

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Analisis Produk

Lantai produksi di PT Indonesia Plafon Semesta merupakan area utama untuk proses pembuatan plafon PVC. Perusahaan memproduksi berbagai jenis plafon yang berbeda dalam ukuran panjang mulai dari 3, 4, 5 meter dan dengan berbagai motif stiker. Proses produksi menggunakan sejumlah bahan utama, seperti resin, kalsium, *stabilizer*, *synox*, *wax*, dan bahan lainnya. Terdapat juga bahan *sticker* dan juga lem untuk menempelkan stiker tersebut. Selain itu, terdapat pula bahan tambahan berupa stiker dan kardus untuk keperluan pengemasan. Meskipun jenis plafon yang diproduksi beragam, keseluruhan produk melalui proses produksi yang sama tanpa perbedaan alur pengerjaan.

4.1.2 Proses Produksi

Proses produksi plafon di PT Indonesia Plafon Semesta diawali dengan pengantaran bahan baku ke divisi *mixer* untuk ditimbang. Semua bahan baku ditimbang kecuali kalsium dan resin yang sudah memiliki berat kemasan standar. Bahan baku yang ditimbang antara lain *stabilizer*, *synox*, *wax* dan lainnya, bahan baku yang telah ditimbang lalu dimasukkan ke mesin *mixer* untuk dicampur dengan bahan baku resin dan kalsium dengan perbandingan 4:1, 4 untuk resin dan kalsium dan 1 untuk *stabilizer*, *synox*, *wax* dan lainnya, dimana dalam sekali *mixer* mampu menghasilkan sekitar 5 dus plafon. Campuran bahan baku akan dicetak, diberi stiker, dan dipotong menggunakan mesin *extruder* di divisi produksi. Plafon yang telah diproduksi kemudian diperiksa untuk memastikan kualitasnya sesuai dengan standar perusahaan pada divisi *packing*. Produk yang sesuai standar perusahaan akan dikemas dan disimpan di gudang produk jadi. Sementara itu, plafon yang tidak sesuai standar akan melalui proses daur ulang di divisi *crusher* untuk dihancurkan, kemudian digiling pada divisi penggilingan tepung untuk dijadikan bahan baku kembali. Berdasarkan data operasional dan hasil wawancara dengan pihak

perusahaan, diketahui bahwa rata-rata sebesar 5% dari total *output* produksi tergolong sebagai produk cacat dan memerlukan penanganan ulang melalui proses daur ulang tersebut.

4.1.3 Data Jam Kerja

PT Indonesia Plafon Semesta beroperasi selama 2 minggu dengan jeda waktu libur 2 hari di minggu terakhir atau sekitar 26 hari kerja per bulan. Jadwal produksi beroperasi 24 Jam dengan membagi 3 *shift*, namun terdapat beberapa divisi yang hanya beroperasi dalam 1 *shift* yaitu divisi *crusher* dan penggilingan tepung. Kemudian untuk staf administrasi kantor bekerja mulai dari jam 08.00-17.00 WIB.

4.1.4 Data Dimensi Fasilitas

Dimensi fasilitas yang diperoleh ini nantinya akan digunakan dalam melakukan penyusunan fasilitas tata letak *existing* maupun tata letak usulan sehingga dimensi dari fasilitas-fasilitas tersebut dapat diketahui sesuai dengan dimensi nyatanya. Dimensi fasilitas ini dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Luas Area Tiap Fasilitas

No	Area	Luas(m ²)
1	Penerimaan dan keluar	42
2	Gudang Resin & Kalsium	112
3	Gudang <i>Sticker</i>	19
4	Gudang Produk Jadi 2	110
5	Gudang <i>Stabilizer</i> , <i>Synox</i> , <i>Wax</i> dll.	91
6	Gudang Kardus & Lem	57
7	<i>Mixing</i>	212
8	Produksi	355
9	<i>Packing</i>	137
10	Gudang Produk Jadi 1	153
11	<i>Crusher</i>	54
12	Penggilingan Tepung	67
13	Kolam Pendingin Air	80
14	Toilet 1	25
15	Toilet 2	18
16	Ruang Pekerja	34
17	Kantor	173
18	Parkir	1044
19	Pos Satpam	6

4.1.5 Alat *Material Handling*

Dalam proses *material handling* pada PT Indonesia Plafon Semesta terdapat 3 alat *material handling* yang digunakan yaitu *forklift*, *hand stacker* dan *manual handling*. Untuk *forklift* berjumlah 1 unit dan *hand stacker* berjumlah 2 unit. Adapun detail penggunaan masing-masing alat *material handling* dijelaskan tabel 4.2

Tabel 4. 2 Alat *Material Handling*

Dari	Ke	Alat <i>Material Handling</i>	Petugas
Gudang <i>Stabilizer</i> , <i>Synox</i> , <i>Wax</i> dll,	<i>Mixing</i>	<i>Forklift</i>	Divisi <i>Loading</i>
Gudang <i>Sticker</i>	Produksi	Manual	Divisi <i>Packing</i>
Gudang Resin & Kalsium	<i>Mixing</i>	<i>Forklift</i>	Divisi <i>Loading</i>
Gudang Kardus & Lem	<i>Packing</i>	Manual	Divisi <i>Packing</i>
<i>Mixing</i>	Produksi	<i>Hand stacker</i>	Divisi <i>Mixer</i>
Produksi	<i>Packing</i>	Manual	Divisi <i>Packing</i>
<i>Packing</i>	Gudang Produk Jadi 1	Manual	Divisi <i>Packing</i>
<i>Packing</i>	Gudang Produk Jadi 2	Manual	Divisi <i>Loading</i>
<i>Packing</i>	<i>Crusher</i>	Manual	Divisi <i>Packing</i>
<i>Crusher</i>	Penggilingan Tepung	Manual	Divisi <i>Loading</i>

4.1.6 Informasi Divisi Kerja

Pada lantai produksi PT Indonesia Plafon Semesta, saat ini terdapat 5 divisi kerja, yaitu *mixing*, Produksi, *packing*, *cruher*, penggilingan tepung dan *loading*. Pada stasiun kerja *mixing* terdapat 3 operator yang bertugas untuk menimbang bahan baku dan juga menjadi operator dari mesin *mixer*, setelah proses *mixer* selesai selanjutnya operator akan memasukkan bahan baku kedalam mesin *extruder*. Pada divisi produksi terdapat 3 orang operator yang bertugas dimana ketiga orang ini bertanggung jawab untuk melakukan *set up* dan inspeksi pada mesin *extruder*, setiap operator bertanggung jawab untuk 3 mesin *extruder* dan 1 operator bertanggung jawab untuk 4 mesin *extruder*. Pada divisi *packing* bertugas untuk mengemas produk plafon dengan kardus dimana operator divisi ini harus mengambil kardus dari gudang kardus, selain itu divisi ini bertugas untuk mengambil dan memasang *sticker* dan lem pada mesin *extruder*. Pada divisi *crusher*

terdapat 2 operator satu operator bertugas memasukkan produk cacat kedalam mesin *crusher* dan satu operator lagi bertugas untuk mengambil hasil *crusher* dari mesin tersebut. Pada divisi penggilingan tepung bertugas untuk menjadi operator mesin penggilingan. Pada divisi *loading* terdapat 5 orang pekerja 1 pekerja bertugas untuk pengoperasian *forklift*, *forklift* sendiri digunakan untuk *material handling* dari gudang kalsium dan resin, dan Gudang *Stabilizer*, *Synox*, *Wax* dan lainnya menuju divisi *mixer*, selain itu *forklift* juga bertugas mengambil hasil dari *crusher* menuju divisi penggilingan tepung karena jaraknya yang jauh, pada divisi *loading* juga terdapat 4 orang yang bertugas untuk mengambil produk yang sudah di *packing* menuju gudang produk jadi. Informasi mengenai divisi kerja ditunjukkan tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Informasi Divisi kerja

Divisi	Nama Mesin	Jumlah Mesin	Jumlah Operator
<i>Mixing</i>	<i>Mixer</i>	3	3
	Timbangan	1	
<i>Produksi</i>	<i>Extruder</i>	10	3
<i>Packing</i>	-	-	10
<i>Crusher</i>	<i>Crusher</i>	1	2
Penggilingan Tepung	Penggilingan <i>Pulverisasi</i>	1	1
<i>Loading</i>	-	-	4
	<i>forklift</i>	1	1

4.1.7 Waktu proses produksi

Pada rantai produksi proses pembuatan Plafon PVC terdapat 6 proses yang dilakukan. Waktu masing-masing di rantai produksi pembuatan Plafon ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Waktu Proses Produksi

No	Operasi	Waktu
1	Penimbangan	Ditentukan oleh jenis plafon yang di produksi
2	<i>Mixing</i>	<i>Constant</i> 15 menit
3	<i>Extruder</i>	Ditentukan oleh kecepatan mesin dan panjang plafon yang di produksi
4	<i>Packing</i>	Ditentukan oleh panjang plafon yang di produksi
5	<i>Crusher</i>	<i>Constant</i> 3 menit
6	Penggilingan Tepung	<i>Constant</i> 5 menit

Berdasarkan tabel 4.4 dapat diketahui bahwa terdapat operasi yang menggunakan waktu konstan yaitu *mixing*, *crusher* dan penggilingan tepung. Terdapat juga penimbangan, produksi dan *packing* yang ditentukan berdasarkan jenis dan panjang plafon yang diproduksi, sehingga di perlukan data pengamatan untuk menentukan distribusi dari masing-masing proses tersebut. Adapun data pengamatan untuk waktu proses ditunjukkan tabel 4.5.

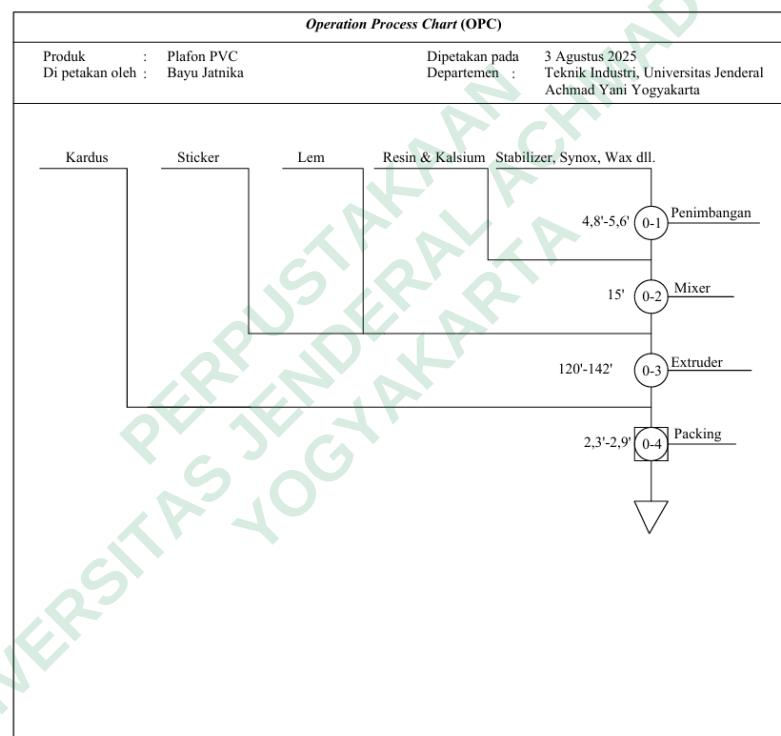
Tabel 4. 5 Hasil Pengamatan Waktu Proses Produksi

No	Pengamatan		
	Penimbangan	Extruder	Packing
1	5,00	125	2,4
2	5,40	134	2,7
3	5,10	127	2,5
4	4,90	129	2,4
5	5,20	130	2,5
6	5,20	135	2,6
7	5,00	126	2,4
8	5,30	133	2,6
9	5,40	137	2,7
10	5,50	132	2,6
11	4,80	120	2,5
12	5,60	142	2,8
13	4,90	136	2,9
14	5,30	130	2,5
15	5,10	129	2,5
16	5,50	140	2,7
17	5,20	131	2,5
18	5,50	124	2,9
19	5,00	120	2,4
20	5,30	131	2,5
21	5,10	128	2,4
22	4,80	122	2,5
23	5,20	130	2,5
24	5,00	140	2,8
25	5,20	130	2,4
26	5,30	132	2,6
27	5,60	138	2,9
28	5,50	135	2,7
29	4,90	123	2,3
30	5,20	130	2,5

4.2 Pengolahan Data

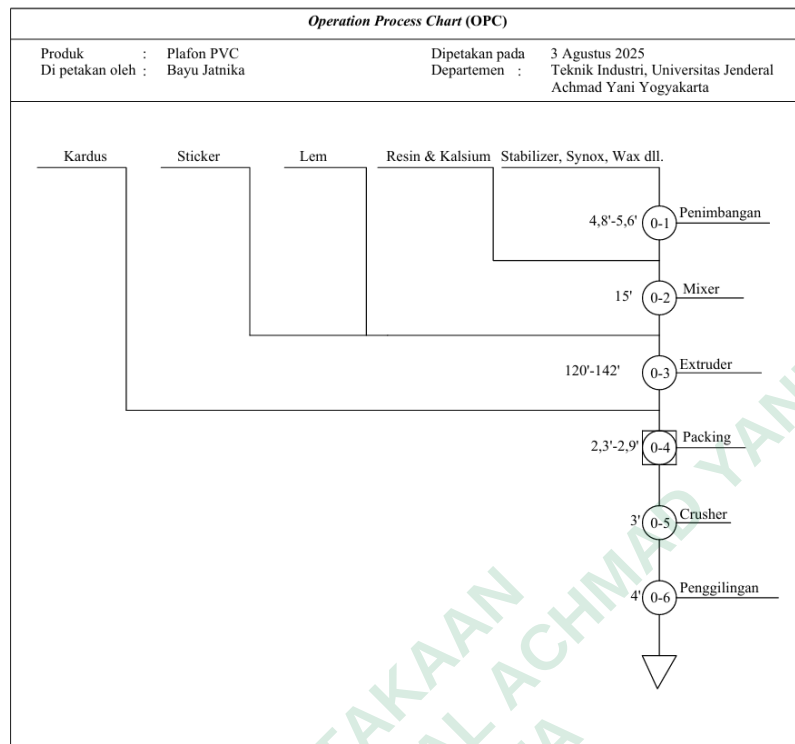
4.2.1 Analisis Alur Produksi

Pada tahap ini akan dilakukan analisis dari proses produksi plafon PVC dengan menggunakan *Operation Process Chart* (OPC). Pada proses pembuatan plafon PVC terdapat 2 OPC yaitu OPC untuk produk yang baik atau yang memenuhi standar kualitas perusahaan dan juga OPC untuk produk yang cacat. *Operation Process Chart* (OPC) dari pembuatan plafon PVC untuk produk yang bagus dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 OPC Produk Bagus

Sebagaimana dapat dilihat pada OPC dengan produk bagus memiliki 4 proses operasi yaitu penimbangan, *mixer*, *extruder* dan *packing*, selain itu terdapat 1 proses inspeksi dan penyimpanan di gudang produk jadi pada akhir proses. Selanjutnya adapun OPC untuk penanganan produk cacat ditunjukkan gambar 4.2.



Gambar 4. 2 OPC Produk Cacat

Sebagaimana dapat dilihat pada OPC dengan produk cacat memiliki 4 proses operasi, 1 proses inspeksi sama seperti OPC untuk produk bagus, namun pada OPC produk cacat terdapat 2 proses operasi tambahan yaitu *crusher* dan penggilingan tepung serta diakhiri penyimpanan di gudang produk cacat.

4.2.2 Analisis *Layout Exsisting*

Pada tahap ini akan dilakukan pembuatan dan analisis dari *layout exsisting* atau *layout* saat ini yang di terapkan di perusahaan.

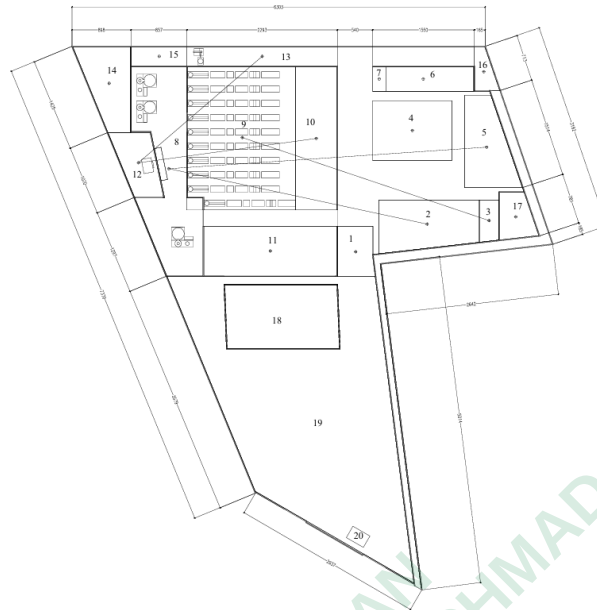
1. Pembuatan *Layout Existing* Keseluruhan

Pembuatan *layout* keseluruhan dimulai dengan pengambilan citra satelit area perusahaan menggunakan aplikasi Google Earth. Citra satelit ini digunakan sebagai dasar visual dalam merancang *layout* karena memberikan gambaran akurat mengenai kondisi dan batasan lahan perusahaan secara keseluruhan. Adapun gambaran *layout* perusahaan keseluruhan ditunjukkan gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Bentuk *Layout* Keseluruhan

Selanjutnya, citra satelit tersebut diimpor ke dalam aplikasi Autocad, kemudian dilakukan penyesuaian skala agar ukuran gambar sesuai dengan ukuran sebenarnya di lapangan. Penyesuaian skala ini sangat penting agar *layout* yang dibuat memiliki proporsi dan dimensi yang akurat serta dapat digunakan sebagai acuan dalam perancangan lebih lanjut. Setelah *layout* dasar dengan skala yang benar terbentuk, dilakukan pengukuran langsung di lapangan terhadap fasilitas-fasilitas yang ada di perusahaan. Pengukuran ini meliputi dimensi dan posisi fasilitas seperti gedung, mesin, area kerja, dan jalur transportasi. Data hasil pengukuran lapangan kemudian diinput dan disesuaikan ke dalam *layout* di Autocad agar *layout* yang dibuat benar-benar merefleksikan kondisi fisik di lapangan. Detail *layout* keseluruhan ditunjukkan gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Detail *Layout* Keseluruhan

2. Penentuan Titik Pusat Fasilitas *Layout Exsisting*

Berdasarkan *layout existing* keseluruhan, dilakukan penentuan titik pusat pada setiap fasilitas menggunakan aplikasi Autocad. Titik pusat ini berfungsi sebagai referensi posisi fasilitas untuk analisis jarak dan aliran material dalam proses perancangan tata letak. Adapun titik pusat dari tiap fasilitas ditunjukkan tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Titik Pusat *Layout Exsisting*

No	Area	X	Y
1	Penerimaan dan Keluar	43,4	31,4
2	Gudang Resin & Kalsium	54,3	27,2
3	Gudang <i>Sticker</i>	63,7	26,7
4	Gudang Produk Jadi 2	52,0	12,9
5	Gudang <i>Stabilizer</i> , <i>Synox</i> , <i>Wax</i> dll,	63,4	15,5
6	Gudang Kardus	54,7	5,1
7	Gudang Lem	47,0	5,1
8	<i>Mixing</i>	14,8	18,7
9	Produksi	26,1	14,0
10	<i>Packing</i>	37,4	14,1
11	Gudang Produk Jadi 1	30,4	31,3
12	<i>Crusher</i>	10,2	17,8
13	Penggilingan Tepung	29,1	1,6
14	Kolam Pendingin Air	5,8	5,7

No	Area	X	Y
15	Toilet 1	13,4	1,6
16	Toilet 2	62,9	4,0
17	Ruang Pekerja	67,8	26,1

3. Perhitungan Jarak Perpindahan *Layout Exsisting*

Setelah diketahui titik pusat setiap fasilitas selanjutnya dilakukan perhitungan jarak untuk setiap fasilitas yang memiliki alur proses. Perhitungan jarak menggunakan rumus *rectilinear* yaitu jarak yang diukur mengikuti jalur tegak lurus. Pemilihan sistem jarak *rectilinear* karena metode ini juga banyak dipakai karena kemudahan dalam memahami. Hasil pengukuran jarak *layout exsisting* ditunjukkan tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Jarak *Layout Exsisting*

Dari	Ke	Xi-Xj	Yi-Yj	Jarak (m)
Gudang <i>Stabilizer</i> , <i>Synox</i> , <i>Wax</i> dll.	<i>Mixing</i>	48,6	3,2	51,8
Gudang <i>Sticker</i>	Produksi	37,6	12,7	50,3
Gudang Resin & Kalsium	<i>Mixing</i>	39,5	8,5	48
Gudang Kardus	<i>Packing</i>	17,3	9	26,3
Gudang Lem	Produksi	20,9	8,9	29,8
<i>Mixing</i>	Produksi	11,3	4,7	16
Produksi	<i>Packing</i>	11,3	0,1	11,4
<i>Packing</i>	Gudang Produk Jadi 1	7	17,2	24,2
<i>Packing</i>	Gudang Produk Jadi 2	14,6	1,2	15,8
<i>Packing</i>	<i>Crusher</i>	27,2	3,7	30,9
<i>Crusher</i>	Penggilingan Tepung	18,9	16,2	35,1
Total				339,6

Berdasarkan tabel 4.7 dapat dihitung jarak antar fasilitas dari Gudang *Stabilizer*, *Synox*, *Wax* dll menuju *Mixing*. Titik koordinat Gudang *Stabilizer*, *Synox*, *Wax* dll titik koordinat X 63,4 dan Y 15,5. *Mixing* memiliki titik koordinat X 14,8 dan Y 18,7. Selanjutnya dihitung jarak *rectilinear* berdasarkan persamaan 2.1.

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

$$D_{ij} = |63,4 - 14,8| + |15,5 - 18,7|$$

$$D_{ij} = 51,8 \text{ m}$$

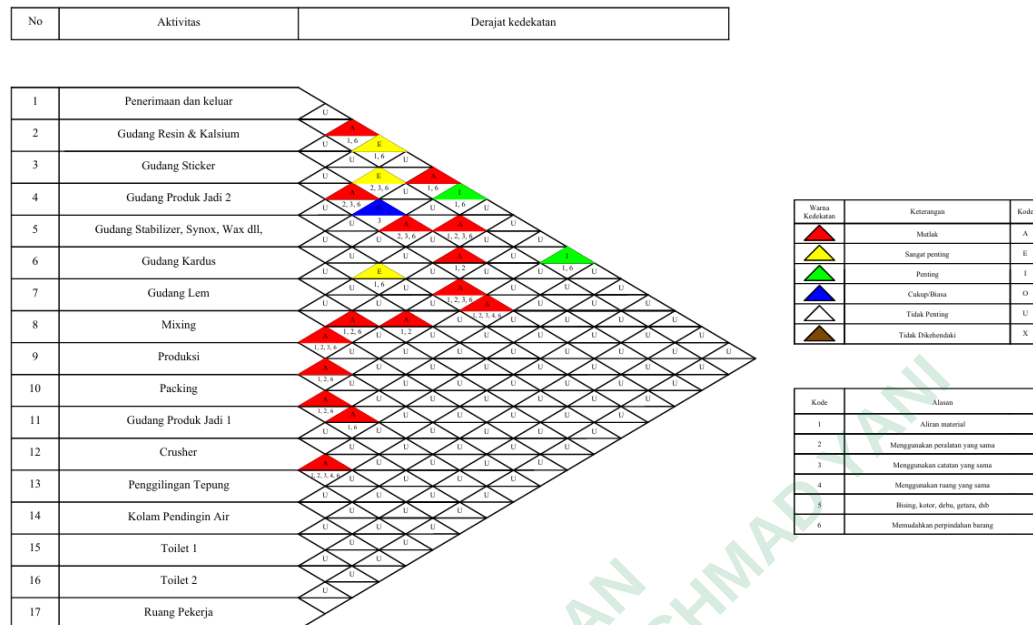
Setelah didapatkan keseluruhan jarak selanjutnya keseluruhan jarak tersebut dijumlahkan didapatkan jarak total dari *layout existing* sebesar 339,6 m.

4.2.3 Perancangan *Layout Usulan*

Setelah menganalisis *layout existing*, langkah selanjutnya adalah merancang tata letak usulan. Pada perancangan ini, area fasilitas seperti kantor, parkir, dan pos satpam tidak dimasukkan karena letaknya yang terpisah dari area produksi dan tidak menimbulkan kendala operasional. Selain itu, area tersebut juga dijadikan acuan penting dalam penempatan fasilitas produksi, mengingat keberadaan akses keluar untuk produk jadi yang akan dikirim serta akses masuk bahan baku yang akan diproses.

1. Pembuatan *Activity Relationship Chart* (ARC)

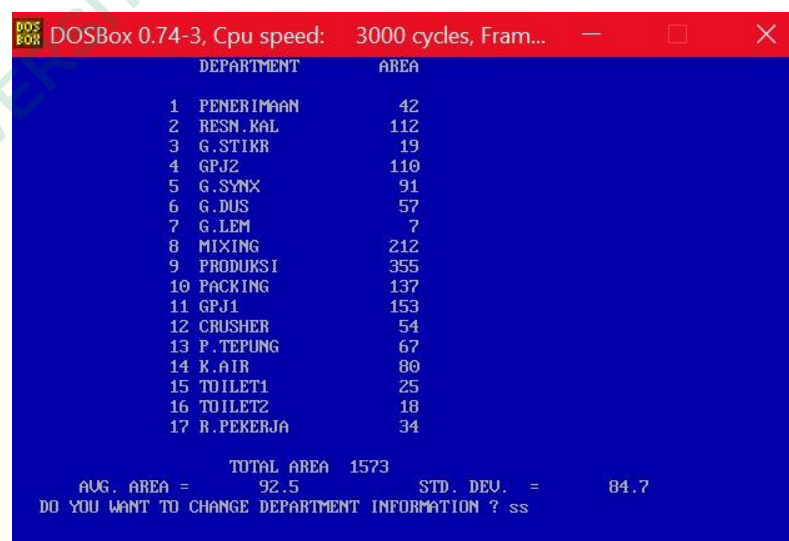
Pembuatan *Activity Relationship Chart* (ARC) dilakukan untuk mengetahui tingkat hubungan antar aktivitas yang terjadi di setiap area satu dengan area lainnya secara berpasangan. Hubungan tersebut dilihat dari beberapa aspek diantaranya adalah hubungan keterkaitan secara urutan aliran kerja, menggunakan peralatan yang sama, menggunakan catatan yang sama, menggunakan ruang yang sama, memudahkan perpindahan barang dan bising, kotor, debu, getaran, dsb. Berdasarkan hubungan antar aktivitas tersebut dan alasannya, maka ARC untuk seluruh area yang tersedia ditunjukkan gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Activity Relationship Chart (ARC)

2. Pembuatan AAD dengan BLOCPLAN

Dalam menentukan AAD dengan algoritma BLOCPLAN pada penelitian ini digunakan *software* Dosbox, dalam proses pembuatannya dibutuhkan luas area pada setiap fasilitas yang merujuk pada tabel 4.1 dan juga hubungan kedekatan fasilitas yang telah dianalisis sebelumnya pada gambar 4.5. *Input* luas area pada BLOCPLAN ditunjukkan gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Input Luas Area pada BLOCPLAN

Selain *input* luas area pada BLOCPLAN juga dibutuhkan *input* hubungan kedekatan antar fasilitas yang telah diidentifikasi pada ARC. Adapun *input* dari hubungan kedekatan ARC pada BLOCPLAN ditunjukkan gambar 4.7.

DOS
BOX

DOSBox 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Fram...

—

□

✕

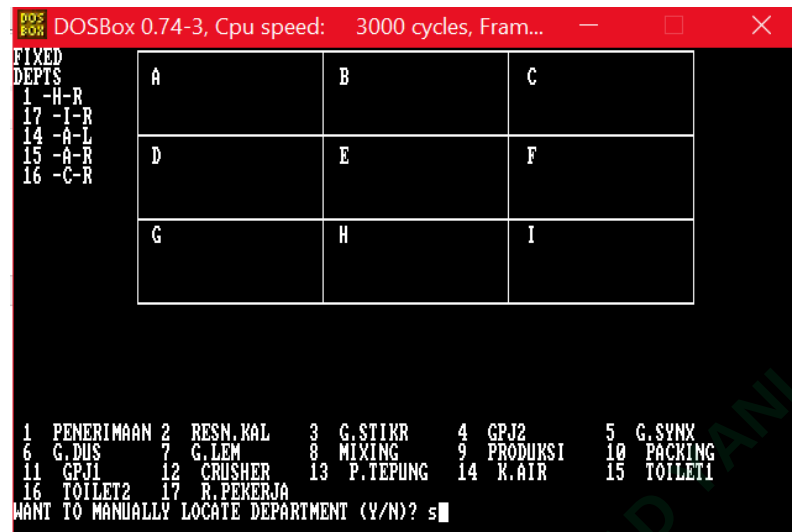
RELATIONSHIP CHART

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1 PENERIMAAN.	.	.	.	.	U	A	E	U	A	I	U	U	U	I	U	U	U
2 RESN. KAL.	.	.	.	.	U	U	E	U	U	A	U	U	U	U	U	U	U
3 G. STIKR.	.	.	.	.	U	A	U	A	U	A	U	U	U	U	U	U	U
4 GPJZ.	.	.	.	.	U	U	U	U	U	A	A	U	U	U	U	U	U
5 G. SYNX	.	.	.	.	U	U	E	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
6 G. DUS	.	.	.	.	U	U	U	U	A	U	U	U	U	U	U	U	U
7 G. LEM	.	.	.	.	U	U	U	U	A	U	U	U	U	U	U	U	U
8 MIXING	.	.	.	.	U	U	U	U	A	U	U	U	U	U	U	U	U
9 PRODUKSI	.	.	.	.	U	U	U	U	A	U	U	U	U	U	U	U	U
10 PACKING	.	.	.	.	U	U	U	U	A	U	U	U	U	U	U	U	U
11 GPJ1	.	.	.	.	U	U	U	U	A	U	U	U	U	U	U	U	U
12 CRUSHER	.	.	.	.	U	U	U	U	A	U	U	U	U	U	U	U	U
13 P. TEPUNG	.	.	.	.	U	U	U	U	A	U	U	U	U	U	U	U	U
14 K. AIR	.	.	.	.	U	U	U	U	A	U	U	U	U	U	U	U	U
15 TOILET1	.	.	.	.	U	U	U	U	A	U	U	U	U	U	U	U	U
16 TOILET2	.	.	.	.	U	U	U	U	A	U	U	U	U	U	U	U	U
17 R. PEKERJA.	.	.	.	.	U	U	U	U	A	U	U	U	U	U	U	U	U

WANT TO CHANGE RELATIONSHIP CHART (Y/N) ? s_

Gambar 4. 7 *Input* Hubungan Kedekatan ARC pada BLOCPLAN

Pada tahap perancangan tata letak dengan BLOCPLAN, beberapa area dipertahankan pada posisinya karena alasan teknis dan fungsional. Area penerimaan dan keluar tetap di tempat semula karena terhubung langsung dengan akses keluar-masuk gedung, sedangkan kolam pendingin tidak dipindah karena tidak mempengaruhi aliran material. Toilet 1 dan toilet 2 juga dipertahankan terpisah agar mudah diakses operator, sementara ruang pekerja tetap ditempatkan di sudut area produksi untuk menghindari kebisingan dan debu sehingga lebih nyaman digunakan istirahat. Area tetap (*fixed*) pada BLOCPLAN ditunjukkan gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Area Fixed pada Perancangan BLOCPLAN

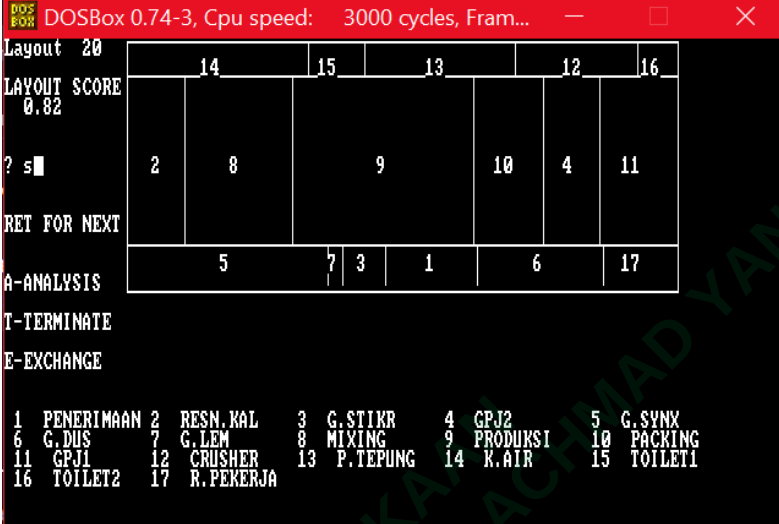
Setelah itu algoritma BLOCPLAN akan menghasilkan 20 *layout* alternatif tata letak yang ditampilkan dalam bentuk *output adjective score*, *r-score* dan *rel-dist score*. *Output layout* BLOCPLAN ditunjukkan pada gambar 4.9.

LAYOUT	ADJ. SCORE	REL-DIST SCORES	PROD	MOVEMENT
1	0.84 - 1	0.83 - 9	2800 - 4	0 - 1
2	0.74 -15	0.79 -15	3277 -15	0 - 1
3	0.72 -16	0.75 -17	3498 -18	0 - 1
4	0.75 -11	0.86 - 2	2804 - 5	0 - 1
5	0.76 - 7	0.80 -14	2951 -11	0 - 1
6	0.78 - 5	0.83 - 8	2822 - 8	0 - 1
7	0.76 - 7	0.82 -11	3075 -12	0 - 1
8	0.69 -18	0.76 -16	3360 -16	0 - 1
9	0.76 - 7	0.84 - 5	2946 -10	0 - 1
10	0.78 - 5	0.82 -12	3146 -14	0 - 1
11	0.80 - 3	0.83 -10	2764 - 3	0 - 1
12	0.66 -19	0.84 - 6	2819 - 7	0 - 1
13	0.75 -11	0.86 - 2	2804 - 5	0 - 1
14	0.78 - 4	0.84 - 4	2708 - 2	0 - 1
15	0.65 -20	0.74 -20	3675 -20	0 - 1
16	0.75 -11	0.83 - 7	2860 - 9	0 - 1
17	0.75 -10	0.75 -18	3385 -17	0 - 1
18	0.71 -17	0.80 -13	3100 -13	0 - 1
19	0.74 -14	0.75 -19	3670 -19	0 - 1
20	0.82 - 2	0.96 - 1	2018 - 1	0 - 1

Gambar 4. 9 Output Layout BLOCPLAN

Pemilihan *layout* terbaik sebagai *layout* usulan pada penelitian ini akan menggunakan tiga kriteria, sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Isnaini et al. (2024) dimana pemilihan *layout* terbaik didasarkan pada nilai *adjective score* dan nilai *r-score* tertinggi, selain itu juga didasarkan pada nilai *rel-dist score* terendah. Berdasarkan gambar 4.9, dapat dilihat bahwa *layout* dengan skor tertinggi adalah *layout* nomor 20. *Layout* ini memiliki nilai *adjective score* sebesar 0,82

dengan nilai *r-score* sebesar 0,96 dan *rel-dist score* terkecil sebesar 2018. Adapun susunan dari *layout* nomor 20 yang akan dijadikan sebagai *layout* usulan ditunjukkan gambar 4.10.



14	15	13	12	16
2	8	9	10	4
5	7	3	1	6
17				

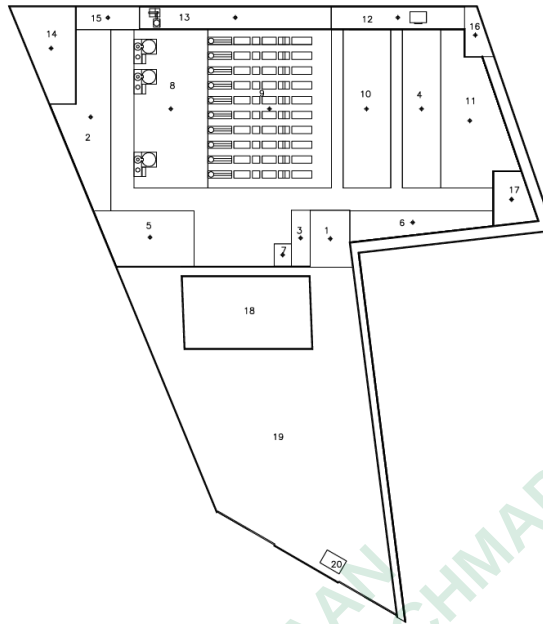
A-ANALYSIS
T-TERMINATE
E-EXCHANGE

1 PENERIMAAN	2 RESN.KAL	3 G.STIKR	4 GPJ2	5 G.SYNX
6 G.DUS	7 G.LEM	8 MIXING	9 PRODUKSI	10 PACKING
11 GPJ1	12 CRUSHER	13 P.TEPUNG	14 K.AIR	15 TOILET1
16 TOILET2	17 R.PEKERJA			

Gambar 4. 10 Pemilihan *Layout* Usulan

3. Penyesuaian *Layout*

Setelah didapatkan *layout* usulan selanjutnya dilakukan penyesuaian *layout* usulan terhadap bentuk lahan perusahaan dengan menggunakan autocad. Penyesuaian *layout* dilakukan dengan melibatkan area yang sebelumnya tidak dilakukan perancangan seperti kantor, parkir dan juga pos satpam agar area tersebut selaras dengan area yang sudah dirancang sebelumnya terutama area untuk keluar dan masuk pada area produksi. Adapun hasil penyesuaian *layout* usulan ditunjukkan gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Hasil Penyesuaian *Layout* Usulan

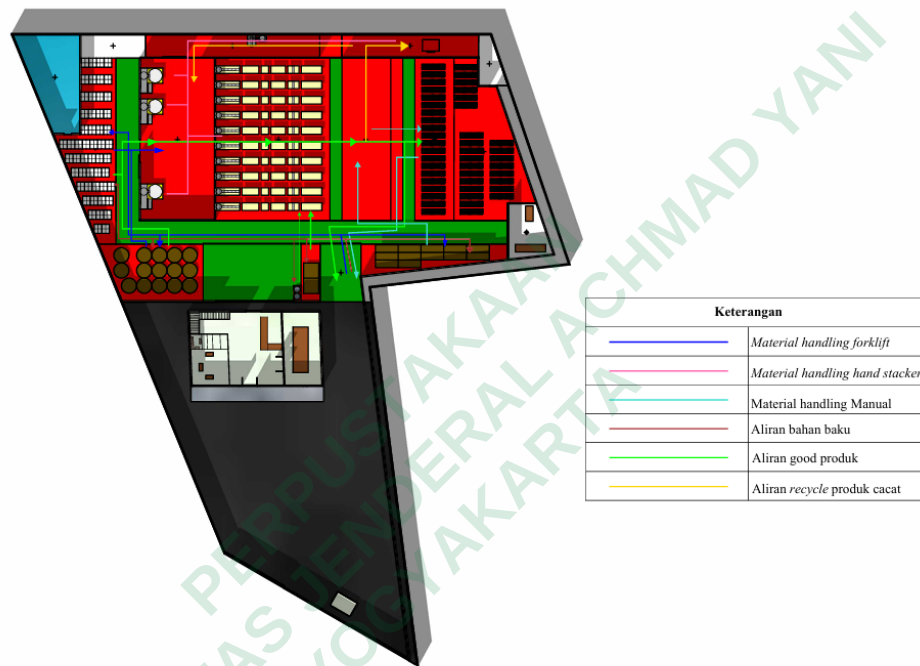
Keterangan nomor area pada *layout* dijelaskan tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Keterangan Nomor Area

No	Area
1	Penerimaan & Keluar
2	Gudang Resin & Kalsium
3	Gudang <i>Sticker</i>
4	Gudang Produk Jadi 2
5	Gudang <i>Stabilizer</i> , <i>Synox</i> , <i>Wax</i> dll,
6	Gudang Kardus
7	Gudang Lem
8	<i>Mixing</i>
9	Produksi
10	<i>Packing</i>
11	Gudang Produk Jadi 1
12	<i>Crusher</i>
13	Penggilingan Tepung
14	Kolam Pendingin Air
15	Toilet 1
16	Toilet 2
17	Ruang Pekerja
18	Kantor
19	Parkir
20	Pos Satpam

4. Pembuatan *Template Layout* Usulan

Setelah di dapatkan *layout* usulan selanjutnya akan dilakukan pembuatan *template* sebagai gambaran dari penempatan mesin dan juga jalur dari aliran produk dan bahan, selain itu terdapat juga informasi dari jalur untuk setiap sistem *material handling* yang digunakan perusahaan. Adapun *tempalte* yang didapatkan ditunjukkan gambar 4.12.



Gambar 4. 12 *Template Layout* Usulan

5. Penentuan Titik Pusat Fasilitas *Layout* Usulan

Berdasarkan *layout* usulan yang telah dilakukan penyesuaian dengan Autocad sebelumnya selanjutnya dilakukan analisis untuk menentukan titik pusat fasilitas dengan menggunakan Autocad. Titik pusat *layout* usulan ditunjukkan tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Titik Pusat *Layout* Usulan

No	Area	X	Y
1	Penerimaan dan keluar	43,4	31,4
2	Gudang Resin & Kalsium	11,1	15
3	Gudang <i>Sticker</i>	39,4	31,3
4	Gudang Produk Jadi 2	55,7	13,9
5	Gudang <i>Stabilizer</i> , <i>Synox</i> , <i>Wax</i> dll.	19,1	31,2
6	Gudang Kardus	54,5	29,2
7	Gudang Lem	37	33,6

No	Area	X	Y
8	<i>Mixing</i>	21,9	13,9
9	Produksi	35,2	13,9
10	<i>Packing</i>	48,3	13,9
11	Gudang Produk Jadi 1	62,2	15,5
12	<i>Crusher</i>	50,7	1,6
13	Penggilingan Tepung	28,8	1,6
14	Kolam Pendingin Air	576,7	573
15	Toilet 1	13,4	1,6
16	Toilet 2	62,9	4
17	Ruang Pekerja	67,8	26,1

6. Perhitungan Jarak *Layout* Usulan

Selanjutnya dilakukan perhitungan jarak dengan menggunakan rumus *rectilinear* sebagaimana yang telah dilakukan sebelumnya pada *layout exsisting*. Adapun hasil perhitungan jarak *layout* usulan ditunjukkan tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Perhitungan Jarak Material *Handling Layout* Usulan

Dari	Ke	Xi-Xj	Yi-Yj	Jarak (m)
Gudang <i>Stabilizer</i> , <i>Synox</i> , <i>Wax</i> dll,	<i>Mixing</i>	2,8	17,3	20,1
Gudang <i>Sticker</i>	Produksi	4,2	17,4	21,6
Gudang Resin & Kalsium	<i>Mixing</i>	10,8	1,1	11,9
Gudang Kardus	<i>Packing</i>	6,2	15,3	21,5
Gudang Lem	Produksi	1,8	19,7	21,5
<i>Mixing</i>	Produksi	13,3	0	13,3
Produksi	<i>Packing</i>	13,1	0	13,1
<i>Packing</i>	Gudang Produk Jadi 1	13,9	1,6	15,5
<i>Packing</i>	Gudang Produk Jadi 2	7,4	0	7,4
<i>Packing</i>	<i>Crusher</i>	2,4	12,3	14,7
<i>Crusher</i>	Penggilingan Tepung	21,9	0	21,9
Total				182,5

4.2.4 Evaluasi Hasil Perancangan Tata Letak

Setelah mendapatkan rancangan *layout* usulan selanjutnya akan dilakukan evaluasi terhadap *layout* usulan khususnya pada sistem produksi plafon di PT Indonesia Plafon. Tahap evaluasi akan dilakukan dengan menggunakan simulasi *software* Flexsim untuk melihat *output* produk, dan *traveled distance* akibat adanya perubahan tata letak dilantai produksi.

1. Uji Kecukupan Data

Dilakukan uji kecukupan data untuk memastikan jumlah sampel yang diperoleh sudah mewakili populasi. Dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) diperoleh indeks kepercayaan $k = 2$ dan tingkat ketelitian $s = 0,05$. Perhitungan N' menggunakan k , s , sebagaimana ditunjukkan contoh perhitungan uji kecukupan data pada data proses penimbangan $N > N'$ ($30 > 3,1$), sehingga data dinyatakan cukup. Perhitungan uji kecukupan data berdasarkan rumus 4.1.

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2 \quad (4.1)$$

$$N' = \left(\frac{2/0,05 \sqrt{24.383,4 - 24.336}}{156} \right)^2$$

$$N' = 3,1$$

Hasil perhitungan uji kecukupan data untuk data penimbangan, *extruder* dan *packing* ditampilkan pada tabel 4.11.

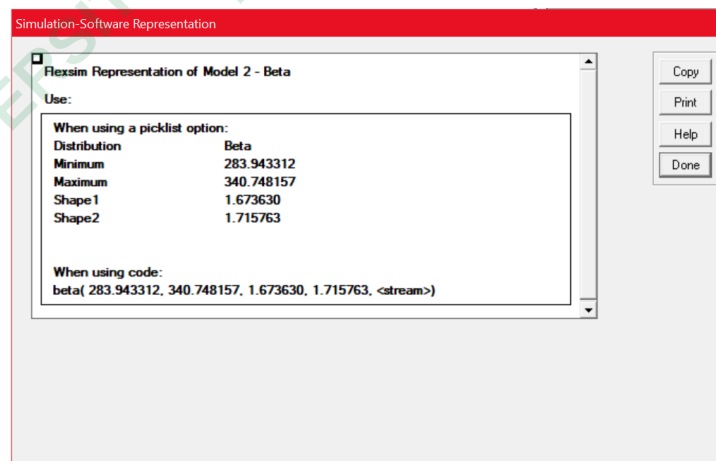
Tabel 4. 11 Perhitungan Uji Kecukupan

No	Pengamatan					
	Penimbangan	X^2	<i>Extruder</i>	X^2	<i>Packing</i>	X^2
1	5,00	25,00	115	13225	2,4	5,76
2	5,40	29,16	135	18225	2,7	7,29
3	5,10	26,01	122	14884	2,5	6,25
4	4,90	24,01	131	17161	2,4	5,76
5	5,20	27,04	130	16900	2,5	6,25
6	5,20	27,04	130	16900	2,6	6,76
7	5,00	25,00	145	21025	2,4	5,76
8	5,30	28,09	125	15625	2,6	6,76
9	5,40	29,16	138	19044	2,7	7,29
10	5,50	30,25	152	23104	2,6	6,76
11	4,80	23,04	142	20164	2,5	6,25
12	5,60	31,36	130	16900	2,8	7,84
13	4,90	24,01	110	12100	2,9	8,41
14	5,30	28,09	155	24025	2,5	6,25
15	5,10	26,01	150	22500	2,5	6,25
16	5,50	30,25	126	15876	2,7	7,29
17	5,20	27,04	129	16641	2,5	6,25
18	5,50	30,25	130	16900	2,9	8,41
19	5,00	25,00	150	22500	2,4	5,76

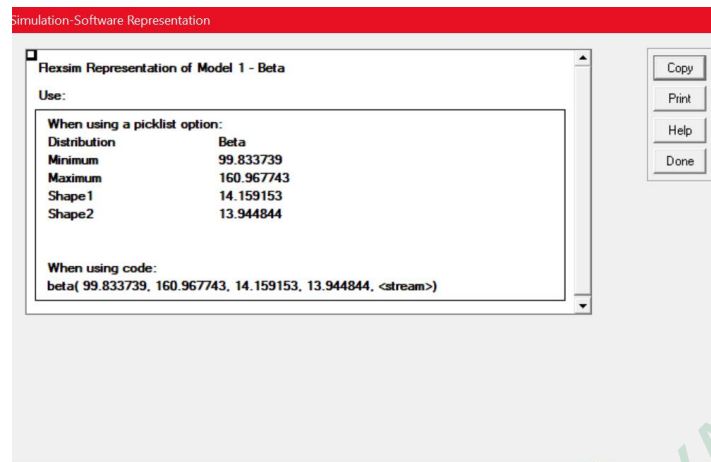
No	Pengamatan					
	Penimbangan	X^2	Extruder	X^2	Packing	X^2
20	5,30	28,09	128	16384	2,5	6,25
21	5,10	26,01	124	15376	2,4	5,76
22	4,80	23,04	112	12544	2,5	6,25
23	5,20	27,04	135	18225	2,5	6,25
24	5,00	25,00	130	16900	2,8	7,84
25	5,20	27,04	120	14400	2,4	5,76
26	5,30	28,09	118	13924	2,6	6,76
27	5,60	31,36	132	17424	2,9	8,41
28	5,50	30,25	155	24025	2,7	7,29
29	4,90	24,01	127	16129	2,3	5,29
30	5,20	27,04	140	19600	2,5	6,25
Jumlah	156,0	812,8	3966	528630	77,2	199,5
$N \times \sum X_i$	24383,4		15858900		5983,8	
$\sum X^2$	24336		15729156		5959,8	
$N \times \sum X_i$	47,4		129744		24,0	
N'	3,1		13		4,9	

2. Penentuan Distribusi Proses

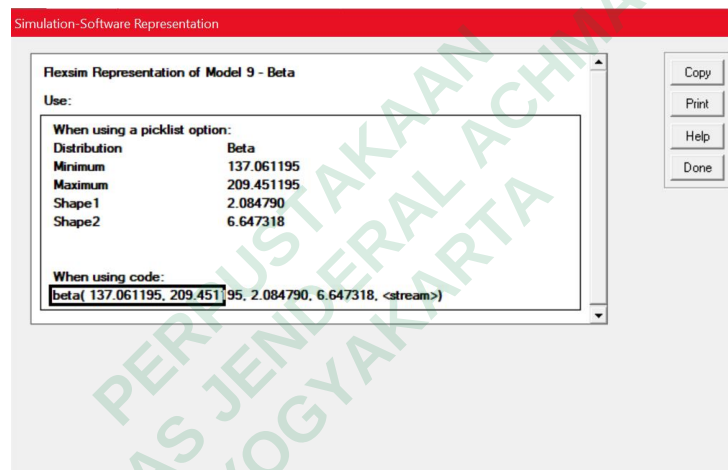
Setelah data waktu proses dinyatakan cukup selanjutnya ditentukan distribusi waktu proses menggunakan Expertfit pada Flexsim. Gambar 4.13 hingga gambar 4.15 menunjukkan distribusi dari proses penimbangan, *extruder* dan *packing*



Gambar 4. 13 Distribusi Waktu Proses Penimbangan



Gambar 4. 14 Distribusi Waktu Proses *Extruder*



Gambar 4. 15 Distribusi Waktu Proses *Packing*

Tabel 4.12 menjelaskan waktu proses produksi pada tiap mesin

Tabel 4. 12 Waktu Proses Tiap Mesin

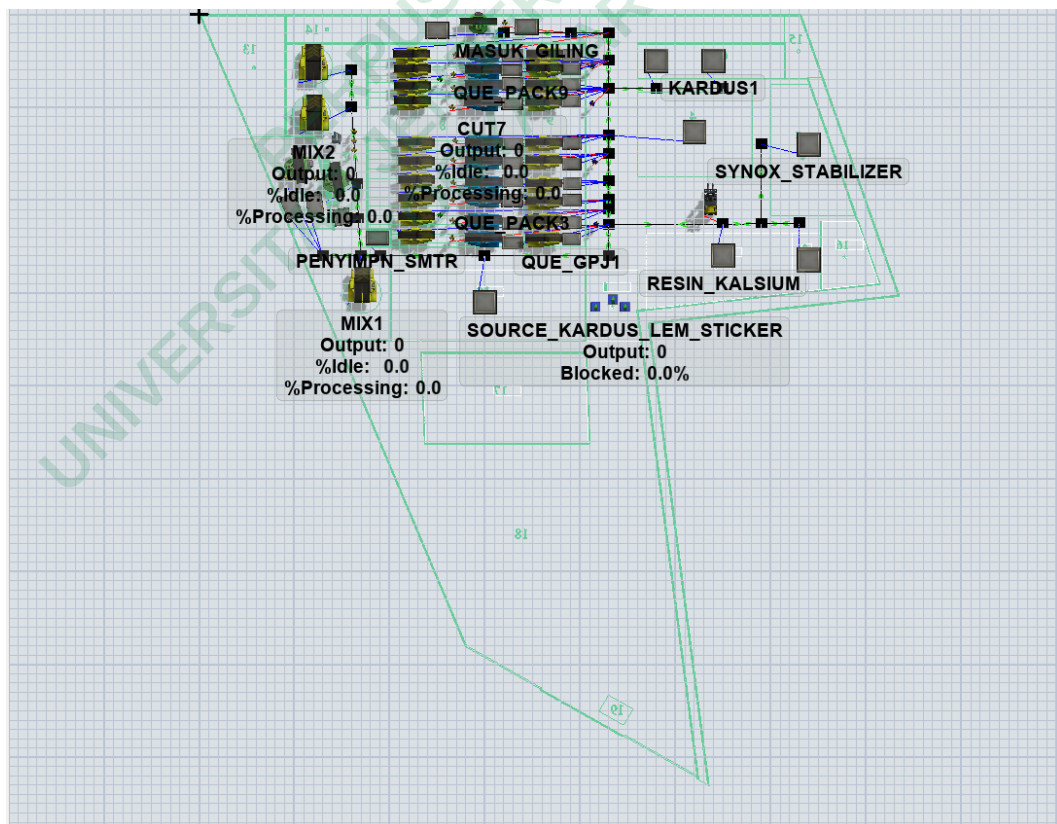
No	Operasi	Waktu
1	Penimbangan	beta(283.943312, 340.748157, 1.673630, 1.715763, 0) detik
2	<i>Mixing</i>	<i>Constant</i> 15 menit
3	<i>Extruder</i>	beta (99.833739, 160.967743, 14.159153, 13.944844,0) menit
4	<i>Packing</i>	beta(137.061195, 209.451195, 2.084790, 6.647318, 0) detik
5	<i>Crusher</i>	<i>Constant</i> 3 menit
6	Penggilingan Tepung	<i>Constant</i> 5 menit

Adapun cara membaca waktu distribusi pada tabel 4.12, sebagai contoh pada waktu proses penimbangan dimana memiliki waktu distribusi beta (283.943312,

340.748157, 1.673630, 1.715763, 0). Hasil *fitting* data dengan Expertfit menunjukkan bahwa distribusi yang sesuai dengan data proses penimbangan pada tabel 4.12 adalah *beta distribution* dengan batas waktu proses minimum 283,94 detik dan maksimum 340,75 detik. Artinya, waktu proses yang terjadi di sistem akan selalu berada di rentang tersebut. Distribusi ini memiliki dua parameter bentuk, yaitu Shape1 sebesar 1,67 dan Shape2 sebesar 1,72. Nilai parameter yang hampir seimbang menunjukkan bahwa sebaran data relatif simetris, sehingga peluang waktu proses berada di sekitar nilai tengah, sekitar 310 detik lebih besar dibandingkan ekstrem minimum atau maksimum.

3. Model Simulasi *Layout Existing*

Pada tahap ini, dilakukan pembuatan model simulasi untuk tata letak *layout existing* atau yang sedang berjalan di lapangan menggunakan perangkat lunak Flexsim. Tujuan dari pembuatan model simulasi ini adalah untuk merepresentasikan kondisi nyata proses produksi dan tata letak fasilitas yang ada secara virtual sehingga dapat dianalisis lebih lanjut. Hasil dari pembuatan model simulasi *layout existing* ditunjukkan gambar 4.16.



Gambar 4. 16 Model Simulasi *Layout Existing*

Dalam proses pembuatan model simulasi pembuatan plafon PVC memerlukan berbagi jenis objek *fixed resource*, *task executor* dan *travel network*. Penjelasan mengenai parameter dari objek-objek tersebut adalah sebagai berikut:

a. *Source*

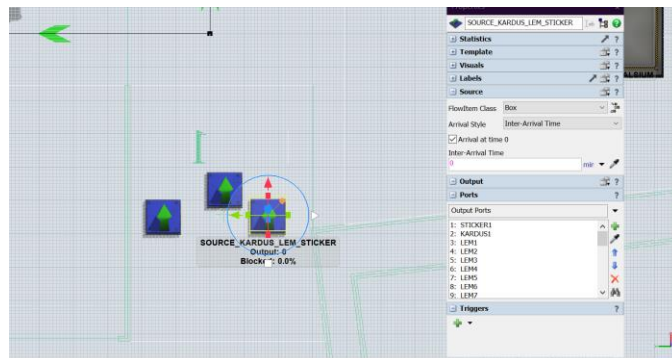
Dalam model simulasi pada Flexsim, *source* berperan sebagai titik awal aliran material dalam sistem. Objek ini berfungsi untuk menghasilkan entitas atau produk yang akan diproses lebih lanjut, baik secara kontinu maupun berdasarkan jadwal tertentu. Pada tahap ini, pengaturan *source* menjadi penting untuk menentukan parameter kedatangan, seperti waktu antar kedatangan (*interarrival time*), jumlah item per kedatangan (*batch size*), serta jenis produk yang dihasilkan. Terdapat 3 *source* yang merepresentasikan kedatangan bahan baku. Adapun parameter pada tiap *source* yang digunakan dijelaskan tabel 4.13

Tabel 4. 13 Daftar Objek Source

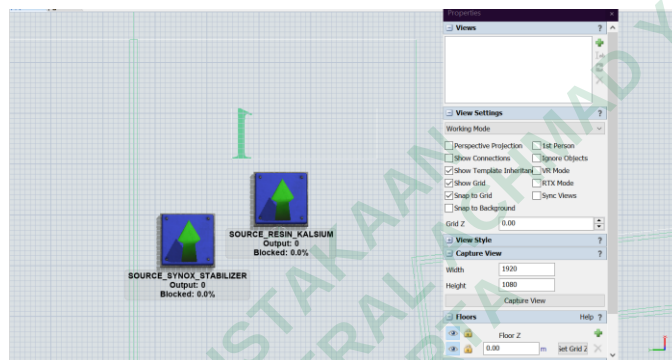
No	Nama	Arrival Style
1	Kardus, Lem dan sticker	<i>inter arrival time</i>
2	Resin dan kalsium	<i>arrival schedule</i>
3	<i>Stabilizer, Synox, Wax</i> dll.	<i>arrival schedule</i>

Untuk kedatangan bahan baku kardus, lem dan sticker pada *arival style* di *setting* sebagai *inter arrival time* dengan *setting* waktu 0, hal ini merepresentasikan sumber daya atau bahan baku yang selalu ada sepanjang jalannya simulasi, hal tersebut juga sejalan dengan kondisi sistem nyata dimana produksi plafon tidak pernah berhenti selama 24 jam.

Kedatangan material resin dan kalsium, serta *stabilizer*, *synox*, *wax*, dll, diatur menggunakan *arrival schedule* pada objek *source*. *Arrival schedule* ini berfungsi untuk menentukan kapan bahan tersebut akan dimunculkan di sistem, sehingga *transporter (forklift)* hanya akan mengambil material dari gudang pada waktu yang tepat, yaitu saat proses berikutnya memang membutuhkan bahan tersebut. Visualisasi objek *source* dijelaskan gambar 4.17 hingga gambar 4.18.



Gambar 4. 17 Objek *Source* Kardus, Lem dan Sticker



Gambar 4. 18 Objek *Source* Resin, Kalsium dan Stabilizer, Synox, Wax dll.

Repeat table dipakai untuk mengatur pengulangan pola kedatangan sesuai jadwal yang sudah kita buat, tanpa harus menulis ulang jadwalnya dari awal. Adapun data waktu kedatangan dari bahan baku Resin dan Kalsium dijelaskan tabel 4.14

Tabel 4. 14 Waktu Kedatangan Resin dan Kalsium

	<i>ArrivalTime</i>	<i>ItemName</i>	<i>Quantity</i>
<i>Arrival1</i>	0	<i>Product</i>	5
<i>Arrival2</i>	28	<i>Product</i>	5
<i>Arrival3</i>	170	<i>Product</i>	5
<i>Arrival4</i>	340	<i>Product</i>	5
<i>Arrival5</i>	440	<i>Product</i>	5
<i>Arrival6</i>	570	<i>Product</i>	5
<i>Arrival7</i>	700	<i>Product</i>	5
<i>Arrival8</i>	830	<i>Product</i>	5
<i>Arrival9</i>	960	<i>Product</i>	5
<i>Arrival10</i>	1440	<i>Product</i>	5
<i>Arrival11</i>	1600	<i>Product</i>	5
<i>Arrival12</i>	1760	<i>Product</i>	5

	<i>ArrivalTime</i>	<i>ItemName</i>	<i>Quantity</i>
<i>Arrival13</i>	1920	<i>Product</i>	5
<i>Arrival14</i>	2080	<i>Product</i>	5
<i>Arrival15</i>	2240	<i>Product</i>	5
<i>Arrival16</i>	2400	<i>Product</i>	5
<i>Arrival17</i>	2560	<i>Product</i>	5
<i>Arrival18</i>	2720	<i>Product</i>	5
<i>Arrival19</i>	2880	<i>Product</i>	5
<i>Arrival20</i>	3040	<i>Product</i>	5
<i>Arrival21</i>	3200	<i>Product</i>	5
<i>Arrival22</i>	3360	<i>Product</i>	5
<i>Arrival23</i>	3520	<i>Product</i>	5
<i>Arrival24</i>	3680	<i>Product</i>	5
<i>Arrival25</i>	3840	<i>Product</i>	5
<i>Arrival26</i>	4000	<i>Product</i>	5
<i>Arrival27</i>	4160	<i>Product</i>	5
<i>Arrival28</i>	4320	<i>Product</i>	5
<i>Arrival29</i>	4480	<i>Product</i>	5
<i>Arrival30</i>	4640	<i>Product</i>	5
<i>Arrival31</i>	4800	<i>Product</i>	5

Adapun waktu kedatangan untuk bahan baku *stabilizer*, *synox*, *wax*, dll. ditunjukkan tabel 4.15

Tabel 4. 15 Waktu Kedatangan *Stabilizer*, *Synox*, *Wax* dll.

	<i>ArrivalTime</i>	<i>ItemName</i>	<i>Quantity</i>
<i>Arrival1</i>	0	<i>Product</i>	20
<i>Arrival2</i>	480	<i>Product</i>	20
<i>Arrival3</i>	960	<i>Product</i>	20
<i>Arrival4</i>	1440	<i>Product</i>	20
<i>Arrival5</i>	1920	<i>Product</i>	20
<i>Arrival6</i>	2400	<i>Product</i>	20
<i>Arrival7</i>	2880	<i>Product</i>	20
<i>Arrival8</i>	3360	<i>Product</i>	20
<i>Arrival9</i>	3840	<i>Product</i>	20
<i>Arrival10</i>	4320	<i>Product</i>	20
<i>Arrival11</i>	4800	<i>Product</i>	20
<i>Arrival12</i>	5280	<i>Product</i>	20
<i>Arrival13</i>	5760	<i>Product</i>	20
<i>Arrival14</i>	6240	<i>Product</i>	20
<i>Arrival15</i>	6720	<i>Product</i>	20
<i>Arrival16</i>	7200	<i>Product</i>	20
<i>Arrival17</i>	7680	<i>Product</i>	20

	<i>ArrivalTime</i>	<i>ItemName</i>	<i>Quantity</i>
<i>Arrival18</i>	8160	<i>Product</i>	20
<i>Arrival19</i>	8640	<i>Product</i>	20
<i>Arrival20</i>	9120	<i>Product</i>	20
<i>Arrival21</i>	9600	<i>Product</i>	20
<i>Arrival22</i>	10080	<i>Product</i>	20
<i>Arrival23</i>	10560	<i>Product</i>	20
<i>Arrival24</i>	11040	<i>Product</i>	20
<i>Arrival25</i>	11520	<i>Product</i>	20
<i>Arrival26</i>	12000	<i>Product</i>	20
<i>Arrival27</i>	12480	<i>Product</i>	20
<i>Arrival28</i>	12960	<i>Product</i>	20
<i>Arrival29</i>	13440	<i>Product</i>	20
<i>Arrival30</i>	13920	<i>Product</i>	20
<i>Arrival31</i>	14400	<i>Product</i>	20

Perbedaan *quantity* pada kedua jenis bahan baku ini merepresentasikan komposisi dari keduanya yaitu 4:1 dimana pada proses produksi plafon PVC memerlukan sekitar 4 bagian resin dan kalsium dan juga 1 bagian dari *stabilizer*, *synox*, *wax*, dll.

b. *Queue*

Queue pada model simulasi berfungsi sebagai penampung sementara (*buffer*) bagi material sebelum diproses pada tahap selanjutnya. Keberadaan *queue* memastikan aliran material tetap berjalan lancar meskipun fasilitas atau mesin berikutnya sedang penuh atau sibuk. Selain itu, *queue* dalam simulasi tidak hanya berfungsi sebagai penampung sementara di antara proses, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai representasi gudang bahan baku maupun gudang produk jadi. Daftar dari objek *queue* ditunjukkan tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Daftar Objek *Queue*

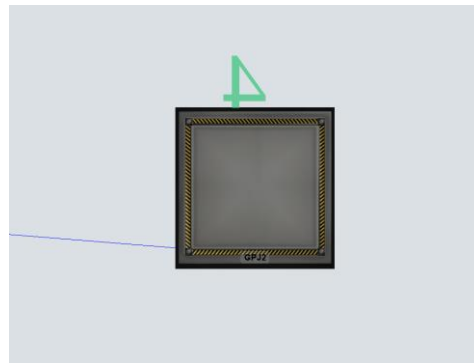
No	Nama	Jumlah pada model	Send to port		Perfom batching
1	Resin dan kalsium	1	<i>Fist available</i>	5	-
2	<i>Stabilizer, Synox, Wax</i> dll,	1	<i>Fist available</i>	20	-
3	Kardus	10	<i>Round robin</i>	20	-
4	Lem	10	<i>Round robin</i>	20	-
5	<i>Sticker</i>	10	<i>Round robin</i>	20	-

No	Nama	Jumlah pada model	Send to port		Perform batching
6	Penyimpanan sementara resin dan kalsium	1	Round robin if available	20	-
7	Penimbangan	1	Round robin if available	20	-
8	Que_packing	10	By percentage	1000	-
9	Que_GPJ	10	Round robin	1000	-
10	Gudang produk jadi 1	1	Fist available	10000	-
11	Gudang produk jadi 2	1	Fist available	10000	-
12	Masuk crush	1	Fist available	1000	-
13	Keluar crush	1	Fist available	1000	20
14	Masuk giling	1	Fist available	1000	-
15	Gudang produk cacat	1	Fist available	1000	-

Berdasarkan konfigurasi model, terdapat beberapa *queue* yang digunakan untuk merepresentasikan fungsi gudang dalam sistem. *Queue* untuk gudang bahan baku meliputi resin, kalsium, *stabilizer*, *synox*, *wax*, kardus, lem, dan stiker. Selain itu, terdapat *queue* yang digunakan sebagai gudang produk jadi, yaitu gudang produk jadi 1 dan gudang produk jadi 2, serta satu *queue* yang berfungsi sebagai gudang produk cacat.

Pengaturan *send to port* pada setiap *queue* disesuaikan dengan kebutuhan aliran material. *Round robin* digunakan untuk mengirim bahan secara bergantian, *first available* untuk mengirim ke tujuan yang tersedia terlebih dahulu, *round robin if available* untuk mengirim secara bergantian jika tujuan tersebut sedang tersedia dan *by percentage* untuk mengirimkan pada *port* selanjutnya berdasarkan persentase dimana pada *queue* di *setting* sebagai inspeksi antara produk cacat dan produk baik.

Setiap *queue* juga memiliki parameter *max content* yang menunjukkan kapasitas maksimum penyimpanan. Selain itu, pada beberapa *queue* diterapkan *perform batching*, yaitu pengaturan di mana item akan dikumpulkan hingga jumlah tertentu sebelum dikirim ke proses berikutnya. Dengan demikian, *queue* dalam model ini tidak hanya berfungsi sebagai tempat penampungan sementara, tetapi juga merepresentasikan kondisi gudang yang sesuai dengan sistem nyata. Visualisasi objek *queue* pada model simulasi *layout exsisting* ditunjukkan pada gambar 4.19



Gambar 4. 19 Objek Queue

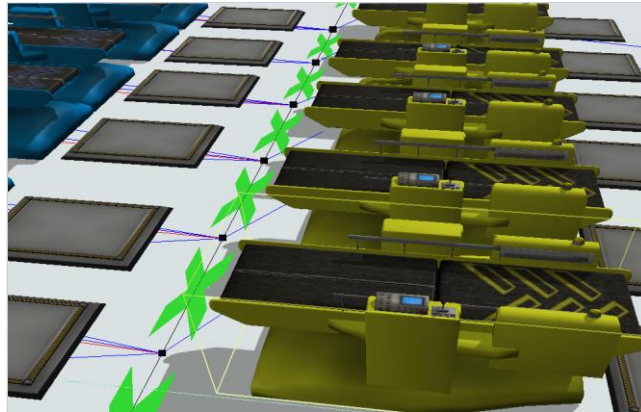
c. *Combiner*

Combiner digunakan untuk merepresentasikan proses yang menggabungkan 2 item atau lebih, dimana pada pemodelan ini terdapat 3 jenis *combiner* yang berbeda yaitu *combiner* pada proses *mixing* yang menggabungkan 2 item yaitu resin dan kalsium dengan *stabilizer*, *synox*, *wax* dll. selanjutnya terdapat juga *combiner extruder* yang menggabungkan hasil dari proses *mixing* dengan *sticker* dan lem, kemudian terdapat pula *combiner* dibagian *packing* yang menggabungkan antara hasil *extruder* dengan kardus. Adapun parameter dari setiap *combiner* dijelaskan tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Daftar Objek *Combiner*

No	Nama	Jumlah pada model	Process time	Send to port
1	Mixer	3	15	Round robin if available
2	Extruder	10	beta(99.833739, 160.967743, 14.159153, 13.944844, 0)	Round robin if available
3	Packing	10	beta(137.061195, 209.451195, 2.084790, 6.647318, 0)	Fist available

Visualisasi objek *combiner* pada model simulasi *layout exsisting* ditunjukkan pada gambar 4.20.

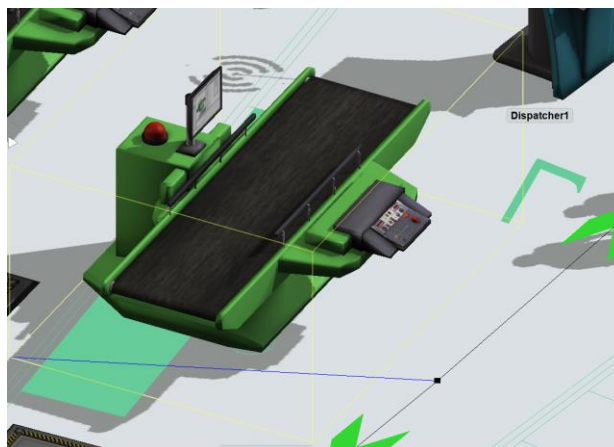
Gambar 4. 20 Objek *Combiner*d. *Processor*

Processor digunakan untuk merepresentasikan proses yang hanya memproses 1 item, terdapat 3 jenis *processor* pada model yaitu pada proses penimbangan, *crusher* dan penggilingan tepung. Adapun parameter dari tiap *processor* ditunjukkan tabel 4.18.

Tabel 4. 18 Daftar Objek *Processor*

No	Nama	Jumlah pada model	Process time	Send to port
1	Penimbangan	1	beta(283.943312, 340.748157, 1.673630, 1.715763, 0)	Round robin if available
2	<i>Crusher</i>	1	3	Fist available
3	Penggilingan tepung	1	5	Fist available

Visualisasi objek *processor* pada model simulasi *layout exsisting* ditunjukkan pada gambar 4.21.

Gambar 4. 21 Objek *Processor*

e. *Separator*

Separator digunakan untuk merepresentasikan suatu item menjadi beberapa bagian, dalam model pada proses sebelumnya yaitu *mixer* item akan di proses dalam *batch* dimana 1 *batch* proses tersebut dapat menghasilkan 5 item atau 5 kardus plafon PVC, begitu juga sama sebagaimana pada *combiner extruder* akan memproses dalam 1 *batch* dikarenakan kebutuhan bahan lem dan stiker merupakan untuk 1 *batch*. sehingga dibutuhkan separator untuk membagi item tersebut tanpa memerlukan waktu *process*, adapun parameter yang digunakan pada separator ditunjukkan tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Daftar Objek *Separator*

No	Nama	<i>Separator mode</i>	<i>Quantity</i>	<i>Process time</i>
1	<i>Cut</i>	<i>Split</i>	5	0

Visualisasi objek *separator* pada model simulasi *layout existing* ditunjukkan pada gambar 4.22.



Gambar 4.22 Objek *Separator*

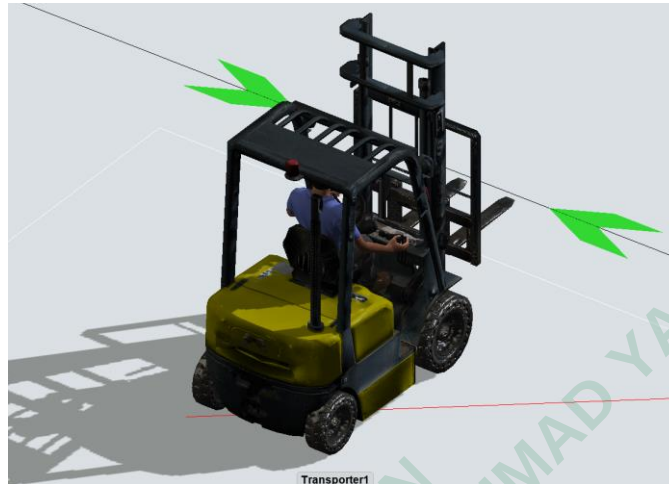
f. *Transporter (forklift)*

Transporter bertugas untuk mengantar bahan baku yaitu kalsium dan resin serta *stabilizer*, *synox*, *wax* dll, menuju proses *mixer*, selain itu *transporter* juga bertugas mengambil item dari divisi *crusher* menuju divisi penggilingan tepung. Adapun parameter yang digunakan untuk *transporter* ditunjukkan tabel 4.20.

Tabel 4. 20 Daftar Objek *Transporter (forklift)*

No	Nama	<i>Capacity</i>	<i>Max speed (m/s)</i>	<i>Break to</i>
1	<i>Transporter</i>	20	2,2	<i>Same destination</i>

Visualisasi objek *Transporter* pada model simulasi *layout exsisting* ditunjukkan pada gambar 4.23.



Gambar 4. 23 Objek *Transporter*

g. Operator

Operator digunakan untuk mengoprasikan mesin dan *material handling*, pada operator *mixing* seharusnya menggunakan *hand stacker* untuk *material handling* namun dikarenakan tidak dapat terdefinisikan maka solusinya yaitu untuk mengurangi kecepatan dari operator sebagai representasi dari pemakaian *hand stacker* sesuai dengan kondisi aktual di perusahaan, adapun parameter yang digunakan untuk operator pada setiap divisi ditunjukkan tabel 4.21.

Tabel 4. 21 Operator

No	Operator	Capacity	Max speed (m/s)	Jumlah Operator
1	Mixer	1	1	3
2	Extruder	1	1,5	3
3	Packing	1	1,5	10
4	Crusher	1	1,5	2
5	Penggilingan tepung	1	1,5	1
6	Loading	1	1,5	4

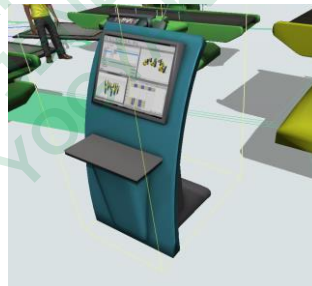
Visualisasi objek *operator* pada model simulasi *layout exsisting* ditunjukkan pada gambar 4.24.



Gambar 4. 24 Objek Operator

h. *Dispatcher*

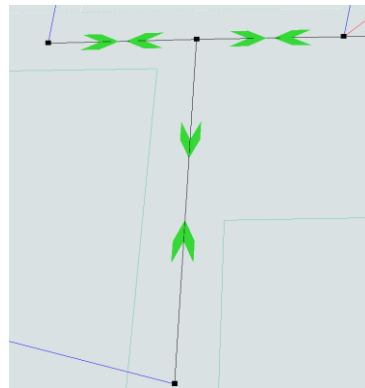
Dispatcher digunakan untuk mengatur dan membagi penugasan kepada *resource* seperti operator. Objek ini berperan sebagai pengendali alur kerja dengan menentukan prioritas tugas dan memastikan setiap *resource* yang tersedia dapat bekerja secara optimal. *dispatcher* digunakan pada divisi *mixing* untuk mengatur tugas dari ketiga operator yang bekerja. Visualisasi objek *dispatcher* pada model simulasi *layout exsisting* ditunjukkan pada gambar 4.25.



Gambar 4. 25 Objek Dispatcher

i. *Network node*

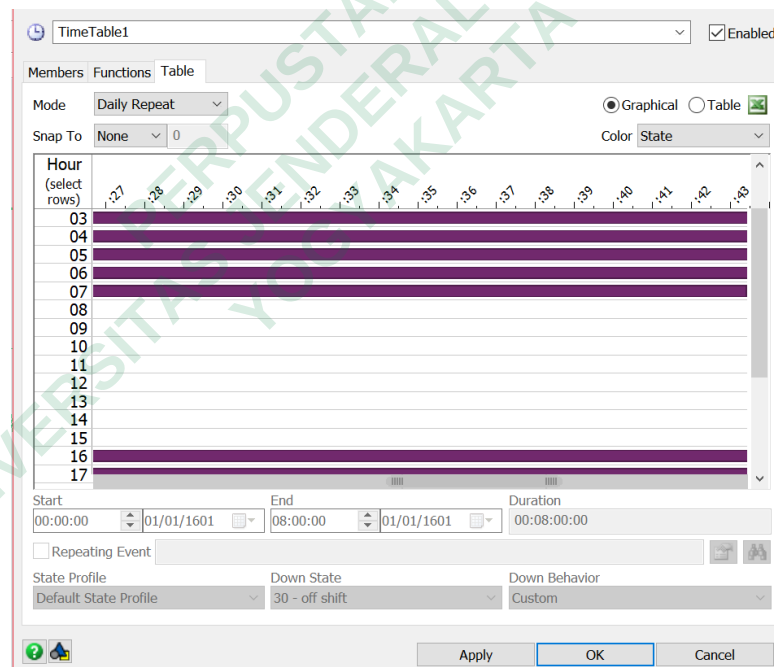
Network node digunakan untuk mendefinisikan jalur lintasan untuk *material handling* yang digunakan oleh operator maupun *transporter (forklift)*. *Network node* didefinisikan sesuai dengan kondisi jalur yang terjadi dilapangan saat ini. Visualisasi objek *network node* pada model simulasi *layout exsisting* ditunjukkan pada gambar 4.26.



Gambar 4. 26 Objek Network Node

j. *Time table*

Time table digunakan untuk mengatur waktu kerja, pada model divisi *crusher* dan penggilingan tepung memiliki jam kerja yang berbeda dimana operator hanya bekerja pada satu *shift* yaitu mulai dari jam 08:00-16:00, sehingga perlu dilakukan penyesuaian jam kerja, adapun konfigurasi dari *time table* dijelaskan gambar 4.27.

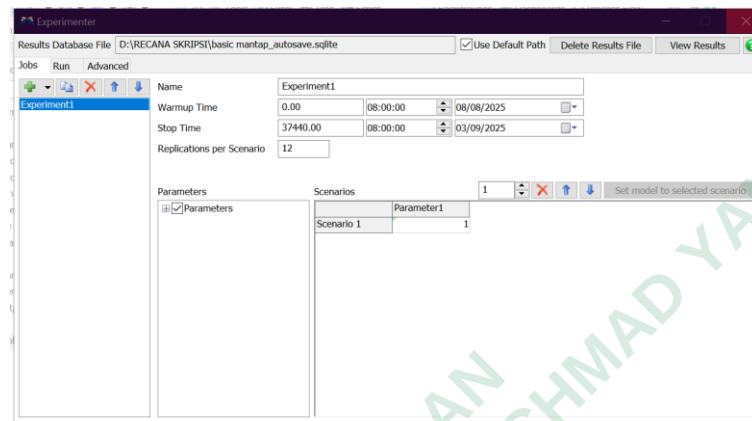


Gambar 4. 27 Jadwal Shift Operator Crusher dan Penggilingan Tepung

k. *Running model*

Pada penelitian ini, proses *running* model dilakukan menggunakan fitur *Experimenter* di Flexsim. Fitur ini digunakan untuk menjalankan simulasi secara otomatis dengan jumlah replikasi tertentu sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat dan representatif. *Running* simulasi dilakukan untuk periode 1 bulan, dimana

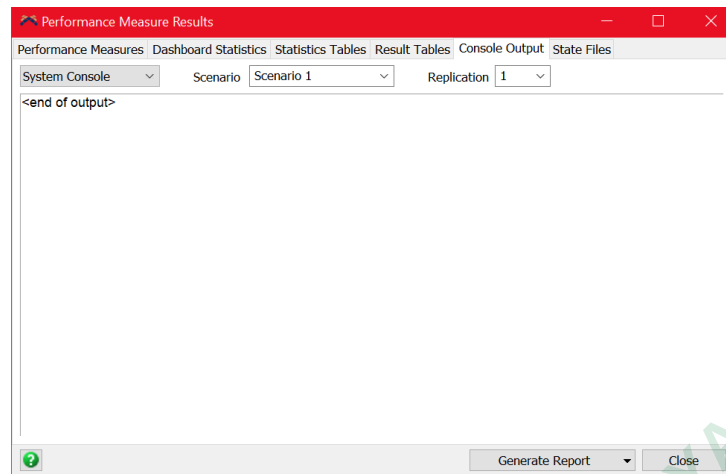
perusahaan memiliki 26 hari kerja per bulan dan setiap hari beroperasi selama 24 jam. Proses simulasi dijalankan sebanyak 6 replikasi untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan mengurangi pengaruh variasi acak. Adapun konfigurasi *running experimenter* yang digunakan ditunjukkan gambar 4.8.0



Gambar 4. 28 Pengaturan *Experimenter* untuk *Running Simulasi*

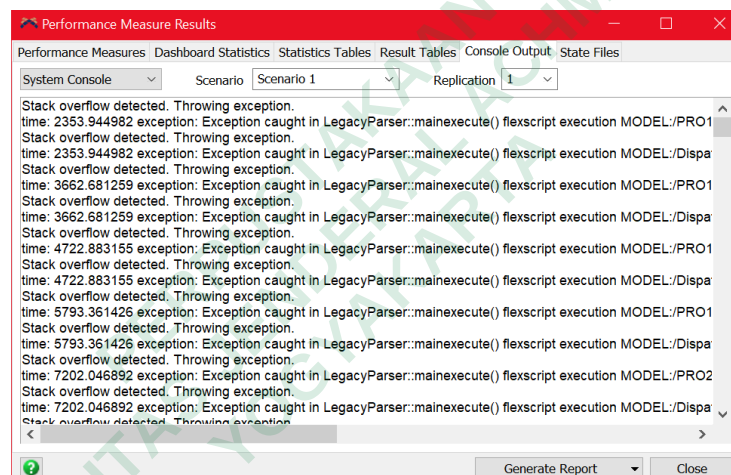
1. Verifikasi model

Model simulasi diverifikasi dengan menjalankan model secara menyeluruh tanpa ditemukan *error* pada perintah dan elemen model. Seluruh objek, koneksi, dan animasi aliran material berjalan sesuai rancangan tanpa gangguan. Untuk memastikan tidak ada *error*, verifikasi juga dilakukan menggunakan fitur *console output (Message Log)* di Flexsim. Pada setiap proses penting, pesan dicatat di *Message Log* untuk memantau jalannya simulasi dan memastikan *event* serta parameter sesuai harapan. Tidak ditemukan pesan *error* atau peringatan selama simulasi, sehingga model dinyatakan terverifikasi dan siap untuk tahap validasi. Gambar 4. 29 Merupakan *ouput* dari *system console*



Gambar 4. 29 Output System Console

Output system console jika terjadi error ditunjukkan gambar 4.30.



Gambar 4. 30 Output System Console jika Error

m. Validasi Model

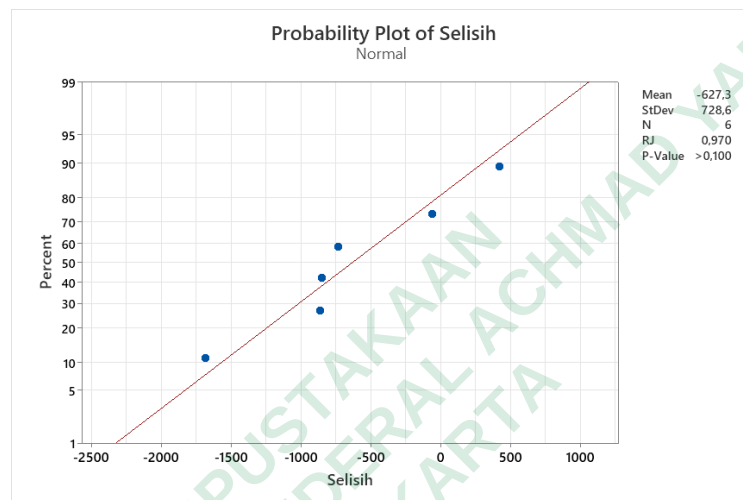
Sebelum melakukan uji *paired t-test* untuk validasi model *layout existing*, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas data. Data yang digunakan terdiri dari 6 data, yaitu *output* produksi aktual dan hasil replikasi selama enam bulan, sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.22.

Tabel 4. 22 Data Uji Validasi

No	Aktual (dus)	Simulasi <i>Exsisting</i> (dus)	Selisih
1	11255	11986	-731
2	11138	11998	-860
3	11935	11992	-57
4	12399	11979	420
5	10284	11968	-1684

No	Aktual (dus)	Simulasi <i>Exsisting</i> (dus)	Selisih
6	11142	11994	-852

Uji normalitas dilakukan menggunakan *software* Minitab. Karena jumlah sampel kurang dari 30, metode yang digunakan adalah *Shapiro–Wilk*. Hasil uji normalitas dilakukan pada selisih data aktual dikurangi dengan data simulasi *exsisting* ditunjukkan pada gambar 4.31.



Gambar 4. 31 Uji Normalitas

Berdasarkan Gambar 4.23, hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data memiliki *p-value* sebesar 0,100, lebih besar dari 0,05, sehingga dinyatakan berdistribusi normal. Dengan demikian, kedua kelompok data dapat dinyatakan memenuhi asumsi normalitas. Selanjutnya dilakukan uji validasi menggunakan *paired t-test* sesuai hipotesis. Hasil pengujian menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,091, yang lebih besar dari taraf signifikansi 0,05. Berdasarkan kriteria pengambilan keputusan, H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara *output* produksi aktual dan hasil simulasi. Dengan demikian, model simulasi yang dibangun dinyatakan valid dalam merepresentasikan kondisi sistem yang sebenarnya. Hasil uji *paired t-test* untuk proses validasi ditunjukkan gambar 4.32.

Test

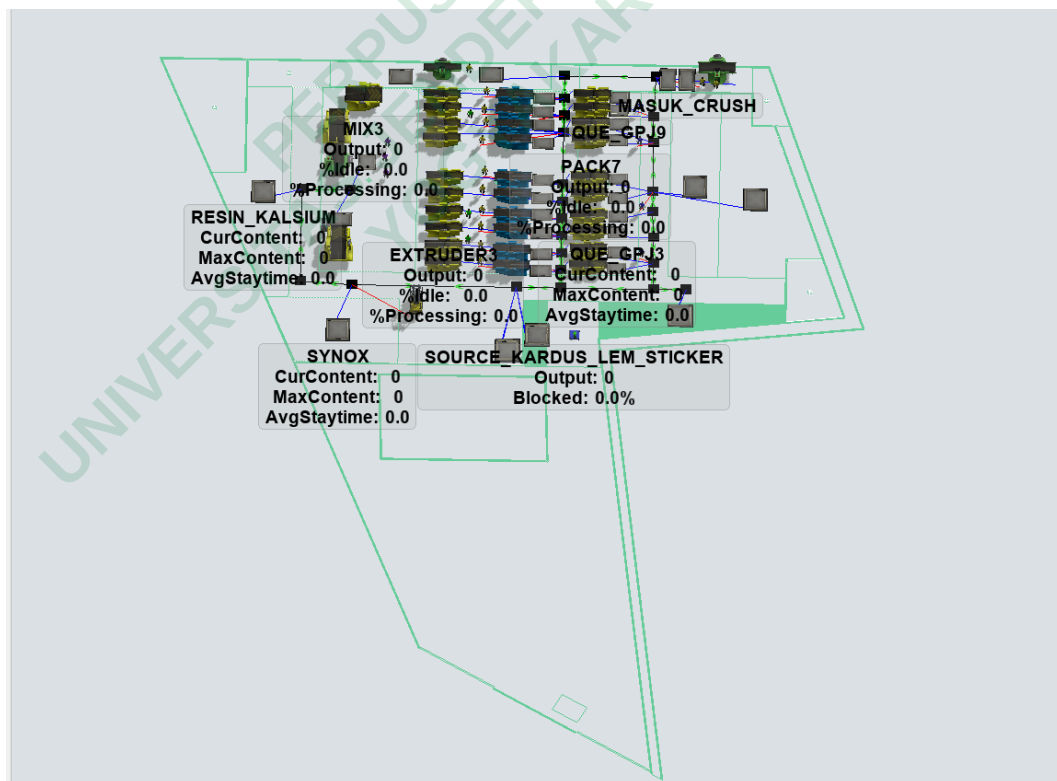
Null hypothesis $H_0: \mu_{\text{difference}} = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: \mu_{\text{difference}} \neq 0$

T-Value	P-Value
-2,09	0,091

Gambar 4. 32 Hasil Uji Validasi *Paired t-test*

4. Model Simulasi *Layout* Usulan

Setelah model *existing* dinyatakan valid, tahap selanjutnya adalah membangun model simulasi untuk *layout* usulan. Model ini disusun berdasarkan hasil perancangan *layout* yang dihasilkan oleh algoritma BLOCPLAN. Proses penyusunan dilakukan dengan memodifikasi model *existing* sesuai konfigurasi penempatan mesin dan fasilitas lain sebagaimana rancangan yang telah dibuat sebelumnya, tanpa mengubah parameter pada setiap objek. Hasil model *layout* usulan dapat dilihat pada Gambar 4.33.



Gambar 4. 33 Model *Layout* Usulan

4.2.5 Perbandingan Hasil *Layout*

Pada tahap ini akan membandingkan hasil *layout* usulan terhadap *layout* existing, perbandingan didapatkan dari perhitungan jarak menggunakan rumus *rectilinear* dan *ouput* dari hasil simulasi.

1. Perbandingan Jarak *Rectilinear*

Berdasarkan perhitungan sebelumnya untuk mengetahui perbandingan jarak dengan berdasarkan metode *rectilinear* ditunjukkan 4.23.

Tabel 4. 23 Perbandingan Jarak

Dari	Ke	Jarak (m)		Selisih (m)	Persentase
		<i>Exsisting</i>	Usulan		
Gudang Stabilizer, Synox, Wax dll.	<i>Mixing</i>	51,8	20,1	31,7	61,2%
Gudang Sticker	Produksi	50,3	21,6	28,7	57,1%
Gudang Resin & Kalsium	<i>Mixing</i>	48	11,9	36,1	75,2%
Gudang Kardus	<i>Packing</i>	26,3	21,5	4,8	18,3%
Gudang Lem	Produksi	29,8	21,5	8,3	27,9%
<i>Mixing</i>	Produksi	16	13,3	2,7	16,9%
Produksi	<i>Packing</i>	11,4	13,1	-1,7	-14,9%
<i>Packing</i>	Gudang Produk Jadi 1	24,2	15,5	8,7	36,0%
<i>Packing</i>	Gudang Produk Jadi 2	15,8	7,4	8,4	53,2%
<i>Packing</i>	<i>Crusher</i>	30,9	14,7	16,2	52,4%
<i>Crusher</i>	Penggilingan Tepung	35,1	21,9	13,2	37,6%
Total		339,6	182,5	157,1	46,3%

Berdasarkan perhitungan jarak perpindahan material dengan metode *rectilinear* pada tata letak *existing* yang merujuk pada tabel 4.7 dan tata letak usulan pada tabel 4.10, diperoleh hasil sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.23 di atas. Selisih jarak di dapatkan dari pengurangan *existing* dengan usulan, lalu persentase didapatkan dari pembagian antara selisih dibagi dengan *existing*. Secara umum, total jarak tempuh material pada tata letak *existing* sebesar 339,6 meter, sedangkan pada tata letak usulan turun menjadi 182,5 meter. Dengan demikian, terjadi pengurangan jarak sebesar 157,1 meter atau sekitar 46,3% dari kondisi awal.

Pengurangan jarak terbesar terjadi pada aliran dari gudang resin & kalsium menuju *mixing*, yaitu berkurang 36,1 meter atau 75,2%. Pengurangan signifikan juga terlihat pada aliran dari gudang *stabilizer*, *synox*, *wax*, dll. menuju *mixing* berkurang 31,7 meter atau 61,2%, serta gudang *sticker* menuju Produksi berkurang 28,7 meter atau 57,1%. Satu-satunya aliran yang mengalami sedikit peningkatan adalah dari gudang produksi menuju *packing*, yaitu sebesar 1,7 meter hal ini terjadi karena adanya penambahan jalur *material handling* antara area produksi dengan *packing*.

2. Perbandingan Hasil Simulasi

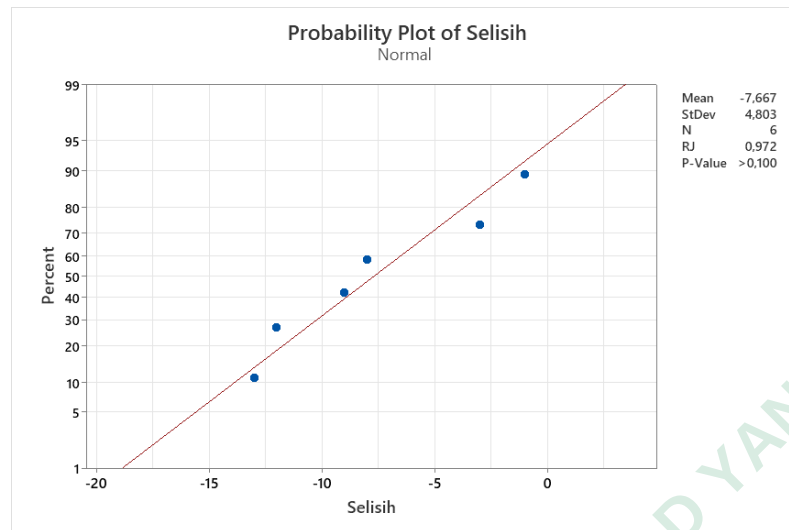
Berdasarkan hasil simulasi yang dijalankan untuk mengetahui *output* produksi ditunjukkan tabel 4.24.

Tabel 4. 24 Output Produksi Layout Existing dan Usulan dalam Simulasi

Periode	Output Produksi (dus)		Peningkatan
	Simulasi Existing	Simulasi Usulan	
1	11.986	11.999	13
2	11.998	11.999	1
3	11.992	12.001	9
4	11.979	11.982	3
5	11.968	11.980	12
6	11.994	12.002	8
Rata-rata			8

Berdasarkan hasil simulasi *output* produksi *layout existing* yang merujuk pada tabel 2.22, tata letak usulan menunjukkan peningkatan baik dari sisi produktivitas maupun efisiensi dibandingkan tata letak *existing*. Dari sisi produktivitas, *output* produksi pada *layout* usulan mengalami kenaikan di seluruh periode pengamatan. *Output* pada tata letak *existing* berkisar antara 11.968 hingga 11.998 dus per bulan, sedangkan pada tata letak usulan meningkat menjadi 11.980 hingga 12.002 dus per bulan. Peningkatan tersebut berada pada rentang 1 hingga 13 dus per bulan, dengan rata-rata kenaikan sebesar 8 dus per bulan.

Selanjutnya dilakukan uji statistika untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan *output* produksi antara hasil simulasi tata letak *existing* dengan tata letak usulan menggunakan uji *paired t-test*. Adapun syarat dari *paired t-test* yaitu selisih data harus berdistribusi normal, hasil uji normalitas dari data *layout existing* dengan *layout* usulan ditunjukkan gambar 4.34.



Gambar 4. 34 Hasil Uji Normalitas *Layout Existing* dengan Usulan

Dari hasil uji normalitas menunjukkan $p\text{-value } 0,100 > 0,005$ sehingga dapat dikatakan data sudah normal. Adapun hipotesis yang diuji adalah:

- a) H_0 (Hipotesis nol): Tidak terdapat perbedaan rata-rata hasil simulasi antara tata letak *existing* dan tata letak usulan.
- b) H_1 (Hipotesis alternatif): Terdapat perbedaan rata-rata hasil simulasi antara tata letak *existing* dan tata letak usulan.

Adapun hasil *paired t-test* data *layout existing* dengan *layout* usulan ditunjukkan gambar 4.35.

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_{\text{difference}} = 0$

Alternative hypothesis $H_1: \mu_{\text{difference}} \neq 0$

T-Value P-Value

-3,91 0,011

Gambar 4. 35 Paired T-Test Data *Layout Existing* dengan *Layout* Usulan

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $t\text{-hitung} = -3,91$ dengan $p\text{-value} = 0,011 < 0,05$. Hal ini berarti H_0 ditolak sehingga dapat dikatakan terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil simulasi tata letak *existing* dan usulan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tata letak usulan memberikan perubahan *output* produksi yang berbeda secara signifikan dibandingkan dengan

tata letak *existing*. Adapun *traveled distance* yang diukur melalui simulasi dijelaskan sebagaimana pada tabel 4.25.

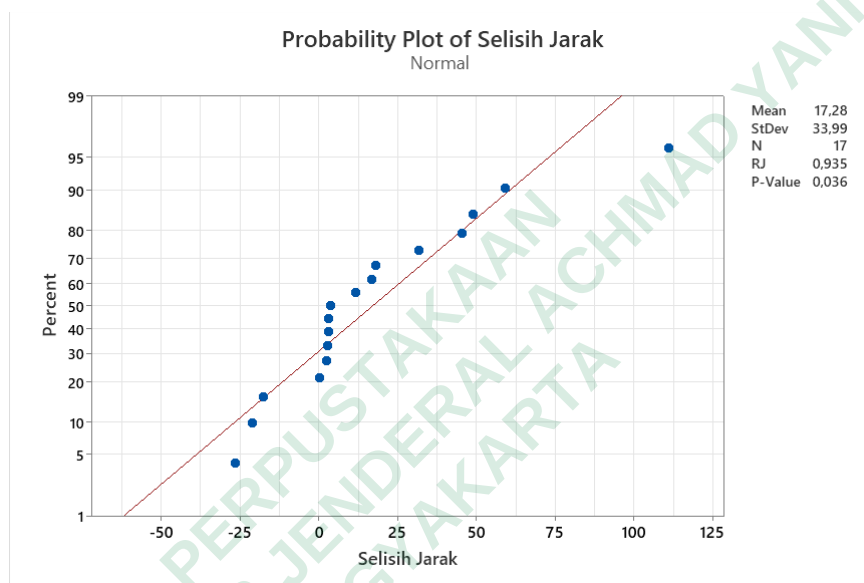
Tabel 4. 25 *Traveled Distance Layout Existing* dan Usulan dalam Simulasi

<i>Object</i>	<i>Traveled Distance (km/bulan)</i>		Persentase
	<i>Existing</i>	Usulan	
Operator_pack1	143,3	84,2	-41,3%
Operator_pack2	139,2	90,3	-35,1%
Operator_pack3	144,0	98,4	-31,7%
Operator_pack4	130,3	98,4	-24,4%
Operator_pack5	123,3	105,1	-14,7%
Operator_pack6	113,7	110,5	-2,9%
Operator_pack7	104,3	130,9	25,5%
Operator_pack8	140,4	123,7	-11,9%
Operator_pack9	110,3	131,3	19,0%
Operator_pack10	118,4	136,1	15,0%
Operator_mix1	39,0	35,3	-9,5%
Operator_mix2	38,5	35,7	-7,2%
Operator_mix3	39,1	36,0	-7,8%
Operator_crusher2	1,2	0,8	-31,3%
Operator_crusher1	5,7	3,1	-45,5%
Operator_gilling	21,1	9,2	-56,6%
Forklift	182,2	71,2	-60,9%
Rata-rata	93,8	76,5	-18,9%

Berdasarkan hasil simulasi pada tabel 4.25, tata letak usulan mampu menurunkan jarak tempuh (*traveled distance*) mayoritas operator dan peralatan *material handling* dibandingkan tata letak *existing*. Secara keseluruhan, tata letak usulan memberikan penurunan rata-rata *traveled distance* dari 93,8 km/bulan menjadi 76,5 km/bulan, atau berkurang sebesar 18,9% dibandingkan tata letak *existing*. Pengurangan jarak tempuh paling signifikan terjadi pada unit *forklift* yang semula menempuh jarak 182,2 kilometer per bulan menjadi 71,2 kilometer per bulan atau berkurang sebesar 60,9 persen. Penurunan yang cukup besar juga terjadi pada operator penggilingan dari 21,1 kilometer per bulan menjadi 9,2 kilometer per bulan atau berkurang sebesar 56,6 persen. Namun, terdapat beberapa operator yang mengalami peningkatan jarak tempuh, seperti operator *packing* 7 dengan kenaikan sebesar 25,5 persen, operator *packing* 9 dengan kenaikan sebesar 19 persen, dan operator *packing* 10 dengan kenaikan sebesar 15 persen. Kenaikan *traveled*

distance yang terjadi pada operator *packing* 7, 9 dan 10 ini akan dibahas lebih lanjut pada bagian pembahasan.

Selanjutnya dilakukan uji statistika untuk melihat apakah terdapat perbedaan signifikan *traveled distance* antara simulasi *exsisting* dengan usulan. Langkah pertama yaitu menguji apakah data berdistribusi normal atau tidak. Adapun hasil uji normalitas *traveled distance layout exsisting* dengan *layout* usulan ditunjukkan gambar 4.36.



Gambar 4. 36 Hasil Uji Normalitas *Traveled Distance*

Uji normalitas menunjukkan hasil $0,036 < 0,05$ sehingga dapat dikatakan data tidak berdistribusi normal, sehingga uji *paired t-test* tidak memenuhi syarat uji, maka akan dilanjutkan dengan uji non parametrik dengan *wilcoxon signed-rank test*. Hipotesis untuk menguji perbedaan *traveled distance* antara tata letak *exsisting* dan usulan, ditetapkan hipotesis sebagai berikut:

- H_0 (Hipotesis nol): Tidak terdapat perbedaan *traveled distance* antara tata letak *exsisting* dan tata letak usulan (median selisih = 0).
- H_1 (Hipotesis alternatif): Terdapat perbedaan *traveled distance* antara tata letak *exsisting* dan tata letak usulan (median selisih $\neq 0$).

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan *wilcoxon signed-rank test*, diperoleh nilai statistik uji = 121,00 dengan $p\text{-value} = 0,037$. Karena $p\text{-value} < 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Test

Null hypothesis $H_0: \eta = 0$

Alternative hypothesis $H_1: \eta \neq 0$

Wilcoxon			
Sample	N for Test	Statistic	P-Value
Selisih Jarak	17	121,00	0,037

Gambar 4. 37 Uji Wilcoxon Signed-Rank pada Traveled Distance

Dari gambar 4.37 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara *traveled distance* tata letak *existing* dan tata letak usulan. Dengan kata lain, rancangan tata letak usulan terbukti efektif dalam memberikan perubahan terhadap jarak perpindahan material.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Analisis Layout Existing Perusahaan

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, tata letak fasilitas yang ada saat ini belum sepenuhnya mengikuti alur proses kerja yang seharusnya. Misalnya, pada area antara gudang bahan baku kalsium dan resin serta gudang bahan baku *stabilizer*, *synox*, *wax* dan bahan tambahan lainnya, posisi penyimpanan terletak saling berjauhan dengan area *mixing*. Padahal, berdasarkan urutan proses kerja yang dianalisis menggunakan *Operation Process Chart* (OPC), seluruh bahan baku tersebut akan diproses pada tahap *mixing*. Penempatan yang terpisah ini menyebabkan aliran material menjadi tidak efisien, kondisi serupa juga ditemukan pada divisi *packing*. Divisi ini bertanggung jawab melakukan inspeksi produk, dan produk yang dinyatakan cacat seharusnya dikirim kembali ke divisi *crusher* untuk dihancurkan. Setelah itu, produk hasil *crusher* akan melalui proses penggilingan tepung. Namun, kenyataannya, posisi antar area ini berjauhan bahkan memerlukan jalur memutar, sehingga menambah jarak perpindahan material. Selain itu, di area produksi terdapat mesin *extruder* yang memerlukan bahan tambahan seperti stiker dan lem. Akan tetapi, lokasi penyimpanan kedua bahan ini juga terpisah jauh dari mesin *extruder*, sehingga menghambat kelancaran proses produksi.

Permasalahan tata letak ini menunjukkan bahwa desain fasilitas *existing* belum sepenuhnya mempertimbangkan prinsip kedekatan fungsional antar proses produksi. Keberadaan *backtracking* dan jalur menyilang menambah jarak tempuh material, serta berdampak pada meningkatnya *cycle time* produksi. Oleh karena itu, diperlukan perancangan ulang tata letak menggunakan pendekatan yang lebih sistematis, sehingga aliran material dapat lebih logis, jarak perpindahan dapat diminimalkan dan produktivitas perusahaan dapat ditingkatkan.

4.3.2 Analisis Tata Letak Usulan Berdasarkan Algoritma BLOCPLAN

Hasil perancangan tata letak usulan menggunakan algoritma BLOCPLAN menunjukkan adanya perbaikan yang signifikan dibanding tata letak *existing*. Perancangan dilakukan dengan mengutamakan kedekatan fasilitas berdasarkan tingkat hubungan aktivitas yang tinggi, sesuai prinsip *Activity Relationship Chart* (ARC). ARC berfungsi memetakan keterkaitan antar fasilitas menggunakan kode hubungan yang menunjukkan tingkat kedekatan yang dibutuhkan, disertai alasan spesifik untuk setiap hubungan. Dari analisis hubungan ARC tersebut dapat disimpulkan bahwa fasilitas-fasilitas dengan hubungan A (mutlak) harus ditempatkan berdekatan agar meminimalkan jarak dan waktu perpindahan. Dengan demikian, area *mixing*, produksi, *packing* perlu dirancang sebagai satu alur proses utama. Gudang bahan baku utama resin dan kalsium dan *stabilizer*, *synox*, *wax*, dll ditempatkan sedekat mungkin dengan *mixing*, sedangkan gudang bahan pendukung *sticker*, kardus, dan lem ditempatkan dekat dengan area produksi dan *packing* sesuai penggunaannya. Pada area penyimpanan, gudang produk jadi 1 dan 2 harus berdekatan dengan *packing* agar distribusi ke area penyimpanan dan keluar lebih lancar. Sementara itu, proses penanganan produk cacat seperti *crusher* dan penggilingan tepung ditempatkan berdekatan satu sama lain namun berada di zona terpisah agar tidak mengganggu alur utama produksi. Area *crusher* juga didekatkan dengan *packing* karena dari *packing* produk cacat akan dikirim dan area penggilingan tepung harus berdekatan dengan *mixing* dikarenakan setelah produk cacat menjadi tepung akan diolah kembali menjadi bahan baku pada bagian *mixing*.

Pada tahap perancangan tata letak dengan BLOCPLAN, terdapat beberapa area kerja yang posisinya di plot secara tetap (*fixed*) karena pertimbangan teknis

dan fungsional. Misalnya, area penerimaan dan area keluar dipertahankan pada posisinya saat ini, karena keduanya terhubung langsung dengan akses keluar-masuk di gedung yang berbeda. Demikian pula, area kolam pendingin tetap berada di lokasi semula karena tidak mengganggu maupun mempengaruhi aliran material produksi secara langsung. Selain itu, toilet 1 dan toilet 2 dipertahankan terpisah sesuai kondisi *existing*. Pemisahan ini dilakukan dengan sengaja untuk memudahkan akses bagi seluruh operator mengingat luasnya area perusahaan. Ruang pekerja juga tetap diposisikan di sudut area produksi, karena lokasi tersebut dinilai optimal jauh dari mesin produksi yang menimbulkan kebisingan dan debu sehingga lebih nyaman digunakan untuk istirahat. Proses perancangan dengan BLOCPLAN menghasilkan 20 alternatif *layout*. Dari hasil tersebut, dipilih satu *layout* usulan berdasarkan dua kriteria yaitu *adjective score*, *r-score* dan *rel-dist score*. *Layout* terpilih sebagai *layout* usulan yaitu *layout* nomor 20 dimana *layout* ini memiliki nilai *adjective score* sebesar 0,82 dengan nilai *r-score* sebesar 0,96 dan *rel-dist score* terkecil sebesar 2018, sehingga menunjukkan bahwa *layout* 20 paling sesuai dengan kebutuhan hubungan kedekatan antar departemen sekaligus paling efisien dalam aliran perpindahan material.

Penerapan ARC pada rancangan BLOCPLAN menghasilkan susunan fasilitas yang mengikuti alur produksi linear, mulai dari penerimaan bahan baku hingga proses *packing*. Gudang bahan baku seperti resin, kalsium, *stabilizer*, *synox*, dan *wax* ditempatkan berdekatan dengan unit *mixing*, sehingga jarak transportasi bahan dapat diminimalkan. Gudang produk jadi yang sebelumnya terpisah kini ditempatkan dekat dengan area pengemasan untuk memudahkan pengawasan dan pencatatan stok. Penanganan barang cacat juga menjadi lebih efisien, di mana produk cacat dari proses inspeksi di bagian *packing* dapat langsung dikirim ke area *crusher*, lalu diproses di unit penggilingan tepung, dan akhirnya dimanfaatkan kembali pada proses *mixing*.

4.3.3 Analisis Perhitungan Jarak *Layout* Usulan Dan *Layout Existing*

Perbandingan jarak tempuh material antara tata letak *existing* dan tata letak usulan dengan metode *rectilinear* menunjukkan adanya pengurangan yang cukup signifikan. Sebagian besar jalur material mengalami pengurangan, khususnya dari

gudang bahan baku menuju unit proses. Pengurangan jarak ini disebabkan oleh reposisi gudang bahan baku yang lebih dekat dengan stasiun kerja awal, penataan ulang jalur aliran material agar mengikuti urutan proses secara linear, serta penghapusan jalur yang sebelumnya berpotongan. Meskipun terdapat beberapa jalur yang mengalami peningkatan jarak, seperti dari area penerimaan menuju gudang resin dan kalsium, peningkatan ini tidak berdampak besar terhadap total jarak karena pengurangan pada jalur utama jauh lebih signifikan.

Secara total, jarak perpindahan material pada tata letak *existing* mencapai 339,6 meter, sedangkan pada tata letak usulan berkurang menjadi 182,5 meter. Dengan demikian, terdapat penghematan jarak tempuh sebesar 157,1 meter atau setara dengan efisiensi 46,3%. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya menggunakan BLOCPAN oleh Soerijayudha & Rahayu (2021) dimana tata letak usulan menunjukkan terjadi penurunan jarak sebesar 23% dari *layout* awal. Sementara Muhammad Faiz et al., (2022) dengan metode yang sama mampu menurunkan jarak perpindahan material sebesar 37%. Pada penelitian ini efisiensi jarak sebesar 46,3% sehingga berada diatas penelitian sebelumnya.

4.3.4 Analisis Pembuatan Model Simulasi *Existing*

Proses produksi plafon PVC dalam model simulasi ini diawali dari pengadaan bahan baku utama berupa resin dan kalsium, serta bahan penunjang seperti *stabilizer*, *synox*, *wax* dan bahan lainnya. Seluruh bahan baku diangkut menggunakan *forklift* menuju unit *combiner mixer*. Pada tahap ini, bahan dicampurkan sesuai dengan proporsi kebutuhan, yaitu perbandingan resin terhadap kalsium sebesar 4:1. Setiap satu siklus proses pencampuran menghasilkan *output* setara dengan lima dus plafon.

Tahap berikutnya adalah proses ekstrusi yang dilakukan pada mesin *extruder*. Pada tahap ini digunakan *combiner extruder* karena material hasil *mixing* perlu digabungkan dengan bahan tambahan lain, yaitu lem dan *sticker*. Bahan tambahan tersebut diambil dari gudang masing-masing oleh operator dari divisi *packing*, sedangkan operator divisi *extruder* hanya bertugas melakukan pengawasan dan pengecekan terhadap jalannya mesin *extruder*.

Produk hasil *extruder* kemudian diproses pada Separator, yang berfungsi untuk membagi *output* setiap *batch* menjadi lima dus plafon. Selanjutnya, produk memasuki tahap sortir yang dilaksanakan oleh divisi *packing*. Pada proses ini diasumsikan terdapat 5% produk cacat yang dipisahkan dari total produksi. Produk cacat tersebut dialirkan menuju unit *crusher* untuk dihancurkan. Selanjutnya, material hasil penghancuran dipindahkan menggunakan *forklift* menuju divisi penggilingan tepung, di mana produk digiling hingga menjadi tepung halus. Produk hasil gilingan kemudian disimpan pada gudang produk cacat sebagai material residu. Adapun 95% produk yang memenuhi standar kualitas dilanjutkan ke tahap *packing*. Proses ini dilakukan menggunakan *combiner packing* karena selain produk plafon, diperlukan tambahan berupa kardus. Bahan kardus diambil dari gudang oleh operator *packing* untuk digabungkan dengan produk. Setelah proses *packing* selesai, produk jadi disalurkan ke gudang produk jadi 1 dan gudang produk jadi 2. Proses distribusi menuju gudang dilakukan oleh divisi *loading*.

Dalam pembuatan model simulasi, terdapat beberapa aktivitas *material handling* yang tidak dapat didefinisikan secara langsung. Salah satunya terjadi pada proses pengambilan bahan baku dari gudang kalsium dan resin, serta dari gudang *stabilizer*, *wax*, dan bahan tambahan lainnya menuju area *mixer*. Pada aktivitas ini, *forklift* bertugas mengantarkan bahan baku ke divisi *mixer*. Namun, saat model dijalankan, perilaku *forklift* di simulasi tidak sesuai kondisi sebenarnya. Dalam model, *forklift* akan kembali mengambil bahan baku setiap kali satu item sedang diproses oleh *combiner* di *mixer*. Padahal, di kondisi nyata, *forklift* hanya mengambil bahan baku ketika persediaan di *queue mixer* benar-benar habis atau tersisa sedikit. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan modifikasi pada model dengan mengatur waktu kedatangan (*arrival schedule*) dari *source* yang mendistribusikan kedua jenis bahan baku tersebut. Waktu kedatangan ini ditentukan berdasarkan hasil pengamatan simulasi awal, yaitu dengan mencatat momen ketika bahan baku di *queue mixer* telah habis.

Permasalahan lain juga ditemukan pada aktivitas *material handling* di divisi *mixer*. Pada kondisi nyata, proses pemindahan bahan di divisi ini menggunakan *hand stacker*. Namun, model awal tidak mendukung penggunaan *hand stacker*

secara spesifik. Solusi yang digunakan adalah menyesuaikan kecepatan berjalan operator di model agar setara dengan kondisi penggunaan *hand stacker* di lapangan. Berdasarkan hasil pengamatan, kecepatan operator saat menggunakan *hand stacker* adalah sekitar 1 m/s. Penyelesaian permasalahan tersebut sudah tepat, dibuktikan dengan hasil validasi menggunakan *paired t-test* yang menunjukkan bahwa *output* produksi simulasi telah dinyatakan valid, dimana hasil pengujian menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,091, yang lebih besar dari taraf signifikansi 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara *output* produksi aktual dan hasil simulasi.

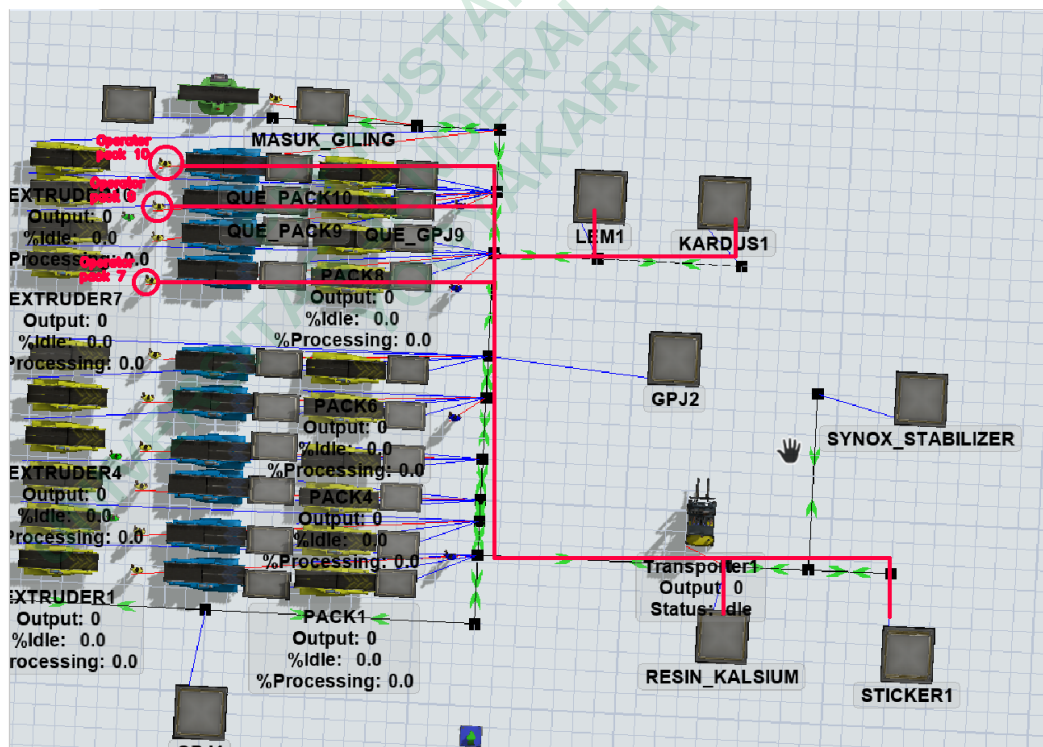
4.3.5 Analisis Hasil Simulasi *Layout Existing* Dan Usulan

Hasil rancangan tata letak usulan selanjutnya disimulasikan menggunakan perangkat lunak Flexsim untuk membandingkan kinerjanya dengan tata letak *existing*. Pada simulasi model usulan, konfigurasi *layout existing* diubah sesuai rancangan *layout* dari algoritma BLOCPLAN yang telah disesuaikan tanpa mengubah parameter dari objek simulasi. Simulasi digunakan karena mampu merepresentasikan kondisi nyata sistem produksi secara dinamis tanpa mengganggu operasional langsung di lapangan. Berdasarkan hasil simulasi, terlihat adanya peningkatan dari segi efisiensi maupun produktivitas.

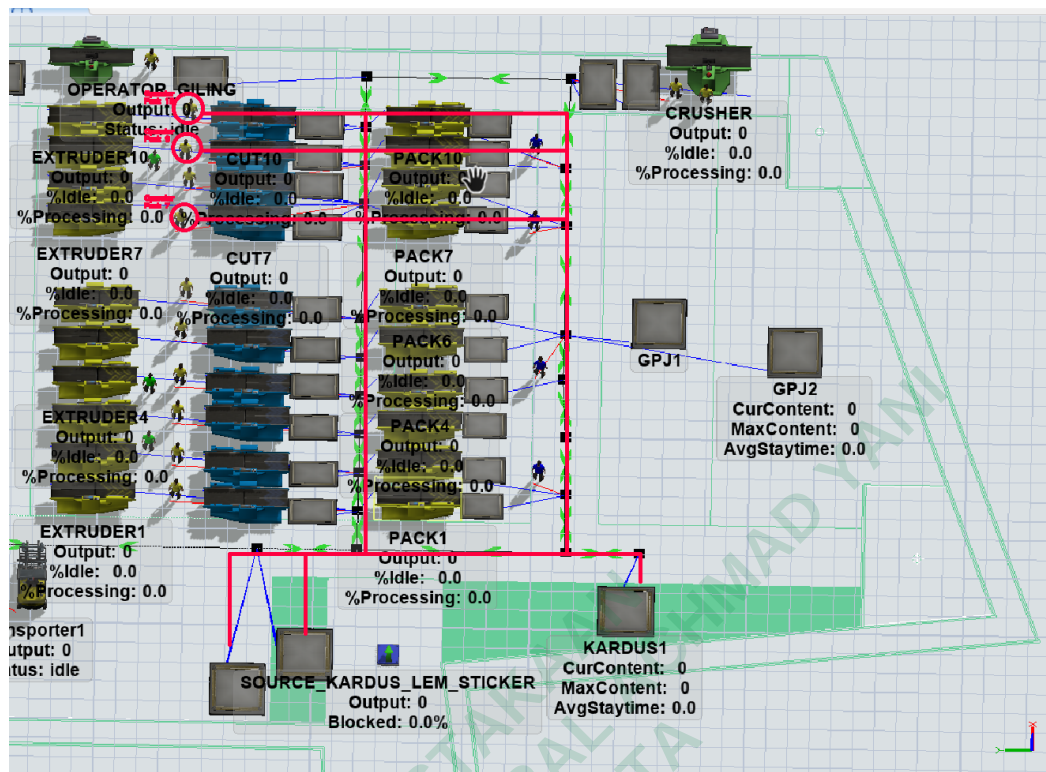
Dari sisi produktivitas, *output* produksi mengalami kenaikan pada seluruh periode simulasi. Rata-rata *output* meningkat sebesar 8 dus per bulan. Selanjutnya dilakukan uji statistika untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan *output* produksi antara hasil simulasi tata letak *existing* dengan tata letak usulan menggunakan uji *paired t-test*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $t\text{-hitung} = -3,91$ dengan $p\text{-value} = 0,011 < 0,05$. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tata letak usulan memberikan perubahan *output* produksi yang berbeda secara signifikan dibandingkan dengan tata letak *existing*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perubahan tata letak berperan langsung dalam mendorong produktivitas, sejalan dengan temuan Clarisa et al. (2025) dimana perancangan tata letak yang baik dapat meningkatkan produktivitas.

Dari sisi efisiensi jarak tempuh (*traveled distance*) tata letak usulan memberikan penurunan rata-rata *traveled distance* dari 93,8 km/bulan menjadi 76,5

km/bulan, atau berkurang sebesar 18,9% dibandingkan tata letak *existing*. Hasil 18,8% ini lebih besar daripada temuan pada penelitian Sianipar et al. (2024) dimana simulasi dengan Flexsim mampu menurunkan jarak perpindahan material sebesar 10%. Pengurangan jarak tempuh paling signifikan terjadi pada unit *forklift* yang semula menempuh jarak 182,2 kilometer per bulan menjadi 71,2 kilometer per bulan atau berkurang sebesar 60,9 persen. Penurunan yang cukup besar juga terjadi pada operator penggilingan dari 21,1 kilometer per bulan menjadi 9,2 kilometer per bulan atau berkurang sebesar 56,6 persen. Namun, terdapat beberapa operator yang mengalami peningkatan jarak tempuh, seperti operator *packing* 7 dengan kenaikan sebesar 25,5 persen, operator *packing* 9 dengan kenaikan sebesar 19 persen, dan operator *packing* 10 dengan kenaikan sebesar 15 persen. Detail jalur *material handling* operator pack 7, 9 dan 10 pada *layout existing* dan usulan ditunjukkan gambar 4.38 dan 4.39.



Gambar 4. 38 Jalur Operator 7, 9 dan 10 *Layout Existing*



Gambar 4. 39 Jalur Operator 7, 9 dan 10 *Layout Usulan*

Merujuk pada gambar 4.39, area *packing* ditempatkan lebih dekat dengan gudang produk jadi untuk mempercepat distribusi hasil produksi. Namun, relokasi ini menyebabkan beberapa titik suplai gudang kardus, gudang lem dan gudang *sticker* ditempatkan pada posisi yang lebih menguntungkan mayoritas operator, sehingga operator tertentu yang berada di posisi ujung jalur *packing* harus menempuh jarak yang sedikit lebih jauh. Selain itu, pada desain baru jalur persilangan dihilangkan demi kelancaran arus material. Dampaknya rute yang sebelumnya lebih pendek untuk operator tertentu kini dialihkan agar mengikuti pola pergerakan linear sesuai urutan proses. Selain itu, penggunaan waktu proses mesin yang berdistribusi menyebabkan aliran produk tidak merata. Hal ini membuat beberapa operator harus melakukan lebih banyak aktivitas pemindahan dibandingkan operator lainnya. Peningkatan jarak tempuh pada operator tertentu bukan disebabkan oleh ketidakefisienan desain, melainkan merupakan hasil kompromi untuk mencapai aliran material yang lebih teratur. Pada tata letak usulan peningkatan *traveled distance* yang terjadi pada operator *packing* 7, 9, dan 10, masih dalam batas wajar dan tidak memberikan beban berlebih. Dikatakan dalam

batas wajar dikarenakan *traveled distance* operator *packing* 7, 9 dan 10 pada *layout* usulan masih berada pada rata-rata *traveled distance* operator *packing* pada *layout existing*. Adapun detail dari *traveled distance* operator *packing* 7, 9 dan 10 dijelaskan pada tabel 4.

Tabel 4. 26 Traveled Distance Operator Packing 7, 9 dan 10 Layout Usulan

Operator	Traveled Distance km/bulan	Traveled Distance km/hari	Traveled Distance km/jam
Operator_pack7	130,9	5,0	0,21
Operator_pack9	131,3	5,1	0,21
Operator_pack10	136,1	5,2	0,22

Detail dari *traveled distance* dari operator *layout existing* ditunjukkan tabel 4.27.

Tabel 4. 27 Traveled Distance Operator Packing Layout Existing

Operator	Traveled Distance km/bulan	Traveled Distance km/hari	Traveled Distance km/jam
Operator_pack1	143,3	6,0	0,25
Operator_pack2	139,2	5,8	0,24
Operator_pack3	144	6,0	0,25
Operator_pack4	130,3	5,4	0,23
Operator_pack5	123,3	5,1	0,21
Operator_pack6	113,7	4,7	0,20
Operator_pack7	104,3	4,3	0,18
Operator_pack8	140,4	5,9	0,24
Operator_pack9	110,3	4,6	0,19
Operator_pack10	118,4	4,9	0,21
Total			0,22

Merujuk pada tabel 4.26, diketahui bahwa jarak tempuh operator *packing* 7, 9, dan 10 berada pada rentang 0,21 hingga 0,22 km per jam. Nilai ini masih tergolong wajar karena sejalan dengan kondisi pada *layout existing*, di mana rata-rata *traveled distance* seluruh operator *packing* adalah 0,22 km per jam. Dengan kata lain, meskipun pada *layout* usulan terdapat peningkatan jarak tempuh untuk operator tertentu, besarnya masih berada dalam kisaran rata-rata normal yang sudah dialami operator pada sistem awal. Hal ini menunjukkan bahwa tambahan jarak tempuh tersebut bukan merupakan beban kerja berlebihan, melainkan

konsekuensi dari redistribusi aliran material yang lebih teratur pada tata letak baru. Justru, melalui kompromi ini, mayoritas operator lainnya mengalami penurunan signifikan dalam jarak perpindahan, sehingga total *traveled distance* sistem secara keseluruhan berkurang cukup besar. Oleh karena itu, kenaikan pada operator *packing* 7, 9, dan 10 dapat dipandang sebagai hal yang masih dapat diterima, mengingat kontribusinya terhadap peningkatan efisiensi aliran material dan pencapaian produktivitas yang lebih stabil pada tingkat sistem produksi secara keseluruhan.

Selanjutnya dilakukan uji statistika berdasarkan hasil perhitungan menggunakan *wilcoxon signed-rank test*, diperoleh nilai statistik uji = 121,00 dengan $p\text{-value} = 0,037$. Karena $p\text{-value} < 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara *traveled distance* tata letak *existing* dan tata letak usulan. Dengan kata lain, rancangan tata letak usulan terbukti efektif dalam memberikan perubahan terhadap jarak perpindahan material. Dengan demikian, rancangan tata letak usulan terbukti efektif dalam memberikan perubahan nyata terhadap jarak perpindahan material. Hasil ini mendukung teori tata letak yang dikemukakan oleh Apple (1997), bahwa pengurangan jarak perpindahan material akan secara langsung mengurangi waktu dan biaya *material handling*, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi proses produksi.