

**PERANCANGAN ULANG TATA LETAK FASILITAS
MENGUNAKAN METODE *MULTI-OBJECTIVE FUNCTION*
DAN SIMULASI ARENA**

Rizaldi Syargawi¹, Deny Andesta², Dzakiyah Widyaningrum³

¹Mahasiswa Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

^{2,3}Dosen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik Jl. Sumatera No. 101
GKB-Gresik 61121, Jawa Timur, Indonesia

Email : rizaldisyargawi@gmail.com

ABSTRAK

PT. Sumber Urip Sejati adalah perusahaan yang bergerak di bidang karoseri dan juga distributor velg. Dalam produksi trailer ada beberapa tahap untuk menghasilkan sebuah produk trailer, yaitu tahap perakitan, tahap pengecatan dan tahap terakhir adalah tahap pemasangan aksesoris. Tata letak PT. Sumber Urip Sejati memiliki kekurangan yaitu *layout* yang tidak menguntungkan dalam segi *material handling*.

Pada metode MOF (*Multi_Objective Function*) pengaturiran *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 bahwa dalam penelitian ini terjadi 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.

Kata kunci: *Tata Letak, MOF, Arena*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Sumber Urip Sejati adalah perusahaan yang bergerak di bidang Karoseri dan juga distributor velg. Dalam produksi trailer ada beberapa tahap untuk menghasilkan sebuah produk trailer, yaitu tahap perakitan, tahap pengecatan dan terakhir adalah tahap pemasangan aksesoris. Tata letak PT. Sumber Urip Sejati memiliki kekurangan yaitu *layout* yang tidak menguntungkan dalam segi *material handling*.

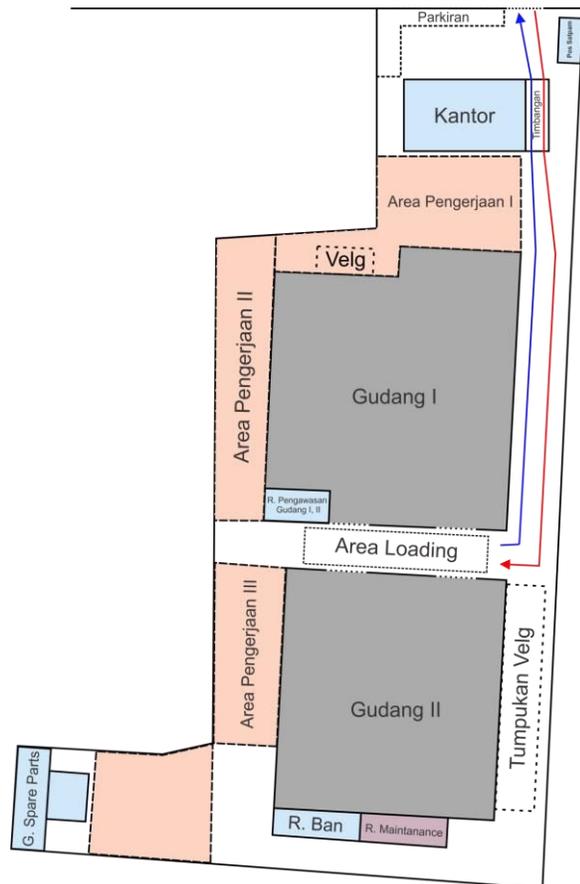
Layout yang tidak teratur akan membuat proses produksi akan memakan waktu dan juga biaya *material handling* yang membengkak. Penempatan stok velg yang tidak tertata membuat ruang produksi trailer menjadi sempit

hingga mempersulit penggunaan alat *material handling*. Pada tahap-tahap produksi mempunyai proses yang berurut namun pada kenyataannya tahap yang berurut tidak didukung oleh penempatan stasiun pengerjaan yang berurut juga.

Pada penataan tata letak fasilitas ada beberapa fasilitas yang peletakannya satu sama lain mempunyai jarak *material handling* yang jauh, seperti bagian Area Pengerjaan III yang letaknya jauh dari tempat parkir trailer yang sudah jadi dan juga sebagai inspeksi trailer. Peletakan yang baik seharusnya dekat dengan parkir trailer karena Area Pengerjaan III merupakan stasiun terakhir dalam proses produksi trailer. Begitu juga dengan gudang spare parts yang letaknya di sudut perusahaan,

seharusnya peletakan gudang spare part berada
diantara area Pengerjaan I, II, dan

III sehingga memudahkan pengambilan spare parts.



Gambar 1.1 Layout Awal PT. Sumber Urip Sejati

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas permasalahan yang dapat dirumuskan bahwa tata letak pada PT. Sumber Urip Sejati masih belum maksimal sehingga menghasilkan jarak perpindahan material handling yang tidak maksimal. PT. Sumber Urip Sejati mempunyai peluang untuk mengurangi jarak *material handling* dengan cara memperbaiki tata letak fasilitas khususnya pada fasilitas yang berhubungan dengan proses produksi karena pergerakan *material handling* kebanyakan berasal dari proses produksi. Permasalahan pada tata letak juga akan mempengaruhi aliran proses

produksi yang tidak maksimal akibat dari alur perpindahan material yang belum maksimal (jarak perpindahan material yang panjang). Sehingga saya mengusulkan untuk “Perancangan ulang tata letak fasilitas menggunakan metode *Multi-Objective Function* dan simulasi Arena.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengadakan studi dan evaluasi terhadap permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya. Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Mengurangi jarak perpindahan *material handling*.
- Merancang ulang tata letak fasilitas yang berhubungan dengan produksi di PT. Sumber Urip Sejati.
- Mengevaluasi *layout* yang lama dengan *layout* usulan.

1.4 Manfaat penelitian

Dari hasil penelitian mengenai perancangan tata letak fasilitas pada PT. Sumber Urip Sejati dapat memperoleh beberapa manfaat, antara lain :

- Mengetahui tata letak pabrik yang berpotensi untuk meningkatkan efektifitas produksi.
- Dapat mengurangi jarak *material handling*.

Mengetahui performa *layout* usulan, dengan *layout* awal sebagai perbandingan.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Defenisi Tata Letak Pabrik

Salah satu rekayasa yang bertujuan menangani pemindahan, perancangan suatu kegiatan industri manufaktur yang menggambarkan hasil rancangan sebagai tata letak pabrik (*Layout*). Tata letak fasilitas berhubungan dengan perencanaan penyusunan fasilitas fisik serta jumlah kebutuhna tenaga kerja dalam menghasilkan suatu produk. Peranan tata letak fasilitas adalah untuk membentuk aliran material

maupun tenaga kerja menjadi lancar sehingga proses produksi dapat berlangsung secara efisien.

2.2 Definisi Perancangan Tata Letak Fasilitas

Studi pengaturan tata letak fasilitas produksi selalu ditujukan untuk meminimalkan *total cost*, yang dalam hal ini elemen-elemen *cost* antara lain; *construction cost*, *installation cost*, *material handling cost* *production cost*, *machin down time*, *safety cost*, *in-pocess storage cost*. Dari beberapa elemen-elemen biaya tersebut yang dianggap paling berpengaruh dan berkaitan erat dengan perancangan tata letak layout (*Layout Design*) adalah *material handling cost*. 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. (Sritomo Wignjosobroto, 2003).

2.3 MOF (*Multi-Objective Function*)

2.3.1 Jarak Tempuh (*Travel Distance*)

Jarak tempuh (*travel distance*) adalah jarak yang dicapai selama terjadi pergerakan material, pekerja, dan peralatan dari satu fasilitas ke fasilitas yang lain. Berikut ini adalah perumusan hubungan jarak antar fasilitas dan frekuensi perpindahan antar fasilitas ke dalam persamaan berikut :

$$TD = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} * F_{ij}$$

Keterangan :

TD = Hubungan antara jarak tempuh dengan frekuensi perpindahan antar fasilitas

n = Jumlah fasilitas (*nonfixed facilities* dan *fixed facilities*)

d_{ij} = Jarak aktual antara fasilitas i dan j

F_{ij} = Frekuensi perpindahan antar fasilitas i dan j

2.3.2 Tingkat Keamanan (*Safety Index*)

Ketidakteraturan dalam penataan *site layout* dapat berpengaruh terhadap keamanan lokasi bagi para pekerja. Berikut ini adalah persamaan untuk ketidakamanan fasilitas dengan frekuensi perpindahan antar fasilitas :

$$SI = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n s_{ij} * F_{ij}$$

TD = Hubungan antara keamanan dengan frekuensi perpindahan antar fasilitas

n = Jumlah fasilitas (*nonfixed facilities* dan *fixed facilities*)

d_{ij} = Tingkat keselamatan antara fasilitas i dan j

F_{ij} = Frekuensi perpindahan antar fasilitas i dan j

2.4 Fungsi Objektif

Fungsi objektif (*objectives function*) adalah fungsi tujuan atau sasaran yang akan dioptimalkan nilainya. Pada kasus optimasi *site layout*, fungsi objektif yang ingin dicapai adalah nilai jarak tempuh yang ingin diminimalkan. Fungsi tersebut dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$\text{Min } TD = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} * F_{ij}$$

Fungsi objektif yang ingin dicapai adalah nilai Tingkat Keamanan yang ingin diminimalkan. Fungsi tersebut dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$\text{Min. } SI = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n s_{ij} * F_{ij}$$

2.5 Permodelan Sistem

Sistem adalah sekumpulan objek yang tergabung dalam suatu interaksi atau kesalingtergantungan atau interpedensi yang teratur. Pendapat yang lain ialah sistem didefinisikan sebagai sekumpulan elemen yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuan dalam suatu lingkungan yang kompleks. Dengan demikian

suatu sistem akan mengandung ciri-ciri sebagai berikut :

1. Di bangun oleh berbagai elemen yang saling berkaitan satu dengan yang lain.
2. Mempunyai tujuan yang mendasari keberadaanya.
3. Mempunyai kegiatan berupa proses tranformasi input menjadi output
4. Adanya suatu mekanisme yang mengendalikan pengoperasiannya terutama dalam kaitannya dengan perubahan-perubahan yang terjadi pada lingkungan dimana sistem itu berada.

Berangkat dari pengertian tersebut, pada dasarnya perancangan sistem merupakan suatu permodelan sistem (*Building System*).

3. METODE

3.1 Lokasi & Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Sumber Urip Sejati yang mulai berdiri pada tahun 1965 di daerah kawasan industri daerah Margomulyo, yang beralamat lengkap Jl. Margomulyo No. 63 Greges, Tandes, Kota Surabaya, Jawa Timur dengan Kode Pos 60186. Peneliti memilih PT. Sumber Urip Sejati sebagai tempat penelitian karena tersedia sarana yang mendukung untuk melakukan penelitian dibidang manufaktur. Penelitian ini juga terbatas hanya untuk daerah kerja PT. Sumber Urip Sejati.

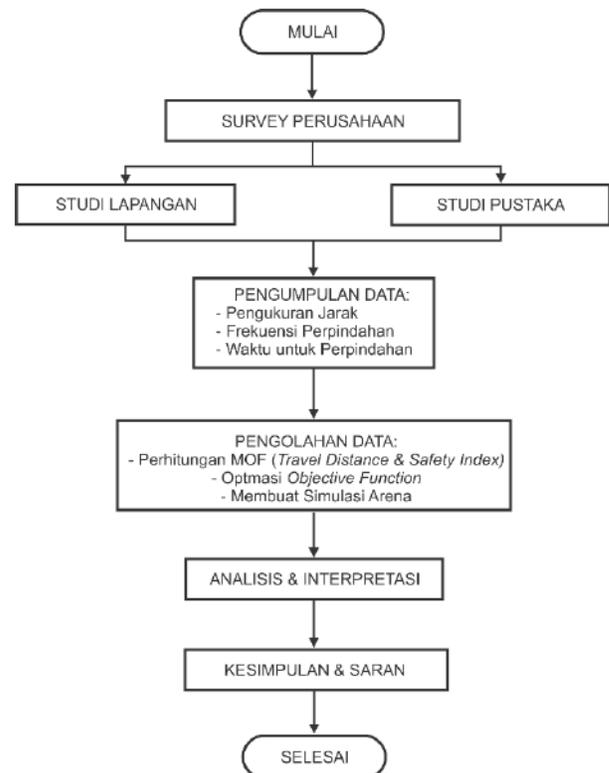
Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan yaitu dari tanggal 22 Januari sampai dengan 22 Februari 2018. Penelitian dilakukan mengikuti jadwal kerja perusahaan untuk mendapatkan data-data yang terkait dengan penelitian.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode deskriptif. Metode deskriptif adalah metode penelitian yang terperinci, sistematis dan terstruktur. Metode ini memfokuskan pada

penggunaan angka dan juga menggunakan tabel, grafik, dan diagram untuk menunjukkan hasil data yang didapat. Dalam penelitian yang dilakukan di PT. Sumber Urip Sejati, peneliti banyak mengumpulkan data berupa angka yang mempresentasikan jarak, waktu dan juga biaya. Begitu juga pengolahan data yang dilakukan menggunakan tabel dan juga perhitungan untuk memperoleh hasil.

3.3 Diagram Aliran



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Peneliti telah mengumpulkan data mengenai jarak antar fasilitas dengan melakukan pengukuran langsung dilapangan. Data ini akan digunakan untuk melakukan perhitungan *Travel Distance*. Jarak yang diukur merupakan jarak dari satu fasilitas dengan fasilitas lainnya.

Tabel 4.1 Jarak Antar Fasilitas

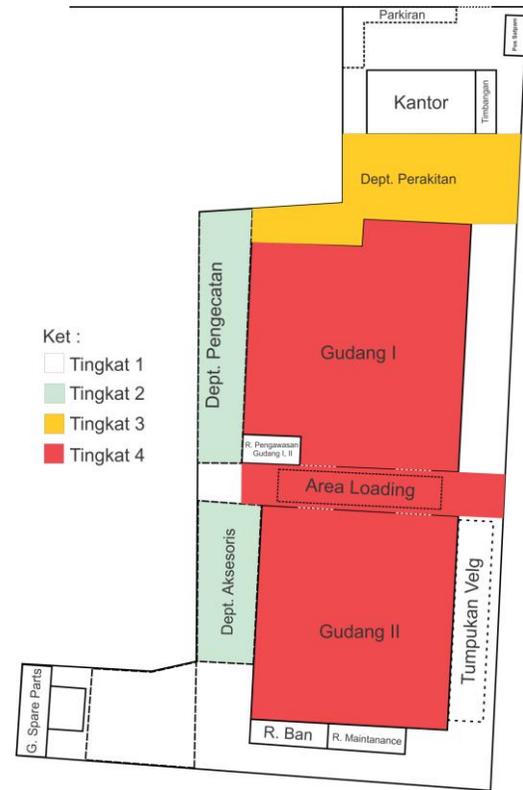
Jarak Antar fasilitas (m)	Kantor	Dept Perakitan	Dept. Pengecatan	Dept. Aksesoris	Gdg. I	Gdg. II	R. Pengawas Gdg. I & II	G.Sp	Ruang Ban	Ruang Maintenance	Parkiran
Kantor	-	15	26	69	79	88	77	205	180	183	16
Dept. Perakitan	15	-	18	120	71	79	66	194	182	187	26
Dept. Pengecatan	26	18	-	29	23	44	17	128	115	118	49
Dept. Aksesoris	69	120	29	-	27	40	26	65	53	55	79
Gudang I	79	71	23	27	-	17	0	113	95	100	90
Gudang II	88	79	44	40	17	-	15	122	89	94	97
R. pengawas gudang	77	66	17	26	0	15	-	115	98	103	93
G. Sp	205	194	128	65	113	122	115	-	65	66	209
R. Ban	180	182	115	53	95	89	98	65	-	6	196
R. Maintenance	185	187	118	55	100	94	103	66	6	-	198
Parkiran	16	26	49	79	90	97	93	209	196	198	-

Dalam mencari *Travel Distance* peneliti juga mengumpulkan data mengenai frekuensi perpindahan material antar fasilitas. Data frekuensi didapatkan dengan melakukan pengamatan dan juga wawancara dengan Kepala Divisi Lapangan. Data frekuensi perpindahan ini merupakan frekuensi perpindahan dalam satu hari. Frekuensi perpindahan bisa dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Frekuensi Perpindahan Antar Fasilitas

Frekuensi Perpindahan (Kali/hari)	Kantor	Dept Perakitan	Dept. Pengecatan	Dept. Aksesoris	Gdg. I	Gdg. II	Ruang pengawas Gdg. I & II	G.Sp	Ruang Ban	Ruang Maintenance	Parkiran
Kantor	-	4	2	2	6	6	13	10	0	0	34
Dept. Perakitan	4	-	3	0	5	8	4	14	4	2	12
Dept. Pengecatan	2	3	-	3	0	0	0	6	0	1	6
Dept. Aksesoris	2	0	3	-	0	2	2	11	2	0	6
Gudang I	6	5	0	0	-	36	12	2	8	0	16
Gudang II	6	8	0	2	36	-	14	12	6	0	12
R. pengawas gudang	13	4	6	2	12	14	-	4	3	0	6
G. Sp	10	14	6	11	2	12	4	-	6	5	4
R. Ban	0	4	0	2	8	6	3	6	-	2	4
R. Maintenance	0	2	1	0	0	0	0	5	2	-	4
Parkiran	34	12	6	6	16	12	6	4	4	4	-

Dari *safety layout* yang didapatkan dari wawancara dengan kepala Divisi Lapangan untuk pemberian tingkat *Safety Index*, pemberian nilai bobot pada tiap tingkat yaitu Tingkat 1 dengan nilai dari 1 – 1,5, Tingkat 2 dengan nilai dari 1,5 – 2, Tingkat 3 yaitu dengan nilai dari 2 – 2,5 dan Tingkat 4 dengan nilai dari 2,5 – 3,5.



Gambar 4.1 Safety Layout

Dari pemberian bobot nilai pada tiap tingkat di *safety layout* maka peneliti bisa mengetahui nilai *safety index* dalam perpindahan antar fasilitas. Selanjutnya peneliti melakukan wawancara dengan Kepala Divisi Lapangan untuk memberikan nilai *safety index* untuk perpindahan antar fasilitas, kemudian bisa dibuat tabel *safety index* fasilitas sebagai berikut.

Tabel 4.3 Safety Index antar Fasilitas

Safety Index (Nilai resiko/travel)	Kantor	Dept. Perakitan	Dept. Pengecatan	Dept. Aksesoris	Gdg. I	Gdg. II	Ruang pengawas gudang I & II	G.Sp	Ruang Ban	Ruang Maintenance	Parkiran
Kantor	-	2	2,5	2,5	3,5	3,5	3,2	2,1	2,1	2,1	2,3
Dept. Perakitan	2	-	2,6	2,8	2,7	2,7	3,1	2,8	2,7	2,7	3
Dept. Pengecatan	2,5	2,6	-	1,6	1,9	1,9	1,7	1,6	1,5	1,5	2,1
Dept. Aksesoris	2,5	2,8	1,6	-	1,7	1,7	1,6	1,6	1,4	1,4	2,3
Gudang I	3,5	2,7	1,9	1,7	-	3,5	2,9	3	2,8	2,8	2,5
Gudang II	3,5	2,7	1,9	1,7	3,5	-	3,1	2,9	2,7	2,7	2,6
R. pengawas gudang	3,2	3,1	1,7	1,6	2,9	3,1	-	2,7	2,6	2,6	2,6
G. Sp	2,1	2,8	1,6	1,6	3	2,9	2,7	-	1,2	1,2	2,9
R. Ban	2,1	2,7	1,5	1,4	2,8	2,7	2,6	1,2	-	1	2,8
R. Maintenance	2,1	2,7	1,5	1,4	2,8	2,7	2,6	1,2	1	-	2,8
Parkiran	2,3	3	2,1	2,3	2,5	2,6	2,6	2,9	2,8	2,8	-

Tabel 4.4 Waktu Perpindahan antar fasilitas dalam line production

No	Lokasi	1	2	3
Lokasi	Waktu Perpindahan (menit/1x)	Dept. Perakitan	Dept. Pengecatan	Dept. Aksesoris
1	Dept. Perakitan	-	25	20
2	Dept. Pengecatan	25	-	18
3	Dept. Aksesoris	20	18	-

Tabel 4.5 Tabel Lama Waktu Pengerjaan Tiap Departemen Produksi

Fasilitas	Dept. Perakitan	Dept. Pengecatan	Dept. Aksesoris
Waktu Tiap Pengerjaan /produk (hari)	7	3	2

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Multi-objective Function

Setelah dikumpulkan semua data maka langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan dengan menggunakan MOF. Dalam perhitungan MOF akan dilakukan dua perhitungan yaitu *Travel Distance* (TD) dan *Safety Index* (SI).

$$\text{Minimize TD} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} * F_{ij}$$

$$\text{Minimize SI} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n S_{ij} * F_{ij}$$

Ket :

- d* : Farak
- F* : Frekuensi
- i j* : Fasilitas ke fasilitas
- S* : Nilai Safety

Perlu diketahui bahwa pada perubahan disetiap skenario dengan kondisi *equal site layout*, pertukaran terjadi hanya pada fasilitas sejenis. Terdapat dua jenis fasilitas yaitu fasilitas ruang terbuka dan ruang tertutup. Untuk ruang terbuka melingkupi departemen-departemen produksi dan parkiran. Sedangkan untuk ruang tertutup melingkupi kantor, gudang dan ruangan-ruangan lainnya.

Tabel 4.6 Daftar Pertukaran Fasilitas dalam Skenario

Skenario	Fasilitas yang ditukar	
0 (eksisting)	-	-
1	Gudang Spareparts	R. Maintenance
2	Dept. Perakitan	Dept. Pengecatan
	Gudang I	Gudang II
3	Dept. Perakitan	Dept. Aksesoris
	G. Spareparts	Ruang Ban
4	Dept. Pengecatan	Dept. Aksesoris
	Ruang Ban	R. Maintenance

- Skenario 0, Kondisi awal (Eksisting)

Pada skenario 0, yaitu awal atau *layout real* fasilitas masih dalam posisi aslinya karena belum ada pemindahan fasilitas. Pada skenario ini akan dijadikan patokan akan apakah akan kenaikan atau penurunan.

Tabel 4.7 Frekuensi antar fasilitas (F_{ij}) Skenario 0 (Eksisting)

Frekuensi Perpindahan (Kali-hari)	Kantor	Dept. Perakitan	Dept. Pengecatan	Dept. Aksesoris	Gdg. I	Gdg. II	Ruang penunjang Gdg. I & II	G.Sp	Ruang Ban	Ruang Maintenance	Parkiran
Kantor	-	4	2	2	6	6	15	10	0	0	34
Dept. Perakitan	4	-	3	0	5	8	4	14	4	2	12
Dept. Pengecatan	2	3	-	3	0	0	0	6	0	1	6
Dept. Aksesoris	2	0	3	-	0	2	2	11	2	0	6
Gudang I	6	5	0	0	-	36	12	2	8	0	16
Gudang II	6	8	0	2	36	-	14	12	6	0	12
R. penunjang gudang	13	4	6	2	12	14	-	4	3	0	6
G.Sp	10	14	6	11	2	12	4	-	6	5	4
R. Ban	0	4	0	2	8	6	3	6	-	2	4
R. Maintenance	0	2	1	0	0	0	0	5	2	-	4
Parkiran	34	12	6	6	16	12	6	4	4	4	-

**Tabel 4.8 Jarak antar fasilitas (d_{ij})
Skenario 0 (Eksisting)**

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lokasi Fasilitas (m)	Kantor	Dept. Perakit an	Dept. Penace stan	Dept. Aksesori	Gdg. I	Gdg. II	R. Penan nya Gdg. I & II	G.Sp.	R. Ban	Ruang Manutan	Parki ran
1 Kantor	-	15	26	69	79	88	77	205	180	185	16
2 Dept. Perakit an	15	-	18	120	71	79	66	194	182	187	26
3 Dept. Penace stan	26	18	-	29	23	44	17	128	115	118	49
4 Dept. Aksesori	69	120	29	-	27	40	26	65	53	55	79
5 Gudang I	79	71	23	27	-	17	0	113	95	100	90
6 Gudang II	88	79	44	40	17	-	15	122	89	94	97
7 R. penan nya gudang	77	66	17	26	0	15	-	115	98	103	93
8 G. Sp.	205	194	128	65	113	122	115	-	65	66	209
9 R. Ban	180	182	115	53	95	89	98	65	-	6	196
10 R. Maintenance	185	187	118	55	100	94	103	66	6	-	198
11 Parkiran	16	26	49	79	90	97	93	209	196	198	-

Dari perhitungan ini didapatkan nilai TD sebesar 47786 meter sedangkan nilai SI sebesar 1649,9.

- Skenario 1,

Pada skenario ini dilakukan petukaran antar Ruang Maintenance dengan Gudang bahan baku dan spareparts.

Tabel 4.12 Frekuensi antar fasilitas (F_{ij}) Skenario 1

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lokasi Fasilitas (Unit)	Kantor	Dept. Perakit an	Dept. Penace stan	Dept. Aksesori	Gdg. I	Gdg. II	R. Penan nya Gdg. I & II	R. Manutan	R. Ban	G.Sp.	Parki ran
1 Kantor	-	4	2	2	6	6	13	0	0	10	14
2 Dept. Perakit an	4	-	3	0	5	8	4	2	4	14	12
3 Dept. Penace stan	2	3	-	3	0	0	0	1	0	6	6
4 Dept. Aksesori	2	0	3	-	0	2	2	0	2	11	6
5 Gudang I	6	5	0	0	-	36	12	0	8	2	16
6 Gudang II	6	8	0	0	2	36	14	0	6	12	12
7 R. penan nya gudang	13	4	6	2	12	14	-	0	3	4	6
8 R. Maintenance	0	2	1	0	0	0	0	-	2	5	4
9 R. Ban	0	4	0	0	2	8	6	3	2	-	6
10 G.Sp.	10	14	6	11	2	12	4	5	6	-	4
11 Parkiran	34	12	6	6	16	12	6	4	4	4	-

Tabel 4.9 Hasil Skenario 0 TD ($d_{ij} * F_{ij}$)

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Lokasi Fasilitas (m)	Kantor	Dept. Perakit an	Dept. Penace stan	Dept. Aksesori	Gdg. I	Gdg. II	R. Penan nya Gdg. I & II	G.Sp.	R. Ban	Ruang Manutan	Parki ran	Total
1 Kantor	-	60	52	138	474	528	1001	2050	0	0	544	4847
2 Dept. Perakit an	60	-	54	0	355	632	264	2716	728	374	312	5495
3 Dept. Penace stan	52	54	-	87	0	0	0	768	0	118	294	1373
4 Dept. Aksesori	138	0	87	-	0	80	52	715	106	0	474	1652
5 Gudang I	474	355	0	0	-	612	0	225	760	0	1440	3807
6 Gudang II	528	632	0	80	612	-	210	1464	534	0	1164	5224
7 R. penan nya gudang	1001	264	102	52	0	210	-	460	294	0	558	2941
8 G. Sp.	2050	2716	768	715	226	1464	460	-	380	330	836	9955
9 R. Ban	0	728	0	106	760	534	294	390	-	12	784	3608
10 R. Maintenance	0	374	118	0	0	0	0	330	12	-	792	1626
11 Parkiran	544	312	294	474	1440	1164	558	836	784	792	-	7198
Total												47786

Tabel 4.10 Safety Index antar fasilitas (S_{ij}) Skenario 0 (Eksisting)

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lokasi Fasilitas (Unit)	Kantor	Dept. Perakit an	Dept. Penace stan	Dept. Aksesori	Gdg. I	Gdg. II	R. Penan nya Gdg. I & II	G.Sp.	R. Ban	Ruang Manutan	Parki ran
1 Kantor	-	2	2,5	2,5	3,5	3,5	3,2	2,1	2,1	2,1	2,3
2 Dept. Perakit an	2	-	2,6	2,8	2,7	2,7	3,1	2,8	2,7	2,7	3
3 Dept. Penace stan	2,5	2,6	-	1,6	1,9	1,9	1,7	1,6	1,5	1,5	2,1
4 Dept. Aksesori	2,5	2,8	1,6	-	1,7	1,7	1,6	1,6	1,4	1,4	2,3
5 Gudang I	3,5	2,7	1,9	1,7	-	3,5	2,9	3	2,8	2,8	2,5
6 Gudang II	3,5	2,7	1,9	1,7	3,5	-	3,1	2,9	2,7	2,7	2,6
7 R. penan nya gudang	3,2	3,1	1,7	1,6	2,9	3,1	-	2,7	2,6	2,6	2,6
8 G. Sp.	2,1	2,8	1,6	1,6	3	2,9	2,7	-	1,2	1,2	2,9
9 R. Ban	2,1	2,7	1,5	1,4	2,8	2,7	2,6	1,2	-	1	2,8
10 R. Maintenance	2,1	2,7	1,5	1,4	2,8	2,7	2,6	1,2	1	-	2,8
11 Parkiran	2,3	3	2,1	2,3	2,5	2,6	2,6	2,9	2,8	2,8	-

Tabel 4.11 Hasil Skenario 0 SI ($S_{ij} * F_{ij}$)

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Lokasi Fasilitas (m)	Kantor	Dept. Perakit an	Dept. Penace stan	Dept. Aksesori	Gdg. I	Gdg. II	R. Penan nya Gdg. I & II	G.Sp.	R. Ban	Ruang Manutan	Parki ran	Total
1 Kantor	-	8	5	5	21	21	41,6	21	0	0	78,2	179,8
2 Dept. Perakit an	8	-	7,8	0	13,5	21,6	12,4	39,2	10,8	5,4	36	141,2
3 Dept. Penace stan	5	7,8	-	4,8	0	0	0	9,6	0	1,5	6,3	35
4 Dept. Aksesori	5	0	4,8	-	0	3,4	3,2	12,8	2,8	0	13,8	45,8
5 Gudang I	21	13,5	0	0	-	126	34,6	6	22,4	0	40	263,5
6 Gudang II	21	21,6	0	3,4	126	-	43,4	34,8	16,2	0	31,2	297,6
7 R. penan nya gudang	41,6	12,4	0	3,2	34,6	43,4	-	10,8	7,8	0	15,6	169,4
8 G. Sp.	21	39,2	9,6	12,8	6	34,8	10,8	-	7,2	6	11,6	159
9 R. Ban	0	10,8	0	2,8	22,4	16,2	7,8	7,2	-	2	11,2	80,4
10 R. Maintenance	0	5,4	1,5	0	0	0	0	6	2	-	11,2	26,1
11 Parkiran	78,2	36	6,3	13,8	40	31,2	15,6	11,6	11,2	-	253,1	1649,9
Total												1649,9

Tabel 4.13 Jarak antar fasilitas (d_{ij}) Skenario 1

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lokasi Fasilitas (m)	Kantor	Dept. Perakit an	Dept. Penace stan	Dept. Aksesori	Gdg. I	Gdg. II	R. Penan nya Gdg. I & II	G.Sp.	R. Ban	Ruang Manutan	Parki ran
1 Kantor	-	15	26	69	79	88	77	205	180	185	16
2 Dept. Perakit an	15	-	18	120	71	79	66	194	182	187	26
3 Dept. Penace stan	26	18	-	29	23	44	17	128	115	118	49
4 Dept. Aksesori	69	120	29	-	27	40	26	65	53	55	79
5 Gudang I	79	71	23	27	-	17	0	113	95	100	90
6 Gudang II	88	79	44	40	17	-	15	122	89	94	97
7 R. penan nya gudang	77	66	17	26	0	15	-	115	98	103	93
8 G. Sp.	205	194	128	65	113	122	115	-	65	66	209
9 R. Ban	180	182	115	53	95	89	98	65	-	6	196
10 R. Maintenance	185	187	118	55	100	94	103	66	6	-	198
11 Parkiran	16	26	49	79	90	97	93	209	196	198	-

Tabel 4.14 Hasil Skenario 1 TD ($d_{ij} * F_{ij}$)

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Lokasi Fasilitas (m)	Kantor	Dept. Perakit an	Dept. Penace stan	Dept. Aksesori	Gdg. I	Gdg. II	R. Penan nya Gdg. I & II	R. Ban	G.Sp.	Parki ran	Total	
1 Kantor	-	60	52	138	474	528	1001	0	0	1850	544	4647
2 Dept. Perakit an	60	-	54	0	355	632	264	388	728	2618	312	5411
3 Dept. Penace stan	52	54	-	87	0	0	0	128	0	708	294	1323
4 Dept. Aksesori	138	0	87	-	0	80	52	0	106	605	474	1542
5 Gudang I	474	355	0	0	-	612	0	780	280	1440	3841	
6 Gudang II	528	632	0	80	612	-	210	0	534	1128	1164	4888
7 R. penan nya gudang	1001	264	102	52	0	210	-	0	294	412	558	2893
8 R. Maintenance	0	388	128	0	0	0	0	-	130	330	836	1812
9 R. Ban	0	728	0	106	760	534	294	330	-	36	784	3372
10 G. Sp.	1850	2618	708	605	200	1128	412	330	36	-	792	8679
11 Parkiran	544	312	294	474	0	1164	558	836	784	792	-	7198
Total												45806

Tabel 4.15 Safety Index antar fasilitas (s_{ij}) Skenario 1

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kantor	-	2	2,5	2,5	3,5	3,5	3,2	2,1	2,1	2,1	2,3
Dept. Perakitan	2	-	2,6	2,8	2,7	2,7	3,1	2,3	2,7	2,7	3
Dept. Pengelasan	2,5	2,6	-	1,6	1,9	1,9	1,7	1,6	1,5	1,5	2,1
Dept. Aksesoris	2,5	2,8	1,6	-	1,7	1,7	1,6	1,6	1,4	1,4	2,3
Gudang I	3,5	2,7	1,9	1,7	-	3,5	2,9	3	2,8	2,8	2,5
Gudang II	3,5	2,7	1,9	1,7	3,5	-	3,1	2,9	2,7	2,7	2,6
R. pengawas gudang	3,2	3,1	1,7	1,6	2,9	3,1	-	2,7	2,6	2,6	2,6
G.Sp	2,1	2,8	1,6	1,6	3	2,9	2,7	-	1,2	1,2	2,0
R. Ban	2,1	2,7	1,5	1,4	2,8	2,7	2,6	1,2	-	1	2,8
R. Maintenance	2,1	2,7	1,5	1,4	2,8	2,7	2,6	1,2	1	-	2,8
Parkiran	2,3	3	2,1	2,3	2,5	2,6	2,6	2,0	2,8	2,8	-

Tabel 4.16 Hasil Skenario 1 SI ($s_{ij} * F_{ij}$)

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Kantor	-	8	5	5	5	21	21	41,6	0	21	78,2	200,8
Dept. Perakitan	8	-	7,8	0	13,5	21,6	12,4	4,8	10,8	37,8	36	152,7
Dept. Pengelasan	5	7,8	-	4,8	0	0	0	1,6	0	9	6,3	34,5
Dept. Aksesoris	5	0	4,8	-	0	3,4	3,2	0	2,8	15,4	13,8	48,4
Gudang I	21	13,5	0	0	-	126	34,6	0	22,4	5,6	40	263,1
Gudang II	21	21,6	0	3,4	126	-	43,4	0	16,2	32,4	31,2	295,2
R. pengawas gudang	41,6	12,4	0	3,2	34,6	43,4	-	0	7,8	10,4	15,6	169
R. Maintenance	0	4,8	1,6	0	0	0	0	-	2,4	7,5	11,6	27,9
R. Ban	0	10,8	0	2,8	22,4	16,2	7,8	2,4	-	6	11,2	79,6
G.Sp	21	37,8	9	15,4	5,6	32,4	10,4	7,5	8	-	11,2	156,3
Parkiran	78,2	36	6,3	13,8	40	31,2	15,6	11,6	11,2	11,2	-	255,1
Total												1682,6

Dari skenario 1 didapatkan nilai TD sebesar 45606 meter dan nilai SI sebesar 1682,6.

• Skenario 2,

Pada skenario ini terjadi pertukaran pada 4 fasilitas, yaitu Departemen Perakitan bertukar lokasi dengan Departemen Pengelasan dan Gudang I bertukar lokasi dengan Gudang II.

Tabel 4.17 Frekuensi antar fasilitas (F_{ij}) Skenario 2

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kantor	-	4	4	2	6	6	13	10	0	0	34
Dept. Perakitan	4	-	3	3	0	0	0	0	0	1	6
Dept. Pengelasan	4	3	-	0	8	5	4	14	4	2	12
Dept. Aksesoris	2	3	0	-	2	0	2	11	2	0	6
Gudang I	6	0	8	2	-	36	14	12	6	0	12
Gudang II	6	0	5	0	36	-	12	2	8	0	16
R. pengawas gudang	13	6	4	2	14	12	-	4	3	0	6
G.B.B	10	6	14	11	12	2	4	-	6	5	4
R. Ban	0	0	4	2	6	8	3	6	-	2	4
R. Maintenance	0	1	2	0	0	0	0	5	2	-	4
Parkiran	34	6	12	6	12	16	6	4	4	4	-

Tabel 4.18 Jarak antar fasilitas (d_{ij}) Skenario 2

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kantor	-	15	26	69	79	88	77	205	180	185	16
Dept. Perakitan	15	-	18	120	71	79	66	194	182	187	26
Dept. Pengelasan	26	18	-	29	23	44	17	128	115	118	49
Dept. Aksesoris	69	120	79	-	27	40	26	65	53	55	79
Gudang I	79	71	73	27	-	17	0	113	95	100	90
Gudang II	88	79	44	40	17	-	15	122	89	93	97
R. pengawas gudang	77	66	17	26	0	15	-	115	98	103	93
G.Sp	205	194	128	65	113	122	115	-	65	66	209
R. Ban	180	182	115	53	95	89	98	65	-	6	196
R. Maintenance	185	187	118	55	100	94	103	66	6	-	198
Parkiran	16	26	49	79	90	97	93	209	196	198	-

Tabel 4.19 Hasil Skenario 2 TD ($d_{ij} * F_{ij}$)

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Kantor	-	30	104	138	474	528	1001	2050	0	0	544	4859
Dept. Perakitan	30	-	54	360	0	0	0	1164	0	187	156	1951
Dept. Pengelasan	104	54	-	0	184	220	68	1792	460	236	588	3706
Dept. Aksesoris	138	360	0	-	54	0	52	715	106	0	474	1899
Gudang I	474	0	184	54	-	612	0	1356	570	0	1080	4330
Gudang II	528	0	220	0	612	-	180	244	712	0	1552	4048
R. pengawas gudang	1001	396	68	52	0	180	-	460	294	0	558	3009
G.Sp	2050	1164	1792	715	1356	244	460	-	390	330	836	9337
R. Ban	0	0	460	106	570	712	294	390	-	12	784	3328
R. Maintenance	0	187	236	0	0	0	0	330	12	-	792	1557
Parkiran	544	156	588	474	1080	1552	558	836	784	792	-	7364
Total												45398

Tabel 4.20 Safety Index antar fasilitas (s_{ij}) Skenario 2

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kantor	-	2	2,5	2,5	3,5	3,5	3,2	2,1	2,1	2,1	2,3
Dept. Perakitan	2	-	2,6	2,8	2,7	2,7	3,1	2,8	2,7	2,7	3
Dept. Pengelasan	2,5	2,6	-	1,6	1,9	1,9	1,7	1,6	1,5	1,5	2,1
Dept. Aksesoris	2,5	2,8	1,6	-	1,7	1,7	1,6	1,6	1,4	1,4	2,3
Gudang I	3,5	2,7	1,9	1,7	-	3,5	2,9	3	2,8	2,8	2,5
Gudang II	3,5	2,7	1,9	1,7	3,5	-	3,1	2,9	2,7	2,7	2,6
R. pengawas gudang	3,2	3,1	1,7	1,6	2,9	3,1	-	2,7	2,6	2,6	2,6
G.Sp	2,1	2,8	1,6	1,6	3	2,9	2,7	-	1,2	1,2	2,0
R. Ban	2,1	2,7	1,5	1,4	2,8	2,7	2,6	1,2	-	1	2,8
R. Maintenance	2,1	2,7	1,5	1,4	2,8	2,7	2,6	1,2	1	-	2,8
Parkiran	2,3	3	2,1	2,3	2,5	2,6	2,6	2,9	2,8	2,8	-

Tabel 4.21 Hasil Skenario 2 SI ($s_{ij} * F_{ij}$)

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Kantor	-	4	4	2	6	6	13	10	0	0	34	188,3
Dept. Perakitan	4	-	7,8	8,4	0	0	0	16,8	0	2,7	18	57,7
Dept. Pengelasan	11,2	7,8	-	0	15,2	9,5	6,8	22,4	5,5	3	25,2	106,6
Dept. Aksesoris	5	8,4	0	-	3,4	0	3,2	12,8	2,8	0	13,8	49,4
Gudang I	21	0	15,2	3,4	-	126	40,6	36	16,8	0	30	239
Gudang II	21	0	9,5	0	126	-	37,2	5,8	21,6	0	41,6	262,2
R. pengawas gudang	41,6	0	6,8	3,2	40,6	37,2	-	10,8	7,8	0	15,6	163,9
G.Sp	21	16,8	22,4	12,8	5,8	3,8	10,8	-	7,2	6	11,6	116,2
R. Ban	0	0	5,5	2,8	16,8	21,6	7,8	7,2	-	2	11,2	74,9
R. Maintenance	0	2,7	3	0	0	0	0	6	2	-	11,2	24,9
Parkiran	78,2	18	35,2	13,8	30	41,6	15,6	11,6	11,2	11,2	-	256,4
Total												1590,5

Dari hasil skenario 2 didapatkan hasil nilai TD sebesar 45398 meter dan nilai SI sebesar 1590,5.

• Skenario 3,

Pada skenario ini perubahan terjadi pada 4 fasilitas yaitu Departemen Perakitan bertukar lokasi dengan Departemen Aksesoris dan G. Spareparts bertukar lokasi dengan Ruang Ban.

Tabel 4.22 Frekuensi antar fasilitas (F_{ij}) Skenario 3

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Kantor	-	2	2	4	6	6	13	0	10	0	34
2 Dept. Aksesoris	2	-	3	0	0	2	2	2	11	0	6
3 Dept. Perakitan	2	3	-	3	0	0	0	0	6	1	6
4 Dept. Perakitan	4	0	3	-	5	8	4	4	14	2	12
5 Gudang I	6	0	0	5	-	36	12	8	2	0	16
6 Gudang II	6	2	0	8	36	-	14	6	12	0	12
7 R. pengawas gudang	13	2	6	4	12	14	-	3	4	0	6
8 R. Ban	0	2	0	4	8	6	3	-	6	2	4
9 G. Sp	10	11	6	14	2	12	4	6	-	5	4
10 R. Maintenance	0	0	1	2	0	0	0	2	5	-	4
11 Parkiran	34	6	6	12	16	12	6	4	4	4	-

Tabel 4.23 Jarak antar fasilitas (d_{ij}) Skenario 3

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Kantor	-	15	26	69	79	88	77	205	180	185	16
2 Dept. Perakitan	15	-	18	120	71	79	66	194	182	187	26
3 Dept. Perakitan	26	18	-	29	23	44	17	128	115	118	49
4 Dept. Aksesoris	69	120	29	-	27	40	26	65	53	55	79
5 Gudang I	79	71	23	27	-	17	0	113	95	100	90
6 Gudang II	88	79	44	40	17	-	15	122	89	94	97
7 R. pengawas gudang	77	66	17	26	0	15	-	115	98	103	93
8 R. Ban	205	194	128	65	113	122	115	-	65	66	209
9 G. Sp	180	182	118	53	95	89	94	65	-	6	196
10 R. Maintenance	185	187	118	55	100	94	103	66	6	-	198
11 Parkiran	16	26	49	79	90	97	93	209	196	198	-

Tabel 4.24 Hasil Skenario 3 TD ($d_{ij} * F_{ij}$)

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
1 Kantor	-	30	52	276	474	528	1001	0	1800	0	544	4705
2 Dept. Aksesoris	30	-	54	0	0	158	132	388	2002	0	156	2920
3 Dept. Perakitan	52	54	-	87	0	0	0	0	690	118	294	1295
4 Dept. Perakitan	276	0	87	-	135	320	104	260	742	110	948	2982
5 Gudang I	474	0	0	135	-	612	0	904	190	0	1440	3755
6 Gudang II	528	158	0	320	612	-	210	732	1068	0	1164	4792
7 R. pengawas gudang	1001	132	102	194	0	210	-	345	392	0	558	2844
8 R. Ban	0	388	0	260	904	732	345	-	390	132	836	3987
9 G. Sp	1800	2002	690	742	190	1068	392	390	-	30	784	8088
10 R. Maintenance	0	0	118	110	0	0	0	132	30	-	792	1182
11 Parkiran	544	156	294	948	1440	1164	558	836	784	792	-	7516
											Total	44056

Tabel 4.25 Safety Index antar fasilitas (S_{ij}) Skenario 3

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Kantor	-	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	3,2	2,1	2,1	2,1	2,3
2 Dept. Aksesoris	2,5	-	2,6	2,8	2,7	2,7	3,1	2,8	2,7	2,7	3
3 Dept. Perakitan	2,5	2,6	-	1,6	1,9	1,9	1,7	1,6	1,5	1,5	2,1
4 Dept. Perakitan	2,5	2,8	1,6	-	1,7	1,7	1,6	1,6	1,4	1,4	2,3
5 Gudang I	3,5	2,7	1,9	1,7	-	3,5	2,9	3	2,8	2,8	2,5
6 Gudang II	3,5	2,7	1,9	1,7	3,5	-	3,1	2,9	2,7	2,7	2,6
7 R. pengawas gudang	3,2	3,1	1,7	1,6	2,9	3,1	-	2,7	2,6	2,6	2,6
8 R. Ban	2,1	2,8	1,6	1,6	3	2,9	2,7	-	1,2	1,2	2,9
9 G. Sp	2,1	2,7	1,5	1,4	2,8	2,7	2,6	1,2	-	1	2,8
10 R. Maintenance	2,1	2,7	1,5	1,4	2,8	2,7	2,6	1,2	1	-	2,8
11 Parkiran	2,3	3	2,1	2,3	2,5	2,6	2,6	2,9	2,8	2,8	-

Tabel 4.26 Hasil Skenario 3 SI ($S_{ij} * F_{ij}$)

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
1 Kantor	-	4	5	10	21	21	41,6	0	31	0	78,2	201,8
2 Dept. Aksesoris	4	-	7,8	0	0	5,4	6,2	5,6	18,7	0	18	65,7
3 Dept. Perakitan	5	7,8	-	4,8	0	0	0	0	9	1,5	6,3	34,4
4 Dept. Perakitan	10	0	4,8	-	8,5	13,6	6,4	6,4	19,6	2,8	29,9	102
5 Gudang I	21	0	0	8,5	-	126	34,6	24	5,6	0	40	259,7
6 Gudang II	21	5,4	0	13,6	126	-	43,4	17,4	32,4	0	31,2	297,6
7 R. pengawas gudang	41,6	6,2	0	6,4	34,6	43,4	-	8,1	10,4	0	15,6	166,3
8 R. Ban	0	5,6	0	6,4	24	17,4	8,1	-	7,2	2,4	11,6	82,7
9 G. Sp	21	18,7	9	19,6	5,6	32,4	10,4	7,2	-	5	11,2	140,1
10 R. Maintenance	0	0	1,5	2,8	0	0	0	2,4	5	-	11,2	22,9
11 Parkiran	78,2	18	6,3	39,9	40	31,2	15,6	11,6	11,2	11,2	-	253,2
											Total	1626,2

Pada skenario 3 ini didapatkan nilai TD sebesar 44066 meter dan nilai SI sebesar 1626,4.

• Skenario 4,

Pada skenario ini terjadi perubahan fasilitas dengan melakukan pertukaran lokasi Departemen Pengecatan dengan Departemen Aksesoris dan juga pertukaran lokasi antara Ruang Ban dan Ruang Maintenance.

Tabel 4.27 Frekuensi antar fasilitas (F_{ij}) Skenario 4

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Kantor	-	4	2	3	6	6	13	10	0	0	34
2 Dept. Perakitan	4	-	0	3	5	8	4	14	2	4	12
3 Dept. Aksesoris	2	0	-	3	0	2	2	11	0	2	6
4 Dept. Pengecatan	2	3	3	-	0	0	0	6	1	0	6
5 Gudang I	6	5	0	0	-	36	12	2	0	8	16
6 Gudang II	6	8	2	0	36	-	14	12	0	6	12
7 R. pengawas gudang	13	4	2	0	12	14	-	4	0	3	6
8 R. Ban	10	14	14	6	2	12	4	-	5	4	4
9 R. Maintenance	0	2	0	1	0	0	0	5	-	2	4
10 R. Ban	0	4	2	0	8	6	3	6	2	-	4
11 Parkiran	34	12	6	6	16	12	6	4	4	4	-

**Tabel 4.28 Jarak antar fasilitas (d_{ij})
Skenario 4**

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kantor	-	15	26	69	79	88	77	205	180	185	16
Dept. Perakitan	15	-	18	120	71	79	66	194	182	187	26
Dept. Pengelasan	26	18	-	29	23	44	17	128	115	118	49
Dept. Akseoris	69	120	29	-	27	40	26	65	53	55	79
Gudang I	79	71	23	27	-	17	0	113	95	100	90
Gudang II	88	79	44	40	17	-	15	122	89	94	97
R. pengawas gudang	77	66	17	26	0	15	-	115	98	103	93
G. Sp	205	194	128	65	113	122	115	-	65	66	209
R. Ban	180	182	115	53	95	89	98	65	-	6	196
R. Maintenance	185	187	118	55	100	94	103	66	6	-	198
Parkiran	16	26	49	79	90	97	93	209	196	198	-

**Tabel 4.29 Hasil Skenario 4 TD
($d_{ij} * F_{ij}$)**

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Kantor	0	60	52	188	474	528	1001	2050	0	0	544	4847
Dept. Perakitan	60	0	0	360	355	632	264	2716	364	748	312	5811
Dept. Akseoris	52	0	0	87	0	88	34	1408	0	236	294	2199
Dept. Pengelasan	138	360	87	0	0	0	0	390	53	0	474	1502
Gudang I	474	355	0	0	0	612	0	226	0	800	1440	3907
Gudang II	528	632	88	0	612	0	210	1464	0	564	1164	5262
R. pengawas Gdg	1001	264	34	0	0	210	0	460	0	309	558	2836
G. sp	2050	2716	1408	390	226	1464	460	0	325	0	836	9875
R. Maintenance	0	364	0	53	0	0	0	325	0	12	784	1538
R. Ban	0	748	236	0	800	564	309	396	12	0	792	3857
Parkiran	544	312	294	474	1440	1164	558	836	784	792	0	7198
Total:												48832

**Tabel 4.30 Safety Index antar fasilitas
(s_{ij}) Skenario 4**

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kantor	-	2	2,5	2,5	3,5	3,5	3,2	2,1	2,1	2,1	2,3
Dept. Perakitan	2	-	2,6	2,8	2,7	2,7	3,1	2,8	2,7	2,7	3
Dept. Pengelasan	2,5	2,6	-	1,6	1,9	1,9	1,7	1,6	1,5	1,5	2,1
Dept. Akseoris	2,5	2,8	1,6	-	1,7	1,7	1,6	1,6	1,4	1,4	2,3
Gudang I	3,5	2,7	1,9	1,7	-	3,5	2,9	3	2,8	2,8	2,5
Gudang II	3,5	2,7	1,9	1,7	3,5	-	3,1	2,9	2,7	2,7	2,6
R. pengawas gudang	3,2	3,1	1,7	1,6	2,9	3,1	-	2,7	2,6	2,6	2,6
G. B B	2,1	2,8	1,6	1,6	3	2,9	2,7	-	1,2	1,2	2,9
R. Ban	2,1	2,7	1,5	1,4	2,8	2,7	2,6	1,2	-	1	2,8
R. Maintenance	2,1	2,7	1,5	1,4	2,8	2,7	2,6	1,2	1	-	2,8
Parkiran	2,3	3	2,1	2,3	2,5	2,6	2,6	2,9	2,8	2,8	-

Tabel 4.31 Hasil Skenario 4 SI ($s_{ij} * F_{ij}$)

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Kantor	-	8	5	5	21	21	41,6	21	0	0	78,2	300,8
Dept. Perakitan	8	-	0	8,4	13,5	21,6	12,4	39,2	5,4	10,8	36	155,3
Dept. Pengelasan	5	0	-	4,8	0	3,8	3,4	17,6	0	5	12,6	52,2
Dept. Akseoris	5	8,4	4,8	-	0	0	0	9,6	1,4	0	13,8	43
Gudang I	21	13,5	0	0	-	126	34,6	6	0	22,4	40	263,5
Gudang II	21	12,6	3,8	0	126	-	43,4	34,8	0	16,2	31,2	298
R. pengawas gudang	41,6	12,4	3,4	0	34,6	43,4	-	10,8	0	7,8	15,6	109,6
G. sp	21	39,2	17,6	9,6	6	34,8	10,8	-	6	7,2	11,6	163,8
R. Maintenance	0	5,4	0	1,4	0	0	0	6	-	2,4	11,2	26,4
R. Ban	0	10,8	5	0	22,4	16,2	7,8	7,2	2,4	-	11,2	83
Parkiran	78,2	36	12,6	13,8	40	31,2	15,6	11,6	11,2	11,2	-	261,4
Total:												1744

Pada skenario ini didapatkan nilai TD sebesar 48832 dan nilai SI sebesar 1744.

Setelah mendapatkan semua hasil TD dan SI dari setiap skenario maka dapat diketahui nilai perubahan yang terjadi tiap skenario. Bisa dilihat ditabel berikut ini.

Tabel 4.31 Hasil Seluruh Skenario

Skenario	Travel Distance (TD)	Safety Index (SI)
0 (Eksisting)	47786	1649,9
1	45606	1682,6
2	45398	1590,5
3	44066	1626,4
4	48832	1744

4.2.2 Simulasi Arena

Dari hasil yang didapatkan dari seluruh skenario untuk mencari nilai TD dan SI. Maka peneliti akan mengambil skenario yang paling optimal yaitu skenario dengan nilai TD dan SI terkecil adalah skenario 3 yang akan digunakan sebagai layout usulan. Layout usulan akan dibandingkan dengan layout awal dengan menggunakan simulasi arena. Pada simulasi ini yang dijadikan perbandingan adalah waktu dari perpindahan antar fasilitas awal dan waktu perpindahan antar fasilitas usulan (skenario 3). Berikut adalah tabel waktu perpindahan tiap produk antar fasilitas.

Tabel 4.32 Waktu Perpindahan Tiap Produk antar Fasilitas (Awal)

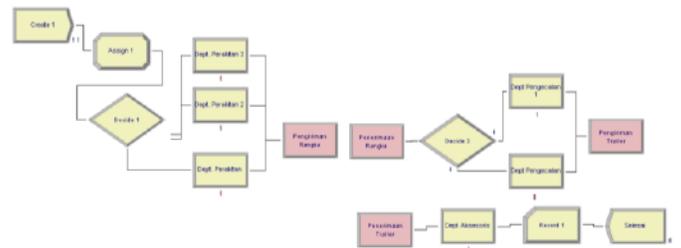
No	Lokasi	1	2	3
Lo kas i	Waktu Perpindahan (menit/1x)	Dept. Perakita n	Dept. Pengeca tan	Dept. Aksesoris
1	Dept. Perakitan	-	25	35
2	Dept. Pengecatan	25	-	18
3	Dept. Aksesoris	35	18	-

Untuk waktu perpindahan tiap produk antar fasilitas, pada skenario 3 terjadi pertukaran antar Departemen Perakitan dan Departemen Aksesoris. Berikut adalah lama waktu perpindahan tiap produk antar fasilitas usulan.

Tabel 4.33 Waktu Perpindahan Tiap Produk antar Fasilitas (Usulan)

No	Lokasi	1	2	3
Lo kas i	Waktu Perpindaha n (menit/1x)	Dept. Aksesoris	Dept. Pengecata n	Dept. Perakitan
1	Dept. Aksesoris	-	25	35
2	Dept. Pengecatan	25	-	18
3	Dept. Perakitan	35	18	-

Begitu juga dengan skenario usulan, telah dilakukan pemodelan menggunakan simulasi Arena dengan terjadi pertukaran lokasi antara Departemen Perakitan dan Departemen Aksesoris. Simulasi dijalankan dengan waktu yang sama yaitu 30 hari proses produksi dengan jumlah *replicant* 10. Setelah itu didapatkan hasil dari yang bisa dilihat pada Lampiran 2. Berikut adalah gambar bentuk model dari simulasi yang dijalankan.



Gambar 4.2 Model Simulasi Arena

Setelah dilakukan maka hasil dari skenario tersebut akan dilakukan untuk uji validitas. Berikut adalah tabel uji validitas dari skenario awal dan usulan.

Tabel 4.34 Uji Validitas Skenario Awal

No	Real	Simulasi Awal	Total
1	5	5	10
2	6	5	11
3	5	6	11
4	5	3	8
5	5	5	10
6	6	6	12
7	5	4	9
8	6	5	11
9	6	8	14
10	3	6	9
	0,63418	0,847231655	
Status :	Diterima	Diterima	

Tabel 4.35 Uji Validitas Skenario Usulan

No	Real	Simulasi Usulan	Total
1	5	5	10
2	6	5	11
3	5	6	11
4	5	3	8
5	5	5	10
6	6	6	12
7	5	4	9
8	6	5	11
9	6	8	14
10	3	6	9
	0,63418	0,847231655	
Status :	Diterima	Diterima	

Dari simulasi skenario awal dan skenario usulan didapatkan bahwa hasil jumlah produk dari setiap *replicant* didapatkan hasil yang sama dari kedua skenario. Jadi pertukaran fasilitas pada skenario usulan tidak mempengaruhi jumlah produk dalam jangka waktu 30 hari.

4.3 Hasil Pengolahan Data

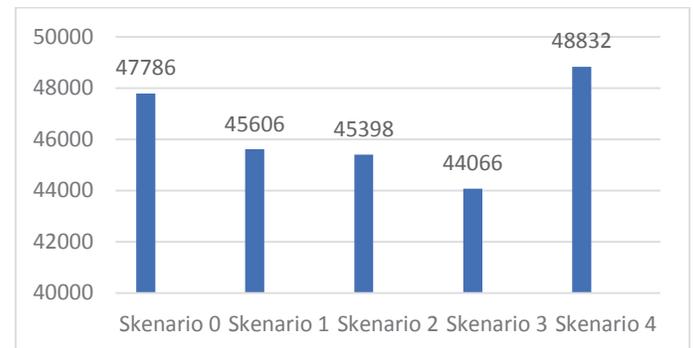
4.3.1 Analisis *Multi-Objective Function*

Dari hasil pengolahan data pada bab sebelumnya peneliti telah membuat 5 skenario yang menampilkan hasil dari beberapa rencana perancangan pada *layout* perusahaan dengan melakukan perhitungan pada *travel distance* dan *safety index*. Selanjutnya peneliti akan membandingkan setiap skenario mulai dari skenario 0 (kondisi awal) sampai dengan skenario 4 apakah semakin naik atau menurun. Berikut adalah tabel perbandingan dari semua skenario.

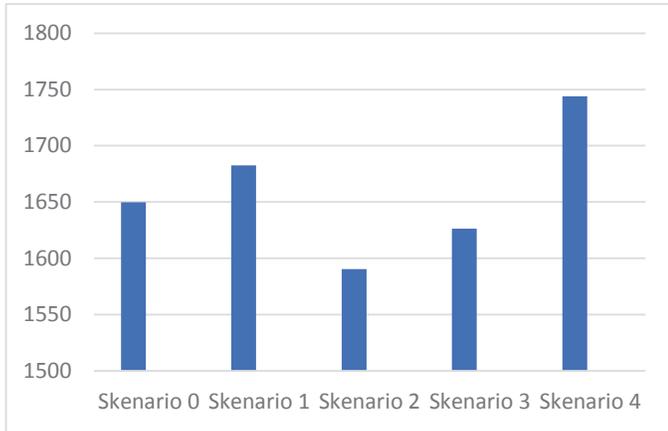
Tabel 4.36 Tabel Perbandingan Antar Skenario

Skenario	Nilai <i>Travel Distance</i> (TD) 47786 (awal)	Nilai <i>Safety Index</i> (SI) 1649,9 (awal)
1	45606 m	1682,6
2	45398 m	1590,5
3	44066 m	1626,4
4	48832 m	1744

Setelah dilakukan perbandingan maka selanjutnya peneliti membuat Diagram untuk melihat keseluruhan dari skenario sebagai berikut.

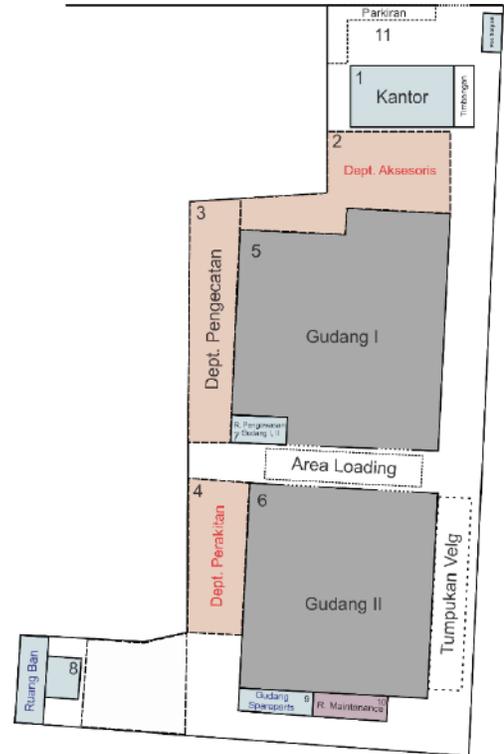
**Gambar 4.3 Diagram Skenario TD**

Dari diagram diatas bisa dilihat bahwa skenario 3 mempunyai nilai td yang paling rendah dengan patokan skenario nol sebagai kondisi awal perusahaan, hal ini membuktikan bahwa penggunaan skenario 3 akan berpengaruh untuk mengurangi jarak total perpindahan material. Kemudian diikuti dengan nilai TD terendah yaitu pada skenario 2 setelah itu diikuti skenario 1. Namun pada skenario 4 terjadi peningkatan melebihi skenario 0 sebagai patokan



Gambar 4.4 Diargam Skenario SI

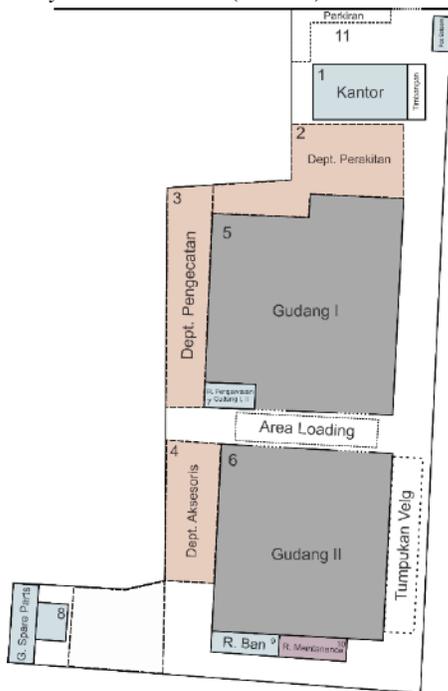
Pada diagram skenario SI bisa dilihat bahwa skenario 2 yang mempunyai nilai SI terendah dengan skenario 0 sebagai patokan setelah itu di susul oleh skenario 3 sebagai nilai terendah setelah skenario 2. Hanya ada 2 skenario yang dapat mengurai SI. Pada skenario 1 dan 4 terjadi kenaikan melebihi skenario 0, hal ini membuktikan bahwa penggunaan usulan pada skenario 1 dan 4 akan meningkatkan SI. Berikut adalah gambar *layout* skenario 0 (awal) dan gambar *layout* skenario 3(usulan).



Gambar 4.5 Layout Skenario 3 (Usulan)

4.3.2 Simulasi Arena

Dari hasil simulasi yang dilakukan dengan waktu proses produksi selama 30 hari dengan jumlah *replicant* 10 didapatkan hasil dari layout awal (Lampiran 1) dan usulan (Lampiran 2) bahwa tidak ada terjadi perubahan pada jumlah produksi, walaupun telah terjadi pertukaran pada Departemen Perakitan dengan Departemen Aksesoris. Berikut adalah tabel simulasi skenario awal dan skenario usulan.



Gambar 4.5 Layout Skenario 0 (Awal)

Tabel 4.37 Hasil Simulasi Arena

Replicant		Simulasi Awal	Simulasi Usulan
1	Jumlah Produk	5	5
2		5	5
3		6	6
4		3	3
5		5	5
6		6	6
7		4	4
8		5	5
9		8	8
10		6	6

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan juga analisis dari MOF dapat disimpulkan bahwa dari perhitungan *travel distance* keseluruhan skenario dapat dilihat bahwa terjadi penurunan dan kenaikan dari hasil skenario. Namun tujuan untuk perhitungan MOF ini adalah untuk meminimalkan *travel distance* dan *safety index* maka semakin menurun nilai dari skenario tersebut maka semakin optimal pula skenario tersebut untuk diterapkan sebagai usulan dalam perancangan tata letak fasilitas. Ada beberapa kesimpulan yang bisa dijabarkan sebagai berikut :

- a) Pada perhitungan skenario 0 yaitu pada kondisi awal dimana belum terjadi perusahaan, didapatkan bahwa skenario tersebut memiliki nilai TD sebesar 47786 meter dan SI sebesar 1649,9.

- b) Selanjutnya pada skenario 1 terdapat penurunan nilai meter menjadi 45606 meter dan kenaikan pada nilai SI sebesar 32,7 menjadi 1682,6.
- c) Pada skenario 2 terdapat penurunan nilai TD sehingga pada nilai TD skenario 2 menjadi 45398 dan juga terjadi penurunan nilai SI sebesar 56,4 sehingga nilai SI menjadi 1590,5.
- d) Pada skenario 3 terjadi penurunan pada nilai TD meter sehingga nilai TD menjadi 44066 meter dan juga terjadi penurunan pada nilai SI sebesar 23,5 sehingga nilai SI menjadi 1626,4.
- e) Pada skenario 4 terjadi kenaikan pada nilai TD sehingga nilai TD menjadi 48832 dan juga terjadi kenaikan nilai SI sebesar 94,1 sehingga nilai SI menjadi 1744.

Dari penjabaran diatas dapat dilihat bahwa skenario 3 adalah skenario yang layak untuk dijadikan usulan untuk perusahaan karena pada nilai TD skenario 3 adalah yang mempunyai nilai terendah walaupun pada nilai SI bukanlah nilai terendah namun tetap terjadi penurunan di skenario 3.

Pada Simulasi Arena didapatkan hasil jumlah produk per *replicant* yang sama antara simulasi layout awal dan simulasi layout usulan. Jadi bisa dikatakan bahwa perubahan yang terjadi pada skenario usulan dengan melakukan pertukaran antara Departemen Perakitan dan Departemen Aksesoris tidak merubah jumlah produk (dengan simulasi selama 30 hari proses produksi). Pada penelitian ini dengan menggunakan MOF dan juga simulasi Arena bisa mengusulkan layout yang hanya mengubah total jarak perpindahan dan tingkat keamanan namun untuk meningkatkan produktivitas belum bisa ditingkatkan pada layout usulan dalam penelitian ini.

5.2 Saran

Pada penelitian ini, peneliti memberikan saran kepada para peneliti selanjutnya yang akan

meneliti tata letak fasilitas dengan menggunakan metode *Multi-Objective Function* perlu diketahui bahwa MOF merupakan metode yang bersifat kuantitatif sehingga hasil yang didapatkan menjadi lebih jelas dengan adanya perbandingan data berupa angka. Namun, pada penelitian ini terdapat kekurangan yaitu dalam pembuatan skenario pada penentuan fasilitas yang akan diubah pada setiap skenario sehingga metode MOF perlu digandengkan dengan metode kualitatif untuk menentukan perubahan-perubahan yang terjadi pada setiap skenario. Jika peneliti selanjutnya menggunakan simulasi maka akan terjadi penambahan pengumpulan data. Sehingga pembuatan simulasi tidak hanya mengambil data dari perhitungan MOF namun mempunyai pengumpulan data sendiri mengenai waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Andre, O. (2016), Simulasi Model Sistem Kerja Pada Departemen *Injection* Untuk Meminimasi Waktu *Work-In-Process*.
- Enriko S , Sugiyarto , Sunarmasto (2018), Optimalisasi Tata Letak Fasilitas Pada Proyek Pembangunan Gedung Sudirman Suite Jakarta Menggunakan Metode Multi Objectives Function.
- Erni, N., Lamto Widodo, Poala, Y. (2017), Usulan Perancangan Ulang Tata Letak Pabrik Pada Pt. Xyz.
- Lestari, S. (2014), Analisa Tata Letak Pabrik Untuk Meminimalisasi Material Handling Pada Pabrik Sheet Metal Dengan Software Promodel.
- Nur, I., Hadi, F. (2015), Model Optimisasi Tata Letak Pelabuhan Curah Kering dengan Pendekatan Simulasi Diskrit: Studi Kasus Pelabuhan Khusus PT Petrokimia Gresik
- Pradana, E., Nurcahyo, B. (2014), Analisis Tata Letak Fasilitas Proyek Menggunakan Activity Relationship Chart dan Multi-Objectives Function pada Proyek Pembangunan Apartemen De Papilio Surabaya.
- Pranarka, D. & Joko, T. (2012), Optimasi (EQUAL) Site *Layout* Menggunakan *Multi-Objective Function* pada Proyek A.
- Purnomo, H. (2004), Perencanaan & Perancangan Fasilitas, Graha Ilmu.
- Wignjosuebrotto, S. (2003), Pengantar Teknik & Manajemen Industri, Guna Widya.