

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. FLOW PROCESS CHART

Pada pembahasan ini, akan difokuskan pada perhitungan *cycle time* untuk kaca dengan ketebalan 5 mm dan 12 mm, dengan pertimbangan kedua ketebalan ini yang memegang porsi *sales share* paling besar (85%), Sedangkan untuk ukuran pada kaca 5 mm akan diambil ukuran 784 mm x 397 mm dan kaca 12 mm akan diambil ukuran 2554 mm x 1944 mm dengan dasar pertimbangan merupakan jenis pesanan untuk kaca industri, selalu *repeat order* dan dalam jumlah yang besar.

Bahan baku yang digunakan adalah *Float Glass (clear glass)* dengan ukuran 120'x84' (*standard size*) dan 144'x96' (*jumbo size*). Untuk kaca ketebalan 5 mm memiliki 6 jenis *flow process* dari *bahan baku* sampai menjadi *finished goods* (tergantung kepada jenis produk akhir yang diminta oleh pelanggan).

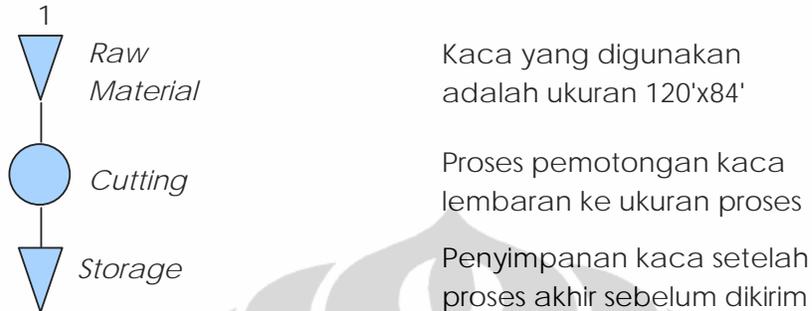
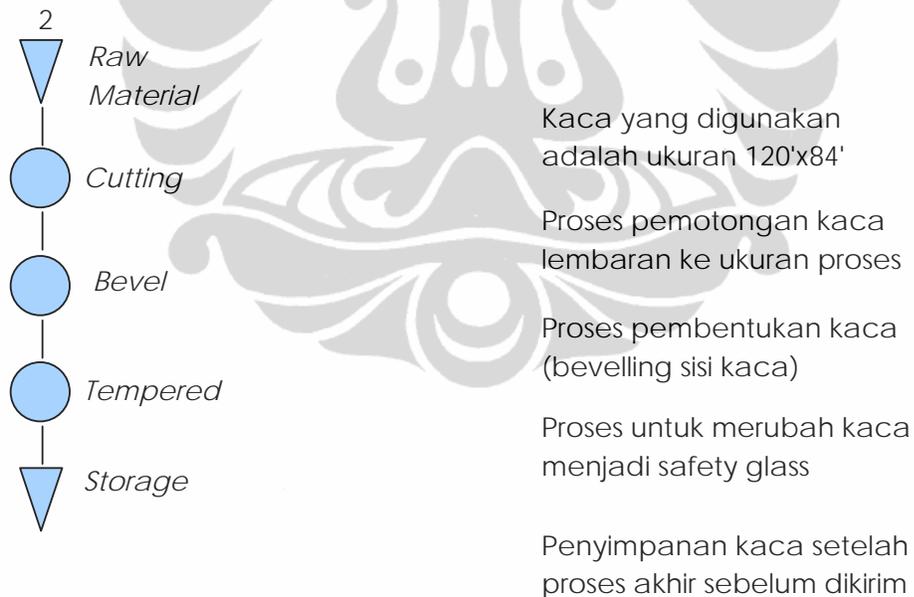
Pada perhitungan *cycle time* ini, untuk *bahan baku* akan menjadi satu dalam perhitungan *cycle time proses cutting* dan untuk *storage* tidak akan dijadikan sebagai sebagai suatu proses terakhir pada masing-masing proses karena hanya berfungsi sebagai tempat penyimpanan produk jadi.

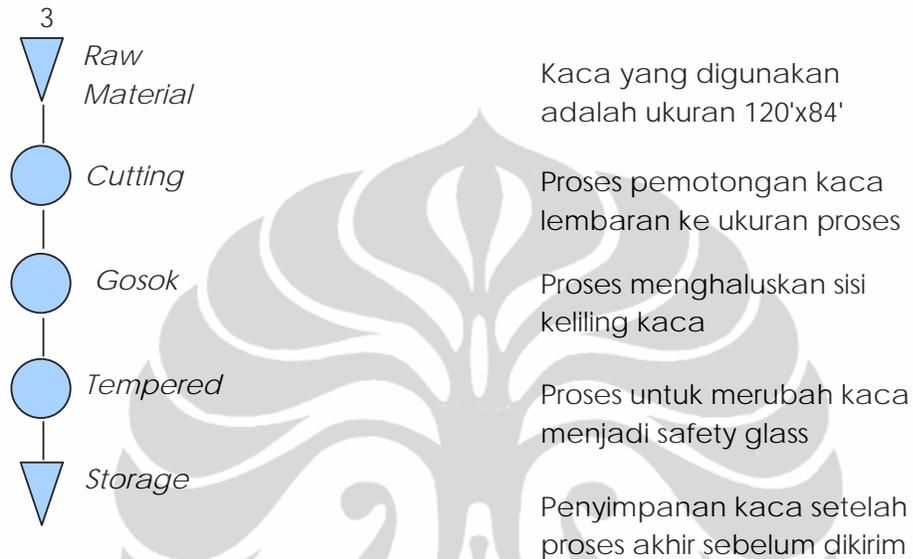
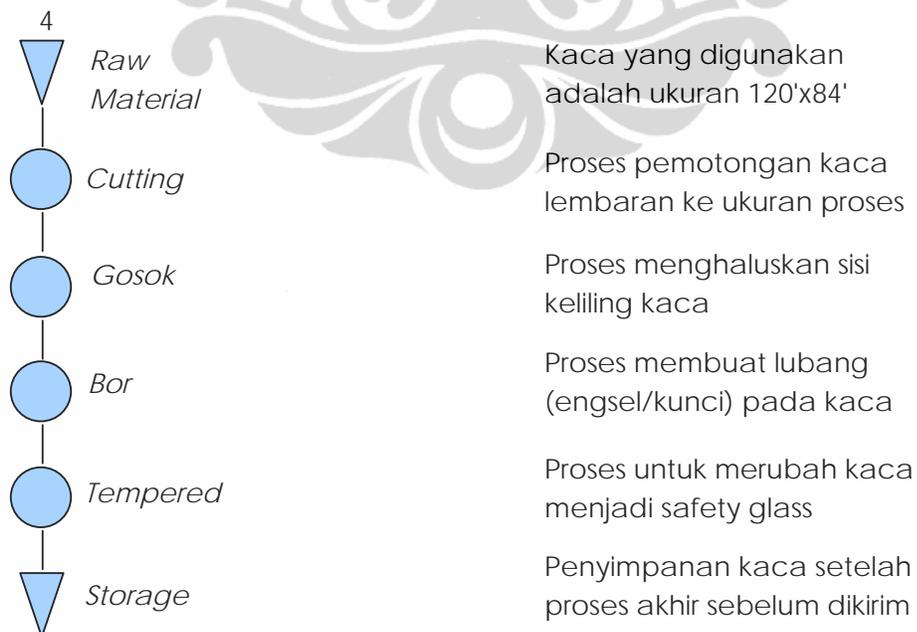
4.1.1. Flow Process Chart kaca 5 mm

Di bawah ini kita akan melihat aliran proses pengerjaan kaca untuk 5 mm, proses-proses yang dilalui mulai dari bahan baku sampai menjadi produk jadi. Total aliran proses untuk kaca 5 mm adalah 6 jalur proses yang sesuai dengan jenis produk yang dihasilkan. Semua aliran proses akan diawali oleh *Raw Material* dan diakhiri dengan *storage*. Kaca dengan ketebalan 5 mm terdapat pada kedua ukuran kaca yang disebutkan diawal (*standard size* dan *jumbo size*).

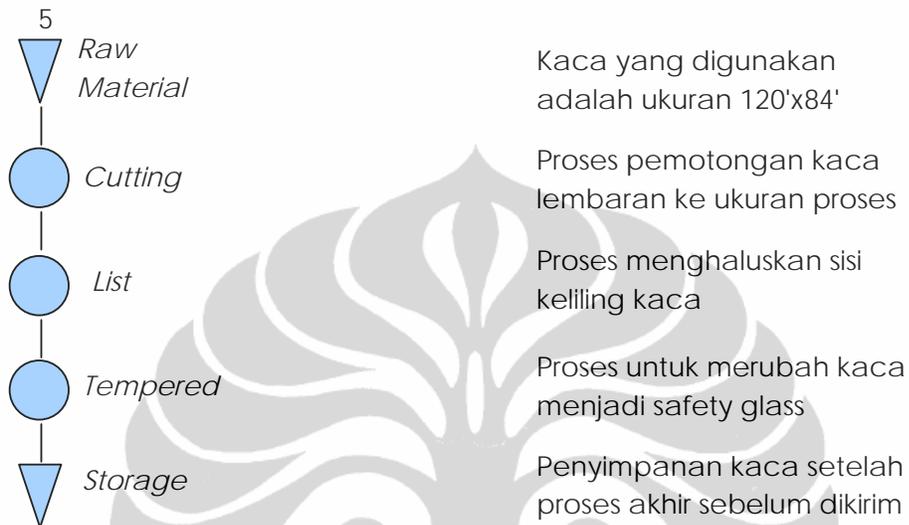
Flow Process Chart 1 :

Nama

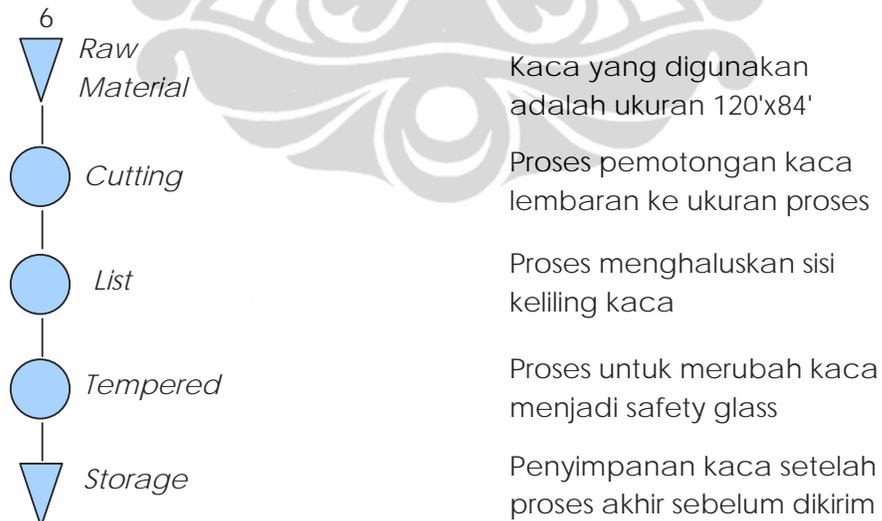
Produk : *Kaca Cut Size**Flow Process Chart 2 :*Nama Produk : *Kaca Bevel-Tempered*

*Flow Process Chart 3 :*Nama Produk : Kaca *GM-Tempered**Flow Process Chart 4 :*Nama Produk : Kaca *GM-Bor-Tempered*

Universitas Indonesia

*Flow Process Chart 5 :*Nama Produk : *Kaca Tempered**Flow Process Chart 6 :*

Nama

Produk : *Kaca Tempered*

4.1.2. Flow Process Chart kaca 12 mm

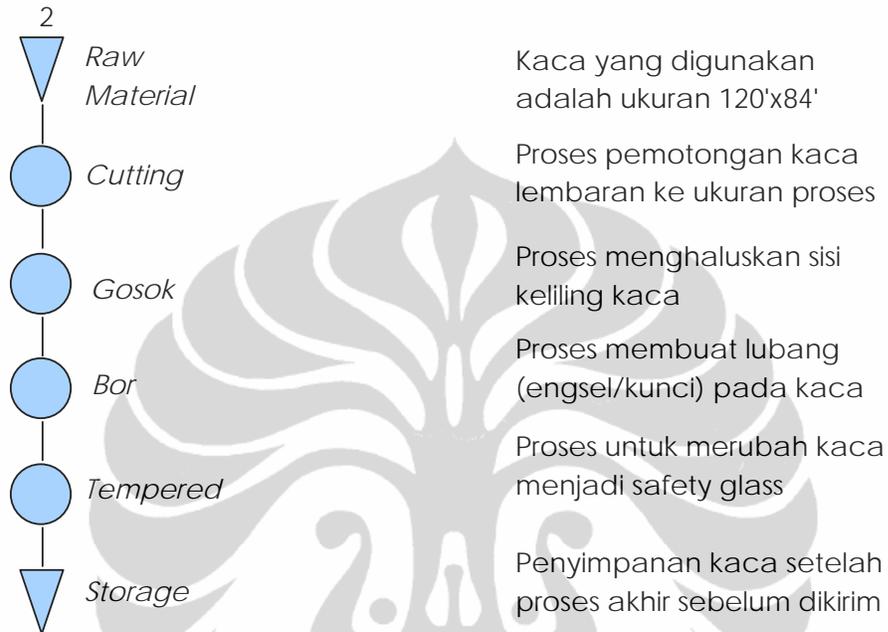
Sementara untuk kaca dengan ketebalan 12 mm, secara umum proses yang dilalui hampir sama, dilalui mulai dari bahan baku sampai menjadi produk jadi. Total aliran proses untuk kaca 12 mm adalah 3 jalur proses yang sesuai dengan jenis produk yang dihasilkan. Kaca dengan ketebalan 12 mm terdapat juga pada kedua ukuran kaca yang disebutkan diawal (*standard size* dan *jumbo size*).

Flow Process Chart 1 :



Flow Process Chart 2 :

Nama Produk : Kaca *GM-Bor-Tempered*



Flow process ini menggambarkan bagaimana urutan aliran proses dari proses pengerjaan kaca untuk 5 mm dan 12 mm sebagai dasar untuk dapat melakukan perhitungan waktu siklus dari semua proses tersebut secara berurutan dan tidak ada proses yang terlewatkan.

Aliran proses ini akan menggambarkan semua urutan-urutan terkecil dari semua proses kerja yang ada, agar dapat diperoleh aliran proses yang terbaik maka harus dapat dipetakan urutan langkah kerja yang terkecil.

4.2. PERHITUNGAN WAKTU SIKLUS

4.2.1. Kaca tebal 5 mm; ukuran kaca : 784 mm x 397 mm

Perhitungan waktu siklus ini dilakukan dengan metodologi :

- Pengamatan langsung di lapangan dengan mengamati masing-masing proses
- Mencatat urutan proses kerja yang dilakukan.
- Melakukan pencatatan waktu siklus kerja dengan menggunakan *stop watch*
- Melakukan tabulasi data
- Satuan perhitungan waktu dalam satuan detik

4.2.1.1. Proses *Cutting*

Elemen Kerja	1	2	3	Rata-rata (detik)
Ambil kaca oleh meja <i>ELK</i>	77.85	77.84	77.84	77.84
<i>Transfer</i> kaca dari <i>ELK</i> ke meja <i>loading</i>	27.77	24.75	24.79	24.77
Proses <i>cutting</i>	68.75	68.74	68.70	68.73
<i>Transfer</i> kaca dari meja <i>loading</i> ke meja <i>unloading</i>	9.42	9.40	9.38	9.40
<i>Breaking</i> dan peletakkan di palet	95.91	95.94	95.94	95.93
Total				276.67

4.2.1.2. Proses *Bevel*

Elemen Kerja	1	2	3	Rata-rata (detik)
Ambil kaca dari palet dan meletakkan pada <i>conveyor</i>	5.36	4.82	5.96	5.38
Proses <i>bevel</i> sisi 1	32.63	32.68	32.61	32.64
Pemindahan kaca dari <i>conveyor</i> mesin ke <i>conveyor transfer</i>	3.88	3.72	3.71	3.77
<i>Transfer</i> kaca di <i>conveyor</i>	4.46	4.50	4.42	4.46
Pemindahan kaca dari <i>conveyor transfer</i> ke <i>conveyor</i> mesin	4.78	4.59	4.88	4.75
Proses <i>bevel</i> sisi 2	73.58	73.55	73.56	73.56

Universitas Indonesia

Ambil kaca dari <i>conveyor</i> mesin ke palet	10.44	10.87	10.67	10.66
Total				135.22

4.2.1.3. Proses Gosok Sisi

Elemen Kerja	1	2	3	Rata-rata (detik)
Ambil kaca dari palet dan meletakkan pada meja <i>loading</i>	7.04	7.08	7.09	7.07
Proses gosok pada mesin	13.54	13.52	13.57	13.54
Ambil kaca dari meja <i>unloading</i> dan meletakkan pada meja <i>loading</i> DE 1800	3.71	3.71	3.72	3.71
Proses gosok pada mesin DE 1800	32.75	32.78	32.73	32.75
Proses cuci	35.53	35.54	35.54	35.53
Ambil dan periksa hasil gosok, kemudian letakkan pada palet	9.95	9.95	9.94	9.94
Total				102.54

4.2.1.4. Proses *Bor*

Elemen Kerja	1	2	3	Rata-rata (detik)
<i>Loading</i>	5.4	5.7	5.7	5.6
Proses <i>bor</i> (2 lubang)	13.2	13.3	13.4	13.3
<i>Unloading</i>	5.1	5.0	5.2	5.1
Total				24

4.2.1.5. Proses *List*

Elemen Kerja	1	2	3	Rata-rata (detik)
Ambil kaca dari palet ke mesin 1	8.15	8.22	8.20	8.19
Proses <i>list</i> pada mesin 1	17.72	17.72	17.72	17.72
Pindah kaca dari <i>unloading</i> mesin 1 ke <i>loading</i> mesin 2	3.25	3.27	3.32	3.28
Proses <i>list</i> pada mesin 2	35	35	35	35

Ambil kaca dari <i>unloading</i> mesin 2 ke <i>loading</i> mesin 1	3.33	3.34	3.30	3.32
Proses <i>list</i> pada mesin 1	17.72	17.72	17.72	17.72
Ambil kaca dari <i>unloading</i> mesin 1 ke <i>loading</i> mesin 2	3.3	3.25	3.31	3.28
Proses <i>list</i> pada mesin 2	35	35	35	35
Ambil kaca dari <i>unloading</i> mesin 2 ke palet	6.52	6.6	6.59	6.57
Total	130.08			

4.2.1.6. Proses *Tempered*

Elemen Kerja	1	2	3	Rata-rata (detik)
<i>Loading</i>	240	241	239	240
<i>Heating</i>	389	389	389	389
<i>Pre-cooling</i>	40	40	40	40
<i>Cooling</i>	150	150	150	150
<i>Unloading</i>	235	237	233	235
Total	1,054			

4.2.2. Kaca tebal 12 mm; ukuran kaca : 2554 mm x 1944 mm

4.2.2.1. Proses *Cutting*

Elemen Kerja	1	2	3	Rata-rata (detik)
Ambil kaca oleh meja <i>ELK</i>	77.85	77.84	77.8	77.84
<i>Transfer</i> kaca dari <i>ELK</i> ke meja <i>loading</i>	27.77	24.75	24.7	24.77
Proses <i>cutting</i>	46.86	46.55	46.8	46.73
<i>Transfer</i> kaca dari meja <i>loading</i> ke meja <i>unloading</i>	9.42	9.40	9.38	9.40
<i>Breaking</i> dan peletakkan di palet	95.91	95.94	95.9	95.93
Total	254.04			

4.2.2.2. Proses Gosok Sisi

Elemen Kerja	1	2	3	Rata-rata (detik)
Ambil kaca dari palet dan meletakkan pada meja <i>loading</i> DEB 4500	13.20	13.29	13.26	13.25
Proses gosok pada mesin	93.23	93.27	93.26	93.25
Ambil kaca dari <i>unloading</i> dan meletakkan pada <i>loading</i> SDE 2236	9.97	9.99	9.95	9.97
Proses gosok pada mesin SDE 2236	149.16	149.13	149.15	149.14
Proses cuci	38.59	38.55	38.55	38.56
Ambil dan periksa hasil gosok, kemudian letakkan pada palet	20.98	20.92	20.96	20.95

Total **325.12**

4.2.2.3. Proses *Bor*

Elemen Kerja	1	2	3	Rata-rata (detik)
<i>Loading</i>	6.2	6.7	6.4	6.4
Proses <i>bor</i>	13.2	13.3	13.4	13.3
<i>Unloading</i>	6.1	6.0	6.2	6.1

Total **25.8**

4.2.2.4. Proses *Tempered*

Elemen Kerja	1	2	3	Rata-rata (detik)
<i>Loading</i>	240	241	239	240
<i>Heating</i>	680	680	680	680
<i>Pre-cooling</i>	40	40	40	40
<i>Cooling</i>	230	230	230	230
<i>Unloading</i>	235	237	233	235

Total **1,425**

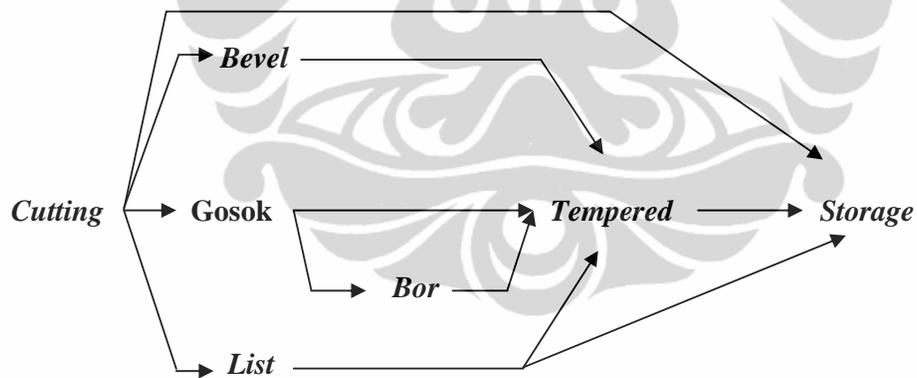
4.3. PROCESS NETWORK

Dengan metode *CPM* kita akan dapat melihat proses mana saja yang kritis dan tidak boleh berhenti karena akan mengakibatkan terjadinya gangguan proses produksi.

4.3.1. *Process Network* kaca 5 mm

Aktivitas	Durasi (detik)	Deskripsi	Akt.yang mendahului
A	276.67	<i>Cutting</i>	-
B	135.22	<i>Bevel</i>	A
C	102.54	Gosok	A
D	130.08	<i>List</i>	A
E	24	<i>Bor</i>	C
F	1,054	<i>Tempered</i>	B,C,E

4.3.2. *Network Diagram* untuk kaca 5 mm





4.3.3. *Activity Schedule kaca 5 mm*

Universitas Indonesia

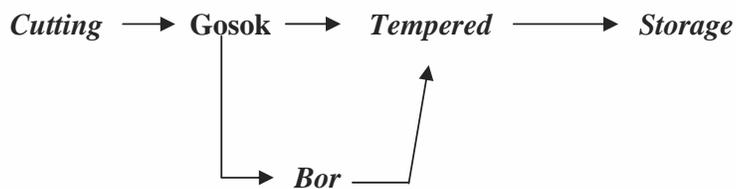
Proses	Akt.yang mendahului	Durasi	ES	LS	EF	LF	Slack	Critical
<i>Cutting (A)</i>	-	276.67	0	0	276,6	276,6	0	<i>Yes</i>
<i>Bevel (B)</i>	A	135.22	276,6	276,6	411.8	411.8	0	<i>Yes</i>
<i>Gosok (C)</i>	A	102.54	276,6	285.3	379.2	387.8	8.68	<i>No</i>
<i>List (D)</i>	A	130.08	276,6	281.8	406.7	411.8	5.14	<i>No</i>
<i>Bor (E)</i>	C	24	379.2	387.8	403.2	411.8	8.68	<i>No</i>
<i>Tempered</i>	B,C,E	1,054	411.8	411.8	1465.	1465.	0	<i>Yes</i>

Dari *process network* dan *activity schedule* di atas terlihat bahwa proses *cutting*, *bevel* dan *tempered* merupakan proses yang kritikal karena jika terjadi *line stop* pada salah satu proses tersebut, maka akan terjadi *idle time* yang tinggi (jika *line cutting* dan *bevel* yang berhenti) atau penumpukan material (jika *line tempered* yang berhenti).

4.3.4. *Process Network* kaca 12 mm

Aktivitas	Deskripsi	Akt.yang mendahului	Durasi (detik)
A	<i>Cutting</i>	-	254.04
C	<i>Gosok</i>	A	325.12
E	Bor	C	25.8
F	<i>Tempered</i>	D,E	1,425

4.3.5. *Network Diagram* untuk kaca 12 mm





4.3.6. *Activity Schedule* kaca 12 mm

Universitas Indonesia

Proses	Akt.yang mendahului	Durasi	ES	LS	EF	LF	Slack	Critical
<i>Cutting (A)</i>	-	254.04	0	0	254.04	254.04	0	<i>Yes</i>
<i>Gosok (C)</i>	A	325.12	254.04	254.04	579.16	579.16	0	<i>Yes</i>
<i>Bor (E)</i>	C	25.8	579.16	579.16	604.96	604.96	0	<i>Yes</i>
<i>Tempered</i>	D,E	1,425	604.96	604.96	2029.9	2029.9	0	<i>Yes</i>

Dari *process network* dan *activity schedule* di atas terlihat bahwa proses *cutting*, *gosok*, *bor* dan *tempered* merupakan proses yang kritikal karena jika terjadi *line stop* pada salah satu proses tersebut, maka akan terjadi *idle time* yang tinggi pada proses selanjutnya dan penumpukan material.

4.4. LINE BALANCING

4.4.1. Line balancing untuk kaca 5 mm

4.4.1.1. Proses *Cutting*

Ukuran kaca lembaran yang dipotong = 120' x 84' = 3048 mm x 2133.6 mm

Ukuran kaca jadi yang ingin dipotong = 784 mm x 397 mm

Panjang lintasan kaca yang dipotong (meter lari) = 26,207 mm lari = 26.207 meter lari (dari *layout Perfect Cut*; terlampir)

Durasi = 276.67 detik = 4.61 min = 0.08 jam

Kapasitas proses cutting = 26.207 meter lari/0.08 jam = **327.58 meter lari/jam**

Task time proses cutting = (276.67/26.207) = **10.5 detik**

4.4.1.2. Proses *Bevel*

Ukuran kaca yang diproses = 784 mm x 397 mm. Pada proses *bevel* yang dikerjakan adalah *bevelling* sisi keliling dari kaca, maka panjang lintasan yang diproses adalah $= (2 \times 784) + (2 \times 397) = 1642 \text{ mm} = 1.642 \text{ meter lari}$

Panjang *conveyor bevel* = 2,55 meter, sehingga dalam 1x loading total meter lari yang dapat dikerjakan adalah $= 2,55 \times 4 = 10.2 \text{ meter lari}$

Durasi = 135.22 detik = 2.25 min = 0.03 jam

Kapasitas proses *bevel* = 10.2 meter lari / 0.03 jam = **340 meter lari/jam**

Task time proses *bevel* = $(135.22 / 10.2) = \mathbf{13.2 \text{ detik}}$

4.4.1.3. Proses Gosok

Ukuran kaca yang diproses = 784 mm x 397 mm

Pada proses gosok yang dikerjakan adalah penghalusan sisi keliling dari kaca, maka panjang lintasan yang diproses adalah $= (2 \times 784) + (2 \times 397) = 1642 \text{ mm} = 1.642 \text{ meter lari}$

Panjang *conveyor* mesin gosok adalah $= 2.525 \times 2 = 5.05 \text{ meter}$

Durasi = 102.54 detik = 1.709 min = 0.03 jam

Kapasitas proses gosok = 5.05 meter lari / 0.03 jam = **168.33 meter lari/jam**

80% dari *output* proses gosok = 134.66 meter lari langsung menuju proses *tempered* dan 20% sisanya menuju proses *bor*

Task time proses gosok = $(102.54 / 5.05) = \mathbf{20.3 \text{ detik}}$

4.4.1.4. Proses Bor

Ukuran kaca yang diproses = 784 mm x 397 mm

Pada proses *bor* panjang lintasan kaca adalah tetap 1.642 meter lari, karena pada proses *bor* ini yang dikerjakan adalah proses membuat lubang dengan mata bor.

Universitas Indonesia

Durasi = 24 detik = 0.4 min = 0.006 jam

Kapasitas proses *bor* adalah = 1.642 meter lari/0.006 jam = **273.66 meter lari/jam**

Task time proses *bor* = (24/1.642) = **14.6 detik**

4.4.1.5. Proses *List*

Ukuran kaca yang diproses = 784 mm x 397 mm

Pada proses *list* yang dikerjakan adalah penghalusan sisi keliling dari kaca, maka panjang lintasan yang diproses adalah = $(2 \times 784) + (2 \times 397) = 1642$ mm = 1.642 meter lari

Panjang *conveyor* mesin *list* adalah = 1.83 meter, sehingga dalam 1x loading total meter lari yang dapat dikerjakan adalah = $1.83 \times 4 = 7.32$ meter lari

Durasi = 130.08 detik = 2.168 min = 0.03 jam

Kapasitas proses *list* adalah = 7.32 meter lari/0.03 jam = **244 meter lari/jam**

Task time proses *list* = $(130.08/7.32) = 17.77$ detik

4.4.1.6. Proses *Tempered*

Ukuran kaca yang diproses = 784 mm x 397 mm

Pada proses *tempered*, *loading* akan tergantung dari luasan *area loading* kaca yang ada, yaitu : 4 meter x 2.13 meter.

Maka panjang lintasan yang dapat dikerjakan di mesin *tempered* ini adalah : 1.642 meter x 25 pcs = 41.05 meter (*layout loading tempered* terlampir)

Durasi = 1,054 detik = 17.56 min = 0.29 jam

Kapasitas proses *tempered* adalah = 41.05 meter lari/0.29 jam = **141.55 meter lari/jam**

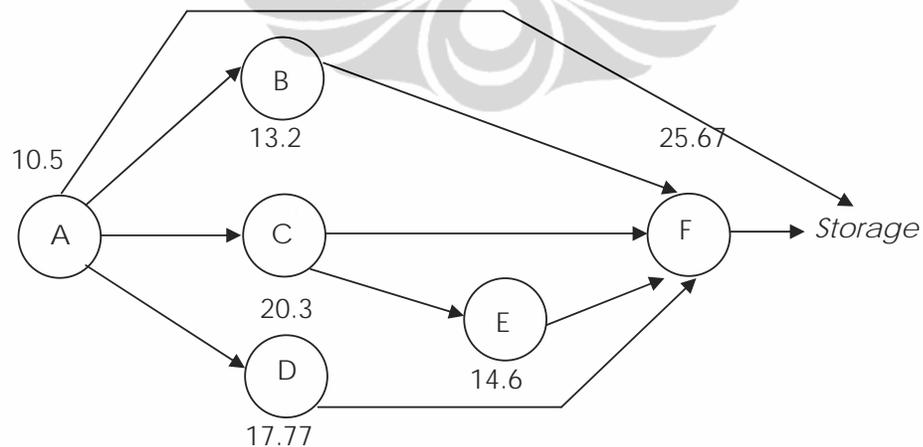
Universitas Indonesia

Task time proses tempered = $(1,054/41.05) = 25.67$ detik

No	Proses	Ukuran Kaca (mm)	Durasi (detik)	Kapasitas/ menit	Kapasitas/jam
1.	<i>Cutting</i>	784x397	276.67	5.68	327.58
2.	<i>Bevel</i>	784x397	135.22	4.53	340
3.	Gosok	784x397	102.54	2.95	168.33
4.	<i>Bor</i>	784x397	24	4.105	273.66
5.	<i>List</i>	784x397	130.08	3.37	244
6.	<i>Tempered</i>	784x397	1,054	2.33	141.55

Langkah proses dan waktu untuk kaca dengan ketebalan 5 mm

Task	Task Time	Description	Tasks that must precede
A	10.5	<i>Cutting</i>	-
B	13.2	<i>Bevel</i>	A
C	20.3	Gosok	A
D	17.77	<i>List</i>	A
E	14.6	<i>Bor</i>	C
F	25.67	<i>Tempered</i>	A,B,C,D,E
Total	102.04		



$$C = \text{Production time per day} / \text{Output per day}$$

$$\text{Production time per day} = 60 \text{ detik} \times 420 \text{ min} = 25,200 \text{ detik}$$

$$\text{Output per day} = (\text{kapasitas per jam proses tempered} \times 7 \text{ jam} \times \text{Faktor koreksi})$$

$$\text{Output per day} = (141.55 \text{ meter lari/jam} \times 7 \text{ jam} \times 0.8) = 792.68 \text{ meter lari}$$

$$C = 25,200 / 792.68 = 31.79$$

$$N_t = T / C = 102.04 / 31.79 = 3,2 = 4$$

Catatan :

1. Dasar perhitungan untuk *output per day* diambil dari kapasitas *tempered* agar kita dapat mengoptimalkan hasil dari proses *tempered*, karena dengan dapatnya kita mengoptimalkan kapasitas *tempered* maka akan langsung berdampak pada penjualan (produk yang dijual adalah produk yang telah melewati proses *tempered*).

2. Aktual rata-rata hasil proses *tempered* adalah :

$$\text{Januari}'08 = 13434,96 \text{ meter lari} \quad \text{Juli}'08 = 12529,95 \text{ meter lari}$$

$$\text{Februari}'08 = 8614,41 \text{ meter lari} \quad \text{Agustus}'08 = 17609,05 \text{ meter lari}$$

$$\text{Maret}'08 = 14854,52 \text{ meter lari} \quad \text{September}'08 = 14473,73 \text{ meter lari}$$

$$\text{April}'08 = 16731,23 \text{ meter lari} \quad \text{Oktober}'08 = 15634,30 \text{ meter lari}$$

$$\text{Mei}'08 = 12479,84 \text{ meter lari} \quad \text{November}'08 = 17362,14 \text{ meter lari}$$

$$\text{Juni}'08 = 14216,91 \text{ meter lari} \quad \text{Desember}'08 = 15060,82 \text{ meter lari}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata selama tahun 2008} &= 173001,5 \text{ meter lari}/12 = 14416.79 \text{ meter lari/bulan} \\ &= 685.51 \text{ meter lari/hari} \end{aligned}$$

Assignment rules:

1. Prioritaskan *task* dengan aturan “*Largest number of following task*”

<i>Task</i>	<i>Number of Following Task</i>
A	5
C	2
B,D,atau E	1
F	0

2. Prioritaskan *task* dengan aturan “*Waktu task yang paling panjang*”

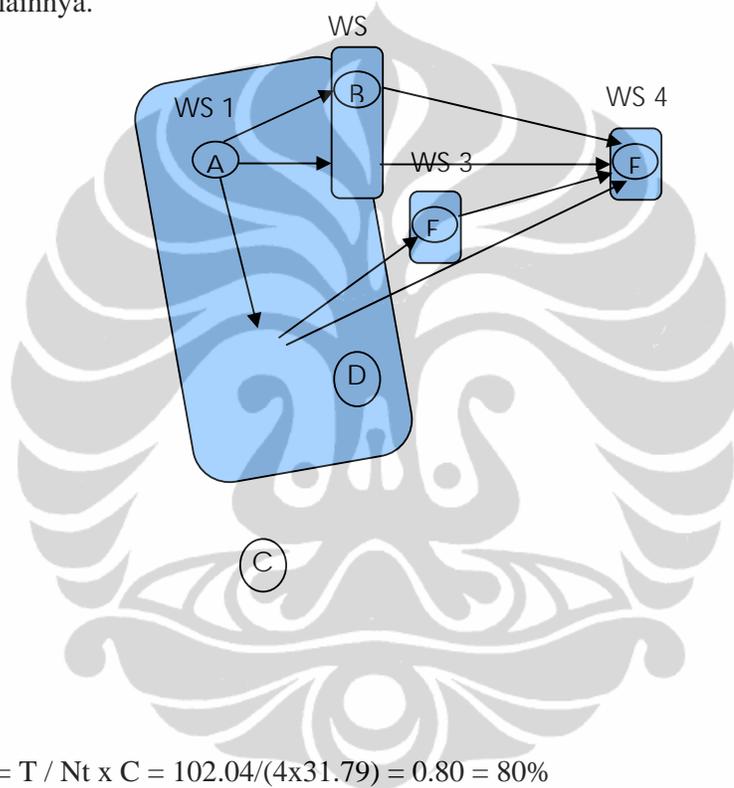
<i>Task</i>	<i>Task Time (detik)</i>	<i>Remaining Unassigned Time (detik)</i>	<i>Feasible Remaining Task</i>	<i>Task with Most Followers</i>	<i>Task with Longest Operation Time</i>
A	10.5	21.29	C,B,D,E	C	
C	20.3	0.99 <i>idle</i>	Tidak ada		
B	13.2	18.59	D,E	D,E	D
D	17.77	0.80 <i>idle</i>	Tidak ada		
E	14.6	17.19 <i>idle</i>	Tidak ada		
F	25.67	6.12 <i>idle</i>	Tidak ada		

3. *Precedence graph* untuk proses kaca 5 mm

Dari perhitungan diatas diperoleh 4 *workstation*, di mana ada 2 *workstation* yang berisi 2 *task* dan 2 *workstation* lagi berisi masing-masing 1 *task*, yaitu :

- Dengan *cycle time* proses 31.79 detik, maka *task* A dan C dapat digabung karena waktu total dari kedua *task* ini masih dibawah *cycle time* proses dan masih ada 0.99 detik yang *idle* (tidak digunakan).

- *Task B* dan *D* dapat digabung juga karena waktu total dari kedua *task* ini masih dibawah *cycle time* proses dan masih ada 0.8 detik yang *idle* (tidak digunakan)
- Untuk *task E* dan *F* tidak dapat digabung karena waktu yang tersisa dari masing-masing *task* ini tidak cukup untuk mengerjakan *task* lainnya.



$$4. \text{ Efisiensi} = T / Nt \times C = 102.04 / (4 \times 31.79) = 0.80 = 80\%$$

4.4.2. *Line balancing* untuk kaca 12 mm

4.4.2.1. Proses *Cutting*

Ukuran kaca lembaran yang dipotong = 120' x 84' = 3048 mm x 2133.6 mm

Ukuran kaca jadi yang ingin dipotong = 2554 mm x 1944 mm

Panjang lintasan kaca yang dipotong (meter lari) = 9,838 mm lari = 9.838 meter lari (dari *layout Perfect Cut*; terlampir)

Durasi = 254.04 detik = 4.234 min = 0.07 jam

Kapasitas proses *cutting* = 9.838 meter lari/0.07 jam = **140.54 meter lari/jam**

Task time proses *cutting* = (254.04/9.838) = **25.82 detik**

4.4.2.2. Proses Gosok

Ukuran kaca yang diproses = 2554 mm x 1944 mm

Pada proses gosok yang dikerjakan adalah penghalusan sisi keliling dari kaca, maka panjang lintasan yang diproses adalah = $(2 \times 2554) + (2 \times 1944) = 8,996 \text{ mm} = 8.996 \text{ meter lari}$

Panjang *conveyor* mesin gosok adalah = $5500 + 4200 = 9.70 \text{ meter}$

Durasi = 325.12 detik = 5.41 min = 0.09 jam

Kapasitas proses gosok = 9.70 meter lari/0.09 jam = **107.77 meter lari/jam**

70% dari *output* proses gosok = 75.439 meter lari langsung menuju proses *tempered* dan 30% sisanya menuju proses *bor*

Task time proses gosok = $(325.12/9.7) = \mathbf{33.51 \text{ detik}}$

4.4.1.4. Proses *Bor*

Ukuran kaca yang diproses = 2554 mm x 1944 mm. Pada proses *bor*, panjang lintasan kaca adalah tetap 8.996 meter lari, karena pada proses *bor* ini yang dikerjakan adalah proses membuat lubang dengan mata *bor*.

Durasi = 25.8 detik = 0.43 min = 0.007 jam

Kapasitas proses *bor* adalah = 8.996 meter lari/0.007 jam = **1285.14 meter lari/jam**

Task time proses *bor* = $(25.8/8.996) = \mathbf{2.86 \text{ detik}}$

4.4.1.5. Proses *Tempered*

Ukuran kaca yang diproses = 2554 mm x 1944 mm

Pada proses *tempered*, *loading* akan tergantung dari luasan *area loading* kaca yang ada, yaitu : 4 meter x 2.13 meter.

Maka panjang lintasan yang dapat dikerjakan di mesin *tempered* ini adalah : 8.996 meter x 1 pcs = 8.996 meter (layout loading *tempered* terlampir)

Durasi = 1,425 detik = 23.75 min = 0.39 jam

Kapasitas proses *tempered* adalah = 8.996 meter lari/0.39 jam = **23.06 meter lari/jam**

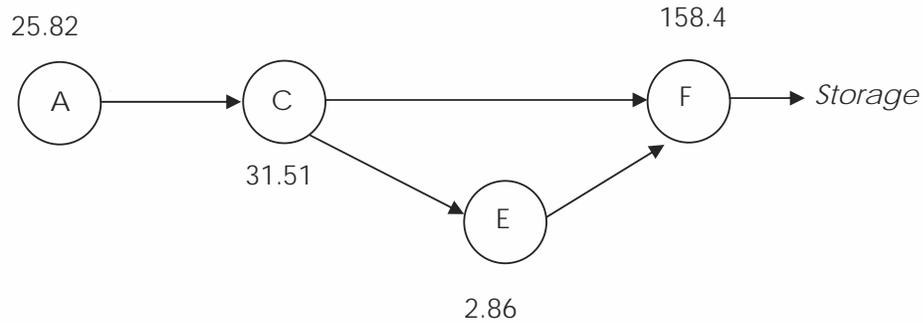
Task time proses *tempered* = (1,425/8.996) = **158,4 detik**

No	Proses	Ukuran Kaca (mm)	Durasi (detik)	Kapasitas/ menit	Kapasitas/jam
1.	<i>Cutting</i>	2554x1994	254.04	2.32	140.54
2.	Gosok	2554x1994	325.12	1.79	107.77
3.	<i>Bor</i>	2554x1994	25.8	20.92	1285.14
4.	<i>Tempered</i>	2554x1994	1,425	0.37	23.06

Langkah proses dan waktu untuk kaca dengan ketebalan 12 mm

<i>Task</i>	<i>Task Time</i>	<i>Description</i>	<i>Tasks that must precede</i>
A	25.82	<i>Cutting</i>	-
C	31.51	Gosok	A
E	2.86	<i>Bor</i>	C
F	158.4	<i>Tempered</i>	A,C,E

Total 218.59



$C = \text{Production time per day} / \text{Output per day}$

$\text{Production time per day} = 60 \text{ detik} \times 420 \text{ min} = 25,200 \text{ detik}$

$\text{Output per day} = (\text{kapasitas per jam proses } \textit{tempered} \times 7 \text{ jam} \times \text{Faktor koreksi})$

$\text{Output per day} = (23.06 \text{ meter lari/jam} \times 7 \text{ jam} \times 0.8) = 129.136 \text{ meter lari}$

$C = 25,200 / 129.136 = 195.14$

$N_t = T / C = 218.59 / 195.14 = 1.1 \approx 2$

Assignment rules:

1. Prioritaskan *task* dengan aturan “*Largest number of following task*”

<i>Task</i>	<i>Number of Following Task</i>
A	3
C	2
E	1
F	0

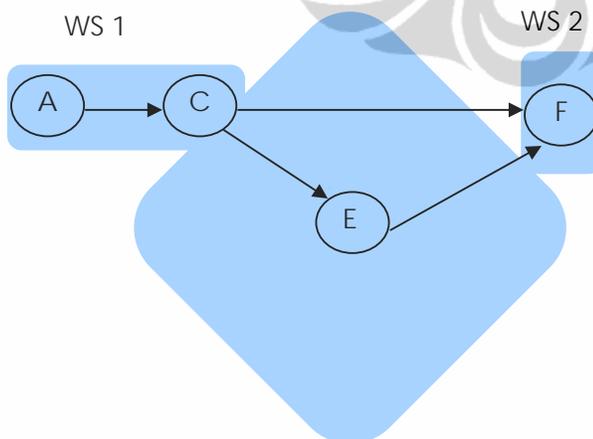
2. Prioritaskan *task* dengan aturan ‘*Waktu task yang paling panjang*’

<i>Task</i>	<i>Task Time (detik)</i>	<i>Remaining Unassigned Time (detik)</i>	<i>Feasible Remaining Task</i>	<i>Task with Most Followers</i>	<i>Task with Longest Operation Time</i>
A	25.82	169.32	C,E,F	C	
C	33.51	135.81	E		
E	2.86	132.95 <i>idle</i>	Tidak ada		
F	158.4	36.74 <i>idle</i>	Tidak ada		

3. Precedence graph untuk proses kaca 12 mm

Dari perhitungan diatas diperoleh 2 *workstation*, di mana ada 1 *workstation* yang berisi 3 *task* dan 1 *workstation* lagi berisi masing-masing 1 *task*, yaitu :

- Dengan *cycle time* proses 195.14 detik, maka task A, C, dan E dapat digabung karena waktu total dari ketiga *task* ini masih dibawah *cycle time* proses dan masih ada 132.95 detik yang *idle* (tidak digunakan).
- *Task* F dikerjakan dalam *workstation* tersendiri dan masih ada 36.74 detik yang *idle* (tidak digunakan)



$$4. \text{Efisiensi} = T / Nt \times C = 218.59 / (2 \times 195.14) = 0.56 = 56\%$$

Dengan *line balancing* ini akan diperoleh peningkatan *output tempered* sebesar $((792.68 \text{ meter lari} - 685.51 \text{ meter lari})/792.68 \text{ meter lari}) * 100\% = 13.52\%$ per hari. Maka :

- Ukuran kaca 5 mm = $784 \times 397 = 0.03 \text{ M}^2 = 1.642 \text{ Meter Lari}$
- Ukuran kaca 12 mm = $2554 \times 1944 = 4.96 \text{ M}^2 = 8.996 \text{ Meter lari}$
- Harga jual untuk kaca yang melewati proses *tempered* untuk ukuran 5 mm adalah = Rp. 132,000/ M^2 dan untuk ukuran 12 mm adalah = Rp. 375,000/ M^2 .
- maka kita dapat meningkatkan penjualan kita sebesar :

$$\text{Kaca 5 mm} = (107.17/1.642 * 0.03 * 132,000) = \text{Rp. 258,461/hari}$$

$$\text{Kaca 12 mm} = (107.17/8.996 * 4.92 * 375,000) = \text{Rp. 22,158,314/hari}$$

4.5. LAYOUT

PT. Maruni DayaSakti berencana untuk merelokasi mesin-mesin produksinya ke pabrik baru, maka berdasarkan dari perhitungan *line balancing* di atas, dapat dibuat suatu rekomendasi *layout* yang didasarkan kepada perhitungan *line balancing* tersebut, yaitu :

- *Layout existing.*

Sebuah *layout* yang dibuat tanpa melihat dan memperhitungkan *line balancing*, sehingga sering terjadi penumpukan barang setengah jadi atau operator yang *idle*. Mesin-mesin disusun tidak berdasarkan waktu proses mereka sehingga tidak akan dapat terlihat apakah ada proses yang dapat digabung atau tidak (detail lihat lampiran 4)

- *Layout* yang direkomendasikan.

Sebuah *layout* yang direkomendasikan dengan sudah memperhitungkan keseimbangan proses dan waktu antar proses, sehingga ada proses-proses kerja yang dapat digabungkan ke dalam sebuah *workstations* sehingga akan lebih efisien (detail lihat lampiran 5)

Tabel 4.1. Perbandingan *Existing Layout* dengan *Propose Layout*

No	<i>Existing Layout</i>	<i>Propose Layout</i>
1	Jalur Proses ada yang tidak searah/bolak-balik dan meyulitkan untuk keluar masuk barang	Jalur Proses tidak ada yang bolak-balik dan tidak menyulitkan keluar-masuk barang
2	Pengaturan/penempatan mesin belum mengikuti kaidah <i>line balancing</i>	Pengaturan/penempatan mesin sudah mengikuti kaidah <i>line balancing</i>
3	Pengaturan/penempatan mesin belum mengikuti perhitungan luas area untuk <i>wip</i> dan <i>Time Motion Study</i>	Pengaturan/penempatan mesin belum mengikuti perhitungan luas area untuk <i>wip</i> dan <i>Time Motion Study</i>
4	Jumlah tenaga kerja : <i>Cutting</i> (A): 4 <i>Gosok</i> (C): 6 <i>Bor</i> (E): 2 <i>Bevel</i> (B): 3 <i>List</i> (D): 2 <i>Tempered</i> (F): 6 Total Tenaga Kerja: 23	Jumlah tenaga Kerja : <i>Cutting & Gosok</i> (A & C): 6 <i>Bor</i> (E): 2 <i>Bevel & List</i> (B & D): 3 <i>Tempered</i> (F): 6 Total Tenaga Kerja: 17