

## BAB IV

### METODELOGI PENELITIAN

#### 4.1 Tinjauan Umum Proyek

##### 4.1.1 Data Umum Proyek

Sebagai gambaran umum lokasi produksi precast PT Adhi Karya (persero) Pabrik Precast Sentul Departemen LRT (*Light Rail Transit*) disajikan sebagai berikut:

1. Pemilik Pabrik : PT. Adhi Karya (Persero)
2. Pengelola Pabrik : PT. Adhi Karya Departemen LRT Pabrik Precast Sentul
3. Lokasi Proyek : J.L Babakan Madang RT01/RW01. Desa Kadumangu Kec. Babakan Madang. 500 m. Dari pintu keluar Tol Sirkuit Sentul.

##### 4.1.2 Proses Kegiatan Produksi Balok Girder

Pada produksi balok girder yang dilakukan oleh PT Adhi Karya (persero) Pabrik Precast Sentul Departemen LRT (*Light Rail Transit*) adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.1 Kegiatan Produksi**

No	KEGIATAN
1	Fabrikasi besi
2	Pembersihan dan pemberian minyak pada moulding
3	Pemasangan rakitan besi pada moulding
4	Pemasangan inner dan aksesoris pada moulding
5	Persiapan alat stressing
6	Proses stressing

7	Proses pengecoran
<b>No</b>	<b>KEGIATAN</b>
8	Proses curing
9	Pembukaan side moulding
10	Tes kuat tekan
11	Proses pemotongan strand
12	Proses demoulding
13	Proses finishing
14	Stock yard

Sumber : PT. Adhi Karya (Persero) Pabrik Precast Sentul

Prosedur kegiatan tersebut dilakukan secara berulang – ulang. Sehingga Kegiatan yang dilakukan secara berulang – ulang tersebut mengakibatkan mesin dan cetakan yang digunakan harus mengalami *maintenance* secara teratur. *Maintenance* tersebut mengakibatkan proses produksi terjadi dalam empat siklus yang berbeda dalam satu bulan produksinya. Pada PT Adhi Karya (persero) Pabrik Precast Sentul Departemen LRT (*Light Rail Transit*) terdapat tiga buah alat moulding sehingga siklus – siklus tersebut terjadi pada keadaan sebagai berikut.

1. Siklus Pertama terjadi saat ketiga mesin dan alat moulding dalam keadaan siap produksi dan telah mengalami proses *maintenance*. Siklus pertama dilambangkan dengan tanda (i).

Mesin dan Moulding 1

Mesin dan Moulding 2

Mesin dan Moulding 3

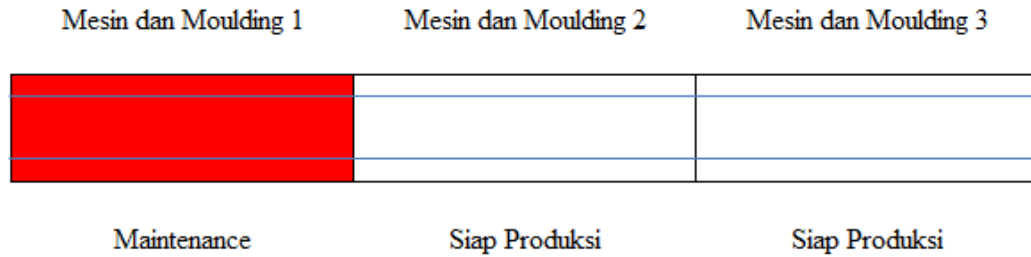

Siap Produksi

Siap Produksi

Siap Produksi

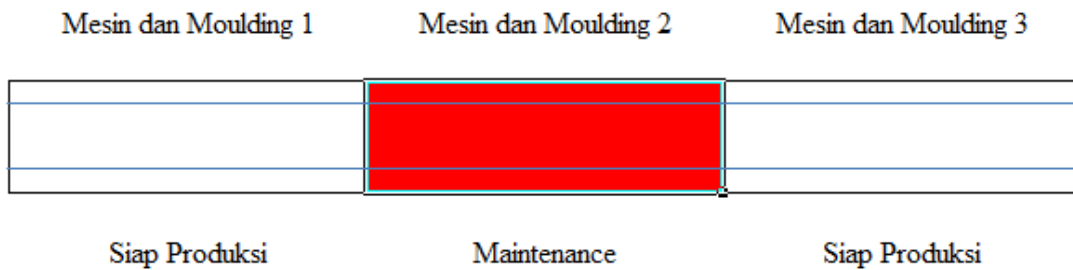
**Gambar 4.1 Skema Mesin Produksi Siklus Pertama**

2. Siklus Kedua terjadi pada saat salah satu mesin dari dan alat moulding mengalami *maintenance*. Pada siklus kedua mesin dan alat moulding 1 mengalami *maintenance*. Siklus kedua dilambangkan dengan simbol (ii).



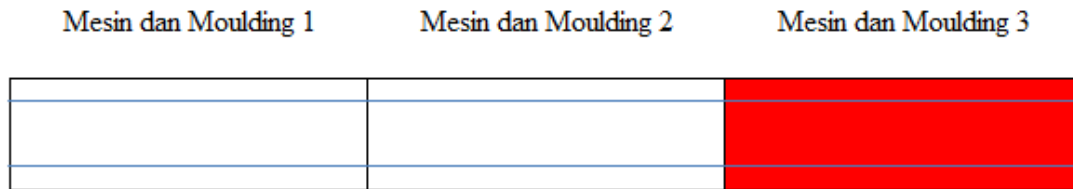
**Gambar 4.2 Skema Mesin Produksi Siklus Kedua**

3. Siklus ketiga terjadi pada saat salah satu mesin dari dan alat moulding mengalami *maintenance*. Pada siklus ketiga mesin dan alat moulding 2 mengalami *maintenance*. Siklus ketiga dilambangkan dengan simbol (iii).



**Gambar 4.3 Skema Mesin Produksi Siklus Ketiga**

4. Siklus Keempat terjadi pada saat salah satu mesin dari dan alat moulding mengalami *maintenance*. Pada siklus produksi keempat mesin dan alat moulding 3 mengalami *maintenance*. Pada siklus keempat dilambangkan dengan simbol (iv).



Siap Produksi      Maintenance      Maintenance

**Gambar 4.4 Skema Mesin Produksi Siklus Keempat**

## 4.2 Analisa Waktu

### 4.2.1 Pengamatan Proses Produksi

Berdasarkan pengamatan dilapangan yang dilakukan terhadap seluruh produksi balok girder oleh PT Adhi Karya (persero) Pabrik Precast Sentul Departemen LRT (*Light Rail Transit*) sebagai berikut.

**Tabel 4.2 Durasi Kegiatan**

No	KEGIATAN	Waktu
		Jam
1	Fabrikasi besi	2
2	Pembersihan dan pemberian minyak pada moulding	1
3	Pemasangan rakitan besi pada moulding	0.75
4	Pemasangan inner dan aksesoris pada moulding	1
5	Persiapan alat stressing	0.25
6	Proses stressing	6
7	Proses pengecoran	2
8	Proses curing	2
9	Pembukaan side moulding	0.5
10	Tes kuat tekan	24
11	Proses pemotongan strand	2
12	Proses demoulding	1
13	Proses finishing	2
14	Stock yard	24

Sumber : PT. Adhi Karya (Persero) Pabrik Precast Sentul

#### 4.2.2 Diagram *Activity On Arrow* (AOA)

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap waktu produksi yang telah dilakukan sebelumnya. Kegiatan – kegiatan tersebut digambarkan pada diagram AOA (*Activity On Arrow*) guna mendapatkan hubungan keterkaitan kegiatan yang kritis, serta mendapatkan *Cycle Time* (Waktu siklus) pada proses produksi balok *U – Shape*. Diagram terlampir pada lampiran 1 (hal 60).

#### 4.2.3 Perhitungan Maju dan Mundur

Berdasarkan diagram AOA yang telah dibuat didapatkan bahwa seluruh proses kegiatan dilewati jalur kritis sehingga diperoleh data perhitungan maju dan mundur sebagai berikut.

**Tabel 4.3 Hasil Perhitungan CPM**

Node		Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	TF	FF
I	J		Jam						
1i	2i	Ai	2	0	2	0	2	0	0
2i	3i	Bi	1	2	3	2	3	0	0
3i	4i	Ci	0.75	3	3.75	3	3.75	0	0
4i	5i	Di	1	3.75	4.75	3.75	4.75	0	0
5i	6i	Ei	0.25	4.75	5	4.75	5	0	0
6i	7i	Fi	6	5	11	5	11	0	0
7i	8i	Gi	2	11	13	11	13	0	0
8i	9i	Hi	2	13	15	13	15	0	0
9i	10i	Ii	0.5	15	15.5	15	15.5	0	0
10i	11i	Ji	24	15.5	39.5	15.5	39.5	0	0
11i	12i	Ki	2	39.5	41.5	39.5	41.5	0	0
12i	13i	Li	1	41.5	42.5	41.5	42.5	0	0
13i	14i	Mi	2	42.5	44.5	42.5	45.5	1	1
14i	15i	Ni	24	44.5	68.5	45.5	69.5	1	1
2i	16ii	Aii	8	2	10	2	11	1	1
13i	17ii	Bii	1	42.5	43.5	42.5	43.5	0	0

17ii	18ii	Cii	0.75	43.5	44.25	43.5	44.25	0	0
Node		Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	TF	FF
I	J		Jam						
18ii	19ii	Dii	1	44.25	45.25	44.25	45.25	0	0
19ii	20ii	Eii	0.25	45.25	45.5	45.25	45.5	0	0
20ii	21ii	Fii	6	45.5	51.5	45.5	51.5	0	0
21ii	22ii	Gii	2	51.5	53.5	51.5	53.5	0	0
22ii	23ii	Hii	2	53.5	55.5	53.5	55.5	0	0
23ii	24ii	Iii	0.5	55.5	56	55.5	56	0	0
24ii	25ii	Jii	24	56	80	56	80	0	0
25ii	26ii	Kii	4	80	84	80	84	0	0
26ii	27ii	Lii	1.5	84	85.5	84	85.5	0	0
27ii	28ii	Mii	2	85.5	87.5	85.5	88.5	1	1
28ii	29ii	Nii	24	87.5	111.5	88.5	112.5	1	1
2i	30iii	Aiii	8	2	10	2	11	1	1
27ii	31iii	Biii	1	85.5	86.5	85.5	86.5	0	0
31iii	32iii	Ciii	0.75	86.5	87.25	86.5	87.25	0	0
32iii	33iii	Diii	1	87.25	88.25	87.25	88.25	0	0
33iii	34iii	Eiii	0.25	88.25	88.5	88.25	88.5	0	0
34iii	35iii	Fiii	6	88.5	94.5	88.5	94.5	0	0
35iii	36iii	Giii	2	94.5	96.5	94.5	96.5	0	0
36iii	37iii	Hiii	2	96.5	98.5	96.5	98.5	0	0
37iii	38iii	Iiii	0.5	98.5	99	98.5	99	0	0
38iii	39iii	Jiii	24	99	123	99	123	0	0
39iii	40iii	Kiii	4	123	127	123	127	0	0
40iii	41iii	Liii	1.5	127	128.5	127	128.5	0	0
41iii	42iii	Miii	2	128.5	130.5	128.5	131.5	1	1
42iii	43iii	Niii	24	130.5	154.5	131.5	155.5	1	1
8i	44iv	Aiv	16	13	29	13	31.5	2.5	2.5
41iv	45iv	Biv	1	128.5	129.5	128.5	129.5	0	0
45iv	46iv	Civ	0.75	129.5	130.3	129.5	130.3	0	0
46iv	47iv	Div	1	130.3	131.3	130.3	131.3	0	0
47iv	48iv	Eiv	0.25	131.3	131.5	131.3	131.5	0	0
48iv	49iv	Fiv	6	131.5	137.5	131.5	137.5	0	0
49iv	50iv	Giv	2	137.5	139.5	137.5	139.5	0	0
50iv	51iv	Hiv	2	139.5	141.5	139.5	141.5	0	0
51iv	52iv	Iiv	0.5	141.5	142	141.5	142	0	0
52iv	53iv	Jiv	24	142	166	142	166	0	0

53iv	54iv	Kiv	4	166	170	166	170	0	0
Node		Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	TF	FF
I	J		Jam						
54iv	55iv	Liv	1.5	170	171.5	170	171.5	0	0
55iv	56iv	Miv	2	171.5	173.5	171.5	174.5	1	1
56iv	57iv	Niv	24	173.5	197.5	174.5	198.5	1	1
8i	58i	Ai	16	13	29	13	31.5	2.5	2.5
55iv	59i	Bi	1	171.5	172.5	171.5	172.5	0	0
59i	60i	Ci	0.75	172.5	173.3	172.5	173.3	0	0
60i	61i	Di	1	173.3	174.3	173.3	174.3	0	0
61i	62i	Ei	0.25	174.3	174.5	174.3	174.5	0	0
62i	63i	Fi	6	174.5	180.5	174.5	180.5	0	0
63i	64i	Gi	2	180.5	182.5	180.5	182.5	0	0
64i	65i	Hi	2	182.5	184.5	182.5	184.5	0	0
65i	66i	Ii	0.5	184.5	185	184.5	185	0	0
66i	67i	Ji	24	185	209	185	209	0	0
67i	68i	Ki	4	209	213	209	213	0	0
68i	69i	Li	1.5	213	214.5	213	214.5	0	0
69i	70i	Mi	2	216.5	216.5	214.5	217.5	1	1
70i	71i	Ni	24	216.5	240.5	217.5	241.5	1	1
8i	72ii	Aii	16	13	29	13	39.5	10.5	10.5
69i	73ii	Bii	1	214.5	215.5	214.5	215.5	0	0
73ii	74ii	Cii	0.75	215.5	216.3	215.5	216.3	0	0
74ii	75ii	Dii	1	216.3	217.3	216.3	217.3	0	0
75ii	76ii	Eii	0.25	217.3	217.5	217.3	217.5	0	0
76ii	77ii	Fii	6	217.5	223.5	217.5	223.5	0	0
77ii	78ii	Gii	2	223.5	225.5	223.5	225.5	0	0
78ii	79ii	Hii	2	225.5	227.5	225.5	227.5	0	0
79ii	80ii	Iii	0.5	227.5	228	227.5	228	0	0
80ii	81ii	Jii	24	228	252	228	252	0	0
81ii	82ii	Kii	4	252	256	252	256	0	0
82ii	83ii	Lii	1.5	256	257.5	256	257.5	0	0
83ii	84ii	Mii	2	257.5	259.5	257.5	260.5	1	1
84ii	85ii	Nii	24	259.5	283.5	260.5	284.5	1	1
8i	86iii	Aiii	16	13	29	13	39.5	10.5	10.5
83ii	87iii	Biii	1	257.5	258.5	257.5	258.5	0	0
87iii	88iii	Ciii	0.75	258.5	259.3	258.5	259.3	0	0
88iii	89iii	Diii	1	259.3	260.3	259.3	260.3	0	0

89iii	90iii	Eiii	0.25	260.3	260.5	260.3	260.5	0	0
Node		Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	TF	FF
I	J		Jam						
90iii	91iii	Fiii	6	260.5	266.5	260.5	266.5	0	0
91iii	92iii	Giii	2	266.5	268.5	266.5	268.5	0	0
92iii	93iii	Hiii	2	268.5	270.5	268.5	270.5	0	0
93iii	94iii	Iiii	0.5	270.5	271	270.5	271	0	0
94iii	95iii	Jiii	24	271	295	271	295	0	0
95iii	96iii	Kiii	4	295	299	295	299	0	0
96iii	97iii	Liii	1.5	299	300.5	299	300.5	0	0
97iii	98iii	Miii	2	300.5	302.5	300.5	303.5	1	1
98iii	99iii	Niii	24	302.5	326.5	303.5	327.5	1	1
44iv	100iv	Aiv	8	29	37	31.5	39.5	2.5	2.5
97iii	101iv	Biv	1	300.5	301.5	300.5	301.5	0	0
101iv	102iv	Civ	0.75	301.5	302.3	301.5	302.3	0	0
102iv	103iv	Div	1	302.3	303.3	302.3	303.3	0	0
103iv	104iv	Eiv	0.25	303.3	303.5	303.3	303.5	0	0
104iv	105iv	Fiv	6	303.5	309.5	303.5	309.5	0	0
105iv	106iv	Giv	2	309.5	311.5	309.5	311.5	0	0
106iv	107iv	Hiv	2	311.5	313.5	311.5	313.5	0	0
107iv	108iv	Iiv	0.5	313.5	314	313.5	314	0	0
108iv	109iv	Jiv	24	314	338	314	338	0	0
109iv	110iv	Kiv	4	338	342	338	342	0	0
110iv	111iv	Liv	1.5	342	343.5	342	343.5	0	0
111iv	112iv	Miv	2	343.5	345.5	343.5	346.5	1	1
112iv	113iv	Niv	24	345.5	369.5	346.5	370.5	1	1
58i	114i	Ai	8	29	37	31.5	39.5	2.5	2.5
111iv	115i	Bi	1	343.5	344.5	343.5	344.5	0	0
115i	116i	Ci	0.75	344.5	345.3	344.5	345.3	0	0
116i	117i	Di	1	345.3	346.3	345.3	346.3	0	0
117i	118i	Ei	0.25	346.3	346.5	346.3	346.5	0	0
118i	119i	Fi	6	346.5	352.5	346.5	352.5	0	0
119i	120i	Gi	2	352.5	354.5	352.5	354.5	0	0
120i	121i	Hi	2	354.5	356.5	354.5	356.5	0	0
121i	122i	Ii	0.5	356.5	357	356.5	357	0	0
122i	123i	Ji	24	357	381	357	381	0	0
123i	124i	Ki	4	381	385	381	385	0	0
124i	125i	Li	1.5	385	386.5	385	386.5	0	0



125i	126i	Mi	2	386.5	388.5	386.5	389.5	1	1
Node		Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	TF	FF
I	J		Jam						
126i	127i	Ni	24	388.5	412.5	389.5	413.5	1	1
15i	128ii	Aii	16	68.5	84.5	69.5	85.5	1	1
125i	129ii	Bii	1	386.5	387.5	386.5	387.5	0	0
129ii	130ii	Cii	0.75	387.5	388.3	387.5	388.3	0	0
130ii	131ii	Dii	1	388.3	389.3	388.3	389.3	0	0
131ii	132ii	Eii	0.25	389.3	389.5	389.3	389.5	0	0
132ii	133ii	Fii	6	389.5	395.5	389.5	395.5	0	0
133ii	134ii	Gii	2	395.5	397.5	395.5	397.5	0	0
134ii	135ii	Hii	2	397.5	399.5	397.5	399.5	0	0
135ii	136ii	Iii	0.5	399.5	400	399.5	400	0	0
136ii	137ii	Jii	24	400	424	400	424	0	0
137ii	138ii	Kii	4	424	428	424	428	0	0
138ii	139ii	Lii	1.5	428	429.5	428	429.5	0	0
15i	142iii	Aiii	16	68.5	84.5	69.5	85.5	1	1
15i	156iv	Aiv	16	68.5	84.5	69.5	85.5	1	1
15i	170i	Ai	16	68.5	84.5	69.5	85.5	1	1
29ii	184ii	Aii	16	111.5	127.5	112.5	128.5	1	1
29ii	198iii	Aiii	16	111.5	127.5	112.5	128.5	1	1
29ii	212iv	Aiv	16	111.5	127.5	112.5	128.5	1	1
29ii	226i	Ai	16	111.5	127.5	112.5	128.5	1	1
43iii	240ii	Aii	16	154.5	170.5	155.5	171.5	1	1
43iii	254iii	Aiii	16	154.5	170.5	155.5	171.5	1	1
43iii	268iii	Aiv	16	154.5	170.5	155.5	171.5	1	1
43iii	282i	Ai	16	154.5	170.5	155.5	171.5	1	1
57iv	296ii	Aii	16	197.5	213.5	198.5	214.5	1	1
57iv	310iii	Aiii	16	197.5	213.5	198.5	214.5	1	1
57iv	324iv	Aiv	16	197.5	213.5	198.5	214.5	1	1
57iv	338i	Ai	16	197.5	213.5	198.5	214.5	1	1
71i	252ii	Aii	16	240.5	256.5	241.5	257.5	1	1
71i	370iii	Aiii	16	240.5	256.5	241.5	257.5	1	1
71i	384iv	Aiv	16	240.5	256.5	241.5	257.5	1	1
71i	398i	Ai	16	240.5	256.5	241.5	257.5	1	1
85ii	412ii	Aii	16	283.5	299.5	284.5	300.5	1	1
85ii	426iii	Aiii	16	283.5	299.5	284.5	300.5	1	1
85ii	440iv	Aiv	16	283.5	299.5	284.5	300.5	1	1

85ii	454i	Ai	16	283.5	299.5	284.5	300.5	1	1
Node		Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	TF	FF
I	J		Jam						
99iii	468ii	Aii	16	326.5	342.5	327.5	343.5	1	1
99iii	482iii	Aiii	16	326.5	342.5	327.5	343.5	1	1
99iii	496iv	Aiv	16	326.5	342.5	327.5	343.5	1	1
99iii	510i	Ai	16	326.5	342.5	327.5	343.5	1	1
113iv	542ii	Aii	16	369.5	385.5	370.5	386.5	1	1
113iv	538iii	Aiii	16	369.5	385.5	370.5	386.5	1	1
113iv	552iv	Aiv	16	369.5	385.5	370.5	386.5	1	1
113iv	566i	Ai	16	369.5	385.5	370.5	386.5	1	1
127i	580ii	Aii	16	412.5	428.5	413.5	429.5	1	1
127i	594iii	Aiii	16	412.5	428.5	413.5	429.5	1	1
127i	608iv	Aiv	16	412.5	428.5	413.5	429.5	1	1
127i	622i	Ai	16	412.5	428.5	413.5	429.5	1	1

Sumber : Analisa Perhitungan

Perhitungan waktu maju dan mundur pada AOA yang telah dilakukan adalah selama 1 bulan. Dimana dalam satu bulan tersebut terdiri dari 26 hari kerja dan dalam satu hari terdiri dari 2 shift. Waktu yang digunakan pada shift pertama sebanyak 8 jam mulai 08.00 – 17.00 WIB, dan waktu yang digunakan pada shift kedua sebanyak 8 jam mulai jam 19.00 – 03.00 WIB. Pada satu siklus produksi memakan waktu sebanyak 68,5 jam (4 hari).

#### 4.2.4 Perhitungan Line of Balance (LoB)

Perhitungan yang dilakukan pada metode LoB adalah sebagai berikut.

1. Target Produksi : 7 Unit/ Bulan
2. Jumlah Hari Kerja Dalam 1 Bulan : 26 Hari Kerja
3. Jumlah Jam Pada 1 Hari : 16 Jam
4. Kecepatan Lintasan

$$= \frac{\sum \text{Waktu Yang Tersedia}}{\sum \text{Unit Yang Akan Diproduksi}}$$

$$= \frac{26 \text{ Hari Kerja} \times 8 \text{ Jam}}{7 \text{ Unit/Bulan}}$$

$$= 59,4286 \text{ Jam/Unit}$$

5. *Work Stasiun* (K min)

$$= \frac{\sum_{i=1}^n ti}{C}$$

$$= \frac{68,5 \text{ Jam/Unit}}{59,4286 \text{ Jam/Unit}}$$

$$= 1,1526 = 2 \text{ Stasiun Kerja}$$

6. *Balance Delay* (D)

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

$$= \frac{(2 \times 59,4286) - 68,9}{(2 \times 59,4286)} \times 100\%$$

$$= 42,3678\%$$

7. *Line Efficiency*

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

**Tabel 4.4 *Line Efisiensi***

Stasiun Kerja	Gabungan Operasi	Kecepatan Stasiun Kerja	Waktu Siklus	Efisiensi
1	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M	44.5	59,428	25,119 %
2	N	24	59,428	59,615 %
Jumlah				84,534 %
Rata – Rata				42,267 %

Sumber : Analisa Perhitungan

8. *Smoothing Indeks*

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

$$= 14,9402$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan metode LoB pada produksi balok girder Pabrik Sentul antara lain setiap siklus memerlukan waktu produksi paling cepat sebesar 68,5 jam, dengan kecepatan lintasan pada setiap stasiun sebesar 59,4286 jam/unit. Dan menghasilkan waktu senggang (Balance Delay) sebesar 42,3678%.

#### **4.2.5 Diagram Line of Balance (LoB)**

Diagram Line of Balance dibuat berdasarkan perhitungan Line of Balance yang sudah dilakukan sebelumnya. Sehingga diagram dapat menggambarkan situasi produksi dengan benar berdasarkan realita siklus dilapangan. Diagram terlampir pada lampiran 2 (hal 61).

#### **4.2.6 Pembahasan**

Berdasarkan hasil penelitian metode CPM dan LoB dapat menghasilkan produk balok girder sebanyak 21 unit dalam 1 bulan. Pada 1 bulan tersebut terjadi pergantian siklus pertama sebanyak 3 kali dengan waktu 68,5 jam, siklus kedua sebanyak 3 kali dengan waktu 69 jam, siklus ketiga sebanyak 2 kali dengan waktu 69 jam, siklus keempat sebanyak 2 kali dengan waktu 69 jam. Setiap pergantian siklus tersebut menghasilkan waktu yang diefisienkan sebesar 1 jam, sehingga dalam satu bulan dapat menghasilkan waktu yang lebih efisien sebesar 10 jam. Melihat durasi proyek jalan layang LRT yang akan selesai pada 2018, maka dengan menggunakan metode CPM dan LoB dapat mengurangi waktu sebesar 15 hari.

