BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Data Permintaan

Proses produksi pada bagian *Shape Shifter Spa* PT. Cicor Panatec menjadi supplier terhadap pelanggannya, prduksi yang dilakukan *make to order* karena hal ini produk akan dibuat sesuai dengan permintaan produksi. untuk jenis produk yang dihasilkan adalah *Nu Skin Spa* berdasarkan permintaan jenis *Nu Skin Spa*, adapun hari kerja dan jumlah operator untuk mengerjakan permintaan tersebut , seperti pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Data permintaan *Shape Shifter Spa* 2018

2018	
Total Rencana Produksi (Unit/Bulan)	17280
Hari Kerja (Hari)	21
Rencana Produksi (Unit/Hari)	823
Jumlah Operator	23

4.1.2 Jam Kerja Efektif

Padap proses produksi *Shape Shifter Spa* adapun jam kerja normal dan jam kerja lembur yang dilakukan pada bulan April 2017 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 2 Jam Kerja Efektif Bulan Maret 2018

No	Tgl	Jam Kerja Efektif	Jam Kerja Lembur	No	Tgl	Jam Kerja Efektif	Jam Kerja Lembur
1	1	480	150	12	16	480	-
2	2	480	150	13	19	480	-
3	5	480	150	14	20	480	-
4	6	480	150	15	21	480	-
5	7	480	-	16	22	480	-
6	8	480	-	17	23	480	-

No	Tgl	Jam Kerja Efektif	Jam Kerja Lembur	No	Tgl	Jam Kerja Efektif	Jam Kerja Lembur
7	9	480	-	18	26	480	-
8	12	480	-	19	27	480	-
9	13	480	-	20	28	480	-
10	14	480	-	21	29	480	-
11	15	480	-				

4.1.3 Waktu Kerja

PT. Cicor Panatec memperkejakan karyawan atau operator baik dengan sistem kontrak maupun tetap dengan waktu kerja yang sesuai masing-masing posisi pekerjaannya. Adapun waktu kerja pada karyawan Senin-Jumat sebagai berikut:

1. Senin-Kamis (Operator)
   a. 07:00 – 07:10 = Breafing Pagi
   b. 07:10 – 10:20 = Waktu Kerja
   c. 10:20 – 10:30 = Waktu Istirahat
   d. 10:30 – 12.00 = Waktu Kerja
   e. 12:00 – 12:30 = Waktu Istirahat Makan Siang
   f. 12:30 – 14:10 = Waktu Kerja
   g. 14:10 – 14:20 = Waktu Istirahat
   h. 14:20 – 16.00 = Waktu Kerja
2. Jumat (Operator)
   a. 07:00 – 07:10 = Breafing Pagi
   b. 07:10 – 10:20 = Waktu Kerja
   c. 10:20 – 10:30 = Waktu Istirahat
   d. 10:30 – 12.00 = Waktu Kerja
   e. 12:00 – 12:30 = Waktu Istirahat Makan Siang
   f. 12:30 – 14:10 = Waktu Kerja
   g. 14:10 – 14:20 = Waktu Istirahat
   h. 14:20 – 16.00 = Waktu Kerja

4.1.4 Proses Perakitan

Proses Perakitan pada *Shape Shifter Spa* memiliki 32 proses perakitan, adapun pada masing-masing proses perakitan dapat dijelesakan sebagai berikut:

1. *Welding Front Housing with Switch Window* (*Include Visual*)

   Pada proses ini dilakukan penggabungan *part Front Housing* dengan *part Switch Window* menggunakan mesin welding kemudian dilakukan *visual part* kembali jika sudah digabungkan.

2. *Visual, Blowing & Assemble Lever*

   Pada proses ini dilakukan *Visual* terhadap *part* yang telah di *Welding* dari *part Front Housing* dengan *part Switch Window*. Kemudian dibersikan dengan pompa angin jika sudah bersih dipasang *part Lever.*

3. *Insert O-Ring to Contact Pin*

   Pada proses ini O-Ring dimasukan kedalam Contact Pin dengan menggunakan jig.

4. *Apply Grease, Insert Spring to Contact Pin and Cover Housing*

   Pada proses ini *part Contact Pin* yang telah diberikan *O-Ring* akan diberikan pelumas dan dimasukan *Spring* sehingga bisa digabungkan kedalam *part Cover Housing*.

5. *Insert E-Ring to Contact Pin*

   Pada proses ini dilakukan pemasangan *part E-Ring* terhadap *part Contact Pin* yang telah digabungkan dengan *part Cover Housing*.

6. *Apply MEK to Cover Housing*

   Pada proses ini *part Cover Housing* yang telah digabungkan dengan *Contact Pin* akan di lem dengan *MEK*.

7. *Screwing Cover Housing to Front Housing*

   Pada proses ini dilakukan *Screwing* dengan menggunakan mesin bor terhadap *part Cover Housing* yang akan digabungkan dengan *part Front Housing* yang telah diberikan *Lever*.

8. *Welding Soft Knob to Back Housing* (*Include Visual*)

   Pada proses ini dilakukan penggabungan *part Soft Knob* dengan *part Back Housing* menggunakan mesin welding kemudian dilakukan *visual part* kembali jika sudah digabungkan.

9. *Soldering Red Wire to Contact*

   Pada proses ini dilakukan penggabungan *Red Wire* dengan *part Contact Battery* menggunakan mesin *Solder*.

10. *Soldering Black Wire to Contact & Shrink Tube*

    Pada proses ini dilakukan penggabungan *Black Wire* dengan *part Contact Battery* menggunakan mesin *Solder* dan kemudian *Black Wire* dimasukan tabung pelastik kecil kedalam *Black Wire* sehingga tabung pelastik dipanaskan sampai menyusut dengan *Black Wire*.

11. *Cutting White Band & Making Node*

    Pada proses ini dilakukan pemotongan pita putih kurang lebih 5 cm kemudian pada bagian ujing pita diikat dengan dua ikatan.

12. *Insert Wrap Post Pin to Hand Conductor*

    Pada proses ini dilakukan pemasangan *part* Wrap Post Pin kedalam *part* Hand Conductor dengan menggunakan mesin *Pressing*.

13. *Insert Contact Battery Single Red Wire & Double with Back Housing*

    Pada proses ini dilakukan pemasangan *Contact Battery Red Wire* dan *Contact Battery Double* dengan *part Back Housing* yang sudah di proses pada proses 8 menggunakan mesin *Pressing*.

14. *Insert O-Ring to Back Housing*

    Pada proses ini memasukan *O-Ring* kedalam sisi belakang *part Back Housing*.

15. *Insert Contact Battery Single Black Wire*

    Pada proses ini dilakukan pemasangan *Contact Battery Black Wire* dengan *part Back Hosing* menggunakan mesin *Pressing*.

16. *Insert White Band to Back Housing*

    Pada proses ini dilakukan pemasangan pita putih yang sudah di potong pada proses 11 dengan part Back Housing.

17. *Gluing Back Conductor with Back Hosuing*

    Pada proses ini dilakukan pengeleman *part Back Conductor* yang telah dipasang *Pin* dengan *part Back Housing* yang telah diberikan White Band menggunakan mesin *Pressing*.

18. *Soldering Wire To PCBA*

    Pada proses ini dilakukan penggabungan *Wire* dengan *part PCBA* yang merupakan mesin bagian dalam dari produk menggunakan mesin *Solder*.

19. *Joining Front Housing & Back Housing*

    Pada proses ini dilakukan penggabungan *part Front Housing* dengan *part Back Housing* sehingga kedua *part* dibersihkan dengan pompa angin.

20. *Insert Pin Accessories (4 Machine for 4 acc)*

    Pada proses ini dilakukan pemasangan kedalam *Accessories* pada proses ini menggunakan mesin *Pressing*.

21. *Painting*

    Pada proses ini dilakukan pengecetan terhadap *Accessories* agar terhindar dari karatan atau lecet pada saat pemasangan *Pin Accessories*.

22. *Welding Front Housing & Back Housing*

    Pada proses ini dilakukan penggabungan *part Front Housing* dengan part *Back Housing* yang sudah di *assembly* sebelumnya menggunakan mesin *Welding*.

23. *Buffing*

    Pada proses ini dilakukan pengkilapan part dari penggabungan *Front Housing* dan *Back Housing* ketika sudah di *Welding* dan proses ini juga dapat menghilangkan pengeleman *part* yang masih tersisa pada unit tersebut.

24. *Leakage Test*

    Pada proses ini dilakukan *test* kebocoran unit yang telah di *Buffing* apakah ada kebocoran udara dalam unit tersebut sehingga nantinya dapat berfungsi dalam keadaan basah atau terkena air (*waterproof*) dengan mesin *Leak Test*.

25. *Functional Test*

    Pada proses ini dilakukan test dari fungsi unit seperti pada bagian *PCBA* apakah unit dapat berfungsi sesuai dengan kegunaannya dengan jumlah volt yang sesuai dengan mesin *Functional Testing*.

26. *Paste Label & Insert Battery*

    Pada proses ini dilakukan pemasangan *label* petunjuk *Battery* dan pemasangan *Battery* tersebut apakah dapat berfungsi dengan baik saat *Battery* terpasang pada unit.

27. *Conductivity & Fitting Accessories Test*

    Pada proses ini dilakukan *test* terhadap daya tahan fungsi dari unit dan *test* apakah *accessories* dapat dipergunakan dengan baik terhadap unit tersebut.

28. *Apply Grease, FCT and Insert End Cap*

    Pada proses ini dilakukan pemasangan *part* terakhir dari unit yaitu tutup ujung untuk *Battery* dengan menggunakan pelumas serta di lakukan pengecekan fungsi dari unit kembali apakah berjalan normal.

29. *Dragging Test & Paste Plastic Protection*

    Pada proses ini unit di *Dragging* apakah ada *part* yang terlepas didalam unit dan kemudian jika tidak ada *part* yang terlepas unit akan diberikan pelastik pelindung depan dan belakang.

30. *Connectivity Test for 4 Accessories*

    Pada proses ini dilakukan pengetesan pada 4 jenis Accessories yang akan digunakan pada unit.

31. *Bagging Unit & 4 Accessories on The Plastic Bag Bubble*

    Pada proses ini memasukan unit kedalam pelastik serta 4 aksesoris unit kedalam pelastik dan kemudian dilapiskan gelembung pelastik.

    Pada proses ini dilakukan penggabungan *part Red Wire* dengan *Contact Battery* menggunakan mesin *Solder*.

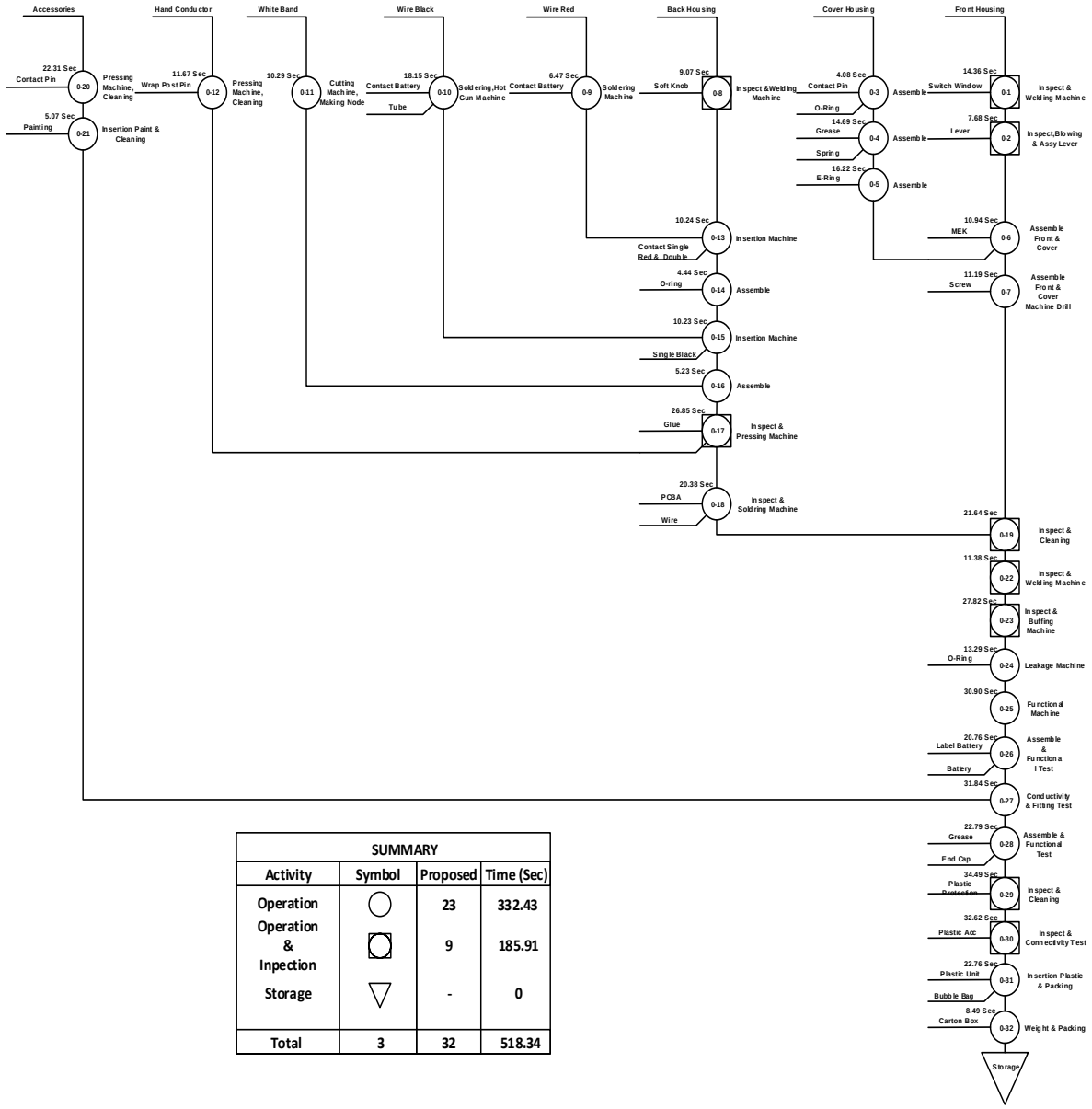
32. *Weight & Packing*

    Pada proses ini menghitung berat setiap masing-masing unit dan kemudia unit dikemas dalam kerdus agar dapat dilakukan pengiriman.

4.1.5 *Operation Process Chart* Perakitan

Untuk mempermudah dalam mengetahui proses perakitan di lini produksi *Shape Shifter Spa* adapun *operation process chart* perakitan dengan waktu standar yang telah dihitung dapat dilihat pada gambar 4. 3 berikut:

Operation Process Chart
Shape Shifter Spa



SUMMARY			
Activity	Symbol	Proposed	Time (Sec)
Operation	○	23	332.43
Operation & Inpection	◎	9	185.91
Storage	▽	-	0
Total	3	32	518.34

Gambar 4. 1 *Operation Process Chart Shape Shifter Spa*

4.1.6 Pengukuran Waktu Proses Kerja

Pada pengukuran waktu proses kerja penelitian ini menggunakan teknik secara langsung dengan proses pengukuran yang dilakukan saat kegiatan produksi berlangsung. Metode yang digunakan adalah pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*stopwatch*) per proses kerja ditempat pekerjaan yang bersangkutan dilaksanakan. Jumlah pengamatan awal dilakukan sebanyak 30 kali pengamatan pada masing-masing proses kerja. Adapun data waktu observasi pengukuran proses kerja dapat dilihat pada lampiran 1.

4.1.7 Pengamatan Faktor-faktor Penyesuaian

Untuk melakukan perhitungan waktu standar sebelumnya harus mentukan waktu normal yang memerlukan faktor-faktor penyesuaian. Pemberian nilai pada faktor-faktor penyesuaian dilakukan berdasarkan pengamatan selama melakukan pengambilan data waktu kerja dan pendapat dari kepala *engineering* lini produksi *Shape Shifter Spa.* Pemberian nilai faktor-faktor penyesuaian dilakukan menurut perhitungan *Westing House*. Adapun keseluruhan nilai faktor-faktor penyesuaian pada masing-masing operator di setiap proses kerja dapat dilahat pada tabel berikut:

Tabel 4. 3 Nilai Faktor Penyesuaian

Operator Proses	Performance Ratings				Jumlah
	Skill	Effort	Condition	Consistensy	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03
6	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03
10	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabel 4. 4 Nilai Faktor Penyesuaian (lanjutan)

Operator Proses	Performance Ratings				Jumlah
	Skill	Effort	Condition	Consistensy	
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

4.1.8 Pengamatan Faktor-faktor Kelonggaran

Faktor-faktor kelonggaran diperlukan untuk menghitung waktu standar. Pada pemberian nilai dari faktor kelonggaran dilakukan berdasarkan ketentuan kepala *engineering* di lini produksi *Shape Shifter Spa* berlangsung dan diasumsikan sama untuk semua operator. Adapun keseluruhan nilai faktor-faktor kelonggaran pada semua operator dapat dilahat pada tabel berikut:

Tabel 4. 5 Nilai Faktor Kelonggaran

Faktor		Nilai
Kebutuhan pribadi	Wanita	2%
Keadaan lingkungan	Siklus kerja berulang	1%
Tenaga yang dikeluarkan	Dapat diabaikan	0%
Sikap kerja	Duduk	1%
Gerakan kerja	Agak terbatas	4%
Kelelahan mata	Pandangan terus menerus	2%
Temperatur tempat kerja	Normal	0%
Keadaan atmosfir	Baik	0%
Total		10%

4.2 Pengolahan Data

Dalam penyusunan laporan penelitian ini mengenai keseimbangan lini produksi *Shape Shifter Spa*, data yang akan diolah dapat dijelaskan pada sub bab di bawah ini.

4.2.1 Waktu Rata-rata Hasil Observasi

Data yang telah diambil dari pengamatan dengan jumlah 30 pada masing-masing proses kerja kemudian dihitung nilai rata-ratanya. Untuk contoh perhitungan nilai rata-rata diambil pada pengamatan proses kerja 1. Sedangkan untuk waktu nilai rata-rata semua proses kerja dapat dilihat pada lampiran 2.

$$\overline{\mathrm{X}} = \frac{\sum \mathrm{Xi}}{N}$$

$$\overline{\mathrm{X}} = \frac{12.42+13.21+13.70+\cdots+12.92}{30}$$

$\overline{\mathrm{X}} =$ 13.05 detik

4.2.2 Uji Keseragaman Data

Pada pengujian keseragaman data dilakukan dengan menentukan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Untuk contoh perhitungan uji keseragaman dilanjutkan pada pengamatan proses kerja 1, pengujian ini berdasarkan tingkat keyakinan 95%.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(12.42-13.05)^2+(13.21-13.05)^2(13.70-13.05)^2+\cdots+(12.92-13.05)^2}{30-1}}$$

$\sigma = 0.66$

BKA = $\bar{x} + k\sigma$

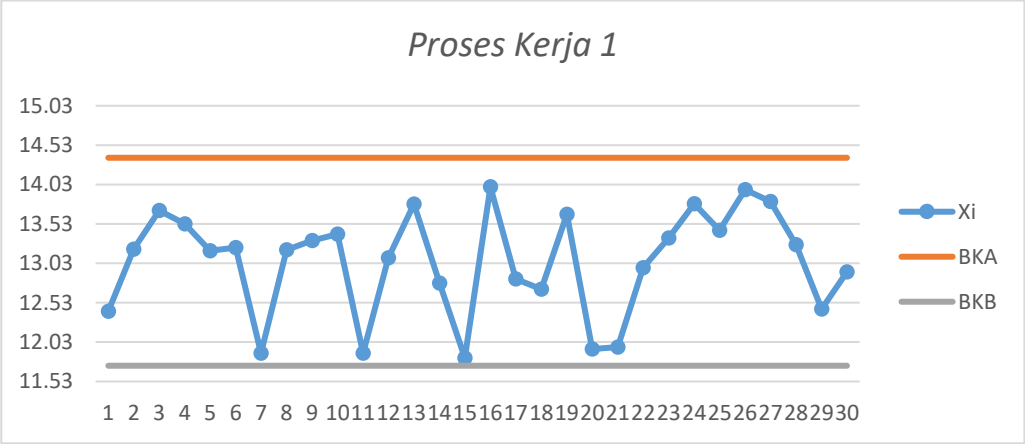
= $13.05 + 2(0.66)$

= 14.37

BKB = $\bar{x} - k\sigma$

= $13.05 - 2(0.66)$

= 11.73



Gambar 4. 2 *Uji Keseragaman Proses Kerja 1*

Pada gambar diatas keseragaman data yang dilakukan terbilang seragam karena semua nilai data berada diantara BKA ddan BKB. Sedangkan untuk keseluruhan hasil uji keseragaman semua proses kerja dapat dilihat pada lampiran 2.

4.2.3 Uji Kecukupan Data

Pada pengujian kecukupan data dilakukan dengan menentukan data yang telah diambil saat pengamatan berlangsung telah mencukupi atau belum. Untuk contoh perhitungan uji kecukupan data dilanjutkan pada pengamatan proses kerja 1, pengujian ini berdasarkan tingkat ketelitian 5% dan keyakinan 95%. Banyaknya pengukuran yang diperlukan adalah N'.

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s}\sqrt{N\ (\Sigma Xi^2)-(\Sigma Xi)^2}}{\Sigma xi}\right)^2$$

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0.05}\sqrt{30\ (5122.47)-(153295.74)}}{391.53}\right)^2$$

N' = 3.95

Karena N'<N, maka data hasil pengamatan dinyatakan telah mencukupi. Sedangkan untuk keseluruhan hasil uji kecukupan semua proses kerja dapat dilihat pada lampiran 2.

4.2.4 Perhitungan Waktu Normal

Pada perhitungan waktu normal diperlukan nilai faktor penyesuaian. Sebagai contoh perhitungan diambil dari data proses kerja 1 yang dikerjakan operator 1.

Waktu normal = waktu rata-rata x (1 + faktor penyesuaian)

Waktu normal = 13.05 x (1 + 0.00)

Waktu normal = 13.05 detik

Pada masalah diatas karena faktor penyesuaian proses kerja 1 tidak ada makan waktu normal yang didapat sama dengan nilai rata-rata. Sedangkan untuk keseluruhan hasil perhitungan waktu normal semua proses kerja dapat dilihat pada lampiran 3.

4.2.5 Perhitungan Waktu Standar

Pada perhitungan waktu standar sebelumnya harus menghitung waktu normal terlebih dahulu ketika waktu normal sudah di dapatkan maka, dapat dilanjutkan dengan menghitung waktu standar yang membutuhkan faktor kelonggaran. Sebagai contoh perhitungan diambil dari data proses kerja 1.

Waktu standar = waktu normal x (1 + faktor kelonggaran)

Waktu standar = 13.05 x (1 + 0.10)

Waktu standar = 14.36 detik

Hasil perhitungan waktu standar semua proses kerja dapat dilihat pada lampiran 3.

4.2.6 Waktu Proses

Sebelum melakukan perhitungan keseimbangan lini perakitan, adapun waktu standar (Ti) atau waktu standar stasiun kerja (STi) yang dimiliki setiap proses kerja pada kondisi awal yang merupakan langkah awal dengan menghitung tingkat efisiensi pada sebuah lini produksi, waktu standar dinyatakan dalam satuan detik sebagai berikut:

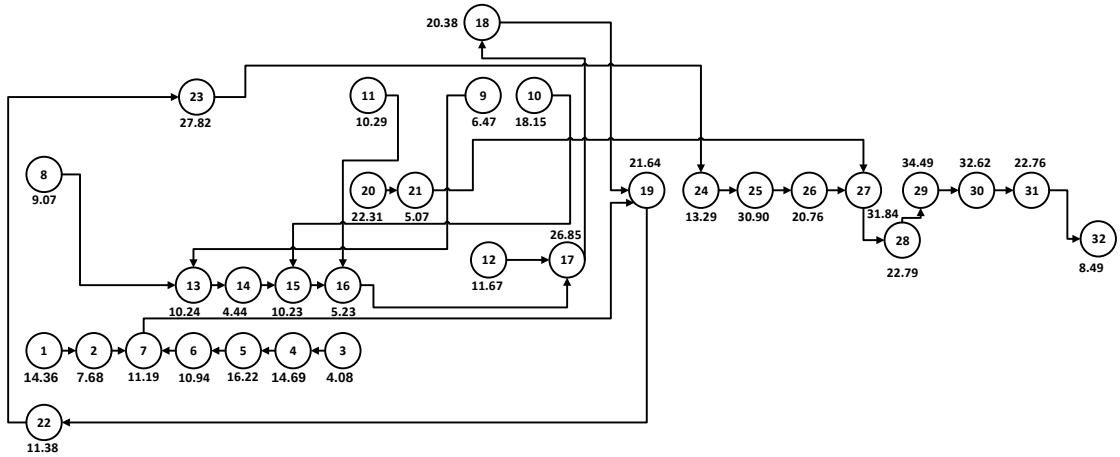
Tabel 4. 6 Rekap Waktu Proses Kerja Standar

No	Nama Proses	Ti/STi	No	Nama Proses	Ti/STi
1	*Welding Front Housing with Switch Window (including visual)*	14.36	17	Gluing Back Connductor with Back Housing	26.85
2	*Visual. Blowing & Assemble Lever*	7.68	18	Soldering Wire to PCBA	20.38
3	*Insert O-Ring to Contact Pin*	4.08	19	*Joining Front Housing & Back Housing*	21.64
4	*Apply Grease, Insert Spring to Contact Pin and Cover Housing*	14.69	20	*Insert Accessories (4 machine for 4 acc)*	22.31
5	*Insert E-Ring to Contact Pin*	16.22	21	*Painitng (4 accessories)*	5.07
6	*Apply MEK to Cover Housing*	10.94	22	*Welding Front Housing & Back Housing*	11.38
7	*Screwing Cover to Front Housing*	11.19	23	*Buffing*	27.82
8	*Welding Soft Knob to Back Housing (Include visual)*	9.07	24	*Leakage*	13.29
9	*Soldering Red Wire to Contact*	6.47	25	*Functinal Test*	30.90

No	Nama Proses	Ti	No	Nama Proses	Ti
10	*Soldering Black Wire to Contact & Shrink Tube*	18.15	26	*Paste Label & Insert Battery*	20.76
11	*Cutting White Band & Making Node*	10.29	27	*Conductivity & Fitting Accessories Test*	31.84
12	*Insert Wrap post Pin to Hand Conductor*	11.67	28	*Apply Grease; FCT and Insert End Cap*	22.79
13	*Insert Contact Battery Single Red Wire & Double*	10.24	29	*Dragging Test & Paste Plastic Protection*	34.49
14	*Insert O-ring to Back Housing*	4.44	30	*Connectivity Test for 4 Accessories*	32.62
15	*Insert Contact Battery Single Black Wire*	10.23	31	*Bagging Unit & 4 Accessories on the Plastic Bag Bubble*	22.76
16	*Insert White Band onto Back Housing*	5.23	32	*Weight & Packing*	8.49
Total Ti				518.43	

4.2.7 Perhitungan Keseimbangan Lini Produksi Kondisi Awal

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam perhitungan keseimbangan lini kondisi awal lini produksi *Shape Shifter Spa* adalah membuat *precedence diagram* pada kelompok kerja tersebut untuk mengetahui urutan proses perencanaan dan pengendalian kegiatan yang terkait di dalam sebuah lini perakitan. Adapun *precedence diagram* kondisi awal kelompok kerja *Shape Shifter Spa* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. 3 *Precedance Diagram* Kondisi Awal

Precedence diagram diatas menunjukan bahwa aliran proses kerja pada lini produksi *Shape Shifter Spa* saling memiliki ketergantungan dan total pada waktu standar diatas adalah 518.34 detik sehingga langkah selanjutnya untuk menghitung keseimbangan lini kondisi awal kelompok kerja dengan beberapa perhitungan awal yang meliputi efisiensi pada setiap stasiun kerja sebagai berikut:

1. Menentukan *Cycle Time* (CT)

   Penentuan *cycle time* kondisi awal pada penelitian ini melihat dari *Production Rate* dengan rumus sebagai berikut:

   $$\text{CT} = \frac{\text{T(Jam kerja efektif)}}{\text{D(target produksi/hari)}}$$

   $$\text{CT} = \frac{\text{288000 detik}}{\text{823 unit}} = 34.99 \text{ detik}$$

2. Menentukan Jumlah Stasiun Kerja (n)

   Untuk menentukan jumlah stasiun kerja minimal pada kondisi awal dengan rumus sebagai berikut:

   $$n = \frac{\sum_{i=1}^{n} Ti}{CT}$$

   $$n = \frac{518.34}{34.99}$$

   $n =$ 14.81 stasiun kerja dibulakan menjadi 15 stasiun kerja minimal

Kemudian untuk mengukur performansi dari kondisi awal proses kerja apakah penempatan ini sudah baik atau belum, perhitungan yang dilakukan kondisi awal proses kerja pada Tabel 4.3 sudah terbentuk menjadi stasiun kerja dan untuk waktu standar operasi (Ti) dalam proses kerja menjadi waktu standar stasiun kerja (STi) hal ini agar dapat diukur dengan menghitung *line efficiency, smoothness index, balance delay* dan *idle time* seperti berikut:

1. *Line Efficiency*

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^{n} STi}{CT \times n} \times 100\%$$

$$= \frac{(14.36 + 7.68 + 4.08 + 14.69 + \cdots + 8.49)}{34.99 \times 32} \times 100\%$$

$$= 46.29\ \%$$

2. *Smoothness Index*

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

$$= \sqrt{(34.49 - 14.36)^2 + (34.49 - 4.69)^2 + \cdots + (34.49 - 8.49)^2}$$

$$= 115.04$$

3. *Balance delay*

$$BD = \frac{CT \times n - \sum_{i=1}^{n} STi}{CT \times n} \times 100\%$$

$$= \frac{34.99 \times 32 - (14.36 + 7.68 + 4.08 + 14.69 + \cdots + 8.49)}{34.99 \times 32} \times 100\%$$

$$= 53.71\ \%$$

4. *Idle Time*

$$IT = (n \times CT) - \sum_{i=1}^{n} STi$$

$$= (32 \times 34.99) - (14.36 + 7.68 + 4.08 + 14.69 + \cdots + 8.49)$$

$$= 601.34 \text{ detik}$$

Berdasarkan perhitungan kondisi awal diatas didapatkan *line efficiency* sebesar 46.29 %, *smoothness index* sebesar 115.04, *balance delay* sebesar 53.71 % dan *idle time* sebesar 601.34 detik.

4.2.8 Perhitungan Keseimbangan Lini Produksi Metode *Ranked Positional Weight*

Pada perhitungan ini dilakukan dengan menentukan jumlah stasiun kerja minimal dan melakukan pembagian proses pekerjaan ke dalam stasiun kerja dengan memberikan urutan bobot posisi kepada setiap stasiun kerja sehingga setiap proses kerja yang ditempatkan beruturan. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat *precedence diagram* pada kelompok kerja tersebut untuk mengetahui urutan proses perencanaan dan pengendalian dan menentukan bobot posisi pekerjaan. Adapun *precedence diagram* kondisi awal seperti gambar 4.5 diatas.

Untuk langkah selanjutnya menentukan bobot posisi peringkat elemen kerja dengan operasi yang harus berhubungan dari awal sampai akhir, proses terpanjang mungkin akan menjadi peringkat yang pertama adapun pembobotan setiap operasi dapat dilihat seperti tabel berikut:

Tabel 4. 7 Rekap Perhitungan Bobot Posisi Metode *Ranked Positional Weight*

Operasi	Waktu Standar	Operasi Ke..																																Bobot Posisi
		1	2	3	4	5	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	
1	14.36	-	7.68	0	0	0	0	11.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	312.01
2	7.68	0	-	0	0	0	0	11.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	297.65
3	4.08	0	0	-	14.63	16.22	10.34	11.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	335.90
4	14.63	0	0	0	-	16.22	10.34	11.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	331.82
5	16.22	0	0	0	0	-	10.34	11.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	317.13
6	10.34	0	0	0	0	0	-	11.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	300.91
7	11.19	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	289.97
8	9.07	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	10.24	4.44	10.23	5.23	26.85	20.38	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	365.22
9	6.47	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	10.24	4.44	10.23	5.23	26.85	20.38	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	362.63
10	18.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	10.23	5.23	26.85	20.38	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	359.61
11	10.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	5.23	26.85	20.38	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	341.53
12	11.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	26.85	20.38	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	337.67
13	10.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	4.44	10.23	5.23	26.85	20.38	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	356.15
14	4.44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	10.23	5.23	26.85	20.38	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	345.91
15	10.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	5.23	26.85	20.38	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	341.47
16	5.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	26.85	20.38	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	331.23
17	26.85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	20.38	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	326.00
18	20.38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	21.64	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	299.15
19	21.64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	11.38	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	278.78
20	22.31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	5.07	0	0	0	0	0	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	180.37
21	5.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	158.06
22	11.38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	27.82	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	257.14
23	27.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	13.29	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	245.75
24	13.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	30.90	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	217.93
25	30.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	20.76	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	204.64
26	20.76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	31.84	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	173.75
27	31.84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	22.79	34.49	32.62	22.76	8.49	152.99
28	22.79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	34.49	32.62	22.76	8.49	121.15
29	34.49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	32.62	22.76	8.49	98.36
30	32.62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	22.76	8.49	63.87
31	22.76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	8.49	31.25
32	8.49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	8.49

Setelah dilakukannya penentuan bobot posisi operasi kerja untuk langkah selanjutnya mengurutkan elemen kerja atau operasi dengan bobot tertinggi sampai bobot terendah seperti pada tabel berikut:

Tabel 4. 8 Rekap Pengurutan Bobot Posisi Metode *Ranked Positional Weight*

No	Operasi	Waktu Standar	Bobot Posisi	No	Operasi	Waktu Standar	Bobot Posisi
1	8	9.07	365.22	17	2	7.68	297.65
2	9	6.47	362.63	18	7	11.19	289.97
3	10	18.15	359.61	19	19	21.64	278.78
4	13	10.24	356.15	20	22	11.38	257.14
5	14	4.44	345.91	21	23	27.82	245.75
6	11	10.29	341.53	22	24	13.29	217.93
7	15	10.23	341.53	23	25	30.90	204.64
8	12	11.67	337.67	24	20	22.31	180.37
9	3	4.08	335.90	25	26	20.76	173.75
10	4	14.69	331.82	26	21	5.07	158.06
11	16	5.23	331.23	27	27	31.84	152.99
12	17	26.85	326.00	28	28	22.79	121.15
13	5	16.22	317.13	29	29	34.49	98.36
14	1	14.36	312.01	30	30	32.62	63.87
15	6	10.94	300.91	31	31	22.76	31.25
16	18	20.38	299.15	32	32	8.49	8.49

Pada langkah selanjutnya menempatkan elemen kerja kedalam stasiun kerja dengan batas tidak boleh melebihi waktu siklus, waktu siklus pada lini produksi *Shape Shifter Spa* yaitu 34.99 detik sehingga untuk penempatan stasiun kerja tidak boleh melebihi waktu siklus dan penempatan juga harus berhubungan dengan proses kerja. Pada metode ini operasi yang menjadi peringkat pertama yaitu operasi ke 8 kemudian 9 dan 10 pada operasi 8, 9 dan 10 tidak memiliki hubungan proses atau pekerjaan yang sama maka tidak bisa di gabungkan cari proses yang sama atau berhubungan dengan proses 8 pada metode ini proses yang berhubungan adalah 1 dan 22 sehingga bisa di jadikan 1 stasiun kerja karena menggunakan mesin yang sama dan jenis proses yang sama jika di totalkan waktu stasiun kerja 1 mencapai 34.81 detik sudah cukup baik. Selanjutnya menentukan stasiun kerja 2 pada proses ke 9, 10

dan 11 memiliki hubungan proses dan jenis proses yang sama jika di totalkan waktu stasiun kerja 2 mencapai 34.91 detik sudah cukup baik. Untuk langkah selanjutnya lakukan penggabungan stasiun kerja terus-menerus dengan memperhatikan urutan yang teratas dan proses yang berhubungan atau jenis proses yang sama. Adapun penempatan stasiun kerja pada kasus ini seperti pada tabel berikut:

Tabel 4. 9 Rekap Penempatan Stasiun Kerja Metode *Ranked Positional Weight*

SK	**Operasi**	**Waktu Standar (Ti)**	**STi**	**SK**	**Operasi**	**Waktu Standar (Ti)**	**STi**
1	8	9.07	34.81	7	6	10.94	29.82
	1	14.36			2	7.68	
	22	11.38			7	11.19	
2	9	6.47	34.91	8	19	21.64	34.93
	10	18.15			24	13.29	
	11	10.29		9	23	27.82	27.82
3	13	10.24	30.15	10	25	30.90	30.90
	14	4.44		11	20	22.31	27.38
	15	10.23			21	5.07	
	16	5.23		12	26	20.76	20.76
4	12	11.67	32.04	13	27	31.84	31.84
	18	20.38		14	28	22.79	22.79
5	3	4.08	34.99	15	29	34.49	34.49
	4	14.69		16	30	32.62	32.62
	5	16.22		17	31	22.76	31.25
6	17	26.85	26.85		32	8.49	

Langkah selanjutnya untuk melihat keseimbangan lini yang terjadi pada metode *ranked positional weight* perlu dilakukan pengukuran performansi dari penempatan elemen kerja kestasiun kerja yang sudah didapatkan apakah penempatan ini sudah baik atau belum, hal ini dapat diukur dengan menghitung *line efficiency, smoothness index, balance delay* dan *idle time* seperti berikut:

1. *Line Efficiency*

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^{n} STi}{CT \times n} \times 100\%$$

$$= \frac{(34.81 + 34.91 + 30.15 + 32.04 + \cdots + 31.25)}{34.99 \times 17} \times 100\%$$

$$= 87.14\ \%$$

2. *Smoothness Index*

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

$$= \sqrt{(34.49 - 34.81)^2 + (34.49 - 34.91)^2 + \cdots + (34.49 - 31.25)^2}$$

$$= 25.14$$

3. *Balance delay*

$$BD = \frac{CT \times n - \sum_{i=1}^{n} STi}{CT \times n} \times 100\%$$

$$= \frac{34.99 \times 17 - (34.81 + 34.91 + 30.15 + 32.04 + \cdots + 31.25)}{34.99 \times 17} \times 100\%$$

$$= 12.86\ \%$$

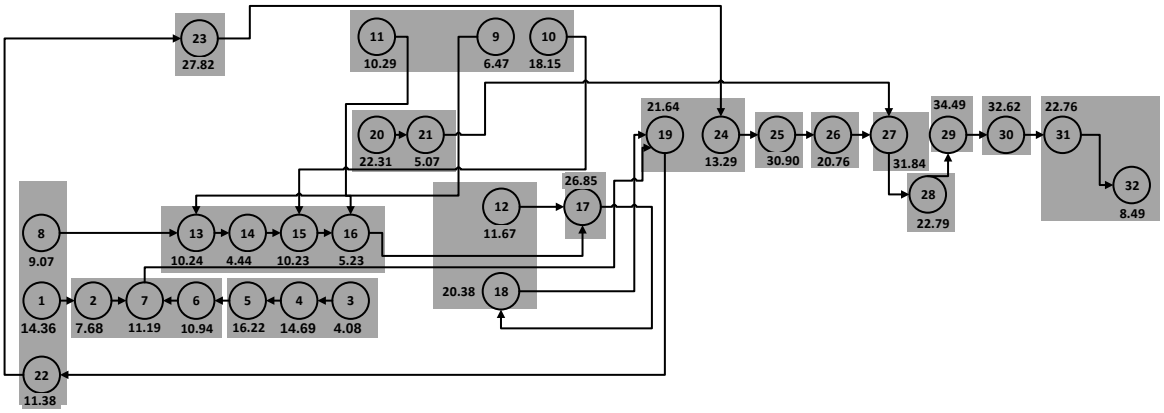
4. *Idle Time*

$$IT = (n \times CT) - \sum_{i=1}^{n} STi$$

$$= (17 \times 34.99) - (34.81 + 34.91 + 30.15 + 32.04 + \cdots + 8.49)$$

$$= 76.49 \text{ detik}$$

Berdasarkan perhitungan metode *ranked positional weight* diatas didapatkan *line efficiency* sebesar 87.14 %, *smoothness index* sebesar 25.14, *balance delay* sebesar 12.86% dan *idle time* sebesar 74.49 detik. Untuk pembagian stasiun kerja yang sudah terbentuk dapat dilihat pada gambar *precedence diagram* berikut:



Gambar 4. 4 *Precedance Diagram* Kondisi *Ranked Positional Weight*

Pada gambar diatas dapat dilihat pengalokasian stasiun kerja yang terbentuk dengan menggunakan metode *ranked positional weight* adalah 17 stasiun kerja sehingga pembagian beban kerja operator terhadap stasiun kerja yang terbentuk lini produksi *Shape Shifter Spa* membutuhkan 20 operator. Karena jumlah stasiun kerja 17 dan pada keadan awal proses 20 dan 21 memiliki 4 mesin yang sama untuk mengerjakan 4 aksesoris yang dibutuhkan, maka 17 operator di tambah dengan 3 operator agar dapat menyeimbangi proses lini 20 dan 21 dengan memperoses 4 aksesoris secara bersamaan.

4.2.9 Perhitungan Keseimbangan Lini Produksi Metode Moodie Young

Pada perhitungan ini dilakukan dengan menentukan jumlah stasiun kerja minimal dan melakukan pembagian proses pekerjaan ke dalam stasiun kerja dengan mengidentifikasi waktu stasiun kerja terbesar dan waktu stasiun kerja terkecil dengan menggunakan matrik P (elemen sebulumnya) dan F (elemen sesudahnya). Untuk langkah awal yang dilakukan adalah membuat matriks P dan F fase pertama dimana matriks P mendahului elemen kerja dan F didahului elemen kerja dapat dilihat seperti pada tabel berikut:

Tabel 4. 10 Rekap Matriks P dan F Metode *Moodie Young*

Elemen	**Matriks P**		**Waktu Standar (Ti)**	**Elemen**	**Matriks F**	
1	0	0	14.36	1	2	0
2	1	0	7.68	2	7	0
3	0	0	4.08	3	4	0
4	3	0	14.69	4	5	0
5	4	0	16.22	5	6	0
6	5	0	10.94	6	7	0
7	2	6	11.19	7	19	0
8	0	0	9.07	8	13	0
9	0	0	6.47	9	10	13
10	9	0	18.15	10	15	0
11	0	0	10.29	11	16	0
12	0	0	11.67	12	17	0
13	8	9	10.24	13	14	0
14	13	0	4.44	14	15	0
15	10	14	10.23	15	16	0
16	11	15	5.23	16	17	0
17	12	16	26.85	17	18	0
18	17	0	20.38	18	19	0
19	7	18	21.64	19	22	0
20	0	0	22.31	20	21	0
21	20	0	5.07	21	27	0
22	19	0	11.38	22	23	0
23	22	0	27.82	23	24	0
24	23	0	13.29	24	25	0
25	24	0	30.90	25	26	0
26	25	0	20.76	26	27	0
27	21	26	31.84	27	28	0
28	27	0	22.79	28	29	0
29	28	0	34.49	29	30	0
30	29	0	32.62	30	31	0
31	30	0	22.76	31	32	0
32	31	0	8.49	32	0	0

Langkah 1 pada fase pertama untuk matriks P pilihlah elemen kerja yang memiliki nilai 0 pada semua kolomnya dan kemudian pilih elemen kerja yang memiliki waktu operasi

terbesar bila ada lebih dari 2 elemen kerja yang memiliki nilai 0 pada semua kolomnya. Seperti pada hal ini elemen kerja 20 yang dipilih dengan waktu operasinya 22.31 detik. Kemudian melihat ke matriks F elemen kerja mana yang berhubungan dengan elemen kerja 20, pada kasus elemen kerja 20 berhubungan dengan elemen kerja 21 jika dari kedua elemen tersebut dijumlahkan waktu operasinya menjadi 27.38 detik jika di gabungkan menjadi 1 stasiun kerja harus memperhatikan *cycle time* nya tidak boleh lebih dari 34.94 detik dan lihat kembali pada matriks F yang berhubungan dengan elemen kerja 21 adalah elemen kerja 27 jika waktu operasinya digabungkan dengan elemen kerja 20 dan 21 maka akan melebihi waktu *cycle time* jadi pada stasiun kerja 1 terdapat elemen kerja 20 dan 2. Untuk menentukan stasiun kerja 2 kembali lagi ke matriks P yang memiliki nilai 0 semua dan mempunyai waktu operasi yang lebih besar seperti pada elemen kerja 1 dengan waktu operasi 14.36 detik dan lihat kembali pada matriks F elemen kerja mana yang berhubungan dengan elemen kerja 1 pada kasus elemen kerja 1 berhubungan dengan elemen kerja 2 jika waktu operasinya digabungkan menjadi 22.04 detik jika di lihat masih belum mendekati *cycle time* dan bisa di gabungkan dengan elemen kerja lainnya lihat kembali ke matriks F elemen kerja 2 berhubungan dengan elemen kerja 7 jadi jika digabungkan waktu operasi dari elemen kerja 1,2 dan 7 menjadi 33.23 detik dan tidak ada kemungkinan dapat di gabungkan dengan elemen kerja lainnya yang berhubungan dengan matriks P dan F makan stasiun kerja 2 terbentuk dengan elemen 1,2, dan 7.

Kemudian untuk pembentukan stasiun kerja 3 dilihat kembali pada matriks P dengan elemen kerja yang memiliki nilai 0 selalanjutnya adalah elemen kerja 12 dengan waktu operasi 11.67 detik dan untuk hubungannya dapat dilihat pada matriks F elemen 12 berhubungan dengan elemen kerja 17 jika kedua elemen di gabungkan maka waktunya akan melebihi *cycle time* maka lanjut pada matriks P yang sebelumnya berhubugan dengan elemen kerja 17 adalah stasiun kerja 16 maka yang akan di gabungkan ada lah elemen kerja 12 dan 16 jika digabungkan maka waktu operasinya menjadi 16.90 detik belum dapat mencapai cycle time makan akan di tambah 1 elemen kerja lagi, lihat kembali pada matriks P yang berhubungan denga elemen kerja 16 adalah elemen kerja 11 jika di gabungkan dari ketiga element tersebut yaitu 12, 16 dan 11 menjadi 27.18 detik sudah mendekati *cycle time* maka penggabungan diberhentikan sehingga terbentuk stasiun kerja 3 dan selanjutnya menentukan stasiun berikutnya. Lakukan hal itu secara terus-menurus dengan melihat hubungan

keterkaitan setiap matriks P dan F sehingga mendekati *cycle time* atau sama dengan waktu *cycle time*. Untuk hasil dari penggabungan elemen kerje menjadi stasiun kerja dengan fase 1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 11 Rekap Penempatan Stasiun Kerja Metode *Moodie Young*

SK	Elemen	Waktu Standar (Ti)	STi	SK	Elemen	Waktu Standar (Ti)	STi
1	20	22.31	27.38	7	5	16.22	27.16
	21	5.07			6	10.94	
2	1	14.36	33.23	8	17	26.85	26.85
	2	7.68		9	18	20.38	20.38
	7	11.19		10	19	21.64	33.02
3	11	10.29	27.19		22	11.38	
	16	5.23		11	23	27.82	27.82
	12	11.67		12	24	13.29	34.05
4	8	9.07	33.99		26	20.76	
	13	10.24		13	25	30.90	30.90
	14	4.44		14	27	31.84	31.84
	15	10.23		15	28	22.79	22.79
5	9	6.47	24.62	16	29	34.49	34.49
	10	18.15		17	30	32.62	32.62
6	3	4.08	18.77	18	31	22.76	31.25
	4	14.69			32	8.49	

Langkah selanjutnya untuk mengukur performansi dari penempatan elemen kerja kestasiun kerja yang sudah didapatkan dengan fase 1 apakah penempatan ini sudah baik atau belum, hal ini dapat diukur dengan menghitung *line efficiency, smoothness index, balance delay* dan *idle time* seperti berikut:

1. *Line Efficiency*

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^{n} STi}{CT \times n} \times 100\%$$

$$= \frac{(27.38 + 33.23 + 27.19 + 33.99 + \cdots + 31.25)}{34.99 \times 18} \times 100\%$$

$$= 82.30\ \%$$

2. *Smoothness Index*

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

$$= \sqrt{(34.49 - 27.38)^2 + (34.49 - 33.23)^2 + \cdots + (34.49 - 31.25)^2}$$

$$= 25.14$$

3. *Balance delay*

$$BD = \frac{CT \times n - \sum_{i=1}^{n} STi}{CT \times n} \times 100\%$$

$$= \frac{34.99 \times 18 - (27.38 + 33.23 + 27.19 + 33.99 + \cdots + 31.25)}{34.99 \times 17} \times 100\%$$

$$= 17.70\ \%$$

4. *Idle Time*

$$IT = (n \times CT) - \sum_{i=1}^{n} STi$$

$$= (17 \times 34.99) - (34.81 + 34.91 + 30.15 + 32.04 + \cdots + 8.49)$$

$$= 111.48 \text{ detik}$$

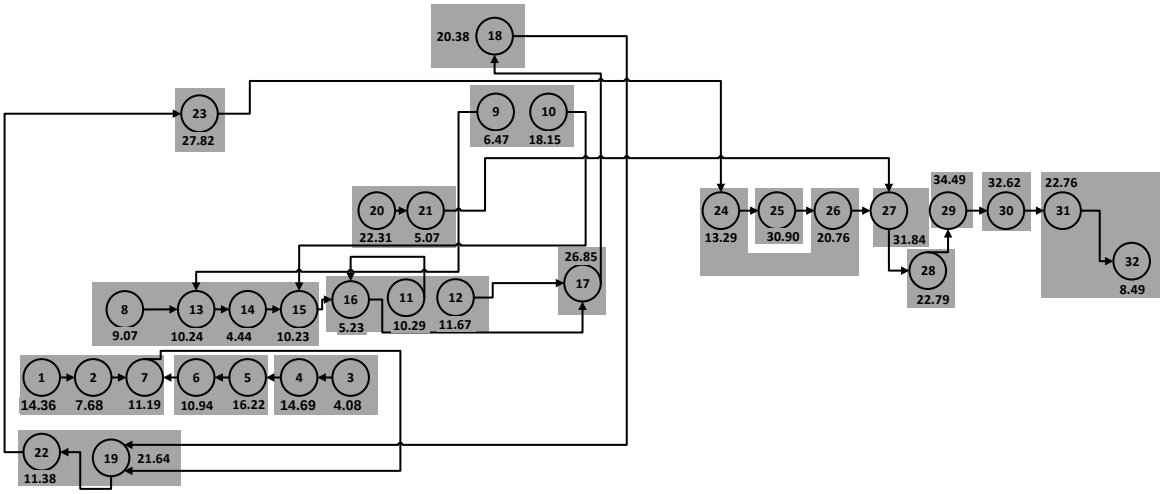
Kemudian Selanjutnya melakukan langkah-langkah dalam fase 2 yaitu merupakan perbaikan hasil dari fase 1, tentukan stasiun kerja dengan waktu maksimal dan minimal untuk mencari *GOAL*. Hal yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi stasiun kerja yang paling maksimum dan minimum dari stasiun kerja yang sudah terbentuk pada fase 1. Pada perhitungan menentukan *GOAL* dapat dilihat sebagai berikut:

$$\text{GOAL} = \frac{34.49 - 18.77}{2}$$

= 7.86

Menurut perhitungan fase 2 bahwa stasiun kerja yang memiliki waktu maksimum akan di alokasikan dengan melihat nilai *GOAL* dan stasiun kerja yang memiliki waktu maksimum adalah stasiun kerja 16. Karena pengalokasian elemen kerja yang ada di stasiun kerja 16 harus lebih kecil dari nilai *GOAL* maka pada hal ini tidak ada elemen kerja yang

dipindahkan ke stasiun yang memiliki waktu minimum. Sehingga berdasarkan perhitungan metode *moodie young* diatas didapatkan *line efficiency* sebesar 82.30 %, *smoothness index* sebesar 31.28, *balance delay* sebesar 17.70% dan *idle time* sebesar 111.48 detik. Untuk pembagian stasiun kerja yang sudah terbentuk dapat dilihat pada gambar *precedence diagram* berikut:



Gambar 4. 5 *Precedance Diagram* Kondisi *Moodie Young*

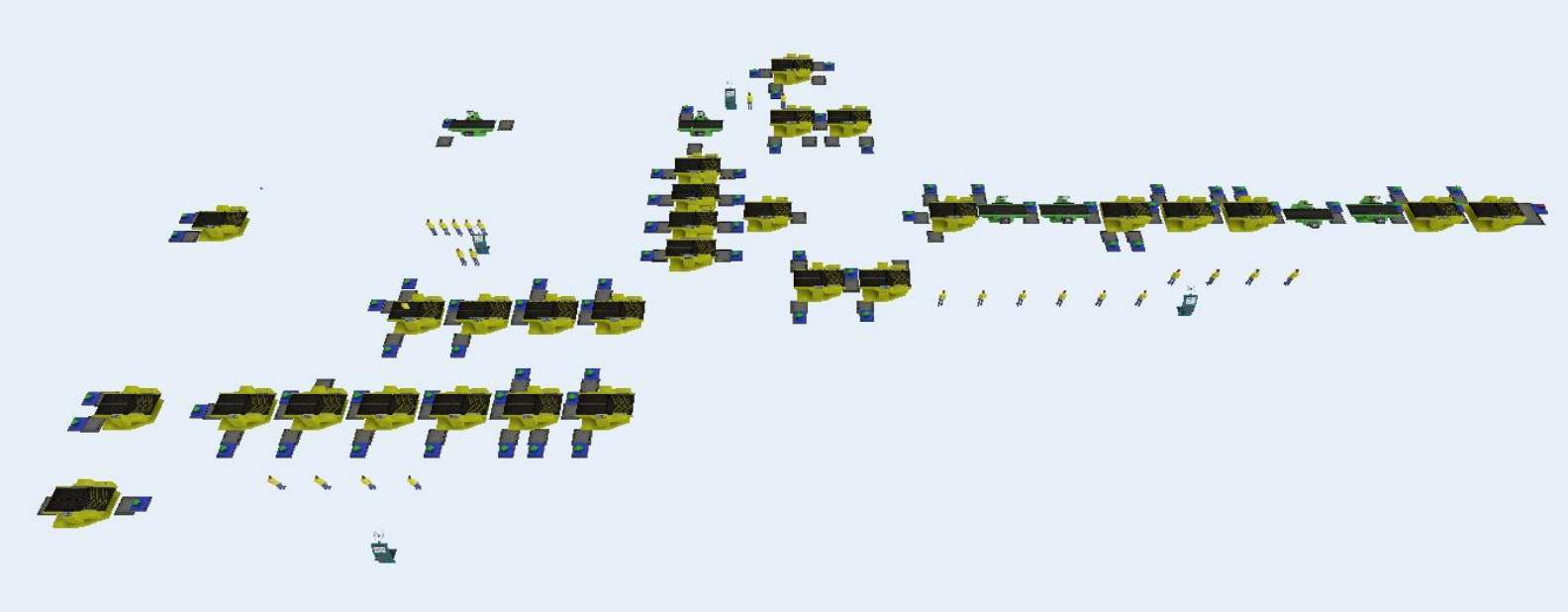
Pada gambar diatas dapat dilihat pengalokasian stasiun kerja yang terbentuk dengan menggunakan metode *moodie young* adalah 18 stasiun kerja sehingga pembagian beban kerja operator terhadap stasiun kerja yang terbentuk lini produksi *Shape Shifter Spa* membutuhkan 21 operator. Karena jumlah stasiun kerja 17 dan pada keadan awal proses 20 dan 21 memiliki 4 mesin yang sama untuk mengerjakan 4 aksesoris yang dibutuhkan, maka 18 operator di tambah dengan 3 operator agar dapat menyeimbangi proses lini 20 dan 21 dengan memperoses 4 aksesoris secara bersamaan.

4.2.10 Simulasi Model Awal

Simulasi model ini dibuat berdasarkan *precedence diagram* pada sistem yang ada dilapangan dan untuk perancangan model ini menggunakan *software* flexsim 6. Dengan beberapa inputan yang diperlukan untuk perancangan model pada penelitian ini diantaranya kedatangan bahan baku, alur proses material, jumlah mesin atau proses kerja, jumlah pekerja, *work in process*, jam kerja dan waktu proses untuk masing-masing kegiatan kerja.

Rancangan model yang dibuat diharapkan dapat mengambarkan perilaku-perilaku dari setiap proses yang saling berkaitan dan bagaimana proses mempengaruhi proses lainya sehingga dapat melihat hasil output yang terjadi jika dilakukan perbaikan pada lini perakitan produksinya.

Pada perancangan model simulasi ini nantinya akan dilakukan perbandingan dengan kedua metode keseimbangan lini yang sudah dihitungan dan didapatkan. Untuk kondisi awal simulasi akan dijalankan 9 jam (32400 detik) dengan waktu efektif bekerja 8 jam di PT. Cicor Panatec. Adapun tampilan model kondisi awal yang berdasarkan keadaan lapangan dan *precedence diagram* beserta operatornya yang terbentuk sebagai berikut:



Gambar 4. 6 Model Simulasi Kondisi Awal

4.2.10.1 Fixed Resources

Fixed resources merupakan sebuah objek tetap yang menerima atau mengirim pada proses *flowitem* atau sebuah objek utama yang dapat diproses. Pada gambar 4.8 model simulasi kondisi awal menggunakan beberapa objek yang termasuk dalam *fixed resources* bersifat tetap atau tidak dapat berpindah-pindah satu lokasi ke lokasi lainnya. Adapun data *fixed resources* yang digunakan dalam perancangan model simulasi sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Data *Fixed Resources*

Nama	Tipe
Welding Front Housing with Switch Window (including visual)	*Combiner*
Visual . Blowing & Assemble Lever	*Combiner*
Insert O-Ring to Contact Pin	*Combiner*
Apply Grease ; Insert Spring to Contact Pin and Cover Hsng	*Combiner*
Insert E-Ring to Contact Pin	*Combiner*
Apply MEK to Cover Housing	*Combiner*
Screwing Cover Housing to Front Housing	*Combiner*
Welding Soft Knob to Back Housing (Include visual)	*Combiner*
Soldering Red Wire to Contact	*Combiner*
Soldering Black Wire to Contat & Shrink Tube	*Combiner*
Cutting White Band & Making Node	*Processor*
Insert Wrap post pin to Hand Conductor	*Combiner*
Insert Contact Battery Single Red Wire & Double With Back Housing	*Combiner*
Insert O-ring to Back Housing	*Combiner*
Insert Contact Battery Single Black Wire	*Combiner*
Insert White Band to Back Hsng	*Combiner*
Gluing Back Connductor with Back Housing	*Combiner*
Soldering Wire to PCBA	*Combiner*
Joining Front Housing & Back Housing	*Combiner*
Insert Accessories (4 machine for 4 acc)	*Combiner*
Painitng (accessories)	*Combiner*
Welding Front Housing & Back Housing	*Combiner*
Buffing	*Processor*
Leakage	*Processor*
Functional Test	*Processor*
Paste Label & Insert Battery	*Combiner*
Conductivity & Fitting Accessories Test	*Combiner*
Apply Grease; FCT and Insert End Cap	*Combiner*

Nama	Tipe
Dragging Test & Paste Plastic Protection	*Processor*
Connectivity Test for 4 Accessories	*Processor*
Bagging Unit & 4 Accessories on the Plastic Bag Bubble	*Combiner*
Weight & Packing	*Combiner*
WIP	*Source*
Kedatangan Material	*Source*
Penampungan Material	*Queue*
Gudang	*Queue*

4.2.10.2 Taks Executor

Taks executor merupakan sebuah objek yang bergerak secara *mobile* yang melakukan tugas untuk mengoprasikan *Fixed resources.* Pada gambar 4.8 model simulasi kondisi awal menggunakan beberapa objek yang termasuk dalam *taks executor* bersifat *mobile* atau berpindah-pindah sesuai tugas yang diberikan, pada perancangan ini terbagi 2 tipe *taks executor* pertama objek yang mengoprasikan *fixed resources* dan kedua objek yang menugaskan pengoprasian *fixed resources*. Adapun data *taks executor* yang digunakan dalam perancangan model simulasi sebagai berikut:

Tabel 4. 13 Data *Taks Executor*

Tipe	Jumlah
Operator	23
Dispatcher	3

4.2.10.3 Data Kapasitas

Data kapasitas merupakan sebuah data yang menjadi representasi dari kemampuan setiap stasiun kerja atau proses kerja dalam sekali proses. Kapasitas yang dimaksud merupakan jumlah barang yang ditampung untuk diproses atau barang yang lagi diproses. Adapun data kapasitas yang digunakan dalam perancangan model simulasi sebagai berikut:

Tabel 4. 14 Data Kapasitas Proses

Nama	Tipe
Welding Front Housing with Switch Window (including visual)	1
Visual . Blowing & Assemble Lever	1
Insert O-Ring to Contact Pin	1
Apply Grease ; Insert Spring to Contact Pin and Cover Hsng	1
Insert E-Ring to Contact Pin	1
Apply MEK to Cover Housing	1
Screwing Cover Housing to Front Housing	1
Welding Soft Knob to Back Housing (Include visual)	1
Soldering Red Wire to Contact	1
Soldering Black Wire to Contat & Shrink Tube	1
Cutting White Band & Making Node	1
Insert Wrap post pin to Hand Conductor	1
Insert Contact Battery Single Red Wire & Double With Back Housing	1
Insert O-ring to Back Housing	1
Insert Contact Battery Single Black Wire	1
Insert White Band to Back Hsng	1
Gluing Back Connductor with Back Housing	1
Soldering Wire to PCBA	1
Joining Front Housing & Back Housing	1
Insert Accessories (4 accessories)	1
Painitng (accessories)	1
Welding Front Housing & Back Housing	1
Buffing	1
Leakage	1
Functional Test	1
Paste Label & Insert Battery	1
Conductivity & Fitting Accessories Test	1
Apply Grease; FCT and Insert End Cap	1
Dragging Test & Paste Plastic Protection	1
Connectivity Test for 4 Accessories	1
Bagging Unit & 4 Accessories on the Plastic Bag Bubble	1
Weight & Packing	1

4.2.10.4 Data Waktu Proses (*Prosess Time*)

Data waktu proses merupakan waktu siklus pada masing-masing stasiun kerja yang telah diubah dalam bentuk distribusi statistik. Adapun data distribusi statistik waktu proses setiap *processor* dan *combiner* yang mewakili stasiun kerja dalam perancangan model simulasi sebagai berikut:

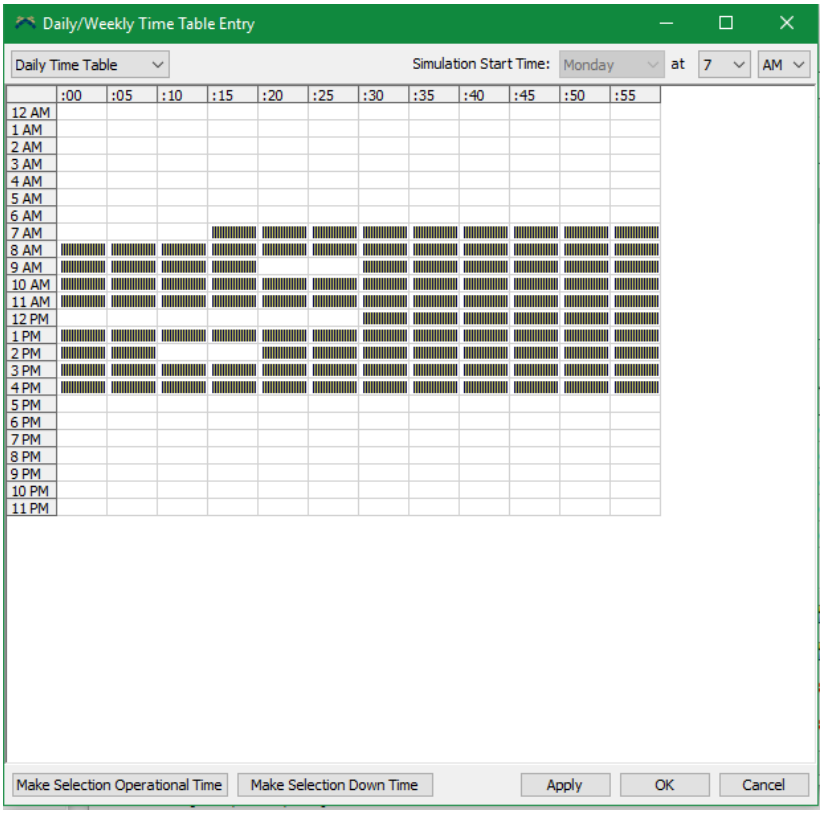
Tabel 4. 15 Data Waktu Proses Distribusi

Process Kerja	***Process Time***
1	Johnsonbounded(9.84384, 14.23822, -1.37881, 1.20581, <stream>)
2	Beta(5.88738, 8.05886, 1.34271, 1.31269, <stream>)
3	Loglogistic(2.98688, 0.61171, 2.75798, <stream>)
4	Loglaplace(0.0, 13.38999, 15.04260, <stream>)
5	Johnsonbounded(12.72093, 16.51626, 0.39005, 0.98209, <stream>)
6	Beta(8.23606, 10.42637, 1.77933, 0.94584, <stream>)
7	Beta(9.04541, 11.58009, 1.66561, 2.07781, <stream>)
8	Johnsonbounded(7.92263, 8.64134, 0.17047, 0.64758, <stream>)
9	Johnsonbounded(5.04744, 6.28578, -0.17912, 0.92675, <stream>)
10	Johnsonbounded(15.16919, 17.31025, 0.39578, 0.64357,<stream>)
11	Invertedweibull(7.37316, 1.52945, 2.84604, <stream>)
12	Gamma(8.82347, 0.05106, 34.88320, <stream>)
13	Johnsonbounded(8.15879, 10.25665, -0.15834, 0.52881, <stream>)
14	Beta(3.45545, 4.79320, 0.78069, 1.01657, <stream>)
15	Johnsonbounded(8.39179, 10.12319, -0.09690, 0.58705, <stream>)
16	Johnsonbounded(4.25402, 5.32985, 0.15177, 0.84809, <stream>)
17	Johnsonbounded(23.41260, 24.99503, -0.48902, 0.62165, <stream>)
18	Johnsonbounded(16.14372, 21.01157, 0.38885, 0.47711, <stream>)
19	beta(17.58178, 21.93724, 1.70789, 1.84075, <stream>)
20	johnsonbounded(18.86055, 21.61518, -0.06538, 0.70656, <stream>)
21	beta(3.63334, 6.70796, 2.43651, 5.27108, <stream>)
22	johnsonbounded(9.50845, 11.24248, 0.05460, 0.45117, <stream>)
23	erlang(17.81516, 1.49557, 5, <stream>)
24	johnsonbounded(11.18874, 13.11624, 0.15164, 0.71155, <stream>)
25	johnsonbounded(26.71135, 29.16976, -0.21646, 0.52291, <stream>)
26	Beta(17.95680, 20.57492, 4.91367, 9.13489, <stream>)
27	Beta(27.37413, 31.00551, 0.83335, 1.09490, <stream>)
28	Beta(18.80912, 22.01322, 2.02813, 1.36537, <stream>)
29	Beta(27.83428, 34.32869, 1.48659, 1.26146, <stream>)

Process Kerja	*Process Time*
30	Johnsonbounded(26.29620, 32.30429, -0.23727, 0.72850, <stream>)
31	Beta(17.97322, 23.58092, 1.12781, 1.21662, <stream>)
32	Johnsonbounded(6.84820, 8.54677, -0.04438, 0.54481, <stream>)

4.2.10.5 *Time Table*

Time table merupakan sebuah representasi data waktu kerja yang telah dijadwalkan menjadi inputan pada rancangan model simulasi, waktu kerja atau jam kerja tersebut sudah dijelaskan pada sub bab pengumpulan data. Pada perancangan ini *time table* dibuat dengan waktu kerja normal pada *lini shape shifter spa*. Adapun tampilan dari kedua kondisi waktu kerja yang menjadi *time table* pada simulasi sebagai berikut:



Gambar 4. 7 *Time Table* Waktu *Normal*

4.2.11 Inventori

Data inventori atau *WIP* (*work in process*) merupakan jumlah *part Nu Skin Spa* yang akan diproses pada masing-masing proses kerjanya di bagian *Shape Shifter Spa.* pada awal pekerjaan WIP berjumlah 1 tray yang berisi 20 unit part yang siap di proses pada setiap bagian. Data ini akan digunakan untuk menjalankan simulasi agar tercapainya output sesuai dengan kondisi aktual lini produksi *Shape Shifter Spa*.

4.2.12 Verifikasi dan Validasi

Pada verifikasi dan validasi didalam perancangan simulasi sangat diperlukan, verifikasi yang bertujuan untuk mengetahui apakah formulasi pada model simulasi sudah sesuai dengan keinginan pemodel atau belum dan sedangkan validasi bertujuan untuk memastikan apakah rancangan simulasi yang dibuat berjalan sesuai dengan kondisi nyata. Berikut merupakan verifikasi dan validasi yang dilakukan pada perancangan simulasi.

4.2.12.1 Verifikasi

Setelah perancangan model simulasi dilakukan seperti pada penjelasan diatas, maka langkah selajutnya yang perlu dilakukan adalah melakukan verifikasi terhadap rancangan model simulasi kondisi awal yang telah dibuat sesuai kondisi lapangan atau *precedence diagram* diatas. Verifikasi dilakukan dengan memeriksa *function* pada seluruh operasi pada objek yang ada dalam rancangan model tersebut dan mengamati jalannya simulasi model secara keseluruhan, apabila tidak terjadi *error* pada rancangan model makan pilihan *function* sudah dianggap benar.

Verifikasi selanjutnya dapat dilakukan dengan mengamati perilaku sistem secara visualisasi model. Rancangan model yang dibuat ini dapat digunakan untuk mensimulasikan aliran material dari keseluruhan *value stream.* Oleh karena itu yang seharusnya disimulasikan proses awal produk sampai produk tersebut menjadi produk *finished.* Pada model ini terdapat 26 *combiner*, 6 *processor* dan 23 operator yang bekerja, 3 *dispatcher* yang mengatur pergerakan operator di lini shape shifter spa.

4.2.12.2 Validasi

Setelah dilakukan verifikasi terhadap rancangan model simulasi kemudian selanjutnya dilakukannya validasi. Uji validasi untuk mengetahui apakan rancangan model simulasi yang telah dibuat dapat mempresentasikan kondisi nyata yang ada yaitu sesuai dengan kondisi lini produksi saat ini. Uji validasi yang akan digunakan yaitu secara statistik dimana validasi dilakukan dengan uji rata-rata. Sebelum melakukan perhitungan uji rata-rata hal yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah menentukan jumlah replikasi *output* model simulasi dengan menggunakan data *output* produksi di lini saat ini. Adapun data *output* pada kondisi lini produksi dengan jam kerja normal dan *overtime* sebagai berikut:

Tabel 4. 16 Hasil *Output* Simulasi

Replikasi	**Data simulasi**
1	788
2	785
3	784
4	789
5	784
6	783
7	780
8	783
9	778
10	789
11	780
12	790
13	788
14	781
15	782
Rata-rata	784
Standar Deviasi	3.79
α	0.05
n	10

Kemudian dilakukan perhitungan nilai δ (Delta) sebagai salah satu data pendukung untuk menentukanjumlah replikasi yang harus dilakukan untuk uji statistik dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$\delta = \frac{|E(Y) - \mu o|}{\sigma} = \frac{|784 - 787|}{3.79} = 0.79$$

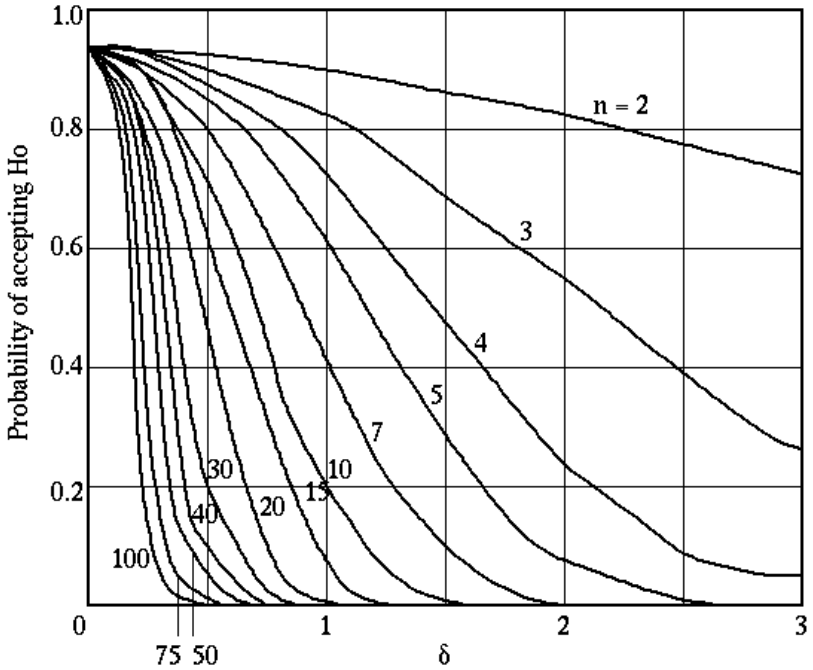
E(Y) = Nilai rata-rata data simulasi

μo = Nilai rata-rata System nyata

σ = Standar deviasi data simulasi

n = Jumlah replikasi data

Berdasarkan grafik untuk penentuan jumlah replikasi dengan α sebesar 0.05 pada gambar dibawah, dengan menggunakan nilai δ sebesar 0.79 dan nilai β sebesar 0.2 maka didapatkan jumlah n sebesar 20 replikasi. Sehingga pada perhitungan validasi, akan digunakan 20 replikasi hasil simulasi.



Gambar 4. 8 *Operating Characteristic Curves for The Two-Sided t Test forDifferent Values of Sample Size n* (Ferris, et al., 1946)

Pada proses selanjutnya uji validasi dilakukan dengan uji dua rata-rata yaitu membandingkan nilai rata-rata data simulasi dengan data pada system nyata. Oleh karena itu akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan *t-test* dengan menghitung nilai t_0 dengan hipotesis yang telah ditentukan. Ho diterima jika $-t_{0.025} < t_0 < t_{0.025}$, sedangkan H_0 ditolak jika $t_0 < -t_{0.025}$ atau $t_0 > t_{0.025}$. Untuk perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4. 17 Hasil Perbandingan 20 Replikasi

Replikasi	Data simulasi	Data Sistem nyata
1	788	788
2	785	787
3	784	786
4	789	790
5	784	783
6	783	788
7	780	789
8	783	785
9	778	784
10	789	787
11	780	785
12	790	786
13	788	789
14	781	787
15	782	786
16	785	784
17	786	780
18	789	790
19	787	788
20	782	782
Rata-rata	785	786
Standar Deviasi	3.53	2.67
α	0.05	0.05
n	20	20

$$t_0 = (Y - \mu o) / (\frac{\sigma}{\sqrt{n}}) = (785 - 786) / (3.53/\sqrt{20}) = -0.789$$

Jika nilai $-t_{0.025}$ adalah -2.100 dan $t_{0.025}$ adalah 2.100 maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima karena nilai $-t_{0.025} < t_0 < t_{0.025}$ yaitu -2.100 < -0.789 < 2.100 artinya model simulasi dapat dikatakan valid.

4.2.13 Desain Eksperimen

Pada desain eksperimen semulasi ini merupakan rancangan 2 metode keseimbangan lini yang sudah dilakukan perhitungannya dengan tingkat efisiensi yang lebih baik dari kondisi awal dimana ke 2 metode ini nantinya dilakukan penggabungan stasiun kerja dan di bandingkan berdasarkan jumlah output, efisiensi, operator sehingga mencapai kapasitas produksi setiap bulannya.

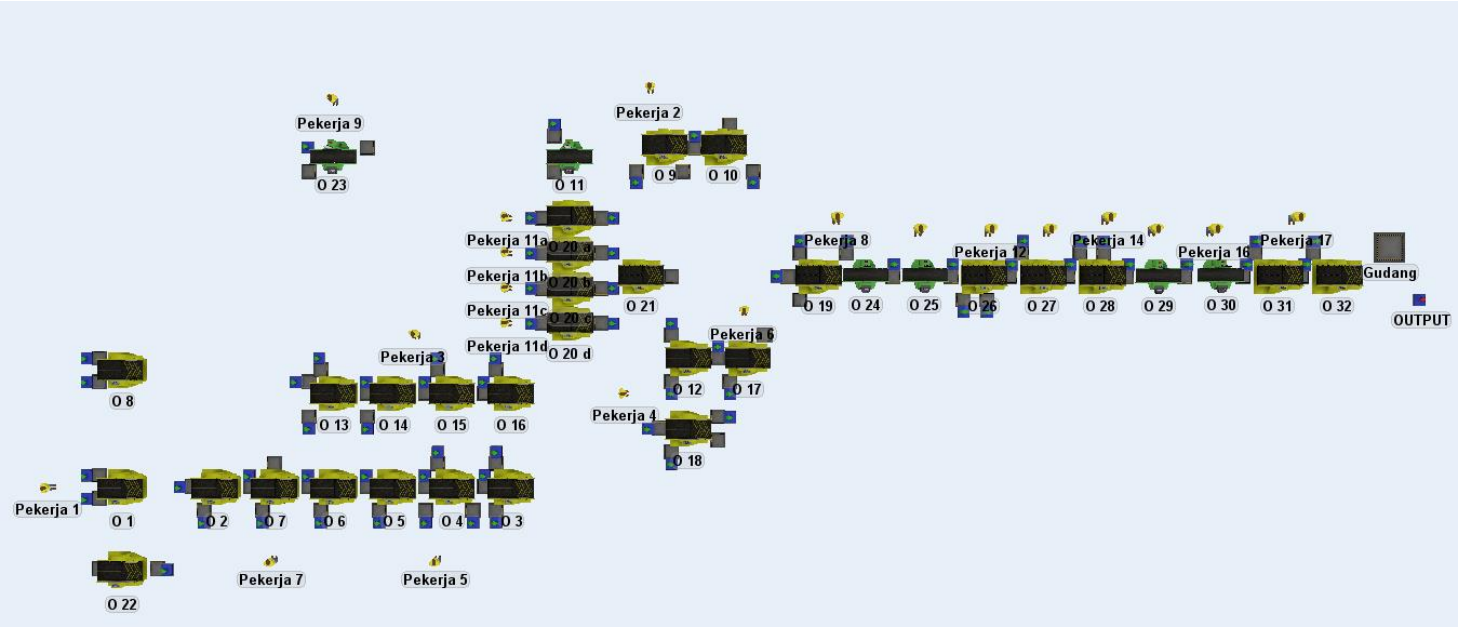
4.2.13.1 Rancangan Eksperimen 1 (Metode *Ranked Positional Weight)*

Pada desain rancangan ini yang pertama dilakukan pembagian stasiun kerja dengan jumlah operator yang ada berkurang menjadi 20 operator yang awalnya pada kondisi awal operator berjumlah 23. Dari rancangan ini operator di tetapkan pada stasiun kerja yang sudah terbentuk dengan 20 stasiun kerja yang awalnya stasiun kerja yang terbentuk berjumlah 32 stasiun kerja. Adapun penggabungan stasiun kerja yang dilakukan untuk mencapai tingkat kapasitas produksi dan efisiensi sebagai berikut:

Tabel 4. 18 Penggabungan Stasiun Kerja *Ranked Positional Weight*

SK	Operasi	Waktu Standar (Ti)	STi	SK	Operasi	Waktu Standar (Ti)	STi
1	8	9.07	34.81	7	6	10.94	29.82
	1	14.36			2	7.68	
	22	11.38			7	11.19	
2	9	6.47	34.91	8	19	21.64	34.93
	10	18.15			24	13.29	
	11	10.29		9	23	27.82	27.82
3	13	10.24	30.15	10	25	30.90	30.90
	14	4.44		11	20	22.31	27.38
	15	10.23			21	5.07	
	16	5.23		12	26	20.76	20.76
4	12	11.67	32.04	13	27	31.84	31.84
	18	20.38		14	28	22.79	22.79
5	3	4.08	34.99	15	29	34.49	34.49
	4	14.69		16	30	32.62	32.62
	5	16.22		17	31	22.76	31.25
6	17	26.85	26.85		32	8.49	

Berdasarkan penggabungan stasiun kerja yang telah dilakukan diatas, pembagian beban kerja operator juga dilihat dari stasiun kerja dimana 1 operator akan mengerjakan pekerjaan yang ada distasiun kerjanya masing-masing. Adapun rancangan model simulasi *Ranked Positional Weight* sebagai berikut:



Gambar 4. 9 Model Simulasi *Ranked Positional Weight*

Tabel 4. 19 Hasil Replikasi Simulasi Metode *Ranked Positional Weight*

Replikasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Output RPW	823	824	822	824	823	823	822	823	823	824	822	823	823	822	824	823	823	822	823	824

Dapat dilihat pada tabel diatas dari hasil simulasi yang dilakukan metode *ranked positional weight* dengan jumlah operator 20 dan stasiun kerja 20 dengan waktu kerja efektif 480 menit.

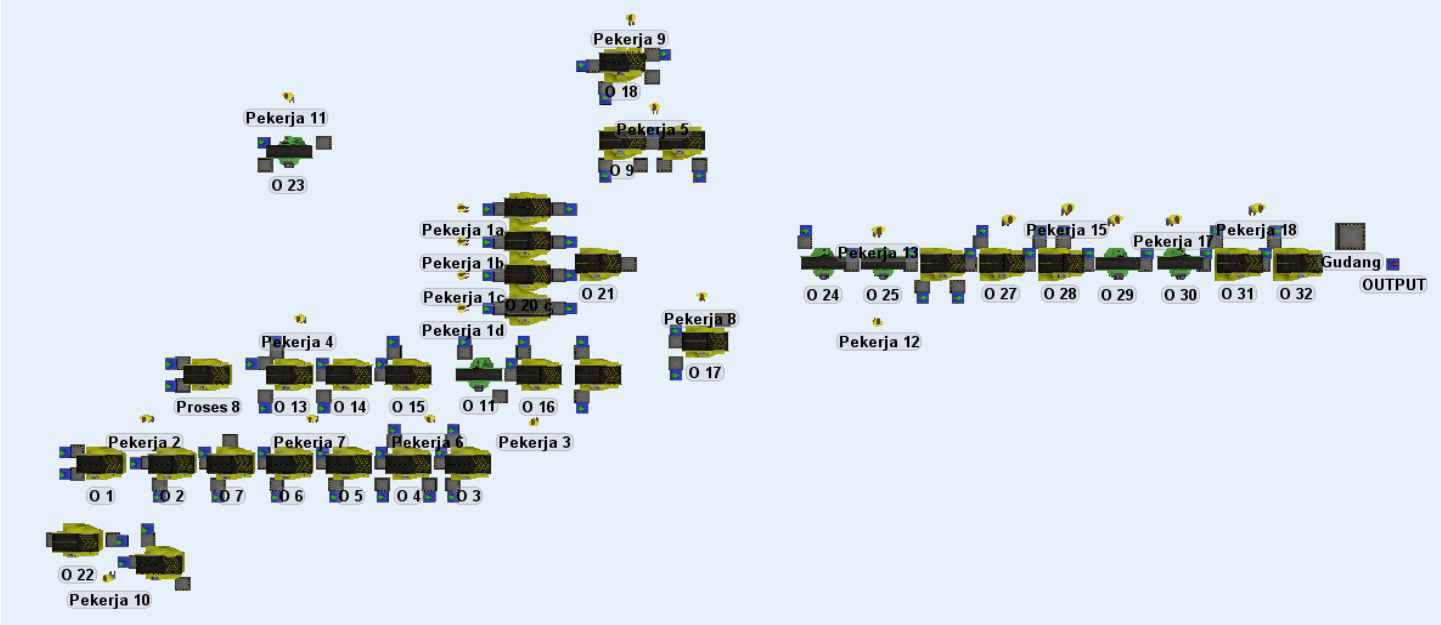
4.2.13.2 Rancangan Eksperimen 2 Metode *Moodie Young*

Pada desain rancangan ini yang pertama dilakukan pembagian stasiun kerja dengan jumlah operator yang ada berkurang menjadi 21 operator yang awalnya pada kondisi awal operator berjumlah 23. Dari rancangan ini operator di tetapkan pada stasiun kerja yang sudah terbentuk dengan 21 stasiun kerja yang awalnya stasiun kerja yang terbentuk berjumlah 32 stasiun kerja. Adapun penggabungan stasiun kerja yang dilakukan untuk mencapai tingkat kapasitas produksi dan efisiensi sebagai berikut:

Tabel 4. 20 Penggabungan Stasiun kerja *Moodie Young*

SK	Elemen	Waktu Standar (Ti)	STi	SK	Elemen	Waktu Standar (Ti)	STi
1	20	22.31	27.38	7	5	16.22	27.16
	21	5.07			6	10.94	
2	1	14.36	33.23	8	17	26.85	26.85
	2	7.68		9	18	20.38	20.38
	7	11.19		10	19	21.64	33.02
3	11	10.29	27.19		22	11.38	
	16	5.23		11	23	27.82	27.82
	12	11.67		12	24	13.29	34.05
4	8	9.07	33.99		26	20.76	
	13	10.24		13	25	30.90	30.90
	14	4.44		14	27	31.84	31.84
	15	10.23		15	28	22.79	22.79
5	9	6.47	24.62	16	29	34.49	34.49
	10	18.15		17	30	32.62	32.62
6	3	4.08	18.77	18	31	22.76	31.25
	4	14.69			32	8.49	

Berdasarkan penggabungan stasiun kerja yang telah dilakukan diatas, adapun rancangan model simulasi *Moodie Young* sebagai berikut:



Gambar 4. 10 Model Simulasi *Moodie Young*

Tabel 4. 21 Hasil Replikasi Simulasi (Metode *Ranked Positional Weight)*

Replikasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Output MD	812	812	814	811	812	812	813	812	812	813	812	813	811	812	812	813	812	812	813	812

Dapat dilihat pada tabel diatas dari hasil simulasi yang dilakukan metode *moodie young* dengan jumlah operator 21 dan stasiun kerja 21 dengan waktu kerja efektif 480 menit.

4.2.14 Pemilihan Alternatif

Pada pemilihan alternatif hal yang pertamakali dilakukan adalah mencari hasil output dari rancangan model yang telah dibuat. Data historis output model awal, alternatif 1 dan alternatif 2 di peroleh dari hasil Experimenter pada Flexsim 6. Adapun data yang di peroleh sebagai berikut:

Tabel 4. 22 Data Historis Model Awal, Alternatif 1 dan Alternatif 2

No.	Model Awal	Alternatif 1	Alternatif 2
1	788	823	812
2	785	824	812
3	784	822	814
4	789	824	811
5	784	823	812
6	783	823	812
7	780	822	813
8	783	823	812
9	778	823	812
10	789	824	813
11	780	822	812
12	790	823	813
13	788	823	811
14	781	822	812
15	782	824	812
16	785	823	813
17	786	823	812
18	789	822	812
19	787	823	813
20	782	824	812

4.2.14.1 Uji ANOVA

1. Identifikasi Hipotesis

   Ho : tidak ada perbedaan rata-rata output yang dipengaruhi oleh 3 model berbeda baik itu model awal, alternatif 1 dan alternatif 2.

   Ha : ada perbedaan rata-rata output yang dipengaruhi oleh 3 model berbeda baik itu model awal, alternatif 1 dan alternatif 2.

2. Keteria Pengujian

   Ho diterima, jika f hitung ≤ f tabel

   Ho ditolak, jika f hitung > f tabel

3. Analisa Uji Anova

Tabel 4. 23 Hasil Uji Anova

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
Model Awal	20	15693	784.65	12.45
Alternatif 1	20	16460	823	0.526316
Alternatif 2	20	16245	812.25	0.513158

ANOVA				f hitung		f tabel
Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	15653.63	2	7826.817	1740.65	7.98E-52	3.158843
Within Groups	256.3	57	4.496491			
Total	15909.93	59				

Dapat dilihat dari tabel diatas karena nilai f hitung > f tabel, maka berdasarkan kriteria pengujian maka Ho ditolak, dengan begitu maka ada perbedaan rata-rata output yang

dipengaruhi oleh 3 model berbeda baik itu model awal, alternatif 1 dan alternative 2. Karena Ho ditolak maka bisa dilanjutkan ke uji beferroni.

4.2.14.2 Uji Benferroni

1. Identifikasi Hipotesis

   Ho : ada perbedaan rata-rata output yang dipengaruhi antar model dan model.

   Ha : Tidak ada perbedaan rata-rata output yang dipengaruhi antar model dan model.

2. Kriteria Pengujian

   Ho diterima, jika P (T<=t) two-tail < α/n

   Ho ditolak, jika P (T<=t) two-tail > α/n

3. Analisa Uji Benferroni

Tabel 4. 24 Hasil Uji Benferroni Model Awal dan Alternatif 1

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	Model Awal	*Alternatif 1*
Mean	784.65	823
Variance	12.45	0.526315789
Observations	20	20
Pooled Variance	6.488157895	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	38	
	-	
t Stat	47.61071057	
P(T<=t) one-tail	8.66002E-36	
t Critical one-tail	1.68595446	
P(T<=t) two-tail	1.732E-35	
t Critical two-tail	2.024394164	
α/n(0.05/3)	0.016666667	

Pada uji benferroni diatas nilai P (T<=t) two-tail < α/n, maka Ho diterima yang artinya ada perbedaan rata-rata yang signifikan antara output model awal dengan alternatif 1.

Tabel 4. 25 Hasil Uji Benferroni Model Awal dan Alternatif 2

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	Model Awal	*Alternatif 2*
Mean	784.65	812.25
Variance	12.45	0.513157895
Observations	20	20
Pooled Variance	6.481578947	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	38	
	-	
t Stat	34.28219923	
P(T<=t) one-tail	1.71958E-30	
t Critical one-tail	1.68595446	
P(T<=t) two-tail	3.43917E-30	
t Critical two-tail	2.024394164	
α/n(0.05/3)	0.016666667	

Pada uji benferroni diatas nilai P (T<=t) two-tail < α/n, maka Ho diterima yang artinya ada perbedaan rata-rata yang signifikan antara output model awal dengan alternatif 2.

Tabel 4. 26 Hasil Uji Benferroni Alternatif 1 dan Alternatif 2

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	Alternatif 1	*Alternatif 2*
Mean	823	812.25
Variance	0.526315789	0.513157895
Observations	20	20
Pooled Variance	0.519736842	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	38	
t Stat	47.15380168	
P(T<=t) one-tail	1.24188E-35	
t Critical one-tail	1.68595446	
P(T<=t) two-tail	2.48375E-35	
t Critical two-tail	2.024394164	
α/n(0.05/3)	0.016666667	

Pada uji benferroni tabel 4. 26 nilai P (T<=t) two-tail < α/n, maka Ho diterima yang artinya ada perbedaan rata-rata yang signifikan antara output model awal dengan alternatif