkaitan.

Dalam menyusun Activity Relation Chart (ARC) ada beberapa pertimbangan sebagai berikut:

- 1) Pintu I/O harus berada dekat dengan posisi suku cadang yang berbobot lebih dari 20 kilogram, hal ini dilakukan agar terhindarnya *hazard*.
- 2) Ruang suku cadang harus dekat dengan posisi pintu I/O agar suku cadang lebih cepat dalam perpindahan suku cadang.

- 3) Suku cadang yang belum di *repair* dan *after repaired* harus dibedakan penempatannya.
- 4) Ruang harus memadai untuk jumlah rak yang dibutuhkan dalam penempatan suku cadang.

Berdasarkan derajat hubungan antar aktivitas dan alasannya, maka peta hubungan keterkaitan aktivitas (ARC) untuk 12 ruangan selengkapnya pada gambar 9.5.



Gambar 9.5 Activity Relationship Chart (ARC)

b. Menyusun Worksheet

Cara penentuan worksheet adalah penyajian lembar kerja dari peta ARC dalam bentuk ringkasan, dapat diketahui bahwa Pintu I/O memiliki keterkaitan derajat hubungan E dengan *Office*, derajat hubungan A dengan *Head Office*, demikian seterusnya. Worksheet secara detailnya dapat dilihat pada tabel 9.13.

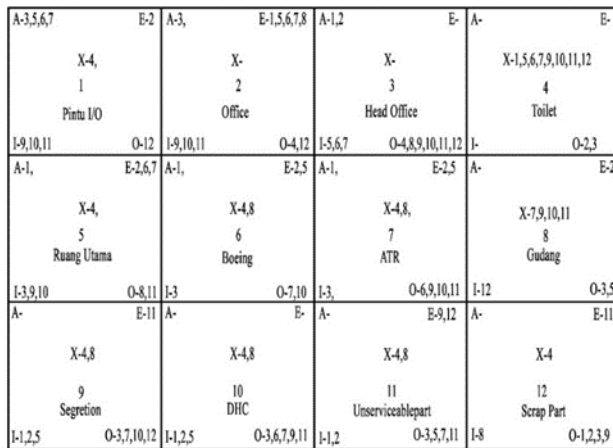
Tabel 9.13 Worksheet (Lembar Kerja) Keterkaitan Kegiatan Antar-Ruangan

No	Ruangan	Kode	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			A	B	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Teras	I/O	A	E	A	X	A	A	U	I	I	I	O
2	Ruang utama	A		E	I	X	E	E	O	O	O	O	O
3	Office	B			A	O	E	E	E	I	I	I	O
4	Head Office	D				O	I	I	O	O	O	O	O
5	Toilet	E					X	X	I	X	X	X	X
6	Boeing	F						O	X	O	O	U	U
7	ATR	G							X	O	O	O	U
8	Gudang	H								X	X	X	I
9	Segretion	I									O	E	O
10	DHC	J										O	U
11	Unserviceable part	K											E
12	Scrap part	L											

Dari tabel di atas dapat dilihat hasil dari ARC yang menggambarkan bagaimana keterkaitan antara suatu ruang dan ruangan lainnya, yang nantinya *worksheet* dapat digunakan untuk menyusun string diagram.

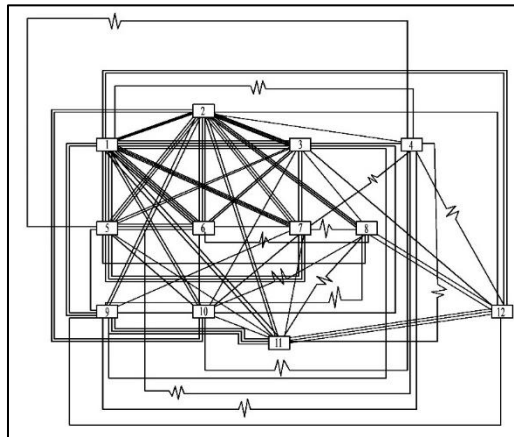
c. Menyusun Activity Template Block Diagram (ATBD)

ARD digunakan untuk melihat tata letak awal Gudang Utama (*Center Of Warehouse*) bagaimana antar ruangan dapat saling berhubungan, berikut gambar 9.6 sebagai gambaran awal tata letak awal



Gambar 9.6 Activity Template Block Diagram

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa posisi keterkaitan antar ruangan dikarenakan alasan tertentu, maka dapat di susun string diagram untuk menggambarkan ketrkaitan antar ruangan.



Gambar 9.7 String Diagram Gudang Utama

Perancangan Layout

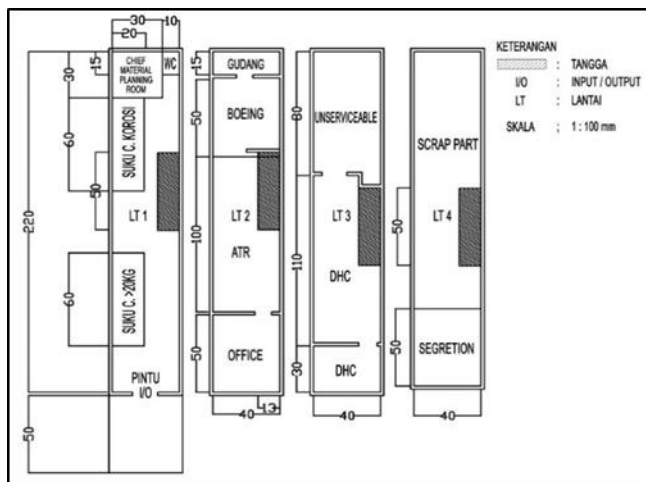
Perancangan layout pada Gudang Utama (*Center Of Warehouse*) dilakukan sebagai cara mendapatkan tata letak yang efektif dan efisien dengan merancang layout alternatif yang nantinya dapat dibandingkan dengan layout awal dengan asumsi layout alternative lebih efektif dan efisien.

a. Alternatif pertama

Layout pada alternatif pertama di lakukan dengan cara melihat bentuk bangunan Gudang Utama (*Center Of Warehouse*) yang membentuk vertical sebanyak empat lantai. Dengan begitu terjadi *hazard* semakin besar dikarenakan keadaan Gudang Utama yang tidak menggunakan *Material Handling* dalam pemindahan suku cadang. Beberapa faktor yang di perhatikan dalam layout alternatif pertama, yaitu;

- 1) Penempatan suku cadang dengan bobot diatas 20 kilogram
- 2) Penempatan suku cadang *fast moving*
- 3) Penempatan ruangan yang terkategori *fast moving*
- 4) Penempatan ruangan menghindari *hazard*

Faktor tersebut menjadi pertimbangan dalam menentukan alternatif layout pertama, atas keterkaitan kegiatan antara ruangan pada Gudang Utama (*Center Of Warehouse*), penulis merancang alternatif pertama pada gambar 9.8.



Gambar 9.8 Layout Alternative Pertama

Jarak perpindahan suku cadang tata letak alternatif pertama

Berdasarkan *standart operasional procedure* aliran proses perpindahan material pada Gudang Utama (*Center Of Warehouse*), suku cadang masuk melalui titik I/O kemudian langsung menuju tempat ruang penempatan suku cadang berdasarkan suku cadang tersebut.

Tabel 9.14 Titik Pusat Tata Letak Alternatif Pertama

Area	X	Y
Teras (I/O)	2	2.5
Ruang Utama (A)	2	11.75
Sk. Cd. >20	1	11
Sk. Cd. Korosi	1	21
ATR (G)	2	15
Boeing (F)	2	22.5
DHC (J)	2	13.5
Unserviceable Part (K)	2	23
Segregation (I)	2	7.5

Tabel 9.15 Jarak Antar Perpindahan Suku Cadang Tata Letak Alternatif Pertama

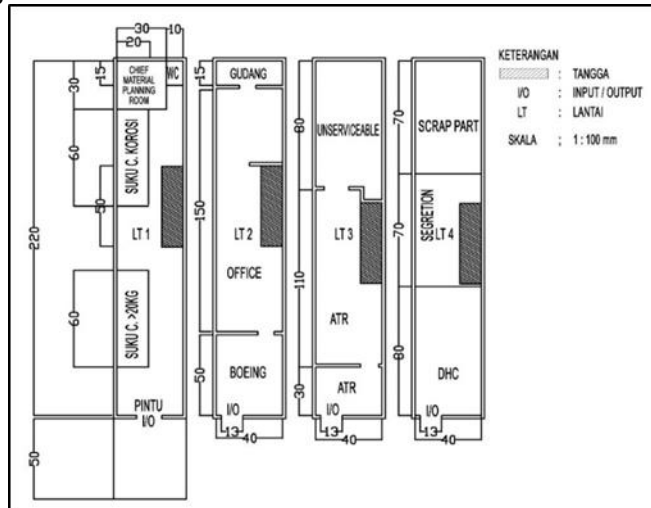
Area	Dari	Ke	Jarak (m)
Lantai 1	I/O	A	9.25
	I/O	Sk. Cd. >20	7.50
	I/O	Sk. Cd. Korosi	17.50
	A	G	8.25
Lantai 2	G	F	7.50
	G	J	6.50
Lantai 3	J	K	14.50
Lantai 4	K	I	15.50

b. Alternatif kedua

Beberapa faktor yang di perhatikan dalam layout alternatif pertama, yaitu;

- 1) Penempatan suku cadang *fast moving* Penempatan ruangan yang terkategori *fast moving*
- 2) Merancang *Material Handling*, penulis menggunakan *material handling Hoist*.

Faktor tersebut menjadi pertimbangan dalam menentukan alternatif layout kedua, atas keterkaitan kegiatan antara ruangan pada Gudang Utama (*Center Of Warehouse*), penulis merancang alternatif pertama pada gambar 9.9.



Gambar 9 Layout Alternative Kedua

Jarak perpindahan suku cadang tata letak alternatif kedua

Berdasarkan *standart operasional procedure* aliran proses perpindahan material pada Gudang Utama (*Center Of Warehouse*), suku cadang masuk melalui titik I/O kemudian langsung menuju tempat ruang penempatan suku cadang berdasarkan suku cadang tersebut.

Tabel 9.16 Titik Pusat Tata Letak Alternatif Kedua

Area	X	Y
Teras (I/O)	2	2.50
Ruang Utama (A)	2	11.75
Sk. Cd. >20	1	11.00
Sk. Cd. Korosi	1	21.00
Boeing (F)	2	7.50
ATR (G)	2	12.00
Unserviceable Part (K)	2	23.00
DHC (J)	2	9.00
Segretion (I)	2	16.50
Scrap part (L)	2	23.50

Tabel 9.17 Jarak Antar Perpindahan Suku Cadang Tata Letak Alternatif Kedua

Area	Dari	Ke	Jarak (m)
Lantai 1	I/O	A	9.25
	I/O	Sk. Cd. >20	7.5
	I/O	Sk. Cd. Korosi	17.5
Lantai 2	I/O*	F	8
Lantai 3	I/O**	G	15.5
	I/O**	K	26.5
Lantai 4	I/O***	J	15.5
	I/O***	I	20
	I/O***	L	27

Keterangan:

Menandakan tinggi bangunan gudang utama, maka suku cadang akan berpindah 3 meter setiap berpindah lantai.

Perbandingan Tata Letak Awal dengan Tata Letak Alternatif

Perbandingan dilakukan untuk mengetahui apakah rancangan tata letak alternatif lebih efisien atau tidak. Berikut tabel 19 untuk melihat hasil perbandingan dari tata letak awal dan tata letak alternative.

Tabel 9.18 Perbandingan Tata Letak Awal dan Tata Letak Alternatif

No	Kode	Ruangan	Luas Area Ruangan (PxL)			Perbandingan		Kesimpulan
			Layout awal m2 (P)	Alternatif pertama m2 (Q)	Alternatif kedua m2 (R)	(Q-P)	(R-P)	
1	A	Ruang utama	62.0	67.0	67.0	5.00	5.0	P
2	B	Office	15.2	20.0	60.0	4.80	44.8	P
3	D	Head Office	9.0	9.0	9.0	0.00	0.0	T
4	E	Toilet	1.5	1.5	1.5	0.00	0.0	T
5	F	Boeing	20.0	20.0	20.0	0.00	0.0	T
6	G	ATR	62.0	40.0	56.0	-	-6.0	F
7	H	Gudang	6.0	6.0	6.0	0.00	0.0	T
8	I	Segregation	12.0	20.0	28.0	8.00	16.0	P
9	J	DHC	42.0	56.0	32.0	13.04	-10.96	P
10	K	Unserviceable part	32.0	32.0	32.0	0.00	0.0	T
11	L	Scrap part	88.0	68.0	28.0	-	-60.0	P
12	I/O	Teras	20.0	20.0	20.0	20.00	0.0	T
Total			359.5	359.5	359.5			

Ket ; P : (pass) berarti berhasil
T : (tetap) berarti tidak berubah
F : (fail) berarti gagal

Dari tabel 9.18 dapat dilihat bahwa tata letak alternatif lebih efisien dalam mengurangi luas ruangan yang kosong dan menambah kapasitas ruangan yang kecil. Mengefisienkan luas ruangan belum dapat dikatakan layak apa bila perpindahan jarak antara penempatan suku cadang dengan pintu *input-output* tidak lebih efektif, untuk itu lihat perbandingan jarak lihat tabel 9.19.

Tabel 9.19 Perbandingan Perpindahan Suku Cadang Antara Tata Letak Awal dan Tata Letak Alternatif

No	Perpindahan		Jarak perpindahan suku cadang			Perbandingan		Kesimpulan
	Dari	Ke	Layout awal m (P)	Alternatif pertama m (Q)	Alternatif kedua m (R)	(Q-P)	(R-P)	
1	I/O	Ruang utama	9.25	9.25	9.25	0.00	0.00	T
2	I/O	Sk.cd korosi	-	7.50	7.50	7.50	7.50	P
3	I/O	Sk. Cd >20kg	-	17.50	17.50	17.50	17.50	P
4	I/O	Boeing	30.50	25.00	8.00	-5.50	-22.50	P
5	I/O	ATR	20.50	17.50	15.50	-3.00	-5.00	P
6	I/O	Segreti on	36.50	45.00	20.00	8.50	-16.50	P
7	I/O	DHC	29.50	24.00	15.50	-5.50	-14	P
8	I/O	Unservi ceable part	39.00	38.50	26.50	-0.50	-12.50	P
9	I/O	Scrap part	37.00	40.00	27.00	3.00	-10.00	P
		Total	202.25	224.25	146.75			

Ket ; P : (pass) berarti berhasil
T : (tetap) berarti tidak berubah
F : (fail) berarti gagal

Dapat dilihat bahwa tata letak alternatif membuat jarak perpindahan suku cadang semakin kecil, dengan begitu tata letak alternatif mengefisienkan perpindahan suku cadang pada Gudang Utama (*Center Of Warehouse*).

Luas Rak Penempatan Tata Letak Alternatif

Dari tata letak awal Gudang Utama (*Center Of Warehouse*) jumlah rak pada ruangan penyimpanan suku cadang masih tergolong sempit di beberapa ruangan karena kondisi ruangan dan jumlah rak yang tidak sepadan, maka dari itu usulan layout alternative diharapkan dapat mengefisienkan tata letak rak pada ruangan suku cadang di Gudang Utama (*Center Of Warehouse*), ukuran satu unit rak dapat dilihat di gambar 4.4, dengan panjang 160 cm dan lebar 60 cm maka tiap 1 unit rak memerlukan luas 960 cm² atau setara 0.96 m². Lihat tabel 9.20 untuk luas rak pada ruangan penyimpanan suku cadang.

Tabel 9.20 Kapasitas Rak Pada Tata Letak Alternatif

No	Ruangan	Kebutuhan rak	Luas rak ditambah kelonggaran p= 0.4 m dan l = 0.4 m	Kapasitas ruangan alternatif pertama	Kapasitas ruangan alternatif kedua
1	<i>Boeing</i>	7	14m ²	20m ²	20m ²
2	<i>ATR</i>	11	22m ²	40m ²	56m ²
3	<i>DHC</i>	9	18m ²	56m ²	32m ²
4	<i>Unservice able part</i>	12	24m ²	32m ²	32m ²
5	<i>Segregation</i>	5	10m ²	20m ²	28m ²

KESIMPULAN

Sesuai dengan hasil pengolahan data, analisis pengolahan data dan pembahasannya dapat disimpulkan bahwa:

- Jarak perpindahan suku cadang pada Gudang Utama (*Center Of Warehouse*) semakin pendek dengan memindahkan ruangan suku cadang yang bersifat *fast moving* ke ruangan yang dekat dengan pintu Input dan Output. Pada penelitian ini penulis mengasumsikan adanya *material handling* yang dapat digunakan, penulis menambahkan *Chain Hoist* yang bergerak secara vertikal sesuai dengan keadaan Gudang Utama yang berlantai empat.
- Jalur pemindahan suku cadang menjadi lebih *safety* karena terhindarnya dari ruangan yang sempit, beratnya suku cadang, dan kelelahan yang datang dari operator (manusia) pada saat memindahkan suku cadang.
- Rancangan tata letang gudang utama antara lain perubahan ruangan *office* menjadi ruang penempatan suku cadang yang bersifat korosi dan termasuk suku cadang *fast moving* antara lain; *oil engine, fluid 41*, dan *tinner dan* menambahkan ruang penempatan suku cadang yang memiliki bobot lebih dari 20 kilogram antara lain; *Main Tire, Nose Tire, Breake, Main Wheel Hub*, dan *Engine* pesawat ATR. Hal tersebut dilakukan karena suku cadang tersebut perlu mendapatkan penanganan khusus agar terhindar dari *hazard* yang dapat disebabkan oleh suku cadang tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriantantri. 2008, "**Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Guna Meminimalkan Jarak dan Biaya Material Handling**". Institut Teknologi Nasional Malang.
- Erdiawan, Ahmad Harris dan Puspitasari, Nia Budi. 2016, **Perancangan Tata Letak Fasilitas Pada MPC Semarang Menggunakan Metode Activity Relationship Chart**
- Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal, 2016. **Perancangan Tata Letak Fasilitas Menggunakan Metode Activity Relationship Chart (ARC)** (Studi kasus di PT. SKU Kab Tegal)
- Hadiguna, Rika Ampuh dan Heri Setiawan. 2008. **Tata Letak Pabrik**. Jakarta.
- Heizer, Jay & Render, Barry. 2006. **Manajemen Operasi**, Buku 2. Edisi ketujuh, Jakarta: Salemba Empat
- Heizer, Jay & Render, Barry. 2009. **Manajemen Operasi**, Buku 1. Edisi kesembilan, Jakarta: Salemba Empat
- Muther, Richard. 1973. **Systematic Layout Planning (Bottom Chaners Books)**
- Purnomo, Hari, 2004. **Perencanaan dan Perancangan Fasilitas**. Edisi satu, Yogyakarta: Graha Ilmu
- Wignjosebroto, Sritomo, 2009. **Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan**. Edisi ketiga. Surabaya: Guna Widya.

BAB 10

PERANCANGAN ULANG TATA LETAK PABRIK PADA HOME INDUSTRY PEMBUATAN IKAT PINGGANG MENGGUNAKAN METODE SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP)

EDUARDO JOSHUA¹, KAREL L. MANDAGIE¹, BAGUS WAHYU UTOMO², DAN INDRAMAWAN¹

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta

²Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto, Yogyakarta

ABSTRAK

Permasalahan industri tidak hanya menyangkut seberapa besar investasi yang harus ditanam, sistem dan prosedur produksi, pemasaran hasil produksi dan lain lain, namun menyangkut pula dalam hal perencanaan fasilitas. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam proses produksi ikat pinggang pada Boss Gesper dengan merancang ulang susunan tata letak pabrik.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Systematic Layout Planning (SLP) untuk merancang ulang layout yang mengalami kendala pada proses produksi, disamping itu juga digunakan metode Workload Analysis (WLA) untuk menganalisis serta mengevaluasi beban kerja karyawan yang ada pada setiap stasiun kerja. Langkah-langkah perancangan ulang tata letak pabrik meliputi perhitungan serta penyesuaian beban kerja operator, analisis aliran proses, pemetaan jarak dan waktu antar stasiun kerja, serta penentuan letak optimal dari setiap stasiun kerja berdasarkan hasil analisis SLP.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tata letak pabrik yang ada memiliki beberapa kelemahan, seperti jarak dan waktu yang tidak efisien antar stasiun kerja, menyebabkan waktu produksi yang lebih lama dan tingkat produktivitas yang rendah. Dengan mengusulkan layout tata letak pabrik yang baru menggunakan metode SLP, terdapat peningkatan efisiensi pada total jarak perpindahan bahan yang semula memiliki jarak total 10 meter kini telah dioptimalkan menjadi 4,5 meter sehingga terjadi peningkatan sebesar 55%. Layout usulan juga menerapkan pola aliran bahan yang lebih tertata rapi serta memperhatikan adanya hubungan kerja antar departemen yang mempengaruhi kelancaran produksi tersebut.

Kata Kunci: Tata Letak Pabrik, Beban Kerja, Work Load Analysis, Systematic Layout Planning

PENDAHULUAN

Perkembangan sistem manufaktur berdampak pada persaingan perusahaan yang cukup ketat. Hal ini diperlukan strategi dari segala aspek termasuk aspek produk, proses dan jadwal. Permasalahan industri tidak hanya menyangkut seberapa besar investasi yang harus ditanam, sistem dan prosedur produksi, pemasaran hasil produksi dan lain lain, namun menyangkut pula dalam hal perencanaan fasilitas. Baik permasalahan lokasi fasilitas maupun menyangkut rancangan fasilitas. Perancangan fasilitas meliputi perancangan sistem fasilitas, tata letak pabrik dan sistem penanganan material (pemindahan bahan).

Boss Gesper adalah sebuah industri manufaktur yang memproduksi ikat pinggang. Perusahaan yang terletak di daerah Halim Perdanakusuma ini memiliki beberapa macam produk ikat pinggang yang dihasilkan. Boss Gesper banyak memasarkan hasil produksinya sampai ke seluruh pelosok dalam negeri secara *online* di beberapa perusahaan *e-commerce*.

Boss Gesper juga menjual hasil produksinya kepada pembeli secara langsung (tatap muka), kepada para pedagang di toko *offline* untuk dijual kembali, dan juga kepada individu-individu yang mengambil barang pada Boss Gesper untuk dijual kembali kepada pembeli atau seringkali disebut sebagai *reseller*. Hal tersebut menghasilkan tingginya angka permintaan, maka lini produksi harus digencarkan untuk memenuhi seluruh permintaan yang ada.

Selama ini Boss Gesper kurang menyadari bahwa penataan *layout* dari lantai produksi penting untuk diperhatikan. Terkait dengan penataan *layout* yang tidak efisien akan mengakibatkan kelambatan dalam proses produksi. Pada saat ini, masih terjadi aliran lini produksi yang belum tertata dengan baik.

Berdasarkan beberapa permasalahan yang terjadi, penting untuk dilakukan penelitian mengenai perbaikan tata letak pada Boss Gesper. Perbaikan tata letak yang diusulkan ini diharapkan mampu mengurangi waktu dalam proses produksi dan menghasilkan *output* produk lebih banyak lagi. Sehingga menarik minat penulis untuk melakukan penelitian terhadap permasalahan tersebut sebagai penelitian dengan judul "Perancangan Ulang Tata Letak Pabrik Pada *Home Industry* Pembuatan Ikat Pinggang Menggunakan Metode *Systematic Layout Planning* (SLP) "

METODE

Perencanaan tata letak (*layout*) secara umum banyak dibahas dalam beberapa literatur antara lain pada *facilities planning* (perencanaan fasilitas). *Facilities planning* adalah berkaitan dengan desain, tata letak (*layout*), lokasi, dan akomodasi orang, mesin, dan kegiatan dari sistem atau manufaktur/jasa yang menyangkut lingkungan atau tempat yang bersifat fisik. (*concerned with the design, layout, location, and accommodation of people, machines, and*

activities of a system or manufacturing or service within a physical spatial environment).

Tata letak fasilitas (*facility Layout*) adalah susunan mesin, proses, departemen, tempat kerja, area penyimpanan, gang dan fasilitas umum yang ada. Sedangkan tata letak (*layout*) adalah susunan departemen, tempat kerja, dan peralatan, dengan perhatian utama pada gerakan kerja (pelanggan atau material) melalui sistem: tata letak tetap (*fixed-position layouts*), tata letak proses (*process layouts*), tata letak produk (*product layouts*), atau tata letak kombinasi (*combination layouts*).

Pabrik adalah suatu bangunan industri besar di mana para pekerja memproduksi benda atau mengawasi proses mesin dari satu produk menjadi produk lain, sehingga mendapatkan nilai tambah. Pabrik yang dalam istilah asingnya dikenal sebagai *factory* atau *plant* adalah setiap tempat sumber daya: manusia, material, modal, mesin, peralatan, energi, informasi dan sumber daya alam (tanah, air, mineral, dan lain-lain). Sumber daya ini dikelola bersama-sama dalam suatu sistem produksi guna menghasilkan suatu produk atau jasa secara produktif.

Tata letak pabrik (*plant layout*) adalah pengaturan fasilitas fisik perusahaan yang terdiri dari susunan departemen, pusat kerja, dan peralatan, guna meningkatkan efisiensi penggunaan peralatan, bahan, orang dan energi.

Tujuan Tata Letak Pabrik

Tujuan utama perancangan tata letak fasilitas yaitu merancang lokasi kerja di suatu institusi atau industri dengan fasilitas pendukung lainnya yang paling efektif efisien dan ekonomis sehingga meningkatkan performansi dan peroduktivitas kerja. Tujuan lainnya dalam perancangan tata letak fasilitas adalah sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2009):

- a. Meningkatkan kuantitas produksi (*output*)
- b. Mengurangi waktu menunggu (*delay*)
- c. Meminimumkan kegiatan pemindahan material (*material handling*)
- d. Penghematan luas area produksi
- e. Pemanfaatan daya guna yang lebih maksimal dari mesin, tenaga kerja, dan fasilitas lainnya. Penggunaan mesin, tenaga kerja dan fasilitas lainnya akan lebih efektif dan efisien apabila perancangan tata letaknya terencana dengan baik.
- f. Mengurangi inventory in-process
- g. Proses manufaktur yang lebih singkat
- h. Mengurangi resiko kesehatan dan keselamatan kerja
- i. Memperbaiki moral dan kepuasan kerja
- j. Mempermudah aktivitas supervisi
- k. Mengurangi kemacetan dan kesimpang-siuran
- l. Mengurangi faktor yang bias merugikan dan mempengaruhi kualitas bahan setengah jadi atau produk jadi

Tipe-Tipe Tata Letak Pabrik

Dalam sistem manufaktur, ada tiga tipe dasar tata letak pabrik, antara lain:

- a. Tata letak posisi tetap (*fixed position layout*). Tipe ini, material atau komponen/produk utamanya tinggal tetap pada posisinya sedangkan sarana produksi (mesin/peralatan, manusia, dsb) bergerak menuju lokasi material dengan jenis volume produksi rendah. Tata letak tipe ini sering digunakan untuk membuat produk dengan ukuran besar seperti: perakitan pesawat terbang, kapal laut dsb.
- b. Tata letak proses (*process layout*). Pengaturan tata letak dengan cara menempatkan segala mesin/peralatan yang memiliki tipe/ jenis sama kedalam satu departemen. Tipe tata letak proses sangat cocok untuk industri yang sifatnya menerima job order dengan jenis produk dapat bervariasi/jenis produk banyak dan volume produksi sangat rendah. Pada umumnya industri kecil lebih cocok menggunakan jenis tata letak seperti ini.
- c. Tata letak produk (*product layout*). Tata letak berdasarkan produk umumnya digunakan untuk pabrik yang memproduksi satu macam produk atau kelompok produk (variasi rendah) dengan jumlah yang banyak (volume tinggi) secara terus menerus dalam waktu produksi yang lama. Digunakan untuk industri/perusahaan yang membuat produk secara massal dalam waktu relatif panjang (terus menerus) dan tidak tergantung pesanan.

Selanjutnya diketahui bahwa tipe tata letak proses dan produk memiliki kelebihan dan kekurangan untuk mengeksplotasi kelebihan dan mengurangi kekurangannya, maka perlu dilakukan kombinasi. Tata letak kombinasi merupakan kombinasi tipe tata letak produk dan proses dengan cara mengelompokkan produk atau komponen yang akan dibuat berdasarkan kesamaan dalam proses, bentuk, mesin, atau peralatan yang dipakai. Tata letak kombinasi (*Combination*) dalam beberapa literatur disebut dengan istilah *Hybrid Layouts* atau *group technology* atau *group layout*.

Aplikasi dari tata letak kombinasi adalah tata letak seluler (*cellular layout*). Tata letak Seluler adalah mengkombinasikan fleksibilitas tata letak proses dengan efisiensi tata letak produk atau dengan kata lain menjawab keterbatasan tata letak proses dan mengeksplotasi kelebihan tata letak produk.

Tipe-Tipe Pola Aliran Bahan

Dalam sebuah proses produksi, terdapat aliran material dari tiap-tiap proses. Terdapat beberapa pola aliran bahan, yaitu:

- a. *Straight Line* (Pola Aliran Garis Lurus). Pada umumnya pola ini digunakan untuk proses produksi yang pendek dan relatif sederhana, dan terdiri atas beberapa komponen.
- b. *Serpentine* (Pola Aliran Zig-Zag). Pola ini biasanya digunakan bila aliran proses produksi lebih panjang daripada luas area. Pada pola ini, arah aliran diarahkan membelok sehingga menambah panjang garis aliran yang ada. Pola ini digunakan untuk mengatasi keterbatasan area.
- c. *U-Shaped* (Pola Aliran Bentuk U). Dilihat dari bentuknya, pola aliran ini digunakan bila kita menginginkan akhir dan awal proses produksi berada di lokasi yang sama. Keuntungannya adalah meminimasi penggunaan fasilitas *material handling* dan mempermudah pengawasan.
- d. *Circular* (Pola Aliran Melingkar). Pola ini digunakan apabila departemen penerimaan dan pengiriman berada di lokasi yang sama.
- e. *Odd Angle* (Pola Aliran Sudut Ganjil). Pola ini jarang dipakai karena pada umumnya pola ini digunakan untuk perpindahan bahan secara mekanis dan keterbatasan ruangan. Dalam keadaan tersebut, pola ini memberi lintasan terpendek dan berguna banyak pada area yang terbatas.

Pengukuran Waktu Kerja (*Time Study*)

Pengukuran waktu kerja (*time study*) adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seseorang operator dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo yang normal. (Sritomo Wignjosoebroto, 2006:130)

Penetapan Tujuan Pengukuran

Tujuan untuk melakukan suatu kegiatan haruslah bisa diidentifikasi dan ditetapkan terlebih dahulu. Dalam pengukuran kerja, hal-hal penting yang harus diketahui dan ditetapkan adalah untuk apa hasil pengukuran (waktu baku) tersebut akan digunakan/dimanfaatkan didalam kaitannya dengan proses produksi (Sritomo Wignjosoebroto, 2006:175).

Persiapan Awal Pengukuran Waktu Kerja

Tujuan utama dari aktivitas pengukuran kerja adalah waktu baku yang harus dicapai oleh seorang pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu baku yang ditetapkan untuk suatu pekerjaan tidak akan benar apabila metode untuk melaksanakan pekerjaan tersebut berubah, material yang digunakan sudah tidak lagi sesuai dengan spesifikasi semula, kecepatan kerja mesin atau proses produksi lainnya berubah pula, dan kondisi-kondisi kerja lainnya sudah berbeda dengan kondisi kerja pada saat waktu baku tersebut ditetapkan. Jadi waktu baku pada dasarnya adalah waktu penyelesaian pekerjaan untuk suatu sistem kerja yang dijalankan pada saat pengukuran berlangsung sehingga waktu penyelesaian tersebut juga hanya berlaku untuk sistem kerja tersebut.

Dari hal tersebut diatas bahwa waktu kerja yang hendak dilakukan merupakan waktu kerja yang diperoleh dari kondisi dan metode kerja yang baik. Pengukuran kerja hendaknya dilaksanakan dalam kondisi dan metode kerja dari pekerjaan yang diukur sudah baik. Jika kondisi yang ada belum baik hendaknya diperbaiki dan kemudian distandartkan terlebih dahulu. Mempelajari kondisi dan cara atau metode kerja kemudian memperbaiki serta membakukannya adalah apa yang dilakukan dalam langkah penelitian pendahuluan yang harus ditetapkan (Sritomo Wignjosoebroto, 2006: 175.)

Pengadaan Kebutuhan Alat-Alat Pengukuran Kerja

Peralatan yang dibutuhkan untuk aktivitas pengukuran kerja dengan jam henti ini adalah antara lain jam henti (*stopwatch*), papan pengamatan, lembar pengamatan, dan alat-alat tulis serta penghitung.

Cara Pengukuran dan Pencatatan Waktu Kerja

Ada tiga metode yang umum digunakan untuk mengukur elemen-elemen kerja dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*):

- a. Pengukuran waktu kerja secara terus menerus (*continous timing*). Pada pengukuran terus menerus maka pengamat kerja akan menekan tombol stopwatch pada saat elemen-elemen kerja pertama dimulai dan membiarkan jarum penunjuk berjalan terus menerus sampai periode atau siklus kerja selesai berlangsung. pengamat kerja terus mengamati jalannya stopwatch dan mencatat pembacaan waktu yang ditunjukkan setiap akhir dari elemen kerja pada lembar pengamatan.
- b. Pengukuran waktu kerja secara berulang-ulang (*repetitive timing*). Untuk pengukuran waktu secara berulang-ulang disebut juga snapback method. Pengamat melakukan pengukuran dengan cara mengembalikan jarum penunjuk stopwatch ke posisi nol pada setiap akhir dari elemen kerja yang diukur. Setelah dilihat dan dicatat waktu kerja diukur kemudian tombol ditekan lagi dan segera jarum penunjuk bergerak untuk mengukur elemen kerja berikutnya. Demikian seterusnya sampai akhir dari elemen tombol ditekan lagi untuk mengembalikan ke jarum nol.
- c. Pengukuran waktu kerja secara penjumlahan (*accumulative timing*). Metode pengukuran waktu secara akumulatif memungkinkan pembacaan data waktu secara langsung untuk masing-masing elemen kerja yang ada. Metode ini menggunakan dua atau lebih stopwatch yang akan bekerja secara bergantian. Apabila stopwatch pertama dijalankan, maka nomor 2 dan 3 berhenti dan jarum tetap pada posisi nol. Apabila elemen kerja sudah berakhir maka tuas ditekan yang akan menghentikan gerakan jarum dari stopwatch pertama dan menggerakkan stopwatch kedua untuk mengukur elemen kerja berikutnya. Stopwatch nomor 3 tetap pada posisi nol. Pengamatan selanjutnya bisa mencatat data waktu yang diukur oleh stopwatch pertama. Metode akumulatif ini memberikan keuntungan didalam hal pembacaan akan mudah dan lebih teliti karena

jarum stopwatch tidak dalam keadaan bergerak pada saat pembacaan data (Sritomo Wignjosuebrototo,2006:181-182).

Systematic Layout Planning (SLP)

Systematic Layout Planning (SLP) merupakan suatu pendekatan sistematis dan terorganisir dalam perencanaan tata letak yang diciptakan oleh Richard Muther (1973). Tujuan dari penerapan metode ini adalah menghasilkan tata letak dengan alur perpindahan bahan yang sesuai dengan alur produksi dan memiliki jarak perpindahan seminimal mungkin. Pembuatan tata letak dengan metode Systematic Layout Planning didasarkan pada hubungan kedekatan antar ruangan yang dianalisa melalui Activity Relationship Chart (ARC).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan untuk penelitian ini mencakup data primer dan data sekunder sebagai berikut:

- a. Data proses produksi.
- b. Data variasi produk yang dihasilkan.
- c. Data tren penjualan produk 4 bulan terakhir.
- d. Data jumlah pekerja serta job description masing-masing pekerja.
- e. Data layout tata letak awal serta aliran perpindahan material.

Gambaran Umum Pabrik Boss Gesper

Pada bagian ini membahas sekilas tentang aktivitas dari home industry penghasil ikat pinggang ini.

Proses Produksi

Untuk menghasilkan sebuah produk ikat pinggang, terdapat beberapa proses yang harus dilakukan, yaitu:

- a. Penerimaan Bahan Baku
Pada proses ini, bahan baku setengah jadi masuk kedalam gudang sebelum nantinya akan diolah menjadi sebuah produk. Bahan baku setengah jadi ini meliputi berbagai macam kepala ikat pinggang (gesper) serta tali ikat pinggang dalam bentuk gulungan sepanjang 10 m.
- b. Pematangan
Setelah bahan baku masuk kedalam gudang bahan baku, untuk gulungan tali ikat pinggang tadi akan dipotong terlebih dahulu sesuai dengan ukuran standar yaitu 110 cm, ataupun bisa juga menyesuaikan dengan request atau permintaan langsung dari customer.

- c. Penjahitan
Setelah tali ikat pinggang dipotong, bagian pinggir dari ikat pinggang tersebut akan dijahit supaya memiliki bentuk yang rapi setelah melewati proses pemotongan.
- d. Perakitan
Setelah tali ikat pinggang tersebut dijahit, maka akan dilakukan proses penggabungan tali ikat pinggang dengan kepala ikat pinggang (gesper) dengan cara dikunci menggunakan baut kemudian dikencangkan pada bagian ujung ikat pinggang.
- e. Pelubangan Ikat Pinggang
Setelah itu, dibuat lubang pada tali ikat pinggang sebanyak kurang lebih 5 lubang dengan jarak 3-5 cm supaya jarum pada gesper bisa dimasukkan sehingga ikat pinggang nantinya bisa dipakai.
- f. Pengemasan
Setelah ikat pinggang diberikan lubang, produk telah selesai diproses dan selanjutnya akan dikemas untuk dikirimkan kepada pembeli lewat kurir ekspedisi.
- g. Warehousing
Produk jadi yang telah dibuat namun tidak dijual langsung maka akan disimpan pada gudang produk jadi (warehouse) yang nantinya akan dijadikan contoh atau sample bilamana ada pelanggan yang ingin melakukan pemesanan produk.
- h. Administrasi
Barang yang akan dikirim dilakukan pendataan untuk barang keluar untuk menyesuaikan kuantitas barang terjual pada sistem data dengan stok di lapangan (aktual).

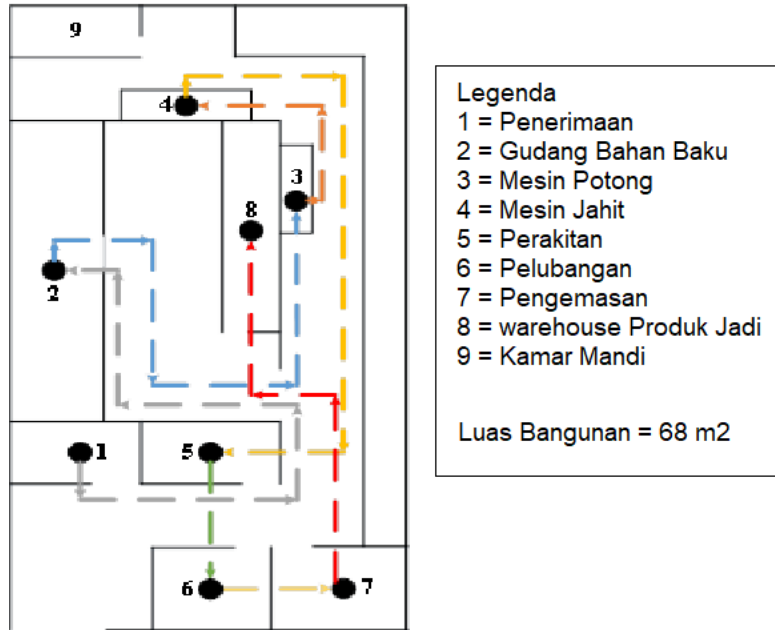
Variasi Produk

Boss Gesper memproduksi ikat pinggang dengan variasi yang cukup beragam, dimana variasi tersebut dibuat untuk memenuhi setiap permintaan dari pelanggan.

- a. Gesper Nylon, adalah ikat pinggang yang terbuat dari serat benang nylon, dengan kepala gesper terbuat dari besi
- b. Gesper Canvas, adalah ikat pinggang yang terbuat dari bahan kapas, dengan kepala gesper yang terbuat dari besi
- c. Gesper Sintetis, adalah ikat pinggang yang terbuat dari campuran beberapa material, dengan kepala gesper terbuat dari besi
- d. Gesper Kulit, adalah ikat pinggang yang terbuat dari kulit asli, dengan kepala gesper terbuat dari besi

Layout Awal

Boss Gesper memiliki luas pabrik sebesar 68 m^2 yang terdiri dari 8 departemen. Data luas keseluruhan area didapatkan dengan menghitung lebar dan panjang setiap departemen.



Gambar 10.1 Layout Awal Pabrik Ikat Pinggang Boss Gesper

Perancangan Tata Letak Usulan Dengan Metode *Systematic Layout Planning*

Pada bagian ini membahas mengenai beberapa perhitungan untuk dapat merancang suatu usulan tata letak yang baru.

Pembuatan *From To Chart* (FTC)

From To Chart disebut juga *dean trip frekuensi chart* adalah metode konvensional yang sering digunakan untuk perencanaan tata letak. *From To Chart* dibuat dengan melihat alur perpindahan material dari awal kepada setiap departemen-departemen sampai barang tersebut selesai melewati tahap-tahap produksi.

Pembuatan *Activity Relationship Chart* (ARC)

Activity Relationship Chart (ARC) disusun dengan menghitung derajat korelasi kedekatan antar departemen pada Boss Gesper berdasarkan aliran proses produksi dan korelasi yang dilakukan antar departemen satu dengan yang lainnya.

Pembuatan *Activity Relationship Diagram* (ARD)

Untuk membuat *Activity Relationship Diagram* ini, maka terlebih dahulu data yang diperoleh dari *Activity Relationship Chart* dimasukkan ke dalam suatu lembar kerja (*work sheet*). Dengan data yang telah disusun

secara lebih sistematis dalam work sheet, suatu *Activity Relationship Diagram* akan dapat dengan mudah dibuat.

Pembuatan *Space Relationship Diagram* (SRD)

Setelah analisa mengenai aliran material dibuat, hubungan derajat aktivitas dari tiap-tiap departemen dipertimbangkan dengan kebutuhan luasan area untuk masing-masing departemen dihitung serta ditetapkan. Maka, desain alternatif *layout* dapat segera dibuat.

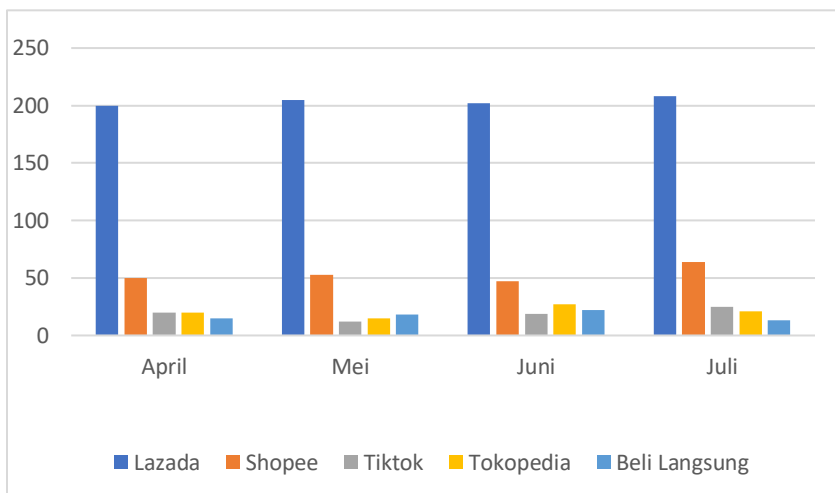
Perancangan *Layout* Tata Letak Usulan

Setelah membuat beberapa peta dan diagram mengenai keterkaitan hubungan kerja serta luasan area, dibuat usulan *layout* tata letak yang mengacu kepada keterkaitan hubungan kerja dan juga penyesuaian beban kerja.

Data Penjualan

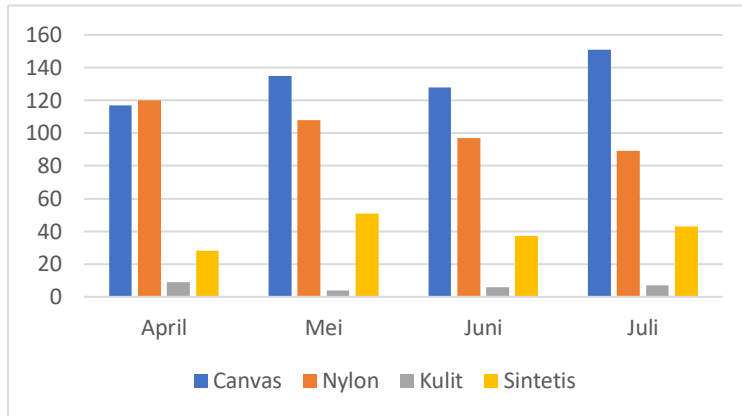
Data penjualan per bulan disajikan dalam bentuk grafik untuk setiap kategorinya.

a. Berdasarkan Tempat Penjualan



Gambar 10.2 Data Penjualan Berdasarkan Tempat Penjualan

b. Berdasarkan Variasi Produk



Gambar 10.3 Data Penjualan Berdasarkan Variasi Produk

Layout Awal

Boss Gesper memiliki luas pabrik sebesar 68 m^2 yang terdiri dari 8 departemen. Data luas keseluruhan area didapatkan dengan menghitung lebar dan panjang setiap departemen.

Tabel 10.1 Luas Departemen pada Pabrik Ikat Pinggang Boss Gesper

No	Departemen	Kode	Panjang (m^2)	Lebar (m^2)	Luas (m^2)
1	Penerimaan	PN	1,0	2,0	2,0
2	Gudang	PY	2,5	1,0	2,5
3	Pemotongan	PM	1,0	2,0	2,0
4	Penjahitan	PJ	1,0	1,0	1,0
5	Perakitan	PR	1,0	1,0	1,0
6	Pelubangan	PL	2,0	1,5	3,0
7	Pengemasan	PG	1,0	2,0	2,0
8	Warehouse	WH	1,0	2,0	2,0

Perancangan Tata Letak Usulan Dengan Metode *Systematic Layout Planning*

Pada bagian ini membahas mengenai beberapa perhitungan untuk dapat merancang suatu usulan tata letak yang baru.

Pembuatan *From To Chart* (FTC)

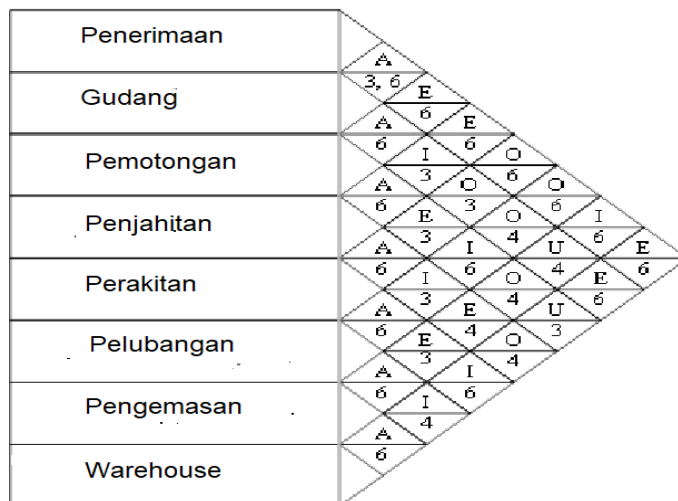
From To Chart disebut juga *dean trip frekuensi chart* adalah metode konvensional yang sering digunakan untuk perencanaan tata letak. *From To Chart* dibuat dengan melihat alur perpindahan material dari awal kepada setiap departemen-departemen sampai barang tersebut selesai melewati tahap-tahap produksi.

FROM	TO								TOTAL
	Penerimaan	Gudang	Pemotongan	Penjahitan	Perakitan	Pelubangan	Pengemasan	Warehouse	
Penerimaan		20	5	5					30
Gudang	15		15	20					50
Pemotongan		5		10	15	5			35
Penjahitan					20	5			25
Perakitan		5	10			15	10	5	45
Pelubangan					10		20	5	35
Pengemasan						5		25	30
Warehouse						5	10		15
TOTAL	15	30	30	35	45	35	40	35	530

Gambar 10.4 From To Chart pada Industri Ikat Pinggang Boss Gesper

Pembuatan Activity Relationship Chart (ARC)

Activity Relationship Chart (ARC) disusun dengan menghitung derajat korelasi kedekatan antar departemen pada Boss Gesper berdasarkan aliran proses produksi dan korelasi yang dilakukan antar departemen satu dengan yang lainnya.

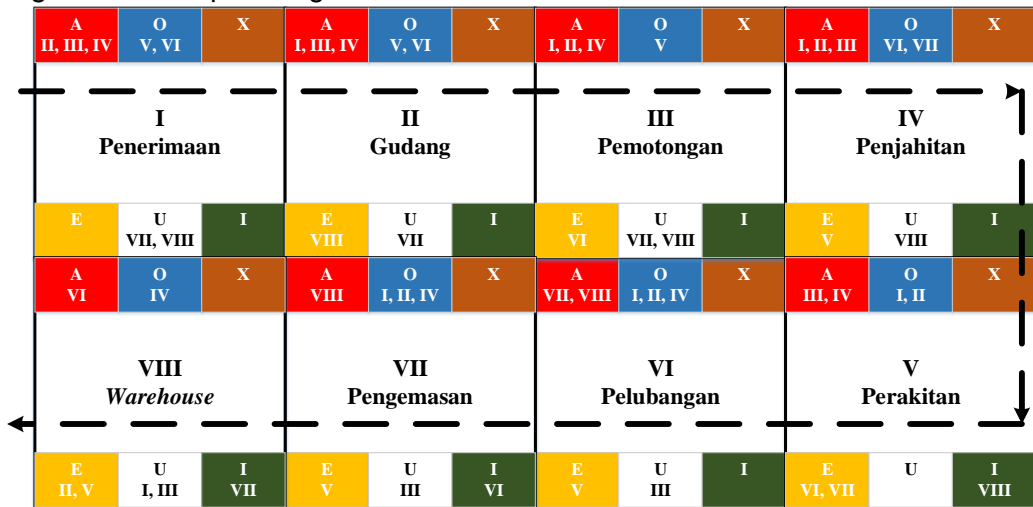


Gambar 10.5 Activity Relationship Chart (ARC) pada Industri Ikat Pinggang Boss Gesper

Pembuatan Activity Relationship Diagram (ARD)

Untuk membuat Activity Relationship Diagram ini, maka terlebih dahulu data yang diperoleh dari Activity Relationship Chart dimasukkan ke

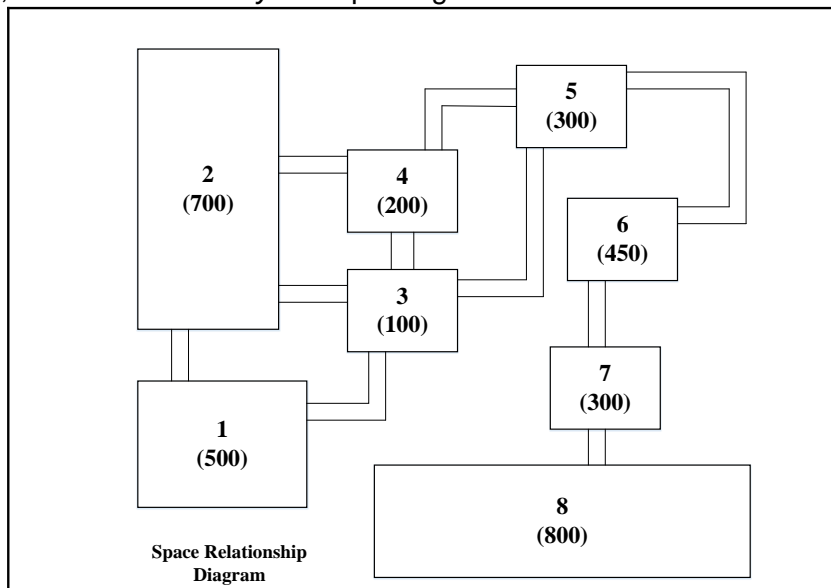
dalam suatu lembar kerja (*work sheet*). Dengan data yang telah disusun secara lebih sistematis dalam *work sheet*, suatu *Activity Relationship Diagram* akan dapat dengan mudah dibuat.



Gambar 10.6 Activity Relationship Diagram (ARD) pada Industri Ikut Pinggang Boss Gesper

Pembuatan *Space Relationship Diagram* (SRD)

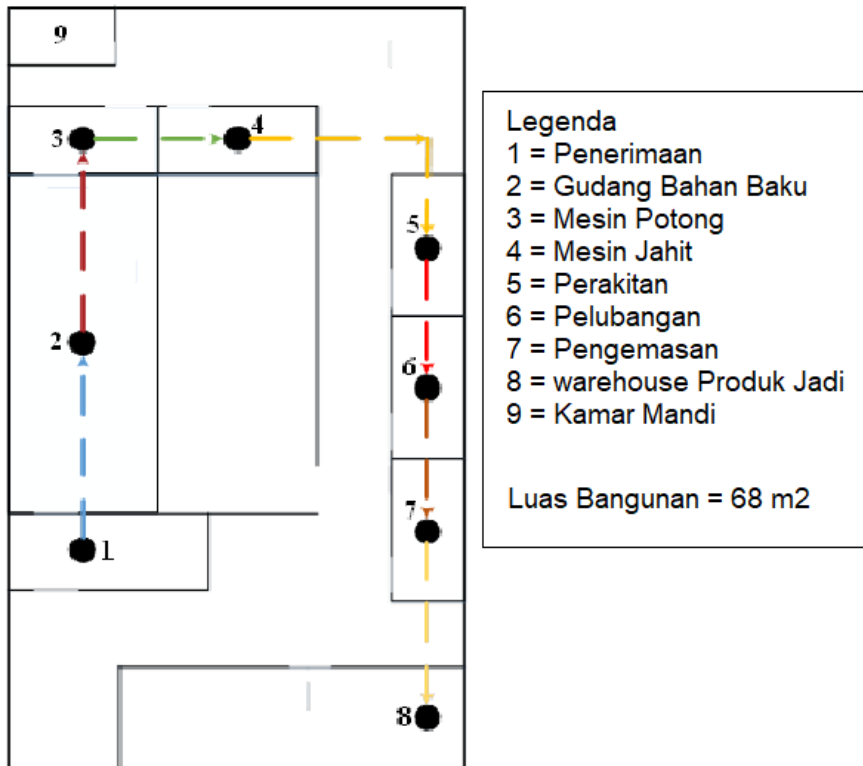
Setelah analisa mengenai aliran material dibuat, hubungan derajat aktivitas dari tiap-tiap departemen dipertimbangkan dengan kebutuhan luasan area untuk masing-masing departemen dihitung serta ditetapkan. Maka, desain alternatif *layout* dapat segera dibuat.



Gambar 10.7 Space Relationship Diagram pada Industri Ikat Pinggang Boss Gesper

Perancangan *Layout* Tata Letak Usulan

Setelah membuat beberapa peta dan diagram mengenai keterkaitan hubungan kerja serta luasan area, dibuat usulan *layout* tata letak yang mengacu kepada keterkaitan hubungan kerja dan juga penyesuaian beban kerja.



Gambar 10.8 Layout Usulan Pabrik Ikat Pinggang Boss Gesper

Tabel 10.2 Job Description Pekerja Pada Layout Usulan Boss Gesper

No	Posisi	Job Description	Waktu (menit)
1	Operator Pemotongan	1. <i>Material Handling</i>	2'
		a. Mengambil bahan baku di gudang	
		b. Tempatkan pada bidang kerja	
		2. Pemeriksaan Awal	3'
		a. Periksa kelengkapan alat kerja	
b. Percobaan mesin kerja			
3. Proses Pemotongan	25'		
4. Penyelesaian	5'		
a. Periksa hasil proses			

		b. Matikan mesin c. Bersihkan mesin dan sekitarnya	
2	Operator Penjahitan	1. <i>Material Handling</i> a. Mengambil bahan baku di pemotongan b. Tempatkan pada bidang kerja 2. Pemeriksaan Awal a. Periksa kelengkapan alat kerja b. Percobaan mesin kerja 3. Proses Penjahitan 4. Penyelesaian a. Periksa hasil proses b. Matikan mesin c. Bersihkan mesin dan sekitarnya	1' 3' 20' 5'
3	Operator Perakitan	1. <i>Material Handling</i> a. Mengambil bahan baku di penjahitan b. Tempatkan di tempat perakitan 2. Pemeriksaan Awal a. Pengecekan alat untuk perakitan b. Melakukan percobaan 3. Proses Perakitan 4. Penyelesaian a. Melakukan pengecekan hasil b. <i>Finishing</i> c. Bersihkan area sekitar perakitan	2' 3' 15' 5'
4	Operator Pelubangan	1. <i>Material Handling</i> a. Mengambil bahan baku di perakitan b. Tempatkan di area kerja pelubangan 2. Pemeriksaan Awal a. Pengecekan alat untuk pelubangan b. Melakukan percobaan 3. Proses Pelubangan 4. Penyelesaian a. Melakukan pengecekan hasil b. Bersihkan area kerja pelubangan	1' 2' 15' 5'
5	Operator Pengemasan	1. <i>Material Handling</i> a. Mengambil produk dari perakitan & pelubangan b. Tempatkan pada area pengemasan 2. Pemeriksaan Awal a. Pengecekan komponen pengemasan b. <i>Final check</i> produk sebelum dikemas 3. Proses Pengemasan 4. Penyelesaian a. Pengecekan kerapihan kemasan b. <i>Labeling order</i> c. Pembersihan area kerja	2' 3' 10' 5'
6	Warehouse	1. <i>Material Handling</i> a. Mengambil produk yang telah dikemas b. Tempatkan pada area <i>warehouse</i> 2. <i>Warehousing</i> a. Melakukan sortir barang sesuai kategori	5' 15'
7	Admin	1. Penerimaan awal suplai bahan baku a. Pemeriksaan kualitas dan jumlah bahan baku yang dikirim	10'

		b. Proses administrasi serah terima barang	
		2. <i>Material Handling</i>	7'
		a. Membawa bahan baku	
		b. Penempatan pada rak penyimpanan	
		3. Pembukuan Bahan Baku	15'
		a. Melakukan <i>stock opname</i> bahan baku	
		4. Rekap Data Penjualan Produk	10'
		a. Input data produk jadi dan produk terjual	

Tabel 10.3 Aktivitas Non Produktif Pekerja Pada Layout Usulan Boss Gesper

No.	Aktivitas Non Produktif	Keterangan	Waktu
1	<i>Personal Times</i>	a. Pergi ke kamar mandi b. Makan dan minum c. Keperluan pribadi d. Merokok e. Berbincang dengan teman kerja f. Beribadah	5' 30' 10' 15' 10' 30'
2	<i>Fatigue</i>	a. Istirahat sejenak b. Mengusap keringat c. Berganti baju	10' 5' 5'
3	<i>Waiting</i>	a. Menunggu bahan baku selesai diproses dari proses sebelumnya b. Menunggu pekerja mengecek material	15' 10'
4	<i>Not Available</i>	a. Cuti kerja b. Izin bekerja karena sakit c. Absen d. Pergi ke bagian lain	
5	Mencari <i>tools</i> dan peralatan lainnya	a. Mencari perkakas hilang b. Meminjam peralatan	10' 5'

Perbandingan Perhitungan Beban Kerja Pada *Layout* Awal Dengan *Layout* Usulan

Setelah mendapatkan *layout* usulan, maka diperlukan adanya perbandingan antara perhitungan jarak perpindahan material pada *layout* awal dengan *layout* usulan, supaya *layout* usulan ini bisa memberikan hasil persentase beban kerja yang lebih baik dari *layout* yang sebelumnya.

Tabel 10.4 Perbandingan *Layout* Awal dengan *Layout* Usulan

No.	Aspek	Tata Letak Awal	Tata Letak Usulan
1.	Jarak Perpindahan Material	10 meter	4,5 meter
2.	Pola Aliran Bahan	Belum tertata rapi	Menggunakan jenis pola berbentuk U (<i>U-Shaped</i>)
3.	Kebutuhan Luasan Area Departemen	Belum sesuai dengan kebutuhan area dari tiap-tiap departemen	Sudah menyesuaikan dengan jumlah luas yang diperlukan pada setiap departemen yang ada
4.	Jumlah Departemen	8 Departemen	8 Departemen
5.	Jumlah Pekerja	6 Orang	7 Orang

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penataan *layout* yang saat ini digunakan pada Boss Gesper kurang optimal. Para karyawan mengalami kendala karena merasa tidak nyaman dengan penataan posisi ruang kerja yang saat ini digunakan dan juga mengalami hambatan dalam proses produksi barang.
- b. *Layout* usulan yang telah dibuat dapat memenuhi kebutuhan karyawan serta kelancaran proses produksi. Hal tersebut dapat dilihat dari kelancaran aliran material dalam proses produksi, total jarak perpindahan material yang lebih optimal yaitu 4,5 meter, di mana jarak tersebut telah menghasilkan persentase efisiensi sebesar 55% (dari jarak semula 10 meter). Tidak hanya berbicara tentang proses produksi, namun *layout* usulan juga memperhatikan korelasi atau hubungan kerja antar-departemen yang telah dibuat sedemikian rupa.

DAFTAR PUSTAKA

- Apple, James M. 1990. **Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan**. Tr. by Nurhayati M.T. Mardiono. ITB: Bandung.
- Chaerul Azam, Arianto Basuki , Bhirawa Waspada Tedja, 2019, **Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Di Café “Home 232” Cinere**, Jurnal Teknik Industri, Volume 8 Nomor 2, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta.
- Heragu, Sunderesh S. 2008. **Facilities Design**. CRC Press: Boca Raton.
- Julius Mulyono. 2014. Jurnal Penelitian **Usulan Perbaikan Tata Letak Pabrik di PT. A Dengan Metode Graph Theoretic Approach**. Universitas Katolik Widya Mandala: Surabaya.
- Raissa Putri Nanda Wibawa. Jurnal Penelitian **Analisis Beban Kerja Dengan Metode Workload Analysis Sebagai Pertimbangan Pemberian Insentif Pekerja (Studi Kasus di Bidang PPIP PT Barata Indonesia (Persero) Gresik)**. Universitas Brawijaya, Malang.
- Suwarno, Arianto Basuki, dan Mandagie Karel L., 2019, **Perancangan Tata Letak Gudang Produk Jadi Cat Dengan Metode Dedicated Storage di PT. Akzonobel Car Refinishes Indonesia**, Jurnal Teknik Industri, Volume 8 Nomor 2, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta.

- Syafi'i Iman, Arianto Basuki , dan Indramawan, 2016, **Penerapan Workload Analysis Pada Mesin Hot Melt Lurus Dalam Efisiensi Tenaga Kerja**, Jurnal Teknik Industri, Volume 5 Nomor 1, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta.
- Wignjosuebrototo, Sritomo. 1996. **Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan**. Guna Widya: Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriantantri. 2008, **“Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Guna Meminimalkan Jarak dan Biaya Material Handling”**. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Apple, James M. 1990. **Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan**.Tr. by Nurhayati M.T. Mardiono. ITB: Bandung.
- Arya, Vinod, and Sanjeev Singh Clauhan, 2013, **Increased Productivity and Planning By Improved Plant Layout Using Systematic Layout Planning at NCRM Division Bhushan Steels Ltd**. Khopoli Mumbai, International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJET).
- Assauri Sofjan 2016. **Manajemen Operasi Produksi Edisi 3**, Raja Grafindo Persada, Depok.
- Bangsow, Steffen, 2010, **Manufacturing Simulation with Plant Simulation and SimTalk**, Springer.
- Banks, Jerry, 1996, **Discrete-Event System Simulation**, Prentice Hall International, Inc.
- Basuki, 2016, **“Implementasi Penempatan dan Penyusunan Barang di Gudang Finished Goods Menggunakan Metode Class Based Storage”** Industrial Engineering Journal Vol.5 No.2, ISSN 2302 934X .Program Studi Manajemen Logistik, Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Bekasi, Indonesia.
- Buchari, 2007. **Manajemen Kesehatan Kerja dan Alat Pelindung Diri**. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Chaerul Azam, Arianto Basuki , Bhirawa Waspada Tedja, 2019, **Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Di Café “Home 232” Cinere**, Jurnal Teknik Industri, Volume 8 Nomor 2, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta.
- Claudia Cindi. 2015. **Usulan Perbaikan Inventori dan Tata Letak KSU Dengan Metode ABC PT . Daya Adicipta Mustika** ,Teknik Industri, Institut Harapan Bangsa, Bandung.
- Erdiawan, Ahmad Harris dan Puspitasari, Nia Budi. 2016, **Perancangan Tata Letak Fasilitas Pada MPC Semarang Menggunakan Metode Activity Relationship Chart**
- Hadiguna, Rika Ampuh dan Heri Setiawan. 2008. **Tata Letak Pabrik**. Jakarta.

- Heizer, Jay & Render, Barry. 2006. **Manajemen Operasi**, Buku 2. Edisi ketujuh, Jakarta: Salemba Empat
- Heizer, Jay & Render, Barry. 2009. **Manajemen Operasi**, Buku 1. Edisi kesembilan, Jakarta: Salemba Empat
- Heizer, J & Render, B. 2015. Alih bahasa oleh Sungkono, **Manajemen Operasi edisi 11**, Penerbit Salemba Empat , Jakarta.
- Hendra Suyanto. 2017. **Perbaikan Tata Letak Gudang Produk Jadi Dengan Metode Sub-Class**, Teknik Industri, Semarang.
- Heragu, Sundaresh S., 2008, **Facilities Design Third Edition**, CRC Press.
- Julius Mulyono. 2014. Jurnal Penelitian **Usulan Perbaikan Tata Letak Pabrik di PT. A Dengan Metode Graph Theoretic Approach**. Universitas Katolik Widya Mandala: Surabaya.
- Juwana, J.S., 2005, **Panduan Sistem Bangunan Tinggi**. Erlangga, Jakarta
- Kurkin, Onrej, and Michael Simon, 2011, **Optimization of Layout Using Discrete Event Simulation**, IBIMA Publishing.
- Nurmianto, E. 1996. **Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya**. Jakarta. Guna Widya
- Phoolan Devi, Arief Rahman, 2011, **Perancangan Sistem Deteksi Posisi Penghuni Pada Proses Evakuasi Gedung Bertingkat dengan Teknologi RFID**. Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya
- Prasad, P.S.S., and G.Aravinthan, 2011, **Development of Cellular Layout for a Pump Manufacturing Industry**, The IUP Journal of Operation Management Vol.X.
- Purnomo, Hari, 2004. **Perencanaan dan Perancangan Fasilitas**. Edisi satu, Yogyakarta: Graha Ilmu
- Ramli, Soehatman. 2010. **Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja OHSAS 18001**, Dian Rakyat, Jakarta.
- Santoso, G. 2004. **Ergonomi, Manusia, Peralatan dan Lingkungan**. Jakarta. Prestas Pustaka.
- Sayuti, Abdul Jalaludin, 2013, **Manajemen Kantor Praktis**, Alfabeta, Bandung.
- Silalahi, Bennett N.B. dan Silalahi, Rumondang.1995. **Manajemen keselamatan an kesehatan kerja**. Pustaka Binaman Pressindo.
- Stevenson, William J., 2010, **Operation Management An Asian Perspective**, McGraw-Hill/Irwin.
- Sugiharto. 2010, **Analisis Manajemen Pergudangan pada PD. Sinar Agung Jaya Untuk Meningkatkan Efektivitas**, Universitas Bina Nusantara, Jakarta.
- Suma'mur .1991. **Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja**. Jakarta :Haji Mas Agung
- Suma'mur. 2009 **Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)**. Jakarta: Sagung Seto.

- Suwarno, Arianto Basuki, dan Mandagie Karel L., 2019, **Perancangan Tata Letak Gudang Produk Jadi Cat Dengan Metode Dedicated Storage di PT. Akzonobel Car Refinishes Indonesia**, Jurnal Teknik Industri, Volume 8 Nomor 2, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta.
- Sutarman .H. 2017, **Dasar-Dasar Manajemen Logistik**, Penerbit Refika Aditama ,Bandung.
- Syafi'i Iman, Arianto Basuki , dan Indramawan, 2016, **Penerapan Workload Analysis Pada Mesin Hot Melt Lurus Dalam Efisiensi Tenaga Kerja**, Jurnal Teknik Industri, Volume 5 Nomor 1, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta.
- Tambusai, M.2001. **Pengawasan Kesehatan dan Keselamatan Kerja Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja. Makalah Seminar K3 RS. Persahabatan Jakarta**. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.
- Tarwaka. 2008, **Keselamatan dan Kesehatan Kerja Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja**. Surakarta: Harapan press
- Tarwaka. 2012, **Dasar-dasar Keselamatan Kerja Serta Pencegahan Kecelakaan di Tempat Kerja**, Harapan Press,Surakarta.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. **Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Guna Widya. Surabaya.**
- Wignjosoebroto, Sritomo, 2009. **Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan**. Edisi ketiga. Surabaya: Guna Widya.
- Yaghini, Masoud, Shabnam Sharifian, and Rahim Akhavana, 2012, **Reengineering the Locomotive Operation Management Process in the Railways of Iran (RAI)**, Elsevier B.V.
- Departemen Kesehatan RI , **Buku petunjuk K3**, Jakarta : 2005NFPA 10 1998, **Klasifikasi Bahan Kebakaran**
- NFPA 14, **Standard For Water Spray Fixed System For Fire Protection, 1996 Edition**.
- Peraturan Menteri Tenaga kerja No. Per 05/Men/2003. 2003, **Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja**. Jakarta: Depnaker RI, Dirjen Pembinaan hubungan Industrial dan pengawasan Ketenagakerjaan.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 Tentang **Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja**. Jakarta.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. Per 05/Men/1996, **Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja**, Depnaker RI, Dirjen Pembinaan Hubungan Industrial dan Pengawasan Ketenagakerjaan: Jakarta; 1996.
- Petunjuk Pelaksanaan Nomor: Juklak/03/XI/2016 tentang **Penanggulangan Bahaya Kebakaran Di Lingkungan Biro Umum Setjen Kemhan**
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 tahun 2003** tentang Ketenagakerjaan

Undang-undang nomor 1 tahun 1970 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1992 Pasal 23 tentang Kesehatan **UU No.14 tahun 1969 dan UU No. 1 tahun 1970.**

RIWAYAT PENYUSUN / EDITOR



Basuki Arianto, ST, MM, MT, IPM.

Lahir di Batang, Jawa Tengah, 23 Mei 1975. Saat ini menjabat sebagai Kepala Laboratorium pada Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma (Unsurya), Jakarta sejak tahun 2021. Sebelum menjabat Kepala Laboratorium, jabatan struktural penulis adalah Ketua Program Studi Teknik Industri Unsurya dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2021 dan Kepala Laboratorium Program Studi Teknik Industri dari tahun 2002 sampai dengan tahun 2015.

Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Teknik tahun 2001 pada Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya. Program Pascasarjana (S-2) diselesaikan tahun 2012 pada Program Studi Manajemen, Universitas Suryadarma, Jakarta. Program Pascasarjana (S-2) diselesaikan tahun 2022 pada Program Studi Teknik Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta.



Waspada Tedja Bhirawa, ST,SE,MM,MT,MT,IPM

Lahir di Surabaya, 16 Agustus 1966. Saat ini menjabat sebagai Kepala Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma (Unsurya), Jakarta sejak tahun 2021. Sebelum menjabat Kepala Program Studi, jabatan struktural penulis adalah Kepala Laboratorium pada Program Studi Teknik Industri Unsurya dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2021. Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Teknik tahun 1993 pada Program Studi Sarjana (S-1) Teknik Mesin, Universitas Kristen Indonesia (UKI) Jakarta. Program Pascasarjana (S-2) diselesaikan tahun 2000 pada Program Studi Manajemen, Universitas Diponegoro Semarang. Program Sarjana (S-1) diselesaikan tahun 2008 pada Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi Universitas Suryadarma

(Unsurya), Jakarta. Program Studi Paska sarjana (S-2) diselesaikan tahun 2014 pada Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta. Program Pascasarjana (S-2) diselesaikan tahun 2020 pada Program Studi Teknik Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta. Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta .Program Pascasarjana (S-2) diselesaikan tahun 2020 pada Program Studi Teknik Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta.



Darmawan Yulianto, ST, MT, Lahir di Jember, 07 Juli 1978. Saat ini menjabat sebagai Dosen Tetap Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma (Unsurya), Jakarta sejak tahun 2015. Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Teknik tahun 2003 pada Program Studi Sarjana (S-1) Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang. Program Magister Teknik (S-2) diselesaikan tahun 2014 pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Jakarta.



Indramawan ST.MT Lahir di Sidoarjo, 19 Juli, 1980. Saat ini mengajar sebagai Dosen Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma (Unsurya), Jakarta sejak tahun 2015. Menyelesaikan Pendidikan pada Diploma Tiga (D3) tahun 2000, Konsentrasi Manajemen Produksi, APP Depperindag Jakarta. Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Teknik (S-1) Tahun 2011 pada Program Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta. Program Pascasarjana (S-2) diselesaikan tahun 2014 pada program studi Teknik Industri, Universitas Indonesia, Jakarta.

