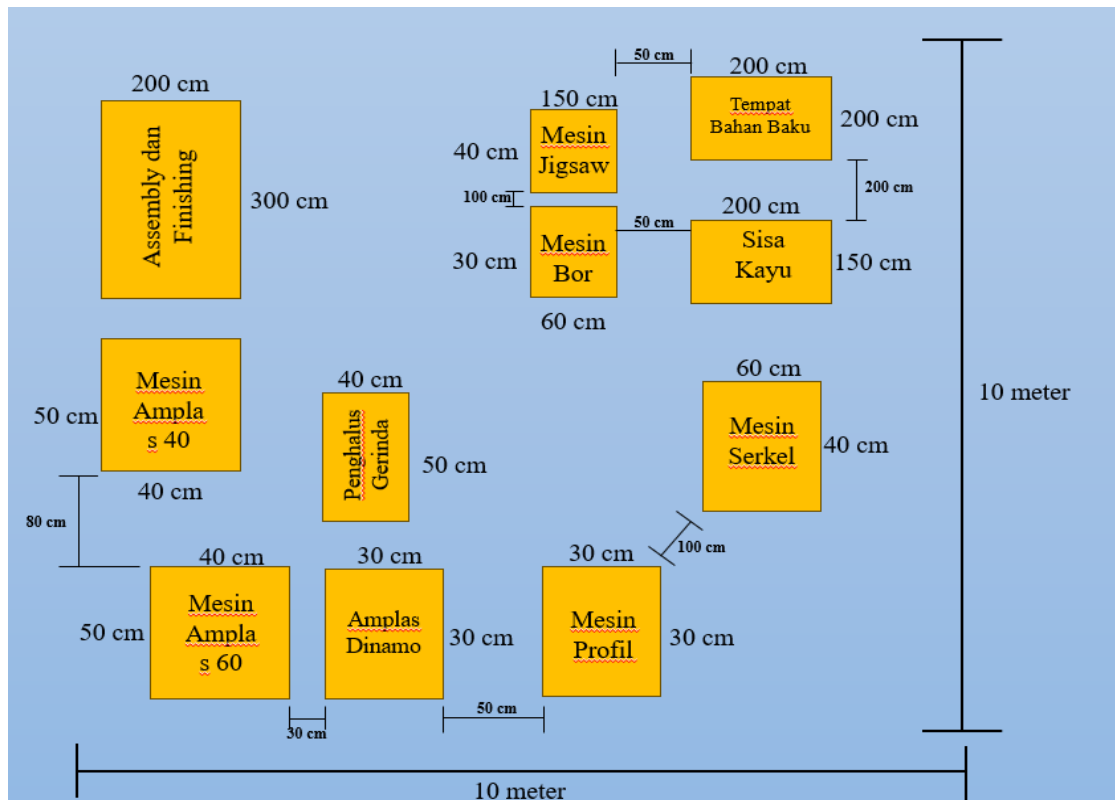


BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kondisi Awal (*Existing Layout*)



Gambar 4. 1 Denah Area Produksi (Sumber Penulis : 2025)

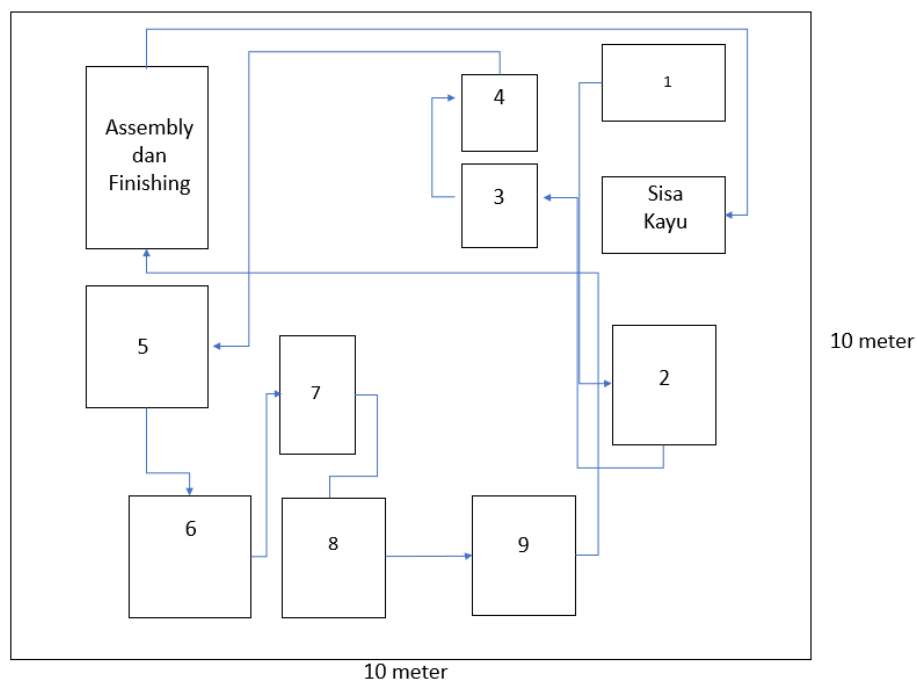
Tata letak fasilitas produksi UMKM pengolahan limbah jati saat ini menempati area seluas 10 meter x 10 meter, sehingga total luas area produksi adalah 100 m². *Layout Existing* terdiri dari 9 stasiun kerja/departemen yang tersebar dalam area produksi dengan konfigurasi yang belum teratur dan belum mempertimbangkan aliran material secara optimal.

Stasiun kerja yang ada meliputi (1) Serkel dengan ukuran 60 cm x 40 cm yang berfungsi untuk memotong kayu dengan ukuran yang lebih kecil, (2) Mesin Bor berukuran 60 cm x 35 cm untuk proses pengeboran, (3) Mesin Jigsaw berukuran 150 cm x 40 cm untuk pemotongan sesuai pola, (4) Mesin Amplas 40 dengan dimensi 40 cm x 35 cm untuk pengamplasan tahap awal, (5) Mesin Amplas 60 berukuran 50 cm x 40 cm untuk pengamplasan tahap lanjut, (6) Amplas Dinamo dengan ukuran 30 cm x 30 cm (7) Penghalus Gerinda berukuran 40 cm x 30 cm untuk penghalusan pada area yang memiliki pola rumit, (8) Mesin Profil dengan dimensi 90 cm x 30 cm untuk penghalusan pada bola bertingkat, dan (9) *Assembly dan Finishing* berukuran 200 cm x 300 cm sebagai area perakitan dan penyelesaian produk. Selain itu terdapat

dua area penyimpanan yaitu Tempat Bahan Baku berukuran 200 cm x 200 cm dan Tempat Limbah Kayu berukuran 200 cm x 150 cm.

Dari *Layout Existing* terlihat bahwa penempatan mesin dan stasiun kerja belum mempertimbangkan urutan proses produksi secara sistematis. Beberapa stasiun kerja yang seharusnya berdekatan karena memiliki aliran material yang tinggi justru ditempatkan berjauhan, sehingga menyebabkan jarak perpindahan material menjadi tidak efisien dan berpotensi meningkatkan ongkos material handling. Hal ini menjadi dasar untuk dilakukan perancangan ulang tata letak menggunakan metode *Systematic Layout Planning*.

4.2 Layout Aliran Material



Gambar 4. 2 Aliran Material *Layout Existing*

Tabel 4. 1 Tabel *From-To Chart Layout Existing*

Ke Dari	BB	MS	MB	MJ	MA40	MA60	PG	AD	MP	AF	SK	TOTAL
BB	0	20										20
MS		0	15	12							5	32
MB			0	10	5							15
MJ				0	10	2						12
MA40					0	20	0					20
MA60						0	60	20				80
PG						60	0	20	5	10		95
AD								0	15	20		35
MP									0	20		20
AF										0	20	20
AK											0	0
TOTAL	0	20	15	22	15	82	60	40	20	50	25	349

Keterangan :

BB: Tempat Bahan Baku

MS: Mesin Serkel

MB: Mesin Bor

MJ: Mesin Jigsaw

MA40: Mesin Amplas 40

MA60: Mesin Amplas 60

PG: Penghalusan Gerinda

AP: Amplas Dinamo

MP: Mesin Profil

AF: Area *Assembly* dan *Finishing*

AK : Area Penyimpanan Sisa Kayu/Produk Jadi

From-To Chart menunjukkan bahwa aliran material terbanyak terjadi pada rute Mesin Amplas 60 dengan Penghalusan Gerinda (120 trip/hari untuk perpindahan bolak-balik).

Hubungan ini menjadi titik kritis karena frekuensi perpindahan yang sangat tinggi.

Departemen lain dengan aliran tinggi meliputi Penghalusan Gerinda ke berbagai stasiun (95 trip/hari) dan Mesin Amplas 60 (80 trip/hari).

Pola aliran menunjukkan proses produksi yang sequential dengan beberapa percabangan untuk komponen berbeda. Proses dimulai dari Bahan Baku, melalui tahap pemotongan (Mesin Serkel, Bor, Jigsaw), penghalusan bertingkat (Mesin Amplas 40, 60, Gerinda, Amplas Dinamo), profiling, hingga *assembly*.

4.3 Data Jarak Antar Departemen

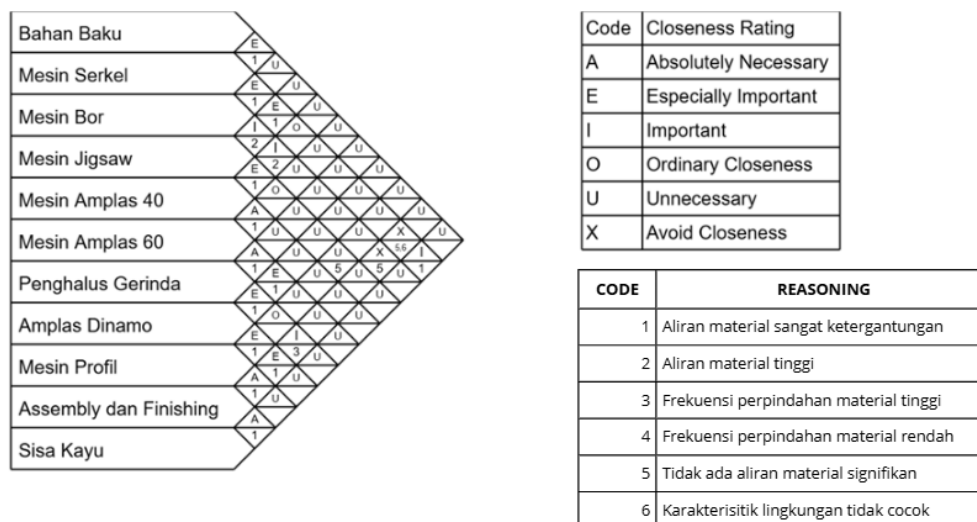
Tabel 4. 2 Data Jarak Antar Departemen

Dari	Ke	Jarak (m)
Tempat Bahan Baku	Mesin Serkel	4
Mesin Serkel	Mesin Bor	3
Mesin Bor	Mesin Jigsaw	1
Mesin Jigsaw	Mesin Amplas 40	2
Mesin Amplas 40	Mesin Amplas 60	0.8
Mesin Ampplas 60	Amplas Dinamo	0.3
Amplas Dinamo	Penghalus Gerinda	0.8
Penghalus Gerinda	Mesin Profil	1
Mesin Profil	<i>Assembly dan Finishing</i>	4

Data jarak antar departemen merupakan salah satu input utama dalam perhitungan ongkos *Material Handling* pada *layout existing*. Jarak diukur secara langsung menggunakan meteran dari titik pusat (centroid) satu departemen ke titik pusat departemen lainnya, mengikuti jalur perpindahan material yang aktual di rantai produksi. Pengukuran dilakukan untuk setiap pasangan departemen yang memiliki aliran material, baik secara langsung maupun melalui jalur tertentu.

Tabel 4.2 menunjukkan matriks jarak perpindahan material antar departemen pada kondisi *Layout Existing* UMKM Pengolahan Limbah Jati. Jarak diukur dalam satuan meter dan merepresentasikan rute terpendek yang dilalui oleh material dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja berikutnya dalam proses produksi. Data jarak ini kemudian akan dikombinasikan dengan data frekuensi perpindahan material dari *From-To Chart* untuk menghitung total jarak perpindahan dan ongkos *Material Handling* pada kondisi existing. Sebagai contoh, jarak dari Mesin Serkel ke Mesin Bor adalah 3 meter, dari Mesin Bor ke Mesin Jigsaw adalah 1 meter, dan dari Penghalusan Gerinda ke Mesin Profil adalah 1 meter. Data jarak ini menjadi dasar perhitungan baseline ongkos *Material Handling* yang akan dibandingkan dengan *layout* usulan hasil metode *Systematic Layout Planning*.

4.4 Activity Relationship Chart (ARC)



Berdasarkan gambar 4.3 terdapat beberapa hubungan kritis yang menjadi perhatian

Gambar 4. 3 Activity Relationship Chart

utama dalam perancangan *layout* usulan. Hubungan dengan kode A yang menunjukkan kebutuhan mutlak untuk berdekatan terlihat pada beberapa pasangan departemen seperti Mesin Amplas 40 dengan Mesin Amplas 60 yang memiliki proses berurutan wajib di mana semua material harus melalui kedua mesin ini secara berturut-turut, Mesin Amplas 60 dengan Penghalusan Gerinda yang merupakan hubungan paling kritis karena mengalami perpindahan bolak-balik material sebanyak 3 kali per unit produk sehingga jarak antar kedua mesin ini harus diminimalkan untuk mengurangi waktu dan biaya perpindahan yang sangat tinggi, Mesin Profil dengan *Assembly* dan *Finishing* yang merupakan tahap akhir proses penghalusan detail sebelum produk dirakit dan di-*finishing*, serta *Assembly* dan *Finishing* dengan Sisa Kayu yang menunjukkan bahwa semua produk jadi harus dipindahkan ke area penyimpanan.

Hubungan dengan kode E yang menunjukkan kepentingan sangat tinggi untuk berdekatan terlihat pada pasangan Bahan Baku dengan Mesin Serkel sebagai titik awal proses produksi, Mesin Serkel dengan Mesin Bor dan Mesin Jigsaw yang merupakan zona pemotongan dengan aliran material tinggi, serta beberapa hubungan di zona penghalusan dan *finishing* yang memerlukan aliran material yang efisien.

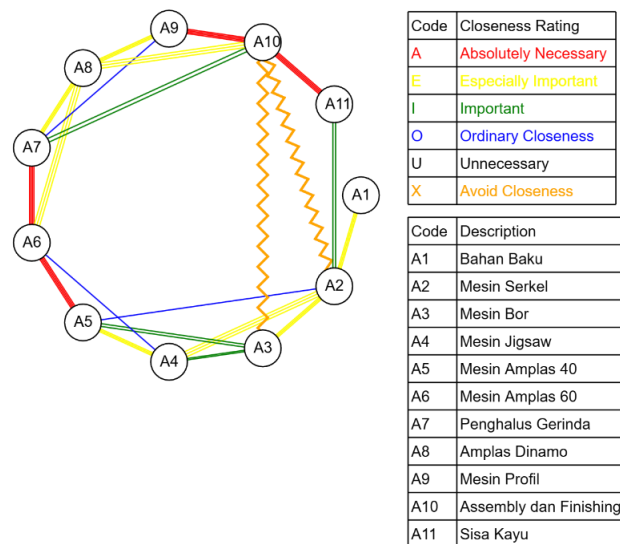
Hubungan dengan kode X yang menunjukkan kebutuhan pemisahan terlihat terutama antara mesin-mesin yang menghasilkan kebisingan tinggi dan debu seperti Mesin Serkel dan area penghalusan dengan *Assembly* dan *Finishing* yang membutuhkan lingkungan kerja yang

bersih dan tenang untuk proses perakitan dan *finishing* yang memerlukan presisi tinggi dan kualitas permukaan yang sempurna.

Implementasi dari ARC ini terhadap perancangan *layout* usulan adalah bahwa departemen-departemen dengan kode A harus ditempatkan sedekat mungkin dengan jarak maksimal 0.5 meter atau bahkan dalam satu area kerja yang terintegrasi jika memungkinkan, terutama untuk Mesin Amplas 60 dengan Penghalusan Gerinda yang merupakan titik kritis paling mempengaruhi total ongkos *Material Handling* karena frekuensi perpindahan bolak-balik yang sangat tinggi mencapai 120 perjalanan per hari. Departemen dengan hubungan kode E sebaiknya ditempatkan dalam radius 1-2 meter untuk mempertahankan efisiensi aliran material dan meminimalkan waktu perpindahan yang tidak produktif.

Departemen dengan kode I dapat ditempatkan dalam radius 2-4 meter dengan tetap mempertimbangkan kemudahan akses dan aliran material yang tidak berbelit-belit. Departemen dengan kode O dapat ditempatkan dengan jarak yang lebih fleksibel sesuai dengan ketersediaan ruang dan pertimbangan *layout* keseluruhan. Departemen dengan kode X harus dipisahkan minimal 5 meter atau dengan menggunakan partisi fisik seperti dinding pembatas, penyekat debu, atau barrier akustik untuk mengurangi kontaminasi debu dan meredam kebisingan yang dapat mengganggu kualitas kerja dan kualitas produk. Dengan mempertimbangkan semua hubungan dalam ARC ini secara sistematis, perancangan *layout* usulan diharapkan dapat menghasilkan konfigurasi tata letak yang optimal untuk meminimalkan ongkos material handling, meningkatkan efisiensi aliran material, mengurangi waktu perpindahan yang tidak produktif, dan menciptakan lingkungan kerja yang kondusif untuk setiap jenis proses produksi yang berbeda karakteristiknya.

4.5 Activity Relationship Diagram (ARD)



Gambar 4. 4 Activity Relationship Diagram

Tabel 4. 3 Arti Garis

Simbol	Deskripsi	Kode Garis	Kode Warna
A	Mutlak	4 Garis	Merah
E	Sangat Penting	3 Garis	Orange
I	Penting	2 Garis	Hijau
O	Cukup/Biasa	1 Garis	Biru
U	Tidak Penting	Tidak Ada Kode	Putih
X	Tidak Dikehendaki	—	Coklat

Activity Relationship Diagram (ARD) yang ditampilkan menggambarkan hubungan kedekatan antar 11 departemen produksi furniture berdasarkan intensitas aliran material dan kebutuhan operasional. Diagram ini menggunakan sistem kode warna dan simbol untuk menunjukkan tingkat kepentingan kedekatan antar departemen, mulai dari yang paling kritis (A - *Absolutely Necessary*) hingga yang harus dihindari (X - *Avoid Closeness*).

Hubungan dengan tingkat kepentingan tertinggi (kode A) ditunjukkan dengan garis merah pada diagram. Terdapat tiga pasangan departemen yang memiliki hubungan *Absolutely Necessary*, yaitu A6-A7 (Mesin Amplas 60 dengan Penghalus Gerinda), A7-A8 (Penghalus Gerinda dengan Amplas Dinamo), dan A9-A10 (Mesin Profil dengan *Assembly dan Finishing*). Hubungan-hubungan ini mengindikasikan adanya aliran material yang sangat intensif dan berurutan, dimana output dari satu departemen langsung menjadi input departemen berikutnya

tanpa ada proses antara. Sebagai contoh, proses pengamplasan dengan Mesin Amplas 60 harus langsung dilanjutkan ke Penghalus Gerinda untuk menghasilkan permukaan yang lebih halus, sehingga perpindahan material harus cepat dan efisien untuk menghindari bottleneck dalam produksi.

Tingkat kepentingan berikutnya adalah hubungan *Especially Important* (kode E) yang ditandai dengan garis kuning. Hubungan ini terlihat pada beberapa pasangan departemen seperti A1-A2 (Bahan Baku dengan Mesin Serkel), A2-A8 (Mesin Serkel dengan Amplas Dinamo), A8-A9 (Amplas Dinamo dengan Mesin Profil), dan A1-A11 (Bahan Baku dengan Sisa Kayu). Hubungan-hubungan ini menunjukkan aliran material yang signifikan dalam proses produksi. Misalnya, bahan baku kayu harus mudah diakses dari area penyimpanan menuju Mesin Serkel untuk proses pemotongan awal, dan hasil potongan tersebut kemudian berpindah ke Amplas Dinamo untuk proses *finishing*. Kedekatan antara A1 dan A11 juga penting untuk memudahkan pengelolaan limbah dan sisa material yang dihasilkan dari proses *cutting*.

Hubungan dengan kategori *Important* (kode I) ditunjukkan dengan garis hijau pada diagram. Terdapat beberapa hubungan dalam kategori ini, antara lain A2-A3 (Mesin Serkel dengan Mesin Bor), A10-A11 (*Assembly dan Finishing* dengan Sisa Kayu), dan A3-A4 (Mesin Bor dengan Mesin Jigsaw). Meskipun tidak sekritis kategori A dan E, hubungan-hubungan ini tetap memerlukan kedekatan yang baik untuk efisiensi aliran material. Komponen hasil pemotongan dari Mesin Serkel yang memerlukan proses pengeboran harus mudah dipindahkan ke area Mesin Bor, begitu juga dengan perpindahan dari Mesin Bor ke Mesin Jigsaw untuk proses pembentukan detail lebih lanjut.

Kategori *Ordinary closeness* (kode O) dengan garis biru menunjukkan hubungan kedekatan biasa yang tetap diperlukan namun tidak terlalu kritis. Hubungan ini terlihat pada A4-A5 (Mesin Jigsaw dengan Mesin Amplas 40) dan A5-A10 (Mesin Amplas 40 dengan *Assembly dan Finishing*). Beberapa komponen hasil dari Mesin Jigsaw perlu diamplas terlebih dahulu sebelum masuk ke proses berikutnya, sementara komponen lain yang sudah melalui Mesin Amplas 40 dapat langsung menuju ke area *Assembly dan Finishing* tanpa memerlukan proses tambahan.

Dari diagram terlihat adanya hubungan *avoid closeness* (kode X) yang ditandai dengan garis bergelombang coklat antara A9 dan A10 (Mesin Profil dengan *Assembly dan Finishing*). Meskipun terdapat aliran material yang kuat antara kedua departemen ini (ditunjukkan juga dengan kode A), namun keduanya perlu dipisahkan secara fisik. Hal ini disebabkan oleh pertimbangan operasional dimana proses profiling menghasilkan debu dan partikel kayu yang

cukup banyak, sehingga dapat mengkontaminasi area *finishing* yang memerlukan lingkungan kerja yang bersih. Pemisahan ini penting untuk menjaga kualitas produk akhir meskipun akan sedikit menambah jarak perpindahan material.

Berdasarkan ARD ini, terlihat bahwa aliran material dalam proses produksi *furniture* mengikuti pola *sequential flow* yang cukup jelas. Proses dimulai dari Bahan Baku (A1) yang kemudian dipotong di Mesin Serkel (A2), dilanjutkan dengan proses pembentukan di Mesin Bor (A3) dan Mesin Jigsaw (A4), kemudian melalui tahapan pengamplasan bertingkat mulai dari Mesin Amplas 40 (A5), Mesin Amplas 60 (A6), Penghalus Gerinda (A7), hingga Amplas Dinamo (A8). Setelah itu komponen masuk ke proses Profiling (A9) dan akhirnya ke *Assembly* dan *Finishing* (A10), dengan Sisa Kayu (A11) sebagai area pengelolaan limbah. Pola aliran ini menunjukkan karakteristik proses produksi yang berurutan dengan beberapa percabangan untuk komponen yang berbeda, yang mengindikasikan perlunya tata letak fasilitas yang mengikuti pola linier atau U-shaped untuk meminimalkan jarak perpindahan material dan meningkatkan efisiensi produksi secara keseluruhan.

4.6 Perhitungan Ongkos *Material Handling* (OMH)

Perhitungan Ongkos *Material Handling* pada tata letak fasilitas existing yang didasarkan pada setiap rute aliran material. Berdasarkan hasil perhitungan tabel 4.4 total jarak perpindahan material pada *Layout Existing* adalah 525 meter per hari dengan total frekuensi perpindahan sebanyak 349 kali dalam satu hari tingginya angka frekuensi yang dikombinasikan dengan total jarak. Pada lapangan kerja apabila semakin banyak jumlah perjalanan (trip) dan semakin jauh jarak tempuh antar stasiun kerja, maka semakin besar pula sumber daya (waktu dan tenaga) yang terbuang. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada reduksi total unit jarak-trip tersebut guna mencapai tata letak yang lebih ringkas dan efisien

Contoh perhitunagn OMH pada setiap perpindahan. Berikut adalah rumus OMH yang digunakan

$$OMH = \sum (F_{ij} \times D_{ij})$$

Keterangan :

- F_{ij} : Frekuensi perpindahan
- D_{ij} : Jarak antara lokasi stasiun

$$OMH = \sum (F_{ij} \times D_{ij})$$

$$OMH(\text{Bahan_Baku_ke_Mesin_Serkel}) = 3 \times 20 \text{ trip/hari}$$

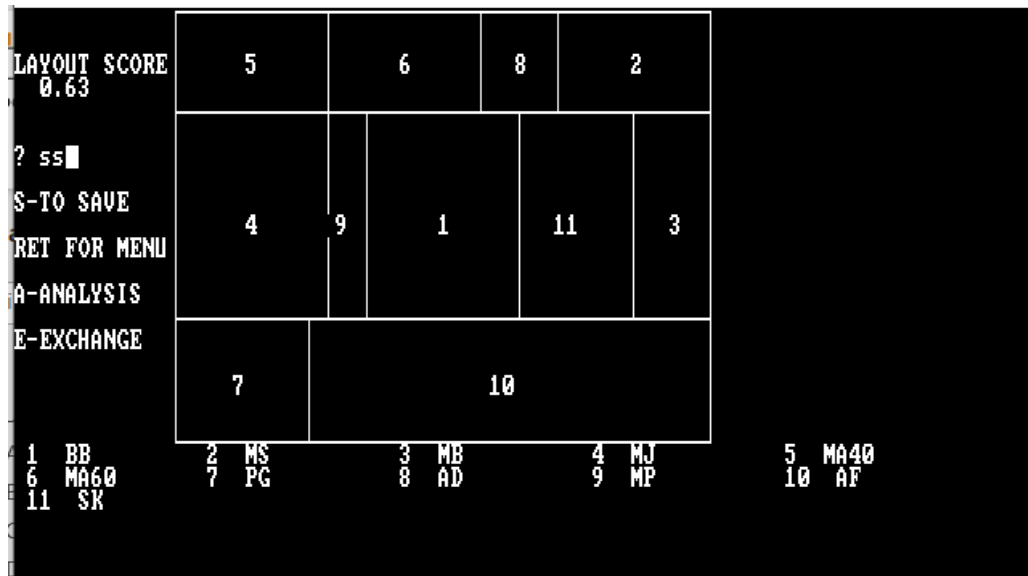
$$OMH(\text{Bahan}_{Baku_k} \text{e}_{Mesin_S} \text{erkel}) = 60 \text{ m /hari}$$

Tabel 4. 4 Perhitungan OMH *Layout Existing*

No	Dari	Ke	Jarak (m)	Frekuensi (trip/hari)	OMH
1	Bahan Baku	Mesin Serkel	3	20	60
2	Mesin Serkel	Mesin Bor	1	15	15
3	Mesin Serkel	Mesin Jigsaw	2	12	24
4	Mesin Serkel	Sisa Kayu	2.5	5	12.5
5	Mesin Bor	Mesin Jigsaw	0.4	10	4
6	Mesin Bor	Mesin Amplas 40	3	5	15
7	Mesin Jigsaw	Mesin Amplas 40	2	10	20
8	Mesin Jigsaw	Mesin Amplas 60	2.5	2	5
9	Mesin Amplas 40	Mesin Amplas 60	0.8	20	16
10	Mesin Amplas 60	Penghalusan Gerinda	0.8	60	48
11	Penghalusan Gerinda	Mesin Amplas 60	0.8	60	48
12	Mesin Amplas 60	Amplas Dinamo	0.3	20	6
13	Penghalusan Gerinda	Amplas Dinamo	1	20	20
14	Penghalusan Gerinda	Mesin Profil	0.8	5	4
15	Penghalusan Gerinda	<i>Assembly & Finishing</i>	1	10	10
16	Amplas Dinamo	Mesin Profil	0.5	15	7.5
17	Amplas Dinamo	<i>Assembly & Finishing</i>	3	20	60
18	Mesin Profil	<i>Assembly & Finishing</i>	4	20	80
19	<i>Assembly & Finishing</i>	Sisa Kayu	3.5	20	70
		TOTAL		349	525

4.7 Analisa *Layout* Usulan

1) Usulan 1



Gambar 4. 5 *Layout* Usulan 1

Gambar 4.5 merupakan tampilan block *layout* yang dihasilkan oleh *software* BLOCPLAN dengan *layout* score sebesar 0.63. *Layout* ini menunjukkan penempatan 11 departemen yang disusun dalam bentuk grid dengan konfigurasi tiga baris. Pada baris pertama terdapat departemen MA40 (dept 5), MA60 (dept 6), Amplas Dinamo (dept 8), dan Mesin Serkel (dept 2) yang tersusun secara horizontal. Baris kedua terdiri dari Mesin Jigsaw (dept 4), Mesin Profil (dept 9), Bahan Baku (dept 1), Sisa Kayu (dept 11), dan Mesin Bor (dept 3). Sedangkan baris ketiga menempatkan Penghalusan Gerinda (dept 7) dan *Assembly & Finishing* (dept 10).

		CENTROIDS		LENGTH	WIDTH	L/W
		X	Y			
1	BB	2.69	2.79	1.5	2.6	0.6
2	MS	4.62	4.74	1.5	1.3	1.2
3	MB	5.00	2.79	0.8	2.6	0.3
4	MJ	0.77	2.79	1.5	2.6	0.6
5	MA40	0.77	4.74	1.5	1.3	1.2
6	MA60	2.31	4.74	1.5	1.3	1.2
7	PG	0.67	0.74	1.3	1.5	0.9
8	AD	3.46	4.74	0.8	1.3	0.6
9	MP	1.73	2.79	0.4	2.6	0.1
10	AF	3.37	0.74	4.0	1.5	2.7
11	SK	4.04	2.79	1.2	2.6	0.4

Gambar 4. 6 Koordinat *Layout* Usulan 1

Secara keseluruhan pada gambar 4.6 dimensi departemen dalam *layout* ini sudah realistis dengan *Assembly & Finishing* (AF) sebagai area terluas 6m untuk mengakomodasi proses perakitan, diikuti oleh Bahan Baku (BB) sebesar . Sebaliknya, departemen dengan kebutuhan ruang minimal seperti Mesin Profil (MP) dan Mesin Bor (MB) memiliki luas terkecil, masing-masing hanya 1.04 m dan 2.08, yang dinilai memadai untuk operasional mesin tunggal.

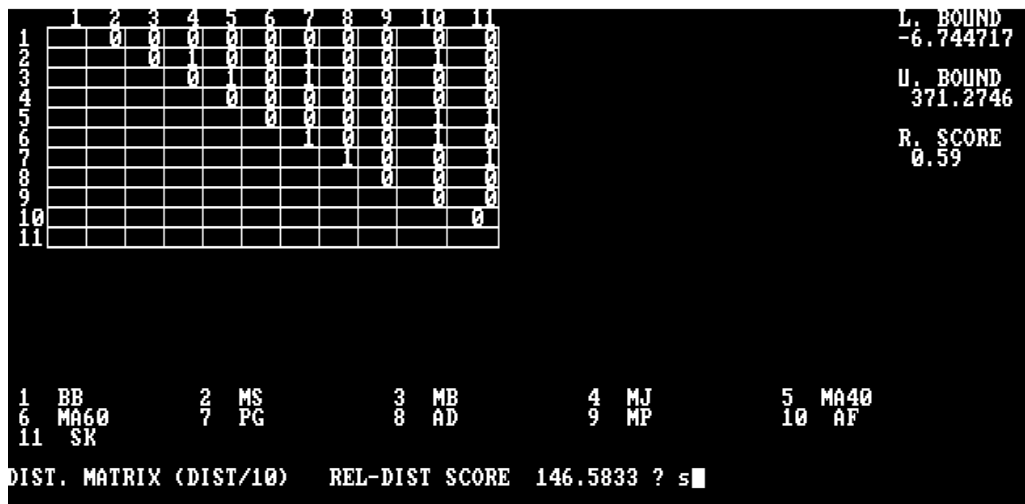
Masalah utama tata letak ini terletak pada inefisiensi jarak antara MA60 dan Penghalusan Gerinda (PG) yang mencapai 4.32 meter. Jarak ini tidak dapat diterima karena hubungan keduanya bersifat kritis (Kode A-6) dengan intensitas perpindahan material yang sangat tinggi, sehingga posisi yang berjauhan akan menghambat produktivitas. Di sisi lain, tata letak berhasil memisahkan Gerinda (PG) dan *Assembly & Finishing* (AF) dengan jarak 2.7 meter, yang secara teknis sudah memenuhi syarat kode X-1 untuk mencegah kontaminasi debu dan kebisingan pada proses akhir.

Berdasarkan analisis koordinat dan jarak ini, dapat disimpulkan bahwa problem utama *layout* ini terletak pada jarak MA60 dan Gerinda yang terlalu jauh sehingga *layout* perlu direvisi untuk memperbaiki konfigurasi kedua departemen kritis tersebut

		ADJACENCIES SATISFIED										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	BB	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
2	MS	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
3	MB	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
4	MJ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
5	MA40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
6	MA60	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
7	PG	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
8	AD	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
9	MP	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
10	AF	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
11	SK	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	

Gambar 4. 7 Adjancies Stisfied *Layout* Usulan 1

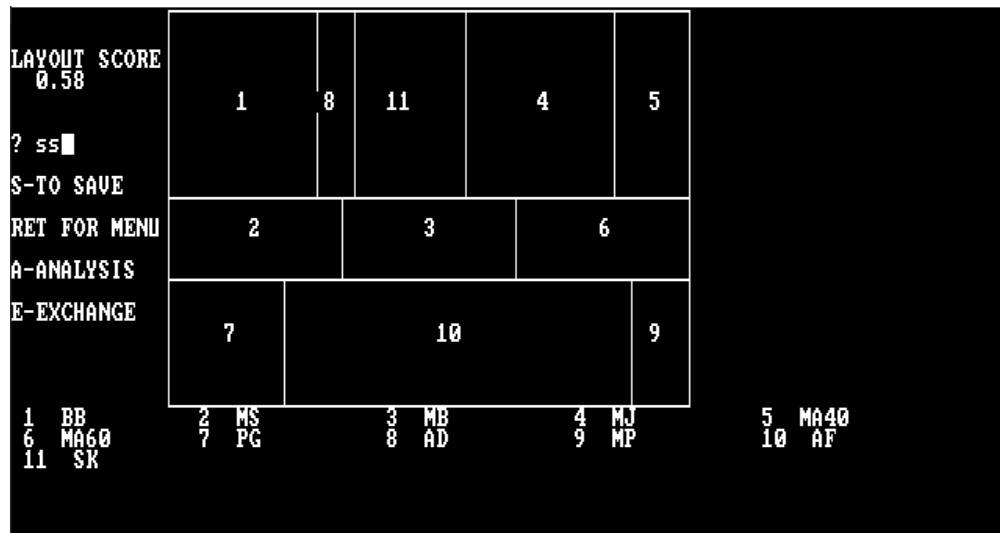
Analisis koordinat pada gambar 4.7 menunjukkan MA60 (2.31, 4.74) dan Penghalusan Gerinda (0.67, 0.74) terpisah 4.32 meter jarak yang terlalu jauh untuk hubungan kritis kode A-6 dengan frekuensi 120 trip/hari. Jarak MA40-MA60 sekitar 1.54 meter masih acceptable. Matriks *adjacencies* menunjukkan error kritis hubungan MA60-Gerinda tercatat sebagai "x" (*avoid closeness*) yang seharusnya "A" (*Absolutely Necessary*).



Gambar 4. 8 Distance Matrix *Layout* Usulan 1

Gambar keempat menampilkan *distance matrix* dan parameter evaluasi *layout* yang mencakup L_BOUND sebesar 6.74412 yang merupakan batas bawah optimal, U_BOUND sebesar 371.2746 sebagai batas atas terburuk, dan R_SCORE sebesar 0.59 yang mengukur seberapa baik *layout* memenuhi *requirement adjacency* dengan rentang nilai 0 hingga 1. Nilai R_SCORE sebesar 0.59 menunjukkan bahwa *layout* ini masih cukup rendah dan belum optimal, idealnya nilai R_SCORE minimal berada di atas 0.75. Selain itu, REL-DIST SCORE sebesar 146.5833 menunjukkan *weighted distance score* yang dihitung dari penjumlahan perkalian weight dan distance untuk semua pasangan departemen, dimana semakin rendah nilai ini semakin baik konfigurasi *layout*. Nilai-nilai score yang rendah ini mengkonfirmasi bahwa *layout* alternatif ini masih memiliki ruang *improvement* yang besar dan perlu dioptimasi lebih lanjut.

2) Usulan 2



Gambar 4. 9 *Layout* Usulan 2

Gambar diatas menampilkan *block layout* alternatif kedua yang dihasilkan oleh *software* BLOCPLAN dengan *layout score* sebesar 0.58, yang sedikit lebih rendah dibandingkan alternatif pertama (0.63). *Layout* ini menunjukkan konfigurasi penempatan 11 departemen dalam bentuk grid yang terdiri dari tiga baris dengan distribusi yang berbeda dari alternatif sebelumnya.

Konfigurasi *layout* ini menunjukkan beberapa perbaikan signifikan dibandingkan alternatif pertama. Aspek paling positif adalah penempatan Bahan Baku di posisi paling ujung kiri pada baris pertama, yang sangat sesuai dengan fungsinya sebagai starting point Proses produksi dan memungkinkan aliran material yang lebih linear dari kiri ke kanan. Selain itu, pada baris ketiga terlihat bahwa Penghalusan Gerinda (dept 7) dan *Assembly & Finishing* (dept 10) masih dipisahkan dengan jarak yang memadai meskipun berada pada baris yang sama, dimana terdapat departemen *Assembly & Finishing* di tengah yang berfungsi sebagai *buffer zone*, hal ini masih dapat memenuhi requirement kode X-1 untuk menghindari kontaminasi debu dan kebisingan dari Gerinda ke area *finishing*. Konfigurasi tiga baris dengan distribusi departemen yang tidak merata ini juga memberikan fleksibilitas ruang yang lebih baik, terutama pada baris ketiga yang memiliki area lebih luas untuk menampung proses penghalusan dan *finishing* yang memerlukan ruang kerja lebih besar.

		CENTROIDS		LENGTH	WIDTH	L/W
		X	Y			
1	BB	0.77	4.09	1.5	2.6	0.6
2	MS	0.90	2.23	1.8	1.1	1.6
3	MB	2.69	2.23	1.8	1.1	1.6
4	MJ	3.85	4.09	1.5	2.6	0.6
5	MA40	5.00	4.09	0.8	2.6	0.3
6	MA60	4.49	2.23	1.8	1.1	1.6
7	PG	0.60	0.84	1.2	1.7	0.7
8	AD	1.73	4.09	0.4	2.6	0.1
9	MP	5.09	0.84	0.6	1.7	0.4
10	AF	2.99	0.84	3.6	1.7	2.1
11	SK	2.50	4.09	1.2	2.6	0.4

Gambar 4. 10 Koordinat *Layout* Usulan 2

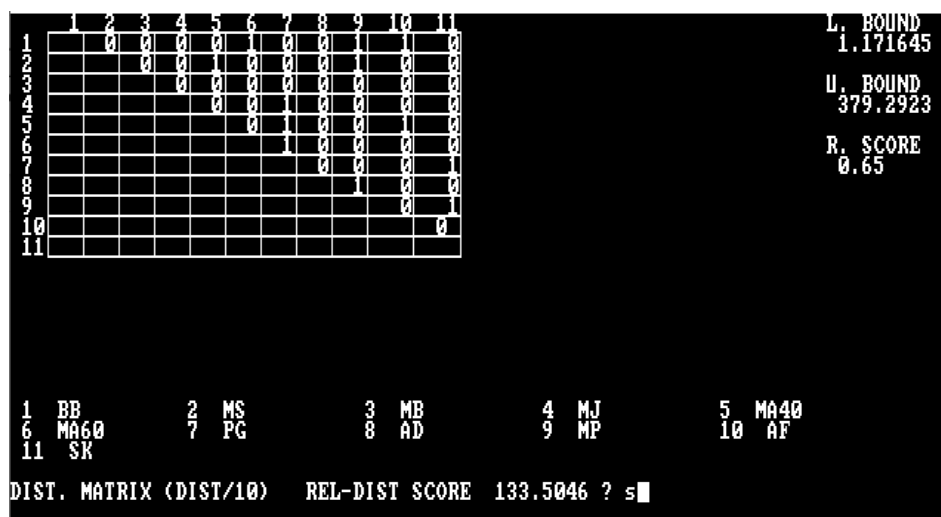
Gambar 4.10 yang berisi informasi koordinat menunjukkan bahwa hubungan kritis MA60 dan Penghalusan Gerinda (PG) masih terpisah sejauh 4.13 meter. Walaupun terdapat sedikit perbaikan sebesar 0.19 meter dibandingkan alternatif pertama, jarak ini tetap tidak ideal untuk memenuhi kriteria kedekatan mutlak (kode A-6) yang mensyaratkan jarak minimal guna menekan biaya penanganan material (OMH). Selain itu, jarak antara MA40 dan MA60 justru meningkat menjadi 1.93 meter, yang membuat aliran kerja antar mesin menjadi kurang efisien dibandingkan desain sebelumnya.

Jarak antara Penghalusan Gerinda (PG) dan *Assembly & Finishing* (AF) tercatat sebesar 2.39 meter. Meskipun jarak ini lebih pendek daripada alternatif pertama, posisinya masih dianggap memadai untuk memenuhi spesifikasi kode X-1 dalam meminimalisir risiko kontaminasi debu dan gangguan kebisingan terhadap area penyelesaian akhir. Secara keseluruhan, *layout* ini belum memberikan peningkatan signifikan pada area-area kritis yang membutuhkan kedekatan mutlak.

		ADJACENCIES SATISFIED									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	BB	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	MS	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	MB	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	MJ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	MA40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	MA60	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	PG	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	AD	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	MP	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	AF	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	SK	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Gambar 4. 11 Adjancies Stisfied *Layout* Usulan 2

Matriks *adjacencies satisfied* pada alternatif kedua menunjukkan peningkatan pemenuhan relasi pada beberapa departemen, seperti hubungan Bahan Baku (BB) dan Mesin Serkel (MS) yang kini berstatus *Especially Important* (E). Sektor akhir proses juga menunjukkan hasil positif dengan terpenuhinya syarat *Absolutely Necessary* (A) pada hubungan Mesin Profil (MP) ke *Assembly & Finishing* (AF) serta AF ke Sisa Kayu (SK). Namun, kendala utama tetap ditemukan pada hubungan MA60 dan Penghalusan Gerinda (PG) yang tercatat sebagai "x" (*avoid closeness*). Kondisi ini menyebabkan jarak antardepartemen tersebut tetap tidak efisien secara tata letak, sehingga aliran material yang seharusnya bersifat kritis masih terhambat oleh pemisahan jarak yang cukup jauh sebagaimana terjadi pada alternatif sebelumnya.

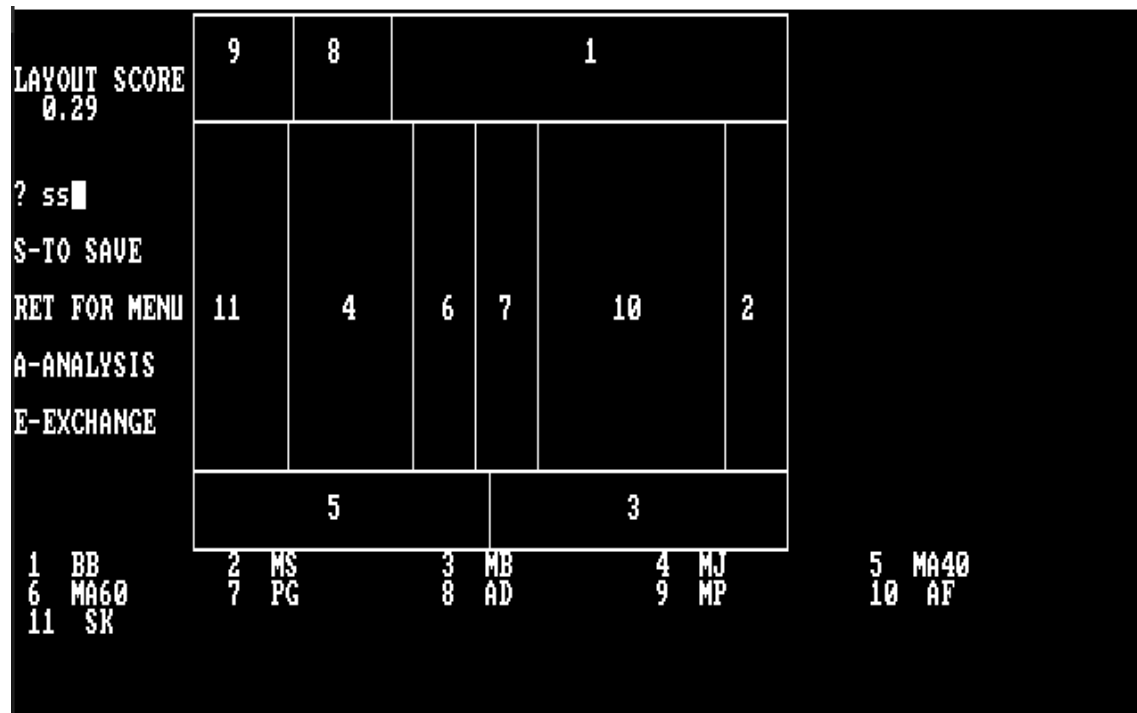


Gambar 4. 12 Distance Matrix *Layout Usulan 2*

Gambar 4.12 menampilkan *distance matrix* dan parameter evaluasi dimana L_BOUND sebesar 1.17145, U_BOUND sebesar 379.2923, dan R_SCORE sebesar 0.65. Nilai R_SCORE 0.65 ini menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan alternatif pertama yang hanya 0.59, mengindikasikan bahwa secara keseluruhan *layout* alternatif kedua ini lebih baik dalam memenuhi requirement adjacency meskipun masih belum mencapai nilai ideal di atas 0.75. REL-DIST SCORE menunjukkan nilai 133.5042 yang lebih rendah dibandingkan alternatif pertama (146.5833), penurunan sekitar 13 poin ini menunjukkan bahwa *layout* alternatif kedua berhasil mengurangi total weighted distance dan dengan demikian lebih efisien dalam hal penempatan departemen berdasarkan tingkat kepentingan kedekatannya. Perbaikan pada REL-DIST Score ini kemungkinan besar disumbangkan oleh penempatan Bahan Baku yang lebih baik di ujung sebagai starting point, serta konfigurasi beberapa departemen lain yang lebih optimal. Namun nilai R_SCORE 0.65 yang masih di bawah 0.75 dan permasalahan kritis pada jarak MA60-Gerinda yang masih 4.13 meter menunjukkan bahwa *layout* ini masih memerlukan

improvement lebih lanjut untuk dapat direkomendasikan sebagai *layout* usulan final yang benar-benar optimal.

3) Usulan 3



Gambar 4. 13 *Layout* Usulan 3

Gambar 4.13 menampilkan block *layout* alternatif ketiga dengan *layout* score sebesar 0.29 yang merupakan nilai paling rendah di antara ketiga alternatif yang telah dihasilkan. Konfigurasi *layout* ini menunjukkan beberapa aspek positif yang sangat signifikan, yang paling menonjol adalah penempatan MA60 dan Penghalusan Gerinda yang berdekatan secara horizontal pada baris kedua, dimana keduanya terletak bersebelahan langsung tanpa ada departemen lain yang memisahkan. Ini merupakan perbaikan fundamental yang sangat krusial karena kedua departemen ini memiliki hubungan paling kritis dengan kode A-6 yang memerlukan kedekatan mutlak untuk meminimalkan OMH dari perpindahan material bolak-balik 3 kali per unit produk. Selain itu, *Assembly & Finishing* juga berada pada baris yang sama dengan Gerinda namun terpisah oleh departemen lain di tengah, memberikan jarak yang cukup untuk menghindari kontaminasi debu dan kebisingan sesuai requirement kode X-1.

		CENTROIDS		LENGTH	WIDTH	L/W
		X	Y			
1	BB	3.59	4.83	3.6	1.1	3.2
2	MS	5.10	2.51	0.6	3.5	0.2
3	MB	4.04	0.37	2.7	0.7	3.6
4	MJ	1.42	2.51	1.1	3.5	0.3
5	MA40	1.35	0.37	2.7	0.7	3.6
6	MA60	2.27	2.51	0.6	3.5	0.2
7	PG	2.83	2.51	0.6	3.5	0.2
8	AD	1.35	4.83	0.9	1.1	0.8
9	MP	0.45	4.83	0.9	1.1	0.8
10	AF	3.97	2.51	1.7	3.5	0.5
11	SK	0.43	2.51	0.9	3.5	0.2

Gambar 4. 14 Koordinat *Layout* Usulan 3

Tabel

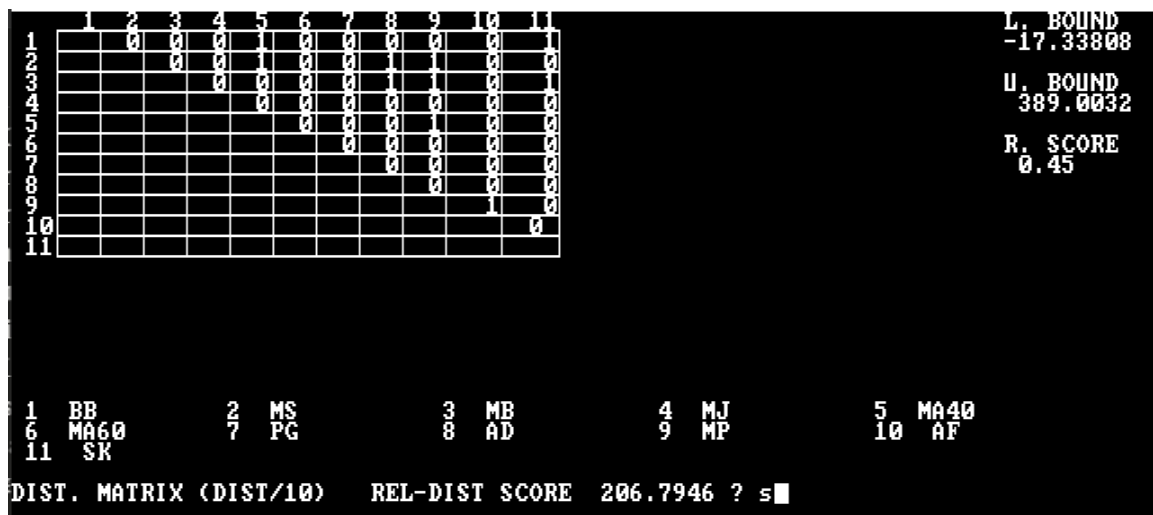
centroids pada gambar 4.14 menunjukkan koordinat dan dimensi setiap departemen dimana Bahan Baku berada pada (3.59, 4.83), Mesin Serkel pada (5.10, 2.51), MA60 pada (2.27, 2.51), Penghalusan Gerinda pada (2.83, 2.51), MA40 pada (1.35, 0.37), dan *Assembly & Finishing* pada (3.97, 2.51). Data koordinat ini sangat penting untuk menghitung jarak antar departemen kritis. Perhitungan jarak antara MA60 (2.27, 2.51) dengan Penghalusan Gerinda (2.83, 2.51) menunjukkan hasil yang sangat menggembirakan yaitu hanya 0.56 meter karena keduanya berada pada nilai Y yang sama (2.51) sehingga hanya terpisah secara horizontal sebesar 0.56 meter. Jarak ini sangat ideal dan memenuhi requirement kode A-6 yang mensyaratkan kedekatan mutlak untuk meminimalkan OMH dari perpindahan bolak-balik yang sangat sering, bahkan mendekati rekomendasi ideal kurang dari 0.5 meter untuk hubungan paling kritis ini.

Jarak antara MA40 (1.35, 0.37) dengan MA60 (2.27, 2.51) adalah 2.33 meter yang cukup jauh untuk requirement kode A-6, bahkan lebih jauh dari kedua alternatif sebelumnya. Jarak Penghalusan Gerinda (2.83, 2.51) dengan *Assembly & Finishing* (3.97, 2.51) adalah sekitar 1.14 meter yang masih cukup dekat namun masih acceptable untuk requirement X-1 mengingat keduanya berada pada baris yang sama namun tidak bersebelahan langsung.

		ADJACENCIES SATISFIED																			
												2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	BB	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	E	u	U	u	U	U	U	u	U	u
2	MS	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	e	u	u	u	u	u	U	u
3	MB	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	i	U	u	U	u	u	U	u
4	MJ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	E	U	u	U	U	u	U
5	MA40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	U	u	u	u	U
6	MA60	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	u	u	u	u
7	PG	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	e	u	U	u
8	AD	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	E	u	u
9	MP	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	a	U
10	AF	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	a
11	SK	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Gambar 4. 15 Adjancies Stisfied *Layout* Usulan 3

Matriks *adjacencies satisfied* pada alternatif ketiga menunjukkan hasil yang lebih optimal karena secara kebetulan berhasil memperbaiki kelemahan pada skenario sebelumnya. Poin paling krusial terlihat pada hubungan MA60 dan Penghalusan Gerinda (PG) yang kini menampilkan huruf "X" besar; hal ini menandakan bahwa sistem gagal memisahkan keduanya, yang justru menguntungkan karena secara fisik keduanya menjadi berdekatan sesuai kebutuhan alur kerja yang sebenarnya. Selain perbaikan pada sektor kritis tersebut, hubungan Bahan Baku (BB) dengan Mesin Serkel (MS) telah memenuhi status *Especially Important* (E), sementara hubungan MA40 dengan MA60 berhasil mencapai syarat *Absolutely Necessary* (A). Pada tahap akhir proses, relasi antara Mesin Profil (MP), *Assembly & Finishing* (AF), dan Sisa Kayu (SK) juga menunjukkan pemenuhan kode kedekatan yang baik. Secara keseluruhan, meskipun terdapat ketidaksinkronan interpretasi pada sistem, *layout* ini menghasilkan konfigurasi yang paling mendukung efisiensi per perpindahan material antara MA60 dan gerinda.



Gambar 4. 16 Distance Matrix *Layout Usulan 3*

Parameter evaluasi pada gambar keempat menunjukkan L_BOUND sebesar -17.83808 yang merupakan nilai negatif dan sangat rendah, U_BOUND sebesar 389.0035, dan R_SCORE sebesar 0.45 yang merupakan nilai paling rendah di antara ketiga alternatif. REL-DIST SCORE menunjukkan nilai 206.7946 yang jauh lebih tinggi dibandingkan alternatif pertama (146.58) dan kedua (133.50), mengindikasikan bahwa secara agregat *weighted distance* dalam *layout* ini lebih buruk. R_SCORE 0.45 yang sangat rendah menunjukkan bahwa *layout* ini memiliki banyak pasangan departemen dengan tingkat kepentingan kedekatan tinggi namun ditempatkan berjauhan-jauhan, meskipun untuk pasangan paling kritis MA60-PG justru sangat optimal.

4.8 Penghitungan Ongkos *Material Handling* Usulan

Contoh perhitungan OMH pada setiap perpindahan. Berikut adalah rumus OMH yang digunakan

$$OMH = \sum (F_{ij} \times D_{ij})$$

Keterangan :

- F_{ij} : Frekuensi perpindahan
- D_{ij} : Jarak antara lokasi stasiun

$$OMH = \sum (F_{ij} \times D_{ij})$$

$$OMH(\text{Bahan_Baku_ke_Mesin_Serkel}) = 1,5 \text{m} \times 20 \text{trip/hari}$$

$$OMH(\text{Bahan_Baku_ke_Mesin_Serkel}) = 30 \text{ m /hari}$$

Tabel 4. 5 Analisa OMH *Layout* Usulan 1

No	Dari	Ke	Jarak (m)	Frekuensi (trip/hari)	OMH
1	Bahan Baku	Mesin Serkel	1.5	20	30
2	Mesin Serkel	Mesin Bor	1	15	15
3	Mesin Serkel	Mesin Jigsaw	1.2	12	14.4
4	Mesin Serkel	Sisa Kayu	1.5	5	7.5
5	Mesin Bor	Mesin Jigsaw	0.4	10	4
6	Mesin Bor	Mesin Amplas 40	1	5	5
7	Mesin Jigsaw	Mesin Amplas 40	1	10	10
8	Mesin Jigsaw	Mesin Amplas 60	1.2	2	2.4
9	Mesin Amplas 40	Mesin Amplas 60	0.8	20	16
10	Mesin Amplas 60	Penghalusan Gerinda	0.6	60	36
11	Penghalusan Gerinda	Mesin Amplas 60	0.6	60	36
12	Mesin Amplas 60	Amplas Dinamo	0.3	20	6
13	Penghalusan Gerinda	Amplas Dinamo	0.5	20	10
14	Penghalusan Gerinda	Mesin Profil	0.8	5	4
15	Penghalusan Gerinda	<i>Assembly & Finishing</i>	1.2	10	12
16	Amplas Dinamo	Mesin Profil	0.5	15	7.5
17	Amplas Dinamo	<i>Assembly & Finishing</i>	1	20	20
18	Mesin Profil	<i>Assembly & Finishing</i>	1.2	20	24
19	<i>Assembly & Finishing</i>	Sisa Kayu	2	20	40
		TOTAL OMH			299.8

Contoh perhitungan OMH pada setiap perpindahan. Berikut adalah rumus OMH yang digunakan pada layout usulan 2

$$OMH = \sum (F_{ij} \times D_{ij})$$

Keterangan :

- F_{ij} : Frekuensi perpindahan
- D_{ij} : Jarak antara lokasi stasiun

$$OMH = \sum (F_{ij} \times D_{ij})$$

$$OMH(\text{Bahan_Baku_ke_Mesin_Serkel}) = 1,5 \times 20 \text{ trip/hari}$$

$$OMH(\text{Bahan_Baku_ke_Mesin_Serkel}) = 30 \text{ m /hari}$$

Tabel 4. 6 Analisa OMH Layout Usulan 2

No	Dari	Ke	Jarak (m)	Frekuensi (Trip/hari)	OMH
1	Bahan Baku	Mesin Serkel	1.5	20	30
2	Mesin Serkel	Mesin Bor	1	15	15
3	Mesin Serkel	Mesin Jigsaw	1.2	12	14.4
4	Mesin Serkel	Sisa Kayu	2	5	10
5	Mesin Bor	Mesin Jigsaw	0.4	10	4
6	Mesin Bor	Mesin Amplas 40	1.2	5	6
7	Mesin Jigsaw	Mesin Amplas 40	1	10	10
8	Mesin Jigsaw	Mesin Amplas 60	1.5	2	3
9	Mesin Amplas 40	Mesin Amplas 60	0.8	20	16
10	Mesin Amplas 60	Penghalusan Gerinda	0.8	60	48
11	Penghalusan Gerinda	Mesin Amplas 60	0.8	60	48
12	Mesin Amplas 60	Amplas Dinamo	0.3	20	6
13	Penghalusan Gerinda	Amplas Dinamo	0.8	20	16
14	Penghalusan Gerinda	Mesin Profil	0.8	5	4
15	Penghalusan Gerinda	<i>Assembly & Finishing</i>	1.2	10	12
16	Amplas Dinamo	Mesin Profil	0.5	15	7.5
17	Amplas Dinamo	<i>Assembly & Finishing</i>	1.5	20	30
18	Mesin Profil	<i>Assembly & Finishing</i>	1.5	20	30
19	<i>Assembly & Finishing</i>	Sisa Kayu	2	20	40
		TOTAL OMH			349.9

Contoh perhitungan OMH pada setiap perpindahan. Berikut adalah rumus OMH yang digunakan pada layout usulan 3

$$OMH = \sum (F_{ij} \times D_{ij})$$

Keterangan :

- F_{ij} : Frekuensi perpindahan
- D_{ij} : Jarak antara lokasi stasiun

$$OMH = \sum (F_{ij} \times D_{ij})$$

$$OMH(\text{Bahan_Baku_ke_Mesin_Serkel}) = 1,5 \text{ m} \times 20 \text{ trip/hari}$$

$$OMH(\text{Bahan_Baku_ke_Mesin_Serkel}) = 30 \text{ m /hari}$$

Tabel 4. 7 Analisa OMH *Layout* Usulan 3

No	Dari	Ke	Jarak (m)	Frekuensi (trip/hari)	OMH
1	Bahan Baku	Mesin Serkel	1.5	20	30
2	Mesin Serkel	Mesin Bor	1	15	15
3	Mesin Serkel	Mesin Jigsaw	1.2	12	14.4
4	Mesin Serkel	Sisa Kayu	2	5	10
5	Mesin Bor	Mesin Jigsaw	0.4	10	4
6	Mesin Bor	Mesin Amplas 40	1	5	5
7	Mesin Jigsaw	Mesin Amplas 40	1	10	10
8	Mesin Jigsaw	Mesin Amplas 60	1.2	2	2.4
9	Mesin Amplas 40	Mesin Amplas 60	0.8	20	16
10	Mesin Amplas 60	Penghalusan Gerinda	0.5	60	30
11	Penghalusan Gerinda	Mesin Amplas 60	0.5	60	30
12	Mesin Amplas 60	Amplas Dinamo	0.3	20	6
13	Penghalusan Gerinda	Amplas Dinamo	0.5	20	10
14	Penghalusan Gerinda	Mesin Profil	0.8	5	4
15	Penghalusan Gerinda	<i>Assembly & Finishing</i>	1.2	10	12
16	Amplas Dinamo	Mesin Profil	0.5	15	7.5
17	Amplas Dinamo	<i>Assembly & Finishing</i>	1	20	20
18	Mesin Profil	<i>Assembly & Finishing</i>	1	20	20
No	Dari	Ke	Jarak(m)	Frekuensi (trip/hari)	OMH
19	<i>Assembly & Finishing</i>	Sisa Kayu	2.5	20	50
TOTAL					296.3

Tabel 4. 8 Perbandingan Nilai OMH

	Usulan 1	Usulan 2	Usulan 3	Existing
OMH Usulan	299.8 m	349.9 m	296.3 m	-
OMH Existing				525.0

Tabel 4.8 menampilkan perbandingan nilai ongkos *Material Handling* (OMH) antara kondisi existing dan tiga alternatif *layout* usulan. Kondisi awal memiliki nilai OMH sebesar 525,0 meter per hari, sementara ketiga usulan menunjukkan perbaikan signifikan dengan Usulan 1

mencapai 299,8 meter, Usulan 2 sebesar 349,9 meter, dan Usulan 3 menghasilkan jarak terpendek yaitu 296,3 meter dengan efisiensi tertinggi 43,6%. *Layout* Usulan 3 terpilih sebagai konfigurasi optimal karena berhasil meminimalkan jarak perpindahan material hingga 43,6% dibandingkan kondisi awal, yang berarti penghematan waktu, biaya, dan tenaga dalam proses material handling.