

4. PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA

4.1. Proses Produksi

Secara garis besar, produksi di bagian AEU dibagi menjadi tiga bagian besar, yaitu bagian *machining* (permesinan), bagian *assembly* (perakitan), dan bagian *painting* (pengecatan). Bagian permesinan menghasilkan beberapa komponen dan subkomponen yang dibutuhkan oleh bagian *assembly*. Bagian perakitan mengerjakan pekerjaan perakitan komponen dan subkomponen sampai menjadi barang jadi. Bagian pengecatan mengerjakan pekerjaan pengecatan komponen dan subkomponen dari bagian permesinan serta pengecatan barang jadi dari bagian *assembly*. Bagian *assembly* bertugas untuk merakit semua komponen dan subkomponen, sampai menjadi produk jadi. Setiap mesin yang diproduksi oleh AEU, memiliki bagian perakitannya sendiri-sendiri.

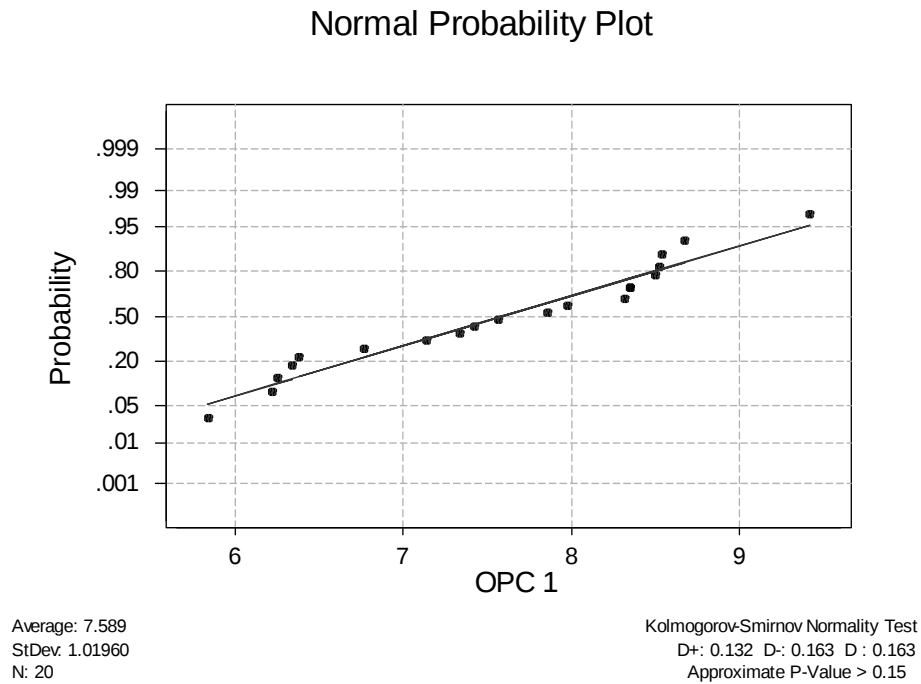
Selain ketiga bagian di atas, beberapa proses produksi dikerjakan secara *subcontract*. *Subcontract* adalah *outsourcing* untuk membantu proses-proses produksi di AEU. Beberapa proses permesinan, dikerjakan oleh subkontraktor pihak luar. *Packing* barang jadi juga tidak dilakukan oleh pihak AEU sendiri, melainkan dengan melakukan *subcontracting*.

Pengerjaan Mesin Husker secara garis besar adalah perakitan awal (OPC 1 - 81), cat awal (OPC 82 dan OPC 83), perakitan sebelum cat akhir (OPC 84 - 109), dempul dan cat akhir (OPC 110 - 112 dan OPC 114 - 117), dan perakitan akhir (OPC 118 - 129). Gambaran proses perakitan Mesin Husker dapat dilihat pada OPC pada Lampiran 1 dan *precedence chart* pada Lampiran 2.

4.2. Pengolahan Data

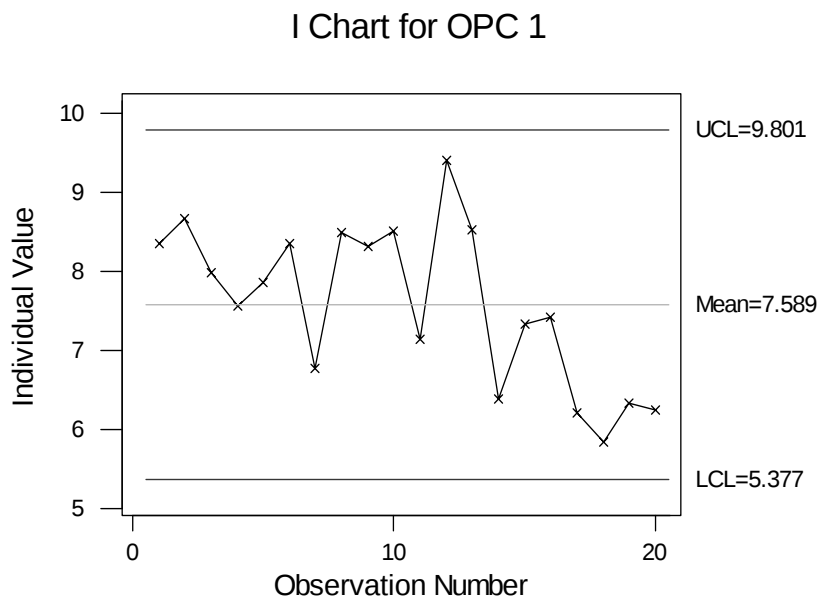
4.2.1. Pengujian Data Waktu

Sebelum diolah, data waktu yang diperoleh (Lampiran 3) perlu diuji kenormalan, keseragaman, dan kecukupan data. Berikut ini adalah contoh pengujian kenormalan dan keseragaman data dengan Software Minitab ($\alpha = 10\%$):



Gambar 4.1. *Output Uji Kenormalan dengan Software Minitab*

Karena P-value > 0,1 (>0,15), maka data berdistribusi normal.



Gambar 4.2. *Output Uji Keseragaman Data dengan Software Minitab*

Karena semua data masuk dalam batas kendali, maka data seragam.

Uji kecukupan data:

$$N' = \frac{(1,02 \times 1,729)^2}{(0,1 \times 7,59)^2}$$

$$= 5,4 \approx 6$$

Karena jumlah data yang tersedia 20 (>6), maka jumlah data cukup.

Karena data telah lolos uji, maka *mean* data ditetapkan sebagai waktu siklus. *Mean* dari OPC 1 adalah 7,59 menit, maka 7,59 menit ditetapkan sebagai waktu siklus. Langkah berikutnya adalah menghitung waktu normal dan waktu baku. *Performance rating* dapat dilihat pada Lampiran 5, dan *allowance* dapat dilihat pada Lampiran 7. Berikut ini adalah contoh untuk menghitung waktu normal dan waktu baku:

$$W_n = \text{waktu siklus} \times \text{performance rating}$$

$$= 7,59 \times 1,01$$

$$= 7,66 \text{ menit}$$

$$W_b = W_n \times (100\% / (100\% - \text{allowance}))$$

$$= 7,66 \times (1 / (1 - 34,5))$$

$$= 11,88 \text{ menit}$$

Untuk pengujian data-data lainnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

4.2.2. Kondisi Awal

Proses *assembly* Mesin Husker, pada saat pengamatan, dilakukan oleh 4 orang pekerja *assembly* dan 2 orang operator cat. Proses *assembly* Mesin Husker pada saat ini masih belum mempunyai pembagian stasiun kerja yang jelas. Akan tetapi berdasarkan hasil pengamatan dan diskusi yang kami lakukan dengan pembimbing lapangan, maka kami membagi proses perakitan Mesin Husker ke dalam 3 stasiun kerja, yaitu Stasiun Kerja 1 (operasi perakitan awal sampai pengecatan awal), Stasiun Kerja 2 (operasi perakitan sebelum pengecatan akhir), dan Stasiun Kerja 3 (mulai dari pendempulan, pengecatan akhir sampai perakitan akhir).

Proses produksi di AEU berlangsung setiap hari Senin sampai Jumat, mulai pukul 07.00 sampai pukul 16.00 dengan diselingi jam istirahat mulai pukul 12.00 sampai pukul 13.00. Apabila merasa diperlukan, perusahaan memberikan lembur kepada para pekerja di hari Sabtu. Target produksi Mesin Husker saat ini adalah 25

unit per bulan dengan empat orang pekerja. Jam kerja perusahaan diasumsikan 20 hari kerja per bulan dengan 8 jam kerja per hari.

Stasiun Kerja 1 terdapat 2 orang operator *assembly* (Operator A dan Operator B) dan 1 orang operator cat (Operator Cat 1). Total waktu Stasiun Kerja 1 adalah 1970,9 menit. Berikut adalah tabel pembagian kerja Stasiun Kerja 1:

Tabel 4.1. Kondisi Awal Stasiun Kerja 1 untuk Operator A, Operator B dan Operator Cat 1

Operator A				Operator B			
Operasi (OPC)	Waktu Pengerjaan (menit)	Waktu Pengerjaan 5x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Operasi (OPC)	Waktu Pengerjaan (menit)	Waktu Pengerjaan 5x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
1	11.88	59.4	59.4	4	0.9	4.5	4.5
2	8.51	42.55	101.95	5	69.72	348.6	353.1
3	7.92	39.6	141.55	6	14.78	73.9	427
11	12.14	60.7	202.25	7	6.34	31.7	458.7
12	7.98	39.9	242.15	8	12.2	61	519.7
13	0.63	3.15	245.3	9	6.29	31.45	551.15
14	7.27	36.35	281.65	10	9.98	49.9	601.05
15	10.76	53.8	335.45	26	24.12	120.6	721.65
16	2.07	10.35	345.8	27	8.54	42.7	764.35
17	13.48	67.4	413.2	28	8.4	42	806.35
18	3.27	16.35	429.55	29	0.88	4.4	810.75
19	2.32	11.6	441.15	34	14.62	73.1	883.85
20	2.52	12.6	453.75	35	13.94	69.7	953.55
21	26.59	132.95	586.7	36	13.37	66.85	1020.4
22	2.68	13.4	600.1	37	15.43	77.15	1097.55
23	3.42	17.1	617.2	38	11.29	56.45	1154
24	14.97	74.85	692.05	39	6.08	30.4	1184.4
25	1.89	9.45	701.5	40	3.17	15.85	1200.25
30	6.08	30.4	731.9	49	6.75	33.75	1234
48	12.25	61.25	793.15	50	4.15	20.75	1254.75
31	0.78	3.9	797.05	51	2.14	10.7	1265.45
32	25.76	128.8	925.85	52	4.59	22.95	1288.4
33	1.69	8.45	934.3	71	4.94	24.7	1313.1
41	10.05	50.25	984.55	80	2.01	10.05	1323.15
42	2.17	10.85	995.4	65	5.02	25.1	1348.25
43	3.55	17.75	1013.15	66	3.74	18.7	1366.95
44	1.71	8.55	1021.7	67	4.74	23.7	1390.65
45	3.31	16.55	1038.25	68	5.36	26.8	1417.45
46	3.24	16.2	1054.45	73	4.34	21.7	1439.15
47	14.89	74.45	1128.9	74	2.68	13.4	1452.55
53	8.01	40.05	1168.95	75	0.95	4.75	1457.3
54	5.9	29.5	1198.45	76	4.3	21.5	1478.8
55	1.53	7.65	1206.1	77	1.63	8.15	1486.95
64	13.5	67.5	1273.6	78	6.56	32.8	1519.75
56	3.14	15.7	1289.3	79	2.13	10.65	1530.4
57	4.25	21.25	1310.55	81	27.89	139.45	1669.85
58	4.27	21.35	1331.9				

Tabel 4.1. Kondisi Awal Stasiun Kerja 1 untuk Operator A, Operator B dan Operator Cat 1 (sambungan)

Operator A (sambungan)				Operator Cat 1			
Operasi (OPC)	Waktu Pengerjaan (menit)	Waktu Pengerjaan 5x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Operasi (OPC)	Waktu Pengerjaan (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Waktu Pengeringan (menit)
59	5.14	25.7	1357.6	82 dan 83	48.21	1718.06	1778.06
60	6.47	32.35	1389.95		48.21	1766.27	1826.27
61	1.86	9.3	1399.25		48.21	1814.48	1874.48
62	2.24	11.2	1410.45		48.21	1862.69	1922.69
63	4.34	21.7	1432.15		48.21	1910.9	1970.9
69	3.38	16.9	1449.05				
70	32.22	161.1	1610.15				
72	10.17	50.85	1661				

Stasiun Kerja 2 dilakukan oleh seorang operator *assembly*. Total waktu Stasiun Kerja 2 adalah 1651,8 menit. Operator *assembly* di Stasiun Kerja 2 akan mulai bekerja ketika kelima Mesin Husker sudah selesai dicat dan sudah kering.

Tabel 4.2. Kondisi Awal Stasiun Kerja 2

Operasi (OPC)	Waktu Pengerjaan (menit)	Waktu Pengerjaan 5x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
84	2.54	12.7	1983.6
85	3.7	18.5	2002.1
86	4.84	24.2	2026.3
87	2.2	11	2037.3
88	3.9	19.5	2056.8
89	2.4	12	2068.8
90	3	15	2083.8
91	3.02	15.1	2098.9
92	13.62	68.1	2167
93	8.4	42	2209
94	18.91	94.55	2303.55
95	83.02	-	2386.57
96	9.55	-	2396.12
97	2.37	-	2398.49
98	60	-	2458.49
95	83.02	-	2541.51
96	9.55	-	2551.06
97	2.37	-	2553.43
98	60	-	2613.43
95	83.02	-	2696.45
96	9.55	-	2706
97	2.37	-	2708.37
98	60	-	2768.37
95	83.02	-	2851.39
96	9.55	-	2860.94
97	2.37	-	2863.31

Tabel 4.2. Kondisi Awal Stasiun Kerja 2 (sambungan)

Operasi (OPC)	Waktu Pengerjaan (menit)	Waktu Pengerjaan 5x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
98	60	-	2923.31
95	83.02	-	3006.33
96	9.55	-	3015.88
97	2.37	-	3018.25
98	60	-	3078.25
99	6.37	31.85	3110.1
100	17.34	86.7	3196.8
101	3.73	18.65	3215.45
102	5.09	25.45	3240.9
103	21.23	106.15	3347.05
104	10.34	51.7	3398.75
105	3.17	15.85	3414.6
106	8.54	42.7	3457.3
107	10.19	50.95	3508.25
108	13.8	69	3577.25
109	4.46	22.3	3599.55
113	4.63	23.15	3622.7

Stasiun Kerja 3 dilakukan oleh satu orang operator cat dan satu orang operator *assembly*. Total waktu Stasiun Kerja 3 adalah 1318,14 menit.

Tabel 4.3. Kondisi Awal Stasiun Kerja 3 (Operator Cat 2 dan Operator D)

Operator Cat 2				Operator D			
Operasi (OPC)	Waktu Pengerjaan (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Waktu Pengeringan (menit)	Operasi (OPC)	Waktu Pengerjaan (menit)	Waktu Pengerjaan 5x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
110 dan 111	36.39	3659.09	3899.09	118	16.29	81.45	4526.34
	36.39	3695.48	3935.48	119	9.86	49.3	4575.64
	36.39	3731.87	3971.87	120	11.38	56.9	4632.54
	36.39	3768.26	4008.26	121	4.52	22.6	4655.14
	36.39	3804.65	4044.65	122	2.8	14	4669.14
112	34.19	3933.28	-	123	11.01	55.05	4724.19
	34.19	3969.67	-	124	8.67	43.35	4767.54
	34.19	4006.06	-	125	5.74	28.7	4796.24
	34.19	4042.45	-	126	6.19	30.95	4827.19
	34.19	4078.84	-	127	16.78	83.9	4911.09
114 dan 115	18.12	4096.96	4116.96	128	4.35	21.75	4932.84
	18.12	4115.08	4135.08	129	1.6	8	4940.84
	18.12	4133.2	4153.2				
	18.12	4151.32	4171.32				
	18.12	4169.44	4189.44				
116	43.09	4212.53	4272.53				
	43.09	4255.62	4315.62				
	43.09	4298.71	4358.71				
	43.09	4341.8	4401.8				
	43.09	4384.89	4444.89				

Pembagian stasiun kerja untuk kondisi awal adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4. Ringkasan Kondisi Awal

Stasiun Kerja	Operator	Operasi (OPC)	Waktu Stasiun Kerja (menit)	Waktu Siklus (menit)	Selisih waktu (menit)
1	A	1,2,3,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,30,48,31,32,33,41,42,43,44,45,46,47,53,54,55,64,56,57,58,59,60,61,62,63, 69,70,72	1970.9	1970.9	0
	B	4,5,6,7,8,9,10,26,27,28,29,34,35,36,37,38,39,40,49,50,51,52,71,80,65,66,67,68,73,74,75,76,77,78,79,81			
	Cat 1	82,83			
2	C	84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100,101,102,103,104,105,106,107, 108,109,113	1651.8	1970.9	319.1
3	Cat 2	110,111,112,114,115,116,117	1318.14	1970.9	652.76
	D	118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129			
Jumlah			4940.84	5912.7	971.86

Total waktu yang dibutuhkan untuk merakit 5 unit Mesin Husker dari awal sampai akhir adalah 4940,84 menit. Dari ketiga stasiun kerja diatas, stasiun kerja yang mempunyai waktu terbesar adalah Stasiun Kerja 1 yaitu 1970,9 menit. Oleh karena itu waktu Stasiun Kerja 1 ditetapkan sebagai waktu siklus.

Dengan asumsi dalam satu bulan terdapat 9600 menit, maka *output* yang dihasilkan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Output} &= 9600 \text{ menit per bulan} / 1970,9 \text{ menit per 5 unit Mesin Husker} \\ &= 24,35 \approx 24 \text{ unit Mesin Husker per bulan} \end{aligned}$$

Karena *output* yang didapat mendekati dengan kenyataan, maka data awal yang telah kami dapatkan *valid*. Efisiensi lintasan untuk kondisi awal adalah:

$$\begin{aligned} E &= 4940,84 \text{ menit} / (3 \text{ stasiun kerja} \times 1970,9 \text{ menit per stasiun kerja}) \\ &= 0,8356 = 83,56 \% \end{aligned}$$

Idle untuk kondisi awal adalah:

$$\begin{aligned} \text{idle} &= 1 - 0,8356 \\ &= 16,44 \% \end{aligned}$$

4.2.3. Rancangan-Rancangan Proses Perakitan Mesin Husker.

a. Rancangan dengan Metode Largest Candidate Rule (Rancangan A)

Asumsi yang digunakan dalam Rancangan A adalah:

- Dalam 1 bulan terdapat 20 hari kerja, dan di dalam 1 hari kerja terdapat 8 jam kerja atau 480 menit kerja, sehingga dalam 1 bulan terdapat 9600 menit kerja,
- Proses pemasangan *pallet* (OPC 100) dilakukan oleh operator *packing* dari pihak *subcontractor*,
- Pengerjaan dilakukan per 4 Mesin Husker, dan
- Jam istirahat dan perpindahan hari tidak mempengaruhi proses perakitan dan pengecatan.

Langkah pertama adalah membuat diagram jaringan (*precedence chart*) dari proses perakitan Mesin Husker. Untuk Metode Largest Candidate Rule, ada sedikit penyederhanaan *precedence chart*, yang mana operasi perakitan komponen dan subkomponen dijadikan satu operasi. *Precedence chart* untuk Largest Candidate Rule dapat dilihat pada Lampiran 8.

Langkah kedua adalah mengurutkan operasi-operasi berdasarkan waktu operasi, yaitu mulai dari waktu operasi yang terbesar sampai yang terkecil. Untuk data waktu operasi secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 9. Berikut ini adalah tabel prioritas operasi yang sudah diurutkan berdasarkan waktu operasi:

Tabel 4.5. Urutan Prioritas Elemen Kerja dengan Largest Candidate Rule

Prioritas ke-	Operasi (OPC)	Waktu Operasi 4x (menit)
1	110-117	724.59
2	4-10	480.84
3	95	332.08
4	34-39	298.92
5	82-83	252.84
6	98	240
7	26-28	164.24
8	69-70	142.4
9	125-129	138.64
10	13-17	136.84
11	20-22	127.16
12	101-103	120.2
13	81	111.56
14	93-94	109.24

Tabel 4.5. Urutan Prioritas Elemen Kerja dengan Largest Candidate Rule
(sambungan)

Prioritas ke-	Operasi (OPC)	Waktu Operasi 4x (menit)
14	93-94	109.24
15	32	103.04
16	45-47	85.76
17	11-12	80.48
18	53-56	74.32
19	23-24	73.56
20	49-52	70.52
21	118	65.16
22	108	55.2
23	92	54.48
24	64	54
25	76-78	49.96
26	48	49
27	41-42	48.88
28	1	47.52
29	120	45.52
30	123	44.04
31	104	41.36
32	107	40.76
33	72	40.68
34	119	39.44
35	96	38.2
36	58-59	37.64
37	124	34.68
38	106	34.16
39	2	34.04
40	73-75	31.88
41	3	31.68
42	60	25.88
43	99	25.48
44	87-88	24.4
45	30	24.32
46	89-90	21.6
47	68	21.44
48	43-44	21.04
49	65	20.08
50	71	19.76
51	86	19.36
52	67	18.96
53	113	18.52
54	121	18.08
55	109	17.84
56	63	17.36
57	57	17
58	66	14.96
59	85	14.8
60	18	13.08

Tabel 4.5. Urutan Prioritas Elemen Kerja dengan Largest Candidate Rule (sambungan)

Prioritas ke-	Operasi (OPC)	Waktu Operasi 4x (menit)
61	40	12.68
62	105	12.68
63	91	12.08
64	122	11.2
65	84	10.16
66	97	9.48
67	19	9.28
68	62	8.96
69	79	8.52
70	80	8.04
71	25	7.56
72	61	7.44
73	33	6.76
74	29	3.52
75	31	3.12

Langkah ketiga adalah menentukan waktu siklus stasiun kerja. Waktu siklus stasiun kerja maksimal untuk pengerjaan per 4 unit Mesin Husker adalah:

$$9600 \text{ menit} / 50 \text{ unit} \times 4 \text{ unit Mesin Husker} \approx 768 \text{ menit}$$

Langkah keempat adalah mengalokasikan operasi-operasi ke dalam stasiun-stasiun kerja. Urutan penempatan operasi-operasi kerja berdasarkan prioritas pada Tabel 4.5, dengan tetap memperhatikan batasan *precedence chart* dan waktu siklus dalam stasiun kerja tidak melebihi waktu stasiun kerja maksimal.

Stasiun Kerja 1 dikerjakan oleh satu orang operator *assembly*, dengan urutan pekerjaan seperti pada tabel 4.6. Total waktu penyelesaian pekerjaan Stasiun Kerja 1 adalah 734,32 menit.

Tabel 4.6. Stasiun Kerja 1 Rancangan A

Operator A		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
20-22	127.16	127.16
1	47.52	174.68
4-10	480.84	655.52
2	34.04	689.56
3	31.68	721.24
18	13.08	734.32

Stasiun kerja 2 dikerjakan oleh satu orang operator *assembly*, dengan urutan pekerjaan seperti pada tabel 4.7. Total waktu penyelesaian pekerjaan di Stasiun Kerja 2 adalah 732,72 menit. Stasiun Kerja 2 memuat proses perakitan *pulley* (OPC 65 dan OPC 66) dan perakitan *air cylinder* (OPC 45-47), sehingga stasiun kerja ini memerlukan pekerja ahli.

Tabel 4.7. Stasiun Kerja 2 Rancangan A

Operator B		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
11-12	80.48	814.8
13-17	136.84	951.64
23-24	73.56	1025.2
32	103.04	1128.24
41-42	48.88	1177.12
30	24.32	1201.44
48	49	1250.44
43-44	21.04	1271.48
45-47	85.76	1357.24
65	20.08	1377.32
68	21.44	1398.76
63	17.36	1416.12
57	17	1433.12
66	14.96	1448.08
67	18.96	1467.04

Stasiun Kerja 3 dikerjakan oleh satu orang operator *assembly*, dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.8. Total waktu penyelesaian pekerjaan di Stasiun Kerja 3 adalah 734,88 menit. Stasiun Kerja ini memuat pekerjaan perakitan *pulley* (OPC 73-75, 76-78, dan 79), sehingga stasiun kerja ini memerlukan pekerja perakitan ahli.

Tabel 4.8. Stasiun Kerja 3 Rancangan A

Operator C		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
58-59	37.64	1504.68
60	25.88	1530.56
19	9.28	1539.84
73-75	31.88	1571.72
25	7.56	1579.28
26-28	164.24	1743.52
53-56	74.32	1817.84

Tabel 4.8. Stasiun Kerja 3 Rancangan A (sambungan)

Operator C		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
61	7.44	1825.28
62	8.96	1834.24
76-78	49.96	1884.2
79	8.52	1892.72
33	6.76	1899.48
34-39	298.92	2198.4
29	3.52	2201.92

Stasiun kerja 4 dikerjakan oleh satu orang operator *assembly* dan satu orang operator cat. Operator *assembly* akan melakukan operasi perakitan, dengan urutan seperti Tabel 4.9, sampai keempat Mesin Husker siap untuk di cat awal. Total waktu Stasiun Kerja 4 adalah 715,6 menit. Stasiun kerja ini terdapat proses perakitan *roll retainer* (OPC 72) dan proses pengecekan dan pelurusan *pulley* (OPC 81), sehingga stasiun kerja ini memerlukan pekerja perakitan yang ahli.

Tabel 4.9. Stasiun Kerja 4 Rancangan A

Operator D			Operator Cat 1		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
69-70	142.4	2344.32	82-83	252.84	2917.52
81	111.56	2455.88			
49-52	70.52	2526.4			
64	54	2580.4			
71	19.76	2600.16			
40	12.68	2612.84			
80	8.04	2620.88			
31	3.12	2624			
72	40.68	2664.68			

Stasiun Kerja 5 dikerjakan oleh satu orang operator *assembly*, dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.10. Total waktu Stasiun Kerja 5 adalah 645,88 menit.

Tabel 4.10. Stasiun Kerja 5 Rancangan A

Operator E		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
93-94	109.24	3026.76
87-88	24.4	3051.16

Tabel 4.10. Stasiun Kerja 5 Rancangan A (sambungan)

Operator E		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
89-90	21.6	3072.76
86	19.36	3092.12
85	14.8	3106.92
91	12.08	3119
92	54.48	3173.48
94	10.16	3183.64
95	332.08	3515.72
96	38.2	3553.92
97	9.48	3563.4

Stasiun Kerja 6 dikerjakan oleh seorang operator *assembly*, dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.11, dan total waktunya 606,2 menit.

Tabel 4.11. Stasiun Kerja 6 Rancangan A

Operator F		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
98	240	3803.4
99	25.48	3828.88
101-103	120.2	3949.08
104	41.36	3990.44
107	40.76	4031.2
108	55.2	4086.4
106	34.16	4120.56
113	18.52	4139.08
109	17.84	4156.92
105	12.68	4169.6

Stasiun Kerja 7 merupakan stasiun kerja khusus pendempulan dan pengecatan akhir. Stasiun Kerja 7 akan dikerjakan oleh 1 orang operator cat dengan urutan pekerjaan seperti pada Lampiran 10. Total waktu Stasiun Kerja 7 adalah 724,59 menit.

Tabel 4.12. Stasiun Kerja 7 Rancangan A

Operator Cat 2		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
110-117	724,59	4894,19

Stasiun Kerja 8 dikerjakan oleh 1 orang operator *assembly*, dengan urutan pekerjaan pada Tabel 4.13. Total waktu Stasiun Kerja 8 adalah 396,76 menit.

Tabel 4.13. Stasiun Kerja 8 Rancangan A

Operator G		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
118	65,16	4959,35
120	45,52	5004,87
119	39,44	5044,31
121	18,08	5062,39
123	44,04	5106,43
124	34,68	5141,11
122	11,2	5152,31
125-129	138,64	5290,95

Secara singkat pembagian stasiun kerja dengan Metode Largest Candidate Rule dapat digambarkan sebagai berikut:

Tabel 4.14. Ringkasan Pembagian Stasiun Kerja Rancangan A

Stasiun Kerja	Operator	Operasi (OPC)	Waktu Stasiun Kerja (menit)	Waktu Siklus (menit)	Idle Time (menit)
1	A	20,21,1,4,5,6,7,8,9,10,2,3,18	734.32	735	0.68
2	B	11,12,13,14,15,16,17,23,24,32,41,42,30,48,43,44,45,46,47,65,68,63,57,66,67	732.72		2.28
3	C	58,59,60,19,73,74,75,25,26,27,28,53,54,55,56,61,62,76,77,78,79,33,34,35,36,37,38,39,29	734.88		0.12
4	D	69,70,81,49,50,51,52,64,71,40,80,31,72	715.6		19.4
	Cat 1	82,83			
5	E	93,94,87,88,89,90,86,85,91,92,94,95,96,97	645.88		89.12
6	F	98,99,101,102,103,104,107,108,106,113,109,105	606.2		128.8
7	Cat 2	110,111,112,114,115,116,117	724.59		10.41
8	G	118,120,119,121,123,124,122,125,126,127,128,129	396,76		338.24
		Jumlah	5290.95	5880	589.05

Total waktu yang dibutuhkan untuk merakit 4 Mesin Husker dengan metode ini adalah 5290,95 menit. *Output* dengan metode ini adalah:

$$\text{Output} = 9600 \text{ menit per bulan} / 735 \text{ menit per 4 unit Mesin Husker}$$

$$= 52,24 \approx 52 \text{ unit Mesin Husker per bulan}$$

Efisiensi lintasan rancangan ini adalah:

$$\begin{aligned} E &= 5290,95 \text{ menit} / (8 \text{ stasiun kerja} \times 735 \text{ menit per stasiun kerja}) \\ &= 0,8998 = 89,98 \% \end{aligned}$$

Idle rancangan ini adalah:

$$\begin{aligned} idle &= 1 - 0,8998 \\ &= 10,02 \% \end{aligned}$$

b. Rancangan dengan Metode Helgeson Birnie (Rancangan B)

Asumsi yang digunakan dalam Rancangan B adalah:

- Dalam 1 bulan terdapat 20 hari kerja, dan di dalam 1 hari kerja terdapat 8 jam kerja atau 480 menit kerja, sehingga dalam 1 bulan terdapat 9600 menit kerja,
- Proses pemasangan *pallet* (OPC 100) dilakukan oleh operator *packing* dari pihak *subcontractor*,
- Pengerjaan dilakukan per 4 Mesin Husker, dan
- Jam istirahat dan perpindahan hari tidak mempengaruhi proses perakitan dan pengecatan.

Langkah pertama adalah membuat penyederhanaan diagram jaringan (*precedence chart*) dari proses perakitan Mesin Husker. Penyederhanaan *precedence chart* untuk metode ini sama dengan Metode Largest Candidate Rule (Lampiran 8).

Langkah kedua adalah menghitung bobot posisi. Bobot posisi dihitung dengan cara menjumlahkan waktu dari operasi yang bersangkutan dengan waktu operasi-operasi sesudah operasi tersebut. Perhitungan bobot operasi dari dimulai dari operasi yang paling akhir sampai paling awal. Perhitungan dari bobot posisi dilakukan untuk 4 unit Mesin Husker, karena proses *assembly* akan dilakukan untuk 4 unit Mesin Husker sekaligus.

Data waktu operasi untuk Metode Helgeson Birnie dapat dilihat pada Lampiran 9. Khusus untuk operasi pengecatan awal (OPC 82 dan 83) dan operasi pengecatan akhir (110, 111, 112, 114, 115, 116, dan 117), waktu operasinya langsung dihitung untuk 4 unit Mesin Husker karena ada proses pengeringan. Penjabaran waktu operasi untuk pengecatan awal (OPC 82 dan 83) dan operasi

pengecatan akhir (110, 111, 112, 114, 115, 116, dan 117) dapat dilihat pada Lampiran 10.

Dari data waktu operasi, dapat dihitung bobot posisi untuk masing-masing operasi. Berikut ini adalah contoh perhitungan bobot posisi:

$$\begin{aligned}\text{Bobot posisi OPC 125 – 129} &= \text{waktu proses operasi 125 – 129} \\ &= 138,64\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Bobot posisi OPC 124} &= \text{bobot operasi 125 – 129} + \text{waktu operasi 124} \\ &= 138,64 + 34,68 \\ &= 173,32\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Bobot posisi OPC 123} &= \text{Bobot operasi 124} + \text{waktu operasi 123} \\ &= 173,32 + 44,04 \\ &= 217,36\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, hasil perhitungan bobot posisi untuk semua operasi dapat dilihat pada Lampiran 11.

Langkah ketiga adalah mengurutkan operasi-operasi berdasarkan bobot posisi mulai dari yang paling besar hingga paling kecil. Berikut ini adalah tabel pembobotan posisi dan urutan prioritas dengan menggunakan Metode Helgeson Birnie:

Tabel 4.15. Urutan Prioritas dengan Metode Helgeson Birnie

Prioritas ke-	Operasi (OPC)	Bobot Posisi
1	3	4165,47
2	11-12	4133,79
3	2	4087,35
4	13-17	4053,31
5	23-24	3576,63
6	1	3575,67
7	32	3503,07
8	4-10	3278,51
9	33	3254,55
10	34-39	3247,79
11	41-42	2887,39
12	20-22	2870,35
13	43-44	2859,55
14	18	2851,59
15	25	2850,43
16	26-28	2842,87
17	57	2841,87

Tabel 4.15. Urutan Prioritas dengan Metode Helgeson Birnie (sambungan)

Prioritas ke-	Operasi (OPC)	Bobot Posisi
18	45-47	2838,51
19	58-59	2824,87
20	60	2813,11
21	61	2787,23
22	62	2779,79
23	76-78	2770,83
24	19	2762,03
25	65	2753,87
26	73-75	2752,75
27	66	2746,27
28	69-70	2743,19
29	68	2733,79
30	67	2731,31
31	79	2720,87
32	81	2712,35
33	49-52	2699,11
34	53-56	2675,11
35	30	2674,11
36	64	2654,79
37	40	2654,15
38	48	2649,79
39	31	2644,59
40	72	2641,47
41	71	2628,59
42	63	2618,15
43	80	2608,83
44	29	2604,31
45	82-83	2600,79
46	93-94	2191,07
47	87-88	2160,71
48	89,90	2157,91
49	86	2155,67
50	91	2148,39
51	92	2136,31
52	85	2096,63
53	84	2091,99
54	95	2081,83
55	96	1749,75
56	97	1711,55
57	98	1702,07
58	99	1451,19
59	101-103	1425,71
60	107	1217,31
61	108	1176,55
62	104	1162,71
63	106	1155,51
64	113	1139,87
65	109	1139,19

Tabel 4.15. Urutan Prioritas dengan Metode Helgeson Birnie (sambungan)

Prioritas ke-	Operasi (OPC)	Bobot Posisi
66	105	1134,03
67	110-117	1121,35
68	118	396,76
69	120	262,88
70	119	256,8
71	121	235,44
72	123	217,36
73	124	173,32
74	122	149,84
75	125-129	138,64

Langkah keempat adalah menentukan waktu siklus stasiun kerja. Untuk mencapai target 50 unit Mesin Husker per bulan maka waktu siklus maksimal stasiun kerja adalah:

$$9600 \text{ menit} / 50 \text{ unit} \times 4 \text{ unit Mesin Husker} \approx 768 \text{ menit}$$

Setelah menentukan waktu siklus maksimal, langkah berikutnya adalah mengalokasikan operasi-operasi ke dalam stasiun-stasiun kerja. Pengalokasian operasi-operasi ke dalam stasiun-stasiun kerja harus sesuai dengan batasan *precedence chart*, waktu siklus maksimal, dan urutan prioritasnya berdasarkan bobot posisi seperti pada Tabel 4.15.

Stasiun Kerja 1 dikerjakan oleh satu orang operator *assembly* dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.16. Total waktu pengerjaan di Stasiun Kerja 1 adalah 731,64 menit.

Tabel 4.16. Stasiun Kerja 1 Rancangan B

Operator A		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
3	31,68	31,68
11-12	80,48	112,16
2	34,04	146,2
13-17	136,84	283,04
23-24	73,56	356,6
1	47,52	404,12
32	103,04	507,16
33	6,76	513,92
41-42	48,88	562,8
20-22	127,16	689,96
43-44	21,04	711

Tabel 4.16. Stasiun Kerja 1 Rancangan B (sambungan)

Operator A		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
18	13,08	724,08
25	7,56	731,64

Stasiun kerja 2 dikerjakan oleh satu orang operator *assembly* dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.17. Total waktu pengerjaan Stasiun Kerja 2 adalah 728,72 menit.

Tabel 4.17. Stasiun Kerja 2 Rancangan B

Operator B		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
4-10	480,84	1212,48
26-28	164,24	1376,72
57	17	1393,72
58-59	37,64	1431,36
60	25,88	1457,24
31	3,12	1460,36

Stasiun kerja 3 dikerjakan oleh satu orang operator *assembly* (Tabel 4.18). Total waktu Stasiun Kerja 3 adalah 731,24 menit. Stasiun kerja ini memuat operasi perakitan *air cylinder* (OPC 45-47) dan perakitan *pulley* (OPC 65, 66, dan 73-75), sehingga stasiun kerja ini memerlukan pekerja perakitan yang ahli.

Tabel 4.18. Stasiun Kerja 3 Rancangan B

Operator C		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
34-39	298,92	1759,28
45-47	85,76	1845,04
61	7,44	1852,48
62	8,96	1861,44
76-78	49,96	1911,4
19	9,28	1920,68
65	20,08	1940,76
73-75	31,88	1972,64
66	14,96	1987,6
69-70	142,4	2130
68	21,44	2151,44
67	18,96	2170,4
79	8,52	2178,92
40	12,68	2191,6

Stasiun Kerja 4 dikerjakan oleh seorang operator *assembly* dan seorang operator cat. Urutan pekerjaan untuk Stasiun Kerja 4 seperti pada Tabel 4.19. Total waktu Stasiun Kerja 4 adalah 725,92 menit. Proses perakitan stasiun kerja ini memuat operasi pengecekan dan pelurusan *pulley* (OPC 81) dan perakitan *roll retainer* (OPC 72), sehingga memerlukan pekerja perakitan yang ahli.

Tabel 4.19. Stasiun Kerja 4 Rancangan B

Operator D			Operator Cat 1		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
81	111,56	2303,16	82-83	252,84	2917,52
49-52	70,52	2373,68			
53-56	74,32	2448			
30	24,32	2472,32			
36	54	2526,32			
48	49	2575,32			
72	40,68	2616			
71	19,76	2635,76			
63	17,36	2653,12			
80	8,04	2661,16			
29	3,52	2664,68			

Stasiun Kerja 5 dikerjakan oleh satu orang operator *assembly* dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.20. Total waktu pengerjaan Stasiun Kerja 5 adalah 645,88 menit.

Tabel 4.20. Stasiun Kerja 5 Rancangan B

Operator E		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
93,94	109,24	3026,76
87,88	24,4	3051,16
89,90	21,6	3072,76
86	19,36	3092,12
91	12,08	3104,2
92	54,48	3158,68
85	14,8	3173,48
84	10,16	3183,64
95	332,08	3515,72
96	38,2	3553,92
97	9,48	3563,4

Stasiun Kerja 6 dikerjakan oleh satu orang operator *assembly* dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.21. Total waktu pengerjaan Stasiun Kerja 6 adalah 606,2 menit.

Tabel 4.21. Stasiun Kerja 6 Rancangan B

Operator F		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
98	240	3803,4
99	25,48	3828,88
101-103	120,2	3949,08
107	40,76	3989,84
108	55,2	4045,04
104	41,36	4086,4
106	34,16	4120,56
113	18,52	4139,08
109	17,84	4156,92
105	12,68	4169,6

Stasiun Kerja 7 merupakan stasiun kerja khusus pengecatan akhir. Total waktu Stasiun Kerja 7 adalah 724,59 menit. Urutan pekerjaan pada stasiun kerja ini dapat dilihat pada Lampiran 10.

Tabel 4.22. Stasiun Kerja 7 Rancangan B

Operator Cat 2		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
110-117	724,59	4894,19

Stasiun Kerja 8 dikerjakan oleh satu orang operator *assembly* dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.23. Total waktu Stasiun Kerja 8 adalah 396,76 menit.

Tabel 4.23. Stasiun Kerja 8 Rancangan B

Operator G		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
118	65,16	4959,35
120	45,52	5004,87
119	39,44	5044,31
121	18,08	5062,39
123	44,04	5106,43

Tabel 4.23. Stasiun Kerja 8 Rancangan B (sambungan)

Operator G		
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
124	34,68	5141,11
122	11,2	5152,31
125-129	138,64	5290,95

Secara singkat pembagian stasiun kerja dengan Metode Helgeson Birnie dapat digambarkan sebagai berikut:

Tabel 4.24. Ringkasan Pembagian Stasiun Kerja Rancangan B

Stasiun Kerja	Operator	Operasi (OPC)	Waktu Stasiun Kerja (menit)	Waktu Siklus (menit)	Idle Time (menit)
1	A	3,11,12,2,13,14,15,16,17,23,24,1,32,33,41,42,20,21,22,43,44,18,25	731,64	732	0,36
2	B	4,5,6,7,8,9,10,26,27,28,57,58,59,60,31	728,72		3,28
3	C	34,35,36,37,38,39,45,46,47,61,62,76,77,78,19,65,73,74,75,66,69,70,68,67,79,40	731,24		0,76
4	D Cat 1	81,49,50,51,52,53,54,55,56,30,36,48,72,71,63,80,2982,83	725,92		6,08
5	E	93,94,87,88,89,90,86,91,92,85,84,95,96,97	645,88		86,12
6	F	98,99,101,102,103,107,108,104,106,113,109,105	606,2		125,8
7	Cat 2	110,111,112,114,115,116,117	724,59		7,41
8	G	118,120,119,121,123,124,122,125,126,127,128,129	396,76		335,24
Jumlah			5290,95	5856	565,05

Metode Helgeson Birnie membagi pekerjaan perakitan Mesin Husker ke dalam 8 stasiun kerja dengan 7 orang operator *assembly* dan 2 orang operator cat. Total waktu yang dibutuhkan untuk merakit 4 buah Mesin Husker mulai dari awal sampai akhir adalah 5290,95 menit. *Output* dari rancangan dengan Metode Helgeson Birnie adalah:

$$\begin{aligned} \text{Output} &= 9600 \text{ menit per bulan} / 732 \text{ menit per 4 Mesin Husker} \\ &= 52,44 \approx 52 \text{ unit Mesin Husker per bulan} \end{aligned}$$

Efisiensi lintasan rancangan ini adalah:

$$\begin{aligned} E &= 5290,95 \text{ menit} / (8 \text{ stasiun kerja} \times 732 \text{ menit per stasiun kerja}) \\ &= 0,9035 = 90,35\% \end{aligned}$$

Idle untuk rancangan ini adalah:

$$\begin{aligned} idle &= 1 - 0,9035 \\ &= 9,65 \% \end{aligned}$$

c. Rancangan dengan Kilbridge and Wester's Method (Rancangan C)

Asumsi yang digunakan dalam Rancangan C adalah:

- Dalam 1 bulan terdapat 20 hari kerja, dan di dalam 1 hari kerja terdapat 8 jam kerja atau 480 menit kerja, sehingga dalam 1 bulan terdapat 9600 menit kerja,
- Proses pemasangan *pallet* (OPC 100) dilakukan oleh operator *packing* dari pihak *subcontractor*,
- Pengerjaan dilakukan per 4 Mesin Husker, dan
- Jam istirahat dan perpindahan hari tidak mempengaruhi proses perakitan dan pengecatan.

Pada metode ini, elemen-elemen kerja yang berada pada kolom paling depan pada *precedence chart*, akan menjadi pilihan utama dalam menentukan pengelompokan kerja.

Langkah awal dari metode ini adalah membuat *precedence chart* dengan pembagian atau pengelompokan elemen-elemen kerja ke dalam kolom-kolom. Pengelompokan ini dapat dilihat pada Lampiran 12. Langkah berikutnya adalah mengurutkan operasi-operasi berdasarkan kolom-kolom yang ada. Dan langkah terakhir yaitu menentukan pembagian pekerjaan untuk tiap stasiun kerja.

Ketentuan utama dalam membagi pekerjaan adalah tidak melanggar batasan diagram jaringan (*precedence chart*) dan waktu total tiap stasiun kerja tidak boleh melebihi waktu siklus maksimal. Waktu siklus maksimal untuk 4 unit Mesin Husker adalah 768 menit.

Setelah membagi *precedence chart* ke dalam kolom-kolom, langkah berikutnya adalah membuat daftar kelompok kerja berdasarkan kolom-kolom yang ada. Elemen-elemen kerja yang terdapat pada kolom dengan nomor kecil memiliki prioritas lebih daripada elemen-elemen kerja yang terdapat pada kolom dengan nomor yang besar. Berikut ini adalah daftar kelompok kerja berdasarkan pembagian kolom:

Tabel 4.25. Pembagian Kolom dengan Kilbridge and Wester's Method

Operasi (OPC)	Kolom	Waktu Proses (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
1	1	47.52	109.28
3		31.68	
57		17	
18		13.08	
4 -10	2	480.84	666.44
11-12		80.48	
58-59		37.64	
2		34.04	
60		25.88	
25		7.56	
26-28	3	164.24	328.6
13-17		136.84	
65		20.08	
61		7.44	
53-56	4	74.32	279.16
29		3.52	
68		21.44	
31		3.12	
23-24		73.56	
30		24.32	
43-44		21.04	
41-42		48.88	
62		8.96	
32	5	103.04	255.16
45-47		85.76	
48		49	
63		17.36	
66	6	14.96	31
19		9.28	
33		6.76	
34 -39	7	298.92	526.88
20-22		127.16	
76-78		49.96	
73-75		31.88	
67		18.96	
69-70	8	142.4	279.6
49-52		70.52	
64		54	
40		12.68	
92	15	54.48	54.48
95	16	332.08	332.08
96	17	38.2	38.2
99	18	25.48	34.96
97		9.48	
98	19	240	240
113	20	18.52	18.52

Tabel 4.25. Pembagian Kolom dengan Kilbridge and Wester's Method (sambungan)

Operasi (OPC)	Kolom	Waktu Proses (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
101-103	21	120.2	138.04
109		17.84	
104	22	41.36	128.96
107		40.76	
106		34.16	
105		12.68	
108	23	55.2	55.2
110-117	24	724.59	724.59
118	25	65.16	65.16
120	26	45.52	114.24
119		39.44	
121		18.08	
122		11.2	
123	27	44.04	44.04
124	28	34.68	34.68
125-129	29	138.64	138.64

Langkah selanjutnya adalah mengalokasikan elemen-elemen pekerjaan (operasi-operasi) ke dalam stasiun-stasiun kerja dengan aturan, operasi-operasi (elemen-elemen kerja) pada nomor kolom terkecil memiliki prioritas utama, disusul dengan kolom-kolom berikutnya. Akan tetapi, dalam pengalokasian operasi-operasi harus tetap memperhatikan batasan *precedence chart* dan waktu siklus stasiun kerja tidak lebih dari waktu siklus maksimal. Berikut ini adalah pembagian stasiun kerja dengan Kilbridge and Wester's Method:

Tabel 4.26. Pembagian Stasiun Kerja dengan Kilbridge and Wester's Method

Stasiun Kerja	Operasi (OPC)	Waktu Proses (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
1	1	47.52	742.28
	3	31.68	
	57	17	
	18	13.08	
	4-10	480.84	
	11-12	80.48	
	58-59	37.64	
	2	34.04	

Tabel 4.26. Pembagian Stasiun Kerja dengan Kilbridge and Wester's Method (sambungan)

Stasiun Kerja	Operasi (OPC)	Waktu Proses (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
2	60	25.88	726.96
	25	7.56	
	26-28	164.24	
	13-17	136.84	
	65	20.08	
	61	7.44	
	53--56	74.32	
	29	3.52	
	68	21.44	
	31	3.12	
	23-24	73.56	
	30	24.32	
	43-44	21.04	
	41-42	48.88	
	62	8.96	
	45-47	85.76	
3	32	103.04	727.28
	48	49	
	63	17.36	
	66	14.96	
	19	9.28	
	33	6.76	
	34-39	298.92	
	20-22	127.16	
	76-78	49.96	
	73-75	31.88	
	67	18.96	
4	69-70	142.4	721
	49-52	70.52	
	64	54	
	40	12.68	
	72	40.68	
	71	19.76	
	79	8.52	
	80	8.04	
	81	111.56	
	82	192.84	
	83	60	

Tabel 4.26. Pembagian Stasiun Kerja dengan Kilbridge and Wester's Method (sambungan)

Stasiun Kerja	OPC	Waktu Proses (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
5	93-94	109.24	671.36
	87-88	24.4	
	89-90	21.6	
	86	19.36	
	85	14.8	
	91	12.08	
	84	10.16	
	92	54.48	
	95	332.08	
	96	38.2	
	99	25.48	
	97	9.48	
6	98	240	580.72
	113	18.52	
	101-103	120.2	
	109	17.84	
	104	41.36	
	107	40.76	
	106	34.16	
	105	12.68	
7	108	55.2	724.59
	110-117	724.59	
8	118	65.16	396.76
	120	45.52	
	119	39.44	
	121	18.08	
	122	11.2	
	123	44.04	
	124	34.68	
	125-129	138.64	

Kilbridge and Wester's Method membagi elemen-elemen proses kedalam 8 buah stasiun kerja dengan 7 orang operator *assembly*, 2 orang operator cat dan 2 buah motor uji coba.

Karena pada Stasiun Kerja 2, 3 dan 4 terdapat operasi perakitan *pulley* (OPC 65, 66, 75, 76-78, dan 79), perakitan *air cylinder* (OPC 47), perakitan *roll retainer* (OPC 72) dan pekerjaan pemeriksaan dan pelurusan *pulley* (OPC 81), maka stasiun-stasiun kerja ini memerlukan pekerja perakitan yang ahli.

Dengan Kilbridge and Wester's Method, maka setiap 743 menit akan keluar 4 buah produk jadi Mesin Husker, atau dalam waktu 1 bulan rata-rata dihasilkan:

$$\begin{aligned}\text{Output} &= 9600 \text{ menit per bulan} / 742,28 \text{ menit per 4 Husker} \\ &= 51,73 \approx 52 \text{ unit Mesin Husker per bulan}\end{aligned}$$

Efisiensi lintasan rancangan ini adalah:

$$\begin{aligned}E &= 5290,95 \text{ menit} / (8 \text{ stasiun kerja} \times 743 \text{ menit per stasiun kerja}) \\ &= 0,8901 = 89,01 \%\end{aligned}$$

Idle rancangan ini adalah:

$$\begin{aligned}\text{idle} &= 1 - 0,8901 \\ &= 10,99 \%\end{aligned}$$

d. Rancangan dengan Modifikasi Pekerjaan di Bagian Pengecatan (Rancangan D)

Asumsi yang digunakan dalam Rancangan D adalah:

- Dalam 1 bulan terdapat 20 hari kerja, dan di dalam 1 hari kerja terdapat 8 jam kerja atau 480 menit kerja, sehingga dalam 1 bulan terdapat 9600 menit kerja,
- Proses pemasangan *pallet* (OPC 100) dilakukan oleh operator *packing* dari pihak *subcontractor*,
- Pengerjaan dilakukan per 4 Mesin Husker, dan
- Jam istirahat dan perpindahan hari tidak mempengaruhi proses perakitan dan pengecatan.

Pengalokasian operasi-operasi perakitan Mesin Husker ke dalam stasiun-stasiun kerja, tidak dilakukan berdasarkan metode tertentu. Akan tetapi dilakukan secara *trial and error*, dengan tetap memperhatikan batasan *precedence chart* dan waktu pengerjaan dalam sebuah stasiun kerja tidak melebihi waktu siklus maksimal.

Karena pengerjaan dilakukan per 4 unit Mesin Husker, maka waktu siklus maksimal yang dipakai adalah 768 menit.

Rancangan ini memodifikasi proses pengecatan dan pengeringan, dengan tujuan memperpendek waktu siklus. Modifikasi pekerjaan pengecatan ini dapat dilihat pada prosedur kerja di Stasiun Kerja 4 dan Stasiun Kerja 8.

Proses *assembly* pada Stasiun Kerja 1, dilakukan oleh satu operator *assembly* dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.27. Total waktu pengerjaan Stasiun Kerja 1 adalah 696,92 menit.

Tabel 4.27. Stasiun Kerja 1 Rancangan D

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
1	11.88	47.52	47.52
2	8.51	34.04	81.56
3	7.92	31.68	113.24
4	0.9	3.6	116.84
5	69.72	278.88	395.72
6	14.78	59.12	454.84
7	6.34	25.36	480.2
8	12.2	48.8	529
9	6.29	25.16	554.16
10	9.98	39.92	594.08
11	12.14	48.56	642.64
12	7.98	31.92	674.56
18	3.27	13.08	687.64
19	2.32	9.28	696.92

Proses *assembly* pada Stasiun Kerja 2 dikerjakan oleh satu operator *assembly* dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.28. Total waktu Stasiun Kerja 2 adalah 685,44 menit.

Tabel 4.28. Stasiun Kerja 2 Rancangan D

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
13	0.63	2.52	699.44
14	7.27	29.08	728.52
15	10.76	43.04	771.56
16	2.07	8.28	779.84
17	13.48	53.92	833.76
20	2.52	10.08	843.84
21	26.59	106.36	950.2
22	2.68	10.72	960.92
31	0.78	3.12	964.04
23	3.42	13.68	977.72
24	14.97	59.88	1037.6
25	1.89	7.56	1045.16
26	24.12	96.48	1141.64
27	8.54	34.16	1175.8
28	8.4	33.6	1209.4
29	0.88	3.52	1212.92
30	6.08	24.32	1237.24
48	12.25	49	1286.24
41	10.05	40.2	1326.44
42	2.17	8.68	1335.12
43	3.55	14.2	1349.32
44	1.71	6.84	1356.16

Tabel 4.28. Stasiun Kerja 2 Rancangan D (sambungan)

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
45	3.31	13.24	1369.4
46	3.24	12.96	1382.36

Total waktu Stasiun Kerja 3 adalah 687,96 menit dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.29. Stasiun kerja ini memerlukan pekerja yang ahli karena memuat perakitan *roll retainer* (OPC 47).

Tabel 4.29. Stasiun Kerja 3 Rancangan D

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
63	4.34	17.36	1399.72
47	14.89	59.56	1459.28
32	25.76	103.04	1562.32
33	1.69	6.76	1569.08
34	14.62	58.48	1627.56
35	13.94	55.76	1683.32
36	13.37	53.48	1736.8
37	15.43	61.72	1798.52
38	11.29	45.16	1843.68
39	6.08	24.32	1868
40	3.17	12.68	1880.68
53	8.01	32.04	1912.72
54	5.9	23.6	1936.32
55	1.53	6.12	1942.44
56	3.14	12.56	1955
49	6.75	27	1982
50	4.15	16.6	1998.6
51	2.14	8.56	2007.16
52	4.59	18.36	2025.52
71	4.94	19.76	2045.28
80	2.01	8.04	2053.32
57	4.25	17	2070.32

Stasiun kerja 4 dikerjakan oleh seorang operator *assembly* dan seorang operator cat. Operator cat akan mulai bekerja ketika sebuah Mesin Husker sudah menyelesaikan operasi pengecekan dan pelurusan *pulley* (OPC 81), yaitu pada menit ke-2581,01. Tujuan daripada metode pengecatan ini adalah untuk meminimumkan waktu siklus dari Stasiun Kerja 4. Stasiun Kerja 4 selesai ketika operator cat telah menyelesaikan pekerjaannya, yaitu pada menit ke-2773,85. Mesin Husker yang sudah kering akan langsung dikerjakan oleh operator di stasiun kerja berikutnya.

Total waktu Stasiun Kerja 4 adalah 703,53 menit. Stasiun kerja ini memuat operasi perakitan *pulley* (OPC 65, 66, 75, 75, 79, dan 81) dan perakitan *roll retainer* (OPC 72), sehingga memerlukan pekerja yang ahli.

Tabel 4.30. Stasiun Kerja 4 Rancangan D (Operator D dan Operator Cat 1)

Operator D			
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
64	13.5	54	2124.32
58	4.27	17.08	2141.4
59	5.14	20.56	2161.96
60	6.47	25.88	2187.84
61	1.86	7.44	2195.28
62	2.24	8.96	2204.24
65	5.02	20.08	2224.32
66	3.74	14.96	2239.28
67	4.74	18.96	2258.24
68	5.36	21.44	2279.68
69	3.38	13.52	2293.2
70	32.22	128.88	2422.08
72	10.17	40.68	2462.76
73	4.34	17.36	2480.12
74	2.68	10.72	2490.84
75	0.95	3.8	2494.64
76	4.3	17.2	2511.84
77	1.63	6.52	2518.36
78	6.56	26.24	2544.6
79	2.13	8.52	2553.12
81	27.89	-	2581.01
81	27.89	-	2608.9
81	27.89	-	2636.79
81	27.89	-	2664.68

Operator Cat 1			
Operasi (OPC)	Waktu Operasi (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Waktu Pengeringan (menit)
82	48.21	2629.22	2689.22
82	48.21	2677.43	2737.43
82	48.21	2725.64	2785.64
82	48.21	2773.85	2833.85

Stasiun Kerja 5 akan mulai bekerja ketika operator cat telah menyelesaikan pekerjaan pengecatan awal, yaitu pada menit ke-2773,85. Total waktu pengerjaan Stasiun Kerja 5 adalah 645,88 menit.

Tabel 4.31. Stasiun Kerja 5 Rancangan D

Operator E			
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
84	2.54	90.32	2864.17
85	3.7		
86	4.84		
87	2.2		
88	3.9		
89	2.4		
90	3		
91	3.02	12.08	2876.25
92	13.62	54.48	2930.73
93	8.4	33.6	2964.33
94	18.91	75.64	3039.97
95	83.02	379.76	3419.73
96	9.55		
97	2.37		

Proses *assembly* pada Stasiun Kerja 6 dikerjakan oleh satu operator *assembly* dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.32. Total waktu Stasiun Kerja 6 adalah 606,2 menit.

Tabel 4.32. Stasiun Kerja 6 Rancangan D

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
98	60	240	3659.73
99	6.37	25.48	3685.21
101	3.73	14.92	3700.13
102	5.09	20.36	3720.49
103	21.23	84.92	3805.41
104	10.34	41.36	3846.77
105	3.17	12.68	3859.45
106	8.54	34.16	3893.61
107	10.19	40.76	3934.37
108	13.8	55.2	3989.57
109	4.46	17.84	4007.41
113	4.63	18.52	4025.93

Stasiun Kerja 7 adalah stasiun kerja khusus pengecatan akhir. Stasiun Kerja 7 akan mulai bekerja ketika keempat Mesin Husker sudah melewati semua operasi pada Stasiun Kerja 6 yaitu pada menit ke-4025,93. Proses gosok dempul dimulai pada menit ke-4302,32 karena Mesin Husker yang pertama sudah kering. Stasiun

Kerja 7 selesai pada waktu operator cat menyelesaikan OPC 116 untuk keempat Mesin Husker, yaitu pada menit ke-4690,52 Tujuannya adalah untuk mempersingkat waktu pengerjaan di stasiun kerja ke 7. Total waktu Stasiun Kerja 7 adalah 664,59 menit.

Tabel 4.33. Stasiun Kerja 7 Rancangan D

Operasi (OPC)	Waktu Operasi (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Waktu Pengeringan (menit)
110 dan 111	36.39	4062.32	4302.32
	36.39	4098.71	4338.71
	36.39	4135.1	4375.1
	36.39	4171.49	4411.49
112	34.19	4336.51	
	34.19	4372.9	
	34.19	4409.29	
	34.19	4445.68	
114 dan 115	18.12	4463.8	4483.8
	18.12	4481.92	4501.92
	18.12	4500.04	4520.04
	18.12	4518.16	4538.16
116 dan 117	43.09	4561.25	4621.25
	43.09	4604.34	4664.34
	43.09	4647.43	4707.43
	43.09	4690.52	4750.52

Stasiun kerja 8 akan dikerjakan oleh seorang pekerja *assembly*. Stasiun Kerja 8 akan mulai bekerja pada menit ke-4690,52. Total waktu Stasiun Kerja 8 adalah 396,76 menit.

Tabel 4.34. Stasiun Kerja 8 Rancangan D

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
118-119	26.15	104.6	4795.12
120	11.38	45.52	4840.64
121	4.52	18.08	4858.72
122	2.8	11.2	4869.92
123	11.01	44.04	4913.96
124	8.67	34.68	4948.64
125	5.74	22.96	4971.6
126	6.19	24.76	4996.36
127	16.78	67.12	5063.48
128	4.35	17.4	5080.88
129	1.6	6.4	5087.28

Secara singkat pembagian stasiun kerja untuk Rancangan dengan Modifikasi Pekerjaan di Bagian Pengecatan (Rancangan D) adalah sebagai berikut:

Tabel 4.35. Ringkasan Rancangan D

Stasiun Kerja	Operator	Operasi (OPC)	Waktu Stasiun Kerja	Waktu Siklus	Selisih Waktu
1	A	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,18,19	696,92	704	7,08
2	B	13,14,15,16,17,20,21,22,31,23,24,25,26,27,28,29,30,48,41,42,43,44,45,46	685,44	704	18,56
3	C	63,47,32,33,34,35,36,37,38,39,40,53,54,55,56,49,50,51,52,71,80,57	687,96	704	16,04
4	D	64,57,58,59,60,61,62,65,66,67,68,69,70,72,73,74,75,76,77,78,79,81	703,53	704	0,47
	Cat 1	82,83			
5	E	84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97	645,88	704	58,12
6	F	98,99,101,102,103,104,105,106,107,108,109, 113	606,2	704	97,8
7	Cat 2	110,111,112,114,115,116,117	664,59	704	23,41
8	G	118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128, 129	396,76	704	307,24
Jumlah			5087,28	5632	528,72

Total waktu yang dibutuhkan untuk merakit 4 Mesin Husker, mulai dari Stasiun Kerja 1 sampai Stasiun Kerja 8 adalah 5087,28 menit. Total waktu ini lebih cepat 203,67 menit daripada total waktu dari metode yang menggunakan teori (Subbab 4.2.3 bagian a, b, dan c), yaitu 5290,95 menit. Percepatan waktu ini didapatkan dari perubahan metode pengecatan dan pengeringan. Percepatan waktu ini juga menyebabkan kenaikan *output* rata-rata per bulan.

Output rancangan ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{Output} &= 9600 \text{ menit per bulan} / 704 \text{ menit per 4 Husker} \\ &= 54,54 \approx 55 \text{ unit Mesin Husker per bulan.} \end{aligned}$$

Efisiensi lintasan rancangan ini adalah:

$$\begin{aligned} E &= 5087,28 \text{ menit} / (8 \text{ stasiun kerja} \times 704 \text{ menit per stasiun kerja}) \\ &= 0,9033 = 90,33 \% \end{aligned}$$

idle rancangan ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{idle} &= 1 - 0,9033 \\ &= 9,67 \%. \end{aligned}$$

e. Rancangan dengan Meminimalkan *Idle Time* (Rancangan E dan Rancangan F)

Asumsi yang digunakan dalam Rancangan E adalah:

- Dalam 1 bulan terdapat 20 hari kerja, dan di dalam 1 hari kerja terdapat 8 jam kerja atau 480 menit kerja, sehingga dalam 1 bulan terdapat 9600 menit kerja,
- Proses pemasangan *pallet* (OPC 100) dilakukan oleh operator *packing* dari pihak *subcontractor*, dan
- Jam istirahat dan perpindahan hari tidak mempengaruhi proses perakitan dan pengecatan.

Langkah awal dalam Rancangan E adalah membagi keseluruhan pekerjaan seperti yang tertera di OPC (urutan berdasarkan *precedence chart*) ke dalam beberapa *workstation*. Total waktu penyelesaian seluruh proses adalah 1319,29 menit untuk 1 unit Mesin Husker dan tanpa waktu pengeringan (OPC 82, 111, 115, dan 117). Untuk menghasilkan 5 unit Mesin Husker dalam sekali periode waktu siklus (1 *line*), maka waktu penyelesaiannya adalah:

$$1319,29 \text{ menit} \times 5 \text{ unit} = 6596,45 \text{ menit.}$$

Karena dalam 1 *line* dihasilkan 5 unit Mesin Husker, maka untuk mencapai produksi 50 unit Mesin Husker per bulan, dalam sebulannya harus menyelesaikan 10 *line*. Dengan asumsi 1 bulan terdapat 9600 menit kerja, maka batas waktu untuk menyelesaikan semua pekerjaan dalam sebuah *workstation* adalah:

$$9600 \text{ menit per bulan} / 10 \text{ line per bulan} = 960 \text{ menit}$$

Jumlah *workstation* yang dibutuhkan adalah:

$$6596,45 \text{ menit} / 960 \text{ menit per stasiun kerja} = 6,87 \approx 7 \text{ stasiun kerja}$$

Dengan asumsi dalam sebuah stasiun kerja (*workstation*) ditempati oleh satu orang pekerja, maka jumlah pekerja yang dibutuhkan adalah 7 orang.

Efisiensi lintasan rancangan ini adalah:

$$100\% - \frac{(7 \text{ workstation} \times 960 \text{ menit}) - 6596,45 \text{ menit}}{(7 \times 960 \text{ menit})} = 98,16\%$$

Idle time rancangan ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{Idle} &= 1 - 0,9816 \\ &= 1,84\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka pembagian Stasiun Kerja untuk Rancangan E adalah sebagai berikut:

Tabel 4.36. Pembagian Stasiun Kerja Rancangan E

<i>Workstation</i>	<i>Job</i>	<i>Lead Time</i> (menit)	<i>Idle</i> (menit)
1	OPC 1-16	946,85	13,15
2	OPC 17-31, 34-38, 69	959,85	0,15
3	OPC 32, 33, 39-68, 99	956,9	3,1
4	OPC 70-84, 86-93	959,75	0,25
5	OPC 85, 94- 98, 101, 102, 125-127	955	5
6	OPC 100, 103- 112	941,8	18,2
7	OPC 113-124, 128,129	899,45	60,55
		Total	100,4

Keterangan:

Workstation = stasiun kerja ke-

Job = pekerjaan-pekerjaan yang harus dilakukan di *workstation*

Lead time = waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh *job*

Idle = selisih antara batas waktu untuk menyelesaikan pekerjaan (960 menit) dengan *lead time* dari *workstation*.

Akan tetapi, perusahaan tidak setuju dengan hasil rancangan ini karena beberapa alasan:

- Perlu adanya pemisahan pekerjaan antara pekerja perakitan dengan pekerja pengecatan, karena para pekerja belajar dari keahlian yang berbeda-beda. Apabila dipaksakan (seorang pekerja melakukan pekerjaan pengecatan sekaligus perakitan), Mesin Husker yang dihasilkan tidak bagus, dan
- Perlu juga dilakukan pemisahan antara perakitan *pulley*, *roll retainer* dan *air cylinder* dengan perakitan komponen dan subkomponen lainnya, karena perakitan komponen-komponen tersebut memerlukan keahlian pekerja yang lebih terampil dan berpengalaman.

Untuk memenuhi persyaratan perusahaan, Rancangan E dimodifikasi menjadi Rancangan F. Asumsi yang digunakan dalam rancangan F ini adalah:

- Dalam 1 bulan terdapat 20 hari kerja, dan di dalam 1 hari kerja terdapat 8 jam kerja atau sama dengan 480 menit kerja, sehingga dalam 1 bulan terdapat 160 jam kerja atau sama dengan 9600 menit kerja,
- Sesuai dengan keputusan pihak perusahaan, operasi pemasangan *pallet* (OPC 100) dapat dihilangkan dan dengan pertimbangan dikerjakan oleh bagian *packing* dari *subcontractor*, dan
- Perpindahan hari atau waktu istirahat, tidak mempengaruhi pekerjaan pada pekerjaan perakitan.

Dengan total waktu penyelesaian seluruh pekerjaan sebesar 1078,38 menit per unit Mesin Husker (tanpa proses pengecatan, pendempulan dan pengeringan), maka dalam sebulan seorang pekerja dapat menyelesaikan:

$$9600 / 1078,38 \approx 9 \text{ unit Mesin Husker/bulan.}$$

Maka agar dapat memproduksi 50 unit Mesin Husker per bulan diperlukan:

$$50 \text{ unit per bulan} / 9 \text{ unit Mesin Husker per bulan} \approx 6 \text{ orang}$$

6 pekerja perakitan ini masing-masing menempati sebuah *workstation* (1, 2, 3, 4, 5 dan 7).

Dengan cara *trial and error*, dicari waktu penyelesaian masing-masing *workstation* (dengan pembulatan untuk mempermudah kontrol) dengan patokan jumlah unit per *line*:

Untuk 1 unit per *line*:

$$\frac{1 \text{ unit} \times 1078,38 \text{ menit}}{6 \text{ workstation}} = 179,73 \text{ atau dibulatkan } 180 \text{ menit/workstation}$$

dengan *idle* perakitan sebesar:

$$\frac{180 \text{ menit}}{\text{workstation}} \times 6 \text{ workstation} - (1078,38 \text{ menit} \times 1 \text{ unit/line}) = 1,62 \text{ menit}$$

Waktu penyelesaian proses pendempulan sampai pengecatan akhir (OPC 110-OPC 112 dan OPC 114-OPC 117), dengan 1 orang pekerja untuk 1 unit Mesin Husker, adalah 391,79 menit. Sehingga dengan 1 unit per *line* tidak dapat menyelesaikan masalah di bagian pendempulan dan pengecatan akhir.

Untuk 2 unit per *line*:

$$\frac{2 \text{ unit} \times 1078,38 \text{ menit}}{6 \text{ workstation}} = 359,46 \text{ atau dibulatkan } 360 \text{ menit/workstation}$$

dengan *idle* perakitan sebesar:

$$\frac{360 \text{ menit}}{\text{workstation}} \times 6 \text{ workstation} - (1078,38 \text{ menit} \times 2 \text{ unit/line}) = 3,24 \text{ menit}$$

Sedangkan waktu penyelesaian proses pendempulan sampai pengecatan akhir (OPC 110-OPC 112 dan OPC 114-OPC 117), untuk 2 unit Mesin Husker dengan 2 orang petugas pengecatan, adalah sebesar 451,79 menit. Oleh karena itu dengan 2 unit per *line* tidak dapat menyelesaikan masalah di bagian pendempulan dan pengecatan akhir.

Untuk 3 unit per *line*:

$$\frac{3 \text{ unit} \times 1078,38 \text{ menit}}{6 \text{ workstation}} = 539,19 \text{ atau dibulatkan } 540 \text{ menit/workstation}$$

Proses pendempulan sampai pengecatan akhir (OPC 110-OPC 112 dan OPC 114-OPC 117) untuk 3 unit Mesin Husker, dapat diselesaikan hanya dengan 1 orang pekerja pengecatan (500,81 menit). Dengan 3 unit per *line*, terjadi *idle* perakitan sebesar:

$$\frac{540 \text{ menit}}{\text{workstation}} \times 6 \text{ workstation} - (1078,38 \text{ menit} \times 3 \text{ unit/line}) = 4,86 \text{ menit}$$

Untuk 4 unit per *line*:

$$\frac{4 \text{ unit} \times 1078,38 \text{ menit}}{6 \text{ workstation}} = 718,92 \text{ atau dibulatkan } 720 \text{ menit/workstation}$$

Proses pendempulan sampai pengecatan akhir (OPC 110-OPC 112 dan OPC 114-OPC 117) untuk 4 unit Mesin Husker, dapat diselesaikan dengan 2 orang pekerja pengecatan (531,27 menit).

Dengan 4 unit per *line*, terjadi *idle* perakitan sebesar:

$$\frac{720 \text{ menit}}{\text{workstation}} \times 6 \text{ workstation} - (1078,38 \text{ menit} \times 4 \text{ unit/line}) = 6,48 \text{ menit}$$

Dengan mempertimbangkan proses pendempulan dan pengecatan akhir (OPC 110-OPC 112 dan OPC 114-OPC 117), serta waktu *idle* terkecil (paling efisien), maka dipilih 3 unit per *line* dengan waktu penyelesaian masing-masing *workstation* sebesar 540 menit. Sehingga, dalam satu bulan rata-rata menghasilkan:

$$\begin{aligned} \text{Output} &= 9600 \text{ menit per bulan} / 540 \text{ menit per 3 Mesin Husker} \\ &= 53,33 \approx 53 \text{ unit Mesin Husker per bulan} \end{aligned}$$

Khusus untuk proses pendempulan dan pengecatan akhir (OPC 110-OPC 112 dan OPC 114-OPC 117), terdapat *workstation* khusus (*Workstation* 6), yang

mana pengerjaannya dilakukan oleh 1 orang pekerja pengecatan dengan batas waktu pengerjaan 540 menit, dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.54.

Inti dari perancangan ini adalah perakitan untuk komponen dan subkomponen (*subassembly*) yang dibutuhkan di suatu *workstation* dapat dilakukan di *workstation* lainnya, sedangkan perakitan komponen pada Mesin Husker (*main assembly*), urutannya tetap berdasarkan *precedence chart* (Lampiran 2) yang telah dibuat. Pembagian *workstation* seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.37. Pembagian Kerja Rancangan F

<i>Workstation</i>	<i>Job</i>	<i>Lead Time</i> (menit)	<i>Idle</i> (menit)
1	1-4, 7-10, 12-18, 20, 21, 24, 25, 28, 53-55	537,87	2,13
2	19, 22, 29-33, 39, 40, 42, 44, 47, 48, 52, 56, 57, 59-63, 65-68, 70-72, 75	538,89	1,11
3	5, 6, 41, 64, 78-81, 84, 86 - 88, 90-92	539,28	0,72
4	85, 89, 94-98	539,85	0,15
5	11, 34-38, 69, 73, 74, 76, 77, 99, 103-109, 113	539,55	0,45
6	110, 111, 112, 114, 115, 116, 117	500,81	39,19
7	23, 26, 27, 43, 45, 46, 49-51, 58, 93, 101, 102, 118-129	539,7	0,3
Total			44,05

Keterangan:

Job = pekerjaan-pekerjaan yang harus dilakukan di *workstation*

Lead time = waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh *job*

Idle = selisih antara batas waktu untuk menyelesaikan pekerjaan (540 menit) dengan *lead time* dari *workstation*.

Berdasarkan Tabel 4.46, *total idle time* untuk *assembly line* adalah 44,05 menit, dengan efisiensi lintasan sebesar:

$$100\% - \frac{44,05 \text{ menit}}{(7 \text{ workstation} \times 540 \text{ menit})} = 98,83\%$$

Karena perakitan komponen dan subkomponen yang dibutuhkan di sebuah *workstation* dilakukan di *workstation* yang berbeda, maka dalam pelaksanaannya diperlukan sejumlah stok awal. Stok awal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi

tidak tersedianya komponen dan subkomponen di awal pelaksanaan, karena belum tersedianya komponen dan subkomponen yang dibutuhkan. Perencanaan stok awal adalah sebagai berikut:

Tabel 4.38. Kebutuhan Komponen Awal untuk Rancangan F

Nama Subkomponen	Dikerjakan di <i>workstation</i> (OPC)	Dibutuhkan di <i>workstation</i> (OPC)	Jumlah <i>Storage</i>
<i>Blade</i> dan <i>blade retainer</i>	3 (5,6)	1 (7)	9
<i>Bearing case</i> dan subkomponennya	1 (4,7-9)	1 (10)	0
Memberi tanda <i>cylinder</i> dan <i>moveable shaft</i>	5 (11)	1 (12)	15
<i>Cylinder holder</i> dan subkomponennya	1 (20,21)	2 (22)	0
<i>Fixture</i> (133)	6 (23)	1 (24)	21
<i>Control Box</i>	6 (26,27)	1 (28)	21
<i>Intake hopper</i>	5 (34-38)	2 (39)	12
<i>Adjusting shaft retainer</i>	3 (41)	2 (42)	6
<i>Stopper</i> (242)	6 (43)	2 (44)	18
<i>Air cylinder bracket</i> dan D/A <i>cylinder</i> dia 63 x 100	6 (45,46)	2 (47)	18
<i>Feed Roller</i>	6 (49-51)	2 (52)	18
<i>Pneumatic oil</i> dan <i>fixture</i>	1 (53-55)	2 (56)	0
<i>Lever</i>	6 (58)	2 (59)	18
D/A <i>cylinder</i> dia 32 x 100	5 (69)	2 (70)	12
<i>Counter pulley</i>	5 (73,74)	2 (75)	12
<i>Grooved pulley</i>	5 (76,77)	3 (78)	9
<i>Air valve base</i>	3 (87)	3 (88)	0
<i>Miniature ball valve</i>	4 (89)	3 (90)	6
<i>Operation plate</i>	6 (93)	4 (94)	12
<i>Safety cover</i>	6 (101,102)	5 (103)	9
<i>Front cover</i>	6 (125-128)	6 (129)	0

Prosedur kerja untuk rancangan ini adalah setiap elemen pekerjaan (proses dalam sebuah OPC) dilakukan sebanyak tiga kali (untuk tiga mesin atau tiga komponen dan subkomponen Mesin Husker), setelah itu baru dilanjutkan pekerjaan-pekerjaan berikutnya. Prosedur pekerjaan seperti ini berlaku untuk semua stasiun kerja kecuali untuk kasus khusus, seperti pada Stasiun Kerja 4.

Stasiun Kerja 1 hanya memuat pekerjaan jenis perakitan saja, tidak ada pekerjaan yang membutuhkan keahlian khusus. Sehingga stasiun kerja ini tidak membutuhkan pekerja yang sangat ahli. Total waktu Stasiun Kerja 1 adalah 537,87 menit. Susunan pekerjaan pada Stasiun Kerja 1, seperti pada Tabel 4.39.

Tabel 4.39. Stasiun Kerja 1 Rancangan F

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 3x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
1	11.88	35.64	35.64
2	8.51	25.53	61.17
3	7.92	23.76	84.93
4	0.9	2.7	87.63
7	6.34	19.02	106.65
8	12.2	36.6	143.25
9	6.29	18.87	162.12
10	9.98	29.94	192.06
12	7.98	23.94	216
13	0.63	1.89	217.89
14	7.27	21.81	239.7
15	10.76	32.28	271.98
16	2.07	6.21	278.19
17	13.48	40.44	318.63
18	3.27	9.81	328.44
24	14.97	44.91	373.35
25	1.89	5.67	379.02
28	8.4	25.2	404.22
20	2.52	7.56	411.78
21	26.59	79.77	491.55
53	8.01	24.03	515.58
54	5.9	17.7	533.28
55	1.53	4.59	537.87

Stasiun Kerja 2 terdapat pekerjaan-pekerjaan perakitan *pulley* (OPC 65, 66, dan 75), perakitan *air cylinder* (OPC 47) dan perakitan *roll retainer* (OPC 72). Sehingga Stasiun Kerja 2 memerlukan pekerja perakitan yang ahli dalam merakit benda-benda kerja tersebut. Total waktu pengerjaan Stasiun Kerja 2 adalah 538,89 menit. Susunan pekerjaan pada Stasiun Kerja 2 seperti pada Tabel 4.40.

Tabel 4.40. Stasiun Kerja 2 Rancangan F

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 3x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
19	2.32	6.96	6.96
22	2.68	8.04	15
29	0.88	2.64	17.64
30	6.08	18.24	35.88
31	0.78	2.34	38.22
32	25.76	77.28	115.5
33	1.69	5.07	120.57
39	6.08	18.24	138.81

Tabel 4.40. Stasiun Kerja 2 Rancangan F (sambungan)

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 3x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
32	25.76	77.28	115.5
33	1.69	5.07	120.57
39	6.08	18.24	138.81
40	3.17	9.51	148.32
42	2.17	6.51	154.83
44	1.71	5.13	159.96
47	14.89	44.67	204.63
48	12.25	36.75	241.38
52	4.59	13.77	255.15
56	3.14	9.42	264.57
57	4.25	12.75	277.32
59	5.14	15.42	292.74
60	6.47	19.41	312.15
61	1.86	5.58	317.73
62	2.24	6.72	324.45
63	4.34	13.02	337.47
65	5.02	15.06	352.53
66	3.74	11.22	363.75
67	4.74	14.22	377.97
68	5.36	16.08	394.05
70	32.22	96.66	490.71
71	4.94	14.82	505.53
72	10.17	30.51	536.04
75	0.95	2.85	538.89

Stasiun Kerja 3 juga terdapat perakitan *pulley* (OPC 78 dan 79) dan pekerjaan pemeriksaan dan pelurusan *pulley* (OPC 81). Sehingga stasiun kerja ini juga memerlukan pekerja yang ahli dan berpengalaman. Pada stasiun kerja ini, setelah melakukan proses OPC 81, Mesin Husker akan melalui proses pengecatan awal dan pengeringan (OPC 82 dan 83). Sementara Mesin Husker dicat, pekerja pada stasiun kerja ini melakukan proses perakitan komponen dan subkomponen, yaitu merakit *blade* (OPC 5), merakit *blade* dengan *blade retainer* (OPC 6), dan merakit *fixture*, *joint shaft*, *bush* ke *adjusting shaft retainer* (OPC 41). Pekerja melanjutkan pengerjaan Mesin Husker (OPC 84, 86, 87, 88, 90, 91, dan 92) setelah menyelesaikan OPC 6. Untuk lebih jelasnya, urutan pekerjaan Stasiun Kerja 3 seperti pada tabel 4.41.

Tabel 4.41. Stasiun Kerja 3 Rancangan F (Operator Perakitan dan Operator Pengecatan)

Operator Perakitan			
Urutan Pekerjaan (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan x3 (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
64	13.5	40.5	40.5
78	6.56	19.68	60.18
79	2.13	6.39	66.57
80	2.01	6.03	72.6
81	27.89	83.67	156.27
41	10.05	30.15	186.42
5	69.72	209.16	395.58
6	14.78	44.34	439.92
84	2.54	7.62	447.54
86	4.84	14.52	462.06
87	2.2	6.6	468.66
88	3.9	11.7	480.36
90	3	9	489.36
91	3.02	9.06	498.42
92	13.62	40.86	539.28

Operator Pengecatan			
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Lama Pengeringan (menit)
82	48.21	204.48	264.48
82	48.21	252.69	312.69
82	48.21	300.9	360.9

Karena adanya proses uji coba yang menggunakan motor, maka prosedur kerja pada stasiun kerja 4 berbeda dengan stasiun-stasiun kerja lainnya. Pekerja pada stasiun kerja ini melakukan pengerjaan proses 85 sebanyak tiga kali, diikuti dengan pengerjaan proses 94 sebanyak tiga kali juga. Kemudian proses uji coba pertama (OPC 95) dilakukan pada satu mesin terlebih dahulu. Setelah proses 95 selesai, diikuti dengan pengerjaan proses 96, 97, dan proses 98 (proses uji coba kedua) pada mesin yang sama (mesin yang sudah diuji coba pertama). Setelah selesai melakukan pengerjaan proses 98, pekerja melakukan hal yang sama pada kedua mesin berikutnya, yaitu proses 95, 96, 97, dan 98 secara berurutan. Setelah mesin ketiga melalui proses 98, maka pekerja melanjutkan mengerjakan proses 89 sebanyak tiga kali. Urutan proses yang demikian dimaksudkan untuk mengurangi perpindahan motor yang digunakan untuk uji coba, sehingga untuk satu periode stasiun kerja (540 menit), hanya terjadi tiga kali pemasangan motor saja. Berikut ini adalah tabel urutan pengerjaan Stasiun Kerja 4 Rancangan F:

Tabel 4.42. Stasiun Kerja 4 Rancangan F

Urutan Pekerjaan (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan x3 (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
85	3.7	11.1	11.1
94	18.91	56.73	67.83
95-1	83.02	-	150.85
96-1	9.55	-	160.4
97-1	2.37	-	162.77
98-1	60	-	222.77
95-2	83.02	-	305.79
96-2	9.55	-	315.34
97-2	2.37	-	317.71
98-2	60	-	377.71
95-3	83.02	-	460.73
96-3	9.55	-	470.28
97-3	2.37	-	472.65
98-3	60	-	532.65
89	2.4	7.2	539.85

Pada stasiun kerja ini, setelah Mesin Husker melalui proses ke-9 (OPC 113), Mesin Husker tidak akan diproses lagi, karena pekerjaan berikutnya (OPC 11, 34-38, 73, 74, 76, dan 77) adalah pekerjaan perakitan subkomponen. Pada kondisi ideal, Mesin Husker akan berpindah ke stasiun kerja berikutnya, yaitu stasiun kerja pendempulan dan pengecatan akhir (OPC 110- OPC 112 dan OPC 114 – OPC 117), setiap menit ke-540. Akan tetapi, urutan pekerjaan seperti Tabel 4.43 digunakan untuk mencegah hal-hal yang tidak terduga, misalnya menumpuknya tugas bagian pengecatan. Susunan pekerjaan yang demikian, juga dapat membuat Mesin Husker tidak menunggu. Setelah selesai mengerjakan pekerjaan 113, pekerja pengecatan dapat langsung melakukan pendempulan Mesin Husker (OPC 110).

Tabel 4.43. Stasiun Kerja 5 Rancangan F

Urutan Pekerjaan (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan x3 (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
99	6.37	19.11	19.11
103	21.23	63.69	82.8
104	10.34	31.02	113.82
105	3.17	9.51	123.33
106	8.54	25.62	148.95

Tabel 4.43. Stasiun Kerja 5 Rancangan F(sambungan)

Urutan Pekerjaan (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan x3 (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
107	10.19	30.57	179.52
108	13.8	41.4	220.92
109	4.46	13.38	234.3
113	4.63	13.89	248.19
11	12.14	36.42	284.61
34	14.62	43.86	328.47
35	13.94	41.82	370.29
36	13.37	40.11	410.4
37	15.43	46.29	456.69
38	11.29	33.87	490.56
69	3.38	10.14	500.7
73	4.34	13.02	513.72
74	2.68	8.04	521.76
76	4.3	12.9	534.66
77	1.63	4.89	539.55

Susunan pekerjaan pendempulan dan pengecatan akhir (Stasiun Kerja 6) untuk Rancangan F adalah sebagai berikut:

Tabel 4.44. Stasiun Kerja 6 Rancangan F

Pekerjaan (OPC) / Mesin ke-	Lama Pengerjaan (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Waktu Pengeringan (menit)
110-111/1	36.39	36.39	276.39
110-111/2	36.39	72.78	312.78
110-111/3	36.39	109.17	349.17
112/1	34.19	310.58	-
112/2	34.19	346.97	-
112/3	34.19	383.36	-
114-115/1	18.12	401.48	421.48
114-115/2	18.12	419.6	439.6
114-115/3	18.12	437.72	457.72
116/1	43.09	464.57	524.57
116/2	43.09	482.69	542.69
116/3	43.09	500.81	560.81

Stasiun kerja ini selesai pada saat menit ke-500,81, yaitu pada saat operator cat selesai mengerjakan Proses 116 untuk ketiga Mesin Husker.

Tabel 4.45. Stasiun Kerja 7 Rancangan F

Urutan Pekerjaan (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan x3 (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
125	5.74	17.22	17.22

Tabel 4.45. Stasiun Kerja 7 Rancangan F (sambungan)

Urutan Pekerjaan (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan x3 (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
126	6.19	18.57	35.79
127	16.78	50.34	86.13
128	4.35	13.05	99.18
23	3.42	10.26	109.44
26	24.12	72.36	181.8
27	8.54	25.62	207.42
43	3.55	10.65	218.07
45	3.31	9.93	228
46	3.24	9.72	237.72
49	6.75	20.25	257.97
50	4.15	12.45	270.42
51	2.14	6.42	276.84
58	4.27	12.81	289.65
93	8.4	25.2	314.85
101	3.73	11.19	326.04
102	5.09	15.27	341.31
118	16.29	48.87	390.18
119	9.86	29.58	419.76
120	11.38	34.14	453.9
121	4.52	13.56	467.46
122	2.8	8.4	475.86
123	11.01	33.03	508.89
124	8.67	26.01	534.9
129	1.6	4.8	539.7

Berdasarkan tabel di atas, proses pengerjaan Mesin Husker baru dilaksanakan pada OPC 118 (menit ke-341,31), karena proses sebelumnya (OPC 125, 126, 127, 128, 23, 26, 27, 43, 45, 46, 49, 50, 51, 58, 93, 101 dan 102) adalah pekerjaan perakitan subkomponen. Susunan pekerjaan yang demikian untuk mengantisipasi kedatangan Mesin Husker yang belum kering dari stasiun kerja sebelumnya. Setelah ketiga mesin melalui Proses 129, Mesin Husker langsung diserahkan kepada pihak *subcontractor* untuk proses *packing*.

f. Rancangan dengan 2 *Line* (Rancangan G)

Asumsi yang digunakan dalam Rancangan G antara lain:

- Operator pada *Line* 1 dan *Line* 2 memiliki *skill* yang sama,
- Dalam 1 bulan terdapat 20 hari kerja, dan di dalam 1 hari kerja terdapat 8 jam kerja atau 480 menit kerja, sehingga dalam 1 bulan terdapat 9600 menit kerja,
- Proses pemasangan *pallet* (OPC 100) dilakukan oleh operator *packing* dari pihak *subcontractor*,

- Pengerjaan dilakukan per 4 Mesin Husker, dan
- Jam istirahat dan perpindahan hari tidak mempengaruhi proses perakitan dan pengecatan.

Rancangan ini membagi 2 *line* produksi pada Stasiun Kerja 1 sampai 3. Masing-masing *line* akan ditangani oleh 1 orang pekerja perakitan.

Stasiun Kerja 1 dibagi menjadi 2 *line*, yang mana masing-masing *line* menangani 2 unit Mesin Husker. Urutan pekerjaan Stasiun Kerja 1 seperti pada Tabel 4.46. Waktu total pengerjaan Stasiun Kerja 1 adalah 683,54 menit.

Tabel 4.46. Stasiun Kerja 1 Rancangan G

Operasi (OPC)	Mesin ke-	Lama Pengerjaan 2x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
1	Mesin Husker 1 dan 2 atau 3 dan 4	23.76	23.76
2		17.02	40.78
3		15.84	56.62
4		1.8	58.42
6		29.56	87.98
7		12.68	100.66
8		24.4	125.06
9		12.58	137.64
10		19.96	157.6
11		15.96	173.56
12		24.28	197.84
13		1.26	199.1
14		14.54	213.64
15		21.52	235.16
16		4.14	239.3
17		26.96	266.26
18		6.54	272.8
19		4.64	277.44
20		5.04	282.48
21		53.18	335.66
22		5.36	341.02
25		3.78	344.8
26		48.24	393.04
27		17.08	410.12
28		16.8	426.92
29		1.76	428.68
23		6.84	435.52
24		29.94	465.46
31		1.56	467.02
32		51.52	518.54
33		3.38	521.92
34		29.24	551.16
35		27.88	579.04
36		26.74	605.78
37		30.86	636.64

Tabel 4.46. Stasiun Kerja 1 Rancangan G (sambungan)

Operasi (OPC)	Mesin ke-	Lama Pengerjaan 2x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
38	Mesin Husker 1 dan 2 atau 3 dan 4	22.58	659.22
39		12.16	671.38
30	4	12.16	683.54

Stasiun Kerja 2 juga dibagi menjadi 2 *line* yang mana masing-masing *line* menangani 2 unit Mesin Husker. *Line* 1 melakukan pekerjaan yang sama dengan *Line* 2, dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.47. Waktu total Stasiun Kerja 2 adalah 672,3 menit.

Tabel 4.47. Stasiun Kerja 2 Rancangan G

Operasi (OPC)	Mesin ke-	Lama Pengerjaan 2x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
48	Mesin Husker 1-2 atau 3-4	22.5	22.5
41		20.1	42.6
42		4.34	46.94
43		7.1	54.04
44		3.42	57.46
45		6.62	64.08
46		6.48	70.56
47		29.78	100.34
53		16.02	116.36
54		11.8	128.16
55		3.06	131.22
56		6.28	137.5
57		8.5	146
65		10.04	156.04
68		10.72	166.76
66		7.48	174.24
67		9.48	183.72
40		6.34	190.06
49		13.5	203.56
50		8.3	211.86
51		4.28	216.14
52		9.18	225.32
57		8.5	233.82
58		8.54	242.36
59		10.28	252.64
60		12.94	265.58
61		3.72	269.3
62		4.5	273.8
63		8.68	282.48
64		27	309.48
69		6.76	316.24
70		64.44	380.68
71		9.88	390.56
72		20.34	410.9

Tabel 4.47. Stasiun Kerja 2 Rancangan G (sambungan)

Operasi (OPC)	Mesin ke-	Lama Pengerjaan 2x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
73	Mesin Husker 1 dan 2 atau 3 dan 4	8.68	419.58
74		5.36	424.94
75		1.9	426.84
76		8.6	435.44
77		3.26	438.7
78		13.12	451.82
79		4.26	456.08
80		4.02	460.1
81	Mesin Husker 1 dan 3	27.89	487.99
81	Mesin Husker 2 dan 4	27.89	515.88
82	Mesin Husker 1 dan 3	96.42	584.41
82	Mesin Husker 2 dan 4	96.42	680.83

Seperti Stasiun Kerja 1 dan Stasiun Kerja 2, Stasiun Kerja 3 juga terbagi menjadi 2 *line* dan masing-masing *line* menangani 2 unit Mesin Husker. Urutan pekerjaan Stasiun Kerja 3 dapat dilihat pada Tabel 4.48. Waktu total pengerjaan Stasiun Kerja 3 adalah 672,3 menit.

Tabel 4.48. Stasiun Kerja 3 Rancangan G

Operasi (OPC)	Mesin ke-	Lama Pengerjaan 2x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
84	Mesin Husker 1 dan 3	2.54	2.54
85		3.7	6.24
86		4.84	11.08
87		2.2	13.28
88		3.9	17.18
89		2.4	19.58
90		3	22.58
91		3.02	25.6
92		13.62	39.22
93		8.4	47.62
94		18.91	66.53
84	Mesin Husker 2 dan 4	2.54	69.07
85		3.7	72.77
86		4.84	77.61
87		2.2	79.81
88		3.9	83.71
89		2.4	86.11
90		3	89.11
91		3.02	92.13
92		13.62	105.75
93		8.4	114.15
94		18.91	133.06

Tabel 4.48. Stasiun Kerja 3 Rancangan G (sambungan)

Operasi (OPC)	Mesin ke-	Lama Pengerjaan 2x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
95	Mesin Husker 1 dan 2 atau 3 dan 4	166.04	299.1
96		19.1	318.2
97		4.74	322.94
98		120	442.94
99		12.74	455.68
101		7.46	463.14
102		10.18	473.32
103		42.46	515.78
104		20.68	536.46
105		6.34	542.8
106		17.08	559.88
107		20.38	580.26
108		27.6	607.86
109		8.92	616.78
113		9.26	626.04

Stasiun Kerja 4 adalah stasiun kerja khusus pendempulan dan pengecatan akhir. Stasiun kerja ini hanya terdiri dari 1 line, dan mengerjakan empat unit Mesin Husker dari Line 1 dan Line 2, Stasiun Kerja 3. Setelah dicat, Mesin Husker keempat langsung diberikan ke stasiun kerja berikutnya, sehingga total waktu pengerjaannya adalah 664,59 menit.

Tabel 4.49. Stasiun Kerja 4 Rancangan G

Operasi (OPC)	Waktu Kumulatif (menit)
110-112, 114-117	664.59

Pada saat keempat Mesin Husker memasuki Stasiun Kerja 5, maka Mesin Husker ke-1 dan 2 sudah kering, sehingga dapat diproses di stasiun kerja ini. Namun, urutan pekerjaannya harus mengikuti Tabel 4.50, agar Mesin Husker sudah kering pada saat diproses. Waktu total Stasiun Kerja 5 adalah 675,64 menit.

Tabel 4.50. Stasiun Kerja 5 Rancangan G

Operasi (OPC)	Mesin ke-	Lama Pengerjaan 2x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
118	Mesin Husker 1	16.29	16.29
119		9.86	26.15
118	Mesin Husker 3	16.29	42.44
119		9.86	52.3

Tabel 4.50. Stasiun Kerja 5 Rancangan G (sambungan)

Operasi (OPC)	Mesin ke-	Lama Pengerjaan 2x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
118	Mesin Husker 2	16.29	68.59
119		9.86	78.45
118	Mesin Husker 4	16.29	94.74
119		9.86	104.6
120	Hu No 1-4	45.52	150.12
121		18.08	168.2
122		11.2	179.4
123		44.04	223.44
124		34.68	258.12
125		22.96	281.08
126		24.76	305.84
127		67.12	372.96
128		17.4	390.36
129		6.4	396.76
5		278.88	675.64

Jadi, rancangan ini membagi pekerjaan-pekerjaan ke dalam 5 stasiun kerja, yang mana Stasiun Kerja 1 sampai Stasiun Kerja 3 terdapat 2 *line assembly* dan mulai Stasiun Kerja 4 dan Stasiun Kerja 5 hanya terdapat 1 *line assembly*. Jumlah pekerja yang dibutuhkan adalah 7 orang operator *assembly*, dan 2 orang operator cat. Selain itu, rancangan ini juga membutuhkan 2 buah motor uji coba.

Rancangan ini juga mengusulkan penambahan *conveyor* yang menghubungkan Stasiun Kerja 2 pada *Line* 1 dan 2 ke tempat pengecatan (Gambar 4.32). Berikut ini adalah ringkasan Rancangan G:

Tabel 4.51. Ringkasan Rancangan G

Stasiun Kerja	Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Waktu Siklus (mesin)	Idle
1	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39	683.54	684	0.46
2	40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,101,102,103,104,105,106,107,108,109	680.83		3.17
3	110,111,112,114,115,116,117	626.04		57.96
4	5,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129	664.59		19.41
5		675.64		8.36
Jumlah		3330.64	3420	89.36

Output rancangan ini adalah:

$$\begin{aligned}\text{Output} &= 9600 \text{ menit per bulan} / 684 \text{ menit per 4 Mesin Husker} \\ &= 56,14 \approx 56 \text{ unit Mesin Husker per bulan}\end{aligned}$$

Efisiensi lintasan rancangan ini adalah:

$$\begin{aligned}E &= 3330,64 \text{ menit} / (5 \text{ stasiun kerja} \times 684 \text{ menit per stasiun kerja}) \\ &= 0,9739 = 97,39 \%\end{aligned}$$

Idle lintasan rancangan ini adalah :

$$\begin{aligned}\text{idle} &= 1 - 97,39 \% \\ &= 2,61 \%\end{aligned}$$

g. Rancangan dengan Pemisahan Perakitan Atas dan Bawah (Rancangan H dan I)

Asumsi yang digunakan dalam Rancangan H dan I antara lain:

- Dalam 1 bulan terdapat 20 hari kerja, dan di dalam 1 hari kerja terdapat 8 jam kerja atau 480 menit kerja, sehingga dalam 1 bulan terdapat 9600 menit kerja,
- Proses pemasangan *pallet* (OPC 100) dilakukan oleh operator *packing* dari pihak *subcontractor*,
- Pengerjaan dilakukan per 4 Mesin Husker, dan
- Jam istirahat dan perpindahan hari tidak mempengaruhi proses perakitan dan pengecatan.

Rancangan dengan pemisahan perakitan atas dan perakitan bawah bertujuan untuk memisahkan perakitan komponen dan subkomponen (perakitan bawah atau *subassembly*) dan perakitan komponen ke Mesin Husker (perakitan atas atau *main assembly*). Rancangan ini dibagi lagi menjadi dua, yaitu:

- Rancangan dengan pemisahan perakitan atas dan perakitan bawah semua subkomponen (Rancangan H) dan
- Rancangan dengan pemisahan perakitan atas dan perakitan bawah sebagian subkomponen (Rancangan I).

Proses Perakitan Mesin Husker terdiri atas komponen-komponen *sub assembly* dan komponen-komponen *main assembly*. Ada 21 subkomponen dengan total 46 operasi pengerjaan yang harus dilakukan terlebih dahulu, sebelum komponen-komponen *subassembly* siap untuk dirakit di *main body*. Total waktu yang diperlukan untuk melakukan perakitan 21 subkomponen adalah 401,05 menit.

Rancangan H memisahkan sepenuhnya antara perakitan atas dan perakitan bawah. Jadi, pekerja pada proses perakitan atas, sama sekali tidak mengerjakan perakitan *subassembly*. Mereka hanya bekerja untuk pemasangan (perakitan) komponen ke *main body* Mesin Husker saja. Sebaliknya, para pekerja perakitan bawah hanya mengerjakan perakitan komponen dan subkomponen. Mereka tidak mengerjakan pemasangan komponen ke *main body* Mesin Husker.

Stasiun Kerja Perakitan Bawah Rancangan H membutuhkan 3 orang pekerja perakitan, untuk menyelesaikan semua pekerjaan perakitan *subassembly*. Urutan pekerjaan Stasiun Kerja Perakitan Bawah seperti pada Tabel 4.52. Waktu total pengerjaan perakitan bawah adalah 536 menit

Tabel 4.52. Stasiun Kerja Perakitan Bawah dengan Operator A, Operator B dan Operator C

Operator A			
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
4	0.9	3.6	3.6
5	69.72	278.88	282.48
6	14.78	59.12	341.6
7	6.34	25.36	366.96
8	12.2	48.8	415.76
9	6.29	25.16	440.92
11	12.14	48.56	489.48
23	3.42	13.68	503.16
43	3.55	14.2	517.36
58	4.27	17.08	534.44

Operator B			
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
13	0.63	2.52	2.52
14	7.27	29.08	31.6
15	10.76	43.04	74.64
16	2.07	8.28	82.92
20	2.52	10.08	93
21	26.59	106.36	199.36
26	24.12	96.48	295.84
27	8.54	34.16	330
41	10.05	40.2	370.2
45	3.31	13.24	383.44
46	3.24	12.96	396.4
49	6.75	27	423.4
50	4.15	16.6	440

Tabel 4.52. Stasiun Kerja Perakitan Bawah dengan Operator A, Operator B dan Operator C (sambungan)

Operator B			
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
51	2.14	8.56	448.56
53	8.01	32.04	480.6
54	5.9	23.6	504.2
55	1.53	6.12	510.32
76	4.3	17.2	527.52
77	1.63	6.52	534.04

Operator C			
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
34	14.62	58.48	58.48
35	13.94	55.76	114.24
36	13.37	53.48	167.72
37	15.43	61.72	229.44
38	11.29	45.16	274.6
69	3.38	13.52	288.12
73	4.34	17.36	305.48
74	2.68	10.72	316.2
87	2.2	8.8	325
89	2.4	9.6	334.6
93	8.4	33.6	368.2
101	3.73	14.92	383.12
102	5.09	20.36	403.48
125	5.74	22.96	426.44
126	6.19	24.76	451.2
127	16.78	67.12	518.32
128	4.35	17.4	535.72

Perakitan atas dibagi menjadi 6 stasiun kerja (Stasiun Kerja 1-6). Proses perakitan pada Stasiun Kerja 1 dikerjakan oleh satu orang pekerja dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.53. Total waktu pengerjaan Stasiun Kerja 1 adalah 638,48 menit.

Tabel 4.53. Stasiun Kerja 1 Rancangan H

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
1	11.88	47.52	47.52
2	8.51	34.04	81.56
3	7.92	31.68	113.24
10	9.98	39.92	153.16
12	7.98	31.92	185.08

Tabel 4.53. Stasiun Kerja 1 Rancangan H (sambungan)

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
17	13.48	53.92	239
18	3.27	13.08	252.08
19	2.32	9.28	261.36
22	2.68	10.72	272.08
31	0.78	3.12	275.2
24	14.97	59.88	335.08
25	1.89	7.56	342.64
28	8.4	33.6	376.24
29	0.88	3.52	379.76
30	6.08	24.32	404.08
48	12.25	49	453.08
32	25.76	103.04	556.12
33	1.69	6.76	562.88
39	6.08	24.32	587.2
40	3.17	12.68	599.88
42	2.17	8.68	608.56
56	3.14	12.56	621.12
63	4.34	17.36	638.48

Proses *assembly* atas pada Stasiun Kerja 2 dikerjakan oleh satu operator *assembly* dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.54. Total waktu Stasiun Kerja 2 adalah 641,52 menit. Stasiun Kerja 2 memuat operasi perakitan *air cylinder* (OPC 47), perakitan *pulley* (OPC 65, 66, 75, 78, dan 79), perakitan *roll retainer* (OPC 72), dan pemeriksaan dan pelurusan *pulley* (OPC 81). Sehingga stasiun kerja ini memerlukan pekerja yang ahli.

Tabel 4.54. Stasiun Kerja 2 Rancangan H

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
57	4.25	17	655.48
44	1.71	6.84	662.32
47	14.89	59.56	721.88
64	13.5	54	775.88
52	4.59	18.36	794.24
71	4.94	19.76	814
80	2.01	8.04	822.04
59	5.14	20.56	842.6
60	6.47	25.88	868.48
61	1.86	7.44	875.92
62	2.24	8.96	884.88

Tabel 4.54. Stasiun Kerja 2 Rancangan H (sambungan)

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
65	5.02	20.08	904.96
66	3.74	14.96	919.92
67	4.74	18.96	938.88
68	5.36	21.44	960.32
70	32.22	128.88	1089.2
72	10.17	40.68	1129.88
75	0.95	3.8	1133.68
78	6.56	26.24	1159.92
79	2.13	8.52	1168.44
81	27.89	-	1196.33
81	27.89	-	1224.22
81	27.89	-	1252.11
81	27.89	-	1280

Proses *assembly* atas pada Stasiun Kerja 3 dikerjakan oleh satu operator cat dan satu pekerja *assembly* dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.55. Operator cat akan mulai bekerja pada menit ke-1280, dan operator perakitan akan mulai bekerja ketika sebuah Mesin Husker telah kering dari proses cat awal yaitu pada menit ke-1388,21. Total waktu Stasiun Kerja 3 adalah 654,41 menit.

Tabel 4.55. Stasiun Kerja 3 Rancangan H dengan Operator Pengecatan dan Operator Perakitan

Operator Cat			
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Waktu Pengeringan (menit)
82 dan 83	48.21	1328.21	1388.21
	48.21	1376.42	1436.42
	48.21	1424.63	1484.63
	48.21	1472.84	1532.84
Operator Perakitan			
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
84	2.54	546.2	1934.41
85	3.7		
86	4.84		
88	3.9		
90	3		
91	3.02		
92	13.62		
94	18.91		
95	83.02		

Proses *assembly* atas pada Stasiun Kerja 4 dikerjakan oleh satu operator *assembly* dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.56. Total waktu Stasiun Kerja 4 adalah 618,6 menit.

Tabel 4.56. Stasiun Kerja 4 Rancangan H

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
96	9.55	38.2	1972.61
97	2.37	9.48	1982.09
98	60	240	2222.09
99	6.37	25.48	2247.57
103	21.23	84.92	2332.49
104	10.34	41.36	2373.85
105	3.17	12.68	2386.53
106	8.54	34.16	2420.69
107	10.19	40.76	2461.45
108	13.8	55.2	2516.65
109	4.46	17.84	2534.49
113	4.63	18.52	2553.01

Stasiun Kerja 5 adalah stasiun kerja khusus pendempulan dan pengecatan akhir (OPC 110-112 dan OPC 114-117). Stasiun kerja ini dikerjakan oleh satu operator cat. Stasiun kerja ini akan mulai bekerja ketika keempat Mesin Husker sudah melewati semua operasi pada Stasiun Kerja 4, yaitu pada menit ke-2553,01. Proses pendempulan membutuhkan waktu pengeringan selama 240 menit sebelum dilanjutkan dengan proses gosok dempul (OPC 114). Sehingga proses gosok dempul dimulai pada menit ke-2829,4 (karena Mesin Husker yang pertama sudah kering). Stasiun Kerja 5 selesai ketika operator cat menyelesaikan Proses 116 untuk empat Mesin Husker yaitu pada menit ke-3217,6. Pada saat operator cat menyelesaikan Proses 116 untuk keempat Mesin Husker, Mesin Husker pertama dan kedua sudah kering dan siap untuk dikerjakan oleh stasiun kerja berikutnya. Total waktu Stasiun Kerja 5 adalah 664,59 menit.

Tabel 4.57. Stasiun Kerja 5 Rancangan H

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Waktu Pengeringan (menit)
110	36.39	2589.4	2829.4
	36.39	2625.79	2865.79
	36.39	2662.18	2902.18
	36.39	2698.57	2938.57

Tabel 4.57. Stasiun Kerja 5 Rancangan H (sambungan)

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Waktu Pengerangan (menit)
112	34.19	2863.59	
	34.19	2899.98	
	34.19	2936.37	
	34.19	2972.76	
114	18.12	2990.88	3010.88
	18.12	3009	3029
	18.12	3027.12	3047.12
	18.12	3045.24	3065.24
116	43.09	3088.33	3148.33
	43.09	3131.42	3191.42
	43.09	3174.51	3234.51
	43.09	3217.6	3277.6

Stasiun kerja 6 akan dikerjakan oleh seorang operator *assembly*. Urutan pengerjaan Stasiun Kerja 6 seperti pada Tabel 4.58 dengan total waktu penyelesaian pekerjaan sebesar 264,52 menit.

Tabel 4.58. Stasiun Kerja 6 Rancangan H

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
118-119	26.15	104.6	3322.2
120	11.38	45.52	3367.72
121	4.52	18.08	3385.8
122	2.8	11.2	3397
123	11.01	44.04	3441.04
124	8.67	34.68	3475.72
129	1.6	6.4	3482.12

Berikut ini adalah ringkasan rancangan dengan pemisahan perakitan atas dan perakitan bawah semua subkomponen:

Tabel 4.59. Ringkasan Rancangan H

Assembly Atas				
Operator	Operasi (OPC)	Waktu Stasiun Kerja (menit)	Waktu Siklus (menit)	Idle (menit)
A	4,5,6,7,8,9,11,23,43,58	535.72	665	129.28
B	13,14,15,16,20,21,26,27,41,45,46,49,50,51,53,54,55,76,77			
C	34,35,36,37,38,69,73,74,87,89,93,101,102,125,126,127,128			

Tabel 4.59. Ringkasan Rancangan H (sambungan)

Assembly Atas				
Stasiun Kerja	Operasi (OPC)	Waktu Stasiun Kerja (menit)	Waktu Siklus (menit)	Selisih Waktu (menit)
1	1,2,3,10,12,17,18,19,22,31,24,25,28,29,30,48,32,33,39,40,42,56,63	638.48	665	26.52
2	57,44,47,64,52,71,80,59,60,61,62,65,66,67,68,70,72,75,78,79,81	641.52		23.48
3	82,83	654.41		10.59
	84,85,86,88,90,91,92,94,95			
4	96,97,98,99,103,104,105,106,107,108,109,113	618.6		46.4
5	110,111,112,114,115,116,117	664.59		0.41
6	118,119,120,121,122,123,124,129	264.52		400.48
	Jumlah	4017.84	4655	637.16

Rancangan di atas menggunakan waktu siklus 665 menit. *Output* yang dapat dihasilkan oleh rancangan di atas adalah:

$$\begin{aligned} \text{Output} &= 9600 \text{ menit per bulan} / 665 \text{ menit per 4 unit Hu} \\ &= 57,74 \approx 58 \text{ unit Mesin Husker per bulan.} \end{aligned}$$

Efisiensi lintasan dari rancangan di atas adalah:

$$\begin{aligned} E &= 4017,84 \text{ menit} / (7 \text{ stasiun kerja} \times 665 \text{ menit per stasiun kerja}) \\ &= 0,8631 = 86,31 \% \end{aligned}$$

Idle rancangan ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{idle} &= 1 - 0,8631 \\ &= 13,69\% \end{aligned}$$

Dari hasil ringkasan di atas (Rancangan H), dapat dilihat bahwa efisiensi lintasan untuk rancangan dengan pemisahan perakitan atas dan perakitan bawah semua subkomponen kurang bagus (hanya 86,31 %). Hal ini disebabkan kurang seimbangnya beban pekerjaan, terutama untuk Stasiun Kerja 6 (mengalami *idle* sebesar 400,48 menit). Oleh karena itu, Rancangan H dimodifikasi menjadi Rancangan I, yang bertujuan untuk lebih menyeimbangkan beban pekerjaan, terutama untuk Stasiun Kerja 6.

Dari 21 subkomponen yang seharusnya dikerjakan semua oleh perakitan bawah, ada pengerjaan 3 subkomponen (OPC 20-21, 27-28, dan 125-128) yang dikerjakan di Stasiun Kerja 6 perakitan atas, sedangkan 18 subkomponen lainnya dirakit oleh operator stasiun kerja perakitan bawah.

Stasiun kerja *assembly* bawah ini dikerjakan oleh dua orang pekerja *assembly* dengan urutan pekerjaan seperti pada Tabel 4.60. Stasiun kerja ini khusus mengerjakan perakitan 18 komponen dan subkomponen Mesin Husker.

Tabel 4.60. Stasiun Kerja Perakitan Bawah Rancangan I dengan Operator A dan Operator B

Operator A			
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
4	0.9	3.6	3.6
5	69.72	278.88	282.48
6	14.78	59.12	341.6
7	6.34	25.36	366.96
8	12.2	48.8	415.76
9	6.29	25.16	440.92
11	12.14	48.56	489.48
13	0.63	2.52	492
14	7.27	29.08	521.08
15	10.76	43.04	564.12
16	2.07	8.28	572.4
41	10.05	40.2	612.6

Operator B			
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
23	3.42	13.68	13.68
34	14.62	58.48	72.16
35	13.94	55.76	127.92
36	13.37	53.48	181.4
37	15.43	61.72	243.12
38	11.29	45.16	288.28
43	3.55	14.2	302.48
45	3.31	13.24	315.72
46	3.24	12.96	328.68
49	6.75	27	355.68
50	4.15	16.6	372.28
51	2.14	8.56	380.84
53	8.01	32.04	412.88
54	5.9	23.6	436.48
55	1.53	6.12	442.6
58	4.27	17.08	459.68
69	3.38	13.52	473.2
73	4.34	17.36	490.56
74	2.68	10.72	501.28
76	4.3	17.2	518.48
77	1.63	6.52	525
87	2.2	8.8	533.8
89	2.4	9.6	543.4
93	8.4	33.6	577

Tabel 4.60. Stasiun Kerja Perakitan Bawah Rancangan I dengan Operator A dan Operator B (sambungan)

Operator B			
Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
101	3.73	14.92	591.92
102	5.09	20.36	612.28

Stasiun kerja perakitan atas Rancangan I, pada umumnya sama dengan stasiun kerja perakitan atas Rancangan H. Perbedaan hanya terdapat pada Stasiun Kerja 6. Pekerjaan Stasiun Kerja 6 Rancangan I sama dengan Stasiun Kerja 6 Rancangan H, tetapi pekerjaan Stasiun Kerja 6 Rancangan I diberi tambahan pekerjaan untuk mengurangi *idle time*. Berikut ini adalah Urutan pekerjaan untuk Stasiun Kerja 6 Rancangan I:

Tabel 4.61. Stasiun Kerja 6 Rancangan I

Operasi (OPC)	Lama Pengerjaan (menit)	Lama Pengerjaan 4x (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
118-119	26.15	104.6	104.6
120	11.38	45.52	150.12
121	4.52	18.08	168.2
122	2.8	11.2	179.4
123	11.01	44.04	223.44
124	8.67	34.68	258.12
125	5.74	22.96	281.08
126	6.19	24.76	305.84
127	16.78	67.12	372.96
128	4.35	17.4	390.36
129	1.6	6.4	396.76
20	2.52	10.08	406.84
21	26.59	106.36	513.2
26	24.12	96.48	609.68
27	8.54	34.16	643.84

Karena adanya pengerjaan subkomponen yang dilakukan di stasiun kerja yang berbeda, maka untuk awal pelaksanaan, diperlukan sejumlah stok untuk mengantisipasi tidak tersedianya komponen karena belum dikerjakan. Hal ini terjadi pada subkomponen yang digunakan di Stasiun Kerja 1 yang dikerjakan di Stasiun Kerja 6.

Tabel 4.62. Tabel Stok Subkomponen Rancangan I

No	Sub komponen	Operasi (OPC)	Stok (unit)
1	<i>Miniature cylinder holder</i> lengkap	20,21	24
2	<i>Control box</i> lengkap	26,27	24

Berikut ini adalah ringkasan rancangan pemisahan perakitan atas dan perakitan bawah sebagian subkomponen:

Tabel 4.63. Ringkasan Rancangan I

Assembly Bawah				
Operator	Operasi (OPC)	Waktu Stasiun Kerja (menit)	Waktu Siklus (menit)	Selisih Waktu (menit)
A	4,5,6,7,8,9,11,13,14,15,16,41	612.6	665	52.4
B	23,34,35,36,37,38,43,45,46,49,50,51,53,54,55,58,69,73,74,76,77,87,89,93,101,102			

Assembly atas				
Stasiun Kerja	Operasi (OPC)	Waktu Stasiun Kerja (menit)	Waktu Siklus (menit)	Selisih Waktu (menit)
1	1,2,3,10,12,17,18,19,22,31,24,25,28,29,30,48,32,33,39,40,42,56,63	638.48	665	26.52
2	57,44,47,64,52,71,80,59,60,61,62,65,66,67,68,70,72,75,78,79,81	641.52		23.48
3	82.83 84,85,86,88,90,91,92,94,95	654.41		10.59
4	96,97,98,99,103,104,105,106,107,108,109,113	618.6		46.4
5	110,111,112,114,115,116,117	664.59		0.41
6	118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,20,21,26,27	643.84		21.16
Jumlah		4474.04	4655	180.96

Output yang dihasilkan oleh Rancangan I adalah:

$$\begin{aligned} \text{Output} &= 9600 \text{ menit per bulan} / 665 \text{ menit per 4 unit Hu} \\ &= 57,74 \approx 58 \text{ unit Mesin Husker per bulan.} \end{aligned}$$

Efisiensi lintasan dari Rancangan I adalah:

$$\begin{aligned} E &= 4474,04 \text{ menit} / (7 \text{ stasiun kerja} \times 665 \text{ menit per stasiun kerja}) \\ &= 0,9611 = 96,11 \% \end{aligned}$$

Idle time Rancangan I adalah:

$$\begin{aligned} \text{idle} &= 1 - 0,9611 \\ &= 3,89 \% \end{aligned}$$

4.2.4. Penjadwalan Komponen

Ada metode untuk menentukan jumlah persediaan yang ekonomis, yaitu EOQ (*Economic Order Quantity*). Metode ini memerlukan sejumlah data berupa biaya. Akan tetapi, perusahaan memiliki cara sendiri dalam penjadwalan komponen. Selama ini perusahaan menjadwalkan komponen berdasarkan kebutuhan 10 hari ke depan. Sehingga untuk menjadwalkan komponen dan subkomponen dari rancangan-rancangan yang telah dibuat, akan digunakan cara perusahaan sebagai patokan dalam menjadwalkan komponen dan subkomponen.

Secara garis besar, penentuan periode penjadwalan dan jumlah komponen dan subkomponen yang dijadwalkan adalah berdasarkan waktu siklus dari masing-masing rancangan. Berikut ini adalah penjadwalan komponen untuk masing-masing rancangan:

a. Rancangan dengan Metode Largest Candidate Rule

Pada rancangan ini setiap terjadi pergantian periode stasiun kerja (735 menit), dibutuhkan 4 unit semua komponen dan subkomponen dari Mesin Husker. Oleh karena itu, cara mencari jumlah hari yang tepat dalam menentukan jumlah persediaan adalah:

$$PWP = \frac{t \text{ periode stasiun kerja} \times wt \text{ menit}}{480 \text{ menit per hari}}$$

Keterangan:

PWP = patokan waktu penjadwalan (hari)

t = periode stasiun kerja, didapat dengan *trial and error* (1,2,3, dst.)

wt = waktu siklus (menit)

Cara mencari jumlah unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker yang dibutuhkan dalam t hari kerja adalah:

$u = t \times \text{jumlah Mesin Husker yang dibuat per periode stasiun kerja}$

Keterangan:

u = jumlah semua komponen dan subkomponen Mesin Husker yang dibutuhkan dalam t hari kerja (unit)

Dengan kedua cara penghitungan di atas, maka patokan waktu penjadwalan untuk Rancangan dengan Metode Largest Candidate Rule adalah:

- Untuk $t = 6$, $PWP = 9,18 \approx 9$ hari, maka $u = 24$ unit, yang berarti setiap 9 hari diperlukan 24 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
- Untuk $t = 7$, $PWP = 10,72 \approx 11$ hari, maka $u = 28$ unit, yang berarti setiap 11 hari diperlukan 28 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
- Untuk $t = 13$, $PWP = 19,91 \approx 20$ hari, maka $u = 52$ unit, yang berarti setiap 20 hari diperlukan 52 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
- Untuk $t = 32$, $PWP = 49$ hari, maka $u = 128$ unit, yang berarti setiap 49 hari diperlukan 128 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.

Dari hasil *trial and error* di atas, maka dipilih penjadwalan setiap 9 hari, karena jumlah menit 6 periode stasiun kerja hampir sama dengan 9 hari. Cara pemilihan ini dimaksudkan agar tidak terjadi kekurangan komponen setiap periode penjadwalan. Selain itu, waktu penjadwalan 9 hari juga mendekati penjadwalan perusahaan.

Apabila menginginkan jumlah komponen yang tepat terpakai habis, maka dipilih penjadwalan setiap 49 hari. Akan tetapi, penjadwalan setiap 49 hari memiliki beberapa kerugian, seperti diperlukannya tempat lebih untuk menyimpan sejumlah komponen dan subkomponen (128 unit). Selain itu, menurut perusahaan, penjadwalan untuk jangka waktu yang panjang tidak menguntungkan dari segi biaya.

b. Rancangan dengan Metode Helgeson Birnie

Pada rancangan ini setiap 732 menit dihasilkan 4 unit Mesin Husker, sehingga setiap terjadi pergantian periode stasiun kerja (732 menit), dibutuhkan 4 unit semua komponen dan subkomponen dari Mesin Husker. Dengan cara penghitungan di atas, maka patokan waktu penjadwalan untuk Rancangan dengan Metode Helgeson Birnie adalah:

- Untuk $t = 6$, $PWP = 9,15 \approx 9$ hari, maka $u = 24$ unit, yang berarti setiap 9 hari diperlukan 24 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
- Untuk $t = 7$, $PWP = 10,68 \approx 11$ hari, maka $u = 28$ unit, yang berarti setiap 11 hari diperlukan 28 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
- Untuk $t = 40$, $PWP = 61$ hari, maka $u = 160$ unit, yang berarti setiap 61 hari diperlukan 160 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.

Dari hasil *trial and error* di atas, maka dipilih penjadwalan setiap 9 hari, karena jumlah menit 6 periode stasiun kerja hampir sama dengan 9 hari. Cara pemilihan ini dimaksudkan agar tidak terjadi kekurangan komponen setiap periode penjadwalan. Selain itu, waktu penjadwalan 9 hari juga mendekati penjadwalan perusahaan.

Apabila menginginkan jumlah komponen yang tepat terpakai habis, maka dipilih penjadwalan setiap 61 hari. Akan tetapi, penjadwalan setiap 61 hari memiliki beberapa kerugian, seperti diperlukannya tempat lebih untuk menyimpan sejumlah komponen dan subkomponen (160 unit). Selain itu, menurut perusahaan, penjadwalan untuk jangka waktu yang panjang tidak menguntungkan dari segi biaya.

c. Rancangan dengan Kilbride and Wester's Method

Pada rancangan ini, setiap 743 menit dihasilkan 4 unit Mesin Husker. Sehingga setiap terjadi pergantian periode stasiun kerja (743menit), dibutuhkan 4 unit semua komponen dan subkomponen dari Mesin Husker. Dengan cara penghitungan di atas, maka patokan waktu penjadwalan untuk Metode Helgeson Birnie adalah:

- Untuk $t = 6$, PWP = $9,29 \approx 9$ hari, maka $u = 24$ unit, yang berarti, setiap 9 hari diperlukan 24 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
- Untuk $t = 7$, PWP = $10,84 \approx 11$ hari, maka $u = 28$ unit, yang berarti, setiap 11 hari diperlukan 28 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.

Dari hasil *trial and error* di atas, maka dipilih penjadwalan setiap 9 hari, karena jumlah menit 6 periode stasiun kerja hampir sama dengan 9 hari. Cara pemilihan ini dimaksudkan agar tidak terjadi kekurangan komponen setiap periode penjadwalan. Selain itu, waktu penjadwalan 9 hari juga mendekati penjadwalan perusahaan.

d. Rancangan dengan Modifikasi Pekerjaan di Bagian Pengecatan

Pada rancangan ini setiap 704 menit dihasilkan 4 unit Mesin Husker. Sehingga setiap terjadi pergantian periode stasiun kerja (704 menit), dibutuhkan 4 unit semua komponen dan subkomponen dari Mesin Husker. Dengan cara

penghitungan di atas, maka patokan waktu penjadwalan untuk Rancangan dengan Modifikasi Pekerjaan di Bagian Pengecatan adalah:

- Untuk $t = 6$, PWP = $8,8 \approx 9$ hari, maka $u = 24$ unit, yang berarti, setiap 9 hari diperlukan 24 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
- Untuk $t = 7$, PWP = $10,27 \approx 10$ hari, maka $u = 28$ unit, yang berarti, setiap 10 hari diperlukan 28 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
- Untuk $t = 15$, PWP = 22 hari, maka $u = 60$ unit, yang berarti, setiap 22 hari diperlukan 60 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.

Dari hasil *trial and error* di atas, maka dipilih penjadwalan setiap 10 hari, karena jumlah menit 7 periode stasiun kerja hampir sama dengan 10 hari. Cara pemilihan ini dimaksudkan agar tidak terjadi kekurangan komponen setiap periode penjadwalan. Selain itu, waktu penjadwalan 10 hari juga mendekati penjadwalan perusahaan.

Apabila menginginkan jumlah komponen yang tepat terpakai habis, maka dipilih penjadwalan setiap 22 hari. Akan tetapi, penjadwalan setiap 22 hari memiliki beberapa kerugian, seperti diperlukannya tempat lebih untuk menyimpan sejumlah komponen dan subkomponen (60 unit). Selain itu, menurut perusahaan, penjadwalan untuk jangka waktu yang panjang tidak menguntungkan dari segi biaya.

e. Rancangan dengan Meminimalkan *Idle Time* (Rancangan F)

Pada rancangan ini setiap terjadi pergantian periode stasiun kerja (540 menit), dibutuhkan 3 unit semua komponen dan subkomponen dari Mesin Husker.

Dengan cara penghitungan di atas, maka patokan waktu penjadwalan untuk Rancangan dengan Meminimalkan *Idle Time* adalah:

- Untuk $t = 8$, PWP = 9 hari, maka $u = 24$ unit, yang berarti, setiap 9 hari diperlukan 24 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
- Untuk $t = 9$, PWP = $10,13 \approx 10$ hari, maka $u = 27$ unit, yang berarti, setiap 10 hari diperlukan 27 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
- Untuk $t = 16$, PWP = 18 hari, maka $u = 44$ unit, yang berarti, setiap 18 hari diperlukan 44 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.

Dari beberapa alternatif di atas, dipilih penjadwalan setiap 9 hari, dengan penjadwalan kebutuhan semua komponen dan subkomponen Mesin Husker sebanyak 24 unit. Selain itu, waktu penjadwalan 9 hari juga mendekati penjadwalan perusahaan.

Karena waktu siklus yang tepat 540 menit, maka penjadwalan komponen dan subkomponen juga dapat dilakukan berdasarkan hitungan bulanan:

- Sebelum bulan I harus dihasilkan 54 unit semua komponen Mesin Husker.
- Sebelum bulan II harus dihasilkan 54 unit semua komponen Mesin Husker.
- Sebelum bulan III harus dihasilkan 54 unit semua komponen Mesin Husker.
- Sebelum bulan IV harus dihasilkan 54 unit semua komponen Mesin Husker.
- Sebelum bulan V harus dihasilkan 51 unit semua komponen Mesin Husker.
- Sebelum bulan VI harus dihasilkan 54 unit semua komponen Mesin Husker.
- Sebelum bulan VII harus dihasilkan 54 unit semua komponen Mesin Husker.
- Sebelum bulan VIII harus dihasilkan 54 unit semua komponen Mesin Husker.
- Sebelum bulan IX harus dihasilkan 51 unit semua komponen Mesin Husker.

Karena pada akhir bulan IX semua komponen tepat terpakai habis, maka untuk pembuatan komponen untuk bulan-bulan berikutnya akan berulang seperti mulai bulan I sampai IX.

f. Rancangan dengan 2 Line

Dengan menggunakan metode ini, setiap 684 menit dihasilkan 4 unit Mesin Husker. Sehingga setiap terjadi pergantian periode stasiun kerja (684 menit), dibutuhkan 4 unit semua komponen dan subkomponen dari Mesin Husker. Dengan cara penghitungan di atas, maka patokan waktu penjadwalan untuk Rancangan C adalah:

- Untuk $t = 5$, $PWP = 7,13 \approx 7$ hari, maka $u = 20$ unit, yang berarti setiap 7 hari diperlukan 20 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker. Untuk $t = 6$, $PWP = 8,55 \approx 8$ hari, maka $u = 24$ unit, yang berarti setiap 8 hari diperlukan 24 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
- Untuk $t = 7$, $PWP = 9,98 \approx 9$ hari, maka $u = 28$ unit, yang berarti setiap 9 hari diperlukan 28 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.

- Untuk $t = 8$, $PWP = 11,4 \approx 11$ hari, maka $u = 32$ unit, yang berarti setiap 11 hari diperlukan 32 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
 - Untuk $t = 40$, $PWP = 57$ hari, maka $u = 160$ unit, yang berarti yang berarti setiap 57 hari diperlukan 160 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
- Dari hasil *trial and error* di atas, maka dipilih penjadwalan setiap 7 hari, karena jumlah menit 5 periode stasiun kerja hampir sama dengan 7 hari. Cara pemilihan ini dimaksudkan agar tidak terjadi kekurangan komponen setiap periode penjadwalan.

Apabila menginginkan jumlah komponen yang tepat terpakai habis, maka dipilih penjadwalan setiap 57 hari. Akan tetapi, penjadwalan setiap 57 hari memiliki beberapa kerugian, seperti diperlukannya tempat lebih untuk menyimpan sejumlah komponen dan subkomponen (160 unit). Selain itu, menurut perusahaan, penjadwalan untuk jangka waktu yang panjang tidak menguntungkan dari segi biaya.

g. Rancangan dengan Pemisahan *Assembly* Atas dan *Assembly* Bawah (Rancangan H dan I)

Dengan menggunakan metode ini, setiap 665 menit dihasilkan 4 unit Mesin Husker. Sehingga setiap terjadi pergantian periode stasiun kerja (665 menit), dibutuhkan 4 unit semua komponen dan subkomponen dari Mesin Husker. Dengan cara penghitungan di atas, maka patokan waktu penjadwalan untuk Rancangan dengan Pemisahan *Assembly* Atas dan *Assembly* Bawah adalah:

- Untuk $t = 6$, $PWP = 8,31 \approx 8$ hari, maka $u = 24$ unit, yang berarti setiap 8 hari diperlukan 24 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
- Untuk $t = 7$, $PWP = 9,69 \approx 9$ hari, maka $u = 28$ unit, yang berarti setiap 9 hari diperlukan 28 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
- Untuk $t = 8$, $PWP = 11,08 \approx 11$ hari, maka $u = 32$ unit, yang berarti setiap 11 hari diperlukan 32 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.
- Untuk $t = 96$, $PWP = 133$ hari, maka $u = 384$ unit, yang berarti setiap 133 hari diperlukan 384 unit semua komponen dan subkomponen Mesin Husker.

Dari hasil *trial and error* di atas, maka dipilih penjadwalan setiap 11 hari, karena jumlah menit 8 periode stasiun kerja hampir sama dengan 11 hari. Cara pemilihan ini dimaksudkan agar tidak terjadi kekurangan komponen setiap

periode penjadwalan. Selain itu, waktu penjadwalan 11 hari juga mendekati penjadwalan perusahaan.

Apabila menginginkan jumlah komponen yang tepat terpakai habis, maka dipilih penjadwalan setiap 133 hari. Akan tetapi, penjadwalan setiap 133 hari memiliki beberapa kerugian, seperti diperlukannya tempat lebih untuk menyimpan sejumlah komponen dan subkomponen (384 unit). Selain itu, menurut perusahaan, penjadwalan untuk jangka waktu yang panjang tidak menguntungkan dari segi biaya.

Berikut ini adalah rangkuman waktu penjadwalan komponen dan subkomponen untuk masing-masing rancangan, dengan jumlah unit komponen dan subkomponen yang harus dipenuhi setiap periode penjadwalannya.

Tabel 4.64. Rangkuman Penjadwalan Komponen dan Subkomponen

Rancangan	Periode Penjadwalan (hari)	Jumlah Komponen (unit)
A	9	24
B	9	24
C	9	24
D	10	28
F	9	24
G	7	28
H, I	11	32

4.3. Analisa Hasil Rancangan Proses Perakitan Mesin Husker

Berikut ini adalah analisa kelebihan, kekurangan dan pendapat perusahaan mengenai masing-masing rancangan.

a. Rancangan A

Kelebihan rancangan ini adalah:

- Dengan jumlah pekerja perakitan yang tidak sampai dua kali jumlah pekerja pada kondisi awal, mampu menghasilkan *output* rata-rata mencapai 52 unit.

Kelemahan rancangan ini adalah:

- Beban pekerjaan kurang merata, hal ini dapat dilihat pada efisiensi lintasan yang hanya mencapai 89,98 persen.

- Membutuhkan 3 orang pekerja ahli untuk menangani *pulley*, *roll retainer*, dan *air cylinder*, sehingga harus dilakukan penambahan pekerja ahli (kondisi awal 2 orang pekerja ahli).

b. Rancangan B

Kelebihan rancangan ini adalah:

- Dengan jumlah pekerja perakitan yang tidak sampai dua kali jumlah pekerja pada kondisi awal, mampu menghasilkan *output* rata-rata mencapai 52 unit.
- Bobot posisi dengan metode ini, mewakili posisi sebuah operasi dalam diagram jaringan.
- Metode ini secara tidak langsung dapat menunjukkan lintasan kritis.

Kelemahan rancangan ini adalah:

- Efisiensi lintasan hanya mencapai 90,35 persen.
- Membutuhkan 3 orang pekerja ahli untuk menangani *pulley*, *roll retainer*, dan *air cylinder*, sehingga harus dilakukan penambahan pekerja ahli (kondisi awal 2 orang pekerja ahli).

c. Rancangan C

Kelebihan rancangan ini adalah:

- Dengan jumlah pekerja perakitan yang tidak sampai dua kali jumlah pekerja pada kondisi awal, mampu menghasilkan *output* rata-rata mencapai 52 unit.
- Penentuan prioritas dengan metode ini, mendahulukan posisi operasi terdepan, sehingga meminimalisir terjadinya kesalahan dalam menempatkan operasi ke dalam stasiun-stasiun kerja.

Kelemahan rancangan ini adalah:

- Beban pekerjaan kurang merata, hal ini dapat dilihat pada efisiensi lintasan yang hanya mencapai 89,01 persen.
- Membutuhkan 3 orang pekerja ahli untuk menangani *pulley*, *roll retainer*, dan *air cylinder*, sehingga harus dilakukan penambahan pekerja ahli (kondisi awal 2 orang pekerja ahli).

d. Rancangan D

Kelebihan rancangan ini adalah:

- Bila dibandingkan dengan rancangan yang menggunakan teori, hanya dengan memodifikasi pekerjaan pengecatan, rancangan ini dapat meningkatkan *output* rata-rata 3 unit Mesin Husker per bulan.
- Teknik pengecatan pada rancangan ini membuat Mesin Husker tidak terlalu lama menganggur.

Kelemahan rancangan ini adalah:

- Beban pekerjaan kurang merata, hal ini dapat dilihat pada efisiensi lintasan yang hanya mencapai 90,33 persen.
- Membutuhkan 3 orang pekerja ahli untuk menangani *pulley*, *roll retainer*, dan *air cylinder*, sehingga harus dilakukan penambahan pekerja ahli (kondisi awal 2 orang pekerja ahli).

Menurut perusahaan, rancangan ini tidak jauh berbeda dengan teori dan kondisi awal. Akan tetapi, proses pengecatan yang demikian sangat bagus untuk diterapkan di perusahaan.

e. Rancangan F

Kelebihan rancangan ini adalah:

- Membutuhkan jumlah pekerja yang sedikit, yaitu hanya 6 orang pekerja perakitan dan 2 orang pekerja pengecatan.
- Efisiensi lintasan sangat baik, yaitu mencapai 98,83 persen dan hanya menimbulkan *idle time* sebesar 1,17 persen.
- Hanya memerlukan 2 orang pekerja ahli untuk menangani *pulley*, *roll retainer*, dan *air cylinder*.
- Waktu siklusnya tepat 540 menit sehingga lebih mudah dalam pengawasan dan penjadwalan komponen.

Kelemahan rancangan ini adalah:

- Pelaksanaannya memerlukan pengaturan stok awal.
- Tidak fleksibel.

Menurut perusahaan, rancangan ini sangat bagus dari segi pemanfaatan sumber daya manusia. Dengan pengaturan pekerja yang demikian, para pekerja

terbiasa untuk tidak menganggur pada saat bekerja. Akan tetapi, rancangan ini tidak cocok untuk diterapkan dalam jangka panjang, karena permintaan akan selalu berubah-ubah.

f. Rancangan G

Kelebihan rancangan ini adalah:

- Efisiensi lintasan sangat baik, yaitu mencapai 97,39 persen dan hanya menimbulkan *idle time* sebesar 2,61 persen.
- Fleksibel terhadap perubahan kondisi perusahaan, misalnya perubahan permintaan.
- *Output* rata-rata rancangan ini mencapai 56 unit Mesin Husker per bulan.

Kelemahan rancangan ini adalah:

- Membutuhkan 4 orang pekerja ahli untuk menangani *pulley*, *roll retainer*, dan *air cylinder*.
- Memerlukan kontrol yang lebih, agar 2 *line* berjalan seimbang.

Menurut perusahaan, rancangan ini dapat diterapkan dalam perusahaan, karena cukup fleksibel. Akan tetapi, rancangan ini memerlukan kontrol yang lebih, agar kualitas kedua *line* seimbang.

g. Rancangan H

Kelebihan rancangan ini adalah:

- *Output* rancangan ini mencapai 58 unit Mesin Husker per bulan.
- Penerapan rancangan ini di perusahaan relatif lebih mudah, karena ada pemisahan tugas yang jelas antara pekerja perakitan atas dan pekerja perakitan bawah.
- Hanya memerlukan satu orang pekerja ahli untuk menangani *pulley*, *roll retainer* dan *air cylinder*.

Kelemahan rancangan ini adalah:

- Beban pekerjaan tidak merata, terutama untuk Stasiun Kerja 6. Hal ini dapat dilihat dengan efisiensi lintasan yang hanya mencapai 86,31 persen.
- Jumlah pekerja yang dibutuhkan cukup banyak, yaitu 8 pekerja perakitan dan 2 operator cat.

Menurut perusahaan, rancangan inilah yang paling ideal untuk diterapkan di perusahaan, karena adanya pemisahan yang jelas antara perakitan atas dan perakitan bawah.

h. Rancangan I

Kelebihan rancangan ini adalah:

- *Output* rancangan ini mencapai 58 unit Mesin Husker per bulan.
- Hanya memerlukan satu orang pekerja ahli untuk menangani *pulley*, *roll retainer* dan *air cylinder*.
- Beban pekerjaan cukup merata dengan efisiensi lintasan yang cukup bagus (mencapai 96,11 persen)

Kelemahan rancangan ini adalah:

- Pelaksanaannya memerlukan pengaturan stok awal.

Menurut perusahaan, rancangan juga cukup baik untuk diterapkan di perusahaan, walaupun masih ada subkomponen yang dirakit di perakitan atas.

Berikut ini adalah tabel perbandingan rancangan-rancangan dengan kondisi awal:

Tabel 4.65. Tabel Perbandingan Kondisi Awal dengan Hasil Rancangan

Rancangan	Efisiensi Lintasan (persen)	Idle (persen)	Output Rata-Rata per Bulan (unit)	Jumlah Pekerja (Perakitan)	
				Perakitan (orang)	Pengecatan (orang)
Kondisi Awal	83,56	16,44	24	4	2
A	89,98	10,02	52	7	2
B	90,35	9,65	52	7	2
C	89,01	10,99	52	7	2
D	90,33	9,67	55	7	2
F	98,83	1,17	53	6	2
G	97,39	2,61	56	7	2
H	86,31	13,69	58	8	2
I	96,11	3,89	58	7	2

Bila dibandingkan dengan kondisi awal, Rancangan A, B, C, D, F, G, H, dan I mampu menghasilkan *output* rata-rata lebih dari dua kali lipat daripada *output* rata-rata kondisi awal, sedangkan untuk jumlah pekerja pada masing-masing rancangan rata-rata tidak sampai dua kali lipat kondisi awal. Hal ini dikarenakan pemanfaatan pekerja dari rancangan-rancangan yang telah dibuat lebih maksimal

daripada kondisi awal. Bukti dari pemanfaatan pekerja yang lebih maksimal adalah efisiensi lintasan rancangan-rancangan yang lebih besar daripada efisiensi lintasan kondisi awal.

Dari segi efisiensi lintasan dan persentase *idle*, Rancangan F merupakan rancangan terbaik, yaitu dengan efisiensi lintasan sebesar 98,83 persen dan persentase *idle* sebesar 1,17 persen. Pada rancangan ini, pekerja perakitan mengerjakan pekerjaan perakitan subkomponen pada saat menunggu Mesin Husker siap dirakit. Pembagian pekerjaan Rancangan F dapat dilihat pada Subbab 4.2.3 bagian e.

Dari segi penggunaan jumlah pekerja, Rancangan F merupakan rancangan terbaik. Rancangan ini hanya memerlukan 6 orang pekerja perakitan dan 2 orang pekerja pengecatan. Hal ini disebabkan oleh penggunaan tenaga pekerja yang efisien, yang mana *total idle time* hanya mencapai 44,05 menit.

Apabila perusahaan mengimplementasikan Rancangan F, maka perusahaan memiliki keuntungan dari segi jumlah dan efisiensi pemanfaatan tenaga kerja. akan tetapi, rancangan ini tidak fleksibel terhadap perubahan yang terjadi. Selain itu, pembagian kerja rancangan ini kurang jelas. Pekerja perakitan pada rancangan ini melakukan perakitan komponen ke *main body* Mesin Husker dan perakitan subkomponen.

Dari segi *output*, Rancangan H dan I memiliki *output* terbesar, yaitu 58 unit Mesin Husker per bulan. Akan tetapi, Rancangan H memerlukan jumlah pekerja terbanyak, yaitu 8 orang pekerja perakitan dan 2 orang pekerja pengecatan. Selain itu, Rancangan H memiliki efisiensi yang kurang bagus, yaitu hanya 86,31 persen dengan persentase *idle* sebesar 13,69 persen. Di samping kelemahan-kelemahan itu, Rancangan H memiliki pembagian pekerjaan yang paling jelas, yang mana pekerja yang merakit komponen ke *main body* Mesin Husker tidak perlu merakit *subassembly* dari Mesin Husker, karena sudah ada sejumlah pekerja yang mengerjakannya.

Apabila perusahaan ingin mengimplementasikan Rancangan H, maka perusahaan berpotensi untuk mengeluarkan biaya untuk tenaga kerja yang lebih besar. Selain itu, perusahaan juga perlu mengatur pekerjaan sedemikian rupa sehingga *idle time* yang dihasilkan tidak besar. Akan tetapi, pengaturan kerja yang

jelas pada rancangan ini membuat perusahaan lebih mudah dalam pengalokasian tenaga kerja. Tenaga kerja yang memiliki *skill* kurang dapat ditempatkan di perakitan *subassembly*, sedangkan tenaga kerja yang memiliki *skill* bagus dapat ditempatkan pada *main assembly* terutama untuk pemasangan *pulley*, *air cylinder*, dan *roll retainer*.

Rancangan I memiliki efisiensi lintasan yang lebih bagus daripada efisiensi lintasan Rancangan H, yaitu 96,11 persen dan persentase *idle* sebesar 3,89 persen. Selain itu, Rancangan I juga memerlukan tenaga kerja yang lebih sedikit daripada Rancangan H, yaitu 7 orang pekerja perakitan dan 2 orang pekerja pengecatan. Akan tetapi, dalam Rancangan I, masih ada 3 *subassembly* yang dikerjakan oleh perakitan atas.

Untuk penerapan di perusahaan, Rancangan I dapat diterapkan dengan mudah, karena pembagian kerjanya cukup jelas. Selain itu, Rancangan I cukup efisien dari segi pemanfaatan pekerja. Akan tetapi masih ada pekerjaan *subassembly* yang dilakukan oleh pekerja *main assembly*.