

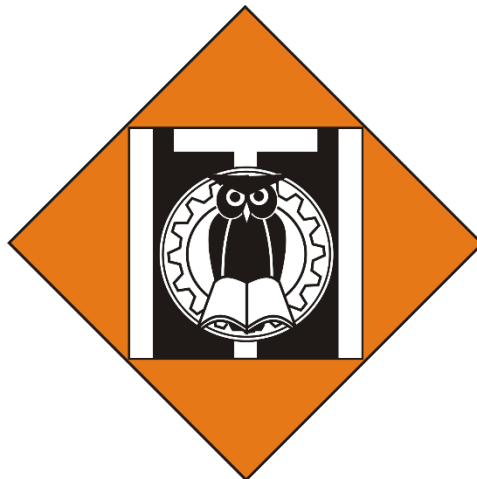
**PRARANCANGAN PABRIK KOPOLIMER *POLY METHYL  
METHACRYLATE-BLOCK-POLY BUTYL METHACRYLATE*  
DENGAN KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh:

**Hidayatul Masruroh (1141825010)**

**Zuhrianur Aini (1141825025)**




**Program Studi Teknik Kimia  
Institut Teknologi Indonesia  
Tangerang Selatan  
2021**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Laporan penulisan ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.


Nama 1 : HIDAYATUL MASRUROH

NRP : 1141825010

Tanda tangan : 

Nama 1 : ZUHRIANUR AINI

NRP : 1141825025

Tanda tangan : 

Tanggal : 19 FEBRUARY 2021

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir yang diajukan oleh:

**Nama** : 1. **HIDAYATUL MASRUOH / 1141825010**  
2. **ZUHRIANUR AINI / 1141825025**

**Judul** : **Pra-Rancangan Pabrik Kopolimer *Poly Methyl Methacrylate* –  
*Block–Poly Butyl Methacrylate* Dengan Kapasitas 5.000  
Ton/Tahun**

**telah diizinkan oleh Dewan Pembimbing untuk diujikan pada Sidang Sarjana**

### DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : **Dr. Ir. Aniek Handayani, M.T.**



Pembimbing 2 : **Ir. Sunaryono, M.T.**



Ditetapkan di : Tangerang Selatan

Tanggal : **13 Februari 2021**

Mengetahui,  
Koordinator Tugas Akhir

Yuli Amalia Husnil, PhD

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir diajukan oleh:

Nama : 1. HIDAYATUL MASRUROH / 1141825010  
2. ZUHRIANUR AINI / 1141825025

Judul : Pra-Rancangan Pabrik Kopolimer *Poly Methyl Methacrylate – Block–Poly Butyl Methacrylate* Dengan Kapasitas 5.000 Ton/Tahun

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia

### DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Aniek Handayani, M.T.

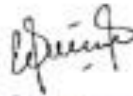


Pembimbing 2 : Ir. Sunaryono, M.T.

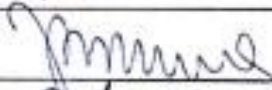


### DEWAN PENGUJI

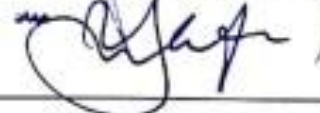
Penguji 1 : Dr. Ir. Enjarlis, M.T.



Penguji 2 : Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc.



Penguji 3 : Drs. Singgih Hartanto, Msi



Ditetapkan di : Tangerang Selatan

Tanggal : 3 Maret 2021

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia



Dr. Ir. Wahyudin, S.T., M.Sc.

## HALAMAN REVISI

Dosen Penguji : Dr. Ir. Enjarlis, M.T

### REVISI

1. Penentuan kapasitas dihitung ulang berdasarkan kebutuhan *Poly Methyl Meyhacrylate - Block-Poly Butyl Methacrylate*. Bukan berdasarkan produksi cat, jadi harus dikonversi terlebih dahulu
2. Biaya pengolahan limbah ditambahkan dalam perhitungan ekonomi

### PERBAIKAN

1. Penentuan kapasitas telah disesuaikan dengan kebutuhan *Poly Methyl Meyhacrylate- Block-Poly Butyl Methacrylate*.
2. Biaya pengolahan limbah sudah ditambahkan dalam perhitungan ekonomi (halaman 469)

Serpong, 24 Februari 2021  
Telah diperiksa dan disetujui oleh,

Penguji 1,



(Dr. Ir. Enjarlis, M.T)

## HALAMAN REVISI

Dosen Penguji : Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng, Sc.

### REVISI

1. Letak halaman yang perlu diperbaiki

Letak halaman pada laporan Prarancangan Pabrik Kopolimer *Poly Methyl Methacrylate-Block-Poly Butyl Methacrylate* Dengan Kapasitas 5.000 Ton/Tahun telah diperbaiki.

**Saran Pada Lembar Revisi Laporan:**

Letak halaman yang perlu diperbaiki : ACC

2. Perlu perbaikan penentuan waktu 1 batch (halaman 16)

Penentuan waktu 1 batch sudah dilakukan perbaikan

**Sebelum Perbaikan :**

Perbaikan dalam pengondisian waktu kenaikan-penurunan pada suhu dan tekanan pada proses di alat.

Proses		Waktu	
<i>Mixer</i> Inisiator	Pemasukan Bahan	0,5	jam
	Proses	0,42	jam
Reaktor Inisiator	Pemasukan Bahan	0,5	jam
	Proses	1	jam
Reaktor PMMA	Pemasukan Bahan	0,5	jam
	Proses	1,25	jam
Reaktor PBMA	Pemasukan Bahan	0,5	jam
	Proses	1	jam
Reaktor Kopolimer	Pemasukan Bahan	1	jam
	Proses	3	jam
<i>Washing Coloumn</i>	Pemasukan Bahan	1	jam
	Proses	6	jam
<i>Centrifuge Separator</i>	Pemasukan Bahan	0,5	jam
	Proses	1,5	jam
<i>Hopper</i>	Proses	0,3	jam
<i>Vacuum Dryer</i>	Pemasukan Bahan	0,5	jam
	Proses	2,5	jam
<i>Cylone</i>	Pemasukan Bahan	0,50	jam
	Proses	0,50	jam
<i>Packing</i>	Proses	1	jam
Total		<b>24</b>	jam

**Sesudah perbaikan (Revisi):**

Keterangan		Waktu	
Mixer 101	Pemasukan Bahan	0,5	jam
	Proses	0,42	jam
Reaktor 101	Waktu Kenaikan Suhu Umpan	0,5	jam
	Pemasukan Bahan	0,5	jam
	Proses	1	jam
Reaktor 102	Pemasukan Bahan	0,5	jam
	Proses	1	jam
Reaktor 103	Pemasukan Bahan	0,5	jam
	Proses	1	jam
Reaktor 104	Pemasukan Bahan	0,75	jam
	Proses	3	jam
	Waktu Penurunan Suhu Output	0,17	jam
Washing Coloumn 101	Pemasukan Bahan	0,5	jam
	Proses	6	jam
Centrifuge Separator 101	Pemasukan Bahan	0,5	jam
	Proses	1,5	jam
Hopper 101	Pemasukan Bahan	0,5	jam
	Proses Pemasukan Umpan ke VD-101	0,3	jam
Vacuum Dryer 101	Waktu Penurunan Tekanan	0,25	jam
	Waktu Kenaikan Suhu	0,17	jam
	Proses	2,5	jam
	Waktu Kenaikan Tekanan	0,25	jam
Cylone 101	Pemasukan Bahan	0,50	jam
	Proses	0,50	jam
Packing	Loading	0,50	jam
	Unloading	0,50	jam
Total		<b>24</b>	jam

- Pada Reaktor 101 umpan dari suhu 30 °C menjadi 75 °C reaktor dipanaskan terlebih dahulu dengan *steam* bersuhu 150 °C selama 10 menit.
- Pada Reaktor 104 pemasukan bahan dimaksimalkan waktu menjadi 45 menit dan dibutuhkan waktu untuk menurunkan suhu menggunakan media pendingin air pendingin selama 10 menit dari 75 °C menjadi 30 °C untuk keluar menuju *washing coloumn* 101.
- Pada *Hopper* 101 berfungsi sebagai tempat masuknya bahan baku dari atas sebelum terjadinya proses pengeringan Waktu pengondisian pemasukan umpan ke vacuum dryer selama 20 menit.
- Pada *Vacuum Dryer* 101 pengondisian waktu penurunan tekanan 0,3 atm dengan menarik seluruh udara dalam *Vacuum Dryer* 101 menggunakan *Steam Ejector* 101 selama 15 menit. Pengondisian kenaikan suhu dari 31 °C menjadi 60 °C selama 10 menit dan dibutuhkan waktu untuk menaikkan tekanan menjadi 1 atm kembali selama 15 menit.

### Saran Pada Lembar Revisi Laporan:

Perlu perbaikan penentuan waktu 1 batch (halaman 16) : ACC

### 3. Kalau bahan baku import mestinya waktu tinggal minimal 14 hari (hal 183)

Penentuan waktu tinggal telah dilakukan perbaikan yakni 14 hari

#### L3.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku Metil Metakrilat (T-101)

Fungsi : Tempat penyimpanan bahan baku metil metakrilat selama 3 hari  
Fasa : Cair  
Persen bahan baku : Metil metakrilat : 99%  
*Hydroquinone* : 1%  
Bentuk : Tangki silinder vertical dengan dasar datar dan atap (head) berbentuk torispherical roof.  
Bahan Kontruksi : Stainless Steel SA-312 tipe TP 316  
Jumlah : 1 unit  
Data : Temperature : 30 °C  
Tekanan : 1 atm  
Waktu Tinggal : 7 hari

#### L3.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku Metil Metakrilat (T-101)

Fungsi : Tempat penyimpanan bahan baku metil metakrilat selama 3 hari  
Fasa : Cair  
Persen bahan baku : Metil metakrilat : 99%  
*Hydroquinone* : 1%  
Bentuk : Tangki silinder vertical dengan dasar datar dan atap (head) berbentuk torispherical roof.  
Bahan Kontruksi : Stainless Steel SA-312 tipe TP 316  
Jumlah : 1 unit  
Data : Temperature : 30 °C  
Tekanan : 1 atm  
Waktu Tinggal : 14 hari

### Saran Pada Lembar Revisi Laporan:

Kalau bahan baku import mestinya waktu tinggal minimal 14 hari (halaman 183) : Acc

### 4. Gaji Direktur Utama dengan Direktur Operasioanal hanya beda Rp.3.000.000 (hal. 487)

Gaji Direktur Utama dengan Direktur Operasioanal serta gaji karyawan telah dilakukan perbaikan



No.	Jabatan	Jumlah	Jenjang Pendidikan	Gaji / Bulan	Total
1	Dewan Komisaris	2	-	Rp. 20.000.000	Rp. 40.000.000
2	Direktur utama	1	Minimal S2	Rp. 25.000.000	Rp. 25.000.000
	Direktur operasional	2	Minimal S2	Rp. 22.000.000	Rp. 44.000.000
3	Sekretaris Direktur	1	D3 - S1	Rp. 5.000.000	Rp. 5.000.000
	Sekretaris Manajer	1	D3 - S1	Rp. 4.000.000	Rp. 4.000.000
4	Kepala Bagian	5	S1	Rp. 6.000.000	Rp. 30.000.000
<b>Karyawan Shift</b>					
Proses					
5	Kepala regu Proses	4	S1	Rp. 6.000.000	Rp. 24.000.000
6	Karyawan Proses	24	D3 - S1	Rp. 5.000.000	Rp. 120.000.000
Utilitas					
7	Kepala regu Utilitas	4	S1	Rp. 6.000.000	Rp. 24.000.000
8	Karyawan Utilitas	8	D3 - S1	Rp. 5.000.000	Rp. 40.000.000
Keamanan					
9	Kepala regu Keamanan	4	SMU/STM	Rp. 4.100.000	Rp. 16.400.000
10	Karyawan Keamanan	12	SMU/STM	Rp. 4.000.000	Rp. 48.000.000
11	Listrik & Instrument	8	D3 - S1	Rp. 5.000.000	Rp. 40.000.000
12	Quality Control	8	S1	Rp. 6.000.000	Rp. 48.000.000
13	K3	8	S1	Rp. 6.000.000	Rp. 48.000.000
14	Pemeliharaan	8	STM-D3	Rp. 4.000.000	Rp. 32.000.000
<b>Karyawan Non Shift</b>					
RnD					
25	Kepala Regu Lab RnD	1	S1	Rp. 6.000.000	Rp. 6.000.000
26	Karyawan Lab RnD	2	D3	Rp. 5.000.000	Rp. 10.000.000
22	Supir	5	SMU	Rp. 4.100.000	Rp. 20.500.000
23	Keuangan	2	D3	Rp. 4.000.000	Rp. 8.000.000
24	Akunting	2	D3	Rp. 4.000.000	Rp. 8.000.000
28	Humas	2	D3	Rp. 4.000.000	Rp. 8.000.000
29	Kepegawaian	2	D3-S1	Rp. 5.000.000	Rp. 10.000.000
32	Cleaning Service	4	SMP-SMU	Rp. 4.000.000	Rp. 16.000.000
	<b>Total</b>	<b>120</b>			<b>Rp. 674.900.000</b>

(Sebelum Perbaikan)

No.	Jabatan	Jumlah	Jenjang Pendidikan	Gaji / Bulan	Total
1	Dewan Komisaris	2	-	Rp. 18.000.000	Rp. 36.000.000
2	Direktur utama	1	S2	Rp. 25.000.000	Rp. 25.000.000
3	Direktur operasional	2	S1	Rp. 15.000.000	Rp. 30.000.000
4	Sekretaris Direktur	1	S1	Rp. 6.000.000	Rp. 6.000.000
5	Kepala Bagian	5	S1	Rp. 9.000.000	Rp. 45.000.000
<b>Karyawan Shift</b>					
Proses					
6	Kepala regu Proses	4	S1	Rp. 7.500.000	Rp. 30.000.000
7	Karyawan Proses	24	D3	Rp. 6.000.000	Rp. 144.000.000
Utilitas					
8	Kepala regu Utilitas	4	S1	Rp. 7.500.000	Rp. 30.000.000
9	Karyawan Utilitas	8	D3	Rp. 6.000.000	Rp. 48.000.000
Keamanan					
10	Kepala regu Keamanan	4	SMU/STM	Rp. 4.500.000	Rp. 18.000.000
11	Karyawan Keamanan	12	SMU/STM	Rp. 4.500.000	Rp. 54.000.000
12	Listrik & Instrument	8	D3	Rp. 6.000.000	Rp. 48.000.000
13	Quality Control	8	D3	Rp. 6.000.000	Rp. 48.000.000
14	K3	8	D3	Rp. 6.000.000	Rp. 48.000.000
15	Pemeliharaan	8	SMU/STM	Rp. 4.500.000	Rp. 36.000.000
<b>Karyawan Non Shift</b>					
RnD					
16	Kepala Regu Lab RnD	1	S1	Rp. 6.500.000	Rp. 6.500.000
17	Karyawan Lab RnD	2	D3	Rp. 5.500.000	Rp. 11.000.000
18	Supir	4	SMU	Rp. 4.500.000	Rp. 18.000.000
19	Keuangan	2	D3	Rp. 5.500.000	Rp. 11.000.000
20	Akunting	2	D3	Rp. 5.500.000	Rp. 11.000.000
21	Humas	2	D3	Rp. 5.500.000	Rp. 11.000.000
22	Kepegawaian	2	D3	Rp. 5.500.000	Rp. 11.000.000
23	Cleaning Service	4	SMP-SMU	Rp. 4.500.000	Rp. 18.000.000
	<b>Total</b>	<b>118</b>			<b>Rp. 743.500.000</b>

(Sesudah Perbaikan)

Saran Pada Lembar Revisi Laporan: ACC

5. Perhitungan Internal Rate of Return (IRR) salah.

**Sebelum Perbaikan :**

Tahun	Net Cash Flow (Rp)	Bunga Bank	Present Value	Bunga	Present Value
		11%		21%	
0	(585.127.205.891)	1,000	(585.127.205.891)	1,0000	(585.127.205.891)
1	213.485.275.139	0,901	192.329.076.702	0,8264	176.434.111.685
2	227.562.240.685	0,812	184.694.619.499	0,6830	155.428.072.321
3	182.400.710.070	0,731	133.369.827.146	0,5645	102.960.445.658
4	295.673.403.416	0,659	194.769.229.061	0,4665	137.933.824.825
5	325.874.696.247	0,593	193.390.771.269	0,3855	125.638.802.333
6	359.819.482.561	0,535	192.374.188.998	0,3186	114.649.575.957
7	396.168.744.326	0,482	190.818.007.836	0,2633	104.323.612.360
8	436.169.722.942	0,434	189.265.599.667	0,2176	94.923.239.862
9	480.188.429.629	0,391	187.717.552.101	0,1799	86.366.109.881
10	556.779.435.296	0,352	196.089.075.212	0,1486	82.761.715.272
<b>Total</b>			<b>1.269.690.741.599</b>		<b>596.292.304.262</b>
<b>Ratio</b>			<b>2,16994</b>		<b>1,01908</b>

Dengan demikian,

Internal Rate of Return (IRR) Pabrik Poly Methyl Methacrylate-b-Poly Butyl Methacrylate ini adalah:

$$IRR = 11\% + (21\% - 11\%) \times (0 - 1.270.402.925,291)$$

$$(596.777.209,521 - 1.270.402.925,291)$$

$$= 29,85\%$$

**Sebelum Perbaikan (Revisi) :**

**Tabel L.5.25 Internal Rate of Return**

Tahun	Net Cash Flow (Rp)	Bunga 35%	Present Value	Bunga 40%	Present Value
		$1/(1+0,11)^n$		$1/(1+0,11)^n$	
0	-172.480.795.075	1,000	-172.480.795.075	1,000	-172.480.795.075
1	53.624.602.116	0,741	39.721.927.494	0,714	38.303.287.226
2	58.620.854.226	0,549	32.165.077.765	0,510	29.908.599.095
3	53.255.352.749	0,406	21.645.217.802	0,364	19.407.927.387
4	74.942.540.704	0,301	22.562.817.910	0,260	19.508.158.242
5	82.811.549.722	0,223	18.468.093.710	0,186	15.397.518.467
6	92.177.863.964	0,165	15.227.339.444	0,133	12.242.170.562
7	101.477.198.578	0,122	12.417.440.564	0,095	9.626.584.330
8	111.708.969.065	0,091	10.125.533.058	0,068	7.569.440.132
9	122.966.544.131	0,067	8.256.254.112	0,048	5.951.612.492
10	141.827.288.550	0,050	7.053.783.327	0,035	4.903.198.137
<b>Total</b>			<b>15.162.690.110</b>		<b>-9.662.299.005</b>

Berdasarkan data diatas untuk menentukan nilai IRR yaitu pada saat NCF PV = 0. Maka, Internal Rate of Return (IRR) Pabrik Poly Methyl Methacrylate-b-Poly Butyl Methacrylate ini adalah:

$$IRR = iNPV_{(-)} + \frac{NPV_{(+)}}{NPV_{(+)} + NPV_{(-)}} \times (iNPV_{(-)} - iNPV_{(+)})$$

$$= 35\% + \frac{Rp\ 15.162.690.110}{(Rp\ 15.162.690.110 - -9.662.299.005)} \times (40\% - 35\%)$$

$$= 38,05\%$$

Karena IRR sebesar 38,05 % > bunga pinjaman 11%, dengan demikian investasi pabrik Poly Methyl Methacrylate-b- Poly Butyl Methacrylate ini layak (feasible).

## Saran Pada Lembar Revisi Laporan: Perhitungan Internal Rate of Return (IRR) ACC

6. Untuk bunga 21% tidak perlu dihitung ( halaman 518)

**Sebelum Perbaikan :**

Tahun	Net Cash Flow (Rp)	Bunga Bank	Present Value	Bunga	Present Value
		11%		21%	
0	(585.127.205.891)	1,000	(585.127.205.891)	1,0000	(585.127.205.891)
1	213.485.275.139	0,901	192.329.076.702	0,8264	176.434.111.685
2	227.562.240.685	0,812	184.694.619.499	0,6830	155.428.072.321
3	182.400.710.070	0,731	133.369.827.146	0,5645	102.960.445.658
4	295.673.403.416	0,659	194.769.229.061	0,4665	137.933.824.825
5	325.874.696.247	0,593	193.390.771.269	0,3855	125.638.802.333
6	359.819.482.561	0,535	192.374.188.998	0,3186	114.649.575.957
7	396.168.744.326	0,482	190.818.007.836	0,2633	104.323.612.360
8	436.169.722.942	0,434	189.265.599.667	0,2176	94.923.239.862
9	480.188.429.629	0,391	187.717.552.101	0,1799	86.366.109.881
10	556.779.435.296	0,352	196.089.075.212	0,1486	82.761.715.272
<b>Total</b>			<b>1.269.690.741.599</b>		<b>596.292.304.262</b>
<b>Ratio</b>			<b>2,16994</b>		<b>1,01908</b>

Dengan demikian.

Internal Rate of Return (IRR) Pabrik Poly Methyl Methacrylate-b-Poly Butyl Methacrylate ini adalah :

$$\begin{aligned} \text{IRR} &= 11\% + (21\% - 11\%) \times \frac{(0 - 1.270.402.925.291)}{(596.777.209.521 - 1.270.402.925.291)} \\ &= 29,85\% \end{aligned}$$

**Sesudah Perbaikan (Revisi) :**

Tahun	Net Cash Flow (Rp)	Bunga 35%	Present Value	Bunga 40%	Present Value
		$\frac{1}{(1+0.11)^n}$		$\frac{1}{(1+0.11)^n}$	
0	-172.480.795.075	1,000	-172.480.795.075	1,000	-172.480.795.075
1	53.624.602.116	0,741	39.721.927.494	0,714	38.303.287.226
2	58.620.854.226	0,549	32.165.077.765	0,510	29.908.599.095
3	53.255.352.749	0,406	21.645.217.802	0,364	19.407.927.387
4	74.942.540.704	0,301	22.562.817.910	0,260	19.508.158.242
5	82.811.549.722	0,223	18.468.093.710	0,186	15.397.518.467
6	92.177.863.964	0,165	15.227.339.444	0,133	12.242.170.562
7	101.477.198.578	0,122	12.417.440.564	0,095	9.626.584.330
8	111.708.969.065	0,091	10.125.533.058	0,068	7.569.440.132
9	122.966.544.131	0,067	8.256.254.112	0,048	5.951.612.492
10	141.827.288.550	0,050	7.053.783.327	0,035	4.903.198.137
<b>Total</b>			<b>15.162.690.110</b>		<b>-9.662.299.005</b>

Berdasarkan data diatas untuk menentukan nilai IRR yaitu pada saat NCF PV = 0. Maka, Internal Rate of Return (IRR) Pabrik Poly Methyl Methacrylate-b-Poly Butyl Methacrylate ini adalah :

$$\begin{aligned} \text{IRR} &= \frac{i\text{NPV}(-)}{i\text{NPV}(-) + \text{NPV}(+)} \times (i\text{NPV}(-) - i\text{NPV}(+)) \\ &= 35\% + \frac{\text{Rp } 15.162.690.110}{(\text{Rp } 15.162.690.110 - -\text{Rp } 9.662.299.005)} \times (40\% - 35\%) \\ &= 38,05\% \end{aligned}$$

Karena IRR sebesar 38,05 % > bunga pinjaman 11%, dengan demikian investasi pabrik Poly Methyl Methacrylate-b- Poly Butyl Methacrylate ini layak (feasible).

**Saran Pada Lembar Revisi Laporan: Acc**

7. Perhitungan Minimum Payback Periode (MPP) salah (halaman 516)

**Sebelum Perbaikan :**

**Tabel L5.24 Data Minimum Payback Periode (MPP)**

Tahun	NCF nominal (Rp)	Faktor Discount	NCF PV (Rp)	Akumulasi (Rp)
		$1/(1+0.11)^n$		
0	(585.127.205.891)	1.0000	(585.127.205.891)	(585.127.205.891)
1	213.485.275.139	0.9009	192.329.076.702	392.798.129.190
2	227.562.240.685	0.8116	184.694.619.499	208.103.509.691
3	182.400.710.070	0.7312	133.369.827.146	74.733.682.545
4	295.673.403.416	0.6587	194.769.229.061	120.035.546.516
5	325.874.696.247	0.5935	193.390.771.269	313.426.317.785
6	359.819.482.561	0.5346	192.374.188.998	505.800.506.782
7	396.168.744.326	0.4817	190.818.007.836	696.618.514.619
8	436.169.722.942	0.4339	189.265.599.667	885.884.114.286
9	480.188.429.629	0.3909	187.717.552.101	1.073.601.666.387
10	556.779.435.296	0.3522	196.089.075.212	1.269.690.741.599
<b>Total</b>			<b>1.269.690.741.599</b>	<b>Layak</b>

Jumlah tahun yang dibutuhkan dihitung menggunakan metode interpolasi, maka jumlah tahun didapat 3 tahun 6 bulan.

**Sesudah Perbaikan (Revisi) :**

**Tabel L5.24 Data Minimum Payback Periode (MPP)**

Tahun	NCF nominal (Rp)	Faktor Discount	NCF PV (Rp)	Akumulasi (Rp)
		$1/(1+0.11)^n$		
0	-172.480.795.075	1,00	-172.480.795.075	-172.480.795.075
1	53.624.602.116	0,90	48.310.452.357	-124.170.342.718
2	58.620.854.226	0,81	47.578.000.346	-76.592.342.372
3	53.255.352.749	0,73	38.939.854.938	-37.652.487.434
4	74.942.540.704	0,66	49.366.972.843	11.714.485.409
5	82.811.549.722	0,59	49.144.624.161	60.859.109.570
6	92.177.863.964	0,53	49.282.050.258	110.141.159.828
7	101.477.198.578	0,48	48.877.346.209	159.018.506.037
8	111.708.969.065	0,43	48.473.481.551	207.491.987.588
9	122.966.544.131	0,39	48.070.668.159	255.562.655.747
10	141.827.288.550	0,35	49.949.369.694	305.512.025.441
<b>Total</b>			<b>305.512.025.441</b>	<b>Layak</b>

$$\text{MPP} = 3 + \frac{4 - 3X (\text{Rp } 0 - (-37.652.487.434))}{\text{Rp } 11.714.485.409 - (-37.652.487.434)}$$


=3,76 atau 3 tahun 9 bulan

**Saran Pada Lembar Revisi Laporan:**

Perhitungan Minimum Payback Periode (MPP) salah (halaman 516) : ACC

Serpong, 2 Maret 2021  
Telah diperiksa dan disetujui oleh,

Penguji 2,



(Dr. Ir. RATNAWATI, M.Eng.Sc.)

## **HALAMAN REVISI**

Dosen Penguji : Drs. Singgih Hartanto, Msi

### **REVISI**

1. Susunan halaman diperhatikan, ada yang terbalik susunannya.
2. Lampiran gunakan dokumen yang dapat dibaca. Redaksi lampiran 1 diperbaiki.

### **PERBAIKAN**

1. Susunan halaman telah diperbaiki pada tiap halaman lembarnya.
2. Redaksi lampiran 1 telah diperbaiki untuk referensi yang digunakan (halaman 128-157)

Serpong, 2 Maret 2021  
Telah diperiksa dan disetujui oleh,

Penguji 3,



(Drs. Singgih Hartanto, Msi)

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Institut Teknologi Indonesia, saya yang bertandatangan di bawah ini:

**Nama**                           1. **HIDAYATUL MASRUROH / 1141825010**  
                                          2. **ZUHRIANUR AINI / 1141825025**

**Program Studi**           **Teknik Kimia**

**Jenis Karya**               **Laporan Tugas Akhir**

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **“PRA-RANCANGAN PABRIK KOPOLIMER *POLY METHYL METHACRYLATE – BLOCK – POLY BUTYL METHACRYLATE* DENGAN KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Institut Teknologi Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk angka dan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan laporan saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis /pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di                           Tangerang Selatan

Pada tanggal                   **28 Februari 2021**

Yang menyatakan:



---

**HIDAYATUL MASRUROH**



---

**ZUHRIANUR AINI**

## ABSTRAK

<b>Nama</b>	<b>1. Hidayatul Masruroh / 1141825010</b> <b>2. Zuhrianur Aini / 1141825025</b>
<b>Nama Pembimbing</b>	<b>1. Dr. Ir. Aniek Handayani, M.T.</b> <b>2. Ir. Sunaryono, M.T.</b>
<b>Program Studi</b>	<b>Teknik Kimia</b>
<b>Judul</b>	<b>Pra-Rancangan Pabrik Kopolimer <i>Poly Methyl Methacrylate – Block–Poly Butyl Methacrylate</i> Dengan Kapasitas 5.000 Ton/Tahun</b>

Industri cat (*coating*) di Indonesia terus berkembang sejalan dengan pertumbuhan sektor properti dan perumahan. Salah satu bahan utama dalam cat adalah resin sintesis. Resin sintesis mempunyai peranan penting dalam kualitas cat yang dihasilkan. Dengan memerlukan komposisi monomer, katalis, dan pelarut yang dapat menunjang kualitas polimer yang dihasilkan sehingga dapat meningkatkan kualitas cat. Untuk meningkatkan kualitas cat diperlukan kombinasi monomer-monomer yang digunakan yaitu monomer *Methyl Methacrylate* (MMA) dengan monomer *Butyl Methacrylate* (BMA) secara kopolimerisasi *block* menjadi PMMA-b-PBMA. Melihat masih dilakukannya impor polimer sebagai bahan utama pembuatan cat, maka dapat dijadikan sebagai peluang usaha. Selain itu, kebutuhan cat di Indonesia juga semakin meningkat seiring dengan meningkatnya populasi manusia di Indonesia. Pabrik PMMA-b-PBMA rencananya akan didirikan di daerah Cilegon, Banten dengan kapasitas produksi 5.000 ton pertahun. Metode yang digunakan pada pabrik ini adalah metode polimerisasi emulsi, dimana Monomer MMA direaksikan dengan monomer BMA dengan bantuan inisiator yang terjadi dalam reaktor tangki berpengaduk pada suhu 75°C dan bertekanan 1 atm. Kebutuhan sarana penunjang pada pabrik PMMA-b-PBMA antara lain kebutuhan air pendingin 23.351 kg/jam, air umpan *boiler* 8.707 kg/jam, kebutuhan air domestik 720 kg/jam, kebutuhan bahan bakar solar 1.317 kg/hari, dan kebutuhan listrik 165 kWh. Bentuk badan hukum dari perusahaan ini adalah perseroan terbatas (PT), dimana pimpinan perusahaan dipimpin oleh dewan direksi yang membawahi 120 orang karyawan yang bekerja sesuai jam kerja yang terdiri dari karyawan shift dan karyawan non-shift. Pabrik ini beroperasi selama 330 hari pertahun. Dari analisa ekonomi yang dilakukan terhadap pabrik diperoleh *Fixed Capital Investment* (FCI) sebesar Rp. 108.653.229.631, sedangkan *Working Capital Investment* (WCI) sebesar Rp. 63.827.565.444. Analisa kelayakan diperoleh



*Break Even Point* (BEP) di tahun pertama 41,54%, *Net Cash Flow Present Value* (NCFPV) di tahun ke-10 sebesar Rp 305.512.025.441, *Internal Rate of Return* (IRR) 38,05%, dan *Minimum Payback Periode* (MPP) 3 Tahun 9 Bulan. Dari hasil Analisa ekonomi di atas, maka pabrik PMMA-b-PBMA dengan kapasitas 5.000 ton pertahun layak (*feasible*) untuk didirikan.

**Kata Kunci :** *Methyl Methacrylate, Butyl Methacrylate, Kopolimer, Resin, dan Coating*

## ABSTRACT

<b>Nama</b>	<b>1. Hidayatul Masruroh / 1141825010</b> <b>2. Zuhrianur Aini / 1141825025</b>
<b>Nama Pembimbing</b>	<b>1. Dr. Ir. Aniek Handayani, M.T.</b> <b>2. Ir. Sunaryono, M.T.</b>
<b>Program Studi</b>	<b>Teknik Kimia</b>
<b>Judul</b>	<b>Preliminary Plant Design of Poly Methyl Methacrylate –Block– Poly Butyl Methacrylate Copolymers with 5000 Tons/Year Capacity</b>

The paint industry (coating) in Indonesia continues to grow in line with the growth of the property and housing sectors. One of the main ingredients in paint is synthetic resin. Synthetic resin has an important role in the quality of the paint produced. By requiring a composition of monomers, catalysts, and solvents that can support the quality of the polymer produced so as to improve the quality of the paint. To improve the quality of the paint, a combination of monomers are needed, namely Methyl Methacrylate (MMA) monomer and Butyl Methacrylate (BMA) monomer by block copolymerization into PMMA-b-PBMA. Seeing that polymer is still being imported as the main ingredient for paint production, this may be used as a business opportunity. In addition, the demand for paint in Indonesia is also increasing along with the increasing human population in Indonesia. The PMMA-b-PBMA plant is planned to be established in Cilegon, Banten with a production capacity of 5,000 tons per year. The method employed in this plant is the emulsion polymerization method, which the MMA monomer is reacted with the BMA monomer with the help of initiators occurring in a stirred tank reactor at 75 ° C and 1 atm. The needs for supporting facilities at the PMMA-b-PBMA plant includes 23.351 kg/h of cooling water, 8.707 kg/h of boiler feed water, 720 kg/h of domestic water demand, 1.317 kg/day of diesel fuel, and 165 kWh of electricity. The form of the legal entity of this company is a limited liability company (PT), where the company leadership is led by a board of directors who oversees 120 employees and work according to working hours consisting of shift employees and non-shift employees. This plant operates for 330 days per year. The result of economic analysis for PMMA-b-PBMA plant is as follows: Fixed Capital Investment (FCI) was Rp. 108.653.229.631, while the Working Capital Investment (WCI) was Rp. 63.827.565.444. Feasibility analysis obtained Break Even Point (BEP) in the first year of 41,54%, Net Cash Flow Present Value (NCFPV) in the 10th

year of IDR 305.512.025.441, Internal Rate of Return (IRR) 38,05%, and Minimum Payback Period (MPP) 3 Years 9 Months. Based on the results of economic analysis above, it can be concluded that the PMMA-b-PBMA plant with a capacity of 5.000 tons per year is feasible to be established.

**Keywords:** *Methyl Methacrylate, Butyl Methacrylate, Copolymer, Resin, and Coating*

## KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kasih sayang-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul *Prarancangan Pabrik Kopolimer Poly Methyl Methacrylate-block-Poly Butyl Methacrylate Dengan Kapasitas 5.000 Ton/Tahun* ini.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan perkuliahan jenjang S-1 di Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Indonesia.

Dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini, penyusun mendapatkan dukungan dan bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan yang berbahagia ini kami ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Dr. Ir. Aniek Handayani, M.T., selaku Pembimbing I Tugas akhir.
2. Ir. Sunaryono, M.T., selaku Pembimbing II Tugas akhir.
3. Dr. Wahyudin, S.T, M.Sc., selaku ketua Program Studi Teknik Kimia - ITI.
4. Yuli Amalia Husnil, S.T, M.T, PhD., selaku Koordinator Tugas akhir.
5. Dr. Ir. Enjarlis, M.T., dan Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng, Sc., selaku Perwalian Akademik.
6. Kedua Orang Tua kami dan keluarga yang telah mendukung kami baik secara moril dan material dalam menyelesaikan kuliah di Institut teknologi Indonesia.
7. Staf Karyawan Program Studi Teknik Kimia – ITI yang telah melayani berbagai keperluan kami selama kuliah.
8. Sahabat dan teman seperjuangan Teknik Kimia – ITI kelas paralel Angkatan 2018 yang telah banyak membantu kami dalam menyelesaikan Tugas akhir kami dan terkhususnya Syaiful Amin, S.T., Syifa Dian Larasati, dan Muflihatun Nahriyah yang telah membantu dan memberi semangat dengan ketulusannya.
9. Serta pihak yang tidak dapat kami sebutkan, terimakasih atas bantuan secara langsung maupun tidak langsung, saran serta doanya

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu dengan segala kerendahan hati kami menerima kritik dan saran yang dapat membuat tugas akhir ini menjadi lebih baik. Akhir kata, kami berharap tugas akhir Pra-Rancangan Pabrik PMMA-b-PBMA ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN REVISI .....	iiiv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	iv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
KATA PENGANTAR .....	xix
DAFTAR ISI.....	xxii
DAFTAR GAMBAR .....	xxv
DAFTAR TABEL.....	xxviivii
BAB 1 .....	1
Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Data Analisis Pasar .....	3
1.2.1 Data Produksi.....	3
1.2.2 Data Konsumsi.....	3
1.2.3 Data Impor .....	4
1.2.4 Data Ekspor.....	5
1.3 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	7
1.4 Penentuan Lokasi .....	8
BAB 2 .....	11

TEKNOLOGI PROSES.....	11
2.1 Teknologi yang Tersedia .....	11
2.2 Seleksi Proses .....	13
BAB 3 .....	16
RANCANGAN PROSES .....	16
3.1 Uraian Proses .....	17
3.1.1 Deskripsi Proses.....	17
3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif Massa.....	23
3.1.3 Diagram Alir Kuantitatif Energi .....	24
3.1.4 Sistem Pengendalian Alat Utama.....	25
3.2 Kebutuhan Utilitas .....	25
3.3 Tata Letak Alat .....	31
3.4 Tata Letak Pabrik.....	32
BAB 4 .....	35
SPESIFIKASI ALAT.....	35
4.1 Peralatan Proses .....	35
4.1.1 Tangki Penyimpanan MMA .....	35
4.1.2 Tangki Penyimpanan BMA .....	36
4.1.3 Hopper-101 .....	37
4.1.4 Hopper-102.....	37
4.1.5 Mixer Tank-101 .....	38
4.1.6 Reaktor Pra Polimerisasi-101 (R-101) .....	39
4.1.7 Reaktor Polimerisasi PMMA (R-102).....	40
4.1.8 Reaktor Polimerisasi PBMA (R-103).....	41

4.1.9	Reaktor Kopolimerisasi (R-104)	42
4.1.10	Vacuum Dryer (VD-101)	43
4.1.11	Heat Exchanger (HE-101)	44
4.1.12	Centrifuge (CF-101)	45
4.1.13	Screw Conveyor (SC-101)	46
4.1.14	Blower (B-101)	47
4.1.15	Pneumatic Conveter (PC-101)	47
4.1.16	Cyclone (CY-101)	48
4.1.17	Condensor (CD-101)	48
4.1.18	Steam Ejector (EJ-101)	49
4.1.19	Pompa 1 (P-101)	50
4.1.20	Pompa 2 (P-102)	50
4.1.21	Pompa 3 (P-103)	51
4.1.22	Pompa 4 (P-104)	52
4.1.23	Pompa 5 (P-105)	52
4.1.24	Pompa 6 (P-106)	53
4.1.25	Screw Pump (SP-101)	54
4.1.26	Washing Column (W-101)	54
4.1.27	Bak Penampung Cooling Water	55
4.1.28	Bak Penampung Air Domestik	55
4.1.29	Tangki Penampung Air Umpan Proses	56
4.1.30	Bak Penampung Limbah dari Washing Coloumn dan Centrifuge	57
	Peralatan Utilitas	57
4.2.1	Pompa Utilitas 1 (PU-101)	57

4.2.2	Pompa Utilitas 2 (PU-102) .....	58
4.2.3	Pompa Utilitas 3 (PU-103) .....	59
4.2.4	Pompa Utilitas 4 (PU-104) .....	59
4.2.5	Pompa Utilitas 5 (PU-105) .....	59
4.2.6	Pompa Utilitas 6 (PU-106) .....	60
4.2.7	Pompa Utilitas 7 (PU-107) .....	61
4.2.8	Pompa Utilitas 8 (PU-108) .....	62
4.2.9	Pompa Air Utilitas (PU-09).....	63
4.2.10	Pompa Air Utilitas (PU-10).....	63
4.2.11	Pompa Air Utilitas (PU-11).....	64
BAB 5 .....		65
ASPEK KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN.....		65
5.1	Deskripsi Singkat .....	65
5.2	Pertimbangan Aspek Keselamatan Pabrik .....	73
5.3	Pertimbangan Aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja .....	87
5.4	Pertimbangan Aspek Lingkungan Pabrik .....	89
BAB 6 .....		92
ANALISIS KELAYAKAN PABRIK.....		92
6.1	Manajemen Perusahaan .....	92
6.1.1	Diagram organisasi .....	98
6.1.2	Perincian Jabatan dan Penggolongan Gaji.....	101
6.2	Kelayakan Ekonomi.....	102
6.2.1	Asumsi dan Parameter .....	102
6.2.2	Fixed Capital (Modal Tetap).....	103



6.2.3	Modal kerja (working capital) .....	104
6.2.4	Biaya Produksi.....	104
6.2.5	Penjualan dan Keuntungan .....	112
6.2.6	Break Even Point .....	114
6.2.7	Analisis Ekonomi .....	115
6.2.8	Kesimpulan kelayakan pendirian pabrik .....	118
	Daftar Pustaka.....	119

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Pendirian Pabrik PMMA-b-PBMA .....	8
Gambar 1. 2 Lokasi Pelabuhan PT Indonesia II .....	9
Gambar 3. 1 Process Flow Diagram PMMA-b-PBMA .....	17
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif Massa.....	23
Gambar 3. 3 Diagram Alir Kuantitatif Energi .....	24
Gambar 3. 4 Tata Letak Alat Proses PMMA-b-PBMA .....	32
Gambar 3. 5 Tata Letak Pabrik PMMA-b-PBMA .....	34
Gambar 4. 1. 1 Tangki Penyimpanan Methyl Methacrylate .....	36
Gambar 4. 1. 2 Tangki Penyimpanan Butil Metakrilat .....	36
Gambar 4. 1. 3 Hopper (H-101).....	37
Gambar 4. 1. 4 Hopper (H-102).....	37
Gambar 4. 1. 5 Mixer Tank (M-101) .....	38
Gambar 4. 1. 6 Reaktor Pra Polimerisasi (R-101) .....	39
Gambar 4. 1. 7 Reaktor Polimerisasi PMMA (R-102) .....	40
Gambar 4. 1. 8 Reaktor Polimerisasi PBMA (R-103) .....	41
Gambar 4. 1. 9 Reaktor Kopolimerisasi (R-104).....	42
Gambar 4. 1. 10 Vacuum Dryer (VD-101).....	43
Gambar 4. 1. 11 Heat Exchanger (HE-101).....	44
Gambar 4. 1. 12 Centrifuge (CF-101).....	45
Gambar 4. 1. 13 Screw Conveyor (SC-101) .....	46
Gambar 4. 1. 14 Blower (B-101) .....	46
Gambar 4. 1. 15 Pneumatic Conveter (PC-101) .....	47
Gambar 4. 1. 16 Cyclone (CY-101).....	48
Gambar 4. 1. 17 Condensor (CD-101).....	49
Gambar 4. 1. 18 Steam Ejector (EJ-101) .....	49
Gambar 4. 1. 19 Pompa 1 (P-101) .....	50
Gambar 4. 1. 20 Pompa 2 (P-102) .....	50
Gambar 4. 1. 21 Pompa 3 (P-103) .....	51
Gambar 4. 1. 22 Pompa 4 (P-104) .....	52

Gambar 4. 1. 23 Pompa 5 (P-105) .....	52
Gambar 4. 1. 24 Pompa 6 (P-106) .....	53
Gambar 4. 1. 25 Screw Pump (SP-101).....	54
Gambar 4. 1. 26 Washing Column (W-101).....	54
Gambar 4. 1. 27 Bak Penampung Cooling Water.....	55
Gambar 4. 1.28 Bak Penampung Air Domestik .....	55
Gambar 4.1.29 Tangki Penampung Air Umpan Proses.....	56
Gambar 4.1.30 Bak Penampung Limbah dari Washing Coloumn dan Centrifuge.....	57
Gambar 4. 2. 1 Pompa Utilitas 1 (PU-101).....	57
Gambar 4. 2. 2 Pompa Utilitas 2 (PU-102).....	58
Gambar 4. 2. 3 Pompa Utilitas 3 (PU-103).....	59
Gambar 4. 2. 4 Pompa Utilitas 4 (PU-104).....	59
Gambar 4. 2. 5 Pompa Utilitas 5 (PU-105S) .....	59
Gambar 4. 2. 6 Pompa Utilitas 6 (PU-106).....	60
Gambar 4. 2. 7 Pompa Utilitas 7 (PU-107).....	61
Gambar 4. 2. 8 Pompa Utilitas 8 (PU-108).....	62
Gambar 4. 2. 9 Pompa Utilitas 9 (PU-109).....	63
Gambar 4. 2. 10 Pompa Utilitas 10 (PU-10).....	63
Gambar 4. 2. 11 Pompa Utilitas 11 (PU-11).....	64
Gambar 6.1 Struktur organisasi dari PT Zuhrimas Chemical Indonesia .....	98
Gambar 6.2 Grafik BEP Tahun Pertama.....	117

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Proyeksi Jumlah Konsumsi Coating di Indonesia .....	3
Tabel 1. 2 Proyeksi Perkembangan Konsumsi Coating di Indonesia .....	4
Tabel 1. 3 Data Perkembangan Impor Polimer BMA.....	5
Tabel 1. 4 Perkembangan Impor Polimer PMMA Tahun 2014-2019 .....	6
Tabel 1. 5 Proyeksi Perkembangan Ekspor <i>Coating</i> di Indonesia.....	5
Tabel 1. 6 Perkembangan Ekspor Polimer PMMA di Indonesia.....	6
Tabel 1. 7 Proyeksi Perkembangan Ekspor Coating di Indonesia .....	6
Tabel 1. 8 Pabrik Produksi Coating di Indonesia .....	7
Tabel 2. 1 Ringkasan Seleksi Proses PMMA-b-PBMA .....	14
Tabel 3. 1 Timeline produksi PMMA-b-PBMA.....	56
Tabel 3. 2 Deskripsi Kebutuhan Air Pabrik PMMA-b-PBMA.....	26
Tabel 3. 3 Deskripsi Kebutuhan Steam Pabrik PMMA-b-PBMA .....	26
Tabel 3. 4 Deskripsi Kebutuhan Media Pendingin Pabrik PMMA-b-PBMA .....	27
Tabel 3. 5 Deskripsi Kebutuhan Listrik Utilitas Pabrik PMMA-PBMA.....	27
Tabel 3. 6 Deskripsi Kebutuhan Listrik Proses Pabrik PMMA-b-PBMA.....	29
Tabel 3.7 Daya Motor Peralatan Utilitas .....	29
Tabel 3.8 Kebutuhan Listrik Alat Penunjang .....	29
Tabel 3.9 Kebutuhan Listrik Secara Keseluruhan .....	29
Tabel 6. 1 Pembagian Waktu untuk Sistem Non-Shift.....	94
Tabel 6. 2 Jadwal Kerja Shift.....	94
Tabel 6. 3 Pembagian Kerja Shift Unit Keamanan.....	94
Tabel 6. 4 Jadwal Kelompok Kerja Shift.....	95
Tabel 6. 5 Jumlah Karyawan Berdasarkan Jenjang Pendidikan .....	95
Tabel 6.6 Perincian Jabatan dan Tugas Jabatan.....	99
Tabel 6. 7 Perincian Jabatan dan Penggolongan Gaji.....	101
Tabel 6. 8 Asumsi dan Parameter untuk Analisis Kelayakan Ekonomi.....	102
Tabel 6.9 Modal Tetap (Fixed Capital Investment / FCI).....	103
Tabel 6.10 Modal investasi tetap tidak langsung (IFCI).....	103

Tabel 6.11 Modal Kerja Bahan Baku.....	104
Tabel 6.12 Modal Kerja Bahan Penunjang.....	105
Tabel 6.13 Modal Kerja Bahan Penunjang.....	105
Tabel 6.14 Proyeksi Penjualan dan Keuntungan.....	113
Tabel 6.15 menampilkan rincian break even point selama 10 tahun.....	114
Tabel 6.16 Net Cash Flow Present Value (NFCPV).....	115
Tabel 6.17 Internal Rate of Return (IRR).....	116
Tabel 6.18 Minimum Payback Period (MPP).....	117
Tabel 6.19 Hasil Analisis Ekonomi.....	118