

**EXECUTIVE SUMMARY**  
**TUGAS PERANCANGAN PABRIK KIMIA**



**PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM ALGINAT**  
**DENGAN PROSES EKSTRAKSI**  
**KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN**

**Oleh :**

**ANDRE BERICHMAN**                      **NIM. 21030110151070**  
**MUHAMMAD FAISAL**                    **NIM. 21030110151002**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS DIPONEGORO**  
**SEMARANG**

**2012**

## EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM ALGINAT DENGAN PROSES EKSTRAKSI	
	KAPASITAS PRODUKSI	5.000 TON/TAHUN

### I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar Belakang	<p>Pendirian pabrik natrium alginat di Indonesia dilatarbelakangi oleh peningkatan industri yang menggunakan natrium alginat sebagai bahan baku. Senyawa alginat ini diperoleh dari rumput laut cokelat (<i>sargassum sp</i>). Di Indonesia pemanfaatan rumput laut masih saja terbatas sebagai bahan ekspor dalam bentuk rumput laut kering. Pengolahan lebih lanjut menjadi bahan baku bagi industri dan ekspornya seperti natrium alginat masih sangat sedikit, sedangkan penggunaan natrium alginat sangat luas dalam industri-industri terutama untuk makanan dan farmasi. Kebutuhan natrium alginat ini masih dipenuhi dengan cara impor yang tiap tahun semakin meningkat. Dengan demikian diperlukan suatu usaha untuk menanggulangi ketergantungan impor yang salah satu solusinya adalah dengan mendirikan pabrik natrium alginat.</p>
Dasar Penetapan Kapasitas Produksi	<p>Penetapan kapasitas produksi didasarkan oleh beberapa hal, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prediksi kebutuhan natrium alginat di Indonesia <p>Pabrik ini akan berdiri tahun 2017 dengan kapasitas <math>5000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}</math>. Diperkirakan impor natrium alginat tahun 2017 sebesar <math>2800 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}</math> dan akan terus meningkat dengan asumsi bahwa suplai natrium alginat tersebut akan habis pada tahun yang sama.</p> </li> <li>2. Ketersediaan bahan baku <p>Di Indonesia, rumput laut cokelat sangat berlimpah, tumbuh bebas, dan juga telah banyak dibudidayakan oleh para pembudidaya. Nilai rata-rata ekspor rumput laut sebesar <math>87.672 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}</math>. Metanol diperoleh dari PT. Kalimantan Timur Methanol Indonesia memproduksi <math>660.000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}</math> metanol dan Pertamina Pulau Bunyu, Kalimantan Timur sebanyak <math>330.000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}</math>.</p> </li> </ol>

	<p>3. Kapasitas minimum pabrik</p> <p>Di Indonesia, belum ada pabrik yang memproduksi natrium alginat dalam skala besar. Di luar Indonesia seperti negara China telah memproduksi natrium alginat sebesar <math>4.000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}</math>.</p>
Dasar penetapan lokasi pabrik	<p>Pabrik natrium alginat ini direncanakan didirikan di Spermonde Sulawesi Selatan, dengan pertimbangan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lokasi sumber bahan baku <p>Di daerah ini merupakan sumber bahan baku utama proses, yaitu rumput laut cokelat (<i>SargassumSp</i>) Di daerah ini di dominasi oleh rumput laut cokelat yang sangat berlimpah. Selain tumbuh bebas, rumput laut ini juga telah banyak dibudidayakan oleh para pembudidaya daerah Spermonde. Rumput laut coklat tidak hanya diperoleh dari daerah Spermonde, namun diperoleh juga dari daerah perairan pantai selatan pulau Jawa, selat Sunda, perairan Batam, perairan Bangka-Belitung, dll.</p> </li> <li>2. Pemasaran <p>Natrium alginat ini sangat dibutuhkan oleh industri makanan, obat-obatan, kosmetik, tekstil di seluruh dunia.</p> </li> <li>3. Sarantransportasi <p>Lokasi pabrik ini dekat dengan laut sehingga sarana transportasi lewat laut sangat efektif baik dalam pengiriman bahanbaku dan penyaluran produk.</p> </li> <li>4. Ketersediaantenagakerja <p>Tersedianya tenaga kerja dari daerah setempat dapat meningkatkan taraf kesejahteraan masyarakat.</p> </li> </ol>
Proses	<p>Proses pembuatan natrium alginat menggunakan metode ekstraksi, dimana rumput laut coklat dari genus <i>Sargassum</i> sebelumnya direndam dengan dua tahap, yakni dengan HCL dan NaOH. Selanjutnya diekstraksi dengan <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> dan dilakukan pemisahan antara rumput laut dengan alginat menggunakan filter press. Larutan alginat kemudian ditambahkan <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> untuk pembentukkan gel asam alginat. Setelah itu, dipisahkan dengan sentrifuse lalu ditambahkan bubuk <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> dan metil alkohol.</p>

	<p>Natrium alginat dipisahkan dari larutan dengan filtrasi dan metil alkohol dialirkan ke flash drum, lalu natrium alginat dikeringkan dan dihaluskan menjadi bubuk 80-100 mesh.</p> <p>Proses ini lebih sederhana karena pada tahapan pembentukan asam alginat, larutan alginat yang dihasilkan dari ekstraktor setelah melalui tahap pemisahan langsung ditambahkan dengan asam untuk menghasilkan asam alginat, sehingga lebih menguntungkan.</p>
--	--

### Bahan Baku

<p>Jenis dan Spesifikasi</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rumput laut coklat <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jenis : <i>Sargassum Crassifolium</i></li> <li>• Warna : Coklat kehijauan</li> <li>• Bentuk : Thallus gepeng bercabang</li> <li>• Komposisi (% berat) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alginat = 37,44%</li> <li>- Protein = 13,4%</li> <li>- Abu = 24,51%</li> <li>- Air = 18%</li> <li>- Impuritas = 6,65%</li> </ul> </li> </ul> </li>   <li>2. Asam Sulfat <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rumus molekul : <math>H_2SO_4</math></li> <li>• Berat molekul : 98 gr/mol</li> <li>• Densitas : 1,84 gr/cm<sup>3</sup></li> <li>• Titik leleh : 10°C</li> <li>• Titik didih : 290°C</li> <li>• Viskositas : 26,7 cP pada 20°C</li> <li>• pKa : -3</li> <li>• Tidak berwarna</li> <li>• Larut dalam air</li> <li>• Bersifat korosif</li> </ul> </li>   <li>3. Asam Klorida <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rumus molekul : HCl</li> <li>• Berat molekul : 36,46 gr/mol</li> </ul> </li> </ol>
------------------------------	---

- Titik lebur : 114°C
- Spesifik gravity : 1,2
- Viskositas : 0,001002 poise pada 20°C
- Tekanan uap : 760 mmHg pada 100°C
- Titik didih : 85°C
- Bersifat korosif
- Memiliki reaktifitas yang tinggi terhadap zat lain

4. Natrium Hidroksida

- Rumus molekul : NaOH
- Berat molekul : 40,00 gr/mol
- Densitas : 2,120 gr/ml pada 20°C
- Spesifik gravity : 1,072
- Titik lebur : 318,4°C
- Titik didih : 1390°C
- Tekanan uap : 1 mmHg pada 739°C
- Merupakan larutan yang tidak berwarna
- Fasanya bisa cair ataupun padat
- Mudah menetralsir larutan asam

5. Air

- Rumus molekul : H<sub>2</sub>O
- Berat molekul : 18,015 gr/mol
- Titik didih : 100°C
- Densitas : 1 gr/ml pada 1 atm
- Viskositas : 0,01002 poise pada 20°C
- Titik beku : 0°C
- Konstanta dielektrik : 77,94
- Merupakan elektrolit lemah, mengionisasi sebagai H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> dan OH<sup>-</sup>
- Dapat menghidrolisis garam alkali
- Dapat menghidrolisis alkana menjadi alkohol

	<p>6. Metanol</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rumus molekul : CH<sub>3</sub>OH</li> <li>• Berat molekul: 32,042 gr/mol</li> <li>• Titik leleh : -97°C</li> <li>• Titik didih : 64,7°C</li> <li>• Specific gravity : 0,792</li> <li>• Densitas : 0,7918×10<sup>3</sup> kg/m<sup>3</sup></li> <li>• Cp : 44,06 J/mol K</li> <li>• ΔHf°gas : -201 kJ/mol</li> <li>• Viskositas : 0,59 mPa pada 20°C</li> <li>• Merupakan cairan yang tidak berwarna</li> <li>• Larut dalam air, alkohol, dan eter.</li> </ul> <p>7. Natrium karbonat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rumus molekul : Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></li> <li>• Berat molekul : 105,99 gr/mol</li> <li>• Titik leleh : 851°C</li> <li>• pH : 11,5</li> <li>• Densitas : 2,532 gr/ml</li> <li>• pKb : 3,67</li> <li>• Tidak berbau</li> <li>• Berwarna putih</li> <li>• Larut dalam air panas dan gliserol</li> </ul>
--	--

**Produk**

Jenis	Natrium Alginat
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rumus molekul : (C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>O<sub>4</sub>COONa)<sub>n</sub></li> <li>• Berat molekul : 32.000-200.000 gr/mol</li> <li>• Derajat polimer : 180-930</li> <li>• pH : 6-8</li> <li>• Kadar air maksimal : 15%</li> <li>• Viskositas : 200-800 cP</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Larut dalam air panas dan air dingin</li></ul>
--	--

## **II. DIAGRAM ALIR PROSES**

### **2.1. Gambar Flowsheet, instrumen dan kondisi operasinya.**

## 2.2 Neraca Massa dan Neraca Panas

### 2.2.1 Neraca Massa

#### 1. Neraca Massa *Vibrating Washer* (VW-101)

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)		Neraca Keluar (kg/jam)	
		Alur 1	Alur 2	Alur 3	Alur 4
1	H <sub>2</sub> O		14168,55		14168,55
2	<i>Sargassum</i>	2692,02		2692,02	
3	Impuritas	141,68			141,68
Total		17002,25		17002,25	

#### 2. Neraca Massa *Mixer I* (M-101)

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)		Neraca Keluar (kg/jam)
		Alur 5	Alur 6	Alur 7
1	H <sub>2</sub> O		178,58	
2	NaOH	0,89		
3	NaOH 0,5%			179,47
Jumlah		179,47		179,47

#### 3. Neraca Massa Tangki Perendaman I (T-201)

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)		Neraca Keluar (kg/jam)
		Alur 4	Alur 7	Alur 8
1	NaOH 0,5%		179,47	339,42
2	<i>Sargassum</i>	2692,02		2532,07
Jumlah		2871,49		2871,49

#### 4. Neraca Massa *Vibrate Screen* (VS-01)

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)	Neraca Keluar (kg/jam)	
		Alur 8	Alur 9	Alur 10
1	NaOH 0,5%	339,42	339,42	
2	<i>Sargassum</i>	2532,07	50,64	2481,43
Jumlah		2871,49	2871,49	



**5. Neraca Massa Mixer II (M-102)**

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)		Neraca Keluar (kg/jam)
		Alur 11	Alur 12	Alur 13
1	H <sub>2</sub> O		162,66	
2	HCl	2,77		
3	HCl 0,5%			165,43
Jumlah		165,43		165,43

**6. Neraca Massa Tangki Perendaman II (T-202)**

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)		Neraca Keluar (kg/jam)
		Alur 10	Alur 13	Alur 14
1	HCl 0,5%		165,43	190,24
2	<i>Sargassum</i>	2481,43		2456,62
Jumlah		2646,86		2646,86

**7. Neraca Massa Vibrating Washer II (VW-102)**

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)		Neraca Keluar (kg/jam)	
		Alur 14	Alur 15	Alur 16	Alur 17
1	H <sub>2</sub> O		12283,1	12283,1	
2	HCl 0,5%	190,24		190,24	
3	<i>Sargassum</i>	2456,62			2456,62
Total		14.929,96		14.929,96	

**8. Neraca Massa Crusher (C-01)**

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)	Neraca Masuk (kg/jam)
		Alur 17	Alur 18
1	<i>Sargassum</i>	2456,62	2456,62
Total		2456,62	2456,62

**9. Neraca Massa Mixer III (M-103)**

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)		Neraca Keluar (kg/jam)
		Alur 19	Alur 20	Alur 21
1	H <sub>2</sub> O		8647,3	

2	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1179,18		
3	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 12%			9826,48
Jumlah		9826,48		9826,48

#### 10. Neraca Massa Ekstraktor (EK-01)

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)		Neraca Keluar (kg/jam)
		Alur 18	Alur 21	Alur 22
1	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 12%		9826,48	9826,48
2	<i>Sargassum</i>	2456,62		1648,4
3	Alginat			808,22
Total		12283,1		12283,1

#### 11. Neraca Massa Filter Press (FP-01)

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)		Neraca Keluar (kg/jam)	
		Alur 22		Alur 23	Alur 24
1	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 12%	9826,48		9826,48	
2	<i>Sargassum</i>	1648,4		1648,4	
3	Alginat	808,22		16,17	792,05
Jumlah		12283,1		12283,1	

#### 12. Neraca Massa Mixer IV (M-104)

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)		Neraca Keluar (kg/jam)
		Alur 25	Alur 26	Alur 27
1	H <sub>2</sub> O		71,134	
2	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8,07		
3	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10%			79,205
Jumlah		79,205		79,205

#### 13. Neraca Massa Reaktor I (R-101)

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)		Neraca Keluar (kg/jam)
		Alur 24	Alur 27	Alur 28
1	Alginat	792,05		81,81
2	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10%		79,205	78,69
3	Asam alginat			712,84
4	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			0,45
Jumlah		873,79		873,79

**14. Neraca Massa Centrifuge I (CF-101)**

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)		Neraca Keluar (kg/jam)	
		Alur 28		Alur 29	Alur 30
1	Alginat	81,81		81,81	
2	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10%	78,69		78,69	
3	Asam Alginat	712,84		14,26	698,58
4	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,45		0,45	
Jumlah		873,79		873,79	

**15. Neraca Massa Reaktor II (R-202)**

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)			Neraca Keluar (kg/jam)	
		Alur 30	Alur 31	Alur 32	Alur 33	Alur 34
1	Asam Alginat	698,58				74,8
2	CH <sub>3</sub> OH			698,58		698,58
3	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		5,429			0,053
4	Natrium alginat					628,72
5	H <sub>2</sub> O					0,126
6	CO <sub>2</sub>				0,31	
Jumlah		1402,589			1402,589	

**16. Neraca Massa Centrifuge II (CF-102)**

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)		Neraca Keluar (kg/jam)	
		Alur 34		Alur 35	Alur 36
1	Asam Alginat	74,8			74,8
2	CH <sub>3</sub> OH	698,58			698,58
3	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,053			0,053
4	Natrium alginat	628,72		616,14	12,58
5	H <sub>2</sub> O	0,126			0,126
Jumlah		1402,153		1402,153	

**17. Neraca Massa Rotary Dryer (RD-01)**

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)		Neraca Keluar (kg/jam)	
		Alur 35		Alur 38	Alur 37
1	Natrium alginat	616,14		545,89	
2	Uap air				70,25
Jumlah		616,14		616,14	

**18. Neraca Massa Ball Mill (BM-01)**

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)	Neraca Masuk (kg/jam)
		Alur 38	Alur 39
1	Natrium alginat	545,89	545,89
Total		545,89	545,89

**19. Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)**

No	Komponen	Neraca Masuk (kg/jam)	Neraca Keluar (kg/jam)	
		Alur 36	Alur 42	Alur 45
1	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,053		0,053
2	CH <sub>3</sub> OH	698,58	696,49	2,09
3	H <sub>2</sub> O	0,126	0,000315	0,125
4	Asam alginat	74,8		74,8
5	Natrium alginat	12,58		12,58
Jumlah		786,14	786,14	

**20. Neraca Massa Kondensor (E-203)**

Komponen	Alur Masuk		Alur Keluar			
	Alur 40		Alur 41		Alur 42	
	N	F	N	F	N	F
	(kmol/jam)	(kg/jam)	(kmol/jam)	(kg/jam)	(kmol/jam)	(kg/jam)
Metanol	52,1636	1671,4052	30,4287	974,9842	21,7370	696,4882
H <sub>2</sub> O	0,0052	0,0936	0,0031	0,0558	0,000017	0,000306
Total	52,1688	1671,4988	30,4318	975,04	21,7370	696,4885

**21. Neraca Massa Reboiler (E-204)**

Komponen	Alur Masuk		Alur Keluar			
	Alur 43		Alur 44		Alur 45	
	N	F	N	F	N	F
	(kmol/jam)	(kg/jam)	(kmol/jam)	(kg/jam)	(kmol/jam)	(kg/jam)
Metanol	50,7230	1644,2368	50,6507	1642,1468	0,0233	2,0900
H <sub>2</sub> O	0,3605	6,489	0,3599	6,3640	0,0014	0,1250
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,3709	39,1628	0,3704	39,1098	0,0006	0,0530
Asam Alginat	0,6844	51193,12	0,6834	51118,32	0,8344	74,8000
NatriumAlginat	0,1044	8785,26	0,1043	8772,68	0,1403	12,5800
Total	52,2433	61668,2686	90,6177	61578,6206	1	89,6480

## 2.2.2 Neraca Panas

### 1. Neraca Panas *Mixer I* (M-101)

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	NaOH	78,13	
2	H <sub>2</sub> O	3.717,31	
3	NaOH 0,5%		3.795,44
Q <sub>Total</sub>		3.795,44	3.795,44

### 2. Neraca Panas Tangki Perendaman I (T-201)

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	Sargassum	5.619,5349	140.469,85
2	NaOH 0,5%	3.795,44	387.648,60
3	Air Panas	518.703,48	
Q <sub>Total</sub>		528.118,45	528.118,45

### 3. Neraca Panas *Mixer II* (M-102)

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	HCl 35%	33,16	
2	H <sub>2</sub> O	3.385,94	
3	HCl 0,5%		3.419,10
Q <sub>Total</sub>		3.419,10	3.419,10

### 4. Neraca Panas Tangki Perendaman II (T-202)

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	Sargassum	28.097,67	31.516,77
2	HCl 0,5%	3.419,09	
Q <sub>Total</sub>		31.516,77	31.516,77

### 5. Neraca Panas *Mixer III* (M-103)

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	8.037,31	

2	H <sub>2</sub> O	180.002,12	
3	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 12%		188.039,43
Q <sub>Total</sub>		188.039,43	188.039,43

#### 6. Neraca Panas Ekstraktor (EK-01)

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	Sargassum	28.097,6748	120.618,1950
2	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 12%	188.039,4241	185.115,7825
3	Alginat		8.391,8751
4	Air Panas	97.988,7538	
Q <sub>Total</sub>		314125,84	314125,84

#### 7. Neraca Panas Mixer IV (M-104)

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 98%	57,28	
2	H <sub>2</sub> O	1.480,73	
3	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10%		4.153,99
4	Panas Lepas	2615,98	
Q <sub>Total</sub>		4.153,99	4.153,99

#### 8. Neraca Panas Reaktor I (R-101)

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	Alginat	0	
2	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10%	4.153,99	22.644,0940
3	Asam Alginat		106.243,5065
4	Hr		101.965,3183
5	Steam	226698,93	
Q <sub>Total</sub>		230.852,9188	230.852,9188

#### 9. Cooler (E-201)

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	Asam Alginat	104.006,8058	6.933,7870

2	Air pendingin	-97.073,0188	
Q <sub>Total</sub>		6.933,7870	6.933,7870

#### 10. Neraca Panas Reaktor II (R-202)

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	Asam Alginat	6.933,79	3.727,84
2	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 12%	1,08	0,36
3	CH <sub>3</sub> OH	8.863,00	45.345,99
4	Natrium Alginat		28.969,56
5	H <sub>2</sub> O		13,15
6	CO <sub>2</sub>		6,59
7	ΔHr	504.262,59	
8	Air Pendingin	-441.996,97	
Q <sub>Total</sub>		78.063,51	78.063,51

#### 11. Neraca Panas Rotary Dryer (RD-01)

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	Natrium Alginat	28.051,17	574.472,66
2	Uap <sub>(g)</sub>		7.244,37
3	Steam	553.665,88	
Q <sub>Total</sub>		581.717,05	581.717,05

#### 12. Neraca Panas Heater Menara Distilasi (E-202)

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	Asam Alginat	745,57	5.963,50
2	Natrium Alginat	39.194,79	92.821,61
3	CH <sub>3</sub> OH	8.862,76	74.322,79
4	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,07	0,58
5	H <sub>2</sub> O	2,62	21,16
7	Steam	124.323,83	
Q <sub>Total</sub>		173.129,64	173.129,64

**13. Neraca Panas Kondensor Menara Distilasi (E-203)**

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	CH <sub>3</sub> OH	307.454,65	296.645,48
2	H <sub>2</sub> O	0,03	0,2936
3	Air Pendingin	-10.808,91	
Q <sub>Total</sub>		296.645,77	296.645,77

**14. Neraca Panas Reboiler Menara Distilasi (E-204)**

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	Asam Alginat	7.087.028,396	7.155.622,92
2	Natrium Alginat	1.115.088,741	1.115.823,42
3	CH <sub>3</sub> OH	283.035,7095	449.302,25
4	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	744,4493	812,53
5	H <sub>2</sub> O	22.924,5883	23.158,28
7	Steam	235.897,516	
Q <sub>Total</sub>		8.744.719,40	8.744.719,40

**15. Neraca Panas Kondensor Recovery (E-205)**

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	CH <sub>3</sub> OH	196.426,9752	9.779,89
2	H <sub>2</sub> O	0,2893	0,0149
3	Air Pendingin	-186.647,3596	
Q <sub>Total</sub>		9.779,9049	9.779,9049

**16. Neraca Panas Cooler (E-206)**

No	Laju	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
1	Asam Alginat	7.827,59	969,239
2	Natrium Alginat	1.230,24	153,705
3	CH <sub>3</sub> OH	491,48	36,9197
4	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,88	0,1011
5	H <sub>2</sub> O	18,63	2,2837
6	Air Pendingin	-8.406,5715	
Q <sub>Total</sub>		1.162,2485	1.162,2485



### III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

#### 3.1 SPESIFIKASI ALAT

##### 3.1.1 Tangki Penyimpanan Metanol

Fungsi : Tempat menyimpan larutan methanol untuk kebutuhan 10 hari.

Bentuk : Tangki silinder vertikal dengan alas datar dan tutup *ellipsoidal*.

Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-285 Grade C*

Jumlah : 1 unit

Kondisi operasi : Temperatur = 30°C  
Tekanan = 1 atm

Kapasitas : 254,912 m<sup>3</sup>

Kondisi fisik : 1. Silinder  
Diameter = 6,12 m

Tinggi = 9,18 m

Tebal =  $\frac{1}{2}$  in

2. Tutup

Diameter = 6,12 m

Tinggi = 0,203 m

Tebal =  $\frac{1}{2}$  in

##### 3.1.2 Tangki Penyimpanan HCl 35%

Fungsi : Tempat menyimpan larutan HCl untuk kebutuhan 30 hari.

Bentuk : Tangki silinder vertikal dengan alas datar dan tutup *ellipsoidal*.

Bahan konstruksi : *Stainless steel, SA-240, Grade A, type 410*

Jumlah : 1 unit

Kondisi operasi : Temperatur = 30°C  
Tekanan = 1 atm

Kapasitas : 1.994,4 liter

Kondisi fisik : 1. Silinder  
Diameter = 1,2230 m

Tinggi = 1,8345 m

Tebal =  $\frac{3}{4}$  in

2. Tutup

Diameter = 1.2230 m

Tinggi = 0,17 m

Tebal =  $\frac{3}{4}$  in

### 3.1.3 Tangki Penyimpanan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98%

Fungsi : Tempat menyimpan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98% untuk kebutuhan 30 hari

Bentuk : Tangki silinder vertikal dengan alas datar dan tutup *ellipsoidal*

Bahan konstruksi : *Stainless steel, SA-285 Grade A, type 410*

Jumlah : 1 unit

Kondisi operasi : Temperatur = 30°C  
Tekanan = 1 atm

Kapasitas : 3.157,82 liter

Kondisi fisik : 1. Silinder  
Diameter : 1,3414 m  
Tinggi : 2,0121 m  
Tebal :  $\frac{1}{4}$  in

2. Tutup  
Diameter : 1,3414 m  
Tinggi : 0,223 m  
Tebal :  $\frac{1}{4}$  in

### 3.1.4 Mixer I

Fungsi : Tempat mencampurkan NaOH dengan air untuk membuat larutan NaOH 0,5%.

Jenis : Tangki berpengaduk

Bentuk : Tangki silinder vertikal dengan alas datar dan tutup *ellipsoidal*.

Bahan konstruksi : *Srainless steel, SA-285 Grade A, type 410*



Diameter = 0,574 m

Tinggi = 0,095 m

Tebal =  $\frac{1}{4}$  in

Jenis Pengaduk : Turbin datar enam daun

Jumlah *baffle* : 4 buah

Diameter impeler : 0,1913 m

Daya motor : 1 hp

### 3.1.6 Mixer III

Fungsi : Tempat membuat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  12 % dari bahan baku  $\text{Na}_2\text{CO}_{3(s)}$  dengan air.

Jenis : Tangki berpengaduk

Bentuk : Tangki silinder vertikal dengan alas datar dan tutup *ellipsoidal*.

Bahan konstruksi : *Srainless steel, SA-285 Grade A, type 410*

Jumlah : 1 unit

Kondisi operasi : Temperatur = 30°C

Tekanan = 1 atm

Kapasitas : 10,529 m<sup>3</sup>

Kondisi fisik : 1. Silinder

Diameter = 2,158 m

Tinggi = 2,158 m

Tebal =  $\frac{1}{4}$  in

2. Tutup

Diameter = 2,158 m

Tinggi = 0,36 m

Tebal =  $\frac{1}{4}$  in

Jenis Pengaduk : Turbin datar enam daun

Jumlah *baffle* : 4 buah

Diameter impeler : 0,719 m

Daya motor : 1,5 hp

### 3.1.7 Mixer IV

Fungsi	: Tempat membuat H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10 % dari bahan baku H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 98%
Jenis	: Tangki berpengaduk
Bentuk	: Tangki silinder vertikal dengan alas datar dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Bahan konstruksi	: <i>Srainless steel, SA-285 Grade A, type 410</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi operasi	: Temperatur : 30°C Tekanan : 1 atm
Kapasitas	: 0,089 m <sup>3</sup>
Kondisi fisik	: 1. Silinder Diameter = 0,4402 m Tinggi = 0,4402 m Tebal = $\frac{1}{4}$ in 2. Tutup Diameter = 0,4402 m Tinggi = 0,007 m Tebal = $\frac{1}{4}$ in
Jenis Pengaduk	: Turbin datar enam daun
Jumlah <i>baffle</i>	: 4 buah
Diameter impeler	: 0,1645 m
Daya motor	: 0,25 hp

### 3.1.8 Tangki Perendaman I

Fungsi	: Merendam sargassum dengan NaOH 0,5% untuk menghilangkan kadar protein yang terkandung dalam sargassum
Bentuk	: Tangki silinder vertikal dengan alas datar dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Bahan konstruksi	: <i>Srainless steel, SA-285 Grade A, type 410</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi operasi	: Temperatur : 50°C Tekanan : 1 atm
Kapasitas	: 2,3052 m <sup>3</sup>
Tinggi tangki	: 1,91 m
Kondisi fisik	: 1. Silinder

Diameter = 1,275 m

Tinggi = 1,91 m

Tebal =  $\frac{1}{4}$  in

2. Tutup

Diameter = 1,275 m

Tinggi = 0,0012m

Tebal =  $\frac{1}{4}$  in

Kecepatan air panas : 215,61m/jam

Jaket pemanas

Diameter dalam :50,31 in

Diameter luar :51,31 in

Tebal jaket :  $\frac{1}{8}$  in

### 3.1.9 Tangki Perendaman II

Fungsi : Merendam sargassum dengan HCl 0,5% untuk menghilangkan kotoran yang larut dalam asam.

Bentuk : Tangki silinder vertikal dengan alas datar dan tutup *ellipsoidal*.

Bahan konstruksi : *Srainless steel, SA-285 Grade A, type 410*

Jumlah : 1 unit

Kondisi operasi : Temperatur = 30°C  
Tekanan = 1 atm

Kapasitas : 2,8921 m<sup>3</sup>

Tinggi tangki : 2.055 m

Kondisi fisik : 1. Silinder

Diameter = 1,227 m

Tinggi = 2.055 m

Tebal =  $\frac{1}{4}$  in

2. Tutup

Diameter = 1,227 m

Tinggi = 0,00116 m

Tebal =  $\frac{1}{4}$  in

### 3.1.10 Crusher

Fungsi : Sebagai pemotong rumput laut  
Jenis : *Rotary cutter*  
Bahan konstruksi : *Carbon steel*  
Jumlah : 1 unit  
Kapasitas : 2.456, 62 kg/jam: 0,6825 kg/det  
Daya motor : 1/16 hp

### 3.1.11 Ekstraktor

Fungsi : Memisahkan alginat dari rumput laut dengan menggunakan pelarut  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  12 %.

Bentuk : Silinder vertikal dengan alas dan tutup *elloipsoidal*

Jumlah : 1 unit

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Kondisi operasi : Temperatur : 50°C  
Tekanan : 1 atm

Volume : 11,8404 m<sup>3</sup>

Tinggi : 3,283 m

Kondisi fisik : 1. Silinder  
Diameter = 2,19 m  
Tinggi = 2,7375 m  
Tebal = ¾ in

2. Tutup  
Diameter = 2,19 m  
Tinggi = 0,5475 m  
Tebal = ¾ in

Jenis pengaduk : Turbin datar enam daun

Jumlah *baffle* : 4 buah

Diameter *impeler* : 0,73 m

Daya motor : 0,013 hp

Kecepatan air panas : 2.915,069 m/jam

Jaket pemanas : - Diameter dalam = 88,03 in  
- Diameter luar = 89,03 in  
- Tebal jaket = 1/2 in

### 3.1.12 Filter Press

Fungsi	: Memisahkan alginat dari rumput laut.
Jenis / Tipe	: <i>Horizontal screw conveyor</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-36</i>
Luas	: 17,89 m <sup>2</sup>
Diameter shaft	: 2 in
Tebal chamber	: 10 cm
Media filter	: canvas
Jumlah <i>plate &amp; frame</i>	: 19

### 3.1.13 Reaktor I

Fungsi	: Tempat berlangsungnya reaksi antara alginat dengan asam sulfat menghasilkan asam alginat.
Jenis	: Tangki berpengaduk turbin datar enam daun
Bentuk	: silinder vertikal dengan alas dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainleess steel SA-340</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi operasi	: Temperatur : 100°C Tekanan : 1 atm
Kapasitas	: 0,397 m <sup>3</sup> /jam
Volume	: 0,2382 m <sup>3</sup>
Tinggi tangki	: 0,8389 m
Kondisi fisik	:1. Silinder Diameter = 0,6105m Tinggi = 0,6105m Tebal = 1/2 in 2. Tutup Diameter = 0,6105 m Tinggi = 0,1142 m Tebal = 1/2 in
Jumlah <i>baffle</i>	: 4 buah
Diameter <i>impeler</i>	: 0,2283 m
Kecepatan <i>steam</i>	: 11,0492 m/jam
Jaket pemanas	: - Diameter dalam = 27,4652 in



- Diameter luar = 27,9652 in
- Tebal jaket = 1/8 in

### 3.1.14 Centrifuge I

- Fungsi : Menguapkan larutan alginat dari campuran larutan.
- Jenis : *Tubular bowl centrifuge*
- Bahan konstruksi : *Commercial steel*
- Diameter bucket : 20 in
- Radius bucket : 10 in
- Waktu tinggal : 7,65 menit
- Putaran : 1200 rpm
- Daya motor : 0,5 HP

### 3.1.15 Reaktor II

- Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara asam alginat dengan sodium karbonat menghasilkan natrium alginat air dan CO<sub>2</sub>.
- Jenis : Tangki berpengaduk *flat six blade open turbine*
- Bentuk : silinder vertikal dengan alas dan tutup *ellipsoidal*
- Bahan konstruksi : *Stainleess steel SA-340*
- Jumlah : 1 unit
- Kondisi operasi : Temperatur : 100°C  
Tekanan : 1 atm
- Tinggi tangki : 1,394 m
- Kondisi fisik : 1. Silinder  
Diameter = 1,046m  
Tinggi = 1,046m  
Tebal = 1/2 in  
2. Tutup  
Diameter = 1,046 m  
Tinggi = 0,714 m  
Tebal = 1/2 in
- Jenis pengaduk : turbin datar enam daun
- Jumlah *baffle* : 4 buah

Diameter *impeler* : 0,348 m  
Jaket pemanas : - Diameter dalam = 41,803 in  
- Diameter luar = 42,803 in  
- Tebal jaket = 1/2 in

### 3.1.16 Rotary Dryer

Fungsi : Menguapkan H<sub>2</sub>O dari natrium alginat  
Jenis : *Steam Tube Rotary Drier*  
Volume : 10,259 ft<sup>3</sup>  
Ud : 110 btu/jam. °F. ft<sup>2</sup>  
Luas permukaan : 29,2954 ft<sup>2</sup>  
Waktu tinggal : 7,65 menit  
Diameter : 0,965 m  
Panjang : 4,572 m  
Putaran : 6 rpm  
Daya motor : 2,2 hp  
Tube steam OD : 114 mm  
Jumlah tube steam : 14

### 3.1.17 Ball Mill

Fungsi : Sebagai pemecah gumpalan natrium alginat.  
Bahan konstruksi : *Carbon steel*  
Jumlah : 1 unit  
Kapasitas : 1.060,608 kg/jam  
Daya motor : 0,5 hp

### 3.1.18 Menara Distilasi

Fungsi : Memisahkan methanol dengan asam alginat dan natrium alginat.  
Jenis : *Sieve- tray*  
Bentuk : silinder vertikal dengan alas datar dan tutup *ellipsoidal*  
Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-285 Grade C*  
Jumlah : 1 unit  
Kondisi operasi : Temperatur = 66,1819°C

	Tekanan	= 1 atm
Tray spacing (t)	:	0,4 m
Hole diameter (d <sub>0</sub> )	:	4,5 mm
Weir height(h <sub>w</sub> )	:	5 cm
Pitch	:	triangular <sup>3</sup> / <sub>4</sub> in
Column diameter(T)	:	0,6053 m
Wier length (W)	:	0,4237 m
Downsput area(A <sub>d</sub> )	:	0,0253 m <sup>2</sup>
Active area(A <sub>a</sub> )	:	0,2369 m <sup>2</sup>
Weir crest(h <sub>1</sub> )	:	0,0545 m
Spesifikasi kolom destilasi :	- Tinggi kolom	= 9,2 m
	- Tinggi tutup	=0,1513 m
	- Tinggi total	= 9,5026 m
Tebal silinder	:	1/2 in

### 3.1.19 Gudang Penyimpanan Bahan Baku

Fungsi	:	Tempat penyimpanan bahan baku Sargassum sebelum diproses untuk kebutuhan 30 hari.
Bentuk	:	Persegi panjang beraturan
Bahan konstruksi	:	Beton
Kondisi operasi	:	Temperatur = 30°C Tekanan = 1 atm
Kapasitas	:	2.550,35 m <sup>3</sup>
Tinggi	:	7,162 m
Panjang gudang	:	14,323 m
Lebar gudang	:	14,323 m

### 3.1.20 Gudang Penyimpanan Produk Natrium Alginat

Fungsi	:	Tempat penyimpanan produk natrium alginat selama 30 hari.
Bentuk	:	Persegi panjang beraturan
Bahan konstruksi	:	Beton
Kondisi operasi	:	Temperatur = 30°C Tekanan = 1 atm

Kapasitas : 159,29 m<sup>3</sup>  
Tinggi : 3,63 m  
Panjang gudang : 7,25 m  
Lebar gudang : 7,25 m

### 3.1.21 Kondensor

Fungsi : Mengkondensasikan produk.  
Jenis / Tipe : *Double pipe heat exchanger*  
Pipa : 7 pipa  
Ukuran pipa : 4×3 in IPS  
Hairpin : 40 ft  
Fluida panas : anulus  
Fluida dingin : inner  
Dirt faktor : 0,0018

### 3.1.22 Reboiler

Fungsi : Memanaskan umpan kolom distilasi  
Jenis / Tipe : Horizontal ketel Reboiler *Shell and Tube*  
Bahan : *Cash steel*  
Shell : - Cairan produk hasil bawah D-01  
- ID = 17,25 in  
- Baffle space= 2  
- Pass = 4  
- ΔP = 0,3766 psi  
Tube : - Steam  
- L = 8 ft  
- OD = 1 in  
- ID = 0,834 in  
- BWG = 14  
- Pitch = 1,25 in  
- Passes = 2  
- ΔP = 1,809 psi  
- Jumlah pipa = 118

### 2.2.3 Belt Conveyor

Fungsi	: Mengangkut rumput laut dari gudang penyimpanan ke vibrating washer.
Jenis	: <i>Closed compartment belt conveyor</i>
Panjang belt	: 52,5 ft
Tinggi	: 3 ft
Lebar	: 20 in
Kecepatan	: $250 \frac{\text{ft}}{\text{m}}$
Konstanta	: 1,2
Daya aktual	: 5 HP

### 2.2.4 Bucket Elevator

Fungsi	: Mengangkut rumput laut ke tangki perendaman II.
Jenis / Tipe	: <i>Space-bucket centrifugal discharge elevator</i>
Tinggi elevasi	: 7,62 m
Ukuran bucket	: $6 \times 4 \times 4\frac{1}{2}$ in
Jarak antar bucket:	12 in
Putaran poros	: 43 rpm
Lebar belt	: 0,1778 m
Daya motor	: 0,5 HP

### 2.2.5 Screw Conveyor

Fungsi	: Mengangkut gel natrium alginat menuju ball mill.
Jenis / Tipe	: <i>Horizontal screw conveyor</i>
Diameter flight	: 9 m
Diameter pipa	: 2,5 in
Diameter shaft	: 2 in
Kecepatan putar	: 40 rpm
Panjang	: 15 ft
Daya motor	: 0,5 HP

### 2.2.6 Pompa

Fungsi	: Memompa H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dari tangki penyimpanan ke mixer IV.
--------	---

Jenis : *Centrifugal pump*  
 Kapasitas :  $0,00004 \frac{\text{ft}^3}{\text{s}}$   
 Daya aktual : 0,5 HP

### 3.2 UTILITAS

<b>Air</b>	
Air untuk keperluan umum ( <i>service water</i> )	$1.284,93 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$
Air pendingin (cooling tower)	$5.091,8169 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$
Air pemanas (hot water)	$2.267,2509 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$
Air untuk proses (process water)	$35.511,324 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$
Air umpan ketel (boiler feed water)	$539,7435 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$
Total	$44.695,0653 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$
<b>Steam</b>	
Kebutuhan steam	539,7435
<b>Listrik</b>	
Kebutuhan listrik	1.700,6803 kW
	Pembangkit sendiri : 2.500 kW
<b>Bahan Bakar</b>	
Jenis	Solar
Kebutuhan	$208,3522 \frac{\text{L}}{\text{jam}}$

#### IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical Plant Cost	US\$ 54.796.322,26
Fixed Capital	US\$ 8.219.448,34
Working Capital	US\$ 8.299.415,49
Total Capital Investment	US\$ 90.493.898,88
ANALISIS KELAYAKAN	
Percent Return on Investment	Before : 27,01 %    After : 18,91 %
Pay Out Time	Before : 3,7 tahun    After : 5,28 tahun
Break Even Point	40,8 %
Shut Down Point	16,9 %
Discounted Cash Flow	25,48 %