

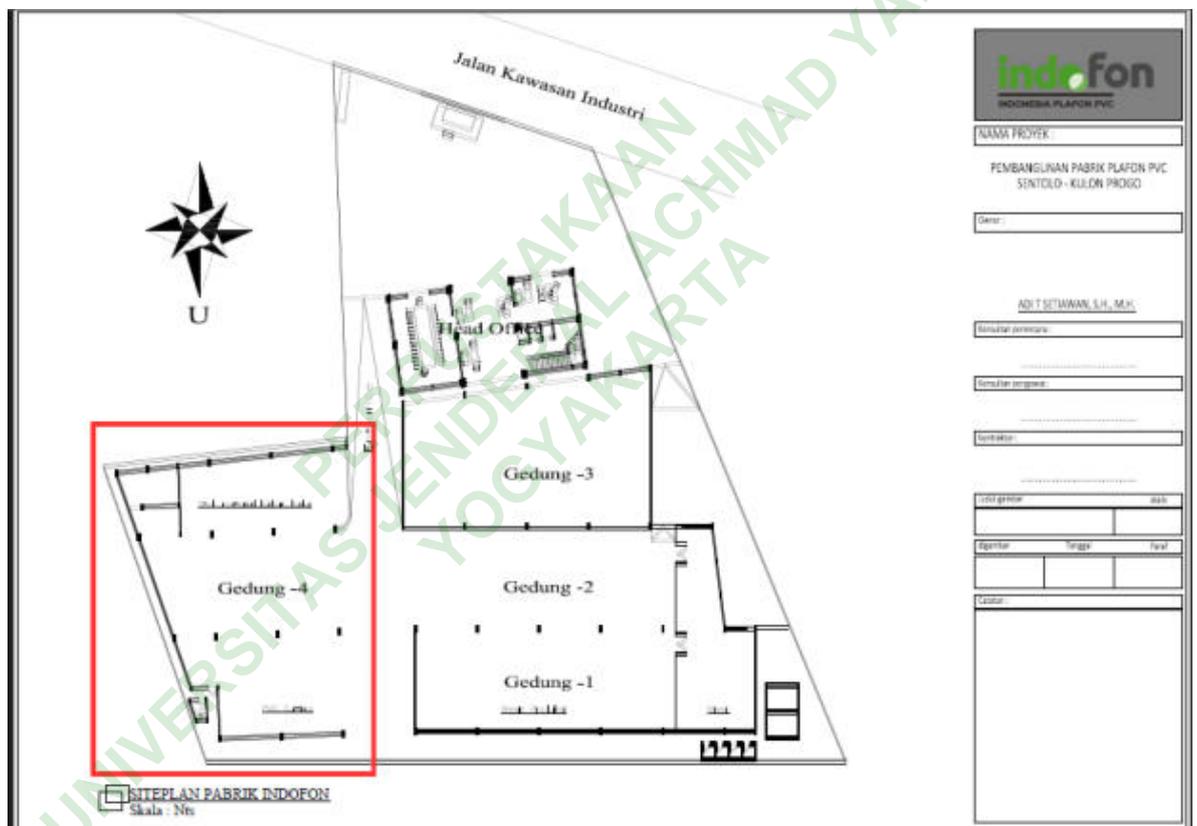
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Identifikasi *Layout* Awal

PT Indonesia Plafon Semesta memiliki 2 gudang penyimpanan barang yakni gudang barang jadi (*finish good*) dan gudang bahan baku & *consumable* yang lebih dikenal dengan gudang bahan baku (Gambar 4.1).



Gambar 4. 1 Siteplan Pabrik PT Indonesia Semesta

Sumber : PT Indonesia Plafon Semesta (2023)

Gedung 2 merupakan gudang barang jadi sebagai tempat penyimpanan produk plafon PVC sebelum didistribusikan. Gedung 4 merupakan gudang bahan baku & *consumable* sebagai tempat penyimpanan material dan bahan-bahan produksi (garis merah).



Gambar 4. 2 Gambar *layout* awal gudang PT Indonesia Plafon Semesta

Berdasarkan proses identifikasi dan pengamatan pada *layout* awal pada gudang bahan baku dan bahan *consumable* PT Indonesia Plafon Semesta, kondisi *layout* awal saat ini disusun hanya berdasarkan tempat kosong yang ada, sehingga penempatan barang kurang memperhatikan kebutuhan ruangan dan jarak antar barang. Hal ini terlihat dari penempatan barang saling berjauhan dan tidak sesuai dengan jenis dan karakteristik barang seperti pada resin dan *chemical*. Hal ini menyebabkan operator membutuhkan waktu yang lama ketika melakukan *material handling* dan perhitungan barang, sehingga menimbulkan *waste* pada proses pengambilan dan pencatatannya.

Proses identifikasi yang dilakukan untuk dapat mengetahui waktu pengambilan barang yang ada pada gudang bahan baku dan bahan *consumble* PT Indonesia Plafon Semesta. Data yang digunakan adalah banyak pengambilan barang selama proses produksi dengan rentang waktu 30 hari (**Lampiran 2**). Data ini digunakan untuk mengetahui berapa kali barang di ambil dan mengalami perpindahan tempat (*material handling*) sebagai bahan inputan pada model simulasi nantinya.

4.1.2 Jenis Barang

Data jenis dan dimensi material yang disimpan dan kapasitas tempat penyimpanan barang pada gudang PT Indonesia Plafon Semesta sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Tabel Jenis Barang

No	Nama Item Bahan Baku	Dimensi Material (<i>p x l x t</i>) (Cm)	Kapasitas per Pallet		Jumlah Dalam 1 pallet
			Penataan barang dalam 1 tumpukan	Maksimal Tumpukan	
1	Kalsium	70 x 45 x 10	4 sak	10	40 sak
2	Resin	70 x40 x 10	4 sak	13	52 sak
3	<i>Optical Green</i>	40 x 35	4 sak	2	8 sak
4	<i>BLR Titanium</i>	65 x 45 x 10	4 sak	15	60 sak
5	<i>Lead Stabilizer</i>	70 x 45 x 10	4 sak	15	60 sak
6	<i>Processing AID</i>	65 x 40 x 10	4 sak	15	60 sak
7	<i>Acrylc Impact</i>	75 x 45 x 12	4 sak	15	60 sak
8	<i>Strearcic Acid</i>	70 x 45 x 10	4 sak	15	60 sak
9	PE WAX	70 x 40 x 10	4 sak	15	60 sak
10	CPE	70 x 50 x 10	4 sak	15	60 sak
11	ACPL	65 x 40 x 10	4 sak	15	60 sak
12	<i>Synox Blue</i>	70 x 40 x 15	2 sak	5	10 sak
13	<i>Synox Yellow</i>	71 x 40 x 15	2 sak	5	10 sak
14	<i>Synox Red</i>	72 x 40 x 15	2 sak	5	10 sak
15	<i>Synox Brown</i>	73 x 40 x 15	2 sak	5	10 sak
16	<i>Synox Black</i>	74 x 40 x 15	2 sak	5	10 sak
17	<i>Pita List Silver</i>	60 x 40 x 23	4 kardus	5	20 kardus
18	<i>Pita List Gold</i>	60 x 40 x 23	4 kardus	5	20 kardus
19	Lakban	60 x 20 x 23	2 kardus	7	14 pcs
20	<i>Solfen</i>	90 x 60	5 drum	2	10 drum
21	<i>Cleaner</i>	90 x 60	5 drum	2	10 drum
22	Tinta	90 x 60	5 drum	2	10 drum

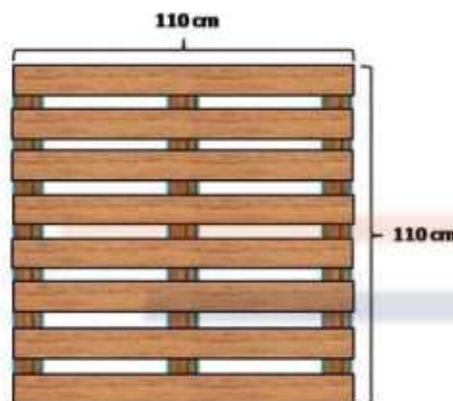
No	Nama Item Bahan Baku	Dimensi Material (<i>p x l x t</i>) (Cm)	Kapasitas per Pallet		Jumlah Dalam 1 pallet
			Penataan barang dalam 1 tumpukan	Maksimal Tumpukan	
23	Lem <i>Stamping</i>	90 x 60	2 drum	1	2 drum
24	Lem MAXX	90 x 60	2 drum	1	2 drum
25	Lem <i>Tiner</i>	90 x 60	2 drum	1	2 drum
26	Lem <i>Leminate</i>	90 x 60	2 drum	1	2 drum
27	Stiker PF	60 x 40 x 23	5 pcs	8	40 pcs
28	Stiker Maxx	60 x 40 x 23	5 pcs	8	40 pcs
29	Kardus (2 pallet)	200 x 70 x 7	2 ikat	30	60 ikat
30	Tepung	60 x 40 x 43	4 sak	20	80 sak

4.1.3 Jenis *Material Handling*

Proses keluar masuk barang yang ada di gudang hanya melalui satu pintu dengan ukuran pintu berukuran 5 m x 8 m. Dalam proses penerimaan dan pengambilan barang pada PT Indonesia Palfon Semesta terdapat beberapa alat bantu untuk *material handling* yang ada pada gudang yaitu

1. *Pallet*

Pallet adalah alat/benda berstruktur datar yang digunakan untuk mendukung barang dalam proses pengangkutan atau penyimpanan. *Pallet* ini berfungsi untuk menumpuk dan menata barang sehingga mempermudah operator saat proses pemindahan barang dari suatu tempat ke tempat lain. Dimensi *pallet* yang digunakan pada gudang PT Indonesia Plafon Semesta adalah 110 cm x 110 cm (Gambar 4.2)



Gambar 4. 3 *Pallet* dan dimensinya

Sumber : mdpalletindocileungsi.com

2. *Handlift/trolley/hand pallet*

Handlift merupakan alat bantu pengangkutan yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan *pallet* di gudang atau area penyimpanan lainnya. Alat ini menggunakan sistem hidrolik yang memompa oli untuk mengangkat beban dan berfungsi sebagai alat pemindahan, penataan, pengangkutan barang khususnya pada bagian *mixer* bahan baku untuk mengangkat barang. PT Indonesia Plafon Semesta memiliki 2 buah *handpallet* berukuran panjang 1,25 meter dengan panjang 0,70 meter.



Gambar 4. 4 *Handlift/hanpallet*

Sumber : Dokumentasi

3. *Forklift*

Forklift merupakan suatu alat/kendaraan berjenis truk yang menggunakan untuk mengangkat, menurunkan dan memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lainnya. PT Indonesia Plafon Semesta memiliki 1 buah *forklift* dengan merk *Caterpillar Forklift Gasoline (GP30N)* dengan kapasitas angkut mencapai 3000 kg atau 3 ton. *Forklift* ini memiliki panjang 4 m, lebar 1,1 m, dan tinggi 2 m.



Gambar 4. 5 *Forklift*

Sumber : Dokumentasi

4.1.4 Data Penerimaan dan Pengeluaran Barang

Data jumlah penerimaan dan pengeluaran barang pada gudang PT Indonesia Plafon Semesta bulan November 2023 – April 2024 serta perhitungan rata-rata barang (Tabel 4.3)

Tabel 4. 2 Data penerimaan barang bulan November 2023 – April 2024

No	Nama Item (satuan)	Nov 23	Dec 23	Jan 24	Feb 24	Mar 24	Apr 24	Total 6 bulan	Rata-rata
1	Kalsium (Kg)	123.800	159.000	147.000	166.000	147.800	99.000	842.600	14.0433
2	Resin (Kg)	58.508	68.500	84.000	72.008	60.800	63.800	407.616	67.936
3	<i>Optical Green</i> (Kg)	126	100	100	54	63	80	523	87
4	<i>BLR Titanium</i> (Kg)	2.722	1.875	1.100	2.251	1.400	675	10.023	1.670
5	<i>Lead Stabilizer</i> (Kg)	6.121	5.900	5.425	8.505	6.900	7.475	40.325	67.21
6	<i>Processing AID</i> (Kg)	1.652	1.875	1.625	2.965	2.290	1.300	11.707	1.951
7	<i>Acrylc Impact</i> (Kg)	3.970	2.650	2.900	1.626	2.150	1.050	14.346	2.391
8	<i>Strearcic Acid</i> (Kg)	2.063	1.625	1.175	696	2.200	1.800	9.559	1.593
9	PE WAX (Kg)	4.012	2.250	2.625	3.725	3.675	2.650	18.937	3.156
10	CPE (Kg)	6.836	4.850	6.600	5.911	7.400	7.800	39.397	6.566
11	ACPL (Kg)	157	162	115	107	125	86	752	125

No	Nama Item (satuan)	Nov 23	Dec 23	Jan 24	Feb 24	Mar 24	Apr 24	Total 6 bulan	Rata-rata
12	<i>Synox Blue</i> (Kg)	195	163	137	111	75	102	784	131
13	<i>Synox Yellow</i> (Kg)	165	130	117	104	50	139	705	118
14	<i>Synox Red</i> (Kg)	105	170	134	94	115	154	772	129
15	<i>Synox Brown</i> (Kg)	105	153	135	116	82	154	745	124
16	<i>Synox Black</i> (Kg)	70	52	39	93	62	104	420	70
17	<i>Pita List Silver</i> (pcs)	228	75	117	125	275	237	1057	176
18	<i>Pita List Gold</i> (pcs)	155	48	119	118	178	213	831	139
19	Lakban (pcs)	4.104	3.240	3.240	3.240	6.624	4.896	25.344	4.224
20	<i>Solfen</i> (liter)	0	0	0	0	0	0	0	0
21	<i>Cleaner</i> (liter)	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Tinta(liter)	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Lem <i>Stamping</i> (liter)	0	0	0	0	800	775	1.575	263
24	Lem <i>MAXX</i> (liter)	0	0	0	0	200	200	400	67
25	Lem <i>Tiner</i> (liter)	0	0	0	0	510	525	1.035	173
26	Lem <i>Leminate</i> (liter)	0	0	0	0	0	0	0	0
27	Stiker <i>PF</i> (pcs)	972	803	794	773	1.109	1.059	5.510	918
28	Stiker <i>Maxx</i> (pcs)	80	50	35	15	20	20	220	37
29	Kardus (ikat)	1.025	1.025	1.320	1.025	1.406	1.159	6.960	1.160
30	Tepung (kg)	67.800	43.500	49.950	36.900	51.300	21.000	270.450	45.075

Data yang ditunjukkan dengan label warna merah muda adalah item dengan jumlah penerimaan terbesar periode waktu bulan November 2023 – April 2024. Data tersebut akan digunakan selanjutnya untuk menentukan jumlah kebutuhan penyimpanan masing-masing item yang ada gudang (Tabel 4.5).

Tabel 4. 3 Data pengeluaran barang bulan November 2023 – April 2024

No	Nama Item	Nov 23	Dec 23	Jan 24	Feb 24	Mar 24	Apr 24	Total 6 Bulan	Rata-rata
1	Kalsium (Kg)	114.700	132.200	145.000	138.100	105.200	83.800	719.000	119.833
2	Resin (Kg)	55.507	57.717	61.992	57.805	46.578	36.698	316.297	52.716
3	<i>Optical Green</i> (Kg)	100	27	73	25	23	16	263	43
4	<i>BLR Titanium</i> (Kg)	775	818	849	763	699	477	4.381	730

No	Nama Item	Nov 23	Dec 23	Jan 24	Feb 24	Mar 24	Apr 24	Total 6 Bulan	Rata-rata
5	<i>Lead Stabilizer</i> (Kg)	3.909	4.460	4.505	4.241	3.308	2.621	23.043	3.840
6	<i>Processing AID</i> (Kg)	918	1.058	1.160	1.066	842	685	5.727	955
7	<i>Acrylc Impact</i> (Kg)	1.117	1.218	1.274	1.246	921	769	6.543	1.091
8	<i>Stearic Acid</i> (Kg)	410	439	479	452	365	279	2.423	404
9	PE WAX (Kg)	1.628	1.547	1.450	1.382	1.052	851	7.909	1.318
10	CPE (Kg)	3.876	4.042	4.689	4.403	3.502	2.690	23.202	3.867
11	ACPL (Kg)	42	47	59	50	36	34	267	45
12	<i>Synox Blue</i> (Kg)	24	26	27	23	20	15	134	22
13	<i>Synox Yellow</i> (Kg)	24	13	13	11	8	9	78	13
14	<i>Synox Red</i> (Kg)	35	36	41	42	32	23	208	35
15	<i>Synox Brown</i> (Kg)	15	18	19	20	14	11	96	16
16	<i>Synox Black</i> (Kg)	17	13	21	26	28	20	125	21
17	<i>Pita List Silver</i> (pcs)	20	127	112	55	119	60	493	82
18	<i>Pita List Gold</i> (pcs)	18	45	32	36	55	42	228	38
19	Lakban (pcs)	4.104	3.240	3.240	3.240	1.368	648	15.840	2.640
20	<i>Solfen</i> (liter)	0	0	0	0	0	0	0	0
21	<i>Cleaner</i> (liter)	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Tinta(liter)	0	0	0	0	0	0	0	0
23	<i>Lem Stamping</i> (liter)	0	0	0	0	473	377	851	142
24	<i>Lem MAXX</i> (liter)	0	0	0	0	89	71	160	27
25	<i>Lem Tiner</i> (liter)	0	0	0	0	105	84	189	32
26	<i>Lem Leminate</i> (liter)	0	0	0	0	0	0	0	0
27	Stiker PF (pcs)	183	169	325	286	360	228	1.551	259
28	Stiker Maxx (pcs)	18	4	25	20	71	57	195	33
29	Kardus (ikat)	985	1.025	990	1.025	1.406	962	6.393	1.066
30	Tepung (kg)	67.800	43.500	49.950	36.900	51.300	21.000	270.450	45.075

4.1.5 Perhitungan Frekuensi Perpindahan

Frekuensi perpindahan barang dihitung dari banyak rata-rata keluar-masuk barang yang ada pada gudang. Hasil rata – rata penerimaan barang (Tabel 4.3) dan rata – rata pengeluaran (Tabel 4.4) dikonversi ke dalam satuan tempat penyimpanan

(pallet) dimana hasil dari rata-rata per item dibagi dengan jumlah barang yang dimuat dalam 1 pallet (Tabel 4.5).

Tabel 4. 4 Frekuensi perpindahan material

No	Item	Rata-rata Masuk <i>a</i>	Rata-rata Masuk <i>b</i>	Satuan barang <i>c</i>	Jumlah 1x angkut <i>d</i>	Jumlah Pengangkutan		Total Frekuensi Perpindahan (<i>e+f</i>)
						Masuk $e=(a/(c*d))$	Keluar $f=(b/(c*d))$	
1	Kalsium (Kg)	140433	119833	25 Kg	40 sak	140.43	119.83	260.27
2	Resin (Kg)	67936	52716	25 Kg	52 sak	52.26	40.55	92.81
3	<i>Optical Green</i> (Kg)	87	44	25 Kg	8 sak	0.44	0.22	0.65
4	<i>BLR Titanium</i> (Kg)	1670	730	25 Kg	60 sak	1.11	0.49	1.60
5	<i>Lead Stabilizer</i> (Kg)	6720	3840	25 Kg	60 sak	4.48	2.56	7.04
6	<i>Processing AID</i> (Kg)	1951	955	25 Kg	60 sak	1.30	0.64	1.94
7	<i>Acrylic Impact</i> (Kg)	2391	1091	25 Kg	60 sak	1.59	0.73	2.32
8	<i>Stearic Acid</i> (Kg)	1593	404	25 Kg	60 sak	1.06	0.27	1.33
9	PE WAX (Kg)	3156	1318	25 Kg	60 sak	2.10	0.88	2.98
10	CPE (Kg)	6566	3867	25 Kg	60 sak	4.38	2.58	6.96
11	ACPL (Kg)	125	45	25 Kg	60 sak	0.08	0.03	0.11
12	<i>Synox Blue</i> (Kg)	130	22	25 Kg	10 sak	0.52	0.09	0.61
13	<i>Synox Yellow</i> (Kg)	117	13	25 Kg	10 sak	0.47	0.05	0.52
14	<i>Synox Red</i> (Kg)	128	35	25 Kg	10 sak	0.51	0.14	0.65
15	<i>Synox Brown</i> (Kg)	124	16	25 Kg	10 sak	0.50	0.06	0.56
16	<i>Synox Black</i> (Kg)	70	21	25 Kg	10 sak	0.28	0.08	0.36
17	<i>Pita List Silver</i> (pcs)	176	82	25 Pcs	20 pcs	0.35	0.16	0.52
18	<i>Pita List Gold</i> (pcs)	138	38	25 Pcs	20 pcs	0.28	0.08	0.35
19	Lakban (pcs)	4224	2640	1 kardus (72 Pcs)	14 pcs	4.19	2.62	6.81
20	<i>Solfen</i> (liter)	0	0	200 Liter	1 liter	0.00	0.00	0.00
21	<i>Cleaner</i> (liter)	0	0	200 Liter	1 liter	0.00	0.00	0.00
22	Tinta(liter)	0	0	200 Liter	1 liter	0.00	0.00	0.00
23	<i>Lem Stamping</i> (liter)	262	142	200 Liter	1 liter	1.31	0.71	2.02

No	Item	Rata-rata Masuk <i>a</i>	Rata-rata Masuk <i>b</i>	Satuan barang <i>c</i>	Jumlah 1x angkut <i>d</i>	Jumlah Pengangkutan		Total Frekuensi Perpindahan (<i>e+f</i>)
						Masuk $e=(a/(c*d))$	Keluar $f=(b/(c*d))$	
24	Lem MAXX (liter)	66	27	200 Liter	1 liter	0.33	0.13	0.47
25	Lem Tiner (liter)	172	32	200 Liter	1 liter	0.86	0.16	1.02
26	Lem Leminate (liter)	0	0	200 Liter	1 liter	0.00	0.00	0.00
27	Stiker PF (pcs)	918	259	5 pcs	40 pcs	4.59	1.29	5.88
28	Stiker Maxx (pcs)	36	33	5 pcs	40 pcs	0.92	0.81	1.73
29	Kardus (ikat)	1160	1066	30 lembar	120 lembar	9.67	8.88	18.55
30	Tepung (kg)	45075	45075	25 Kg	80 sak	22.54	22.54	45.08
Total						247.22	198.00	445.22

4.1.6 Jumlah kebutuhan area penyimpanan

Perhitungan jumlah kebutuhan area penyimpanan dengan menggunakan data penerimaan barang terbesar pada setiap produk untuk setiap bulannya. Jumlah kebutuhan area penyimpanan barang dihasilkan dari hasil maksimal penerimaan barang dibagi dengan jumlah barang dalam 1 palet (Tabel 4.1).

Tabel 4. 5 Jumlah kebutuhan penyimpanan barang

No	Item	Maksimal Penerimaan Barang <i>a</i>	Jumlah dalam 1 pallet <i>b</i>	Penggunaan barang <i>c : a/b</i>	Satuan per barang <i>d</i>	Maksimal Kebutuhan Tempat Penyimpanan (pallet) <i>c/d</i>
1	Kalsium (Kg)	166000	40 sak	4150 sak	25 Kg	166
2	Resin (Kg)	84000	52 sak	1615 sak	25 Kg	65
3	Optical Green (Kg)	125.702	8 sak	16 sak	25 Kg	1
4	BLR Titanium (Kg)	2721.735	60 sak	45 sak	25 Kg	2
5	Lead Stabilizer (Kg)	8504.5	60 sak	142 sak	25 Kg	6
6	Processing AID (Kg)	2965	60 sak	49 sak	25 Kg	2
7	Acrylc Impact (Kg)	1090	60 sak	18 sak	25 Kg	1
8	Strearic Acid (Kg)	2200	60 sak	37 sak	25 Kg	1
9	PE WAX (Kg)	4011.9	60 sak	67 sak	25 Kg	3
10	CPE (Kg)	7800	60 sak	130 sak	25 Kg	6

No	Item	Maksimal Penerimaan Barang <i>a</i>	Jumlah dalam 1 pallet <i>b</i>	Penggunaan barang <i>c : a/b</i>	Satuan per barang <i>d</i>	Maksimal Kebutuhan Tempat Penyimpanan (pallet) <i>c/d</i>
11	ACPL (Kg)	162	60 sak	3 sak	25 Kg	1
12	Synox Blue (Kg)	195	10 sak	20 sak	25 Kg	1
13	Synox Yellow (Kg)	165	10 sak	17 sak	25 Kg	1
14	Synox Red (Kg)	170	10 sak	17 sak	25 Kg	1
15	Synox Brown (Kg)	153.5	10 sak	15 sak	25 Kg	1
16	Synox Black (Kg)	103.5	10 sak	10 sak	25 Kg	1
17	Pita List Silver (pcs)	275	20 kardus	14 sak	25 Pcs	1
18	Pita List Gold (pcs)	213	20 kardus	11 sak	25 Pcs	1
19	Lakban (pcs)	6624	14 pcs	473 sak	72 Pcs	7
20	Solfen (liter)	0	10 drum	0	200 Liter	0
21	Cleaner (liter)	0	10 drum	0	200 Liter	0
22	Tinta(liter)	0	10 drum	0	200 Liter	0
23	Lem Stamping (liter)	800	2 drum	400 liter	200 Liter	2
24	Lem MAXX (liter)	200	2 drum	100 liter	200 Liter	1
25	Lem Tiner (liter)	525	2 drum	263 liter	200 Liter	2
26	Lem Leminate (liter)	0	2 drum	0	200 Liter	0
27	Stiker PF (pcs)	1109	40 pcs	28 pcs	2 Kardus	14
28	Stiker Maxx (pcs)	80	40 pcs	2 pcs	1 kardus	2
29	Kardus (ikat)	1406	60 ikat	23 ikat	1 Ikat	46
30	Tepung (kg)	67800	80 sak	848 sak	25 Kg	34
					Total	367 pallet

4.1.7 Pembentukan Kelas

Pembentukan kelas diperoleh dari hasil mengurutkan total frekuensi perindahan barang per item dari frekuensi terbesar hingga frekuensi terkecil (Tabel 4.6). Hasil perhitungan tersebut diketahui frekuensi dari setiap item guna melakukan pengelompokan ke dalam 3 kelas berdasarkan *metode class based storage* (Hadiguna & Setiawan, 2008), kategori persentase kumulatif 20-80% dimana kelas A terdiri dari 2 item yakni Kalsium dan Resin dengan persentase kumulatif sebesar 75,35%.

Tabel 4. 6 Pembentukan kelas

No	Item	Total Frekuensi	Frekuensi Kumulatif	Persentase Penggunaan	Persentase Kumulatif	Kelas	Jumlah Item
1	Kalsium	260.27	260.3	58.46%	58.46%	A	2 item 79,30%
2	Resin	92.81	353.1	20.85%	79.30%		
3	Tepung	45.08	353.7	10.12%	89.43%	B	5 item 14,80 %
4	Lead Stabilizer	7.04	355.3	1.58%	91.01%		
5	CPE	6.96	362.4	1.56%	92.57%		
6	Lakban	6.81	364.3	1.53%	94.10%		
7	Stiker PF	5.88	366.6	1.32%	95.42%		
8	PE WAX	2.98	368.0	0.67%	96.09%	C	23 item 5.90%
9	Acrylc Impact	2.32	370.9	0.52%	96.61%		
10	Lem Stamping	2.02	377.9	0.45%	97.07%		
11	Processing AID	1.94	378.0	0.44%	97.50%		
12	Stiker Maxx	1.73	378.6	0.39%	97.89%		
13	BLR Titanium	1.60	379.1	0.36%	98.25%		
14	Strearcic Acid	1.33	379.8	0.30%	98.55%		
15	Lem Tiner	1.02	380.4	0.23%	98.78%		
16	Optical Green	0.65	380.7	0.15%	98.93%		
17	Synox Red	0.65	381.2	0.15%	99.07%		
18	Kardus	0.62	381.6	0.14%	99.21%		
19	Synox Blue	0.61	388.4	0.14%	99.35%		
20	Synox Brown	0.56	388.4	0.13%	99.48%		
21	Synox Yellow	0.52	388.4	0.12%	99.59%		
22	Pita List Silver	0.52	388.4	0.12%	99.71%		
23	Lem MAXX	0.47	390.4	0.10%	99.81%		
24	Synox Black	0.36	390.9	0.08%	99.90%		
25	Pita List Gold	0.35	391.9	0.08%	99.97%		
26	ACPL	0.11	391.9	0.03%	100.00%		
27	Solfen	0.00	397.8	0.00%	100.00%		
28	Cleaner	0.00	399.5	0.00%	100.00%		
29	Tinta	0.00	400.14	0.00%	100.00%		
30	Lem Leminat	0.00	445.22	0.00%	100.00%		
Total		445.22		100%			100%

Dari hasil pembentukan kelas tersebut dapat diidentifikasi menjadi sebagai berikut:

1. Kelas A merupakan kategori *fast moving*, dimana barang memiliki dengan frekuensi pemakaian tinggi, jumlah item sedikit. Kelas A terdiri 2 item yaitu

Kalsium dan Resin. Hasil persentase frekuensi perpindahan kumulatif 79,30% dari jumlah persentase frekuensi perpindahan.

2. Item yang termasuk kelas B yaitu Tepung, Lakban, *Lead Stabilizer*, CPE, dan Stiker PF. Hasil persentase frekuensi perpindahan kumulatif 14,80% dari jumlah prosentase frekuensi perpindahan. Kategori ini termasuk *medium moving*, jumlah item sedang.
3. Kelas C merupakan kategori barang *low moving*, barang dengan frekuensi kecil atau minim namun dengan jumlah item yang banyak. Item yang termasuk dalam kelas C yaitu PE WAX, *Acrylc Impact*, Lem *Stamping*, Processing AID, Stiker Maxx, BLR *Titanium*, *Strearic Acid*, Lem *Tiner*, *Optical Green*, *Synox Red*, Kardus, *Synox Blue*, *Synox Brown*, *Synox Yellow*, Pita *List Silver*, Lem MAXX, *Synox Black*, Pita *List Gold*, ACPL, Solfen, *Cleaner*, Tinta, dan Lem *Leminate*. Hasil persentase frekuensi perpindahan kumulati 5,90% dari jumlah persentase frekuensi perpindahan.

4.1.8 Penentuan Luas Area Gudang

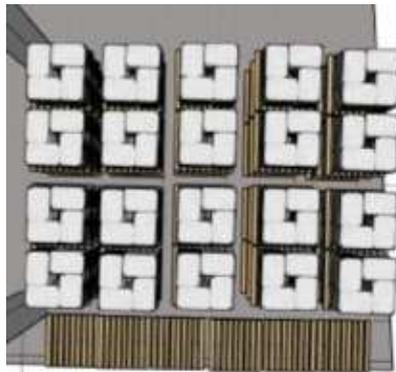
Pada tahap identifikasi *layout* awal diketahui bahwa area penyimpanan pada gudang bahan baku dibagi berdasarkan jenis dan jumlah barang. Jumlah barang yang mempunyai kuantitas besar ditempatkan pada area yang sama, seperti kalsium dan resin. Barang yang mempunyai karakteristik sama dijadikan menjadi satu area yang sama, contohnya bahan baku yang bersifat kimia (*chemical*). Total area yang terdapat pada gudang bahan baku PT Indonesia Plafon Semesta adalah 6 area yaitu area kalsium, area resin, area stiker dan *stamping foil*, area *chemical*, area kardus, dan area lem (Tabel 4.2).



(a) Tampak depan



(b) Tampak samping



(b) Tampak atas

Gambar 4. 6 Penataan barang

Contoh penataan barang pada blok A Kalsium dapat ditumpuk hingga 3 tumpuk sehingga dapat memaksimalkan kapasitas penyimpanan (Lampiran 7).

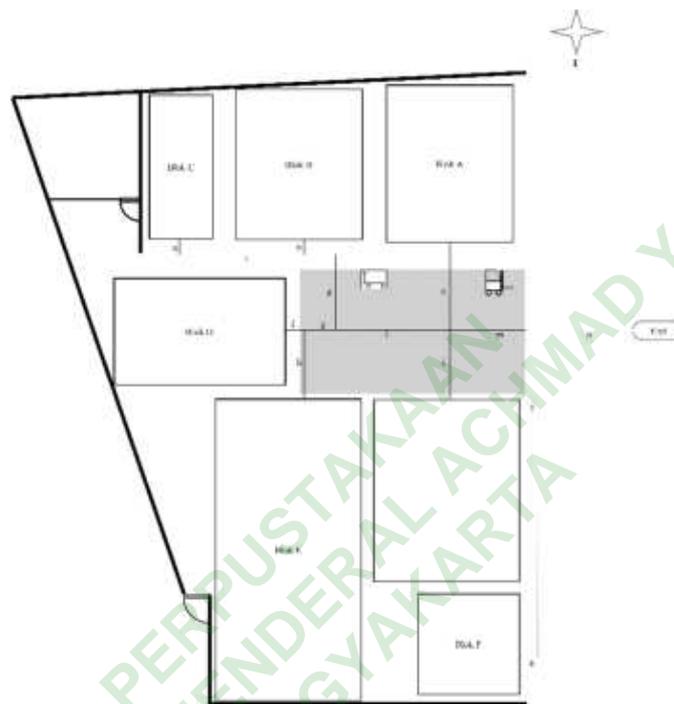
Tabel 4. 7 Area dan luas yang digunakan

Blok	Nama Item	Daya Tampung per Pallet	Maksimal Tumpukan	Kebutuhan Palet (<i>a</i>)	Kapasitas Maksimal	Kebutuhan Area Per Pallet (<i>b</i>)	Luas Area Pallet (<i>a x b</i>)
A	KALSIUM	40 sak (1 ton)	10	60	60 ton	1,21 m ²	24,2 m ²
B	RESIN	40 sak (1 ton)	15	23	34,5 ton	1,21 m ²	27,83 m ²
C	STIKER DAN STAMPING FOIL	3 kardus	5	25	375 kardus	1,21 m ²	30,25 m ²
D	CHEMICAL	5 kardus	10	24	720 sak	1,21 m ²	29,04 m ²
E	KARDUS	30 ikat	30	39	1.170 ikat	1,21 m ²	47,19 m ²
F	LEM	1 drum	2	-	15 drum	1,21 m ²	18,75 m ²

4.1.9 Perpindahan *Material Handling Layout* Awal

Ukuran gudang bahan baku di PT Indonesia Plafon Semesta adalah $\pm 25 \times 22$ m dengan tinggi bangunan ± 8 m. Luas gudang penyimpanan yang digunakan ± 550 m². Pada analisis *layout* ini dihitung jarak awal dari titik pengambilan barang hingga sampai pada titik tujuan. Pada perhitungan jarak perpindahan material diasumsikan untuk jarak pengambilan bolak balik menggunakan satu jalur tetap sehingga jarak yang dihitung sama. Pada perhitungan jarak perpindahan *material handling* digunakan metode *aisle distance* dimana jarak aktual yang dialami material berdasarkan lintasan yang dilewati oleh material. Metode ini digunakan

untuk jenis *material handling* yang bergerak secara *rectangular* dengan demikian perhitungan jarak dapat sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Ukuran jarak *aisle* Blok A menuju Produksi atau *End* (pintu keluar) diperoleh dari jumlah dari E, M dan N (Gambar 4.7).



Gambar 4. 7 Aisle Distance

Proses pengambilan barang/material dilakukan dari depan ke belakang dengan *material handling forklift*. Barang yang diambil pertama adalah barang yang dekat dengan lintasan material. Sedangkan untuk jenis *handpallet/trolley*, *material handling* berhenti pada tempat loading area dan barang dikumpulkan manual (dengan tangan) pada pallet sebelum perpindahannya menggunakan *handlift/trolley*.

Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada gudang bahan baku dan *consumable* PT Indonesia Plafon Semesta diketahui bahwa jarak dari masing-masing barang diasumsikan sama dalam 1 blok yang sama.

Tabel 4. 8 Jarak Perpindahan Material

Dari	Ke	Jarak (m)	Waktu	<i>Material Handling</i>
Blok A	Area produksi	25,80	28,43 detik	<i>Forklift</i>
Blok B	Area produksi	46,60	51,32 detik	<i>Forklift</i>
Blok C	Area produksi	47,05	66,80 detik	Manual

Blok D	Area produksi	52,60	68,08 detik	<i>Trolley/handpallet</i>
Blok E	Area produksi	52,20	65,50 detik	Manual
Blok F	Area produksi	44,00	50,16 detik	Manual

4.1.10 Pembuatan *Layout Usulan*

1. Perhitungan *Allowance*

Perhitungan *allowance* digunakan untuk menghitung kebutuhan jarak gang untuk *material handling*

a. *Hand pallet/handlift/trolley*

Dimensi *material handling* digunakan untuk pemanfaatan ruang gang atau *allowance* sebagai area keleluasan dalam menggerakkan *material handling* menggunakan *hand pallet* sebagai alat angkut barang. Maka *allowance* yang dibutuhkan berdasarkan kebutuhan jalur yang sesuai dengan ukuran dimensi *hand pallet*. Diketahui bahwa panjang *hand pallet* adalah 1,25m dan lebar 0,62m. Dimensi *pallet* panjang 1,1 m dan lebar 1,1 m. Garpu *hand pallet* mempunyai lebar 0,70 m sedangkan lebar *pallet* 1,1 m, maka total lebar *hand pallet* adalah 1,1 m, sehingga dimensi *hand pallet* dapat ditentukan dengan persamaan (2.4)

$$\text{diagonal} = \sqrt{1,25^2 \times 1,1^2}$$

$$\text{diagonal} = \sqrt{1,8906} = 1,37 \text{ m}$$

b. *Forklift*

Panjang *forklift* adalah 4 m dan lebar 1,1 m. *Forklift* digunakan sebagai alat untuk megangkut *pallet* yang berisi bahan baku untuk proses produksi plafon. Dimensi *pallet* panjang 1,1 m dan lebar 1,1 m dengan panjang garpu *forklift* 1,4 m.

$$\text{diagonal} = \sqrt{4^2 \times 1,1^2}$$

$$\text{diagonal} = \sqrt{16 \times 1,21}$$

$$\text{diagonal} = \sqrt{19,36} = 4,4 \text{ m}$$

2. Pengukuran *Aisle*

Material handling digunakan untuk proses pemindahan barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan jarak tertentu. *Aisle* digunakan untuk jalur *material handling* dan perpindahan pergerakan dari operator. Penentuan *aisle*

digunakan untuk mempertimbangkan mobilitas dari pekerja dan *material handling* yang digunakan. *Material handling* yang digunakan pada aktivitas pengambilan barang adalah *hand pallet* (Gambar 4.3) dan *forkklift* (Gambar 4.4) serta dihitung untuk pergerakan untuk proses pengambilan barang secara manual.

Pengukuran *aisle* ditentukan berdasarkan pada dimensi dari *handpallet* yaitu panjang 1,10 m, lebar 1,10 m, tinggi 0,18 m, dan *forklift* yaitu panjang 4 m, lebar 1,08 m, dan tinggi 2,10 meter. Kebutuhan *aisle* berdasarkan dua kali dimensi lebar bahan yang melintas.

$$\text{Aisle space} = 2 \times \text{lebar bahan yang melintas}$$

$$\text{Aisle space} = 2 \times 40 \text{ cm} = 80 \text{ cm atau } 0,8 \text{ m}$$

$$\text{Aisle space kardus} = 0,8 + 0,7 = 1,5 \text{ meter}$$

Pengambilan barang pada Blok A Kalsium dan Blok B Resin dilakukan langsung dari tempat *loading area*, sehingga *material handling* tidak masuk atau melewati gang (*aisle*) tersebut. Demikian pula pada blok D *Chemical* dengan *material handling handpallet*, cara pengambilan barang tidak melalui gang dan hanya berhenti pada *loading area*. Sehingga ukuran *loading area* harus memungkinkan untuk memuat pergerakan *material handling* yang digunakan, baik *forklift* maupun *handpallet*. Ukuran *loading area* awal adalah 9 x 5 meter, sehingga telah memungkinkan digunakannya *material handling*. Hal ini dikarenakan penggunaan *material handling* yang tidak pernah bersamaan dan hanya satu per satu.

4.1.11 Perancangan *Layout* Usulan

Hasil *layout* perbaikan dapat dilihat bahwa barang yang berada di dalam bergaris warna merah adalah barang kategori kelas A, barang kategori kelas B ditandai oleh garis kuning, dan garis berwarna hijau adalah barang yang kategori kelas C (Gambar 4.8).



Gambar 4. 8 *Layout Usulan Gudang PT Indonesia Plafon Semesta*

Penempatan dan penataan barang tersebut didasarkan dari hasil observasi yang telah dilakukan dengan pihak PT Indonesia Plafon Semesta, dimana kepentingan dan kebutuhan perusahaan juga menjadi pertimbangan dari proses pembuatan *layout* usulan. Alasan dari kepentingan dari penataan barang dapat disesuaikan (Tabel 4.9).

Tabel 4. 9 Alasan Penataan Barang

Kelas	Item	Alasan
A	Kalsium (Blok A)	Barang dengan frekuensi penggunaan tertinggi yaitu 260,27 kali dengan persentase mencapai 58.46% dari total barang yang ada pada gudang maka penempatannya diletakkan mendekati pintu keluar masuk. Dengan rata-rata penggunaan pallet sebesar 166 pallet yang dibutuhkan dengan sistem pallet tumpuk hingga 3 tumpukan dengan pengambilan barang menggunakan <i>forklift</i> .
	Resin (Blok B)	Barang dengan penggunaan terbesar kedua harus ditempatkan mendekati pintu keluar masuk dengan frekuensi penggunaan mencapai 92,81 kali dengan persentase penggunaannya sebesar 20.85%. Jenis <i>material handling</i> yang digunakan adalah <i>forklift</i> .
B	Tepung	Tepung merupakan hasil gilingan hasil dari produk cacat (<i>reject</i> dan <i>defect</i>) produk plafon yang digunakan untuk bahan campuran proses produksi atau sebagai pengganti kalsium. Item ini bukan merupakan bahan baku utama yang digunakan maka penempatannya diletakkan pada pojok kanan bawah pada <i>layout</i> usulan. Penempatan pada posisi tersebut juga dikarenakan dengan lokasi <i>crusher</i> (penggilingan produk cacat) sehingga pada lokasi tersebut lebih mudah dijangkau oleh operator produksi dan operator <i>crusher</i> .
	Lakban	Merupakan barang <i>consumable</i> untuk proses <i>packing</i> produk dengan persentase penggunaan 1,53% dari total barang yang ada pada gudang. Karena proses pengambilan barang dilakukan secara manual dan ukuran barang yang kecil sehingga perlu ditempatkan di area yang mudah terlihat dan mudah jangkau oleh operator <i>packing</i> .
	CPE	Item bahan baku dengan persentase 1.56% dengan total frekuensi mencapai 6,69 kali dalam satu bulan ditempatkan pada garis lurus dari pintu dengan alasan agar mudah diambil dan mudah dijangkau.
	<i>Lead Stabilizer</i>	Jenis item ini merupakan bahan <i>chemical</i> sekaligus bahan baku untuk proses pembuatan produk plafon dimana pengelompokan barang juga berdasarkan jenis dan karakteristik barang dengan penempatan area blok D dengan total persentase perpindahan 1,58%
C	<i>Acrylc Impact</i>	Jenis item ini merupakan bahan <i>chemical</i> sekaligus bahan baku untuk proses pembuatan produk plafon dimana

Kelas	Item	Alasan
C	PE WAX	pengelompokan barang juga berdasarkan jenis dan karakteristik barang dengan penempatan area blok D dengan total persentase kumulatif <5% tergolong pada kelas C.
	<i>Processing AID</i>	
	ACPL	
	<i>BLR Titanium</i>	
	<i>Stearic Acid</i>	
	Lem Maxx	Khusus item ini penempatannya berdasarkan jenis dan karakteristik barang dimana semua jenis lem dijadikan satu, dengan penempatan di bagian bawah kanan untuk menghindari paparan sinar matahari yang berada pada pintu masuk.
	Lem Tiner	
	Lem Stamping	
	<i>Synox Yellow</i>	Item bahan baku ini sebagai pewarna produk plafon yang tergolong pada bahan <i>chemical</i> yang ada pada blok D. Barang <i>consumable</i> untuk proses <i>packing</i> produk dengan persentase penggunaan 0.32% dari total barang yang ada pada gudang.
	<i>Synox Red</i>	
	<i>Optical Green</i>	
	<i>Synox Blue</i>	
	<i>Synox Brown</i>	
	Pita List Gold	Barang <i>consumable</i> ini tergolong pada Blok C dengan nama Stiker dan <i>Stamping Foil</i> . Jenis barang ini termasuk item yang jarang digunakan dengan persentase kumulatif dari 4 barang tersebut <5%.
	Pita List Silver	
	Stiker PF	
	Stiker Maxx	
	Kardus	Barang <i>consumable</i> untuk proses <i>packing</i> produk dengan persentase penggunaan 0.32% dari total barang yang ada pada gudang. Dimensi kardus yang cukup besar dengan kuantitas yang banyak berbanding terbalik dengan penggunaannya yang sedikit. Hal tersebut dikarenakan kardus terdiri dari beberapa jenis merek yang mana penggunaan kardus hanya pada merek-merek tertentu saja.
	<i>Solfen</i>	Tidak ada pergerakan barang baik keluar atau masuk selama 6 bulan penelitian..
	<i>Cleaner</i>	
Tinta		
Lem Leminat		

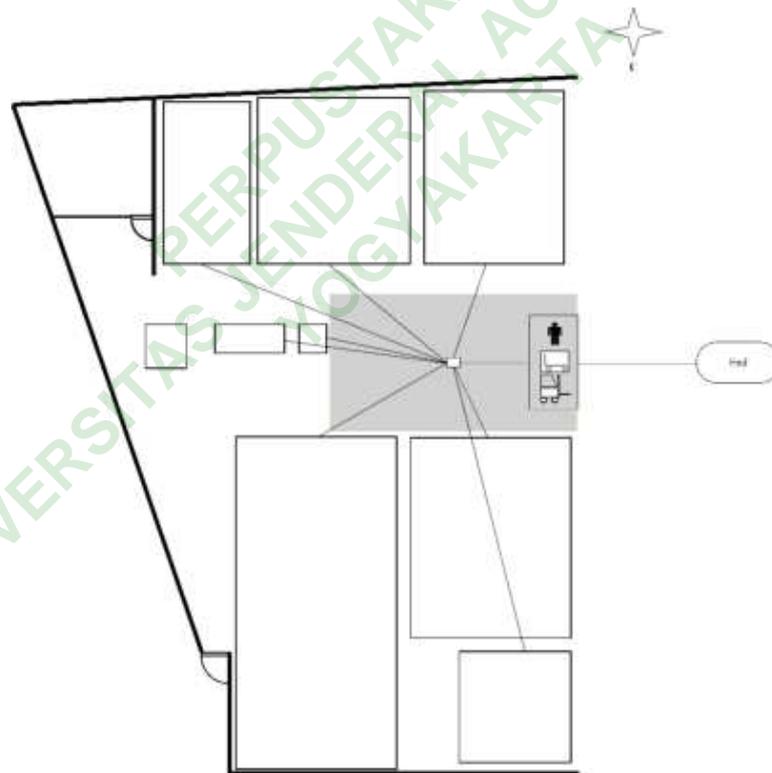
4.1.12 Pembuatan Konseptual Model

Model konseptual merupakan gambaran dari aliran proses dan aktivitas dengan ilustratif yang berfungsi agar memudahkan dalam pembuatan model simulasi (Gambar 4.7).



Gambar 4. 9 Konseptual Model

Untuk memudahkan pemodelan sistem yang akan dibangun perlu adanya gambar yang lebih ilustratif sebagai gambaran konsep model yang dibuat (Gambar 4.8). Gambar tersebut menunjukkan denah tempat dari kondisi yang sebenarnya dengan garis hubungan aktivitas yang dilakukan.



Gambar 4. 10 Gambaran Model Simulasi

4.1.13 Perancangan Model Simulasi

Pada gudang bahan baku dan bahan *consumable* PT Indonesia Plafon Semesta terdiri dari 30 item dimana pada dibagi menjadi 6 blok penyimpanan barang. Barang/material diasumsikan telah tersedia pada sistem yaitu pada *source*

model simulasi, dikarenakan pada proses kedatangan barang sangat fleksibel dan tergantung dari kebutuhan produksi sehingga persediaan barang dianggap normal setiap bulannya. Pada proses pemindahan material (*material handling*) dilakukan dengan 3 macam cara. Untuk penggunaan *forklift* hanya digunakan untuk memindahkan 2 bahan baku utama karena kuantitas pengambilan barang yang besar yaitu pada Blok A Kalsium dan Blok B Resin. Pemindahan material pada blok D *Chemical* dari gudang menuju tempat produksi menggunakan *handpallet/handlift*. Sedangkan untuk Blok C Stiker dan *Stamping Foil*, Blok E Kardus, dan Blok F Lem dilakukan manual oleh operator/*helper* produksi.

Proses pemodelan sistem untuk merepresentasikan sistem nyata perlu ditentukan terlebih dahulu objek yang akan digunakan sesuai dengan proses-proses pemindahan material. Dalam pemodelan ini menggunakan pendekatan *discrete event simulation* (simulasi kejadian dinamis), hal tersebut dikarenakan proses produksi PT Indonesia Plafon Semesta menggunakan sistem MTO (*Make To Order*). Dimana permintaan produk plafon berdasarkan jumlah pesanan yang fluktuatif setiap bulannya.

Pada model simulasi ini terdapat dua jenis tipe objek yang digunakan yaitu *fixed resources* dan *task executor* dengan menggunakan *software* simulasi *Flexsim*. Objek *fixed resources* adalah objek yang digunakan untuk mengirim barang (*flowitem*) yang akan diproses dalam suatu sistem, serta objek ini bersifat tetap pada titik lokasinya. Sedangkan *task executor* merupakan objek yang bersifat bergerak dengan memuat (*load*) dan membongkar (*unload*) barang, serta memindahkan barang dari gudang penyimpanan menuju tempat produksi, yaitu operator dan transporter (*forklift*).

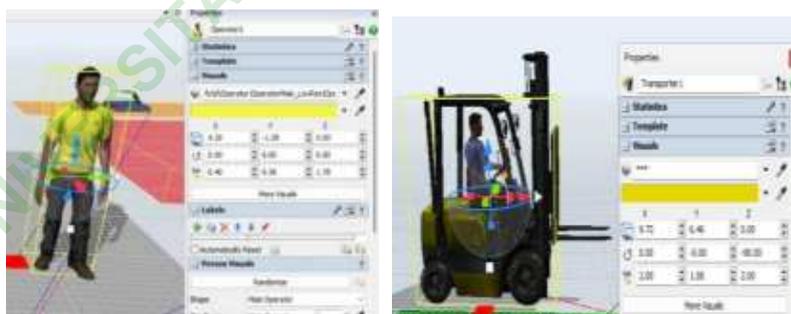
Tabel 4. 10 Objek Simulasi

No	Nama Item	Tipe objek	Jumlah Objek	Keterangan
1	Blok A Kalsium	<i>Source</i>	1	Mendefinisikan keluaran entitas dalam sistem.
2	Blok B Resin	<i>Source</i>	1	Mendefinisikan keluaran entitas dalam sistem.
3	Blok C Stiker dan <i>Stamping Foil</i>	<i>Source</i>	1	Mendefinisikan keluaran entitas dalam sistem.
4	Blok D <i>Chemical</i>	<i>Source</i>	1	Mendefinisikan keluaran entitas dalam sistem.

No	Nama Item	Tipe objek	Jumlah Objek	Keterangan
5	Blok E Kardus	Source	1	Mendefinisikan keluaran entitas dalam sistem.
6	Blok F Lem	Source	1	Mendefinisikan keluaran entitas dalam sistem.
7	Operator <i>Mixer</i>	Operator	1	Sebagai objek untuk mendefinisikan operator kerja.
8	<i>Forklift</i>	Transporter	1	Sebagai proses pemindahan material menuju lokasi tujuan.
9	Tempat Produksi	Queue	1	Sebagai objek <i>dummy</i> untuk menampung material sementara.
10	Jalan <i>Material Handling</i>	Network Node	6	Mendefinisikan jalur <i>task executor</i> ketika melaksanakan perjalanan tugasnya

Perancangan model simulasi berdasarkan pada model konseptual yang telah dibangun. Model simulasi dibuat dengan *software Flexsim*. Tahapan dari pembuatan model yang ada di *Flexsim* dimulai dengan membuat (*drag & drop*) objek ke dalam *worksheet* yang telah dibuat pada *software* simulasi.

1. *Task executor* merupakan objek yang digunakan untuk menjalankan tugas yang diberikan oleh *fixed resource* seperti mengangkut barang dari gudang ke area produksi. *Transporter* sebagai *forklift* dan operator diasumsikan pula sebagai *handlift/handpallet*, serta operator adalah proses pengambilan manual.

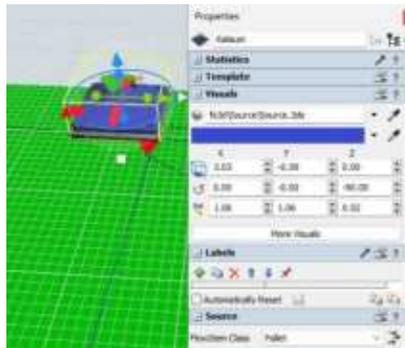


(a)

(b)

Gambar 4. 11 *Task Executor*

2. *Source* merupakan material-material yang akan dipindahkan nantinya. Dalam hal ini barang/material diasumsikan sebuah *Source*.



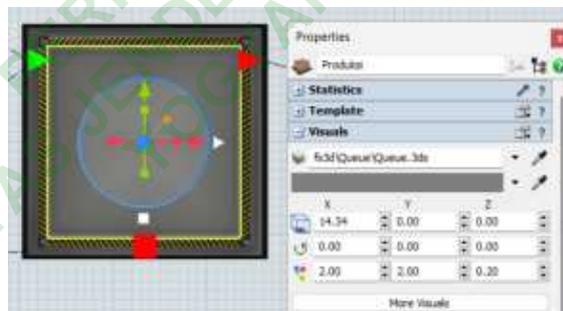
Gambar 4. 12 Souerce

3. *Network node* berfungsi sebagai jalur yang dilewati material *handling*.



Gambar 4. 13 *Network node*

4. *Queue* yang digunakan sebagai penyimpanan barang sementara serta menjadi lokasi tujuan pemindahan material.



Gambar 4. 14 *Queue*

Setelah objek simulasi selesai didefinisikan, dilakukan pengolahan data terkait dengan distribusi probabilitas yang paling mewakili set data. Pola distribusi data diperoleh dari data pengambilan material kemudian diolah dengan *software input analyzer* digunakan data untuk mencari inputan yang optimal untuk model sistem yang akan dibangun.

Tabel 4. 11 Frekuensi Pengambilan Material Per Hari

Data ke-	Blok A Kalsium	Blok B Resin	Blok C Stiker dan Stamping Foil	Blok D Chemical	Blok E Kardus	Blok F Lem
1	6 kali	3 kali	39 kali	2 kali	20 kali	6 kali
2	6 kali	3 kali	17 kali	2 kali	30 kali	6 kali
3	7 kali	3 kali	15 kali	2 kali	31 kali	6 kali
4	5 kali	3 kali	17 kali	1 kali	25 kali	6 kali
5	4 kali	3 kali	8 kali	1 kali	17 kali	6 kali
6	6 kali	2 kali	25 kali	2 kali	39 kali	6 kali
7	5 kali	3 kali	30 kali	2 kali	27 kali	6 kali
8	6 kali	2 kali	20 kali	1 kali	29 kali	6 kali
9	2 kali	3 kali	15 kali	1 kali	33 kali	6 kali
10	1 kali	1 kali	12 kali	1 kali	34 kali	6 kali
11	2 kali	1 kali	10 kali	2 kali	14 kali	6 kali
12	5 kali	1 kali	11 kali	1 kali	34 kali	6 kali
13	4 kali	2 kali	9 kali	2 kali	22 kali	6 kali
14	2 kali	2 kali	21 kali	2 kali	21 kali	6 kali
15	2 kali	1 kali	5 kali	2 kali	22 kali	6 kali
16	2 kali	1 kali	7 kali	2 kali	14 kali	6 kali
17	3 kali	1 kali	10 kali	1 kali	39 kali	6 kali
18	2 kali	2 kali	4 kali	1 kali	28 kali	6 kali
19	3 kali	1 kali	7 kali	1 kali	22 kali	6 kali
20	5 kali	2 kali	19 kali	2 kali	20 kali	6 kali
21	6 kali	3 kali	23 kali	2 kali	28 kali	6 kali
22	5 kali	3 kali	22 kali	2 kali	30 kali	6 kali
23	3 kali	2 kali	14 kali	1 kali	32 kali	6 kali
24	3 kali	2 kali	22 kali	1 kali	19 kali	6 kali
25	4 kali	2 kali	12 kali	2 kali	34 kali	6 kali
26	5 kali	2 kali	18 kali	2 kali	35 kali	6 kali
27	5 kali	2 kali	21 kali	2 kali	14 kali	6 kali
28	5 kali	2 kali	33 kali	2 kali	31 kali	6 kali
29	5 kali	3 kali	34 kali	1 kali	24 kali	6 kali
30	6 kali	2 kali	14 kali	1 kali	34 kali	6 kali

Khusus untuk data Blok F Lem tidak terjadi penambahan atau pengurangan data pada tabel dikarenakan pengambilan item lem dilakukan secara konstan setiap harinya. Pengambilan lem berdasarkan pada jumlah mesin yang digunakan yaitu 6 mesin produksi.

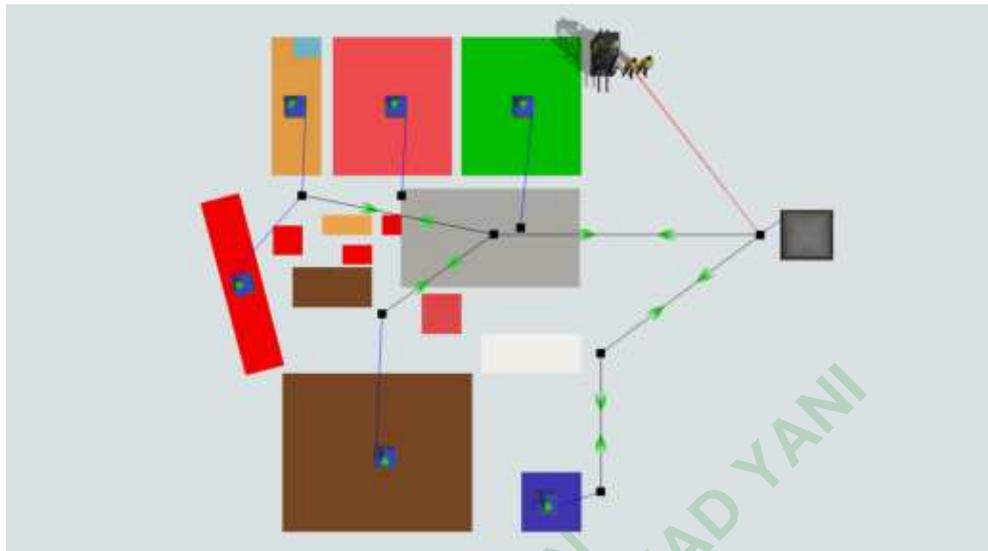
Tabel 4. 12 Pola distribusi data

Item	Pola distribusi	Expression
Blok A	Triangular	TRIA(0.5, 5, 7.5)
Blok B	Beta	$0.5 + 3 * \text{BETA}(1.87, 1.65)$
Blok C	Weibull	$3.5 + \text{WEIB}(15.1, 1.55)$
Blok D	Beta	$0.5 + 2 * \text{BETA}(2.14, 1.91)$
Blok E	Uniform	UNIF(13.5, 39.5)
Blok F	Normal	6

4.1.14 Simulasi

Proses pembuatan model simulasi dari sistem nyata ke dalam model sistem simulasi menggunakan *software Flexsim 24.0.4*. Proses dimulai dari pembuatan tata letak berdasarkan jarak yang telah diperoleh pada pembuatan *layout* awal. Model yang dibuat sesuai dengan data sistem nyatanya, beberapa ada yang menggunakan asumsi agar sesuai dengan sistem nyata yang ada di PT Indonesia Plafon Semesta. *Runtime* yang digunakan untuk model simulasi tersebut adalah satu hari dikarenakan proses perpindahan material terjadi setiap hari untuk semua item yang ada pada gudang. Jadi untuk perhitungan hasil simulasi yang digunakan adalah satu kali proses perpindahan barang/*material handling* dalam satu hari.

Model simulasi *layout* awal adalah model yang mengikuti keadaan yang sesungguhnya dari sistem kejadian nyata. Model simulasi menjadi representasi dari kondisi perpindahan material pada gudang PT Indonesia Plafon Semesta.



Gambar 4. 15 Simulasi *layout* Awal

Setelah model awal simulasi dibuat dan dijalankan maka didapatkan hasil jarak *material handling* dan waktu yang diperlukan.

1. Blok A Kalsium

Staytime		
Min	Max	Avg
27.97	27.97	27.97
Total Travel		24.85

2. Blok B Resin

Staytime		
Min	Max	Avg
51.38	51.38	51.38
Total Travel		46.53

3. Blok C Stiker dan *Stamping Foil*

Staytime		
Min	Max	Avg
66.17	66.17	66.17
Total Travel		46.73

4. Blok D *Chemical*

Staytime		
Min	Max	Avg
66.60	66.60	66.60
Total Travel		52.54

5. Blok E Kardus

Staytime		
Min	Max	Avg
64.48	64.48	64.48
Total Travel		52.25

6. Blok F Lem

Staytime		
Min	Max	Avg
50.00	50.00	50.00
Total Travel		44.07

Hasil simulasi layout awal dengan kondisi sistem nyata (Tabel 4.3) terdapat selisih jarak dan waktu material handling, maka diperlukan uji statistik untuk membuktikan bahwa simulasi apakah sudah merepresentasi sistem nyata atau belum.

Tabel 4. 13 Data aktual *layout* awal dan simulasi *layout* awal

Item	Menuju	Jarak Aktual (m)	Jarak Simulasi (m)	Waktu Aktual (detik)	Waktu Simulasi (detik)
Blok A Kalsium	Area produksi	25,80	24,85	28,43	27,93
Blok B Resin	Area produksi	46,60	46,53	51,32	51,38
Blok C Stiker dan <i>Stamping Foil</i>	Area produksi	47,05	46,73	66,80	66,17
Blok D <i>Chemical</i>	Area produksi	52,60	52,54	68,08	66,00
Blok E Kardus	Area produksi	52,20	52,25	65,50	64,48
Blok F Lem	Area produksi	44,00	44,07	50,16	50,00
Jumlah		268.25	267.97	330.29	325.96

4.1.15 Verifikasi dan Validasi

1. Validasi

Proses validasi digunakan untuk melihat apakah perilaku dari model yang dibangun telah menyerupai atau sama dengan keadaan sistem nyatanya. Validasi model menggunakan uji kesamaan dua rata-rata dan uji kesamaan dua variansi. Namun apabila salah satu atau kedua uji tersebut tidak diterima maka akan dilanjutkan ke uji *chi-square* untuk menguji apakah frekuensi observasi pada model simulasi konsisten dengan frekuensi teoritis pada sistem nyatanya. Data yang diperlukan adalah data jarak aktual historis dan data jarak simulasi (Tabel 4.13).

Dari data *output* aktual dan data *output* simulasi, dihitung terlebih dahulu *mean* dan standard deviasi sebelum masuk ke perhitungan uji statistik (Tabel 4.14)

Tabel 4. 14 Hasil perbandingan jarak

	Jarak Aktual	Jarak Simulasi
Mean	44,7	44,5
SD (v)	9,85	10,2
n	6	6

a. Uji Kesamaan Dua Rata-rata

Uji kesamaan dua rata-rata merupakan uji validasi yang dilakukan untuk mengetahui perbandingan performansi dari model simulasi yang telah dijalankan dengan sistem nyata. Perbandingan ini dilakukan dengan membandingkan jumlah rata-rata *output* yang dihasilkan dari model simulasi dengan jumlah rata-rata *output* dari sistem nyatanya. Jika dalam uji didapatkan hasil bahwa kedua nilai rata-rata tidak berbeda secara signifikan, maka dapat disimpulkan bahwa model memiliki validitas yang cukup untuk parameter *output* rata-rata. Berikut ini merupakan langkah-langkah dari pengujian dua rata-rata

1) Menentukan hipotesis

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$, atau tidak terdapat perbedaan rata-rata *output* sistem nyata dengan hasil simulasi

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$, atau terdapat perbedaan rata-rata *output* sistem nyata dengan hasil simulasi

2) Menentukan daerah penerimaan

Daerah penerimaan menggunakan tingkat kepercayaan 95% atau $\alpha = 5\%$.

Kriteria Pengujian :

- H_0 diterima jika $-2,571 < t \text{ hitung} < 2,571$
- H_0 ditolak jika $t \text{ hitung} < -2,571$ atau $t \text{ hitung} > 2,571$

- t hitung $\alpha/2, N-1$

3) Mencari t hitung

Rumus statistik uji

$$Sp^2 = \frac{(6-1)9,8^2 + (6-1)10,2^2}{6+6-2}$$

$$Sp^2 = 100,04$$

$$t = \frac{44,7-44,5}{100,04 \sqrt{(1/6) + (1/6)}}$$

$$t = 0,00346$$

4) Kesimpulan

Setelah dilakukan uji statistik, diperoleh nilai t hitung yaitu 0.451. Berdasarkan kriteria pengujian $-t_{2,571} < t \text{ hitung} < t_{2,571}$, yaitu

$$-2,571 < 0,00346 < 2,571$$

Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa H_0 diterima, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara output rata-rata sistem nyata dengan hasil simulasi yang diperoleh. Sehingga model di simulasi awal dapat dikatakan valid.

b. Uji Kesamaan Dua Variansi

Uji kesamaan dua variansi merupakan salah satu uji yang digunakan untuk membandingkan apakah data dari model simulasi memiliki keragaman data yang signifikan dengan data sistem nyata.

1) Menentukan hipotesis

$H_1 : \sigma_1 = \sigma_2$, variasi data sistem nyata sesuai dengan variasi data model simulasi

$H_1 : \sigma_1 \neq \sigma_2$, variasi data sistem nyata tidak sesuai dengan variasi data model simulasi

2) Menentukan daerah penerimaan

Daerah penerimaan menggunakan tingkat kepercayaan 95% atau $\alpha = 5\%$.

Kriteria Pengujian :

- H_0 diterima jika $F_{0.975}(5, 5) < F_{hitung} < F_{0.025}(5, 5)$
- H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{0.025}(5, 5)$ atau $F_{hitung} < F_{0.975}(5, 5)$
- $F_{tabel\ 0.025}(5, 5) = 7,146$
- $F_{tabel\ 0.975}(5, 5) = 0,139$

3) Mencari F_{hitung}

$$f = \frac{9,85^2}{10,2^2}$$

$$f = 0,932$$

4) Kesimpulan

Setelah dilakukan uji statistik, diperoleh nilai t_{hitung} yaitu 1.412. Berdasarkan kriteria pengujian $F_{0.975}(5, 5) < F_{hitung} < F_{0.025}(5, 5)$ atau $0,139 < F_{hitung} < 7,146$ yaitu

$$\mathbf{0,139 < 0,932 < 7,146}$$

Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa H_0 diterima, karena tidak terdapat perbedaan variansi antara sistem nyata dengan hasil simulasi yang diperoleh. Sehingga model di simulasi awal dapat dikatakan valid.

Berdasarkan kedua pengujian tersebut, diketahui bahwa hasil yang diperoleh menyatakan bahwa model valid yaitu berdasarkan uji kesamaan dua rata-rata dan uji kesamaan dua variansi. Data output model memiliki rata-rata dan variansi yang nilainya mendekati sama dari sistem nyatanya. Sehingga dalam pengujian validasi output model dapat dinyatakan memiliki validitas yang cukup dalam merepresentasikan sistem nyatanya.

2. Verifikasi

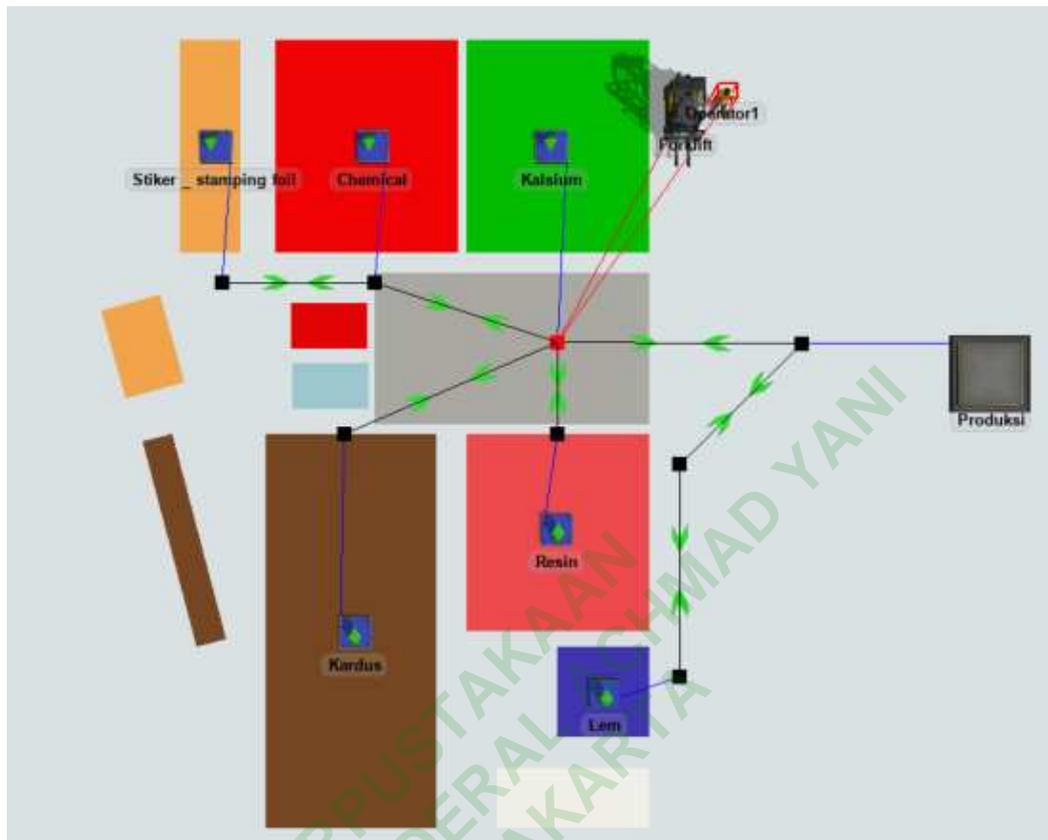
Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa model konseptual pada simulasi sudah dapat dijalankan dan tidak terjadi kesalahan pada

model simulasi dan *input* data simulasinya yang artinya simulasi tersebut telah diimplementasikan dengan benar. Beberapa hal yang diverifikasi yaitu asumsi komponen/objek pada sistem dan asumsi data dan *input* parameter. Berikut beberapa asumsi yang terdapat pada model:

- a. Asumsi data waktu proses *loading* dan *unloading* barang dilakukan konstan dan normal pada setiap pengambilannya. Proses tersebut direpresentasikan menggunakan objek operator dan *forklift* dengan waktu proses 30 dan 10 detik, dimana asumsi tersebut didapatkan dari hasil pengamatan saat proses pengambilan barang-barang digudang.
- b. Asumsi kecepatan perpindahan operator dan *forklift* dalam proses pengambilan barang. Peneliti mengasumsikan bahwa kecepatan berpindah maksimal pada operator pada kecepatan 0.5 m/s dan kecepatan maksimal *forklift* adalah 1.0 m/s.

4.1.16 Simulasi Gudang Usulan

Setelah model simulasi yang dibuat dikatakan valid dan menyerupai dari sistem nyata yang ada, dilanjutkan dengan pembuatan model simulasi untuk tata letak gudang usulan. Model simulasi *layout* gudang usulan adalah model yang dibuat berdasarkan hasil rancangan tata letak usulan untuk disimulasikan kondisi perpindahan material pada gudang PT Indonesia Plafon Semesta setelah adanya perubahan.



Gambar 4. 16 Simulasi *layout* usulan

1. Blok A Kalsium

Staytime		
Min	Max	Avg
25.58	25.58	25.58
Total Travel		23.07

2. Blok B Resin

Staytime		
Min	Max	Avg
41.65	41.65	41.65
Total Travel		31.51

3. Blok C Stiker dan *stamping foil*

Staytime		
Min	Max	Avg
65.94	65.94	65.94
Total Travel		46.00

4. Blok D Chemical

Staytime		
Min	Max	Avg
47.19	47.19	47.19
Total Travel		31.59

5. Blok E Kardus

Staytime		
Min	Max	Avg
61.77	61.77	61.77
Total Travel		48.96

6. Blok F Lem

Staytime		
Min	Max	Avg
47.71	47.71	47.71
Total Travel		44.06

Tabel 4. 15 Hasil simulasi *layout* usulan

Item	Menuju	Jarak (m)	Waktu (detik)
Blok A Kalsium	Area produksi	23,07	25,58
Blok B Resin	Area produksi	31.51	41,65
Blok C Stiker dan <i>Stamping Foil</i>	Area produksi	46,00	65,94
Blok D <i>Chemical</i>	Area produksi	31,59	47,19
Blok E Kardus	Area produksi	48,96	61,77
Blok F Lem	Area produksi	46,03	47,71
Jumlah		227.16	289.84

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisis Hasil Simulasi

Setelah dilakukan simulasi model pada *layout* awal dan *layout* usulan menggunakan *software Flexsim* diketahui perbandingan jarak yang ditempuh *material handling* dan waktu yang diperlukan untuk pemindahan barang.

Tabel 4. 16 Perbandingan Jarak dan Waktu *Material Handling*

Model	Total Jarak <i>Material Handling</i>	Total Waktu <i>Material Handling</i>
Awal	267.97 m	325.96 detik
Usulan	227.16 m	289.84 detik

Dapat terlihat pada tabel 4.15 bahwa total jarak yang di tempuh terjadi penurunan jarak sebesar 30,81 m dari total jarak awal. Pada total waktu yang

ditempuh juga mengalami penurunan sebanyak 36,12 detik lebih cepat daripada total waktu pada *layout* awal. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa *layout* usulan memberikan perbedaan jarak dan waktu yang dihasilkan. Nilai yang lebih rendah menandakan bahwa aktivitas perpindahan material yang lebih optimal dengan perbedaan jarak sebesar 11,49 %, dan waktu sebesar 11,09 %.

Perbandingan jarak *material handling* dalam satu hari (5 kali pengambilan) mencapai 154,05 meter dengan perbandingan waktu yang ditempuh bulan mencapai 180,6 detik atau 3 menit 6 menit. Apabila dalam 1 bulan pengambilan perbedaan jarak antara *layout* awal dengan *layout* usulan adalah 4.501,5 meter (4,5 Km) dan waktu yang lebih efisien mencapai 5.418 detik (1 jam 30 menit).

PERPUSTAKAAN
JENDERAL ACHMAD YANI
UNIVERSITAS YOGYAKARTA