

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Jumlah karyawan

Jumlah karyawan di PT Chia Jiann Indonesia *Furniture* sebanyak 350 orang. Terdiri dari 267 laki-laki dan 83 perempuan. Sistem kerja karyawan adalah menggunakan sistem kontrak tahunan. Perekrutan karyawan baru diinfokan lewat media cetak, media sosial dan di papan informasi sekitar perusahaan. Di perusahaan ini terdapat beberapa bagian yaitu *sawmill*, *maintenance*, pembahanan, produksi 4 Line (CB, BS, TB, KS), *finishing*, *packing*, dan jok. Berikut merupakan jumlah rincian karyawan PT Chia Jiann Indonesia *Furniture*:

Tabel 4.1 Jumlah Karyawan

Bagian	Jumlah Karyawan		Jumlah
	Laki-laki	Perempuan	
<i>Staff</i>	15	7	22
<i>Quality Control</i>	3	1	4
<i>Sawmill</i>	23	1	24
Pembahanan	44	9	53
CB	31	5	36
BISA	27	6	33
TB	25	7	32
KS	23	7	30
Amplas	8	6	13
<i>Finishing</i>	25	16	42
Jok	9	6	15
<i>Packing</i>	13	10	23
<i>Wharehouse</i>	7	2	9
<i>Maintenance</i>	4	0	4
Lain-lain	10	0	10
Total	267	83	350

Sumber : PT Chia Jiann Indonesia *Furniture* (2020)

4.2. Gambaran Umum Produk

Jenis produk sasaran dalam penelitian ini adalah sofa berlin 3 kursi yang diproduksi pada bulan November 2020. Yaitu jenis kursi sofa yang berukuran 208x88x94x40 cm dengan desain khas Jerman. Produk sofa berlin 3 kursi dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.1 Sofa Berlin
Sumber : PT Chia Jiann Indonesia *Furniture* (2020)

4.3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dengan cara pengamatan langsung terhadap produksi sofa berlin 3 kursi bulan November 2020. Data penelitian tersebut akan diolah untuk memberikan solusi permasalahan yang terjadi menggunakan metode *line balancing*.

4.4. Elemen Kerja dan Target Produksi

Elemen kerja pada proses produksi sofa berlin 3 kursi yaitu meliputi 16 proses produksi yang harus dilalui dari elemen kerja 1 sampai elemen kerja ke 16 dengan waktu proses masing-masing elemen kerja.

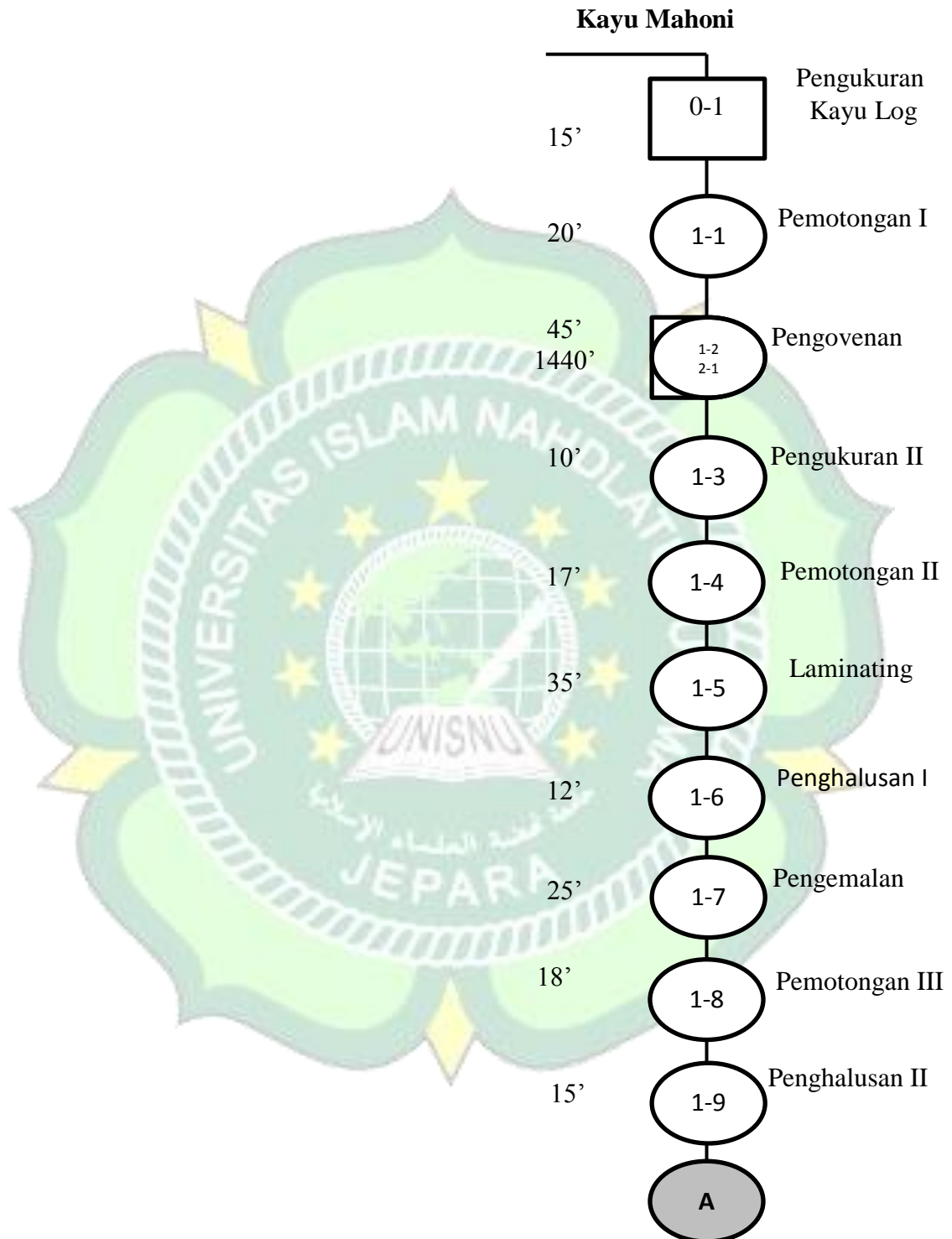
Target produksi sofa berlin 3 kursi yaitu sebanyak 50 unit perhari dengan jam kerja sebanyak 8 jam. Jumlah pekerja produksi sofa berlin sebanyak 46 orang terdiri dari pembahanan 15 orang, *line* produksi KS 20 orang, amplas 2 orang, *finishing* 4 orang, jok 2 orang dan *packing* 3 orang.

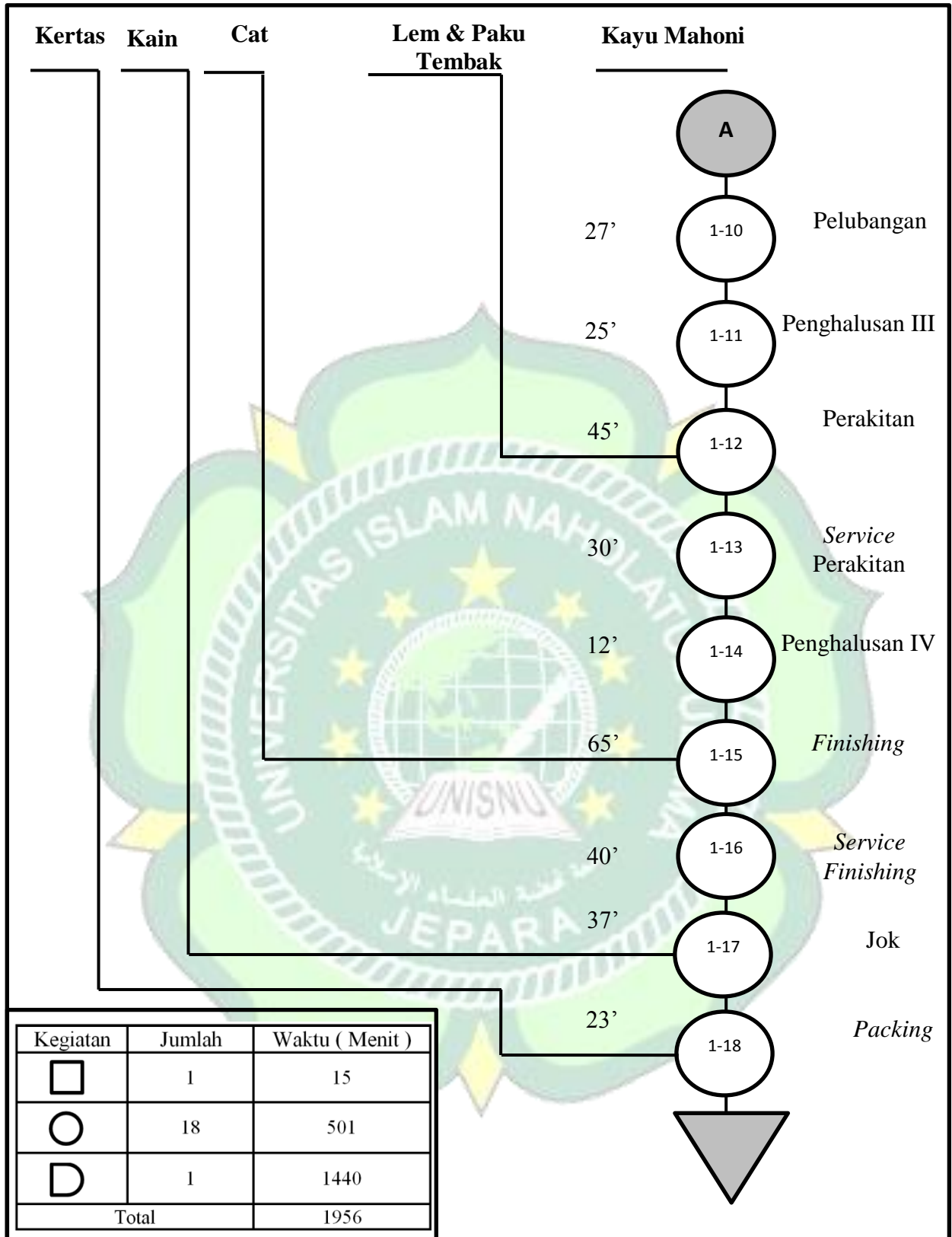
4.5. Peta Proses Operasi

Peta proses produksi digunakan untuk mengetahui proses tahapan pembuatan sofa berlin 3 kursi mulai dari bahan baku sampai menjadi produk jadi. Peta proses produksi sofa berlin 3 kursi dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut ini.

PETA PROSES OPERASI

NAMA OBJEK : SOFA BERLIN
 NOMOR PETA : 1
 DIPETAKAN OLEH : ANA HIDAYATUL UMMAH
 WAKTU DIPETAKAN : DESEMBER 2020





Gambar 4.2 Peta Proses Operasi
 Sumber : Data Primer (2020)

4.6. Pengolahan Data

4.6.1. Data penelitian

Data penelitian ini diambil pada bulan November 2020 berdasarkan pengamatan langsung proses produksi sofa berlin 3 PT Chia Jiann Indonesia Furniture yang dapat dilihat pada lampiran 2. Berikut merupakan *resume* dari data penelitian yang terdapat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Elemen Kerja

No.	Elemen Kerja
1	Pengukuran II
2	Pemotongan II
3	Laminating
4	Penghalusan I
5	Pengemalan
6	Pemotongan III
7	Penghalusan II
8	Pelubangan
9	Penghalusan III
10	Perakitan
11	<i>Service Perakitan</i>
12	Penghalusan IV
13	<i>Finishing</i>
14	<i>Service Finishing</i>
15	Jok
16	<i>Packing</i>

Sumber : Data pengamatan (2020)

Setelah didapatkan elemen kerja proses produksi, berikut merupakan data waktu pengamatan yang diambil menggunakan metode *stopwacth time study* dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.3 Data Penelitian

Data ke	Elemen Kerja															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	11	18	34	11	25	18	16	26	24	45	29	11	66	41	29	22
2	9	17	34	12	25	19	16	26	26	44	30	11	64	41	27	22
3	9	18	36	11	26	17	14	26	25	44	29	13	65	39	29	24
4	9	16	36	12	25	17	16	26	24	46	29	13	64	40	28	22
5	10	18	35	11	26	17	14	27	25	44	29	11	64	39	29	23
6	12	16	36	12	25	18	15	26	25	46	30	11	64	39	29	24
7	11	16	36	13	25	19	15	28	26	46	29	12	64	39	28	24

Data ke	Elemen Kerja															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8	12	18	34	11	24	18	14	28	24	45	29	11	65	41	28	23
9	12	18	35	13	26	18	16	26	26	45	29	12	66	39	27	22
10	10	18	34	12	25	19	16	28	25	46	31	11	65	39	28	22
11	10	16	36	11	25	18	15	27	25	46	31	13	64	40	29	23
12	10	16	35	13	24	19	15	27	24	44	31	13	65	39	27	23
13	10	17	34	11	26	18	14	28	26	45	30	13	66	39	27	24
14	12	18	35	11	26	17	15	28	26	46	31	13	66	40	28	22
15	11	16	34	12	26	18	15	28	25	44	30	12	64	40	29	22
16	12	16	34	11	26	18	16	26	24	44	31	11	65	41	29	24
17	12	16	35	12	25	18	16	26	25	46	29	12	66	41	28	23
18	11	18	36	12	24	18	14	28	26	46	29	13	64	41	29	23
19	10	17	36	12	26	19	14	26	26	45	31	12	65	41	29	22
20	11	18	34	12	26	19	15	28	25	46	30	13	66	40	28	22
21	9	18	35	13	25	18	16	27	24	45	29	11	66	39	28	22
22	9	16	36	12	25	17	14	27	25	46	30	12	66	40	27	22
23	12	16	36	12	26	18	16	28	25	46	30	13	66	39	27	23
24	12	16	34	11	24	17	14	26	24	45	31	11	66	39	27	24
25	9	18	34	11	24	19	16	26	25	44	31	13	65	41	29	22
26	11	18	34	11	26	18	15	28	24	45	31	13	65	41	27	23
27	11	17	36	12	26	17	14	27	24	44	29	11	64	40	28	22
28	10	17	35	12	24	18	14	27	26	46	29	11	64	41	28	24
29	9	18	36	12	24	19	16	27	26	45	30	12	65	40	27	22
30	9	18	35	13	26	17	14	28	25	44	30	12	65	41	27	24

Sumber : Data Pengamatan (2020)

4.6.2. Waktu Baku

Dalam menentukan waktu baku perlu dilakukannya beberapa tahapan yaitu sebagai berikut :

4.6.2.1. Uji keseragaman data

Uji keseragaman data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang digunakan dalam penelitian tersebut sudah seragam atau berada dalam batas kontrol yang telah ditentukan. Perhitungan uji keseragaman data pengukuran 2 yaitu sebagai berikut, untuk pengukuran elemen 2 sampai 16 terlampir pada lampiran 3 :

1) Rata-rata (\bar{x})

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \\ &= \frac{11+9+9+9+10+12+11+12+12+\dots+9}{30} \\ &= 10,5 \text{ menit}\end{aligned}$$

2) Standar Deviasi (σ)

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(11-10,5)^2 + (12-10,5)^2 + 10-10,5)^2 + \dots + (9-10,5)^2}{29}} \\ &= 1,167\end{aligned}$$

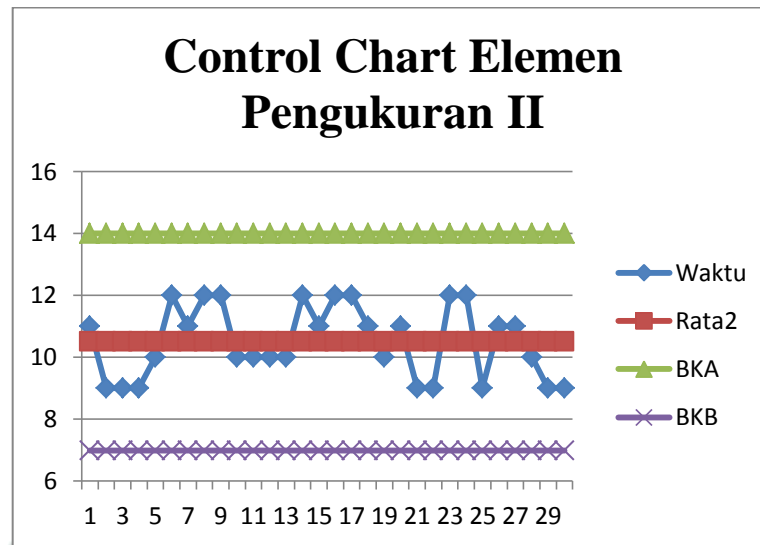
3) Batas Kontrol Atas (BKA)

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{x} + 3(\sigma) \\ &= 10,5 + 3(1,167) \\ &= 10,5 + 3,50 \\ &= 14\end{aligned}$$

4) Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$\begin{aligned}\text{BKB} &= \bar{x} - 3(\sigma) \\ &= 10,5 - 3(1,167) \\ &= 10,5 - 3,50 \\ &= 7\end{aligned}$$

Untuk membuktikan bahwa data penelitian yang diambil berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) maka dapat dilihat pada *control chart* berikut ini:



Gambar 4.3 *Control chart* Elemen Pengukuran II
Sumber : Data yang diolah (2020)

Dari *control chart* diatas data penelitian tidak ada yang berada diluar batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB), maka dapat diketahui bahwa data penelitian tersebut sudah seragam.

Sehingga diperoleh rekapitulasi uji keseragaman data dari seluruh elemen kerja yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.4 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Elemen Kerja

No	Elemen Kerja	Hasil Uji Keseragaman
1	Pengukuran II	Seragam
2	Pemotongan II	Seragam
3	Laminating	Seragam
4	Penghalusan I	Seragam
5	Pengemalan	Seragam
6	Pemotongan III	Seragam
7	Penghalusan II	Seragam
8	Pelubangan	Seragam
9	Penghalusan III	Seragam
10	Perakitan	Seragam
11	<i>Service</i> Perakitan	Seragam
12	Penghalusan IV	Seragam

No	Elemen Kerja	Hasil Uji Keseragaman
13	<i>Finishing</i>	Seragam
14	<i>Service Finishing</i>	Seragam
15	Jok	Seragam
16	<i>Packing</i>	Seragam

Sumber : Data yang diolah (2021)

4.6.2.2. Uji kecukupan data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui data penelitian yang digunakan valid atau tidak, dalam penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 95%, $k=2$ dan derajat ketelitian 5%. Adapun uji kecukupan data elemen kerja pengukuran II yaitu sebagai berikut, untuk perhitungan uji kecukupan data elemen kerja 3 sampai 16 terlampir pada lampiran 4 :

$$\begin{aligned}
 N' &= \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N (\sum_{j=1}^n x_j^2) - (\sum_{j=1}^n x_j)^2}}{(\sum_{j=1}^n x_j)} \right]^2 \\
 &= \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 (3347) - (99225)}}{315} \right]^2 \\
 &= 19,1081 \approx 19
 \end{aligned}$$

Dikarenakan $N' = 19$ dan $N = 30$, dapat diketahui bahwa $N' < N$. Maka data penelitian tersebut dianggap cukup.

Sehingga diperoleh rekapitulasi perhitungan uji kecukupan data dari semua elemen kerja sebagai berikut :

Tabel 4.5 Rekapitulasi Perhitungan Uji Kecukupan Data Elemen Kerja

No	Elemen Kerja	Hasil Uji Kecukupan
1	Pengukuran II	Cukup
2	Pemotongan II	Cukup
3	Laminating	Cukup
4	Penghalusan I	Cukup
5	Pengemalan	Cukup
6	Pemotongan III	Cukup
7	Penghalusan II	Cukup
8	Pelubangan	Cukup
9	Penghalusan III	Cukup
10	Perakitan	Cukup
11	<i>Service Perakitan</i>	Cukup

No	Elemen Kerja	Hasil Uji Kecukupan
12	Penghalusan IV	Cukup
13	<i>Finishing</i>	Cukup
14	<i>Service Finishing</i>	Cukup
15	Jok	Cukup
16	<i>Packing</i>	Cukup

Sumber : Data yang diolah (2021)

4.6.2.3. *Rating factor*

Rating factor digunakan untuk menyeimbangkan waktu hasil pengamatan terhadap operator mesin operasi dalam menyelesaikan suatu aktivitas pekerjaan. Dalam penelitian ini terdapat 16 proses produksi. Maka dapat dianalisis *performance rating* pekerja pada setiap proses produksi dengan menggunakan sistem *westinghouse*, berikut merupakan sampel dari perhitungan *rating factor* pekerja proses produksi sofa berlin PT Chia Jiann Indonesia Furniture, untuk perhitungan secara lengkapnya bisa dilihat pada lampiran 5.

Tabel 4.6 Perhitungan *Performance rating* pekerja elemen pengukuran II

Elemen Kerja	Rating	Kondisi Pekerja	Score
Pengukuran II	Skill	Cocok dengan pekerjaannya dan terlatih pada bidangnya	+0,08
	Effort	Bekerja secara ekonomis dan dapat menerima saran atau masukan	+0,05
	Condition	Kondisinya baik	+0,02
	Consistency	Konsistensi kerjanya baik	+0,01
Total Score			0,16

Sumber : Data yang diolah (2020)

Dari sampel perhitungan *rating factor* diatas maka dapat dihasilkan rekapitulasi perhitungan *rating factor* dari seluruh elemen kerja yang dapat dilihat diberikut ini :

Tabel 4.7 Rekapitulasi *Performance rating* pekerja seluruh elemen kerja

Elemen Kerja	Nilai <i>Performance Rating</i>				Total	PR (1 + Total)
	Skill	Effort	Condition	Consistency		
Pengukuran II	+ 0,08	+ 0,05	+ 0,02	+ 0,01	0,16	1,16
Pemotongan II	+ 0,08	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	0,16	1,16
Laminating	+ 0,08	+ 0,05	+ 0,02	+ 0,03	0,18	1,18
Penghalusan I	+ 0,08	+ 0,08	+ 0,02	+ 0,01	0,19	1,19
Pengemalan	+ 0,08	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	0,16	1,16
Pemotongan III	+ 0,08	+ 0,05	+ 0,02	+ 0,03	0,18	1,18
Penghalusan II	+ 0,08	+ 0,05	+ 0,02	+ 0,01	0,16	1,16
Pelubangan	+ 0,08	+ 0,08	+ 0,02	+ 0,01	0,19	1,19
Penghalusan III	+ 0,08	+ 0,05	+ 0,02	+ 0,03	0,18	1,18
Perakitan	+ 0,08	+ 0,05	+ 0,02	+ 0,01	0,16	1,16
<i>Service</i> Perakitan	+ 0,08	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	0,16	1,16
Penghalusan IV	+ 0,08	+ 0,08	+ 0,02	+ 0,01	0,19	1,19
<i>Finishing</i>	+ 0,08	+ 0,05	+ 0,02	+ 0,01	0,16	1,16
<i>Service Finishing</i>	+ 0,08	+ 0,05	+ 0,02	+ 0,03	0,18	1,18
Jok	+ 0,08	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	0,16	1,16
Packing	+ 0,08	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,03	0,16	1,16

Sumber : Data yang diolah (2020)

4.6.2.4. *Allowance*

Allowance atau kelonggaran dimaksudkan untuk memberikan kesempatan kepada operator untuk melakukan hal-hal yang harus dilakukannya, sehingga waktu baku yang diperoleh menjadi waktu kerja lengkap. Perhitungan keseluruhan nilai *allowance* pekerja pada proses produksi di PT Chia Jiann Indonesia *Furniture* dapat dilihat pada lampiran 6. Berikut merupakan perhitungan sampel nilai *allowance* pekerja:

Tabel 4.8 Perhitungan *Allowance* elemen pengukuran II

Elemen Kerja	Faktor	Kondisi Pekerjaan	Kelonggaran (%)
Pengukuran II	Tenaga yang dikeluarkan	Ringan	7,5
	Sikap Kerja	Berdiri diatas 2 kaki	1
	Gerakan Kerja	Normal	0
	Kelelahan Mata	Pandangan berubah-ubah dengan fokus tetap	4
Pengukuran II	Keadaan Suhu	Normal	2,5
	Keadaan Atmosfer	Baik	0
	Keadaan lingkungan	Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah	0
	Kebutuhan Pribadi	Pria	2
Jumlah			17

Sumber : Data yang diolah (2020)

Dari perhitungan sampel diatas maka dapat dihasilkan rekapan perhitungan *allowance* seluruh elemen kerja sebagai berikut:

Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Allowance* Elemen Kerja

Elemen Kerja	<i>Allowance</i> %
Pengukuran II	17
Pemotongan II	16,5
Laminating	16,5
Penghalusan I	17
Pengemalan	17
Pemotongan III	16,5
Penghalusan II	17
Pelubangan	17
Penghalusan III	16
Perakitan	17,5
<i>Service Perakitan</i>	17,5
Penghalusan IV	16
<i>Finishing</i>	16,5
<i>Service Finishing</i>	16,5
Jok	16
<i>Packing</i>	16,5

Sumber : Data yang diolah (2021)

4.6.2.5. Waktu Siklus

Berdasarkan tabel 4.2 maka waktu siklus setiap elemen kerja pada proses produksi PT Chia Jiann Indonesia *Furniture* dapat dihitung menggunakan persamaan (10), berikut merupakan sampel perhitungan waktu siklus, untuk perhitungan secara lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7:

$$\begin{aligned} \text{Ws Pengukuran II} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \\ &= \frac{10+9+9+9+10+12+\dots+9}{30} \\ &= 10,5 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh rekapitulasi perhitungan waktu siklus elemen kerja yaitu :

Tabel 4.10 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus (Ws)

No.	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Menit)
1	Pengukuran II	10,5
2	Pemotongan II	17,1
3	Laminating	35
4	Penghalusan I	11,8
5	Pengemalan	25,2
6	Pemotongan III	18
7	Penghalusan II	15
8	Pelubangan	27
9	Penghalusan III	25
10	Perakitan	45,1
11	<i>Service Perakitan</i>	29,9
12	Penghalusan IV	12
13	<i>Finishing</i>	65
14	<i>Service Finishing</i>	40
15	Jok	28
16	<i>Packing</i>	22,8

Sumber : Data yang diolah (2020)

4.6.2.6. Waktu normal

Berdasarkan tabel 4.10 diatas sudah diketahui besaran waktu standar (Ws), maka dapat diketahui pula waktu normal (Wn) dengan menggunakan rumus persamaan (11) sebagai berikut, untuk perhitungan selengkapnya bisa dilihat pada lampiran 8 :

$$\begin{aligned}
 W_n \text{ Pengukuran II} &= W_s \times PR \\
 &= 10,5 \times 1,16 \\
 &= 12,18
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh rekapitulasi perhitungan waktu normal elemen kerja sebagai berikut :

Tabel 4.11 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Normal (Wn)

No.	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Ws)	PR	Waktu Normal (Wn)
1	Pengukuran II	10,5	1,16	12,18
2	Pemotongan II	17,1	1,16	19,84
3	Laminating	35	1,18	41,3
4	Penghalusan I	11,8	1,19	14,04
5	Pengemalan	25,2	1,16	29,23
6	Pemotongan III	18	1,18	21,24
7	Penghalusan II	15	1,16	17,4
8	Pelubangan	27	1,19	32,13
9	Penghalusan III	25	1,18	29,5
10	Perakitan	45,1	1,16	52,32
11	<i>Service Perakitan</i>	29,9	1,16	34,68
12	Penghalusan IV	12	1,19	14,28
13	<i>Finishing</i>	65	1,16	75,4
14	<i>Service Finishing</i>	40	1,18	47,2
15	Jok	28	1,16	32,48
16	Packing	22,8	1,16	26,45

Sumber : Data yang diolah (2020)

4.6.2.7. Waktu baku

Setelah waktu normal (Wn) diketahui maka dapat dihitung pula waktu baku (Wb) dengan menggunakan rumus persamaan (12) . Berikut merupakan sampel perhitungan waktu baku untuk elemen kerja pengukuran II, untuk perhitungan selengkapya bisa dilihat pada lampiran 9:

$$\begin{aligned}
 W_b \text{ Pengukuran II} &= W_n \times \frac{100\%}{100\% - \text{allowance } \%} \\
 &= 12,18 \times \frac{100\%}{100\% - 17\%} \\
 &= 12,18 \times 1,2 \\
 &= 14,62
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh rekapitulasi waktu baku seluruh elemen kerja sebagai berikut :

Tabel 4.12 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Baku (Wb)

No.	Elemen Kerja	Ws (Menit)	Wn (Menit)	Allowance (%)	Wb (Menit)
1	Pengukuran II	10,5	12,18	17	14,67
2	Pemotongan II	17,1	19,84	16,5	23,76
3	Laminating	35	41,3	16,5	49,46
4	Penghalusan I	11,8	14,04	17	16,92
5	Pengemalan	25,2	29,23	17	35,22
6	Pemotongan III	18	21,24	16,5	25,44
7	Penghalusan II	15	17,4	17	20,96
8	Pelubangan	27	32,13	17	38,71
9	Penghalusan III	25	29,5	16	35,12
10	Perakitan	45,1	52,32	17,5	63,42
11	Service Perakitan	29,9	34,68	17,5	42,04
12	Penghalusan IV	12	14,28	16	17,00
13	Finishing	65	75,4	16,5	90,30
14	Service Finishing	40	47,2	16,5	56,53
15	Jok	28	32,48	16	38,67
16	Packing	22,8	26,45	16,5	31,68

Sumber : Data yang diolah (2020)

4.6.3. Analisa *Ranked Positional Weight (RPW)*

4.6.3.1. Stasiun kerja awal

Berdasarkan pengolahan data diatas maka diketahui stasiun kerja awal, *idle time* dan *persentase idle time* dibawah ini. Diketahui pula *perhitungan Idle Time* dan *persentase idle time* :

$$\begin{aligned}
 \text{Idle Time Elemen I} &= \text{Waktu operasi terbesar} - \text{waktu operasi elemen n} \\
 &= 90,30 - 14,67 \\
 &= 75,62
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Idle Time Elemen I} &= \text{Idle time elemen n} / \text{Total idle time} \times 100\% \\
 &= 75,62 / 844,91 \times 100\% \\
 &= 8,95\%
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas maka dapat diketahui *idle time* dan *% idle time* seluruh stasiun kerja sebagai berikut :

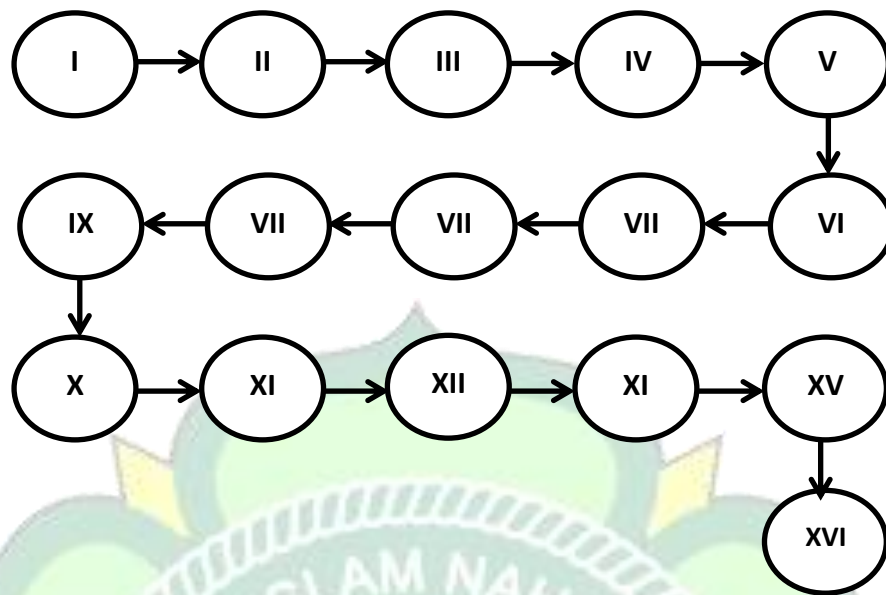
Tabel 4.13 Stasiun kerja awal

No.	Elemen Kerja	Waktu Operasi	Idle Time	Idle Time %
1	Pengukuran II	14,67	75,62	8,95%
2	Pemotongan II	23,76	66,54	7,88%
3	Laminating	49,46	40,84	4,83%
4	Penghalusan I	16,92	73,38	8,69%
5	Pengemalan	35,22	55,08	6,52%
6	Pemotongan III	25,44	64,86	7,68%
7	Penghalusan II	20,96	69,34	8,21%
8	Pelubangan	38,71	51,59	6,11%
9	Penghalusan III	35,12	55,18	6,53%
10	Perakitan	63,42	26,88	3,18%
11	Service Perakitan	42,04	48,26	5,71%
12	Penghalusan IV	17,00	73,30	8,68%
13	Finishing	90,30	0,00	0,00%
14	Service Finishing	56,53	33,77	4,00%
15	Jok	38,67	51,63	6,11%
16	Packing	31,68	58,62	6,94%

Sumber : Data yang diolah (2020)

4.6.3.2. *Precedence diagram* stasiun kerja awal

Berdasarkan data pengolahan diatas maka dapat diketahui stasiun kerja awal yaitu sebanyak 16 stasiun kerja dengan waktu baku (Wb) terbesar atau *Cycle Time* (CT) sebesar 90,30 menit. Maka dapat diketahui *precedence diagram* stasiun kerja awal sebagai berikut :



Gambar 4.4 *precedence diagram* stasiun kerja awal
 Sumber : Data yang diolah (2020)

4.6.3.3. Bobot posisi dan prioritas kerja awal

Apabila bobot posisi telah tersedia maka elemen-elemen aktivitas operasi dapat disusun berdasarkan rangkingnya. Urutan prioritas dimulai dari operasi yang memiliki bobot posisi terbesar sampai yang terkecil. Sehingga didapatkan bobot posisi dan prioritas kerja stasiun kerja awal sebagai berikut:

Tabel 4.14 Bobot posisi dan prioritas kerja stasiun kerja awal

Stasiun	Elemen Kerja	Waktu Operasi	Bobot Posisi	Prioritas
I	Pengukuran II	14,67	599,88	1
II	Pemotongan II	23,76	585,21	2
III	Laminating	49,46	561,45	3
IV	Penghalusan I	16,92	511,99	4
V	Pengemalan	35,22	495,07	5
VI	Pemotongan III	25,44	459,86	6
VII	Penghalusan II	20,96	434,42	7
VIII	Pelubangan	38,71	413,45	8
IX	Penghalusan III	35,12	374,74	9
X	Perakitan	63,42	339,62	10
XI	Service Perakitan	42,04	276,21	11
XII	Penghalusan IV	17,00	234,17	12
XIII	Finishing	90,30	217,17	13

Stasiun	Elemen Kerja	Waktu Operasi	Bobot Posisi	Prioritas
XIV	Service Finishing	56,53	126,87	14
XV	Jok	38,67	70,34	15
XVI	Packing	31,68	31,68	16
Total Waktu		599,88		

Sumber : Data yang diolah (2020)

4.6.3.4. Efisiensi Stasiun kerja awal

Sebelum dilakukannya penyusunan stasiun baru perlu diketahui *line efficiency* (LE), *balance delay* (D), dan *smoothes indeks* (SI) sebagai bahan perbandingan sebelum dan sesudah dilakukannya keseimbangan lintasan yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.15 Efisiensi stasiun kerja awal

Stasiun	Elemen Kerja	Waktu Operasi	Efisiensi
I	Pengukuran II	14,67	16,25%
II	Pemotongan II	23,76	26,31%
III	Laminating	49,46	54,77%
IV	Penghalusan I	16,92	18,73%
V	Pengemalan	35,22	39,00%
VI	Pemotongan III	25,44	28,17%
VII	Penghalusan II	20,96	23,22%
VIII	Pelubangan	38,71	42,87%
IX	Penghalusan III	35,12	38,89%
X	Perakitan	63,42	70,23%
XI	Service Perakitan	42,04	46,55%
XII	Penghalusan IV	17,00	18,83%
XIII	Finishing	90,30	100,00%
XIV	Service Finishing	56,53	62,60%
XV	Jok	38,67	42,82%
XVI	Packing	31,68	35,08%

Sumber : Data yang diolah (2020)

Dari tabel 4.15 diatas maka dapat dihitung *line efficiency* (LE), *balance delay* (D), dan *smoothes indeks* (SI) sebagai berikut :

- $Line\ efficiency\ (LE) = \frac{\sum Efisiensi\ Stasiun}{\sum stasiun}$

$$= \frac{16,25\%+26,31\%+54,77\%+18,73\%+\dots+35,08\%}{16}$$

$$= 41,52\%$$

- *Balance delay (D)* = 100% – LE

$$= 100\% - 41,52\%$$

$$= 58,48 \%$$

Atau

$$\text{Balance delay (D)} = \frac{(K \times CT) - \sum_{j=1}^m t_j}{(K \times CT)} \times 100\%$$

$$= \frac{(16 \times 90,30) - 599,8}{(16 \times 90,30)} \times 100\%$$

$$= 58,48$$

- *Smoothes Indeks (SI)* = $\sqrt{\sum_{n=1}^K ((ST)_{max} - (ST)_n)^2}$
 $= \sqrt{(75,62)^2 + (66,54)^2 + \dots + (0,00)^2 + (33,77)^2}$
 $= \sqrt{50622,2}$
 $= 224,994 \text{ menit.}$

4.6.3.5. Perhitungan metode *Ranked Positional Weight (RPW)*

4.6.3.5.1. Menghitung waktu siklus

Perhitungan waktu siklus digunakan untuk mengetahui waktu yang habiskan untuk memproduksi sebuah produk. Berikut adalah perhitungan mencari waktu siklus atau *cycle time* :

$$T_{i_{maks}} = 90,30 \text{ menit.}$$

$$P = \text{jam kerja per hari} \times \text{jumlah pekerja}$$

$$= 480 \text{ menit} \times 46 \text{ orang}$$

$$= 22.080 \text{ menit}$$

$$Q = \text{Jumlah produksi per hari}$$

$$= 50 \text{ unit}$$

$$CT = T_{i_{maks}} \leq CT \leq \frac{P}{Q}$$

$$= 90,30 \leq CT \leq \frac{22.080}{50}$$

$$= 90,30 \leq CT \leq 441,6$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka dapat diketahui bahwa waktu siklus berada pada waktu antara 90,30 dan 441,6 menit.

4.6.3.5.2. Penyusunan stasiun kerja baru

Penyusunan stasiun kerja baru berguna untuk mengetahui jumlah stasiun minimum yang paling efisien dengan menggunakan perhitungan *Ranked Positional Weight* (RPW) menggunakan beberapa percobaan berikut ini:

1) Percobaan menggunakan waktu siklus 90,30 menit.

a. Menghitung stasiun kerja minimum

Untuk mengetahui stasiun kerja minimum dengan waktu siklus 90,30 menit dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{WS_i} \\ &= \frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{90,30} \\ &= 6,64 \approx 7 \text{ stasiun.} \end{aligned}$$

b. Penyusunan stasiun kerja baru

Setelah diketahui bahwa stasiun kerja minimum percobaan waktu siklus 90,30 menit yaitu 7 stasiun maka penyusunan stasiun kerja baru dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 4.16 Stasiun Kerja RPW Waktu Siklus 90,30 menit

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
I	Pengukuran II	14,67	87,90	2,40
	Pemotongan II	23,76		
	Laminating	49,46		
II	Penghalusan I	16,92	77,57	12,73
	Pengemalan	35,22		
	Pemotongan III	25,44		
III	Penghalusan II	20,96	59,67	30,62
	Pelubangan	38,71		
IV	Penghalusan III	35,12	35,12	55,18
V	Perakitan	63,42	63,42	26,88

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
VI	<i>Service Perakitan</i>	42,04	59,04	31,26
	<i>Penghalusan IV</i>	17,00		
VII	<i>Finishing</i>	90,30	90,30	0,00
VIII	<i>Service Finishing</i>	56,53	56,53	33,77
IX	<i>Jok</i>	38,67	70,34	19,96
	<i>Packing</i>	31,68		

Sumber : Data yang diolah (2020)

c. Menghitung *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI)

Dari penyusunan stasiun kerja baru tabel 4.16 diatas maka dapat dihitung pula *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI) sebagai berikut :

(1) *Line Efficiency* (LE)

Berikut merupakan perhitungan *Line Efficiency* (LE) :

$$\begin{aligned}
 LE &= \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\
 &= \left(\frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{(9)(90,30)} \right) \times 100\% \\
 &= \frac{599,88}{812,7} \times 100\% \\
 &= 73,81 \%
 \end{aligned}$$

(2) *Balance Delay* (D)

Berikut merupakan perhitungan *Balance Delay* (D):

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{(n \times C) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times C)} \times 100\% \\
 &= \frac{(9 \times 90,30) - 599,88}{(9 \times 90,30)} \times 100\% \\
 &= \frac{812,7 - 599,88}{812,7} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 26,19\%$$

(3) *Smoothness Indeks* (SI)

Berikut merupakan perhitungan *Smoothness Indeks* (SI):

$$\begin{aligned} SI &= \sqrt{\sum_{i=1}^K (STi \text{ max} - STi)^2} \\ &= \sqrt{2,40^2 + 12,73^2 + \dots + 0^2 + 33,77^2} \\ &= 85,96 \end{aligned}$$

2) Percobaan menggunakan waktu siklus 94,79 menit

a. Menghitung stasiun kerja minimum

Untuk mengetahui stasiun kerja minimum dengan waktu siklus 94,79 menit dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\sum_{i=1}^N ti}{WSi} \\ &= \frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{94,79} \\ &= 6,33 \approx 6 \text{ stasiun.} \end{aligned}$$

b. Penyusunan stasiun kerja baru

Setelah diketahui bahwa stasiun kerja minimum percobaan waktu siklus 94,79 menit yaitu 6 stasiun maka penyusunan stasiun kerja baru dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 4.17 Stasiun Kerja RPW Waktu Siklus 94,79 menit

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
I	Pengukuran II	14,67	87,90	6,90
	Pemotongan II	23,76		
	Laminating	49,46		
II	Penghalusan I	16,92	77,57	17,22
	Pengemalan	35,22		
	Pemotongan III	25,44		
III	Penghalusan II	20,96	94,79	0,00
	Pelubangan	38,71		
	Penghalusan III	35,12		
IV	Perakitan	63,42	63,42	31,38

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
V	Service Perakitan	42,04	59,04	35,76
	Penghalusan IV	17,00		
VI	Finishing	90,30	90,30	4,49
VII	Service Finishing	56,53	56,53	38,27
VIII	Jok	38,67	70,34	24,45
	Packing	31,68		

Sumber : Data yang diolah (2020)

c. Menghitung *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI)

Dari penyusunan stasiun kerja baru tabel 4.17 diatas maka dapat dihitung pula *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI) sebagai berikut :

(1) *Line Efficiency* (LE)

Berikut merupakan perhitungan *Line Efficiency* (LE) :

$$\begin{aligned}
 LE &= \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\
 &= \left(\frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{(8)(94,79)} \right) \times 100\% \\
 &= \frac{599,88}{758,32} \times 100\% \\
 &= 79,11 \%
 \end{aligned}$$

(2) *Balance Delay* (D)

Berikut merupakan perhitungan *Balance Delay* (D):

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{(n \times C) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times C)} \times 100\% \\
 &= \frac{(8 \times 94,79) - 599,88}{(8 \times 94,79)} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= \frac{758,32 - 599,88}{758,32} \times 100\%$$

$$= 20,89\%$$

(3) Smoothness Indeks (SI)

Berikut merupakan perhitungan *Smoothness Indeks* (SI):

$$\begin{aligned} SI &= \sqrt{\sum_{i=1}^K (STi \max - STi)^2} \\ &= \sqrt{6,90^2 + 17,22^2 + 0^2 + \dots + 24,45^2} \\ &= 68,48 \end{aligned}$$

3) Percobaan menggunakan waktu siklus 107,3 menit

a. Menghitung stasiun kerja minimum

Untuk mengetahui stasiun kerja minimum dengan waktu siklus 107,3 menit dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\sum_{i=1}^N ti}{WSi} \\ &= \frac{14,67 + 23,76 + 49,46 + \dots + 31,68}{107,3} \\ &= 5,59 \approx 6 \text{ stasiun.} \end{aligned}$$

b. Penyusunan stasiun kerja baru

Setelah diketahui bahwa stasiun kerja minimum percobaan waktu siklus 107,3 menit yaitu 6 stasiun maka penyusunan stasiun kerja baru dapat dilihat diberikut ini :

Tabel 4.18 Stasiun Kerja RPW Waktu Siklus 107,3 menit

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
I	Pengukuran II	14,67	104,81	2,49
	Pemotongan II	23,76		
	Laminating	49,46		
	Penghalusan I	16,92		
II	Pengemalan	35,22	81,62	25,68
	Pemotongan III	25,44		

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
	Penghalusan II	20,96		
III	Pelubangan	38,71	73,83	33,47
	Penghalusan III	35,12		
IV	Perakitan	63,42	105,45	1,84
	Service Perakitan	42,04		
V	Penghalusan IV	17,00	107,30	0,00
	Finishing	90,30		
VI	Service Finishing	56,53	56,53	50,77
VII	Jok	38,67	70,34	36,96
	Packing	31,68		

Sumber : Data yang diolah (2020)

d. Menghitung *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI)

Dari penyusunan stasiun kerja baru tabel 4.18 diatas maka dapat dihitung pula *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI) sebagai berikut :

(1)*Line Efficiency* (LE)

Berikut merupakan perhitungan *Line Efficiency* (LE) :

$$\begin{aligned}
 LE &= \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\
 &= \left(\frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{(7)(107,3)} \right) \times 100\% \\
 &= \frac{599,88}{751,1} \times 100\% \\
 &= 79,87 \%
 \end{aligned}$$

(2)*Balance Delay* (D)

Berikut merupakan perhitungan *Balance Delay* (D):

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{(n \times C) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times C)} \times 100\% \\
 &= \frac{(7 \times 107,3) - 599,88}{(7 \times 107,3)} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= \frac{751,1 - 599,88}{751,1} \times 100\%$$

$$= 20,13\%$$

(3) Smoothness Indeks (SI)

Berikut merupakan perhitungan *Smoothness Indeks* (SI):

$$\begin{aligned} SI &= \sqrt{\sum_{i=1}^K (STi \max - STi)^2} \\ &= \sqrt{2,49^2 + \dots + 0^2 + 50,77^2 + 36,93^2} \\ &= 75,72 \end{aligned}$$

4) Percobaan menggunakan waktu siklus 126,87 menit

a. Menghitung stasiun kerja minimum

Untuk mengetahui stasiun kerja minimum dengan waktu siklus 126,87 menit dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\sum_{i=1}^N ti}{WSi} \\ &= \frac{14,67 + 23,76 + 49,46 + \dots + 31,68}{126,87} \\ &= 4,73 \approx 5 \text{ stasiun.} \end{aligned}$$

b. Penyusunan stasiun kerja baru

Setelah diketahui bahwa stasiun kerja minimum percobaan waktu siklus 126,87 menit yaitu 5 stasiun maka penyusunan stasiun kerja baru dapat dilihat diberikut ini :

Tabel 4.19 Stasiun Kerja RPW Waktu Siklus 126,87 menit

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
I	Pengukuran II	14,67	104,81	22,06
	Pemotongan II	23,76		
	Laminating	49,46		
	Penghalusan I	16,92		
II	Pengemalan	35,22	120,33	6,54
	Pemotongan III	25,44		
	Penghalusan II	20,96		
	Pelubangan	38,71		

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
III	Penghalusan III	35,12	98,54	28,33
	Perakitan	63,42		
IV	Service Perakitan	42,04	59,04	67,83
	Penghalusan IV	17,00		
V	Finishing	90,30	90,30	36,57
VI	Service Finishing	56,53	126,87	0,00
	Jok	38,67		
	Packing	31,68		

Sumber : Data yang diolah (2020)

c. Menghitung *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothess Indeks* (SI)

Dari penyusunan stasiun kerja baru tabel 4.19 diatas maka dapat dihitung pula *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothess Indeks* (SI) sebagai berikut :

(1)*Line Efficiency* (LE)

Berikut merupakan perhitungan *Line Efficiency* (LE) :

$$\begin{aligned}
 LE &= \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\
 &= \left(\frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{(6)(126,87)} \right) \times 100\% \\
 &= \frac{599,88}{761,22} \times 100\% \\
 &= 78,81 \%
 \end{aligned}$$

(2)*Balance Delay* (D)

Berikut merupakan perhitungan *Balance Delay* (D):

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{(n \times C) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times C)} \times 100\% \\
 &= \frac{(6 \times 126,87) - 599,88}{(6 \times 126,87)} \times 100\% \\
 &= \frac{761,22 - 599,88}{761,22} \times 100\% \\
 &= 21,19\%
 \end{aligned}$$

(3) *Smoothness Indeks* (SI)

Berikut merupakan perhitungan *Smoothness Indeks* (SI):

$$\begin{aligned}
 SI &= \sqrt{\sum_{i=1}^K (STi \text{ max} - STi)^2} \\
 &= \sqrt{22,06^2 + 6,54^2 + \dots + 36,57^2 + 0^2} \\
 &= 85,27
 \end{aligned}$$

5) Percobaan menggunakan waktu siklus 140,03 menit

a. Menghitung stasiun kerja minimum

Untuk mengetahui stasiun kerja minimum dengan waktu siklus 140,03 menit dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\sum_{i=1}^N ti}{WSi} \\
 &= \frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{140,03} \\
 &= 4,28 \approx 4 \text{ stasiun.}
 \end{aligned}$$

b. Penyusunan stasiun kerja baru

Setelah diketahui bahwa stasiun kerja minimum percobaan waktu siklus 140,03 menit yaitu 4 stasiun maka penyusunan stasiun kerja baru dapat dilihat diberikut ini :

Tabel 4.20 Stasiun Kerja RPW Waktu Siklus 140,03 menit

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
I	Pengukuran II	14,67	140,03	0,00
	Pemotongan II	23,76		
	Laminating	49,46		
	Penghalusan I	16,92		
	Pengemalan	35,22		
II	Pemotongan III	25,44	120,23	19,80
	Penghalusan II	20,96		
	Pelubangan	38,71		
	Penghalusan III	35,12		
III	Perakitan	63,42	122,45	17,57
	Service Perakitan	42,04		
	Penghalusan IV	17,00		
IV	Finishing	90,30	90,30	49,73

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
V	<i>Service Finishing</i>	56,53	126,87	13,16
	Jok	38,67		
	<i>Packing</i>	31,68		

Sumber : Data yang diolah (2020)

c. Menghitung *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI)

Dari penyusunan stasiun kerja baru tabel 4.20 diatas maka dapat dihitung pula *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI) sebagai berikut :

(1)*Line Efficiency* (LE)

Berikut merupakan perhitungan *Line Efficiency* (LE) :

$$\begin{aligned}
 LE &= \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\
 &= \left(\frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{(5)(140,03)} \right) \times 100\% \\
 &= \frac{599,88}{700,15} \times 100\% \\
 &= 85,68 \%
 \end{aligned}$$

(2)*Balance Delay* (D)

Berikut merupakan perhitungan *Balance Delay* (D):

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{(n \times C) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times C)} \times 100\% \\
 &= \frac{(5 \times 140,03) - 599,88}{(5 \times 140,03)} \times 100\% \\
 &= \frac{700,15 - 599,88}{700,15} \times 100\% \\
 &= 14,32 \%
 \end{aligned}$$

(3)*Smoothness Indeks* (SI)

Berikut merupakan perhitungan *Smoothness Indeks* (SI):

$$\begin{aligned} \text{SI} &= \sqrt{\sum_{i=1}^K (STi \text{ max} - STi)^2} \\ &= \sqrt{0^2 + 19,80^2 + \dots + 49,73^2 + 13,16^2} \\ &= 57,85 \end{aligned}$$

6) Percobaan menggunakan waktu siklus 165,47 menit

a. Menghitung stasiun kerja minimum

Untuk mengetahui stasiun kerja minimum dengan waktu siklus 165,47 menit dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\sum_{i=1}^N ti}{Wsi} \\ &= \frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{165,47} \\ &= 3,63 \approx 4 \text{ stasiun.} \end{aligned}$$

b. Penyusunan stasiun kerja baru

Setelah diketahui bahwa stasiun kerja minimum percobaan waktu siklus 165,47 menit yaitu 4 stasiun maka penyusunan stasiun kerja baru dapat dilihat diberikut ini :

Tabel 4.21 Stasiun Kerja RPW Waktu Siklus 165,47 menit

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
I	Pengukuran II	14,67	165,47	0,00
	Pemotongan II	23,76		
	Laminating	49,46		
	Penghalusan I	16,92		
	Pengemalan	35,22		
	Pemotongan III	25,44		
II	Penghalusan II	20,96	158,21	7,25
	Pelubangan	38,71		
	Penghalusan III	35,12		
	Perakitan	63,42		
III	Service Perakitan	42,04	149,34	16,13
	Penghalusan IV	17,00		
	Finishing	90,30		
IV	Service Finishing	56,53	126,87	38,60
	Jok	38,67		

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
	Packing	31,68		

Sumber : Data yang diolah (2020)

- c. Menghitung *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI)

Dari penyusunan stasiun kerja baru tabel 4.21 diatas maka dapat dihitung pula *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI) sebagai berikut :

(1) *Line Efficiency* (LE)

Berikut merupakan perhitungan *Line Efficiency* (LE) :

$$\begin{aligned}
 LE &= \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\
 &= \left(\frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{(4)(165,47)} \right) \times 100\% \\
 &= \frac{599,88}{661,88} \times 100\% \\
 &= 90,63 \%
 \end{aligned}$$

(2) *Balance Delay* (D)

Berikut merupakan perhitungan *Balance Delay* (D):

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{(n \times C) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times C)} \times 100\% \\
 &= \frac{(4 \times 165,47) - 599,88}{(4 \times 165,47)} \times 100\% \\
 &= \frac{661,88 - 599,88}{661,88} \times 100\% \\
 &= 9,37\%
 \end{aligned}$$

(3) *Smoothness Indeks* (SI)

Berikut merupakan perhitungan *Smoothness Indeks* (SI):

$$\begin{aligned}
 SI &= \sqrt{\sum_{i=1}^K (STi \text{ max} - STi)^2} \\
 &= \sqrt{0^2 + 7,25^2 + 16,13^2 + 38,60^2} \\
 &= 42,45
 \end{aligned}$$

7) Percobaan menggunakan waktu siklus 217,17 menit

a. Menghitung stasiun kerja minimum

Untuk mengetahui stasiun kerja minimum dengan waktu siklus 217,17 menit dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\sum_{i=1}^N ti}{Wsi} \\
 &= \frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{217,17} \\
 &= 2,76 \approx 3 \text{ stasiun.}
 \end{aligned}$$

b. Penyusunan stasiun kerja baru

Setelah diketahui bahwa stasiun kerja minimum percobaan waktu siklus 217,17 menit yaitu 3 stasiun maka penyusunan stasiun kerja baru dapat dilihat diberikut ini :

Tabel 4.22 Stasiun Kerja RPW Waktu Siklus 217,17 menit

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
I	Pengukuran II	14,67	186,43	30,74
	Pemotongan II	23,76		
	Laminating	49,46		
	Penghalusan I	16,92		
	Pengemalan	35,22		
	Pemotongan III	25,44		
	Penghalusan II	20,96		
II	Pelubangan	38,71	196,28	20,89
	Penghalusan III	35,12		
	Perakitan	63,42		
	Service Perakitan	42,04		
	Penghalusan IV	17,00		
III	Finishing	90,30	217,17	0,00
	Service Finishing	56,53		
	Jok	38,67		
	Packing	31,68		

Sumber : Data yang diolah (2020)

- c. Menghitung *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI)

Dari penyusunan stasiun kerja baru tabel 4.22 diatas maka dapat dihitung pula *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI) sebagai berikut :

(1)*Line Efficiency* (LE)

Berikut merupakan perhitungan *Line Efficiency* (LE) :

$$\begin{aligned} \text{LE} &= \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\ &= \left(\frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{(3)(217,17)} \right) \times 100\% \\ &= \frac{599,88}{651,51} \times 100\% \\ &= 92,08\% \end{aligned}$$

(2)*Balance Delay* (D)

Berikut merupakan perhitungan *Balance Delay* (D):

$$\begin{aligned} D &= \frac{(n \times C) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times C)} \times 100\% \\ &= \frac{(3 \times 217,17) - 599,88}{(3 \times 217,17)} \times 100\% \\ &= \frac{651,51 - 599,88}{651,51} \times 100\% \\ &= 7,92\% \end{aligned}$$

(3)*Smoothness Indeks* (SI)

Berikut merupakan perhitungan *Smoothness Indeks* (SI):

$$\begin{aligned} \text{SI} &= \sqrt{\sum_{i=1}^K (ST_i \text{ max} - ST_i)^2} \\ &= \sqrt{30,74^2 + 20,89^2 + 0} \\ &= 37,16 \end{aligned}$$

- 8) Percobaan menggunakan waktu siklus 441,6 menit

a. Menghitung stasiun kerja minimum

Untuk mengetahui stasiun kerja minimum dengan waktu siklus 441,6 menit dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{WS_i} \\ &= \frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{441,6} \\ &= 1,36 \approx 1 \text{ stasiun.} \end{aligned}$$

b. Penyusunan stasiun kerja baru

Setelah diketahui bahwa stasiun kerja minimum percobaan waktu siklus 441,6 menit yaitu 1 stasiun maka penyusunan stasiun kerja baru dapat dilihat diberikut ini :

Tabel 4.23 Stasiun Kerja RPW Waktu Siklus 441,6 menit

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
I	Pengukuran II	14,67	382,71	58,89
	Pemotongan II	23,76		
	Laminating	49,46		
	Penghalusan I	16,92		
	Pengemalan	35,22		
	Pemotongan III	25,44		
	Penghalusan II	20,96		
	Pelubangan	38,71		
	Penghalusan III	35,12		
	Perakitan	63,42		
	Service Perakitan	42,04		
	Penghalusan IV	17,00		
II	Finishing	90,30	217,17	224,43
	Service Finishing	56,53		
	Jok	38,67		
	Packing	31,68		

Sumber : Data yang diolah (2020)

c. Menghitung *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI)

Dari penyusunan stasiun kerja baru tabel 4.23 diatas maka dapat dihitung pula *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothess Indeks* (SI) sebagai berikut :

(1) *Line Efficiency* (LE)

Berikut merupakan perhitungan *Line Efficiency* (LE) :

$$\begin{aligned} \text{LE} &= \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\ &= \left(\frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{(2)(441,6)} \right) \times 100\% \\ &= \frac{599,88}{883,2} \times 100\% \\ &= 67,92\% \end{aligned}$$

(2) *Balance Delay* (D)

Berikut merupakan perhitungan *Balance Delay* (D):

$$\begin{aligned} D &= \frac{(n \times C) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times C)} \times 100\% \\ &= \frac{(2 \times 441,6) - 599,88}{(2 \times 441,6)} \times 100\% \\ &= \frac{883,2 - 599,88}{883,2} \times 100\% \\ &= 32,08\% \end{aligned}$$

(3) *Smoothess Indeks* (SI)

Berikut merupakan perhitungan *Smoothess Indeks* (SI):

$$\begin{aligned} \text{SI} &= \sqrt{\sum_{i=1}^K (ST_i \max - ST_i)^2} \\ &= \sqrt{58,89^2 + 224,43^2} \\ &= 232,02 \end{aligned}$$

4.6.3.5.3. Perbandingan efisiensi stasiun kerja baru

Dari pengolahan data diatas maka diperoleh perbandingan efisiensi stasiun kerja baru dengan melakukan beberapa percobaan waktu siklus dari 89,76 sampai 198,2 menit, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.24 Perbandingan Efisiensi Stasiun Kerja RPW

Waktu Siklus	Jumlah Stasiun	<i>Line Efficiency</i> (LE)	<i>Balance Delay</i> (D)	<i>Smoothness Indeks</i> (SI)
90,3	9	73,81%	26,19%	85,96
94,79	8	79,11%	20,89%	68,48
107,3	7	79,87%	20,13%	75,72
126,87	6	78,81%	21,19%	85,27
140,03	5	85,68%	14,32%	57,85
165,47	4	90,63%	9,37%	42,45
217,17	3	92,08%	7,92%	37,16
441,6	2	67,92%	32,08%	232,03

Sumber : Data yang diolah (2021)

Dari tabel diatas maka dapat diketahui bahwa efisiensi maksimal atau optimal pada waktu siklus 217,17 menit dengan jumlah stasiun kerja sebanyak 3 stasiun.

4.6.3.5.4. Precedence diagram



Gambar 4.5 Precedence Diagram Stasiun Kerja Baru RPW

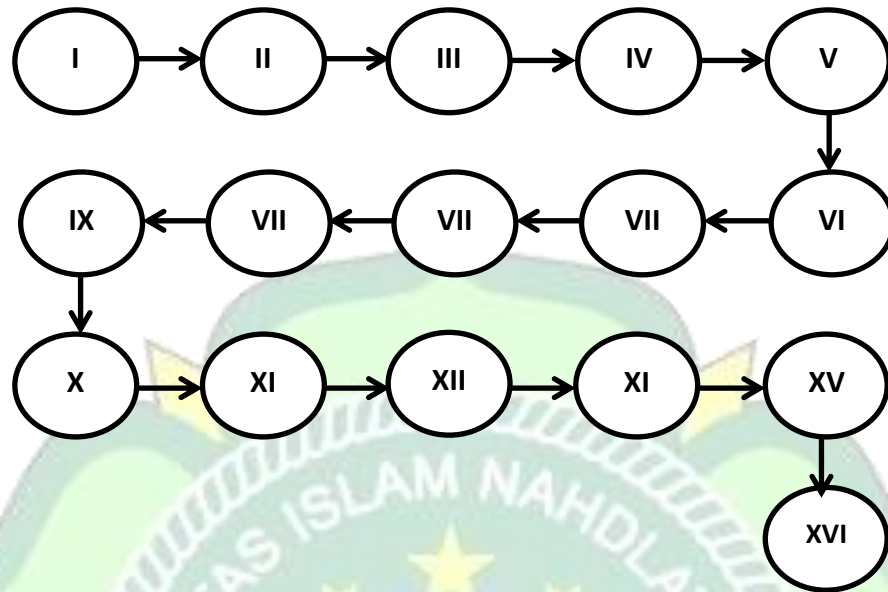
Sumber : Data yang diolah (2020)

4.6.4. Analisa *Region Approach*

4.6.4.1. *Precedence diagram*

Berdasarkan data pengolahan diatas maka dapat diketahui stasiun kerja awal yaitu sebanyak 16 stasiun kerja dengan waktu baku (Wb) terbesar atau *Cycle*

Time (CT) sebesar 90,30 menit. Maka dapat diketahui *precedence diagram* stasiun kerja awal sebagai berikut:



Gambar 4.6 *Precedence diagram*
Sumber : Data yang diolah (2020)

4.6.4.2. Membagi *precedence diagram* ke dalam wilayah

Berdasarkan *precedence diagram* diatas maka selanjutnya *precedence diagram* dibagi ke dalam wilayah-wilayah dari kiri ke kanan seperti tabel dibawah ini :

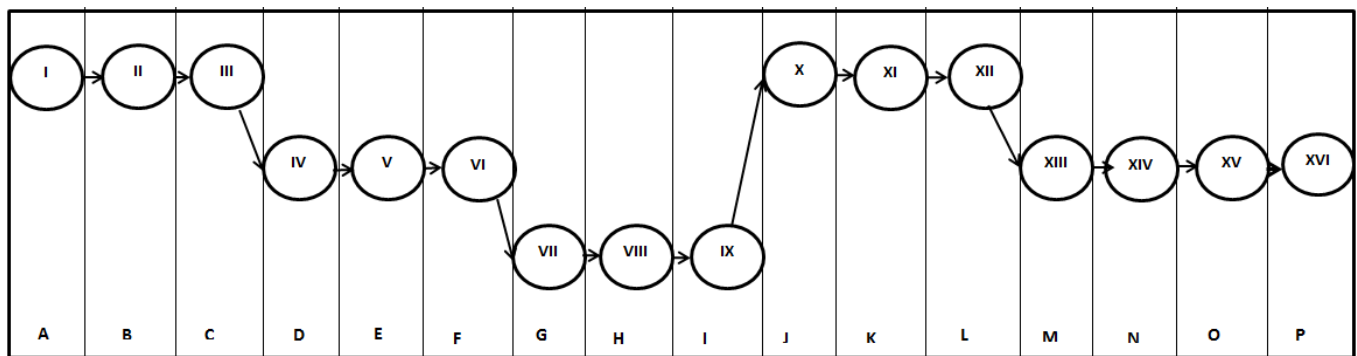
Tabel 4.25 Pembagian wilayah Operasi Kerja

Wilayah	Elemen Kerja	Waktu Operasi
A	Pengukuran II	14,67
B	Pemotongan II	23,76
C	Laminating	49,46
D	Penghalusan I	16,92
E	Pengemalan	35,22
F	Pemotongan III	25,44
G	Penghalusan II	20,96
H	Pelubangan	38,71
I	Penghalusan III	35,12
J	Perakitan	63,42
K	<i>Service</i> Perakitan	42,04
L	Penghalusan IV	17,00
M	<i>Finishing</i>	90,30
N	<i>Service Finishing</i>	56,53
O	Jok	38,67

Wilayah	Elemen Kerja	Waktu Operasi
P	Packing	31,68

Sumber : Data yang diolah (2020)

Dari tabel diatas maka *precedence diagram* setelah dibagi kedalam wilayah dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 4.7 Pembagian Wilayah *Precedence diagram*

Sumber : Data yang diolah (2020)

4.6.4.3. Menghitung Waktu Siklus

Dari pengolahan data diatas dapat diketahui Ti_{maks} atau waktu baku terbesar yaitu sebesar 90,30 menit dengan total waktu operasi sebanyak 599,88 menit. Untuk mengetahui jumlah stasiun kerja minimum maka perlu dicari waktu siklus sebagai berikut:

$$Ti_{maks} = 90,30 \text{ menit.}$$

$$\begin{aligned} P &= \text{jam kerja per hari} \times \text{jumlah pekerja} \\ &= 480 \text{ menit} \times 46 \text{ orang} \\ &= 22.080 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= \text{Jumlah produksi per hari} \\ &= 50 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CT &= Ti_{maks} \leq CT \leq \frac{P}{Q} \\ &= 90,30 \leq CT \leq \frac{22.080}{50} \\ &= 90,30 \leq CT \leq 441,6 \end{aligned}$$

CT pada metode *region approach* merupakan bilangan prima, jadi dari perhitungan diatas CT merupakan bilangan prima yang terletak diantara 90,30 dan 441,6 yaitu 90,30 menit, 109 menit, 127 menit, 149 menit, 167 menit, 227 menit dan 441,6 menit.

4.6.4.4. Penyusunan stasiun kerja baru

Penyusunan stasiun kerja baru berguna untuk mengetahui jumlah stasiun minimum yang paling efisien dengan menggunakan perhitungan *Region Approach* menggunakan beberapa percobaan berikut ini:

1) Percobaan menggunakan waktu siklus 90,30 menit.

a. Menghitung stasiun kerja minimum

Untuk mengetahui stasiun kerja minimum dengan waktu siklus 90,30 menit dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{WS_i} \\ &= \frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{90,30} \\ &= 6,64 \approx 7 \text{ stasiun.} \end{aligned}$$

b. Penyusunan stasiun kerja baru

Setelah diketahui bahwa stasiun kerja minimum percobaan waktu siklus 90,30 menit yaitu 7 stasiun maka penyusunan stasiun kerja baru dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 4.26 Stasiun Kerja RA Waktu Siklus 90,30 menit

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
I	Pengukuran II	14,67	87,90	2-,40
	Pemotongan II	23,76		
	Laminating	49,46		
II	Penghalusan I	16,92	77,57	12,73
	Pengemalan	35,22		
	Pemotongan III	25,44		
III	Penghalusan II	20,96	59,67	30,62
	Pelubangan	38,71		
IV	Penghalusan III	35,12	35,12	55,18
V	Perakitan	63,42	63,42	26,88
VI	Service Perakitan	42,04	59,04	31,26
	Penghalusan IV	17,00		
VII	Finishing	90,30	90,30	0,00
VIII	Service Finishing	56,53	56,53	33,77
IX	Jok	38,67	70,34	19,96

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
	<i>Packing</i>	31,68		

Sumber : Data yang diolah (2020)

c. Menghitung *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI)

Dari penyusunan stasiun kerja baru tabel 4.26 diatas maka dapat dihitung pula *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI) sebagai berikut :

(1)*Line Efficiency* (LE)

Berikut merupakan perhitungan *Line Efficiency* (LE) :

$$\begin{aligned}
 LE &= \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\
 &= \left(\frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{(9)(90,30)} \right) \times 100\% \\
 &= \frac{599,88}{812,7} \times 100\% \\
 &= 73,81 \%
 \end{aligned}$$

(2)*Balance Delay* (D)

Berikut merupakan perhitungan *Balance Delay* (D):

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{(n \times C) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times C)} \times 100\% \\
 &= \frac{(9 \times 90,30) - 599,88}{(9 \times 90,30)} \times 100\% \\
 &= \frac{812,7 - 599,88}{812,7} \times 100\% \\
 &= 26,19\%
 \end{aligned}$$

(3)*Smoothness Indeks* (SI)

Berikut merupakan perhitungan *Smoothness Indeks* (SI):

$$\begin{aligned}
 SI &= \sqrt{\sum_{i=1}^K (ST_i \max - ST_i)^2} \\
 &= \sqrt{2,40^2 + 12,73^2 + \dots + 0^2 + 33,77^2} \\
 &= 85,96
 \end{aligned}$$

2) Percobaan menggunakan waktu siklus 109 menit

a. Menghitung stasiun kerja minimum

Untuk mengetahui stasiun kerja minimum dengan waktu siklus 109 menit dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{WS_i} \\ &= \frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{109} \\ &= 5,50 \approx 6 \text{ stasiun.} \end{aligned}$$

b. Penyusunan stasiun kerja baru

Setelah diketahui bawah stasiun kerja minimum percobaan waktu siklus 109 menit yaitu 6 stasiun maka penyusunan stasiun kerja baru dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 4.27 Stasiun Kerja RA Waktu Siklus 109 menit

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
I	Pengukuran II	14,67	104,81	4,19
	Pemotongan II	23,76		
	Laminating	49,46		
	Penghalusan I	16,92		
II	Pengemalan	35,22	81,62	27,38
	Pemotongan III	25,44		
	Penghalusan II	20,96		
III	Pelubangan	38,71	73,83	35,17
	Penghalusan III	35,12		
IV	Perakitan	63,42	105,45	3,55
	Service Perakitan	42,04		
V	Penghalusan IV	17,00	107,30	1,70
	Finishing	90,30		
VI	Service Finishing	56,53	56,53	52,47
VII	Jok	38,67	70,34	38,66
	Packing	31,68		

Sumber : Data yang diolah (2021)

c. Menghitung *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI)

Dari penyusunan stasiun kerja baru tabel 4.27 diatas maka dapat dihitung pula *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothess Indeks* (SI) sebagai berikut :

(1)*Line Efficiency* (LE)

Berikut merupakan perhitungan *Line Efficiency* (LE) :

$$\begin{aligned} \text{LE} &= \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\ &= \frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{(7)(109)} \times 100\% \\ &= \frac{599,88}{763} \times 100\% \\ &= 78,62\% \end{aligned}$$

(2)*Balance Delay* (D)

Berikut merupakan perhitungan *Balance Delay* (D):

$$\begin{aligned} D &= \frac{(n \times C) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times C)} \times 100\% \\ &= \frac{(7 \times 109) - 599,88}{(7 \times 109)} \times 100\% \\ &= \frac{763 - 599,88}{763} \times 100\% \\ &= 21,38\% \end{aligned}$$

(3)*Smoothess Indeks* (SI)

Berikut merupakan perhitungan *Smoothess Indeks* (SI):

$$\begin{aligned} \text{SI} &= \sqrt{\sum_{i=1}^K (ST_i \text{ max} - ST_i)^2} \\ &= \sqrt{4,19^2 + 27,38^2 + \dots + 52,47^2 + 38,66^2} \\ &= 79,17 \end{aligned}$$

3) Percobaan menggunakan waktu siklus 127 menit

a. Menghitung stasiun kerja minimum

Untuk mengetahui stasiun kerja minimum dengan waktu siklus 127 menit dapat dilihat pada perhitungan diberikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{W_{Si}} \\ &= \frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{127} \\ &= 4,72 \approx 5 \text{ stasiun.} \end{aligned}$$

b. Penyusunan stasiun kerja baru

Setelah diketahui bahwa stasiun kerja minimum percobaan waktu siklus 127 menit yaitu 5 stasiun maka penyusunan stasiun kerja baru dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 4.28 Stasiun Kerja RA Waktu Siklus 127 menit

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
I	Pengukuran II	14,67	104,81	22,19
	Pemotongan II	23,76		
	Laminating	49,46		
	Penghalusan I	16,92		
II	Pengemalan	35,22	120,33	6,67
	Pemotongan III	25,44		
	Penghalusan II	20,96		
	Pelubangan	38,71		
III	Penghalusan III	35,12	98,54	28,46
	Perakitan	63,42		
IV	Service Perakitan	42,04	59,04	67,96
	Penghalusan IV	17,00		
V	Finishing	90,30	90,30	36,70
VI	Service Finishing	56,53	126,87	0,13
	Jok	38,67		
	Packing	31,68		

Sumber : Data yang diolah (2021)

c. Menghitung *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI)

Dari penyusunan stasiun kerja baru tabel 4.28 diatas maka dapat dihitung pula *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI) sebagai berikut :

(1) *Line Efficiency* (LE)

Berikut merupakan perhitungan *Line Efficiency* (LE) :

$$\begin{aligned}
 LE &= \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\
 &= \left(\frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{(6)(127)} \right) \times 100\% \\
 &= \frac{599,88}{762} \times 100\% \\
 &= 78,72 \%
 \end{aligned}$$

(2) *Balance Delay* (D)

Berikut merupakan perhitungan *Balance Delay* (D):

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{(n \times C) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times C)} \times 100\% \\
 &= \frac{(6 \times 127) - 599,88}{(6 \times 127)} \times 100\% \\
 &= \frac{762 - 599,88}{762} \times 100\% \\
 &= 21,28\%
 \end{aligned}$$

(3) *Smoothness Indeks* (SI)

Berikut merupakan perhitungan *Smoothness Indeks* (SI):

$$\begin{aligned}
 SI &= \sqrt{\sum_{i=1}^K (ST_i \max - ST_i)^2} \\
 &= \sqrt{22,19^2 + 6,67^2 + \dots + 36,70^2 + 0,13^2} \\
 &= 85,52
 \end{aligned}$$

4) Percobaan menggunakan waktu siklus 149 menit

a. Menghitung stasiun kerja minimum

Untuk mengetahui stasiun kerja minimum dengan waktu siklus 149 menit dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{WS_i} \\
 &= \frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{149} \\
 &= 4,03 \approx 4 \text{ stasiun.}
 \end{aligned}$$

b. Penyusunan stasiun kerja baru

Setelah diketahui bahwa stasiun kerja minimum percobaan waktu siklus 149 menit yaitu 4 stasiun maka penyusunan stasiun kerja baru dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 4.29 Stasiun Kerja RA Waktu Siklus 149 menit

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
I	Pengukuran II	14,67	140,03	8,97
	Pemotongan II	23,76		
	Laminating	49,46		
	Penghalusan I	16,92		
	Pengemalan	35,22		
II	Pemotongan III	25,44	120,23	28,77
	Penghalusan II	20,96		
	Pelubangan	38,71		
	Penghalusan III	35,12		
III	Perakitan	63,42	122,45	26,55
	Service Perakitan	42,04		
	Penghalusan IV	17,00		
IV	Finishing	90,30	90,30	58,70
V	Service Finishing	56,53	126,87	22,13
	Jok	38,67		
	Packing	31,68		

Sumber : Data yang diolah (2021)

c. Menghitung *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI)

Dari penyusunan stasiun kerja baru tabel 4.29 diatas maka dapat dihitung pula *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI) sebagai berikut :

(1) *Line Efficiency* (LE)

Berikut merupakan perhitungan *Line Efficiency* (LE) :

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{(5)(149)} \right) \times 100\% \\
 &= \frac{599,88}{745} \times 100\% \\
 &= 80,52 \%
 \end{aligned}$$

(2) *Balance Delay* (D)

Berikut merupakan perhitungan *Balance Delay* (D):

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{(n \times C) - \sum_{i=1}^n ti}{(n \times C)} \times 100\% \\
 &= \frac{(5 \times 149) - 599,88}{(5 \times 149)} \times 100\% \\
 &= \frac{745 - 599,88}{745} \times 100\% \\
 &= 19,48\%
 \end{aligned}$$

(3) *Smoothness Indeks* (SI)

Berikut merupakan perhitungan *Smoothness Indeks* (SI):

$$\begin{aligned}
 SI &= \sqrt{\sum_{i=1}^K (STi \max - STi)^2} \\
 &= \sqrt{8,97^2 + 28,77^2 + \dots + 58,70^2 + 22,13^2} \\
 &= 74,49
 \end{aligned}$$

5) Percobaan menggunakan waktu siklus 167 menit

a. Menghitung stasiun kerja minimum

Untuk mengetahui stasiun kerja minimum dengan waktu siklus 167 menit dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\sum_{i=1}^N ti}{WSi} \\
 &= \frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{167} \\
 &= 3,59 \approx 4 \text{ stasiun.}
 \end{aligned}$$

b. Penyusunan stasiun kerja baru

Setelah diketahui bahwa stasiun kerja minimum percobaan waktu siklus 167 menit yaitu 4 stasiun maka penyusunan stasiun kerja baru dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 4.30 Stasiun Kerja RA Waktu Siklus 167 menit

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
I	Pengukuran II	14,67	165,47	1,53
	Pemotongan II	23,76		
	Laminating	49,46		
	Penghalusan I	16,92		
	Pengemalan	35,22		
	Pemotongan III	25,44		
II	Penghalusan II	20,96	158,21	8,79
	Pelubangan	38,71		
	Penghalusan III	35,12		
	Perakitan	63,42		
III	Service Perakitan	42,04	149,34	17,66
	Penghalusan IV	17,00		
	Finishing	90,30		
IV	Service Finishing	56,53	126,87	40,13
	Jok	38,67		
	Packing	31,68		

Sumber : Data yang diolah (2021)

c. Menghitung *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI)

Dari penyusunan stasiun kerja baru tabel 4.30 diatas maka dapat dihitung pula *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI) sebagai berikut :

(1) *Line Efficiency* (LE)

Berikut merupakan perhitungan *Line Efficiency* (LE) :

$$\begin{aligned}
 \text{LE} &= \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\
 &= \left(\frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{(4)(167)} \right) \times 100\% \\
 &= \frac{599,88}{668} \times 100\% \\
 &= 89,80 \%
 \end{aligned}$$

(2) *Balance Delay* (D)

Berikut merupakan perhitungan *Balance Delay* (D):

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{(n \times C) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times C)} \times 100\% \\
 &= \frac{(4 \times 167) - 599,88}{(4 \times 167)} \times 100\% \\
 &= \frac{668 - 599,88}{668} \times 100\% \\
 &= 10,20\%
 \end{aligned}$$

(3) *Smoothness Indeks* (SI)

Berikut merupakan perhitungan *Smoothness Indeks* (SI):

$$\begin{aligned}
 \text{SI} &= \sqrt{\sum_{i=1}^K (ST_i \text{ max} - ST_i)^2} \\
 &= \sqrt{2,40^2 + 12,73^2 + \dots + 0^2 + 33,77^2} \\
 &= 44,74
 \end{aligned}$$

6) Percobaan menggunakan waktu siklus 263 menit

a. Menghitung stasiun kerja minimum

Untuk mengetahui stasiun kerja minimum dengan waktu siklus 263 menit dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{WS_i} \\
 &= \frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{263} \\
 &= 2,28 \approx 2 \text{ stasiun.}
 \end{aligned}$$

b. Penyusunan stasiun kerja baru

Setelah diketahui bahwa stasiun kerja minimum percobaan waktu siklus 263 menit yaitu 2 stasiun maka penyusunan stasiun kerja baru dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 4.31 Stasiun Kerja RA Waktu Siklus 263 menit

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
I	Pengukuran II	14,67	260,26	2,74
	Pemotongan II	23,76		
	Laminating	49,46		
	Penghalusan I	16,92		
	Pengemalan	35,22		
	Pemotongan III	25,44		
	Penghalusan II	20,96		
	Pelubangan	38,71		
	Penghalusan III	35,12		
II	Perakitan	63,42	212,75	50,25
	Service Perakitan	42,04		
	Penghalusan IV	17,00		
	Finishing	90,30		
III	Service Finishing	56,53	126,87	136,13
	Jok	38,67		
	Packing	31,68		

Sumber : Data yang diolah (2021)

c. Menghitung *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI)

Dari penyusunan stasiun kerja baru tabel 4.31 diatas maka dapat dihitung pula *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI) sebagai berikut :

(1) *Line Efficiency* (LE)

Berikut merupakan perhitungan *Line Efficiency* (LE) :

$$\begin{aligned}
 LE &= \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\
 &= \left(\frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{(3)(263)} \right) \times 100\% \\
 &= \frac{599,88}{789} \times 100\% \\
 &= 76,03 \%
 \end{aligned}$$

(2) *Balance Delay* (D)

Berikut merupakan perhitungan *Balance Delay* (D):

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{(n \times C) - \sum_{i=1}^n t_i}{(n \times C)} \times 100\% \\
 &= \frac{(3 \times 263) - 599,88}{(3 \times 263)} \times 100\% \\
 &= \frac{789 - 599,88}{789} \times 100\% \\
 &= 23,97\%
 \end{aligned}$$

(3) *Smoothness Indeks* (SI)

Berikut merupakan perhitungan *Smoothness Indeks* (SI):

$$\begin{aligned}
 SI &= \sqrt{\sum_{i=1}^K (ST_i \max - ST_i)^2} \\
 &= \sqrt{2,74^2 + 50,25^2 + 136,13^2} \\
 &= 145,13
 \end{aligned}$$

7) Percobaan menggunakan waktu siklus 441,6 menit

a. Menghitung stasiun kerja minimum

Untuk mengetahui stasiun kerja minimum dengan waktu siklus 441,6 menit dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Stasiun Kerja Minimum} &= \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{WS_i} \\
 &= \frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{441,6} \\
 &= 1,36 \approx 1 \text{ stasiun.}
 \end{aligned}$$

b. Penyusunan stasiun kerja baru

Setelah diketahui bahwa stasiun kerja minimum percobaan waktu siklus 441,6 menit yaitu 1 stasiun maka penyusunan stasiun kerja baru dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 4.32 Stasiun Kerja Ra Waktu Siklus 441,6 menit

Stasiun	Elemen Kerja	Ti	Waktu Stasiun	Idle Time
I	Pengukuran II	14,67	382,71	58,89
	Pemotongan II	23,76		
	Laminating	49,46		
	Penghalusan I	16,92		
	Pengemalan	35,22		
	Pemotongan III	25,44		
	Penghalusan II	20,96		
	Pelubangan	38,71		
	Penghalusan III	35,12		
	Perakitan	63,42		
	Service Perakitan	42,04		
	Penghalusan IV	17,00		
II	Finishing	90,30	217,17	224,43
	Service Finishing	56,53		
	Jok	38,67		
	Packing	31,68		

Sumber : Data yang diolah (2020)

c. Menghitung *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI)

Dari penyusunan stasiun kerja baru tabel 4.32 diatas maka dapat dihitung pula *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (D) dan *Smoothness Indeks* (SI) sebagai berikut :

(1) *Line Efficiency* (LE)

Berikut merupakan perhitungan *Line Efficiency* (LE) :

$$\begin{aligned}
 LE &= \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\
 &= \left(\frac{14,67+23,76+49,46+\dots+31,68}{(2)(441,6)} \right) \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= \frac{599,88}{883,2} \times 100\%$$

$$= 67,92 \%$$

(2) *Balance Delay* (D)

Berikut merupakan perhitungan *Balance Delay* (D):

$$D = \frac{(n \times C) - \sum_{i=1}^n ti}{(n \times C)} \times 100\%$$

$$= \frac{(2 \times 441,6) - 599,88}{(2 \times 441,6)} \times 100\%$$

$$= \frac{883,2 - 599,88}{883,2} \times 100\%$$

$$= 32,08\%$$

(3) *Smoothness Indeks* (SI)

Berikut merupakan perhitungan *Smoothness Indeks* (SI):

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^K (STi \max - STi)^2}$$

$$= \sqrt{58,89^2 + 224,43^2}$$

$$= 232,02$$

4.6.4.5. Perbandingan efisiensi stasiun kerja baru

Dari pengolahan data diatas maka diperoleh perbandingan efisiensi stasiun kerja baru dengan melakukan beberapa percobaan waktu siklus dari 89,76 sampai 198,4 menit, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

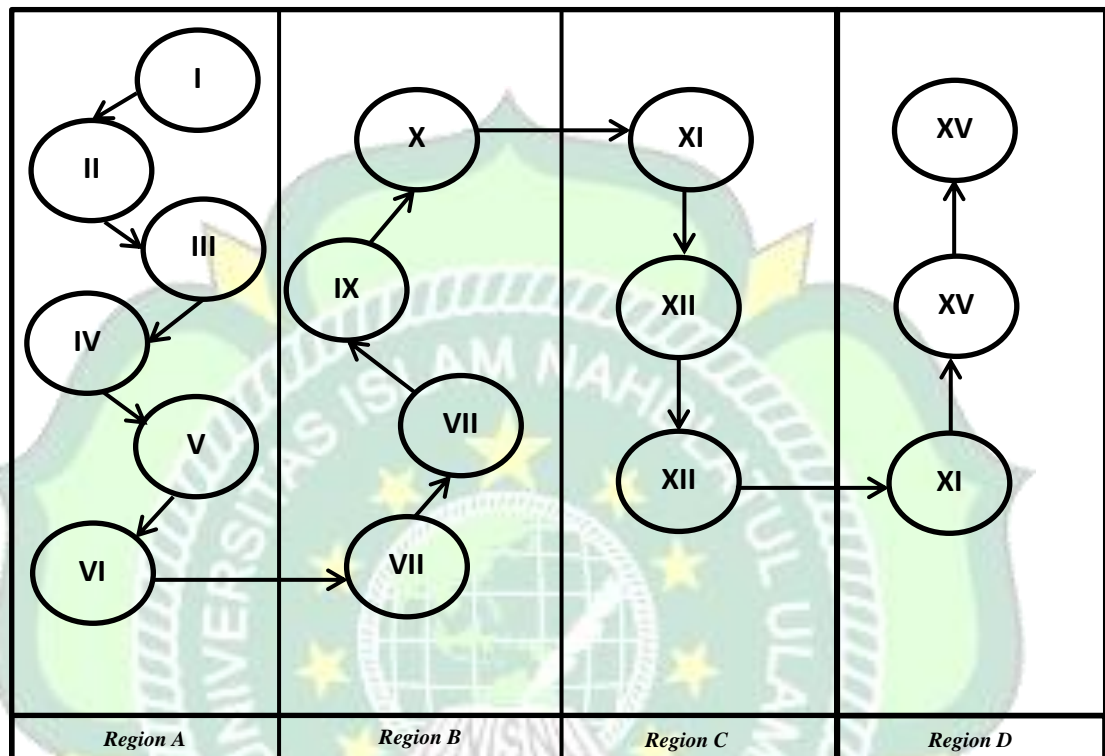
Tabel 4.33 Perbandingan Efisiensi Stasiun Kerja RA

Waktu Siklus	Jumlah Stasiun	<i>Line Efficiency</i>	<i>Balance Delay</i>	<i>Smoothness Indeks</i>
90,3	9	73,81%	26,19%	87,7
109	7	78,62%	21,38%	79,17
127	6	78,72%	21,28%	85,52
149	5	80,52%	19,48%	74,49
167	4	89,80%	10,20%	44,74
263	3	76,03%	23,97%	145,13
441,6	2	67,92%	32,08%	232,02

Sumber : Data yang diolah (2021)

4.6.4.6. Precedence diagram stasiun kerja baru optimal

Berikut ini merupakan *precedence diagram* stasiun kerja *region approach* optimal yaitu dengan 4 stasiun kerja :



Gambar 4.8 Precedence Diagram Stasiun Kerja Optimal *Region Approach*
Sumber : Data yang diolah (2021)

4.7. Pembahasan

Berdasarkan pengolahan data diatas diketahui bahwa stasiun kerja awal sebelum diterapkannya keseimbangan lintasan yaitu berjumlah 15 stasiun kerja, setelah diterapkannya keseimbangan lintasan menggunakan metode *ranked positional weight* (RPW) jumlah stasiun kerja paling efisien atau optimal yaitu 3 stasiun kerja dan *region approach* jumlah stasiun kerja paling efisien atau optimal yaitu 4 stasiun kerja. Hal tersebut juga mempengaruhi efisiensi lintasan (LE) , *balance delay* (D) dan *smoothes indeks* sebelum diterapkannya keseimbangan lintasan pada proses produksi PT Chia Jiann Indonesia *Furniture* dapat dilihat pada tabel 4.34 berikut ini :

Tabel 4.34 Analisis perbandingan sebelum dan sesudah *line balancing*

Metode	Pengukuran			
	Jumlah Stasiun	Efisiensi Lintasan	<i>Balance Delay</i>	<i>Smoothes Indeks</i>
Sebelum line balancing	16	41,52%	58,48%	224,994 menit
<i>Ranked Positional Weight (RPW)</i>	3	92,08%	7,92%	37,16 menit
<i>Region Approach</i>	4	89,80%	10,20%	44,74 menit

Sumber : Data yang diolah (2021)

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa perhitungan sesudah diterapkannya metode line balancing adalah sebagai berikut :

A. Menggunakan metode *Ranked Positional Weight (RPW)*

- 1) *Balance Delay (D)* menurun dari 58,48% menjadi 7,92%

$$\text{Persentase penurunan} = \frac{58,48\% - 7,92\%}{58,48\%} \times 100\% = 86,5\%$$

- 2) Efisiensi Lini (LE) meningkat dari 41,52% menjadi 92,08%

$$\text{Persentase peningkatan} = \frac{92,08\% - 41,52\%}{92,08\%} \times 100\% = 54,9\%$$

- 3) *Smoothes Indeks (SI)* menurun dari 224,994 menit menjadi 37,16 menit

$$\text{Persentase penurunan} = \frac{224,994 - 37,16}{224,994} \times 100\% = 83,48\%$$

B. Menggunakan metode *Region Approach*

- 1) *Balance Delay (D)* menurun dari 58,48 % menjadi 10,20%

$$\text{Persentase penurunan} = \frac{58,48\% - 10,20\%}{58,48\%} \times 100\% = 82,56\%$$

- 2) Efisiensi Lini (LE) meningkat dari 41,52% menjadi 89,80%

$$\text{Persentase peningkatan} = \frac{89,80\% - 41,52\%}{89,80\%} \times 100\% = 53,76\%$$

- 3) *Smoothes Indeks (SI)* menurun dari 224,994 menit menjadi 44,74 menit

$$\text{Persentase penurunan} = \frac{224,994 - 44,74}{224,994} \times 100\% = 80,12\%$$

Setelah diketahui perbandingan efisiensi sebelum dan sesudah diterapkannya keseimbangan lintasan maka dapat diketahui pula perbandingan antara kedua metode yaitu metode *ranked positional weight* (RPW) dan *region approach* (RA) dari jumlah stasiun yang sama dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4.35 Perbandingan Efisiensi Kedua Metode

Jumlah Stasiun	<i>Ranked Positional Weight (RPW)</i>			<i>Region Approach (RA)</i>		
	<i>Line Efficiency</i>	<i>Balance Delay</i>	<i>Smoothness Indeks</i>	<i>Line Efficiency</i>	<i>Balance Delay</i>	<i>Smoothness Indeks</i>
9	73,81%	26,19%	85,96	73,81%	26,19%	87,7
7	79,87%	20,13%	75,72	78,62%	21,38%	79,17
6	78,81%	21,19%	85,27	78,72%	21,28%	85,52
5	85,68%	14,32%	57,85	80,52%	19,48%	74,49
4	90,63%	9,37%	42,45	89,80%	10,20%	44,74
3	92,08%	7,92%	37,16	76,03%	23,97%	145,13
2	67,92%	32,08%	232,03	67,92%	32,08%	232,02

Sumber : Data yang diolah (2021)

Dari tabel diatas maka dapat diketahui bahwa dari kedua metode mencapai efisiensi maksimum atau optimal dengan jumlah stasiun kerja sebanyak 3 stasiun dengan menggunakan metode *ranked positional weight* (RPW).