

SKRIPSI
PERANCANGAN ULANG TATA LETAK FASILITAS
UNTUK MENURUNKAN ONGKOS *MATERIAL HANDLING*
DI KAROSERI AVENA MAGELANG

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Industri Jenjang Satu (S-1) Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Magelang



IMAM AGUS FAUZI
NPM 16.0501.0042

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI (S1)
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG

2023

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri transportasi merupakan salah satu bidang industri yang berkembang cukup pesat di Indonesia. Khususnya bidang otomotif yang semakin naik seiring bertambahnya jumlah penduduk, sehingga memunculkan banyaknya permintaan pasar akan kendaraan maupun moda transportasi. Kondisi tersebut mengakibatkan terciptanya industri karoseri guna memenuhi permintaan pasar.

Dalam suatu industri manufaktur masalah mengenai tata letak fasilitas merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam peningkatan efisiensi perusahaan dan kelangsungan proses manufaktur. Tata letak fasilitas berhubungan dengan perencanaan penyusunan fasilitas fisik serta jumlah kebutuhan tenaga kerja dalam menghasilkan suatu produk. Peranan tata letak fasilitas adalah untuk membentuk aliran material maupun tenaga kerja agar proses produksi menjadi efisien dan tidak ada waktu yang terbuang (*idle time*). *Material Handling* atau penanganan bahan adalah proses yang mencakup operasi dasar dalam pergerakan, perlindungan, penyimpanan dan pengendalian bahan dan produk di seluruh pembuatan (manufaktur), pergudangan, distribusi, konsumsi dan pembuangan (Syargawi, Andesta, Widyaningrum, et al., 2021).

Dalam suatu kegiatan produksi biaya yang dikeluarkan untuk pemindahan material bisa berkisar antara 30% sampai dengan 90% dari total biaya produksi. Dengan demikian minimalisasi biaya material handling akan merupakan kriteria keberhasilan dari fase perancangan tata letak fasilitas dalam sebuah pabrik (Fabiani et al., 2019). Hal utama yang perlu diperhatikan dalam merancang suatu tata letak fasilitas adalah mengenai proses pemindahan bahan yang kurang baik akan mengakibatkan proses produksi menjadi terhambat dan akan memberi kerugian pada perusahaan (Massebali et al., 2020).

PT. Cahaya Avena atau sering disebut Karoseri Avena merupakan salah satu perusahaan karoseri kendaraan angkutan darat yang bergerak dalam

bidang pembuatan, perbaikan dan renovasi berbagai tipe kendaraan, seperti L300, Prona (ELF, Colt. D, Foton), Engkel dan Bus. Perusahaan menjalankan proses produksinya berdasarkan pesanan konsumen, dimana mendasarkan pada spesifikasi yang diminta oleh masing-masing konsumen, pemesanan di karoseri avena rata rata adalah perusahaan jasa angkutan transportasi darat di Pulau Jawa, selain itu ada juga beberapa dari perusahaan swasta yang membutuhkan transportasi untuk mengangkut karyawan.

Karoseri avena memiliki luas hampir 1 Ha dan terbagi menjadi 4 bagian gedung yang memiliki total 15 departemen dan didukung 2 gudang. Kapasitas produksi total pertahun adalah 150 unit berupa pembuatan unit baru dan perbaikan. Dalam proses produksi unit baru terjadi di semua departemen, sedangkan untuk tata letak saat ini Karoseri Avena masih sering terjadi inefisiensi dalam pemindahan dan penanganan material. Tata letak antar departemen yang belum saling terkait serta penempatan bahan baku yang belum optimal.

Penelitian ini berfokus pada proses pembuatan medium bus atau sering di sebut juga dengan bus $\frac{3}{4}$. Pada umumnya ukuran bus medium adalah panjang 7500 mm, lebar 2200 mm dan tinggi 3000 mm. Kebutuhan luas area untuk 1 produk bus medium adalah 16,5 m². Berdasarkan hasil observasi di industri Karoseri avena, ditemukan permasalahan penataan departemen yang terlalu jauh dan tidak beraturan. Dimana departemen fiber seharusnya berdekatan dengan departemen dempul memiliki jarak perpindahan yang terlalu jauh yakni 55 meter. Selain itu terdapat juga departemen dempul dan departemen pengecatan memiliki jarak perpindahan sejauh 63 meter. Departemen-departemen tersebut memiliki keterkaitan proses produksi yang harus berdekatan. Sehingga hal ini menyebabkan terjadinya *back track* dan didapatkan total jarak perpindahan pada proses pembuatan medium bus sebesar 1038,5 meter dan ongkos material handling awal pada karoseri avena sebesar Rp 808,66 per meter atau Rp. 2.849.751,52 selama proses produksi. Sehubungan dengan hal tersebut, akan dievaluasi lebih lanjut tentang tata letak kerja di industri

karoseri tersebut dan menentukan solusi agar material handling serta penempatan tata letak fasilitas yang terjadi pada industri karoseri dapat direduksi menggunakan metode Systematic Layout Planning (SLP) dan didukung dengan menggunakan algoritma ALDEP dalam penentuan layout nya.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka masalah penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana tata letak fasilitas awal di Karoseri Avena pada saat ini?
2. Bagaimana jarak material handling pada produksi Karoseri Avena pada saat ini?
3. Bagaimana usulan tata letak produksi yang menghasilkan biaya ongkos material handling minimum?

C. Tujuan

1. Mengidentifikasi tata letak fasilitas di Karoseri Avena pada saat ini.
2. Mengukur jarak material handling pada produksi Karoseri Avena.
3. Merumuskan perancangan tata letak produksi sehingga terdapat ongkos material handling minimum.

D. Manfaat

1. Dapat digunakan sebagai acuan tata letak untuk perbaikan di Karoseri Avena.
2. Memberikan jarak perpindahan yang lebih efisien dari *relayout* tata letak fasilitas Karoseri Avena.
3. Dapat mengurangi ongkos *material handling* dan meningkatkan produktivitas.

BAB II

STUDI PUSTAKA

A. Penelitian Relevan

Untuk mencapai tujuan yang dimaksud, penelitian ini merujuk pada beberapa penelitian yang relevan, sebagai dasar pengembangan penelitian selanjutnya.

1. Penelitian yang dilakukan oleh (Syargawi, Andesta, & Widyaningrum, 2021) dengan judul Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Menggunakan Metode Multi-Objective Function Dan Simulasi Arena. Penelitian ini dilakukan di PT. Sumber Urip Sejati dimana perusahaan ini bergerak di bidang karoseri. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi tata letak fasilitas untuk mengurangi jarak perpindahan material handling. Metode MOF (Multi_Objective Function) pengatuiran site layout harus mempunyai data berupa jarak dan juga frekuensi penggunaan fasilitas untuk melakukan perhitungan demi mendapatkan site layout yang maksimal. Pada metode MOF terdapat 2 variabel yang biasanya digunakan pada metode ini yaitu Travel Distance (TD) dan Safety Index (SI). Pada penelitian ini juga menggunakan Arena untuk mengetahui performa layout awal dan layout usulan. Dari hasil penelitian didapatkan pengurangan jarak perpindahan material dari layout awal sebesar 47786 meter menjadi 44066 meter pada layout usulan dan juga pada layout usulan terjadi penurunan nilai Safety Index dari layout awal sebesar 1649,9 menjadi 1626,4.
2. Penelitian yang dilakukan oleh (Massebali et al., 2019) dengan judul Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Bus dengan Algoritma Craft untuk menurunkan Ongkos Material Handling. Penelitian ini dilakukan di PT. Adiputro Wirasejati yang merupakan perusahaan karoseri bus dan minibus. Metode penelitian yang digunakan yaitu menggunakan algoritma CRAFT untuk menurunkan ongkos material handling. Hasil dari penelitian ini didapatkan total jarak perpindahan awal mencapai 3.903.800 m sehingga memakan Ongkos Material Handling (OMH) sebesar Rp. 175.302.182. Hasil penerapan algoritma CRAFT dihasilkan penurunan jarak material handling sebesar Rp.

27.464.715,2 atau sebesar 15,6 % untuk jarak euclidean adalah sebesar Rp. 13.350.835 atau sebesar 7,54%.

3. Penelitian yang dilakukan (Rahmandhani et al., 2023) dengan judul Perbaikan Tata letak Fasilitas Gudang di CV LK Semarang Menggunakan Metode *Class Based Storage*. Penelitian ini dilakukan di CV LK Semarang yang merupakan perusahaan karoseri bus yang berlokasi di Semarang. Metode penelitian yang digunakan yaitu Metode *Class Based Storage*, dengan tujuan merancang usulan perbaikan tata letak untuk mengatur area kerja yang paling ekonomis untuk proses produksi. Hasil penelitian ini diperoleh jarak perpindahan momen material handling dari tempat bongkar muat menuju blok penyimpanan pada layout usulan didapatkan kelas A 1 meter, Kelas B 2 meter, kelas C 3 meter dengan hasil perhitungan sebesar 450 perbulan, dari layout awal sebesar 984 per bulan.

Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya karena penelitian ini menggabungkan dua metode *Systematic Layout Planning* (SLP) dan algoritma ALDEP. Diharapkan dari penelitian yang akan dilakukan dapat memberikan masukan kepada perusahaan untuk dapat dijadikan acuan agar kegiatan produksi menjadi lebih efektif dan efisien.

B. Tata Letak Fasilitas

1. Pengertian

Pengaturan tata letak pabrik adalah pengaturan dari fasilitas (gedung, tenaga kerja, bahan baku, dan mesin-mesin) yang digunakan secara bersama-sama untuk memenuhi tujuan yang sudah ditetapkan. Jadi, perancangan tata letak pabrik dapat juga diartikan pengaturan dari fasilitas-fasilitas yang sedemikian rupa sehingga dapat mencapai tujuannya dengan tidak mengesampingkan kendala yang ada. Dengan tata letak pabrik yang baik, sebuah pabrik dapat menghasilkan hasil produksi yang maksimal dengan kondisi aktivitas produksi yang optimal (Yunitasari, 2012). Tata letak yang efektif dapat membantu organisasi mencapai suatu 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.

2. Tujuan Pengaturan Tata Letak

Beberapa tujuan atau manfaat dari adanya perencanaan fasilitas menurut (Purnomo, 2004) khususnya mengenai perancangan tata letak fasilitas adalah sebagai berikut:

- a. Mengurangi investasi peralatan, dalam perancangan tata letak akan memberi manfaat untuk menurunkan investasi dalam peralatan. Penyusunan mesin – mesin dan fasilitas pabrik, dan departemen yang tepat, serta pemilihan metode yang cermat, sedikit banyak akan dapat membantu menurunkan jumlah peralatan yang diperlukan. Sebagai contoh adalah bila dua atau lebih komponen berbeda, dalam proses pembuatannya memerlukan mesin yang sama, maka sebaiknya proses pembuatan tersebut dapat dilewatkan pada mesin yang sama.
- b. Manfaat lain dari perancangan tata letak adalah penggunaan ruang yang lebih efektif. Penggunaan ruang akan efektif jika mesin atau fasilitas pabrik lainnya disusun atau diatur sedemikian rupa sehingga jarak antar mesin – mesin atau fasilitas pabrik tersebut dapat seminimal mungkin tanpa mengurangi keleluasaan gerak para pekerja. Dengan jarak minimal maka akan menghemat biaya, karena setiap meter persegi luas lantai akan memberi beban biaya.
- c. Perancangan tata letak yang baik akan menjaga perputaran barang setengah jadi menjadi lebih baik. Suatu proses produksi dapat dikatakan lancar jika bahan melewati proses dengan waktu sesingkat mungkin. Hal ini dapat terjadi jika suatu proses produksi dapat terhindar dari adanya penumpukan barang setengah jadi. Suatu aliran produksi sedapat mungkin melalui proses dimana penyimpanan barang setengah jadi diturunkan mendekati titik nol.
- d. Perancangan tata letak harus dapat menjamin atau menjaga fleksibilitas dari susunan mesin – mesin atau fasilitas – fasilitas pabrik dari kemungkinan tersebut. Perbaikan atau penambahan fasilitas atau bangunan baru tidak serta merta akan mengubah atau mengganti seluruh susunan yang telah ada.

- e. Perancangan tata letak tidak dapat dipisahkan dengan masalah penanganan bahan. Seperti disebutkan dimuka bahwa dalam setiap proses produksi tidak bisa dihindari adanya gerakan perpindahan bahan. Gerakan perpindahan bahan ini akan memberi beban biaya yang tidak sedikit. Lebih – lebih jika proses pergerakan perpindahan bahan ini tidak menganut asas efektifitas, misalkan suatu proses operasi satu dengan yang lain yang berurutan jaraknya relatif jauh. Hal ini akan membutuhkan waktu tambahan sehingga total waktu pengerjaan suatu produk akan menjadi lebih lama. Demikian pula biaya dalam perpindahan material ini juga akan semakin besar. Meningkatkan efektivitas penggunaan tenaga kerja. Tata letak yang ada pada pabrik sangat besar pengaruhnya terhadap produktivitas tenaga kerja. Departemen yang disusun berdasarkan aliran produksi yang tepat, dengan peralatan pemindah bahan yang lebih modern, seperti conveyor, crane, hoist, dan peralatan modern lainnya akan mengurangi waktu dan tenaga yang digunakan para pekerja dalam melakukan pergerakan. Efektivitas pemakaian tenaga kerja dengan sendirinya akan meningkat.

3. Jenis-Jenis Tata Letak Fasilitas

Penentuan alternatif layout merupakan kegiatan yang sangat penting dalam perancangan fasilitas produksi, karena di sini menentukan kegiatan produksi berlangsung dengan baik atau tidak. Adanya kesalahan dalam penempatan mesin dan peralatan dapat mengurangi tingkat produktivitas produksi. Penetapan proses produksi, aliran produksi, jumlah mesin dan luas area merupakan langkah awal dalam melakukan perancangan tata letak fasilitas (Hastuti & Ulya, 2013).

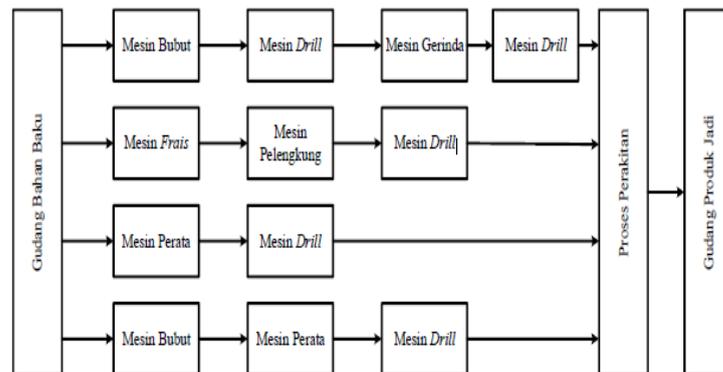
a. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Aliran Produksi

Suatu pabrik yang memproduksi satu atau beberapa produk dengan volume atau jumlah yang besar dan memiliki waktu produksi yang tidak singkat maka tata letak yang cocok adalah tata letak berdasarkan aliran produksi. Layout tipe ini merancang pengaturan fasilitas dan mesin diatur menurut prinsip “machine after machine”

tidak memperdulikan berbagai macam mesin yang digunakan. Berikut ini pertimbangan-pertimbangan yang mendasari pemilihan tata letak berdasarkan aliran produksinya:

- 1) Terdapat satu atau beberapa produk yang diproduksi
- 2) Produksi massal atau jumlah besar dengan jangka waktu yang lama.
- 3) Untuk menentukan laju produksi per satuan waktu memungkinkan dengan cara mempelajari studi gerak dan waktu
- 4) Adanya keseimbangan lintasan yang baik antara pekerja dan mesin di rantai produksi.
- 5) Kegiatan inspeksi yang tidak terlalu banyak.
- 6) Satu kegiatan operasi hanya menggunakan satu mesin.
- 7) Pemindahan bahan dilakukan secara mekanis, biasanya menggunakan conveyor.
- 8) Mesin yang digunakan tidak membutuhkan skill dari operator.

Untuk contoh aliran produksi berurutan berdasarkan aliran produk mulai dari bahan baku, kemudian diproses, diperiksa hingga menjadi produk jadi, dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut:



Gambar 2. 1 Product Layout

Dengan kata lain bahwa tata letak tipe ini produk dapat dikerjakan dalam satu departemen saja tanpa perlu adanya pemindahan ke departemen lain. Tujuan dari metode ini yaitu mengurangi proses pemindahan bahan, serta memudahkan dalam proses pengawasan karena sesuai dengan alur produksi.

Keuntungan yang diperoleh dari pengaturan tata letak berdasarkan aliran produksi yaitu sebagai berikut:

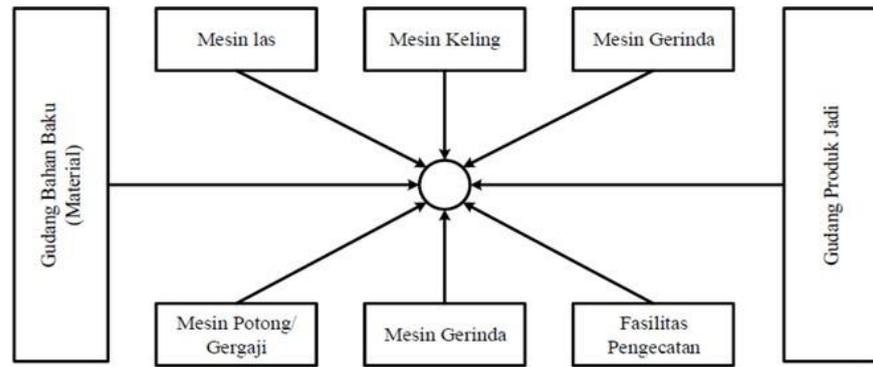
- 1) Pемindahan material tidak mengalami kendala karena jarak yang berdekatan.
- 2) Waktu produksi relatif lebih cepat.
- 3) Lintasan produksi yang telah diseimbangkan akan mengurangi work-in process.
- 4) Memberikan motivasi kerja karena diberikannya insentif untuk meningkatkan produktivitas.
- 5) Departemen yang ada membutuhkan area yang minimal.
- 6) Proses produksi dikendalikan dengan mudah.

Kekurangan dari tata letak berdasarkan aliran produksi adalah sebagai berikut:

- 1) Kerusakan salah satu mesin menyebabkan berhentinya kegiatan produksi.
- 2) Tidak bisa memproduksi produk yang berbeda.
- 3) Stasiun kerja yang lambat akan menjadi hambatan.
- 4) Investasi besar dalam pengadaan mesin.

b. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Lokasi Material Tetap

Tipe tata letak ini material atau bahan utama akan tetap pada lokasinya sendiri, tetapi mesin, peralatan dan manusia serta komponen tambahan lainnya bergerak menuju material atau bahan utama. Layout tipe ini sering dijumpai pada departemen perakitan karena mesin dan peralatan relatif lebih mudah untuk dipindahkan. Contoh layout berdasarkan lokasi material yang tetap dapat dilihat pada Gambar 2.2. di bawah ini:



Gambar 2. 2 Lokasi Material Yang Tetap

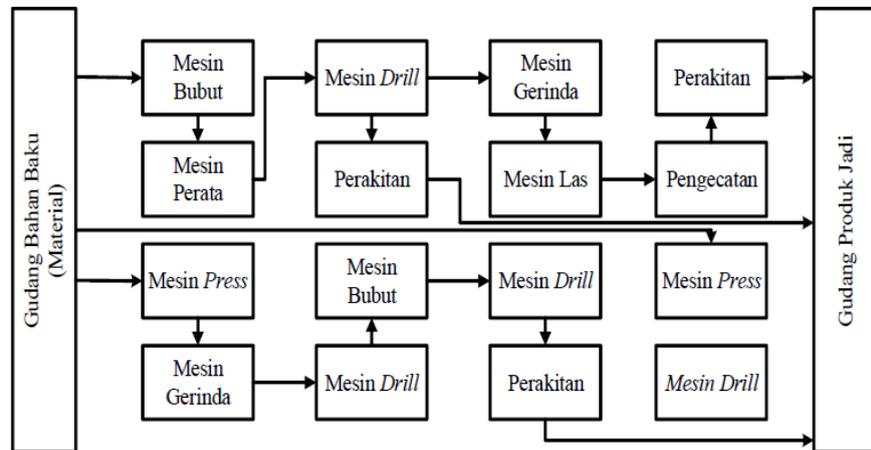
Keuntungan dari layout tipe ini yaitu sebagai berikut:

- 1) Perpindahan material atau bahan minimal karena yang bergerak adalah peralatan dan mesin.
- 2) Apabila pendekatan kelompok kerja diterapkan, maka kontinuitas operasi dan tanggung jawab kerja dapat dicapai.
- 3) Memungkinkan menyelesaikan pekerjaan secara penuh.
- 4) Fleksibilitas kerja tinggi karena peralatan dan mesin dapat dengan mudah menyesuaikan dengan perubahan produk.

Kekurangan dari layout tipe ini yaitu sebagai berikut:

- 1) Peningkatan perpindahan peralatan, mesin dan operator pada saat kegiatan produksi berlangsung.
 - 2) Memerlukan operator dengan keahlian yang lebih mumpuni di samping aktivitas yang umum dilakukan.
 - 3) Adanya tambahan area untuk produk setengah jadi, karena membutuhkan beberapa peralatan kerja.
 - 4) Dibutuhkan pengawasan dan koordinasi yang lebih ketat terutama dalam penjadwalan produksi.
- c. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Kelompok Produk
- Tata letak tipe ini mengelompokkan produk dan komponen terlebih dahulu sebelum dilakukan proses produksi. Pengelompokan ini didasarkan pada proses yang dilakukan, bentuk produk atau komponen, mesin dan peralatan yang digunakan dan sebagainya, namun pengelompokan ini tidak didasarkan pada jenis produk akhir yang sama seperti by product. Tata letak tipe ini akan meningkatkan

efisiensi dalam proses produksi, hal ini disebabkan karena setiap kelompok produk atau komponen akan mengalami proses yang sama. Contoh tata letak berdasarkan kelompok produk dapat dilihat pada Gambar 2.3. berikut ini:



Gambar 2.3 Tata Letak Berdasarkan Kelompok Produk
Keuntungan layout tipe ini yaitu sebagai berikut:

- 1) Memperoleh pendayagunaan mesin yang optimal, hal ini dikarenakan adanya pengelompokan sesuai dengan proses operasinya. Sehingga mesin dapat bekerja secara maksimal sesuai dengan kapasitasnya.
- 2) Perpindahan material lebih dekat dan lintasan kerja yang lebih lancar sehingga ongkos material handling yang diperoleh akan semakin kecil. Bila dibandingkan dengan by process.
- 3) Dapat meningkatkan suasana kerja kelompok, sehingga proses produksi dapat dikontrol dengan mudah.
- 4) Mendapatkan keuntungan yang sama dari layout by product dan layout by process karena layout ini merupakan gabungan dari kedua layout tersebut.
- 5) Pada umumnya menggunakan mesin general purpose yang lebih rendah.

Kekurangan dari layout tipe ini yaitu sebagai berikut:

- 1) Membutuhkan operator dengan keahlian yang lebih dalam mengoperasikan semua fasilitas produksi di luar aktivitas operator pada umumnya.
- 2) Pengendalian produksi sangat mempengaruhi kelancaran kerja dalam keseimbangan aliran produksi
- 3) Dibutuhkan buffer & work in process storage apabila ada penumpukan material.
- 4) Mendapatkan beberapa kerugian yang dialami oleh layout by product dan layout by process.
- 5) Pengaplikasian fasilitas produksi tipe special-purpose sulit diterapkan di suatu industri.

4. Tipe Tata Letak

Dalam merancang tata letak pabrik, kita perlu memahami terlebih dahulu tipe-tipe tata letak pabrik sebagai dasar perancangan. Pemahaman sangat perlu karena tipe tata letak pabrik menentukan keberhasilan strategi manufaktur yang telah ditetapkan. Secara umum, ada empat tipe tata letak yaitu tata letak produk, tata letak proses, tata letak lokasi tetap, tata letak group technology.

- a. Tata letak dengan posisi tetap: Memenuhi persyaratan tata letak untuk proyek yang besar dan memakan tempat, seperti proses pembuatan kapal laut dan gedung.
- b. Tata letak yang berorientasi pada proses: Berhubungan dengan produksi dengan volume rendah dan bervariasi tinggi (juga disebut sebagai “job shop”, atau produksi terputus).
- c. Tata letak kantor: Menempatkan para pekerja, peralatan mereka dan ruangan/kantor yang melancarkan aliran informasi.
- d. Tata letak ritel: Menempatkan rak-rak dan memberikan tanggapan atas perilaku pelanggan.
- e. Tata letak gudang: Merupakan paduan antara ruang dan penanganan bahan baku.

- f. Tata letak yang berorientasi pada produk: Mengusahakan pemanfaatan maksimal atas karyawan dan mesin-mesin pada produksi yang berulang atau berkelanjutan.
- g. Tata letak sel kerja: Menata mesin – mesin dan peralatan lain untuk fokus pada produksi sebuah produk atau sekelompok yang berkaitan.

C. Systematic Layout Planning (SLP)

Metode *Systematic Layout Planning* dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang menyangkut berbagai macam hal terkait produksi, transportasi, gudang dan aktivitas lainnya. *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). Dalam pelaksanaannya data yang dibutuhkan dapat diklasifikasikan ke dalam 5 kategori yaitu Produk (Product) (Anam, 2021). Tahapan yang digunakan untuk perancangan tata letak fasilitas pabrik sesuai dengan pendekatan *Systematic Layout Planning* (SLP) menurut Purnomo (2004) terdiri dari tiga tahapan. Tahapan pertama adalah tahap analisis, mulai dari analisis aliran material, analisis aktivitas, diagram hubungan aktivitas, pertimbangan keperluan ruangan dan ruangan yang tersedia. Tahapan kedua adalah tahap penelitian, mulai dari perencanaan diagram hubungan ruangan sampai dengan perancangan alternatif tata letak. Sedangkan tahapan ketiga adalah proses seleksi dengan jalan mengevaluasi alternatif tata letak yang telah dirancang. Tujuan dari penerapan metode ini adalah menghasilkan tata letak dengan alur perpindahan bahan yang sesuai dengan alur produksi dan memiliki jarak perpindahan seminimal mungkin. Tahap-tahapan prosedur pembentukan metode *Systematic Layout Planning* (SLP):

1. Pengumpulan data dan menganalisis aliran material (*flow of material*) untuk menganalisis pengukuran kuantitatif untuk setiap gerakan

perpindahan material di antara departemen departemen atau aktivitas-aktivitas operasional. Langkah ini akan memberikan landasan pokok bagaimana tata letak fasilitas produksi sebaiknya diatur berdasarkan urutan proses produksinya. Biasanya sering digunakan peta atau diagram diantaranya peta aliran proses, *From to chart* dan peta hubungan aktivitas.

2. Menganalisis hubungan aktivitas untuk mendapatkan atau mengetahui biaya pemindahan dari material dan bersifat kuantitatif sedang analisis lebih bersifat kualitatif dalam perancangan layout disebut *Activity Relationship Chart (ARC)*.

3. Pembuatan diagram hubungan ruangan.

Penetapan *layout* fasilitas kerja berdasarkan pada aliran produk (*product flow*) dan hubungan aktifitas terkait tanpa memperhatikan luasan areanya. Pertimbangan kualitatif dan kuantitatif merupakan langkah awal untuk menetapkan tata letak fasilitas produksi yang baik.

4. Menghitung kebutuhan luasan daerah.

Penyesuaian terhadap luas area yang dibutuhkan dengan area yang tersedia. Dimana kebutuhan luasan area sangat dipengaruhi oleh kapasitas yang terpasang (jumlah mesin, peralatan dan fasilitas produksi lainnya yang harus di tamping)

5. Pembentukan *block* layout alternatif.

Membuat alternative layout yang bisa diusulkan untuk kemudian diambil alternatif terbaik berdasarkan standart yang telah ditentukan.

D. From To Chart (FTC)

Menurut James M.Apple (1977) From To Chart merupakan satu teknik diagram yang paling baru yang dipergunakan dalam pekerjaan tata letak dan pemindahan bahan. From to chart merupakan tabel gambaran untuk menghitung berapa total ongkos material handling di suatu bagian aktivitas menuju aktivitas lainnya. From To Chart sangat berguna apabila barang yang mengalir pada suatu wilayah berjumlah banyak, seperti terlihat pada Tabel 2. 1 berikut:

Tabel 2. 1 Form To Chart

Dari \ Ke	A	B	C	D	E	F	G
A		7,5 m					
B			7,11m				
C				5 m	10 m		
D						7,94 m	
E						7,11m	
F							7,5 m
G							

E. Activity Relationship Chart (ARC)

Activity Relationship Chart adalah suatu teknik untuk merencanakan keterkaitan antara stasiun kerja berdasarkan derajat hubungan kegiatan yang dinyatakan penilaian dengan menggunakan kode yang menunjukkan alasan untuk sandi tersebut (Monica, 2009). Kode terkaitan tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2. 2 Kode Activity Relations Chart

KODE	KETERANGAN
A	Mutlak perlu berdekatan satu sama lain
E	Sangat Perlu Berdekatan
I	Penting Berdekatan
O	Kedekatan Biasa
U	Tidak Perlu Berdekatan
X	Tidak Diinginkan Berdekatan

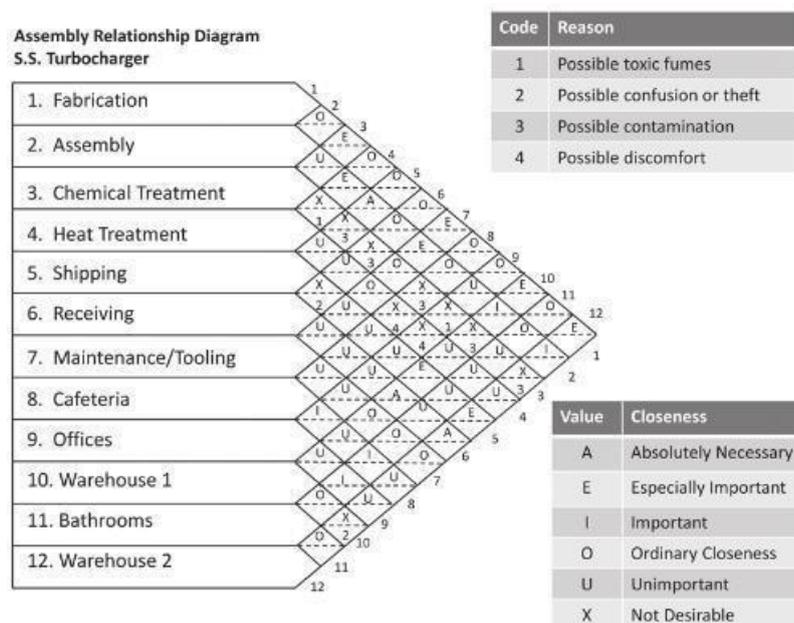
Pendekatan yang bisa digunakan dan tidak seharusnya dilampaui untuk pemberian kode dibagi dalam presentase (Matthew P. Stephens, 2013) dari presentase tersebut dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2. 3 Persentase kode activity relations chart

Kode	Persentase(%)
A	5
E	10
I	15
O	25

U	0
X	-10

Pada dasarnya activity relationship chart hampir memiliki kesamaan dengan from to chart, namun dalam from to chart penilaiannya bersifat kuantitatif, sedangkan dalam activity relationship chart bersifat kualitatif. Dalam from to chart berisikan angka angka atau nilai biaya perpindahan material. Contoh



Gambar 2. 4 Activity Relationship Chart

activity relationship chart dapat dilihat pada Gambar 2.4:

Deskripsi alasan dan derajat kedekatan pada Tabel 2.3. berikut ini:

Tabel 2. 4 Deskripsi Derajat kedekatan

Kode Alasan	Deskripsi alasan
1.	Penggunaan catatan bersama
2.	Menggunakan tenaga kerja yang sama
3.	Menggunakan space area yang sama
4.	Derajat kontak personel yang sering dilakukan
5.	Derajat kontak kertas kerja yang sering dilakukan
6.	Urutan aliran kerja

7.	Melaksanakan kegiatan kerja yang sama
8.	Menggunakan peralatan kerja yang sama
9.	Kemungkinan adanya bau yang tidak mengenakan, ramai, dll.

F. Material Handling

Material Handling atau penanganan bahan adalah proses yang mencakup operasi dasar dalam pergerakan, perlindungan, penyimpanan dan pengendalian bahan dan produk di seluruh pembuatan (manufaktur), pergudangan, distribusi, konsumsi dan pembuangan (disposal). Ongkos material handling merupakan ongkos yang timbul akibat adanya perpindahan atau aktivitas suatu material dari mesin satu ke mesin yang lainnya. Ongkos ini diperoleh dari biaya operator dan biaya handtruck yang digunakan. Untuk biaya hand truck sudah di perhitungkan biaya depresiasi, biaya perawatan serta jarak tempuh dari hand truck itu sendiri (Qoriyana et al., 2014). Proses perpindahan material adalah hal yang penting sebagai pertimbangan untuk merencanakan tata letak fasilitas produksi karena aktifitas tersebut dapat menjadi penentu hubungan atau keterkaitan pada setiap produksi.

Material dapat dipindahkan secara manual maupun dengan menggunakan metode otomatis, material dapat dipindahkan satu kali ataupun beribu kali, material dapat dialokasikan pada lokasi yang tetap maupun secara acak, atau material dapat ditempatkan pada lantai maupun di atas. Apabila terdapat dua buah stasiun kerja/departemen i dan j yang koordinatnya ditunjukkan sebagai (x,y) dan (a,b), maka untuk e, yaitu [1]:

1. Euclidean

Mengukur jarak garis lurus antar pusat pusat fasilitas. Metode ini lebih umum dipakai karena kegunaanya serta mudah untuk dimengerti. Pengukuran metode ini sebagai berikut:

$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{1/2} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana,

x_i = Koordinat x pada pusat fasilitas i

y_i = Koordinat y pada pusat fasilitas i

D_{ij} = Jara antara pusat fasilitas I dan j

2. Jarak Rectilinear

Jarak Rectilinear ini juga dikenal dengan Manhattan, sudut kanan, atau matriks empat persegi. cara ini banyak digunakan karena mudah dipahami, dihitung dan praktis.

Pengukuran metode ini sebagai berikut:

$$d_{ij} = [(x_i - x_j) + (y_i - y_j)] \dots\dots\dots (2)$$

3. Jarak Squared Euclidean Distance

Jarak ini merupakan jarak yang mencerminkan bobot terbesar jarak dua pasang titik yang saling berdekatan. Cara ini relatif jarang digunakan, namun sering ditujukan khusus untuk masalah lokais.

Pengukuran metode ini sebagai berikut:

$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{1/2} \dots\dots\dots (3)$$

4. Aisle Distance

Jarak Aisle berbeda dengan cara pengukuran jarak lain yang diatas, cara ini dilakukan dengan mengukur jarak aktual sepanjang lintasan yang dilalui oleh alat angkut pemindah bahan.

Jika jarak tempuh sudah ditentukan dan frekuensi material handling sudah diperhitungkan maka ongkos material handling dapat diketahui, dimana :

$$\text{Total OMH} = (\text{Ongkos per meter gerakan}) \times (\text{Jarak tempuh}) \times (\text{Frekuensi})$$

Perhitungan Ongkos *material handling* per meter gerakan terdiri dari 2 macam yaitu :

a. *Material handling* dengan tenaga manusia

$$\text{OMH/m} = \frac{\text{Gaji/hari}}{\text{Luas Area Produksi}} \dots\dots\dots (4)$$

b. *Material handling* dengan alat , menggunakan perhitungan :

$$\text{Biaya Alat} = \frac{\text{biaya pembelian} - \text{nilai sisa}}{\text{umur ekonomis}} \dots\dots\dots (5)$$

sehingga didapatkan :

$$\text{Total OMH} = (\text{OMH per meter}) \times \text{total perpindahan} + \text{Biaya Alat} \quad (6)$$

G. Algoritma ALDEP

Algoritma ALDEP merupakan metode tata letak terkomputerisasi yang *input* nya berdasarkan pada kedekatan antar departemen. Pada dasarnya ALDEP merupakan algoritma yang menggunakan data dasar dari fasilitas

dan membangun sebuah layout dengan menempatkan tata letak berturut-turut yang menggunakan hubungan informasi antar departemen. Penerapan metode ini bertujuan untuk memperoleh tata letak yang terstruktur dengan baik yang nantinya dapat menghasilkan *material handling* yang lebih efisien dari segi ongkos perpindahan bahan (Ukurta Tarigan et al., 2019). Pengolahan data dengan software ALDEP dilakukan dengan memasukkan data tingkat kedekatan yang didapat dari ARC dan ukuran luas tiap stasiun kerja. Kemudian software ALDEP akan melakukan perhitungan otomatis untuk mendapatkan layout optimum dengan nilai kedekatan paling besar. Menurut Tompkins dalam (Ritonga, 2021), prosedur perancangan tata letak fasilitas dengan menggunakan algoritma ALDEP terbagi menjadi dua, yaitu:

1. Prosedur Pemilihan

Tahapan yang dilakukan pada prosedur ini adalah pemilihan departemen yang masuk pertama kali secara acak dan untuk departemen selanjutnya dipilih berdasarkan nilai kedekatan yang paling tinggi.

2. Prosedur Penempatan

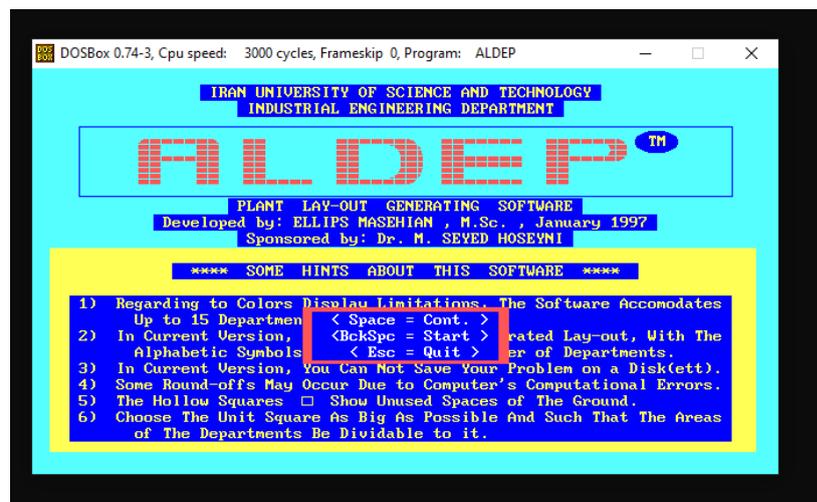
Tahapan selanjutnya dilakukan penempatan departemen yang dipilih pertama kali pada pojok kiri atas kemudian dilanjutkan ke arah bawah dan selanjutnya mengikuti pola jalan vertikal (*vertical sweep pattern*).

Prinsip kerja ALDEP berdasarkan prefensif hubungan aktifitas seperti algoritma CORELAP, perbedaan dasar dengan CORELAP terletak pada jumlah *area allocated diagram* (AAD) yang dihasilkan. Algoritma CORELAP menghasilkan satu AAD terbaik, sedangkan ALDEP menghasilkan beberapa kemungkinan AAD yang pemilihannya diserahkan pada perancang. Nilai alternative yang dihasilkan diperoleh dengan mengacu pada *actifity relationship chart*. ALDEP dapat digunakan untuk menentukan tataletak fasilitas hingga 63 departemen yang saling berdampingan. Algoritma ini dapat juga digunakan untuk menentukan tataletak dalam bangunan tiga lantai dengan mempertimbangkan lokasi-

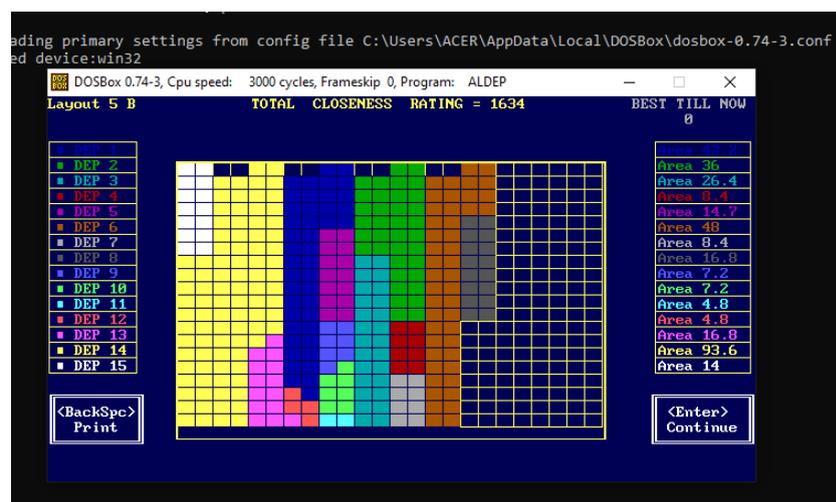
lokasi yang sudah diterapkan terlebih dahulu, seperti lorong, tangga dan lain sebagainya. Kelebihan dari penerapan algoritma ALDEP diantaranya:

- Dapat menetapkan lokasi khusus dalam batas ruang yang tersedia.
- Pemecahan dalam wilayah yang telah di tentukan
- Mengembangkan banyak pilihan
- Sangat memperhatikan keterkaitan

Untuk tampilan aplikasi ALDEP dapat dilihat pada gambar 2.5 dan 2.6 berikut:



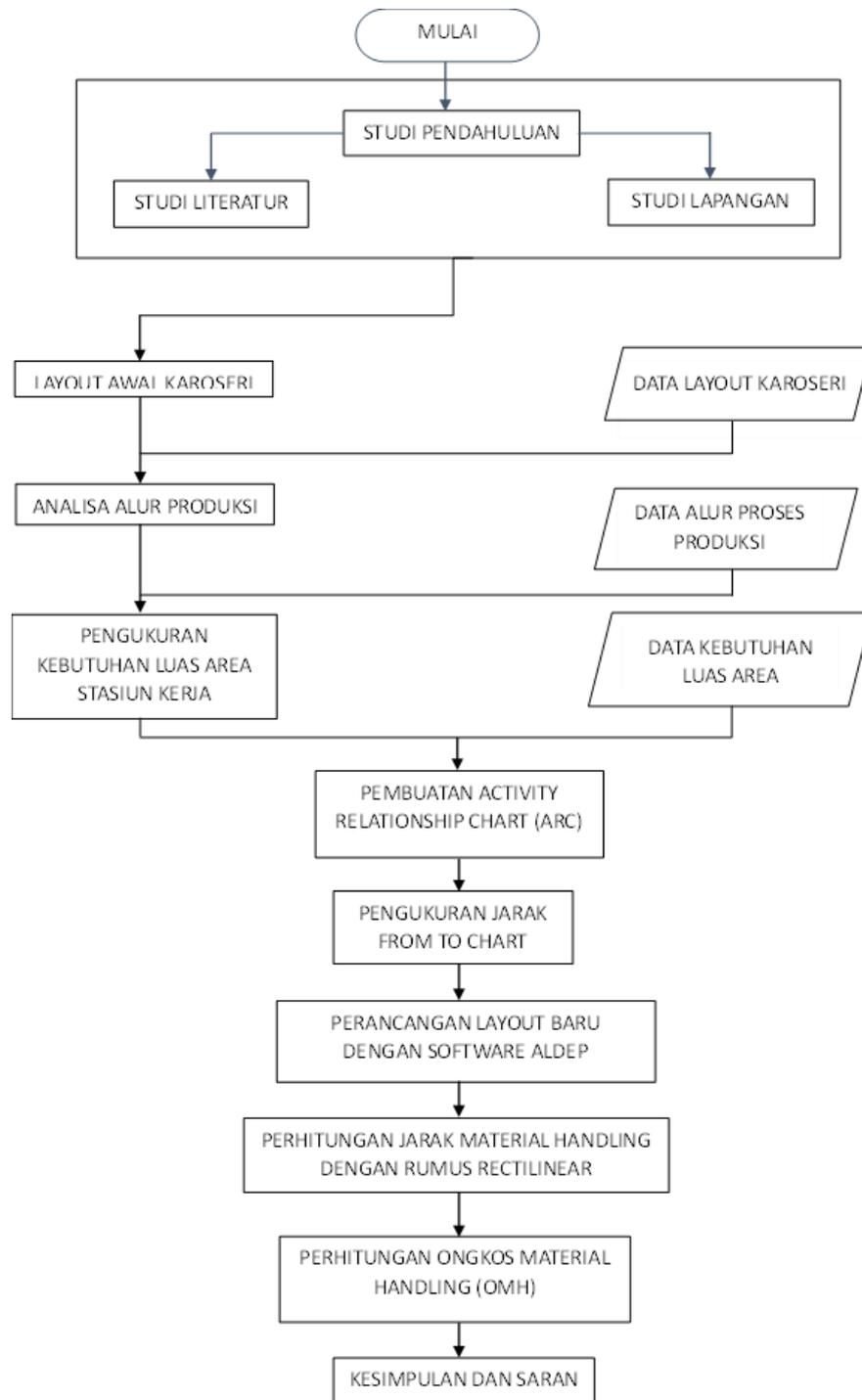
Gambar 2. 5 Aplikasi ALDEP



Gambar 2. 6 Hasil Layout ALDEP

BAB III METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yang dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

A. Studi Pendahuluan

Dalam tahap studi pendahuluan ini kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi ini bertujuan untuk memahami tahapan penelusuran referensi yang bersumber dari jurnal, buku, maupun penelitian yang sudah ada sebelumnya tentang tata letak fasilitas dan penerapan systematic layout planning menggunakan algoritma ALDEP.

2. Studi Lapangan

Studi Lapangan dilakukan untuk pengamatan awal pada objek yang diteliti untuk mengetahui permasalahan yang ada di perusahaan yaitu layout proses produksi karoseri. Penelitian ini dilakukan di Karoseri Avena Magelang pada bulan Januari 2023 – Maret 2023

B. Menganalisa Bagian Produksi

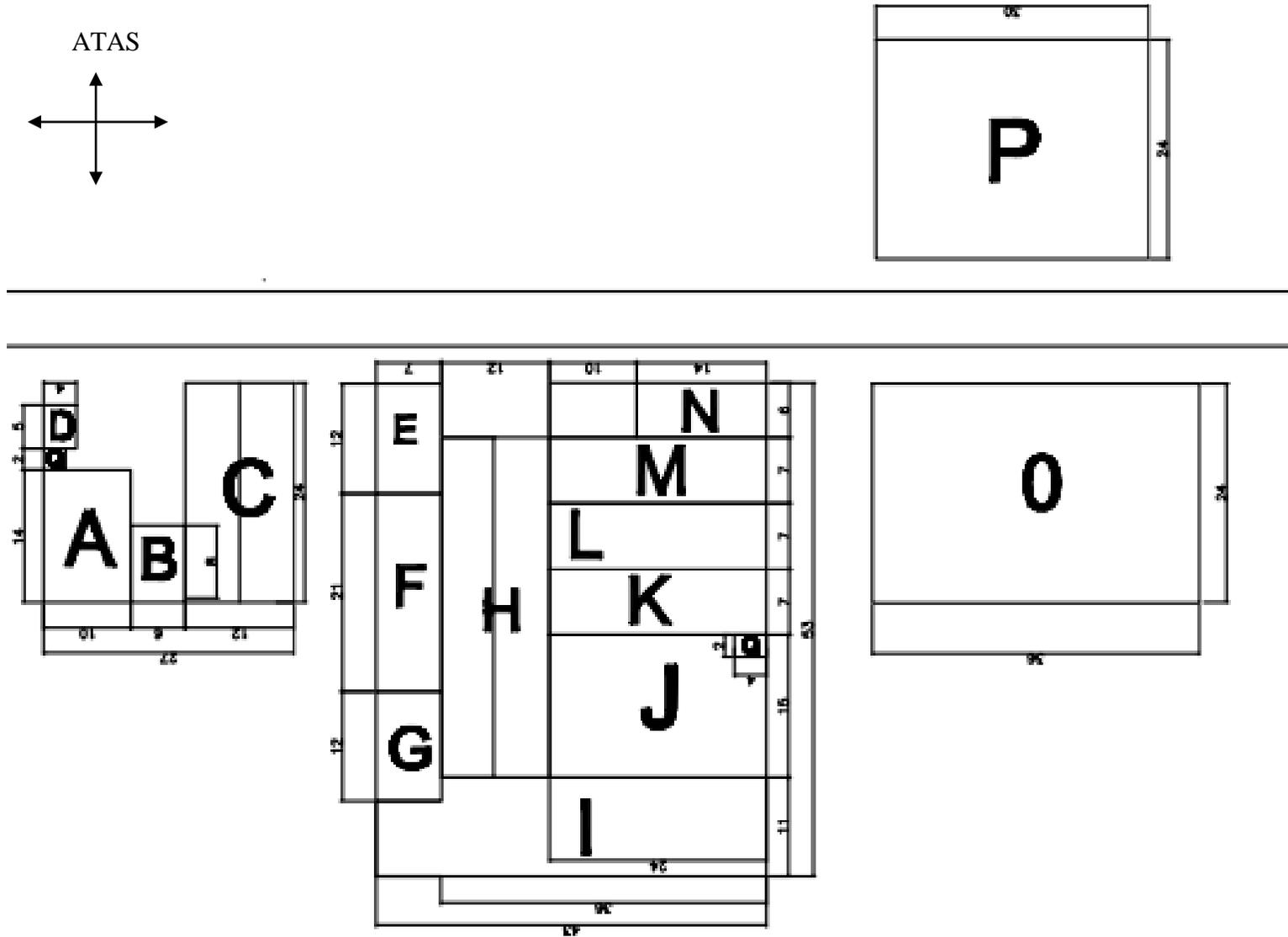
Pada Tahap ini peneliti menganalisis bagian produksi karoseri melalui survei lapangan agar mengetahui permasalahan yang terdapat di perusahaan dan dapat mengevaluasi dengan metode yang cocok untuk diterapkan.

C. Layout Awal Lantai Produksi Karoseri

Setelah dilakukan analisa pada bagian produksi, kemudian dilanjutkan dengan tahap pembuatan layout awal departemen produksi yang bertujuan untuk mengetahui tata letak mesin, data luas area serta jarak antar departemen ataupun mesin dan keterkaitan aliran proses produksi. Berikut adalah gambaran layout awal department produksi Karoseri Avena, seperti terlihat pada gambar

3.2. Layout Karoseri

LAYOUT AWAL KAROSERI AVENA



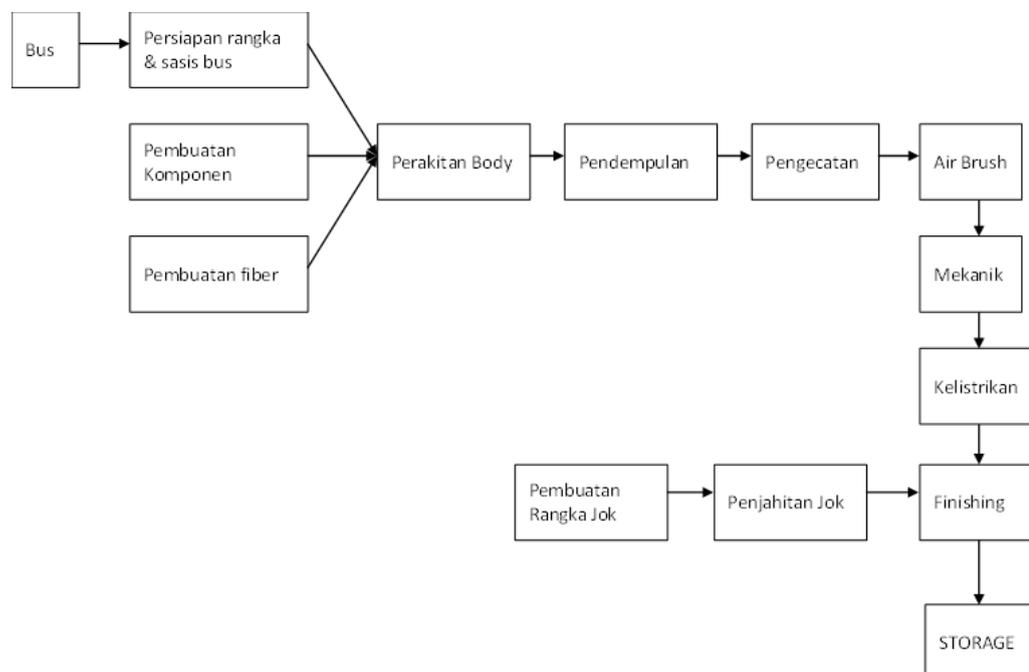
Gambar 3.2 Layout Awal Karoseri Avena

Keterangan gambar

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1. A Gudang Material Baru | 10. J Departemen Body |
| 2. B Kantor | 11. K Departemen Dempul |
| 3. C Departemen cat dan air brush | 12. L Departemen mekanik |
| 4. D Penginapan Tamu | 13. M Departemen Kelistrikan |
| 5. E Gudang Perbaikan | 14. M Departemen Finishing |
| 6. F Departemen Rangka Jok | 15. N Gudang Jok/Penjahitan Jok |
| 7. G Departemen Komponen | 16. O Penyimpanan Unit Jadi |
| 8. H Parkir Unit Datang | 17. P Departemen Fiber |
| 9. I Departemen Rangka | 18. Q Toilet |

D. Analisa Alur Produksi

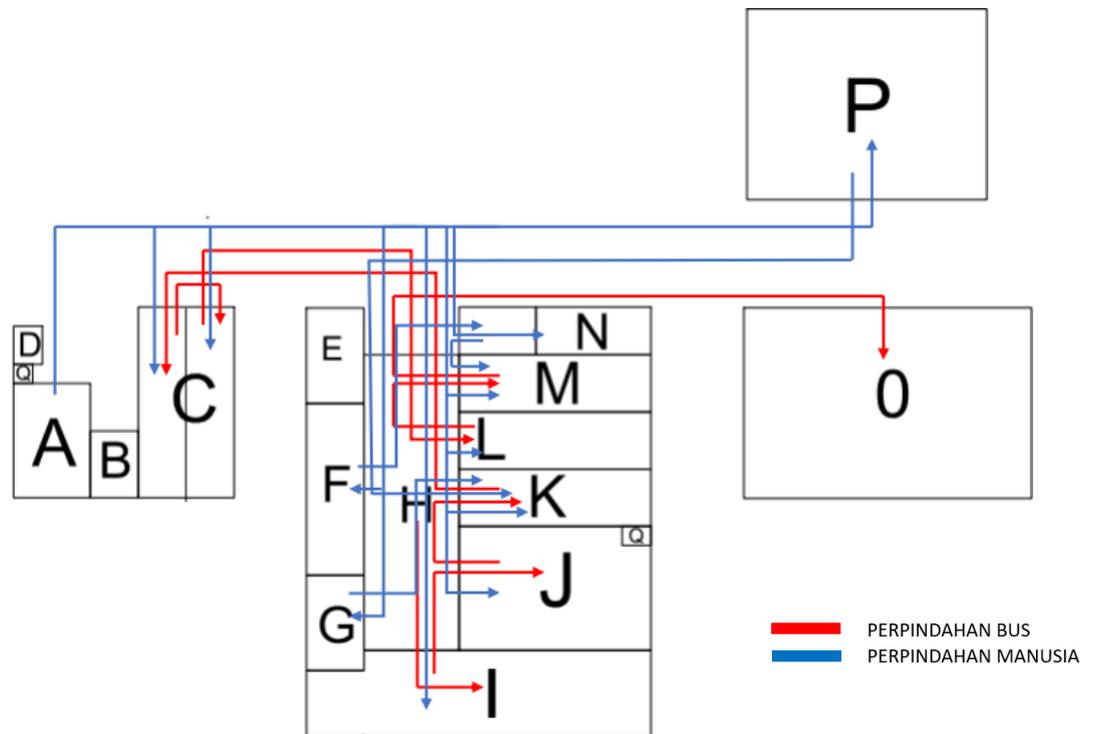
Pada Tahap ini peneliti mengamati mengenai alur proses produksi dari barang pertama masuk ke bagian produksi selanjutnya diproses hingga menjadi produk jadi. Dalam hal ini berdasarkan observasi diperoleh data alur proses produksi Karoseri Avena Magelang. Untuk alur produksi dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut:



Gambar 3. 3 Alur proses Produksi

Sumber: Hasil Olah Data

Untuk data perpindahan antar fasilitas didapatkan seperti pada gambar 3.4 berikut:



Gambar 3. 4 Alur Perpindahan Proses Produksi

Dari gambar diatas didapatkan data perpindahan bus dan manusia antar fasilitas seperti pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3. 1 Perpindahan Bus

Perpindahan			Frekuensi Selama Proses Produksi
Dari	Ke	Kode	
Parkiran Unit Datang	Dept Rangka	H-I	1
Dept Rangka	Dept Body	I-J	1
Dept Body	Dept Dempul	J-K	1
Dept Dempul	Dept Pengecatan	K-C	1
Dept Pengecatan	Air Brush	C-C	1
Air Brush	Dept Mekanik	C-L	1
Dept Mekanik	Dept Kelistrikan	L-M	1
Dept Kelistrikan	Dept Finishing	M-M	1
Dept Finishing	Storage	M-O	1

Sumber: Hasil Olah Data

Tabel 3. 2 Perpindahan Manusia

Perpindahan			Frekuensi Selama Proses Produksi
Dari	Ke	Kode	
Gudang	Dept Rangka	A-I	2
Gudang	Dept Body	A-J	5
Gudang	Dept Komponen	A-G	1
Gudang	Rangka Jok	A-F	2
Gudang	Dept Fiber	A-P	2
Gudang	Dept Penjahitan Jok	A-N	1
Gudang	Dept Dempul	A-K	3
Gudang	Dept Pengecatan	A-C	2
Gudang	Air Brush	A-C	1
Gudang	Dept Mekanik	A-L	1
Gudang	Dept Kelistrikan	A-M	2
Dept Komponen	Dept Dempul	G-K	1
Rangka Jok	Dept Penjahitan Jok	F-N	1
Dept Fiber	Dept Dempul	P-K	1
Dept Penjahitan Jok	Dept Finishing	N-M	1

Sumber: Hasil Olah Data

E. Perhitungan Kebutuhan Luas Area Kerja

Dalam tahap ini dilakukan penghitungan kebutuhan luas ruangan dengan mempertimbangkan mesin, peralatan serta space untuk produk dan pekerja. Metode yang digunakan dalam menghitung kebutuhan luas ruangan ini adalah metode fasilitas industri. Luas ruangan dihitung dari ukuran setiap peralatan yang digunakan ditambahkan dengan ukuran produk dikali jumlah produk maksimal yang berada dalam area tersebut ditambahkan dengan kelonggaran yang diperlukan untuk operator. Kelonggaran operator sebesar 50% berdasarkan metode fasilitas industri.

F. Pembuatan Activity Relations Chart (ARC)

Pada tahap ini dilakukan pembuatan *Activity Relations Chart* (ARC) yang mana departemen yang akan di masukkan adalah nama nama departemen di Karoseri Avena Magelang. Tujuan *Activity Relations Chart* (ARC) untuk mengetahui hubungan derajat keterkaitan yang mutlak perlu didekatkan agar dapat meminimalisir jarak tempuh antar departemen yang saling berkaitan. Bisi dilihat pada gambar 3.5 berikut:

H. Perancangan Layout Baru dengan Software ALDEP

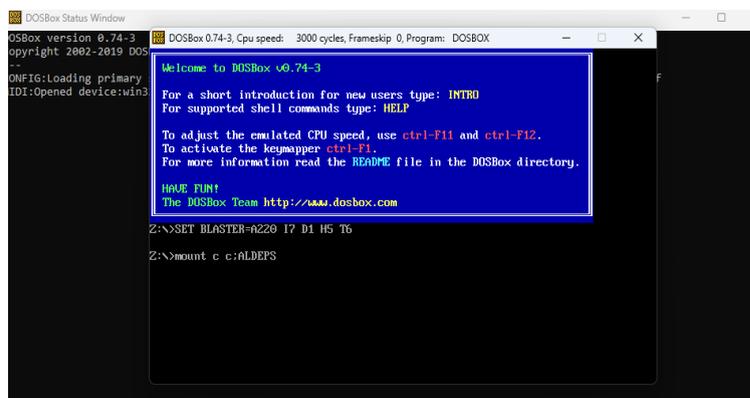
Pada tahapan ini dilakukan perancangan layout usulan dengan menggunakan software ALDEP. Pengolahan data dengan software ALDEP dilakukan dengan menginputkan nilai tingkat kedekatan antar stasiun yang di dapat dari ARC dan ukuran luas stasiun kerja yang di butuhkan. Hasil dari perhitungan dengan software ini adalah layout optimum dengan nilai kedekatan paling besar. Untuk mengoprasikan *software ALDEP* dibutuhkan *software dosbox* sebagai *software* pendukung membuat *layout* baru dan ada beberapa proses yang harus dilakukan yaitu:

1. Membuka *software Dosbox*

Software dosbox merupakan salah satu *software* pendukung untuk menjalankan software agar tampilan di dalam komputer dapat berjalan sesuai yang di operasikan lebih dahulu apabila ingin membuka *software blocplan*. Dalam mengoprasikan *software dosbox* menggunakan bahasa pemrograman. Tahapan membuka *software ALDEP* melalui *dosbox*, seperti berikut:

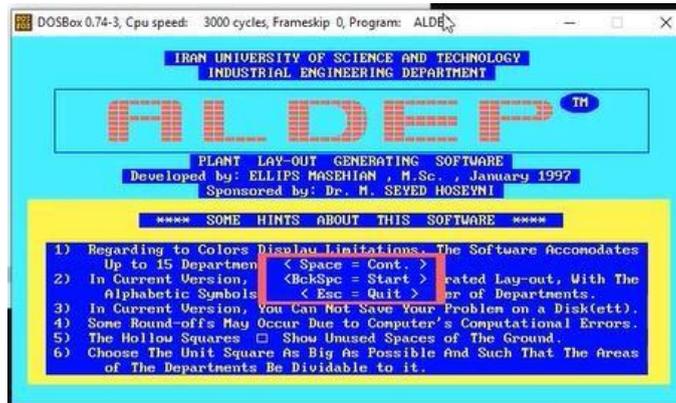
a. Menginput koding untuk membuka ALDEP.

Pada tahap ini untuk membuka *ALDEP* harus menginput koding pada *dosbox*, seperti terlihat gambar 3.6 berikut:



Gambar 3. 6 Tampilan DOSBOX

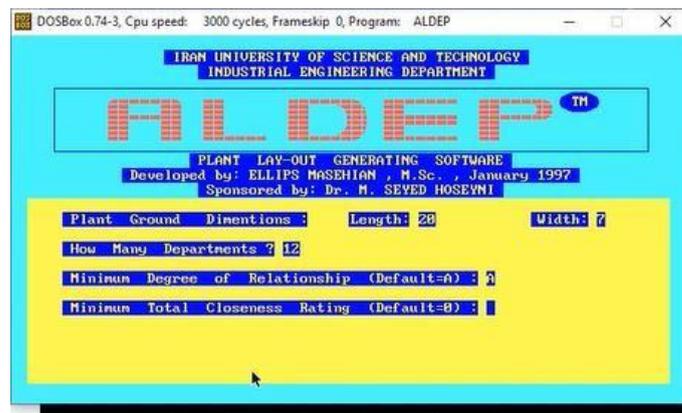
b. Setelah menginput koding dalam *dosbox* maka akan muncul tampilan



ALDEP yang artinya sudah bisa digunakan, seperti terlihat gambar 3.7 berikut:

Gambar 3. 7 Tampilan Awal ALDEP

c. Menginput luas area departemen yang akan disusun. Seperti pada gambar 3.8 berikut:



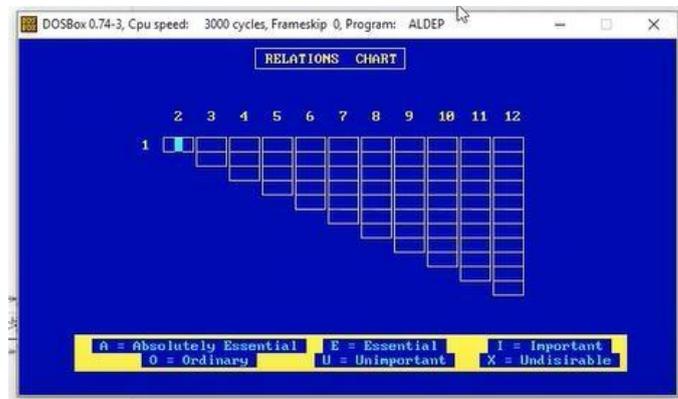
Gambar 3. 8 Input Luas Area

d. Selanjutnya masukkan luas area dan jumlah semua departemen, seperti terlihat gambar 3.9 berikut:



Gambar 3. 9 Input Luas dan Jumlah Departemen

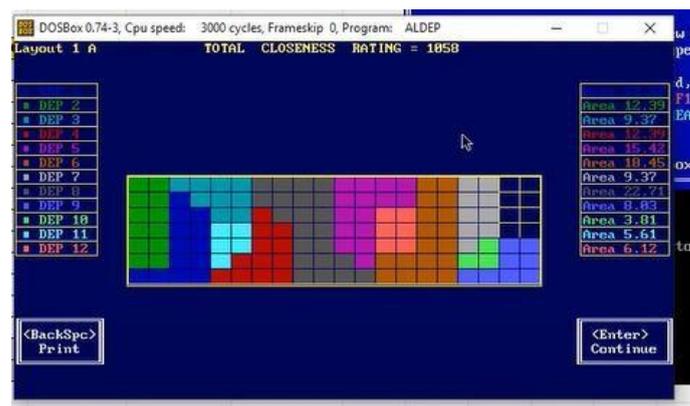
- e. Memasukan nilai kedekatan berdasarkan ARC seperti terlihat gambar 3.10 berikut:



Gambar 3. 10 Proses Input ARC

- f. Menampilkan hasil usulan layout, seperti terlihat pada gambar 3.11.

Gambar 3. 11 Hasil Layout Usulan



I. Perhitungan Ongkos Material Handling

Tahapan ini dilakukan perhitungan ongkos material handling (OMH) dengan mengalikan total jarak perpindahan dan frekuensi perpindahan dengan biaya angkut material handling per meter. Untuk mengetahui besarnya penurunan

jarak OMH maka dilakukan dengan mengurangi jarak atau total OMH awal dengan jarak atau total OMH hasil dari pengaplikasian ALDEP. Membandingkan jarak material handling layout awal dan layout usulan. Setelah layout baru sudah dirancang melalui *software ALDEP* maka terdapat hasil *jarak material handling* pada *layout* tersebut sehingga dapat di bandingkan dengan jarak *material handling* layout awal. Perbandingan jarak *material handling layout* awal dan *layout* baru di dapatkan dari hasil perhitungan rumus jarak *Rectilinear*.

J. Kesimpulan dan Saran

Bagian ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran-saran untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan Analisis data yang telah dilakukan, maka dapat diambil dari beberapa kesimpulan yaitu :

1. Tata letak fasilitas Karoseri Avena saat ini memiliki luas area sebesar 4019 m² untuk 15 departemen dengan jarak perpindahan antar fasilitas sejauh 1038,5 meter.
2. Penerapan metode *systematic layout planning* dan algoritma *ALDEP* sangat penting untuk melakukan penataan antar departemen yang saling terkait sehingga dihasilkan jarak perpindahan sebesar 583,5 meter. Jarak perpindahan mengalami penurunan sebesar 44 % dari layout awal.
3. Penataan departemen yang ada di Karoseri Avena berdasarkan *Systematic Layout Planning* dan penerapan algoritma *ALDEP* didapatkan penurunan kebutuhan luas area sebesar 1697 m² dimana kebutuhan luas area awal sebesar 4019 m² turun menjadi 2322 m². Sehingga dihasilkan penurunan kebutuhan luas area sebesar 42 %. Total *Ongkos material handling* awal sebesar Rp. 2.849.751,82, sedangkan dari layout usulan didapatkan *ongkos material handling* sebesar Rp 1.151.631. *Ongkos material handling* usulan didapatkan penurunan sebesar 59,6 %.

B. Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan, maka beberapa saran diajukan untuk memperbaiki tata letak fasilitas di Karoseri Avena antara lain :

1. Penataan ulang departemen berdasarkan kedekatan yang ditunjukkan pada *activity relationship chart*. Diantaranya departemen gudang mutlak berdekatan dengan departemen rangka, departemen body, departemen komponen, departemen fiber, departemen dempul. Departemen dempu mutlak berdekatan dengan departemen pengecatan.
2. Melakukan penyesuaian kebutuhan luas area berdasarkan pada usulan yang diberikan dalam penelitian ini.

3. Melakukan penyusunan ulang tata letak fasilitas di Karoseri Avena berdasarkan pada hasil usulan tata letak dengan menggunakan metode *Systematic Layout Planning* dan *software ALDEP*.
4. Penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan metode/software yang berbeda, agar bisa membandingkan hasil output terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, C. (2021). Perancangan Ulang Tata Letak Untuk Mengurangi Jarak Material Handling Dengan Metode Systematic Layout Planning (Slp) (Studi Pada Perusahaan Konveksi Cv. Damai Jaya). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB*, 3. <https://jimfeb.ub.ac.id/index.php/jimfeb/article/view/7597>
- Fabiani, N. A., Moengin, P., & Adisuwiryono, S. (2019). Perancangan Model Simulasi Tata Letak Gudang Bahan Baku dengan Menggunakan Metode Shared Storage pada PT. Braja Mukti Cakra. *Jurnal Teknik Industri*, 9(2), 98–111. <https://doi.org/10.25105/jti.v9i2.4924>
- Fajri, A. (2021). Perancangan Tata Letak Gudang Dengan Metode Systematic Layout Planning Warehouse Layout Design Using Systematic Layout Planning Method. *Jurnal Teknik Industri*, 7(1), 1–10.
- Hastuti, S., & Ulya, M. (2013). *PERANCANGAN ULANG TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI*. 7(2), 57–65.
- Massebali, R. F., Rottie, R., & Tumewu, T. (2019). Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Bus dengan Algoritma Craft untuk Menurunkan Ongkos Material Handling Redesign of Bus Production Facilities Layout with Craft Algorithm to Reduce Postage Material Handling. *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 2(1). <http://jurnal.um-palembang.ac.id/index.php/integrasi>
- Massebali, R. F., Rottie, R., & Tumewu, T. (2020). Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Bus dengan Algoritma Craft untuk Menurunkan Ongkos Material Handling. *Integrasi : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 4(2), 1. <https://doi.org/10.32502/js.v4i2.2867>
- Monica, N. D. (2009). *OPTIMASI TATA LETAK GUDANG BODY ASSY PART DENGAN SIMULASI PROMODEL*.
- Nugeroho, A. A. U. (2021). Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Pabrik Tahu dengan Metode Systematic Layout Planning. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, 3(2), 65. <https://doi.org/10.30998/joti.v3i2.10452>
- Nurhidayat, F. (2021). Usulan perbaikan tata letak fasilitas lantai produksi dengan metode Systematic Layout Planning (SLP) di PT DSS. *Jurnal IKRA-ITH Teknologi*, 5(80), 9–16.
- Qoriyana, F., Mustofa, F. H., & Susanty, S. (2014). *Rancangan Tata Letak Fasilitas Bagian Produksi*. 01(03), 1–13.
- Rahmandhani, D., Perbaikan, :, Letak..., T., Firman, D., Ekoanindiyo, A., Stikubank-Unisbank, U., Kendeng, J., Ngisor, B., Mungkur, G., Jawa, S., & Indonesia, T. (2023). Menggunakan Metode Class Based Storage Improvement of Warehouse Facility Layout At Cv.Lk Semarang Using Class Based Storage Method. *Jieom*, 06(01), 2620–8184. <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/jieom/index>
- Ritonga, N. H. (2021). *PERANCANGAN ULANG TATA LETAK FASILITAS DI PT . NUSANTARA DOOR INDUSTRY PERCUT – DELI SERDANG SKRIPSI OLEH : NISA HUSIN RITONGA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN PERANCANGAN ULANG TATA LETAK FASILITAS DI PT . NUSANTARA DOOR INDUSTRY PERCUT – DEL*.
- Syargawi, R., Andesta, D., & Widyaningrum, D. (2021). *PERANCANGAN ULANG TATA LETAK FASILITAS MENGGUNAKAN METODE*

- MULTI-OBJECTIVE FUNCTION DAN SIMULASI ARENA. *Jurnal Sistem Dan Teknik Industri*, 366–381.
- Syargawi, R., Andesta, D., Widyaningrum, D., Industri, M. T., Teknik, F., Gresik, U. M., Industri, D. T., Teknik, F., & Timur, J. (2021). JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri) seharusnya peletakan gudang spare part berada. *Jurnal Sistem Dan Teknik Industri*, 1(3), 366–381.
- Ukurta Tarigan, Robby Simbolon, Meilita T Sembiring, Uni Pratama P Tarigan, Nurhayati Sembiring, & Indah R Tarigan. (2019). Perancangan Ulang Dan Simulasi Tata Letak Fasilitas Produksi Gripper Rubber Seal Dengan Menggunakan Algoritma Corelap, Aldep, Dan Flexsim. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 21(1), 74–84. <https://doi.org/10.32734/jsti.v21i1.905>
- Yunitasari, S. (2012). *ANALISIS LAYOUT FASILITAS PRODUKSI PADA DEPARTEMEN SEWING BAJU BREAK DOWN STYLE NL 340 PT. ALINDO JAYA GARMENT SUKOHARJO.*