

**PRARANCANGAN PABRIK METHANOL
DARI BIOGAS DENGAN PROSES
HIDROGENASI KARBON MONOKSIDA
TEKANAN RENDAH
KAPASITAS 50.000 TON / TAHUN**



Dikerjakan oleh :

Andhika Tatag Seppriyanto I1504201

**PROGRAM S-1 NON REGULER JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2010

commit to user

INTISARI

Andhika Tatag Seppriyanto, 2010, Prarancangan Pabrik *Methanol* dari Biogas Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah Kapasitas 50.000 ton/tahun, Program Studi S1 Non Reguler Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Methanol, juga dikenal sebagai *metil alkohol*, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH . Ia merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" *methanol* berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas. Ia digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar, bahan baku industri *Methyl Tertier-Buthyl Ether* (MTBE), asam asetat, *formaldehid*, *Dimetil Terephthalat* (DMT) dan sebagai bahan additif bagi industri *etanol*. Prarancangan pabrik *methanol* dengan proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah ini menggunakan bahan baku *biogas* yang diperoleh dari daerah Surakarta dan sekitarnya. Produk utama yang dihasilkan adalah *methanol* dengan kemurnian 99,85% berat. Pabrik *methanol* ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2012 dan beroperasi pada tahun 2013 di kawasan industri Wonorejo, Kalijambe, Karanganyar, Jawa Tengah dengan kapasitas 50.000 ton/tahun dengan bahan baku *biogas* sebanyak 62.951,208 ton/tahun.

Methanol dibuat dari *biogas* dan *steam* berdasarkan reaksi Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah. Reaksi ini berlangsung pada fasa gas – gas pada suhu 300°C dan tekanan 49,5 atm dengan bantuan katalis CuO . Reaksi ini bersifat *irreversibel* dan *eksotermis* serta dijalankan di dalam reaktor *fixed bed multi tube* dengan konversi CO sebesar 96,3 %

Unit pendukung proses sangat diperlukan untuk mendukung kelancaran berlangsungnya proses tersebut. Unit pendukung proses dalam prarancangan pabrik *methanol* ini terdiri dari unit penyediaan air, unit penyediaan *steam*, unit penyediaan tenaga listrik, unit penyediaan udara tekan, unit penyediaan bahan bakar, dan unit pengolahan limbah. Selain itu juga tersedia laboratorium yang fungsinya antara lain untuk menganalisis kualitas bahan baku, produk, air dan limbah buangan agar sesuai dengan spesifikasi yang dikehendaki. Laboratorium juga berfungsi melakukan riset untuk pengembangan pabrik.

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT), dengan struktur organisasi *line and staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift*. Jumlah karyawan keseluruhan adalah 168 orang. Karyawan *shift* berjumlah 118 orang sedangkan karyawan *non-shift* berjumlah 50 orang.

Dari hasil analisis ekonomi diperoleh, ROI (*Return on Investment*) sebelum dan sesudah pajak sebesar 47,91 % dan 40,73 %, POT (*Pay Out Time*) sebelum dan sesudah pajak selama 1,73 dan 1,97 tahun, BEP (*Break Event Point*) 40,12 %, dan SDP 23,87 %. Sedangkan DCF (*Discounted Cash Flow*) sebesar 23,79 %. Jadi dari segi ekonomi pabrik tersebut layak untuk didirikan dengan resiko pabrik rendah.

commit to user

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Motto Persembahan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xv
Intisari	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2. Penentuan Kapasitas Produksi.....	2
1.2.1 Kebutuhan Methanol	2
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku	4
1.2.3 Kapasits Pabrik yang Sudah Berdiri	7
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik	9
1.4. Tinjauan Pustaka	10
1.4.1 Macam – macam Proses	10
1.4.1.1 Oksidasi Hidrokarbon	10
1.4.1.2 Hidrogenasi Karbon Monoksida	11
1.4.2 Kegunaan Produk	13

1.4.3	Sifat Fisis dan Kimia	13
1.4.3.1	Bahan Baku	13
1.4.3.2	Produk	15
1.4.4	Tinjauan Reaksi Secara Umum	16
BAB II DISKRIPSI PROSES		18
2.1	Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	18
2.1.1	Spesifikasi Bahan Baku	18
2.1.2	Spesifikasi Produk	18
2.1.3	Spesifikasi Bahan Pembantu	19
2.2	Konsep Reaksi	20
2.2.1	Dasar Reaksi	20
2.2.2	Kondisi Operasi	21
2.2.3	Mekanisme Reaksi.....	22
2.2.4	Tinjauan Kinetika	23
2.2.5	Tinjauan Termodinamika	24
2.3	Diagram Alir Proses dan Langkah Proses	25
2.3.1	Diagram Alir Kualitatif	25
2.3.2	Diagram Alir Kuantitatif	25
2.3.3	Diagram Alir Proses	25
2.3.4	Langkah Proses.....	25
2.3.4.1.	Tahap Purifikasi dan Penyiapan Bahan Baku	29
2.3.4.2.	Tahap Pembuatan Gas Sintesa.....	29

2.3.4.3.	Tahap Reaksi.....	30
2.3.4.4.	Tahap Pemurnian Produk.....	30
2.4	Neraca Massa dan Neraca Panas	31
2.4.1	Neraca Massa.....	31
2.4.1.1.	Neraca Massa Tiap Alat	31
2.4.1.2.	Neraca Massa Total	38
2.4.2	Neraca Panas	41
2.4.2.1.	Neraca Panas Tiap Alat	41
2.5	Tata Letak Pabrik dan Peralatan Proses	50
2.5.1	Tata Letak Pabrik	50
2.5.2	Tata Letak Peralatan Proses.....	54
BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES		58
3.1	Tangki Penyimpan Biogas.....	58
3.2	Tangki Penyimpan Methanol	58
3.3	Absorber	59
3.4	Regenerator MEA.....	60
3.5	Steam Reformer.....	61
3.6	Reaktor	62
3.7	Menara Distilasi.....	64
3.8	Waste Heat Boiler.....	65
3.9	Ekspansi Drum	66
3.10	Kompresor 01.....	67

3.11	Kompresor 02.....	67
3.12	Condenser Parsial 01	68
3.13	Condenser Parsial 02	69
3.14	Condenser Parsial 03	71
3.15	Condenser Parsial 04	73
3.16	Accumulator 01	74
3.17	Accumulator 02	75
3.18	Accumulator 03	76
3.19	Accumulator 04	76
3.20	Reboiler 01	77
3.21	Reboiler 02	79
3.22	Heat Exchanger 01	80
3.23	Heat Exchanger 02	82
3.24	Heat Exchanger 03	83
3.25	Heat Exchanger 04	85
3.26	Heat Exchanger 05	86
3.27	Pompa - 01.....	88
3.28	Pompa - 02.....	89
3.29	Pompa - 03.....	89
3.30	Pompa - 04.....	90
3.31	Pompa - 05.....	91
3.32	Pompa - 06.....	92
3.33	Pompa - 07.....	92

3.34 Pompa - 08.....	93
----------------------	----

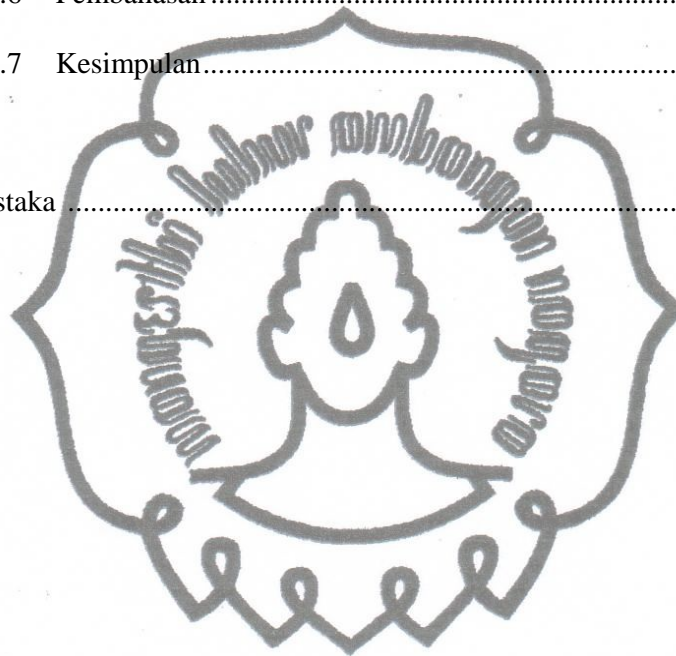
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM 95

4.1 Unit Pendukung Proses	95
4.1.1 Unit Pengadaan Air	96
4.1.1.1 Sumber Air Baku	96
4.1.1.2 Perhitungan Jumlah Kebutuhan Air	99
4.1.1.3 Unit Pengolahan Air.....	100
4.1.1.4 Spesifikasi Alat Pengolahan Air.....	105
4.1.2 Unit Pengadaan Steam	111
4.1.3 Unit Pengadaan Udara Tekan	112
4.1.4 Unit Pengadaan Listrik	113
4.1.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar	114
4.1.6 Unit Pengolahan Limbah	115
4.2 Laboratorium	116
4.2.1 Laboratorium Fisik	118
4.2.2 Laboratorium Analitik	119
4.2.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan	119
4.2.4 Prosedur Analisa Bahan Baku	119
4.2.4.1. <i>Gas Chromatograph (GC)</i>	119
4.2.4.2. <i>Thickmeter Drager Rohrchen</i>	119
4.2.5 Prosedur Analisa Produk	120
4.2.5.1. <i>Infra Red Spectrofotometer (IRS)</i>	120

4.2.5.2.	Densitas	120
4.2.5.3.	Viskositas	121
4.2.5.4.	<i>Water Content</i>	121
4.2.6	Analisa Air.....	122
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN		124
5.1	Bentuk Perusahaan	124
5.2	Struktur Organisasi	126
5.3	Tugas dan Wewenang	130
5.3.1	Pemegang Saham	130
5.3.2	Dewan Komisaris	130
5.3.3	Dewan Direksi	131
5.3.4	Staf Ahli	132
5.3.5	Kepala Bagian.....	132
5.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan	137
5.4.1	Karyawan <i>Non Shift</i> / harian.....	137
5.4.2	Karyawan <i>Shift</i> / <i>Ploog</i>	137
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah	140
5.5.1	Karyawan Tetap.....	140
5.5.2	Karyawan Harian	140
5.5.3	Karyawan Borongan	140
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	140
5.6.1	Penggolongan Jabatan	140

5.6.2	Jumlah Karyawan dan Gaji	141
5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan	142
5.8	Manajemen Produksi	144
5.8.1	Perencanaan Produksi	144
5.8.2	Pengendalian Produksi	146
BAB VI ANALISA EKONOMI		148
6.1	Penaksiran Harga Peralatan	148
6.2	Dasar Perhitungan	150
6.3	Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	150
6.4	Hasil Perhitungan	152
6.4.1	<i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	152
6.4.2	<i>Working Capital Investment</i> (WCI)	153
6.4.3	<i>Total Capital Investment</i>	153
6.4.4	<i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC)	153
6.4.5	<i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC)	154
6.4.6	<i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC)	154
6.4.7	<i>Total Manufacturing Cost</i> (TMC)	154
6.4.8	<i>General Expense</i>	155
6.4.9	<i>Total Production Cost</i> (TPC)	155
6.4.10	Perhitungan keuntungan produksi	155
6.5	Analisa Kelayakan	156
6.5.1	<i>Percent Return On Investment</i> (% ROI)	156

6.5.2	<i>Pay Out Time (POT)</i>	157
6.5.3	<i>Break Even Point (BEP)</i>	158
6.5.4	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	160
6.5.5	<i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	160
6.6	Pembahasan.....	164
6.7	Kesimpulan.....	164
	Daftar Pustaka.....	xviii
	Lampiran.....	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik impor Methanol di Indonesia	3
Gambar 2.1	Diagram Alir Kualitatif	26
Gambar 2.2	Diagram Alir Kuantitatif	27
Gambar 2.3	Diagram Alir Proses	28
Gambar 2.4	Diagram Alir Neraca Massa	40
Gambar 2.5	Diagram Alir Neraca Panas	49
Gambar 2.6	Tata letak pabrik	53
Gambar 2.7	Tata letak alat	57
Gambar 4.1	Skema pengolahan air	104
Gambar 5.1	Struktur organisasi pabrik Methanol	129
Gambar 6.1	<i>Chemical Engineering Cost Index</i>	149
Gambar 6.2	Grafik Analisa Kelayakan	163

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Impor methanol di Indonesia	2
Tabel 1.2	Data jumlah ternak sapi potong daerah karesidenan Surakarta dan sekitarnya.....	5
Tabel 1.3	Data jumlah ternak sapi perah daerah karesidenan Surakarta dan sekitarnya.....	6
Tabel 1.4	Daftar Produsen Methanol dunia.....	7
Tabel 1.5	Perbandingan proses hidrogenasi karbon monoksida menggunakan variabel tekanan.	11
Tabel 1.6	Komposisi Biogas.....	14
Tabel 2.1	Neraca Massa di sekitar Absorber (ABS-01).....	31
Tabel 2.2	Neraca Massa di sekitar Regenerator MEA (REG-01)	32
Tabel 2.3	Neraca Massa di sekitar Waste Heat Boiler (WHB-01).....	32
Tabel 2.4	Neraca Massa di sekitar Steam Reformer (SR-01)	33
Tabel 2.5	Neraca Massa di sekitar Condenser Parsial 02 (CD-02)	34
Tabel 2.6	Neraca Massa di sekitar Reaktor (R-01)	35
Tabel 2.7	Neraca Massa di sekitar Condenser Parsial 03 (CD-03)	36
Tabel 2.8	Neraca Massa di sekitar Expansion Drum (ED-01)	37
Tabel 2.9	Neraca Massa di sekitar Menara Destilasi (MD-01)	37
Tabel 2.10	Neraca Massa Total (arus masuk)	38
Tabel 2.11	Neraca Massa Total (arus keluar).....	39
Tabel 2.12	Neraca Panas di sekitar Heat Exchanger 01 (HE-01).....	41

commit to user

Tabel 2.13 Neraca Panas di sekitar Absorber (ABS-01)	41
Tabel 2.14 Neraca Panas di sekitar Heat Exchanger 02 (HE-02).....	42
Tabel 2.15 Neraca Panas di sekitar Heat Exchanger 03 (HE-03).....	42
Tabel 2.16 Neraca Panas di sekitar Regenerator MEA (REG-01)	43
Tabel 2.17 Neraca Panas di sekitar Kompresor 01 (C-01)	43
Tabel 2.18 Neraca Panas di sekitar Heat Exchanger 04 (HE-04).....	44
Tabel 2.19 Neraca Panas di sekitar Steam Reformer (SR-01)	44
Tabel 2.20 Neraca Panas di sekitar Waste Heat Boiler (WHB-01).....	45
Tabel 2.21 Neraca Panas di sekitar Condenser Parsial (CD-02).....	45
Tabel 2.22 Neraca Panas di sekitar Kompresor 02 (C-02)	46
Tabel 2.23 Neraca Panas di sekitar Reaktor (R-01)	46
Tabel 2.24 Neraca Panas di sekitar Condenser Parsial (CD-03).....	47
Tabel 2.25 Neraca Panas di sekitar Heat Exchanger 05 (HE-05).....	47
Tabel 2.26 Neraca Panas di sekitar Expansion Drum (ED-01)	48
Tabel 2.27 Neraca Panas di sekitar Menara Destilasi (MD-01).....	48
Tabel 5.1 Jadwal pembagian kelompok <i>shift</i>	139
Tabel 5.2 Jumlah karyawan menurut jabatannya	141
Tabel 5.3 Perincian Golongan dan Gaji Karyawan	142
Tabel 6.1 Indeks Harga Alat.....	149
Tabel 6.2 <i>Fixed Capital Investment</i>	152
Tabel 6.3 <i>Working Capital Investment</i>	153
Tabel 6.4 <i>Direct Manufacturing Cost</i>	153
Tabel 6.5 <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	154

commit to user

Tabel 6.6	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	154
Tabel 6.7	<i>General Expense</i>	155
Tabel 6.8	Analisa Kelayakan.....	162





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi disertai dengan kemajuan sektor industri telah menuntut semua negara kearah industrialisasi. Indonesia sebagai negara berkembang banyak melakukan pembangunan di segala bidang. Sampai saat ini pembangunan sektor industri mengalami peningkatan, salah satunya adalah pembangunan sektor industri kimia. Namun ketergantungan impor luar negeri masih lebih besar dibandingkan ekspornya. Indonesia masih banyak mengimpor bahan baku atau produk industri kimia dari luar negeri. Sebagai contoh, methanol yang menempati peranan penting dalam industri hulu maupun hilir.

Ketergantungan impor telah menyebabkan devisa negara berkurang, sehingga diperlukan suatu usaha penanggulangan. Salah satu upaya adalah mendirikan pabrik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Dengan pendirian pabrik diharapkan dapat membuka kesempatan untuk alih teknologi, membuka lapangan kerja baru, menghemat devisa negara dan membuka peluang berdirinya pabrik lain yang menggunakan produk dari pabrik tersebut.

Methanol, juga dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH . Ia merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" methanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan

commit to user



bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Ia digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar, bahan baku industri Methyl Tertier-Buthyl Ether (MTBE), asam asetat, formaldehid, Dimetil Terephtalat (DMT) dan sebagai bahan additif bagi industri etanol. Industri formaldehid adalah pengonsumsi methanol terbesar di Indonesia.

Ditinjau dari pertimbangan kegunaan, konsumsi dan ketersediaan bahan baku methanol maka dapat dikatakan bahwa industri methanol mempunyai prospek yang bagus di masa depan. Selain itu dengan berdirinya pabrik methanol yang baru di Indonesia diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

1.2 Kapasitas Perancangan

Dalam penentuan kapasitas perancangan pabrik asam asetat diperlukan beberapa pertimbangan yaitu kebutuhan produk dan ketersediaan bahan baku.

1.2.1 Prediksi Kebutuhan Methanol di Indonesia

Kebutuhan methanol dalam negeri masih dicukupi melalui impor. Perancangan pabrik methanol ini berorientasi pada pemenuhan kebutuhan methanol dalam negeri sehingga dapat mengurangi nilai impor.

Tabel 1.1 Data Impor methanol di Indonesia. (Sumber: BPS Indonesia)

Tahun	Jumlah Impor (kg)	Tahun	Jumlah Impor (kg)
2000	59.420.790,00	2005	46.591.876,00
2001	57.576.136,50	2006	29.992.713,00
2002	48.287.349,00	2007	63.674.486,00
2003	57.935.536,00	2008	63.293.031,00
2004	81.290.748,50	2009	63.102.359,00

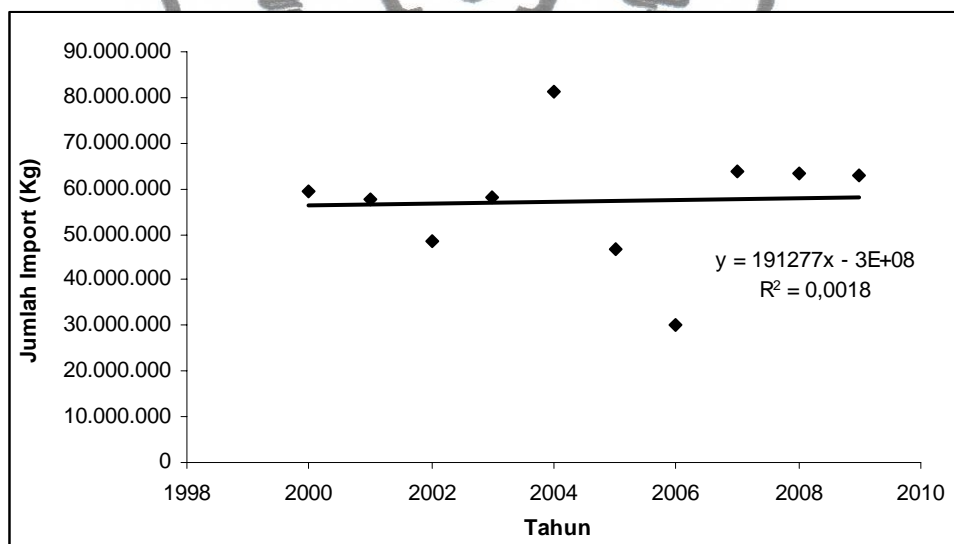
commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Berdasarkan data statistik perdagangan luar negeri Indonesia, kebutuhan methanol di Indonesia cukup banyak. Dengan kapasitas produksi yang ada masih belum bisa memenuhi seluruh kebutuhan methanol dalam negeri, menyebabkan adanya ketergantungan impor dari luar negeri.

Dari data impor methanol Indonesia yang tersaji pada tabel 1.1 dengan asumsi mengabaikan penurunan impor, dapat dilihat bahwa kebutuhan impor methanol di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung semakin meningkat sesuai dengan persamaan garis lurus $y = 191277x - 3E+08$, dengan y adalah jumlah impor methanol pada tahun tertentu, sedangkan x adalah tahun.



Gambar 1.1 Grafik impor Methanol di Indonesia.

Dari persamaan $y = 191277x - 3E+08$ besarnya impor methanol pada tahun 2013 diperkirakan sebesar 85.040.601,00 Kg/tahun.



1.2.2 Ketersedian Bahan Baku

Biogas sebagai bahan baku pembuatan methanol saat ini masih dalam tahap pembangunan pabriknya. Diharapkan saat pabrik methanol didirikan sudah ada pabrik biogas yang berdiri yang produk biogasnya dapat digunakan sebagai bahan baku pabrik methanol. Dari data saat ini, jumlah ternak sapi yang berada di daerah karesidenan Surakarta dan sekitarnya, baik sapi perah maupun sapi potong berjumlah sekitar 1.000.000 ekor.

Data-data lain yang digunakan untuk perhitungan kapasitas adalah sebagai berikut:

- ▲ Rata-rata produksi kotoran sapi = 12 Kg/hari.ekor
- ▲ 1 Kg kotoran sapi menghasilkan 0,0125 m³ Biogas
- ▲ 1 m³ Biogas = 0,65 m³ CH₄
- ▲ Produksi 100 Kg CH₃OH membutuhkan 56,5 kg CH₄

Dari perhitungan diperoleh produksi biogas sebesar 150000 m³/hari atau setara dengan 97.500 m³ CH₄/hari dan dapat digunakan sebagai bahan baku pabrik methanol dengan kapasitas maksimum 62.123 Ton/Tahun.

Data jumlah sapi potong dan sapi perah di daerah karesidenan Surakarta dan sekitarnya dapat dilihat pada tabel 1.2 dan tabel 1.3 berikut:



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Tabel 1.2 Data jumlah ternak sapi potong daerah karesidenan Surakarta dan sekitarnya.

No.	Kab/Kota	2001 (Ekor)	2002 (Ekor)	2003 (Ekor)	2004 (Ekor)	2005 (Ekor)
1	Kab. Magelang	69.439	70.285	68.933	68.222	69.964
2	Kab. Boyolali	84.023	93.807	89.122	88.715	88.527
3	Kab. Klaten	68.256	71.267	64.576	68.065	80.925
4	Kab. Sukoharjo	22.617	25.279	24.781	24.983	25.106
5	Kab. Wonogiri	134.568	137.768	140.723	144.200	143.995
6	Kab. Karanganyar	46.415	46.747	46.758	47.785	47.559
7	Kab. Sragen	71.763	73.311	74.933	76.431	77.225
8	Kab. Grobogan	123.437	119.401	118.630	105.089	106.155
9	Kab. Blora	189.917	197.392	209.089	215.344	217.497
10	Kab. Rembang	89.190	91.112	91.112	95.164	97.057
11	Kab. Pati	74.314	66.636	61.420	61.871	63.813
12	Kota Surakarta	908	1.147	1.137	1.200	1.159
Jumlah		974.847	994.152	991.214	997.069	1.018.982

(Sumber: Dinas Peternakan Propinsi Jawa Tengah)



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Tabel 1.3 Data jumlah ternak sapi perah daerah karesidenan Surakarta dan sekitarnya.

No	Kab/Kota	2001 (Ekor)	2002 (Ekor)	2003 (Ekor)	2004 (Ekor)	2005 (Ekor)
1	Kab. Boyolali	59.525	63.848	56.193	57.948	58.792
2	Kab. Klaten	7.109	7.899	7.899	5.809	5.859
3	Kab. Sukoharjo	361	532	587	599	609
4	Kab. Karanganyar	530	2.502	301	208	231
5	Kab. Sragen	33	28	34	30	19
6	Kab. Grobogan	375	280	280	397	414
7	Kota Surakarta	301	103	202	204	204
Jumlah		68.234	72.692,5	65.496	65.195	66.128

(Sumber: Dinas Peternakan Propinsi Jawa Tengah)



1.2.3 Kapasitas Pabrik yang Sudah Berdiri

Daftar produsen methanol yang ada di dunia dan kapasitas produksinya dapat dilihat pada tabel 1.4.

Tabel 1.4 Daftar Produsen Methanol dunia.

No.	Nama Pabrik	Negara	Kapasitas (ton/tahun)
1.	PT. Medco Methanol Bunyu, Pertamina	Indonesia	330.000
2.	PT. Kaltim Methanol Industry (PT. KMI)	Indonesia	660.000
3.	Gujarat Narmada Valley Fertilisers Co.	India	250.000
4.	Sichuan Vinylon Works	China	140 000
5.	Sichuan Lutianhua Company Limited	China	400 000
6.	Shaanxi Shenmu Chemical Industry Co.,Ltd	China	600 000
7.	Tianji Jancheng Chemical Industry Co.,Ltd	China	50.000
8.	<u>Lanhua First Chemical Industry Co.,Ltd</u>	<u>China</u>	<u>30.000</u>
9.	Shanxi Gaoping Chemical Industry Co.,Ltd	China	300.000
10.	Saudi Basic Industries Corp (SABIC)	Arab Saudi	3.500.000
11.	Air Products, Pensacola, Fla.	USA	180.000
12.	Beaumont Methanol, Beaumont, Tex.	USA	840.000
13.	Celanese, Bishop, Tex.	USA	525.000



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

14.	Clear Lake Methanol, Clear Lake, Tex.	USA	600.000
15.	Coastal Chem, Cheyenne, Wyo.	USA	75.000
16.	Eastman Chemical, Kingsport, Tenn.	USA	210.000
17.	Lyondell, Channelview, Tex.	USA	750.000
18.	Millennium Petrochemicals, LaPorte, Tex.	USA	630.000
19.	Motiva Enterprises, Delaware City, Del.	USA	300.000
20.	Celanese Canada, Edmonton, Alberta	Canada	765.000
21.	Methanex, Kitimat, B.C.	Canada	510.000

Dengan data kapasitas tersebut di atas maka ditetapkan kapasitas pabrik methanol sebesar 50.000 ton/tahun, dengan pertimbangan:

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri.
2. Dapat memacu perkembangan industri dengan bahan baku methanol di Indonesia
3. Dapat memberikan keuntungan yang ekonomis karena kapasitas produksi berada dalam batas kapasitas produksi yang menguntungkan.



1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat penting dalam menentukan kelangsungan hidup suatu pabrik. Pada dasarnya ada 2 faktor yang menentukan dalam pemilihan lokasi pabrik yaitu:

1. Faktor Primer

- a. Letak pabrik terhadap bahan baku dan daerah pemasaran.
- b. Tersedianya tenaga kerja
- c. Tersedianya utilitas (sumber air dan tenaga listrik)

2. Faktor Sekunder

- a. Harga tanah dan gedung
- b. Kemungkinan perluasan pabrik
- c. Iklim
- d. Komunikasi

Dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut di atas maka lokasi pabrik akan didirikan di Kawasan industri Wonorejo, Kalijambe, Karanganyar dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan baku

Lokasi berdirinya pabrik cukup dekat dengan daerah penghasil biogas. Ini memudahkan pengadaan biogas sebagai bahan baku utama pembuatan methanol.

2. Transportasi

Lokasi dekat dengan jalan antar provinsi sehingga memudahkan dalam transportasi bahan baku maupun pemasaran produk.



3. Daerah pemasaran

Dengan pesatnya pembangunan industri di tempat tersebut maka pasar untuk penjualan produk cukup baik.

4. Fasilitas utilitas

Wilayah ini cukup dekat dengan sungai besar dan mempunyai sumber air yang cukup baik. Juga adanya sumber bahan bakar dan energi yang mencukupi bagi unit utilitas pabrik.

5. Karakteristik lokasi

Daerah itu aman dari banjir dan juga mempunyai struktur tanah yang cukup kuat bagi pondasi pabrik.

6. Kebijakan pemerintah

Pemberlakuan otonomi daerah memberi iklim yang cukup kondusif bagi investor untuk menanamkan modalnya bagi peningkatan pemasukan bagi daerah tersebut.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Macam-macam Proses

Dalam pembuatan methanol didasarkan beberapa proses penting, antara lain:

1.4.1.1 Oksidasi Hidrokarbon

Proses ini menggunakan senyawa-senyawa hidrokarbon sebagai bahan baku utama. Produk yang terbentuk dari oksida parsial hidrokarbon yang



mengandung gas parafin adalah methanol, formaldehid, asetaldehid, aceton, alkohol tingkat tinggi, aldehida dan keton.

Proses oksidasi berjalan pada tekanan 20-30 atm dan suhu 800°C. Proses ini dapat menggunakan katalis nikel, palladium, tembaga dan oksida dari logam-logam tersebut.

1.4.1.2 Hidrogenasi Karbon Monoksida Menggunakan Variabel Tekanan

Secara umum proses ini dibagi menjadi tiga, yaitu:

1. Proses Tekanan Tinggi (*high pressure process*)
2. Proses Tekanan Sedang (*medium pressure process*)
3. Proses Tekanan Rendah (*low pressure process*)

Untuk menentukan proses mana yang akan dipakai dapat dilihat pada tabel sebagai berikut

Tabel 1.5 Perbandingan proses hidrogenasi karbon monoksida menggunakan variabel tekanan.

No.	Pembanding	Proses Tekanan Tinggi	Proses Tekanan Sedang	Proses Tekanan Rendah
1.	Kondisi operasi: - Tekanan (atm) - Temperature (°C)	 300 480	 120 400	 50-100 300-380
2.	Katalis: - Nama	 CrO dan ZnO	 CuO dan ZnO	 CuO dan ZnO

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

	- Ketahanan terhadap suhu tinggi	Tahan	Sensitif	Rendah
3.	Konversi (%)	52.6	60.6	75
4.	Harga Alat	Tinggi	Sedang	Rendah
5.	Kebutuhan tenaga untuk kompressor	Tinggi	Sedang	Rendah
6.	Kebutuhan Bahan baku untuk jumlah produk yang sama	Tinggi	Sedang	Rendah

Mc. Ketta Vol. 29, 1983

Dari uraian pada tabel tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa proses yang diambil adalah proses hidrogenasi karbon monoksida menggunakan tekanan rendah dengan pertimbangan:

1. Kebutuhan bahan baku paling sedikit.
2. Konversi paling tinggi
3. Biaya peralatan rendah
4. Hemat energi



1.4.2 Kegunaan Produk

Produk methanol telah banyak digunakan oleh berbagai industri antara lain:

- | | |
|---|-----|
| 1. Bahan baku <i>Methyl Tertier -Butyl Ether</i> (MTBE) | 40% |
| 2. Bahan baku formaldehid | 24% |
| 3. Bahan baku asam asetat | 12% |
| 4. Solvent | 6% |
| 5. Bahan baku kloromethan | 3% |
| 6. Bahan baku metil metakrilat | 3% |
| 7. Bahan baku methyl amine | 2% |
| 8. Bahan baku dimetil terephtalat dalam industri tekstil | 2% |
| 9. Kegunaan lain termasuk bahan bakar, antri freeze dan lain-lain | 8% |

Chemical Expo, 31 Juli 2000

1.4.3 Sifat Fisis dan Kimia

1.4.3.1 Bahan Baku

- Biogas

Biogas digunakan sebagai bahan baku karena mempunyai kandungan gas methana yang cukup tinggi. Dalam proses, gas methana ini akan direaksikan dengan steam untuk membentuk gas sintesa yang kemudian diproses kembali untuk membentuk methanol.

Komposisi pembentuk Biogas dapat dilihat pada tabel berikut ini:



Tabel 1.6 Komposisi Biogas

Komponen	%
Metana (CH ₄)	65
Karbon dioksida (CO ₂)	30,3
Karbon Monoksida (CO)	0,2
Nitrogen (N ₂)	2
Hidrogen (H ₂)	2
Hidrogen sulfida (H ₂ S)	0,5
Oksigen (O ₂)	traces

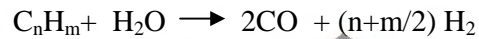
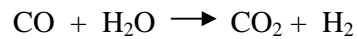
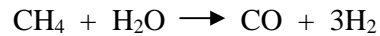
1. Sifat Fisis Methana

Berat Molekul	: 16,04 gr/mol
Titik Beku	: 90,7 K
Titik Didih	: 111,7 K
Suhu Kritis	: 190,6 K
Tekanan Kritis	: 4,45 MPa
Volume Kritis	: 99 cm ³ /gmol
Panas Penguapan	: 8,22 KJ/mol
Panas Pembakaran	: 882 KJ/mol
Kapasitas Panas (293K)	: 37,33 J/mol
Panas Pembentukan	: 84,9 KJ/mol
Density	: 0,72 gg/cc

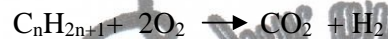


2. Sifat Kimia Gas Methana

a. Reaksi dengan *steam*:



b. Reaksi dengan udara:



c. Reaksi pembentukan metana:



Mc. Ketta Vol. 12, 1983

1.4.3.2 Produk

- Methanol

1. Sifat Fisis

Rumus Molekul	: CH ₃ OH
Berat Molekul	: 32,042 gr/mol
Titik Beku	: -97,5 K
Titik Didih	: 64,8 K
Suhu Kritis	: 239,28 K
Tekanan Kritis	: 79,9 MPa
Volume Kritis	: 118 cm ³ /gmol
Tekanan Uap (25°C)	: 127,2 mmHg

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Viscositas Cair(25°C)	: 0,541 cP
Viscositas Gas (25°C)	: 0,00968 cP
Specific Heat Cair (25°C)	: 0,6054 cal/gr°C
Specific Heat Gas (25°C)	: 0,3274 cal/gr°C
Density	: 0,72 gg/cc

2. Sifat Kimia

a. Reaksi Substitusi

Atom H₂ pada gugus hidroksil dapat disubstitusikan dengan logam aktif menghasilkan metaoksida.



b. Reaksi dengan Asam Nitrat

Menghasilkan Methyl Nitrit yang sangat volatil



Kirk Othmer vol. 9, 1952

1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum

Mula-mula biogas diabsorpsi untuk menghilangkan acid gas dengan menggunakan larutan MEA 30% pada absorber kemudian dikompresi sampai tekanan 20 atm dan dipanaskan sampai suhu 800°C. Biogas kemudian dicampur dengan steam pada pipa pencampur lalu direaksikan dengan katalis NiO dalam *steam reformer* untuk mendapatkan gas sintesa. Gas sintesa tersebut keluar pada suhu 795°C. Panas gas sintesa dimanfaatkan di tiga buah *heat exchanger* dan *waste heat boiler*. Kandungan air dalam gas sintesa

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

sebagian besar dipisahkan menggunakan *partial condenser* lalu dikompresi hingga 49,5 atm dengan menggunakan kompressor sebelum memasuki reaktor. Reaktor methanol merupakan *fixed bed multitube reactor* dengan katalis CuO. *Crude methanol* yang keluar dari reaktor dipisahkan dari sisa gas reaktan yang tidak bereaksi dalam *partial condenser* dan dimurnikan serta diturunkan tekanannya sampai 1,1 atm dengan menggunakan *expansion drum*. Kemudian dimurnikan lebih lanjut dengan menggunakan menara desilasi.





BAB II

DESKRIPSI PROSES

2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku

Biogas

Komposisi:

Komponen	%
Metana (CH_4)	65
Karbon dioksida (CO_2)	30,3
Karbon Monoksida (CO)	0,2
Nitrogen (N_2)	2
Hidrogen (H_2)	2
Hidrogen sulfida (H_2S)	0,5
Oksigen (O_2)	traces

www.wikipedia.com

2.1.2 Spesifikasi Produk

- Methanol

Wujud : cair

Kenampakan : Bening

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Kemurnian	: min 99,85 %berat
Impuritas (air)	: max 0,015 %berat
Titik didih (1 atm)	: 64,85 °C
Specific gravity (20 °C)	: 0,7928

Harold H. Kung, 1994

2.1.3 Spesifikasi Bahan Pembantu (katalis)

- Katalis pada Steam Reformer

Katalis	: NiO
Penyangga	: $\text{Al}_2\text{O}_3\text{TiO}_2\text{SiO}_2$
Bentuk	: ring
Ukuran	
- Diameter	: 5/8 in
- Tinggi	: 5/8 in
Bulk density	: 55/6 gr/cc
Porositas	: 0,3
Bed Surface area	: 100 m ² /gr
Kemurnian	: min 42 %

- Katalis pada Reaktor

Katalis	: CuO
Penyangga	: ZnOAl_2O_3
Bentuk	: silinder

commit to user



Ukuran

- Diameter	: 5mm
- Tinggi	: 5mm
Bulk density	: 1,4 gr/cc
Porositas	: 0,376
Bed Surface area	: 20-30 m ² /gr
Kemurnian	: min 99,3 %

2.2 Konsep Proses

2.2.1 Dasar reaksi

a. Pembentukan gas sintesa

Reaksi utama:



Reaksi samping:

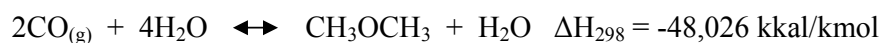
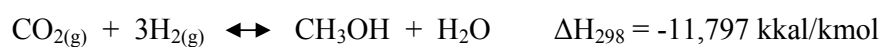


b. Pembentukan methanol

Reaksi utama:



Reaksi samping:



commit to user

DESKRIPSI PROSES

II



2.2.2 Kondisi Operasi

Reaksi dalam pembuatan methanol dengan proses Hidrogenasi Karbon Monoksida dengan Tekanan Rendah berlangsung dengan 2 proses utama, yaitu:

1. Pembentukan gas sintesa

- Temperatur : 800°C
- Tekanan : 20 atm
- Fase : gas
- Katalis : NiO
- Sifat Reaksi : endotermis
- Tipe Reformer : Furnace
- Kondisi Reaksi : non isothermal, non adiabatik

2. Pembentukan methanol

- Temperatur : 300°C
- Tekanan : 49,5 atm
- Fase : gas
- Katalis : CuO
- Sifat Reaksi : eksotermis
- Reaktor : Fixed Bed Multitube
- Kondisi Reaksi : non isothermal, non adiabatik
- Konversi CO : 96,3 %
- Konversi CO₂ : 28,6 %

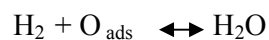
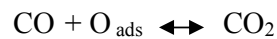
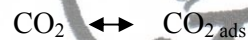


2.2.3 Mekanisme Reaksi

Reaksi pembuatan methanol dengan proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah dengan menggunakan katalis padat dan reaktan gas, mengikuti tahap-tahap reaksi sebagai berikut:

1. Tahap difusi molekul H_2 dan CO_2 pada permukaan katalis
2. Tahap adsorpsi molekul H_2 dan CO_2 pada permukaan katalis
3. Tahap reaksi pada permukaan katalis
4. Tahap desorpsi CH_3OH
5. Tahap difusi CH_3OH ke dalam fase gas

Reaksinya adalah:



Dengan tahap yang menentukan adalah tahap reaksi pada permukaan katalis.



2.2.4 Tinjauan Kinetika

Kinetika reaksi adalah usaha untuk mempercepat terjadinya reaksi. Keadaan optimal tercapai bila harga konstanta kecepatan reaksi (k) besar. Faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi sesuai dengan persamaan Arrhenius:

$$k = Ae^{-E/RT}$$

dengan:

- k = Konstanta kecepatan reaksi
- A = Faktor frekuensi tumbukan, mol/kmol.s
- E = Energi aktivasi, Kj/Kmol
- R = Konstanta gas umum, kkal/kmol.K
- T = Suhu, K

Dari persamaan reaksi di atas, karena harga A dan R adalah tetap, maka reaksi tersebut hanya dipengaruhi oleh temperatur. Jika temperatur dinaikkan maka harga konstanta kecepatan reaksi akan semakin besar yang akhirnya akan mempercepat reaksi. Persamaan kecepatan reaksi untuk reaksi ini adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{kK_{CO_2} K_H K_{HCO_2} P_{CO_2} P_{H_2}}{1 + K_{CO_2} P_{CO_2} + K_{CO_2} K_H^{0.5} + K_{HCO_2} P_{CO_2} P_{H_2}^{0.5} + \frac{K_{CO_2} P_{CO_2}}{K_{CO} P_{CO}}}$$

Dengan:

$$k = 1,8 \exp^{(-16.600/RT)}$$

$$K = \exp\left(\frac{\Delta S_i^0}{R}\right) \exp\left(\frac{\Delta H_i}{RT}\right)$$

commit to user



r = kecepatan pembentukan methanol per satuan massa katalis
(mol/detik.Kg)

k = konstanta kecepatan reaksi (mol/detik.Kg)

$K_{(i)}$ = Konstanta kesetimbangan komponen i

$P_{(i)}$ = Tekanan Parsial komponen i

T = Suhu (K)

R = Konstanta Gas (8,314 J/mol.K)

$\Delta S_{(i)}$ = Perubahan entropi komponen i (J/mol.K)

$\Delta H_{(i)}$ = Panas penyerapan komponen i (J/mol.s)

(Rase H.F., 2006)

2.2.5 Tinjauan Thermodynamika

Reaksi pembuatan methanol jika ditinjau secara thermodynamika adalah termasuk reaksi eksotermis.



Konstanta kesetimbangan reaksi ini memenuhi persamaan sebagai berikut:

$$K = 9,740.10^{-5} \exp (21,225+(9.143,6/T)+(7,492 \ln T)+4,076.10^{-3}.T-7,101.10^{-8}T^2)$$

(Rase H.F., 2006)



2.3 Diagram Alir Proses dan Langkah Proses

2.3.1 Diagram Alir Kualitatif

Diagram alir kualitatif dapat dilihat pada gambar 2.1

2.3.2 Diagram Alir Kuantitatif

Diagram alir kuantitatif dapat dilihat pada gambar 2.2

2.3.3 Diagram Alir Proses

Diagram alir proses dapat dilihat pada gambar 2.3

2.3.4 Langkah Proses

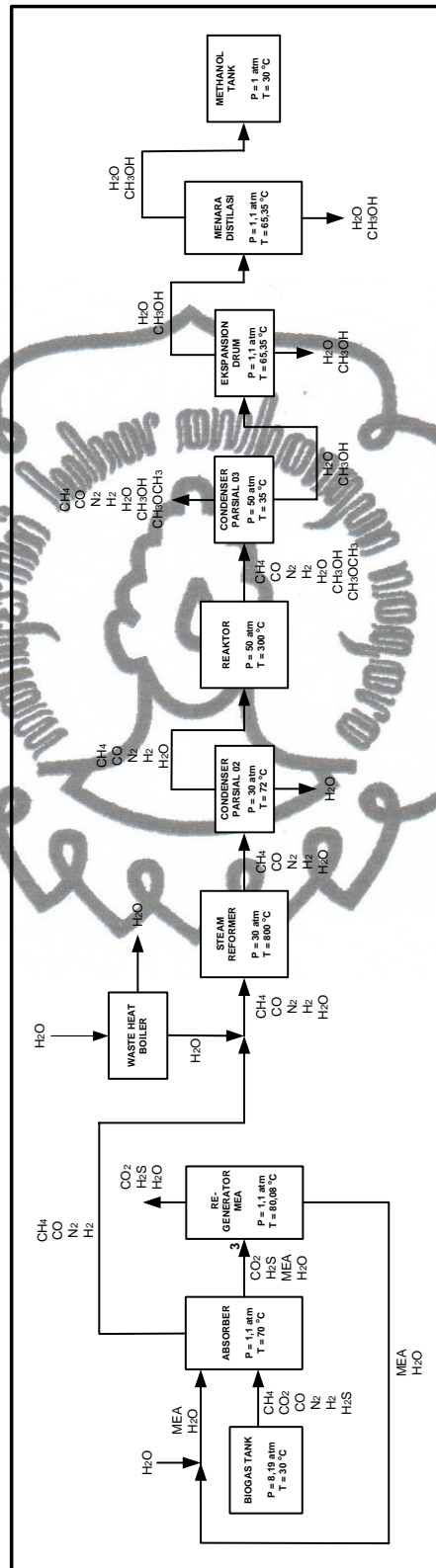
Pada dasarnya pembuatan methanol dengan menggunakan proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah terdiri dari empat tahap proses yaitu:

1. Tahap Purifikasi dan Penyiapan Bahan Baku
2. Tahap Pembuatan Gas Sintesa
3. Tahap Reaksi
4. Tahap Pemurnian Produk



**Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun**

**DIAGRAM ALIR KUALITATIF
PEMBUATAN METHANOL DARI BIOGAS**



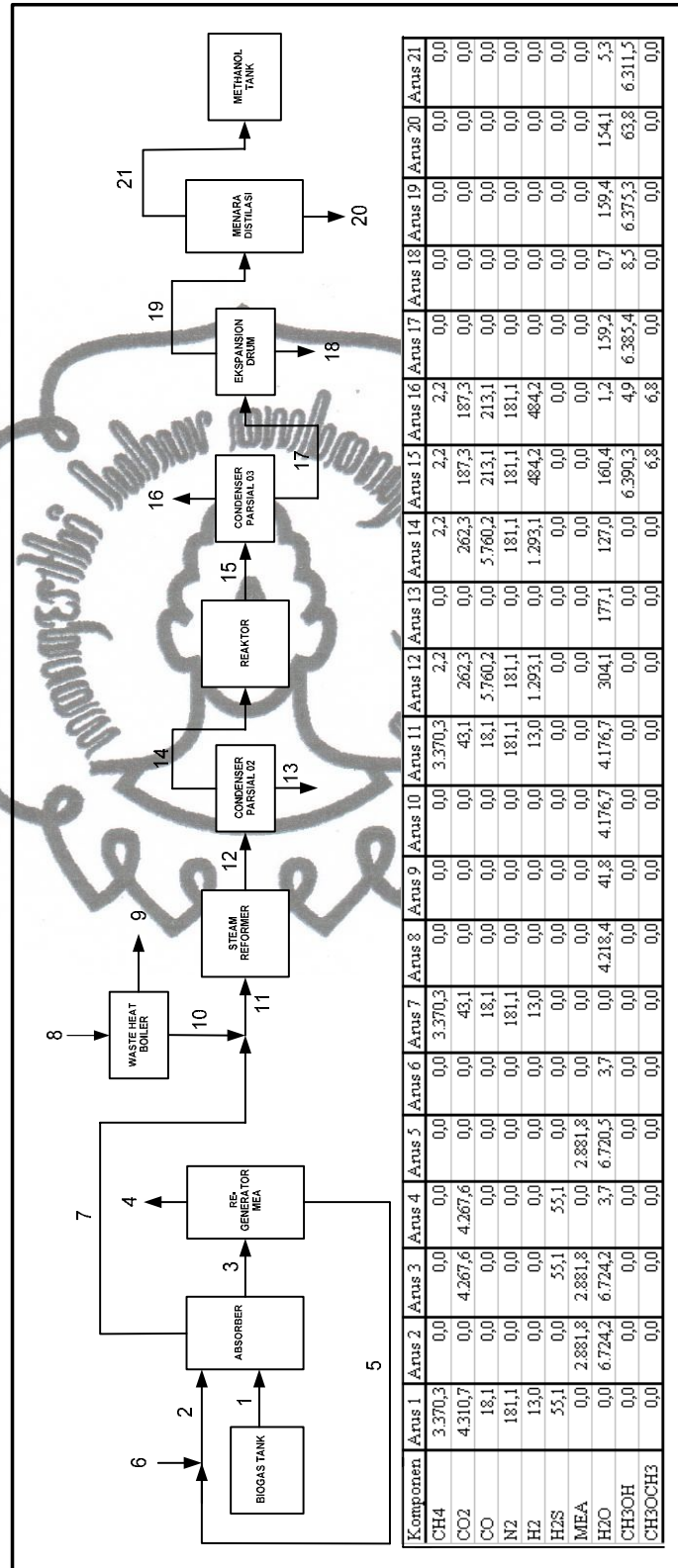
Gambar 2.1 Diagram Alir Kualitatif pembuatan Methanol dari Biogas

commit to user



**Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun**

**DIAGRAM ALIR KUANTITATIF
PEMBUATAN METHANOL DARI BIOGAS**



Gambar 2.2 Diagram Alir Kuantitatif pembuatan Methanol dari Biogas

commit to user

DESKRIPSI PROSES

II



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*



commit to user

DESKRIPSI PROSES

II



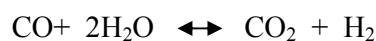
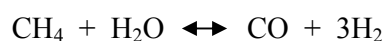
2.3.4.1 Tahap Purifikasi dan Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan methanol adalah biogas dan steam. Biogas diperoleh dari daerah surakarta dan sekitarnya. Biogas yang diperoleh masih mengandung impuritas berupa acid gas yaitu CO_2 dan H_2S . Biogas kemudian diabsorbsi dengan larutan MEA 30% dalam absorber (AB) untuk mengurangi kadar acid gas yang terkandung. Larutan MEA 30% kotor akan dibersihkan dari kandungan acid gas dalam regenerator MEA (REG) sehingga diperoleh larutan MEA 30% bersih yang siap digunakan kembali pada absorber. Biogas bersih kemudian ditekan dengan compressor (C-01) sampai tekanan 20 atm dan dipanaskan dengan di tiga buah *heat exchanger* (HE-03, HE-04 dan HE-05) sampai suhu 800°C . Steam setelah proses berjalan dihasilkan oleh waste heat boiler (WHB) yang memanfaatkan panas dari outlet steam reformer (SR).

2.3.4.2 Tahap Pembuatan Gas Sintesa

Biogas yang telah dipurifikasi kemudian dicampur dengan *steam* dan masuk ke dalam *steam reformer* (SR) pada suhu 800°C . *Steam reformer* (SR) yang digunakan adalah tipe *furnace* dengan katalis NiO.

Reaksi yang terjadi adalah:



Reaksi diatas keseluruhan bersifat endotermis sehingga dibutuhkan panas yang disuplai dari hasil pembakaran *fuel*. Panas hasil pembakaran *fuel* yang keluar dari *furnace* ditransfer ke *tube-tube* katalis secara radiasi dan konveksi. Gas sintesa yang merupakan campuran dari H_2 , CO , CO_2 , N_2 dan



sisanya CH_4 serta H_2O , keluar *steam reformer* (SR) pada suhu 795°C , kemudian panasnya dimanfaatkan untuk membuat *steam* jenuh di *waste heat boiler* (WHB). Gas sintesa dilewatkan melalui *condenser parsial* (CD-02) untuk menghilangkan kandungan air yang terikut. Selanjutnya gas sintesa dinaikkan tekanannya menjadi 49,5 atm dengan *compressor* (C-02) dan diumpankan ke reaktor (R).

2.3.4.3 Tahap Reaksi

Reaksi sintesa methanol terjadi pada *reactor fixed bed multitube* (R) dengan katalis CuO pada bagian *tube* dengan tekanan 49,5 atm dan temperatur 300°C . Reaksi yang terjadi adalah:



Reaksi diatas bersifat eksotermis sehingga di bagian *shell reactor* dialirkan *dowtherm A* sebagai pendingin. Keuntungan reaktor jenis ini adalah konstruksinya yang sederhana, tidak perlu pemisahan katalis pada gas keluar reaktor, perbaikan dan operasionalnya mudah.

2.3.4.4 Tahap Pemurnian Produk

Outlet reaktor pada suhu $301,6^\circ\text{C}$ dimasukkan ke *condenser partial* (CD-03) untuk memisahkan *crude methanol* dengan sisa gas yang tidak bereaksi. *Crude methanol* diturunkan tekanannya pada *expansion drum* (ED) kemudian dipurifikasi lebih lanjut melalui proses distilasi dalam menara distilasi (D-01) sehingga didapatkan kemurnian methanol sebesar 99,85%.



Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun

2.4 Neraca Massa dan Neraca Panas

Produk	= Methanol 99,85%
Kapasitas perancangan	= 50.000 ton/tahun
Waktu operasi pabrik	= 330 hari/tahun
Kapasitas perancangan per jam	$= \frac{50.000 \text{ ton/tahun} \times 1000 \text{ kg/ton}}{330 \text{ hari/tahun} \times 24 \text{ jam/hari}}$
	= 6.313,13 kg/jam

2.4.1. Neraca Massa

2.4.1.1. Neraca Massa Tiap Alat

a. Neraca Massa di sekitar Absorber (ABS-01)

Tabel 2.1 Neraca Massa di sekitar Absorber (ABS-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 1	Arus 2	Arus 7	Arus 3
CH ₄	3.370,33	0,00	3.370,33	0,00
CO ₂	4.310,71	0,00	43,11	4.267,60
CO	18,11	0,00	18,11	0,00
N ₂	181,12	0,00	181,12	0,00
H ₂	13,03	0,00	13,03	0,00
H ₂ S	55,09	0,00	0,00	55,09
MEA	0,00	2.881,79	0,00	2.881,79
H ₂ O	0,00	6.724,18	0,00	6.724,18
Sub Total	7.948,38	9.605,97	3.625,70	13.928,66
Total	17.554,36		17.554,36	

commit to user

DESKRIPSI PROSES

II



b. Neraca Massa di sekitar Regenerator MEA (REG-01)

Tabel 2.2 Neraca Massa di sekitar Regenerator MEA (REG-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
CH ₄	0,00	0,00	0,00
CO ₂	4.267,60	4.267,60	0,01
CO	0,00	0,00	0,00
N ₂	0,00	0,00	0,00
H ₂	0,00	0,00	0,00
H ₂ S	55,09	55,09	0,00
MEA	2.881,79	0,00	2.881,79
H ₂ O	6.724,18	3,72	6.720,46
Sub Total	13.928,66	4.271,32	9.657,35
Total	13.928,66	13.928,66	

c. Neraca Massa di sekitar Waste Heat Boiler (WHB-01)

Tabel 2.3 Neraca Massa di sekitar Waste Heat Boiler (WHB-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
H ₂ O	4.218,43	41,77	4.176,66
Sub Total	4.218,43	41,77	4.176,66
Total	4.218,43	4.218,43	



d. Neraca Massa di sekitar Steam Reformer (SR-01)

Tabel 2.4 Neraca Massa di sekitar Steam Reformer (SR-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	Arus 11	Arus 12
CH ₄	3.370,33	2,20
CO ₂	43,11	262,28
CO	18,11	5.760,24
N ₂	181,12	181,12
H ₂	13,03	1.293,05
H ₂ O	4.176,66	304,09
Sub Total	7.802,36	7.802,99
Total	7.802,36	7.802,99



e. Neraca Massa di sekitar Condenser Parsial 02 (CD-02)

Tabel 2.5 Neraca Massa di sekitar Condenser Parsial 02 (CD-02)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 12	Arus 13	Arus 14
CH ₄	2,20	0,00	2,20
CO ₂	262,28	0,00	262,28
CO	5.760,24	0,00	5.760,24
N ₂	181,12	0,00	181,12
H ₂	1.293,05	0,00	1.293,05
H ₂ O	304,09	177,08	127,01
Sub Total	7.802,99	177,08	7.625,91
Total	7.802,99	7.802,99	



f. Neraca Massa di sekitar Reaktor (R-01)

Tabel 2.6 Neraca Massa di sekitar Reaktor (R-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	Arus 14	Arus 15
CH ₄	2,20	2,20
CO ₂	262,28	187,27
CO	5.760,24	213,13
N ₂	181,12	181,12
H ₂	1.293,05	484,24
H ₂ O	127,01	160,39
CH ₃ OH	0,00	6.390,31
CH ₃ OCH ₃	0,00	6,84
Sub Total	7.625,91	7.625,51
Total	7.625,91	7.625,51



g. Neraca Massa di sekitar Condenser Parsial 03 (CD-03)

Tabel 2.7 Neraca Massa di sekitar Condenser Parsial 03 (CD-03)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 15	Arus 16	Arus 17
CH ₄	2,20	2,20	0,00
CO ₂	187,27	187,27	0,00
CO	213,13	213,13	0,00
N ₂	181,12	181,12	0,00
H ₂	484,24	484,24	0,00
H ₂ O	160,39	1,20	159,20
CH ₃ OH	6.390,31	4,90	6.385,41
CH ₃ OCH ₃	6,84	6,84	0,00
Sub Total	7.625,51	1.080,90	6.544,61
Total	7.625,51	7.625,51	



Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun

h. Neraca Massa di sekitar Expansion Drum (ED-01)

Tabel 2.8 Neraca Massa di sekitar Expansion Drum (ED-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 17	Arus 18	Arus 19
H ₂ O	159,20	0,69	159,41
CH ₃ OH	6.385,41	8,51	6.375,29
Sub Total	6.544,61	9,20	6.534,70
Total	6.544,61	6.543,91	

i. Neraca Massa di sekitar Menara Destilasi (MD-01)

Tabel 2.9 Neraca Massa di sekitar Menara Destilasi (MD-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 19	Arus 20	Arus 21
H ₂ O	159,41	154,08	5,33
CH ₃ OH	6.375,29	63,75	6.311,54
Sub Total	6.534,70	217,83	6.316,87
Total	6.534,70	6.534,70	



2.4.1.2. Neraca Massa Total

Tabel 2.10 Neraca Massa Total (arus masuk)

Komponen	Input (kg/jam)		
	Arus 1	Arus 6	Arus 8
CH ₄	3.370,33	0,00	0,00
CO ₂	4.310,71	0,00	0,00
CO	18,11	0,00	0,00
N ₂	181,12	0,00	0,00
H ₂	13,03	0,00	0,00
H ₂ S	55,09	0,00	0,00
MEA	0,00	0,00	0,00
H ₂ O	0,00	3,72	4.218,43
CH ₃ OH	0,00	0,00	0,00
CH ₃ OCH ₃	0,00	0,00	0,00
Sub Total	7.948,38	3,72	4.218,43
Total	12.170,53		



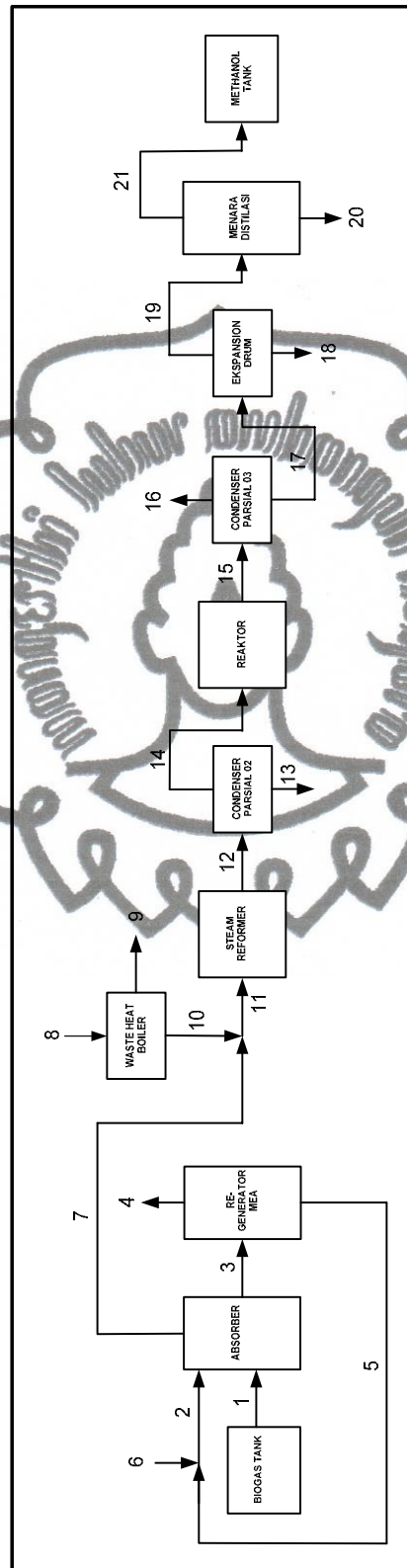
*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Tabel 2.11 Neraca Massa Total (arus keluar)

Komponen	Output (kg/jam)						
	Arus 4	Arus 9	Arus 13	Arus 16	Arus 18	Arus 20	Arus 21
CH ₄	0,00	0,00	0,00	2,20	0,00	0,00	0,00
CO ₂	4.267,60	0,00	0,00	187,27	0,00	0,00	0,00
CO	0,00	0,00	0,00	213,13	0,00	0,00	0,00
N ₂	0,00	0,00	0,00	181,12	0,00	0,00	0,00
H ₂	0,00	0,00	0,00	484,24	0,00	0,00	0,00
H ₂ S	55,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H ₂ O	3,72	41,77	177,08	160,39	0,69	154,08	5,33
CH ₃ OH	0,00	0,00	0,00	6.390,31	8,51	63,75	6.311,54
CH ₃ OCH ₃	0,00	0,00	0,00	6,84	0,00	0,00	0,00
Sub Total	4.326,40	41,77	177,08	1.080,90	9,20	217,83	6.316,87
Total	12.170,06						



**Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun**



Gambar 2.4 Diagram Alir Neraca Massa

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

2.4.2. Neraca Panas

Suhu referensi = 25°C

Basis perhitungan = 1 jam operasi

2.4.2.1. Neraca Panas Tiap Alat

a. Neraca Panas di sekitar Heat Exchanger 01 (HE-01)

Tabel 2.12 Neraca Panas di sekitar Heat Exchanger 01 (HE-01)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus masuk	14.965,95	
Q arus keluar		544.738,64
Q pemanas	529.772,68	
Total	544.738,64	544.738,64

b. Neraca Panas di sekitar Absorber (ABS-01)

Tabel 2.13 Neraca Panas di sekitar Absorber (ABS-01)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus biogas kotor	544.738,64	
Q arus MEA bersih	1.682.769,02	
Q arus biogas bersih		371.520,91
Q arus MEA kotor		3.257.848,82
Q proses	1.401.862,08	
Total	3.629.369,73	3.629.369,73



c. Neraca Panas di sekitar Heat Exchanger 02 (HE-02)

Tabel 2.14 Neraca Panas di sekitar Heat Exchanger 02 (HE-02)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus masuk	1.917.142,64	
Q arus keluar		1.682.769,02
Q pendingin		234.373,62
Total	1.917.142,64	1.917.142,64

d. Neraca Panas di sekitar Heat Exchanger 03 (HE-03)

Tabel 2.15 Neraca Panas di sekitar Heat Exchanger 03 (HE-03)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus 3 masuk	3.257.848,82	
Q arus 3 keluar		4.271.868,70
Q arus 5	2.931.162,52	
Q arus 6		1.917.142,64
Total	6.189.011,34	6.189.011,34



e. Neraca Panas di sekitar Regenerator MEA (REG-01)

Tabel 2.16 Neraca Panas di sekitar Regenerator MEA (REG-01)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus masuk	4.271.868,70	
Q arus hasil atas		1.081.903,69
Q arus hasil bawah		3.086.869,11
Q reboiler	90.463.968,9	
Q condenser		90.567.064,81
Total	94.735.837,61	94.735.837,61

f. Neraca Panas di sekitar Kompresor 01 (C-01)

Tabel 2.17 Neraca Panas di sekitar Kompresor 01 (C-01)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus 7 masuk	371.520,91	
Q arus 7 keluar		2.901.631,76
Q kompresi	2.530.110,85	
Total	2.901.631,76	2.901.631,76



g. Neraca Panas di sekitar Heat Exchanger 04 (HE-04)

Tabel 2.18 Neraca Panas di sekitar Heat Exchanger 04 (HE-04)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus 7 masuk	2.901.631,76	
Q arus 7 keluar		9.416.736,05
Q arus 12 masuk	20.373.197,40	
Q arus 12 masuk		13.858.093,12
Total	23.274.829,17	23.274.829,17

h. Neraca Panas di sekitar Steam Reformer (SR-01)

Tabel 2.19 Neraca Panas di sekitar Steam Reformer (SR-01)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus umpan	16.861.070,96	
Q pemanas	88.207.063,01	
Q arus produk		20.373.197,40
Q reaksi		84.694.936,57
Total	105.068.133,97	105.068.133,97



i. Neraca Panas di sekitar Waste Heat Boiler (WHB-01)

Tabel 2.20 Neraca Panas di sekitar Waste Heat Boiler (WHB-01)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus 8	88.392,94	
Q arus 9		33.747,06
Q arus 10		3.374.706,37
Q arus 12 masuk	13.858.093,12	
Q arus 12 keluar		10.538.032,62
Total	13.946.486,05	13.946.486,05

j. Neraca Panas di sekitar Condenser Parsial (CD-02)

Tabel 2.21 Neraca Panas di sekitar Condenser Parsial (CD-02)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus masuk	10.538.032,62	
Q arus 13 keluar		34.750,57
Q arus 14 keluar		1.183.053,50
Q pengembunan	414.697,256	
Q pendingin		9.734.925,81
Total	10.952.729,88	10.952.729,88



k. Neraca Panas di sekitar Kompresor 02 (C-02)

Tabel 2.22 Neraca Panas di sekitar Kompresor 02 (C-02)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus 14 masuk	1.183.053,50	
Q arus 14 keluar		7.007.203,70
Q kompresi	5.824.150,20	
Total	7.007.203,70	7.007.203,70

l. Neraca Panas di sekitar Reaktor (R-01)

Tabel 2.23 Neraca Panas di sekitar Reaktor (R-01)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus umpan	7.007.203,70	
Q pendingin		78.929.542,63
Q arus produk		5.160.176,20
Q reaksi	77.082.515,14	
Total	84.089.718,84	84.089.718,84



m. Neraca Panas di sekitar Condenser Parsial (CD-03)

Tabel 2.24 Neraca Panas di sekitar Condenser Parsial (CD-03)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus masuk	5.160.176,20	
Q arus 16 keluar		75.123,04
Q arus 17 keluar		166.831,56
Q pengembunan	7.636.790,34	
Q pendingin		12.555.011,95
Total	12.796.966,55	12.796.966,55

n. Neraca Panas di sekitar Heat Exchanger 05 (HE-05)

Tabel 2.25 Neraca Panas di sekitar Heat Exchanger 05 (HE-05)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus masuk	166.831,56	
Q arus keluar		2.816.902,15
Q pemanas	2.650.070,59	
Total	2.816.902,15	2.816.902,15



o. Neraca Panas di sekitar Expansion Drum (ED-01)

Tabel 2.26 Neraca Panas di sekitar Expansion Drum (ED-01)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus masuk	2.816.894,80	
Q arus 18 keluar		688.977,29
Q arus 19 keluar		993,85
Q yang dilepas		2.126.923,67
Total	2.816.894,80	2.816.894,80

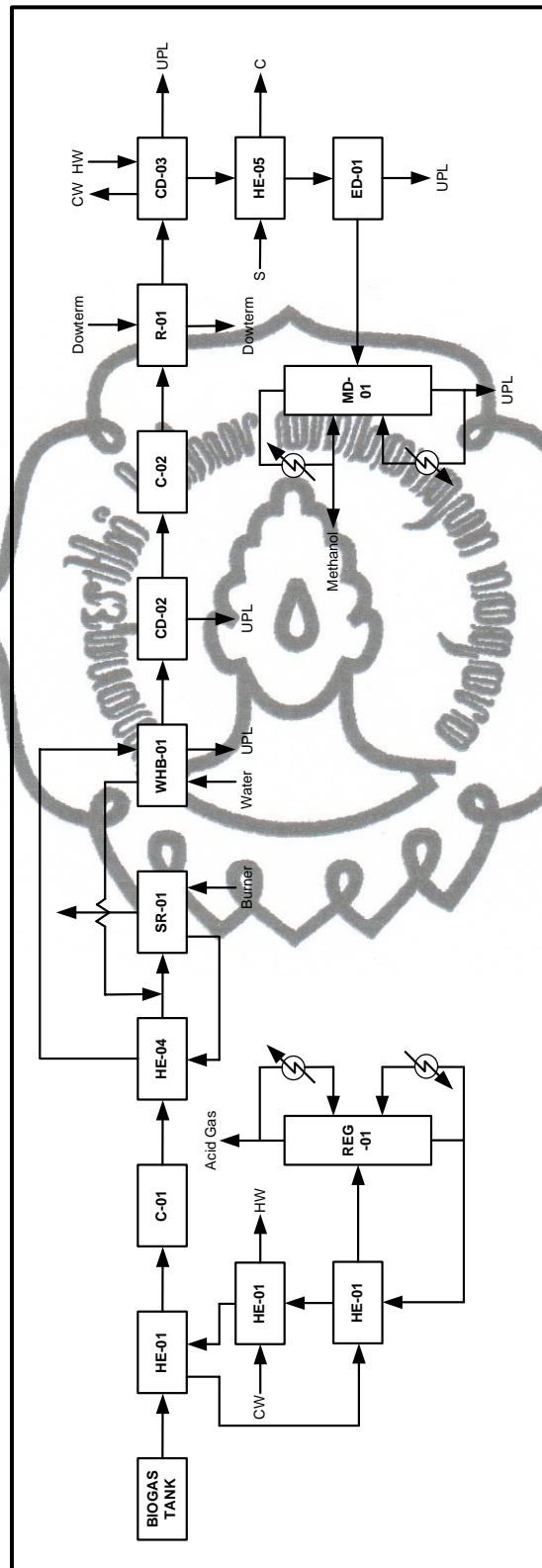
p. Neraca Panas di sekitar Menara Destilasi (MD-01)

Tabel 2.27 Neraca Panas di sekitar Menara Destilasi (MD-01)

Arus	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q arus masuk	688.977,29	
Q arus hasil atas		638.522,88
Q arus hasil bawah		53.946,21
Q reboiler	8.929.396,86	
Q condenser		8.925.905,05
Total	9.618.374,15	9.618.374,15



**Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun**



Gambar 2.5 Diagram Alir Neraca Panas

commit to user

DESKRIPSI PROSES

II



2.5 Tata Letak Pabrik dan Peralatan Proses

2.5.1 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu pengaturan yang optimal dari perangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik, tempat kedudukan dari bagian-bagian dalam pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat terjadinya proses produksi, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, yang ditinjau dari segi hubungan satu sama lain. Selain peralatan yang tercantum dalam “ *flow engineering sheet* “, beberapa bangunan fisik yang lain seperti : kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, pos keamanan/penjagaan, dan sebagainya hendaknya ditempatkan pada bagian tersendiri, sehingga kelancaran proses tidak terganggu ditinjau dari segi lalu lintas bahan baku, barang, kontrol dan keselamatan kerja. Tata letak yang tepat sangat berpengaruh terhadap efisiensi, keselamatan dan kelancaran dari para pekerja dan keselamatan proses.

Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan tata letak pabrik agar tercapai kondisi yang optimal adalah sebagai berikut :

1. Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan

Perluasan pabrik harus diperhitungkan sejak awal supaya masalah kebutuhan tempat tidak timbul di masa yang akan datang. Sejumlah areal khusus sudah dipersiapkan untuk areal perluasan pabrik, penambahan peralatan pabrik, dll.



3. Faktor keamanan

Faktor keamanan yang perlu diperhatikan terutama untuk bahaya kebakaran. Sumber api dan panas dari bahan yang mudah terbakar dan meledak harus dipisahkan dalam perancangan tata letak. Pengelompokan unit-unit proses yang satu dengan yang lain agar tidak sulit dalam pengisolasian bahaya kebakaran yang terjadi. Penempatan alat-alat pemadam kebakaran (hidrant) dan penampungan air yang cukup disediakan di tempat-tempat yang rawan terjadinya kebakaran.

4. Luas area yang tersedia

Kemampuan penyediaan area dibatasi oleh harga tanah. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Apabila harga tanah sangat mahal, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruang sehingga konstruksi pabrik dibuat bertingkat dan pemakaian ruang diatur secara cermat.

5. Instalasi dan utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, listrik, pemanas, pendingin dapat mempermudah sistem kerja dan perawatannya.

Secara garis besar tata letak pabrik dapat dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

1. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol

Daerah administrasi merupakan daerah pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang

commit to user



kontrol merupakan pusat pengendalian proses, tempat pengujian kualitas dan kuantitas bahan baku yang akan diproses dan produk yang akan dijual dan pusat pengendalian proses guna kelancaran produksi.

2. Daerah proses

Daerah ini merupakan daerah tempat alat proses diletakkan dan tempat berlangsungnya proses.

3. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi

Gudang merupakan tempat penyimpanan sementara peralatan yang mendukung berlangsungnya proses. Bengkel merupakan tempat untuk memperbaiki peralatan pabrik yang rusak, sedangkan garasi adalah tempat penyimpanan kendaraan operasional pabrik serta beberapa peralatan pendukung lainnya seperti forklift, dump truck, dll

4. Daerah utilitas

Unit-unit utilitas yang mendukung berlangsungnya proses diletakkan di daerah ini.

5. Daerah penyimpanan bahan baku dan produk

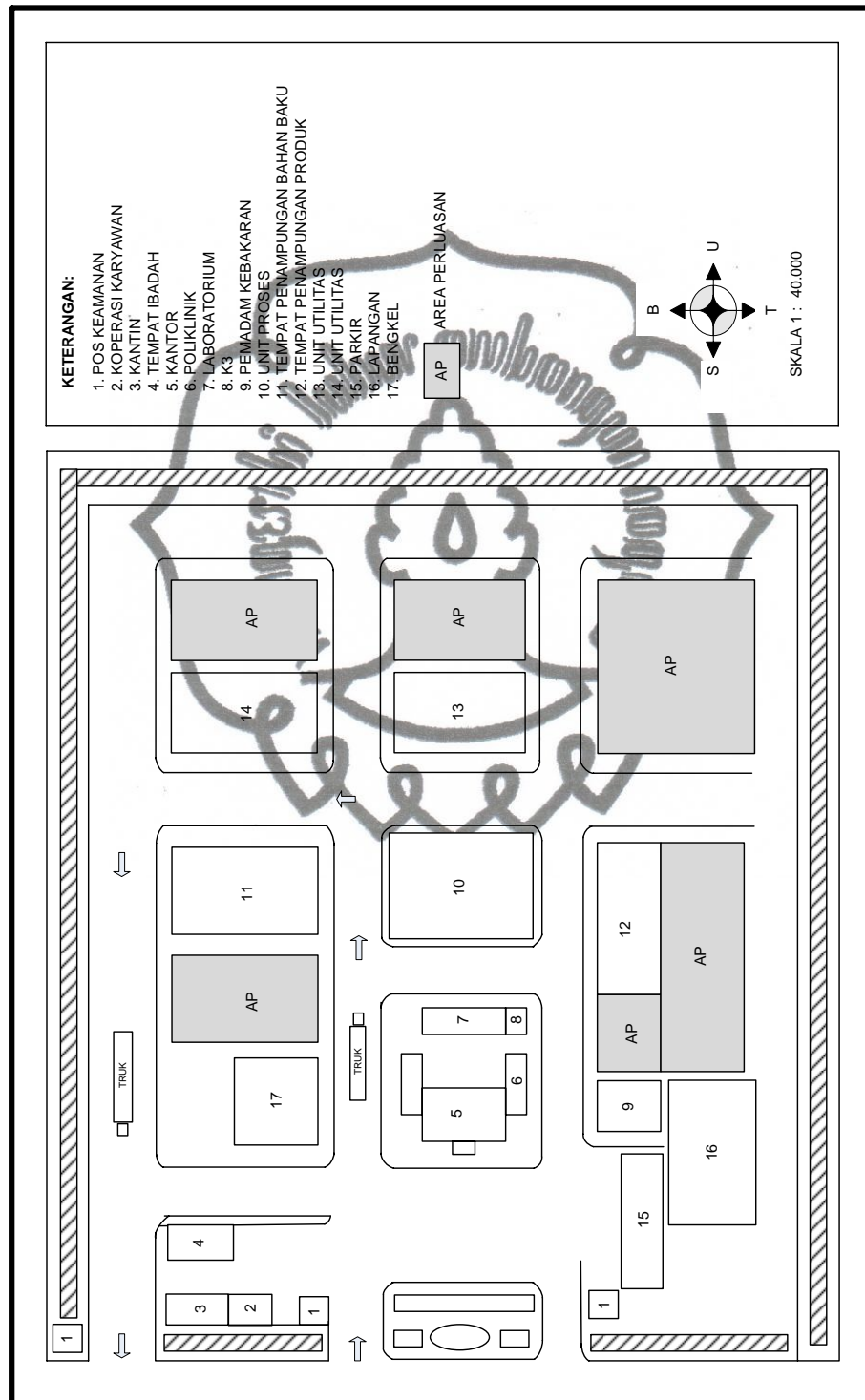
Bahan baku dan produk disimpan dalam tangki penyimpanan di luar unit proses.

6. Daerah pengolahan limbah

Daerah pengolahan limbah adalah daerah tempat pengolahan limbah hasil proses produksi.



**Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun**



Gambar 2.4 Tata letak pabrik Methanol



2.5.2 Tata Letak Peralatan Proses

Tata letak peralatan proses adalah tempat kedudukan dari alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- Dapat mengefektifkan penggunaan lahan
- Biaya material handling menjadi rendah dan menyebabkan turunnya/terhindarnya pengeluaran untuk kapital yang tidak penting. Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk membeli alat angkut yang biayanya mahal.
- Karyawan mendapatkan kepuasan kerja
Jika karyawan mendapatkan kepuasan dalam bekerja, maka akan mengakibatkan meningkatnya semangat kerja yang menyebabkan meningkatnya produktifitas kerja.

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan tata letak peralatan proses, yaitu :

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat sangat berpengaruh pada keuntungan ekonomis yang besar dan sebagai penunjang kelancaran dan keamanan produksi. Evaluasi pipa juga harus diperhatikan, untuk pipa di atas tanah perlu dipasang pada ketinggian 3 meter atau lebih,



sedangkan pemasangan pipa pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga lalu lintas pekerja tidak terganggu.

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar unit proses perlu diperhatikan agar akumulasi bahan-bahan kimia berbahaya dapat dihindari sehingga keselamatan para pekerja terjamin. Arah hembusan anginpun perlu diperhatikan.

3. Lalu lintas manusia

Dalam perancangan tata letak peralatan, perlu diperhatikan agar seluruh peralatan proses dapat dicapai oleh para pekerja, sehingga apabila terjadi gangguan ataupun kerusakan akan mudah diperbaiki, selain itu keselamatan para pekerja dalam bertugas sangat diprioritaskan.

4. Cahaya

Penerangan seluruh bagian pabrik harus memadai, terutama pada tempat-tempat proses yang dimungkinkan berisiko tinggi terjadinya bahaya, perlu diberikan penerangan tambahan.

5. Jarak antar alat proses

Alat-alat proses yang memiliki suhu atau tekanan operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.



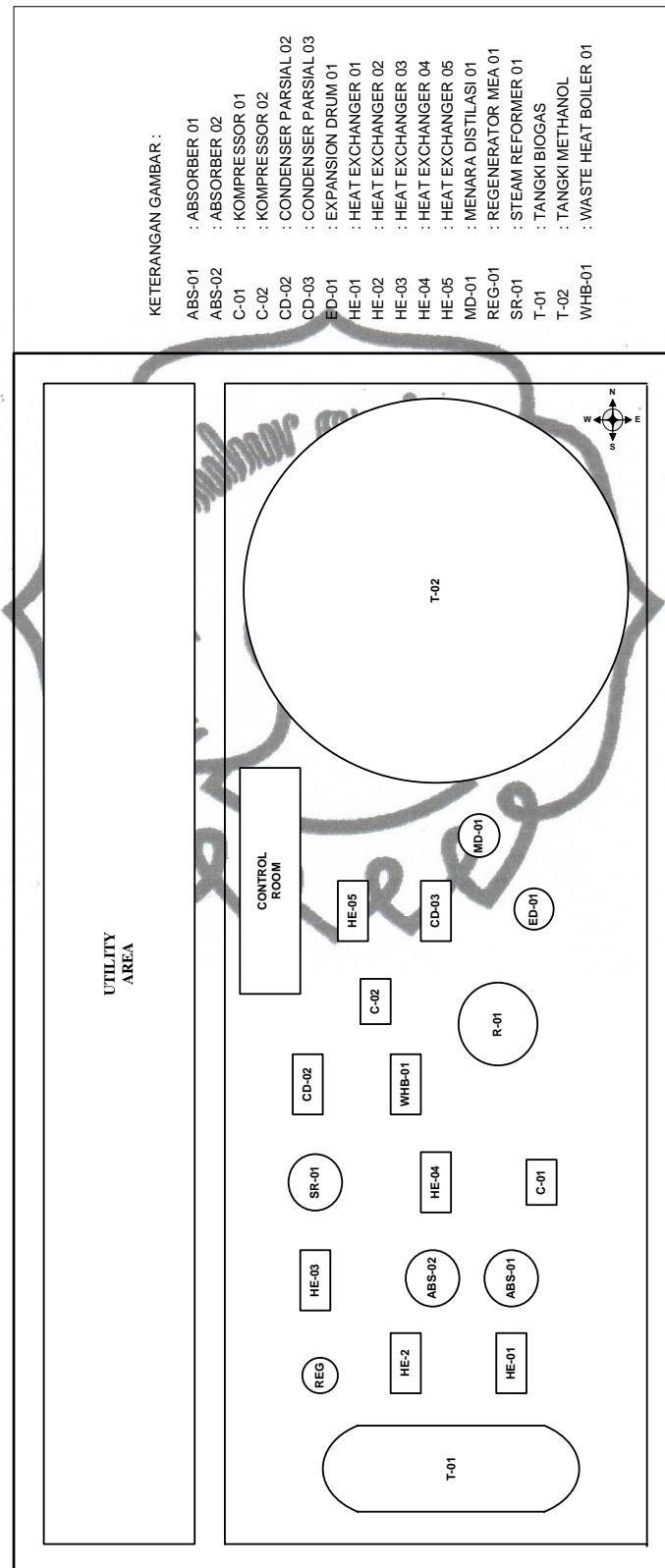
6. Pertimbangan ekonomi

Penempatan peralatan proses pabrik diusahakan sedemikian rupa sehingga biaya operasi dapat ditekan dan kelancaran serta keamanan produksi pabrik terjamin, sehingga dari segi ekonomi dapat menguntungkan.





**Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun**



Gambar 2.5 Tata letak peralatan proses pabrik Methanol

commut to user



BAB III

SPESIFIKASI ALAT PROSES

3.1. Tangki Penyimpan Biogas

Kode	: T-01
Fungsi	: Menyimpan bahan baku Biogas untuk Kebutuhan selama 15 hari
Tipe	: Tangki Silinder Horizontal <i>Elliptical Dished Head</i>
Kondisi Operasi	: $T = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ $P = 8,19\text{ atm}$
Kondisi Penyimpanan	: Cair
Kapasitas	: $1.345,62\text{ m}^3$
Jumlah	: 5
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-203 Grade C</i>
Diameter	: 6.525 m
Tebal <i>Shell</i>	: 1,125 in = 0,0286 m

3.2. Tangki Penyimpan *Methanol*

Kode	: T-02
Fungsi	: Menyimpan produk <i>Methanol</i> selama 30 hari
Tipe	: <i>Silinder</i> tegak dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) Dengan bagian atas <i>conical roof</i>

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Kondisi Operasi : $T = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $P = 1\text{ atm}$

Kondisi Penyimpanan : Cair

Kapasitas : $1.433,87\text{ m}^3$

Jumlah : 1

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SS 304*

Diameter : $18,25\text{ m}$

Tinggi tangki : $5,48\text{ m}$

Tebal

- Course 1 : $0,017\text{ m}$
- Course 2 : $0,017\text{ m}$
- Course 3 : $0,016\text{ m}$

Tebal head : $0,625\text{ in} = 0,016\text{ m}$

Tinggi head : $6,412\text{ ft} = 1,954\text{ m}$

Tinggi total : $7,441\text{ m}$

3.3. Absorber

Kode : ABS - 01

Fungsi : Menyerap CO_2 dan H_2S dengan menggunakan
 Larutan MEA 30%

Tipe : *Packing Tower*

Kondisi Operasi : $T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $P = 1,1\text{ atm}$

commit to user

SPEKIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Jumlah	: 2
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SS 304</i>
Diameter	: 18,25 m
Tinggi tangki	: 1,58 m
Tebal Shell	: 0,1875 in = 0,00476 m
Tebal head	
➤ Atas	: 0,25 in = 0,0635 m
➤ Bawah	: 0,25 in = 0,0635 m
Tinggi head	
➤ Atas	: 0,28 m
➤ Bawah	: 0,28 m
Tinggi total	: 56,67 m

3.4. Regenerator MEA

Kode	: REG - 01
Fungsi	: Meregenerasi Larutan MEA yang mengandung CO ₂ dan H ₂ S sebelum digunakan kembali
Jenis	: <i>Tray Tower</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Jumlah plate aktual	: 9 plate
Diameter	: 0,9651 m
Tebal shell	: 0,1875 in = 0,00476 m

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Head

- Jenis Head : Torispherical dished head
- Tebal head : 0,1875 in = 0,00476 m
- Tinggi head : 0,1986 m

Tray spacing : 0,60 m

Tinggi menara : 12,024 m

Plate umpan : plate 8 dari bawah

Kondisi Operasi

- Distilat : 40,423 °C (uap jenuh) ; P = 3,6 atm
- Feed : 80,087 °C (cair jenuh) ; P = 3,7 atm
- Bottom : 103,112 °C (cair jenuh) ; P = 4,1 atm

3.5. Steam Reformer

Kode : SR-01

Fungsi : Sebagai tempat pembentukan gas sintesa dari
CH₄ dan steam

Jenis : Fixed Bed Multitube

Kondisi Operasi : T = 800°C

P = 20 atm

Bahan Konstruksi : High Alloy Steel SA 167 Grade 3

Jumlah : 1 buah

Tube Side

- Diameter : 1,23 in = 0,0312 m

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- Jumlah : 560 buah

Shell Side

- Diameter : 61,65 in = 1,549 m
- Tebal Shell : 1,25 in = 0,0317 m

Head

- Tebal head : 1,25 in = 0,0317 m
- Tinggi head : 17,308 in = 0,4318 m

Tinggi Steam Reformer : 5,379 m

Isolator

- Bahan : asbes
- Tebal : 0,5 m

Pemanas

- Jenis : Burner

Katalis

- Jenis : NiO
- Bentuk : bola
- Diameter : 5,4 mm

3.6. Reaktor

- Kode : R-01
- Fungsi : Sebagai tempat berlangsungnya reaksi sintesa
methanol
- Jenis : *Fixed Bed Multitube*

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Kondisi Operasi : $T = 300^{\circ}\text{C}$

$P = 49,5 \text{ atm}$

Bahan Konstruksi : *High Alloy Steel SA 167 Grade 3*

Jumlah : 1 buah

Tube Side

➤ *Diameter* : 1,5 in = 0,0381 m

➤ *Jumlah* : 817 buah

Shell Side

➤ *Diameter* : 90 in = 2,286 m

➤ *Tebal Shell* : 4 in = 0,1016 m

Head

➤ *Tebal head* : 4 in = 0,1016 m

➤ *Tinggi head* : 23,69 in = 0,6017 m

Tinggi Reaktor : 14,3035 m

Isolator

➤ *Bahan* : asbes

➤ *Tebal* : 0,3 m

Pendingin

➤ *Jenis* : *Jacket*

Katalis

➤ *Jenis* : CuO

➤ *Bentuk* : *Silinder*

➤ *Diameter* : 5 mm

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- Tinggi : 10 mm
- Bulk density : 1,4 gr/cc

3.7. Menara Destilasi

- Kode : MD – 01
- Fungsi : Memisahkan produk methanol dari air
- Jenis : *Tray Tower*
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 283 grade C*
- Jumlah *plate* aktual : 12 *plate*
- Diameter : 1,1686 m
- Head
 - Tebal *head* : 0,1875 in = 0,0476 m
 - Tinggi *head* : 0,2525 m
- Tray spacing* : 0,45 m
- Tinggi menara : 12,3406 m
- Plate umpan* : *plate* 4 dari bawah
- Kondisi Operasi
 - *Distilat* : 65,656 °C (uap jenuh) ; P = 1,0998 atm
 - *Feed* : 65,354 °C (uap jenuh) ; P = 1,1 atm
 - *Bottom* : 89,009 °C (cair jenuh) ; P = 1,1002 atm



3.8. Waste Heat Boiler

Kode	: WHB-01
Fungsi	: Membuat steam dengan pemanfaatan panas keluaran reaktor
Jenis	: <i>Double pipe</i>
Luas transfer panas	: 32,9203 ft ²
Beban panas	: 3.148.918,02 Btu/jam
Fluida panas	
➤ Suhu masuk	: 555,5 °C
➤ Suhu keluar	: 430,72 °C
Fluida dingin	
➤ Suhu masuk	: 30 °C
➤ Suhu keluar	: 213,037 °C
Rd perancangan	: 0,0055 hr.ft ² .F/Btu
Rd min	: 0,0055 hr.ft ² .F/Btu
U _C	: 672,881 Btu/hr.ft ² .F
U _D	: 142,743 Btu/hr.ft ² .F
Bahan konstruksi	
➤ <i>Annulus</i>	: <i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
➤ <i>Shell</i>	: <i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Spesifikasi <i>Annulus</i>	
➤ <i>Fluida</i>	: <i>SynGas</i>
➤ <i>OD annulus</i>	: 4,5 in = 0,1143 m

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- ID *annulus* : 4,026 in = 0,10226 m
- Panjang hairpin : 16 ft = 4,878 m
- Jumlah hairpin : 2
- *Pressure drop* : 4,982 psi

Spesifikasi inner pipe

- *Fluida* : Air
- ID *inner pipe* : 3,068 in = 0,078 m
- OD *inner pipe* : 3,5 in = 0,089 m
- *Pressure drop* : 0.013 psi

3.9. Expansion Drum

- Kode : ED - 01
- Fungsi : Menurunkan tekanan crude methanol sebelum masuk Menara Distilasi 01
- Jenis : *Vertikal Drum*
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 283 grade A*
- Kondisi Operasi : T = 65,354 °C
P = 20 atm

Drum / Shell

- Tebal *Shell* : 0,1875 in = 0,0476 m
- Tinggi *Shell* : 15,13 in = 4,61 m
- Diameter *Shell* : 4 ft = 1,22 m



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Head

➤ Tebal *head* : 0,1875 in = 0,0476 m

➤ Tinggi *head* : 8,96 in = 0,23 m

Tinggi total : 16,622 m

Diameter total : 1,3716 m

3.10. Kompresor 01

Kode : C - 01

Fungsi : Menaikkan tekanan biogas bersih sebelum
masuk *Steam Reformer*

Jenis : *Centifugas Compressor*

Jumlah *Stage* : 1

Kondisi operasi : $T_o = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T = 326,70\text{ }^{\circ}\text{C}$

$P_o = 1,1\text{ atm}$ $P = 20\text{ atm}$

Power : 144,69 Hp

Jumlah : 1 buah

3.11. Kompresor 02

Kode : C - 02

Fungsi : Menaikkan tekanan *SynGas* sebelum direaksikan
dalam Reaktor

Jenis : *Centifugas Compressor*

Jumlah *Stage* : 1

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Kondisi operasi : $T_o = 72\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $P_o = 20\text{ atm}$ $P = 50\text{ atm}$
 Power : 223,74 Hp
 Jumlah : 1 buah

3.12. Kondenser Parsial 01

Kode : CD – 01
 Fungsi : Mengembunkan hasil atas *Regenerator* MEA
 Jenis : *Shell and Tube Horizontal*
 Luas transfer panas : $12.451,70\text{ ft}^2 = 1.156,80\text{m}^2$
 Beban panas : 85.841.014,56 Btu/jam
 Jumlah : 1 buah

Fluida panas

- Suhu masuk : $40,4237\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Suhu keluar : $40,4237\text{ }^{\circ}\text{C}$

Fluida dingin

- Suhu masuk : $30\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Suhu keluar : $35\text{ }^{\circ}\text{C}$

Rd perancangan : $0,00124\text{ hr.ft}^2.\text{F/Btu}$
 Rd *min* : $0,00100\text{ hr.ft}^2.\text{F/Btu}$
 U_C : $1314,3732\text{ Btu/hr.ft}^2.\text{F}$
 U_D : $499,8590\text{ Btu/hr.ft}^2.\text{F}$

commit to user

SPEKIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Bahan konstruksi

- *Tube* : Carbon Steel SA 283 grade C
- *Shell* : Carbon Steel SA 283 grade C

Spesifikasi Tube

- *Fluida* : Air
- *Panjang* : 288 in = 7,315 m
- *OD tube* : 0,75 in = 0,019 m
- *ID tube* : 0,652 in = 0,0165 m
- *BWG* : 18
- *Susunan* : Triangular Pitch, PT = 1,25 in = 0,032 m
- *Jumlah tube* : 2643
- *Passes* : 4
- *Pressure drop* : 1,776 psi

Spesifikasi shell

- *Fluida* : Hasil atas Regenerator MEA
- *ID shell* : 29 in = 0,737 m
- *Baffle space* : 21,75 in = 0,5524 m
- *passes* : 2
- *Pressure drop* : 0,00076 psi

3.13. Kondenser Parsial 02

- Kode : CD – 02
- Fungsi : Mengembunkan air dari *SynGas* sebelum masuk

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

reaktor

Jenis : *Shell and Tube Horizontal*

Luas transfer panas : 427,1488 ft²

Beban panas : 8.857.952,055 Btu/jam

Jumlah : 1 buah

Fluida panas

➤ Suhu masuk : 430,722 °C

➤ Suhu keluar : 72 °C

Fluida dingin

➤ Suhu masuk : 30 °C

➤ Suhu keluar : 45 °C

Rd perancangan : 0,0079 hr.ft².F/Btu

Rd min : 0,003 hr.ft².F/Btu

U_C : 179,138 Btu/hr.ft².F

U_D : 74,240 Btu/hr.ft².F

Bahan konstruksi

➤ *Tube* : *Carbon Steel SA 283 grade C*

➤ *Shell* : *Carbon Steel SA 283 grade C*

Spesifikasi Tube

➤ *Fluida* : Air

➤ Panjang : 16 ft = 4,8768 m

➤ OD tube : 0,75 in = 0,019 m

➤ ID tube : 0,652 in = 0,0165 m

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- BWG : 16
- Susunan : *Triangular Pitch*, PT = 1,25 in = 0,032 m
- Jumlah tube : 136
- Passes : 6
- Pressure drop : 0,9974 psi

Spesifikasi shell

- Fluida : SynGas
- ID shell : 15,25 in = 0,3874 m
- Baffle space : 7 in = 0,1178 m
- passes : 6
- Pressure drop : 0,856psi

3.14. Kondenser Parsial 03

- Kode : CD – 03
- Fungsi : Mengembunkan *crude* Methanol keluaran reaktor
- Jenis : *Shell and Tube Horizontal*
- Luas transfer panas : 244,982 ft²
- Beban panas : 2.002.418,954 Btu/jam
- Jumlah : 1 buah
- Fluida panas
 - Suhu masuk : 301,667 °C
 - Suhu keluar : 35 °C

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Fluida dingin

- Suhu masuk : 30 °C
- Suhu keluar : 45 °C
- Rd perancangan : 0,0079 hr.ft².F/Btu
- Rd min : 0,003 hr.ft².F/Btu
- U_C : 161,358 Btu/hr.ft².F
- U_D : 70,982 Btu/hr.ft².F

Bahan konstruksi

- Tube : Carbon Steel SA 283 grade C
- Shell : Carbon Steel SA 283 grade C

Spesifikasi Tube

- Fluida : Air
- Panjang : 16 ft = 4,8768 m
- OD tube : 0,75 in = 0,019 m
- ID tube : 0,652 in = 0,0165 m
- BWG : 16
- Susunan : Triangular Pitch, PT = 1,25 in = 0,032 m
- Jumlah tube : 78
- Passes : 8
- Pressure drop : 0,4728 psi

Spesifikasi shell

- Fluida : crude Methanol
- ID shell : 12 in = 0,3048 m

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- *Baffle space* : 7 in = 0,1178 m
- *passes* : 8
- *Pressure drop* : 0,7891 psi

3.15. Kondenser Parsial 04

- Kode : CD – 04
- Fungsi : Mengembunkan hasil atas Menara Distilasi 01
- Jenis : *Shell and Tube Horizontal*
- Luas transfer panas : 640,7232 ft²
- Beban panas : 8.460.125,6 Btu/jam
- Jumlah : 1 buah
- Fluida panas*
 - Suhu masuk : 64,655 °C
 - Suhu keluar : 64,655 °C
- Fluida dingin*
 - Suhu masuk : 30 °C
 - Suhu keluar : 40 °C
- Rd perancangan : 0,00148 hr.ft².F/Btu
- Rd *min* : 0,00100 hr.ft².F/Btu
- U_C : 395,9617 Btu/hr.ft².F
- U_D : 249,4600 Btu/hr.ft².F
- Bahan konstruksi
 - *Tube* : *Carbon Steel SA 283 grade C*

commit to user

SPEKIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

➤ *Shell* : Carbon Steel SA 283 grade C

Spesifikasi Tube

- *Fluida* : Air
- *Panjang* : 24 ft = 7,3152 m
- *OD tube* : 0,75 in = 0,019 m
- *ID tube* : 0,652 in = 0,0165 m
- *BWG* : 18
- *Susunan* : Triangular Pitch, PT = 1,25 in = 0,032 m
- *Jumlah tube* : 136
- *Passes* : 2
- *Pressure drop* : 1,6455 psi

Spesifikasi shell

- *Fluida* : hasil atas Menara destilasi 01
- *ID shell* : 29 in = 0,737 m
- *Baffle space* : 21,75 in = 0,5524 m
- *passes* : 2
- *Pressure drop* : 1,6293 psi

3.16. Accumulator 01

- Kode : AC – 01
- Fungsi : Menampung sementara kondensat dari CD - 01
- Jenis : Horizontal drum dengan torispherical head
- Bahan konstruksi : Carbon steel SA 283 grade C

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Kondisi	: T = 64,6559 °C
	P = 1,0283 atm
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 0,6833 m ³
Diameter	: 0,6549 m
Panjang <i>shell</i>	: 1,9647 m
Tinggi <i>head</i>	: 5,4378 in = 0,138 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in = 0,048 m
Tebal <i>head</i>	: 0,1875 in = 0,048 m

3.17. Accumulator 02

Kode	: AC – 02
Fungsi	: Menampung sementara kondensat dari CD - 02
Jenis	: <i>Horisontal drum</i> dengan <i>torispherical head</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Kondisi	: T = 72 °C
	P = 20 atm
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 123,660 m ³
Diameter	: 3,7043 m
Panjang <i>shell</i>	: 11,113 m
Tinggi <i>head</i>	: 26,65 in = 0,6769 m
Tebal <i>shell</i>	: 3 in = 0,0762 m

commit to user



Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun

Tebal *head* : 5 in = 0,127 m

3.18. Accumulator 03

Kode : AC – 03

Fungsi : Menampung sementara kondensat dari CD - 03

Jenis : *Horisontal drum* dengan *torispherical head*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*

Kondisi : $T = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $P = 50\text{ atm}$

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : $13,222\text{ m}^3$

Diameter : 1,7582 m

Panjang *shell* : 5,2746 m

Tinggi *head* : 15,698 in = 0,3987 m

Tebal *shell* : 3 in = 0,0762 m

Tebal *head* : 5 in = 0,127 m

3.19. Accumulator 04

Kode : AC – 04

Fungsi : Menampung sementara kondensat dari CD - 04

Jenis : *Horisontal drum* dengan *torispherical head*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*

Kondisi : $T = 64,6559\text{ }^{\circ}\text{C}$

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

$P = 1 \text{ atm}$

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : $0,8429 \text{ m}^3$

Diameter : $0,7024 \text{ m}$

Panjang *shell* : $2,1071 \text{ m}$

Tinggi *head* : $5,4073 \text{ in} = 0,1373 \text{ m}$

Tebal *shell* : $0,1875 \text{ in} = 0,0048 \text{ m}$

Tebal *head* : $0,1875 \text{ in} = 0,0048 \text{ m}$

3.20. Reboiler 01

Kode : RB – 01

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah Reg. MEA

Jenis : *Kettle Reboiler*

Luas transfer panas : $494,6038 \text{ ft}^2$

Beban panas : $87.989.278,4213 \text{ Btu/jam}$

Jumlah : 1 buah

Fluida panas

- Suhu masuk : $300 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Suhu keluar : $300 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Fluida dingin

- Suhu masuk : $102,00 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Suhu keluar : $103,11 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Rd perancangan : $0,00106 \text{ hr.ft}^2.\text{F/Btu}$

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

$R_d \text{ min}$: 0,00100 hr.ft ² .F/Btu
U_C	: 1063,218 Btu/hr.ft ² .F
U_D	: 499 Btu/hr.ft ² .F

Bahan konstruksi

- *Tube* : Carbon Steel SA 283 grade C
- *Shell* : Carbon Steel SA 283 grade C

Spesifikasi *Tube*

- *Fluida* : Saturated Steam
- *Panjang* : 16 ft = 4,877 m
- *OD tube* : 1 in = 0,025 m
- *ID tube* : 0,870 in = 0,021 m
- *BWG* : 16
- *Susunan* : Triangular Pitch, PT = 1,25 in = 0,032 m
- *Jumlah tube* : 136
- *Passes* : 4
- *Pressure drop* : 1,7872 psi

Spesifikasi *shell*

- *Fluida* : Larutan MEA
- *ID shell* : 19,25 in = 0,4889 m
- *Baffle space* : 14,4375 in = 0,3667 m
- *passes* : 1



3.21. Reboiler 02

Kode	: RB – 02
Fungsi	: Menguapkan sebagian hasil bawah MD - 01
Jenis	: <i>Kettle Reboiler</i>
Luas transfer panas	: 198,768 ft ²
Beban panas	: 8.429.662,44 Btu/jam
Jumlah	: 1 buah
Fluida panas	
➤ Suhu masuk	: 250 °C
➤ Suhu keluar	: 250 °C
Fluida dingin	
➤ Suhu masuk	: 88,00 °C
➤ Suhu keluar	: 89,009 °C
Rd perancangan	: 0,00103 hr.ft ² .F/Btu
Rd min	: 0,00100 hr.ft ² .F/Btu
U _C	: 250,00 Btu/hr.ft ² .F
U _D	: 199 Btu/hr.ft ² .F
Bahan konstruksi	
➤ Tube	: <i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
➤ Shell	: <i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Spesifikasi Tube	
➤ Fluida	: <i>Saturated Steam</i>
➤ Panjang	: 16 ft = 4,877 m

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- OD tube : 1 in = 0,025 m
- ID tube : 0,870 in = 0,021 m
- BWG : 16
- Susunan : *Triangular Pitch*, PT = 1,25 in = 0,032 m
- Jumlah tube : 40
- Passes : 4
- Pressure drop : 1,7394 psi

Spesifikasi shell

- Fluida : Methanol
- ID shell : 19,25 in = 0,4889 m
- Baffle space : 14,4375 in = 0,3667 m
- passes : 1

3.22. Heat Exchanger 01

- Kode : HE-01
- Fungsi : Memanaskan biogas sebelum masuk absorber
- Jenis : *Shell and Tube*
- Luas transfer panas : 255,52 ft²
- Beban panas : 502.459,47 Btu/jam

Fluida panas

- Suhu masuk : 250 °C
- Suhu keluar : 250 °C

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Fluida dingin

- Suhu masuk : 26,26 °C
- Suhu keluar : 70 °C

Rd perancangan : 0,0049 hr.ft².F/Btu

Rd min : 0,0030 hr.ft².F/Btu

U_C : 7,43 Btu/hr.ft².F

U_D : 5,43 Btu/hr.ft².F

Bahan konstruksi

- *Tube* : Carbon Steel
- *Shell* : Carbon Steel

Spesifikasi Tube

- *Fluida* : Saturated steam
- *Panjang* : 16 ft = 4,877 m
- *OD tube* : 0,75 in = 0,019 m
- *ID tube* : 0,58 in = 0,014 m
- *BWG* : 14
- *Susunan* : Triangular pitch, PT = 1 in = 0,025 m
- *Jumlah tube* : 61 buah
- *Passes* : 1
- *Pressure drop* : 0,001 psi

Spesifikasi Shell

- *Fluida* : biogas
- *ID shell* : 10 in = 0,254 m

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- *Baffle space* : 7 in = 0,178 m
- *Passes* : 1
- *Pressure drop* : 4,14 psi

3.23. Heat Exchanger 02

- Kode : HE -02
- Fungsi : Mendinginkan larutan MEA sebelum masuk absorber
- Jenis : *Double pipe*
- Luas transfer panas : 39,5086 ft²
- Beban panas : 173.630,978 Btu/jam
- Fluida panas*
 - Suhu masuk : 76,3 °C
 - Suhu keluar : 70 °C
- Fluida dingin*
 - Suhu masuk : 30 °C
 - Suhu keluar : 35 °C
- Rd perancangan : 0,0153 hr.ft².F/Btu
- Rd *min* : 0,0030 hr.ft².F/Btu
- U_C : 431,206 Btu/hr.ft².F
- U_D : 56,765 Btu/hr.ft².F
- Bahan konstruksi
 - *Annulus* : Carbon Steel SA 283 grade C

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

➤ *Shell* : Carbon Steel SA 283 grade C

Spesifikasi Annulus

- *Fluida* : Larutan MEA
- *OD annulus* : 2,38 in = 0,0604 m
- *ID annulus* : 2,067 in = 0,0525 m
- *Panjang hairpin* : 12 ft = 3,6576 m
- *Jumlah hairpin* : 4
- *Pressure drop* : 0,0011 psi

Spesifikasi inner pipe

- *Fluida* : Air
- *ID inner pipe* : 1,38 in = 0,0350 m
- *OD inner pipe* : 1,9 in = 0,0483 m
- *Pressure drop* : 1,053 psi

3.24. Heat Exchanger 03

- Kode* : HE -03
- Fungsi* : Mendinginkan larutan MEA sebelum masuk absorber dengan hasil bawah absorber
- Jenis* : Double pipe
- Luas trasfer panas* : 165,060 ft²
- Beban panas* : 961.749,18 Btu/jam
- Fluida panas*
 - *Suhu masuk* : 103,11 °C

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- Suhu keluar : 76,3 °C

Fluida dingin

- Suhu masuk : 70 °C
- Suhu keluar : 76,3 °C

Rd perancangan : 0,003 hr.ft².F/Btu

Rd min : 0,0024 hr.ft².F/Btu

U_C : 634,123 Btu/hr.ft².F

U_D : 251,198 Btu/hr.ft².F

Bahan konstruksi

- *Annulus* : Carbon Steel SA 283 grade C
- *Shell* : Carbon Steel SA 283 grade C

Spesifikasi Annulus

- *Fluida* : Larutan MEA bersih
- *OD annulus* : 4,026 in = 0,1022 m
- *ID annulus* : 3,500 in = 0,0889 m
- *Panjang hairpin* : 12 ft = 3,6576 m
- *Jumlah hairpin* : 8
- *Pressure drop* : 1,321 psi

Spesifikasi inner pipe

- *Fluida* : Larutan MEA kotor
- *ID inner pipe* : 1,38 in = 0,0350 m
- *OD inner pipe* : 1,9 in = 0,0483 m
- *Pressure drop* : 0,678 psi

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



3.25. Heat Exchanger 04

Kode	: HE-04
Fungsi	: Memanaskan biogas sebelum masuk Steam Reformer dengan keluaran Steam Reformer
Jenis	: <i>Shell and Tube</i>
Luas transfer panas	: 1.070,68 ft ²
Beban panas	: 6.179.263,7 Btu/jam
Fluida panas	
➤ Suhu masuk	: 795,02 °C
➤ Suhu keluar	: 555,5 °C
Fluida dingin	
➤ Suhu masuk	: 356,7°C
➤ Suhu keluar	: 790,0 °C
Rd perancangan	: 0,0153 hr.ft ² .F/Btu
Rd min	: 0,0030 hr.ft ² .F/Btu
U _C	: 333,57Btu/hr.ft ² .F
U _D	: 54,65 Btu/hr.ft ² .F
Bahan konstruksi	
➤ Tube	: <i>Carbon Steel</i>
➤ Shell	: <i>Carbon Steel</i>
Spesifikasi Tube	
➤ Fluida	: <i>SynGas</i>
➤ Panjang	: 20 ft = 6,10 m

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- OD tube : 1,25 in = 0,0317 m
- ID tube : 1,08 in = 0,0274 m
- BWG : 14
- Susunan : *Triangular pitch*, PT = 1,56 in = 0,0396 m
- Jumlah tube : 58 buah
- Passes : 6
- Pressure drop : 0,94 psi

Spesifikasi Shell

- Fluida : Biogas
- ID shell : 17,25 in = 0,4318 m
- Baffle space : 7 in = 0,178 m
- Passes : 6
- Pressure drop : 0,18 psi

3.26. Heat Exchanger 05

- Kode : HE-05
- Fungsi : Memanaskan crude Methanol sebelum masuk
Expansion Drum
- Jenis : *Shell and Tube*
- Luas transfer panas : 444,01 ft²
- Beban panas : 2.513.464,75 Btu/jam
- Fluida* panas
- Suhu masuk : 250 °C

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- Suhu keluar : 250 °C

Fluida dingin

- Suhu masuk : 35 °C
- Suhu keluar : 176,61 °C

Rd perancangan : 0,0358 hr.ft².F/Btu

Rd min : 0,0030 hr.ft².F/Btu

U_C : 162,00 Btu/hr.ft².F

U_D : 23,84 Btu/hr.ft².F

Bahan konstruksi

- *Tube* : Carbon Steel
- *Shell* : Carbon Steel

Spesifikasi Tube

- *Fluida* : Saturated steam
- *Panjang* : 16 ft = 4,876 m
- *OD tube* : 0,75 in = 0,0190 m
- *ID tube* : 0,58 in = 0,0147 m
- *BWG* : 14
- *Susunan* : Triangular pitch, PT = 1 in = 0,0254 m
- *Jumlah tube* : 106 buah
- *Passes* : 2
- *Pressure drop* : 0,0679 psi

Spesifikasi Shell

- *Fluida* : crude Methanol

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- ID shell : 13,25 in = 0,3365 m
- Baffle space : 7 in = 0,178 m
- Passes : 2
- Pressure drop : 2,17 psi

3.27. Pompa 01

- Kode : P-01
- Fungsi : Mengalirkan Larutan MEA dari HE - 02 menuju Absorber 01
- Jenis : *single stage centrifugal pump*
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 51,643 gpm
- Daya pompa : 4 HP
- Daya motor : 6 HP
- NPSH required* : 3,936 ft
- NPSH available* : 154,336 ft
- Pipa yang digunakan
- D, Nominal size : 2 in = 0,051 m
- Schedule Number : 80
- OD : 2,38 in = 0,06045 m
- ID : 1,939 in = 0,04925 m

commit to user

SPEKIFIKASI ALAT

III



3.28. Pompa 02

Kode	: P-02
Fungsi	: Mengalirkan Larutan MEA dari HE - 03 menuju HE - 02
Jenis	: <i>single stage centrifugal pump</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 51,8908 gpm
Daya pompa	: 0,5 HP
Daya motor	: 0,75 HP
<i>NPSH required</i>	: 3,9490 ft
<i>NPSH available</i>	: 32,8840 ft
Pipa yang digunakan	
D, Nominal size	: 2 in = 0,051 m
Schedule Number	: 80
OD	: 2,38 in = 0,06045 m
ID	: 1,939 in = 0,04925 m

3.29. Pompa 03

Kode	: P-03
Fungsi	: Mengalirkan Larutan MEA hasil bawah Regenerator MEA menuju HE - 02
Jenis	: <i>single stage centrifugal pump</i>
Jumlah	: 1 buah

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Kapasitas	: 53,3431 gpm
Daya pompa	: 0,5 HP
Daya motor	: 0,75 HP
<i>NPSH required</i>	: 4,0224 ft
<i>NPSH available</i>	: 13,3553 ft
Pipa yang digunakan	
D, Nominal size	: 2 in = 0,051 m
Schedule Number	: 80
OD	: 2,38 in = 0,06045 m
ID	: 1,939 in = 0,04925 m

3.30. Pompa 04

Kode	: P-04
Fungsi	: Mengalirkan hasil atas Regenerator MEA untuk di refluk
Jenis	: <i>single stage centrifugal pump</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 28,4874 gpm
Daya pompa	: 0,5 HP
Daya motor	: 0,75 HP
<i>NPSH required</i>	: 2,6477 ft
<i>NPSH available</i>	: 10,6879 ft
Pipa yang digunakan	

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

D, Nominal size : 1,5 in = 0,0381 m
Schedule Number : 80
OD : 1,76 in = 0,0447 m
ID : 1,5 in = 0,0381 m

3.31. Pompa 05

Kode : P-05
Fungsi : Mengalirkan hasil bawah AC-02 ke UPL
Jenis : *single stage centrifugal pump*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 0,9514 gpm
Daya pompa : 0,5 HP
Daya motor : 0,75 HP
NPSH required : 0,2746 ft
NPSH available : 676,6418 ft

Pipa yang digunakan

D, Nominal size : 0,5 in = 0,051 m
Schedule Number : 80
OD : 0,84 in = 0,0213 m
ID : 0,546 in = 0,0138 m

commit to user

SPESIFIKASI ALAT

III



3.32. Pompa 06

Kode	: P-06
Fungsi	: Mengalirkan crude Methanol dari AC-01 ke HE-06
Jenis	: <i>single stage centrifugal pump</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 0,8259 gpm
Daya pompa	: 0,5 HP
Daya motor	: 1 HP
<i>NPSH required</i>	: 0,2498 ft
<i>NPSH available</i>	: 14,89 ft
Pipa yang digunakan	
D, Nominal size	: 0,25 in = 0,0063 m
Schedule Number	: 40
OD	: 0,54 in = 0,0137 m
ID	: 0,364 in = 0,0092 m

3.33. Pompa 07

Kode	: P-07
Fungsi	: Mengalirkan refluk dari AC-04 ke MD-01 dan produk methanol ke tangki penyimpanan
Jenis	: <i>single stage centrifugal pump</i>
Jumlah	: 1 buah

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Kapasitas	: 42,6275 gpm
Daya pompa	: 0,5 HP
Daya motor	: 0,75 HP
<i>NPSH required</i>	: 3,4638 ft
<i>NPSH available</i>	: 50,2693 ft
Pipa yang digunakan	
D, Nominal size	: 1,25 in = 0,0317 m
Schedule Number	: 80
OD	: 1,66 in = 0,0216 m
ID	: 1,278 in = 0,0346 m

3.34. Pompa 08

Kode	: P-06
Fungsi	: Mengalirkan hasil bawah reboiler 02 ke UPL
Jenis	: <i>single stage centrifugal pump</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 0,8420 gpm
Daya pompa	: 0,5 HP
Daya motor	: 1 HP
<i>NPSH required</i>	: 0,2531 ft
<i>NPSH available</i>	: 339,512 ft
Pipa yang digunakan	
D, Nominal size	: 0,25 in = 0,0063 m

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Schedule Number : 40

OD : 0,54 in = 0,0137 m

ID : 0,364 in = 0,0092 m



commit to user

SPESIFIKASI ALAT



BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1. Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses atau sering disebut unit utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya proses dalam suatu pabrik. Unit pendukung proses meliputi : unit pengadaan air, unit pengadaan *steam*, unit pengadaan udara tekan, unit pengadaan listrik, dan unit pengadaan bahan bakar.

Unit-unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik methanol antara lain :

1. Unit pengadaan air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai berikut :

- a. Air pendingin
- b. Air umpan *boiler*
- c. Air konsumsi dan sanitasi
- d. Air proses

2. Unit pengadaan *steam*

Unit bertugas menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas untuk *heat exchanger* dan *reboiler*.

3. Unit pengadaan udara tekan

Unit ini bertugas menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatik controller*, penyediaan udara tekan di bengkel, dan kebutuhan lain.

commit to user



4. Unit pengadaan listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, keperluan pengolahan air, peralatan-peralatan elektronik atau listrik AC, maupun untuk penerangan. Listrik disuplai dari PT. PLN dan dari generator sebagai cadangan bila listrik dari PT. PLN mengalami gangguan.

5. Unit pengadaan bahan bakar

Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan *boiler* dan generator.

4.1.1. Unit Pengadaan Air

4.1.1.1 Sumber Air Baku

Kebutuhan air pada pabrik methanol dipenuhi dari air baku yang berasal dari sumur dalam dengan pertimbangan :

- Pabrik tidak berada di kawasan industri di mana kebutuhan air disediakan oleh pengelola kawasan industri.
- Pasokan air baku dijamin kontinyu.
- Lebih mudah dalam proses pengolahannya

Penggunaan air baku ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik antara lain :

- Kebutuhan air pendingin

Alasan digunakannya air sebagai media pendingin adalah karena faktor-faktor sebagai berikut :

- Air dapat diperoleh dalam jumlah yang besar dengan biaya murah.

commit to user



- Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi.

Air pendingin ini digunakan sebagai pendingin pada kondensor dan pendingin pada *heat exchanger*. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air pendingin :

- Kerasadahan (*hardness*), yang dapat menyebabkan kerak.
- Adanya zat besi, yang dapat menimbulkan korosi.

b. Kebutuhan air umpan *boiler*

Sumber air untuk keperluan ini adalah air baku. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah :

- Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi
- Kerak yang terjadi di dalam *boiler* disebabkan karena air mengandung ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dan gas-gas yang terlarut.
- Zat-zat yang menyebabkan pembusaan (*foaming*)
- Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* karena adanya zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi.

Tahapan pengolahan air agar dapat digunakan sebagai air umpan *boiler* meliputi:

- a. Filtrasi
- b. Demineralisasi
- c. Deaerasi



c. Kebutuhan air proses

Air proses digunakan untuk umpan *waste heat boiler* yang akan mensuplai steam untuk direaksikan dengan CH_4 pada *steam reformer*. Digunakan air baku dengan alasan dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi dan juga pengolahan yang mudah.

d. Kebutuhan air konsumsi dan sanitasi

Sumber air untuk keperluan konsumsi dan sanitasi berasal dari sumber air baku. Air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, perumahan dan pertamanan. Air konsumsi dan sanitasi harus memenuhi beberapa syarat yang meliputi syarat fisik, syarat kimia, dan syarat bakteriologis.

Syarat fisik :

- Suhu di bawah suhu udara luar
- Warna jernih
- Tidak mempunyai rasa dan tidak berbau

Syarat kimia :

- Tidak mengandung zat organik maupun zat anorganik
- Tidak beracun

Syarat bakteriologis :

Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri yang patogen.



4.1.1.2 Perhitungan Jumlah Kebutuhan Air

Kebutuhan air baku di pabrik methanol dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut :

- Kebutuhan air pendingin

Air pendingin digunakan untuk mendinginkan alat-alat proses, yaitu :

Kondensor 01 = 4.312.717,37 kg/jam

Kondensor 02 = 148.940,24 kg/jam

Kondensor 03 = 33.669,27 kg/jam

Kondensor 04 = 548.321,29 kg/jam

Heat Exchanger 01 = 8.746,79 kg/jam

Jumlah air pendingin = 5.052.394,95 kg/jam

Over desain 20% = 6.062.873,94 kg/jam

Asumsi = Air pendingin terdiri dari 80 % sirkulasi dan 20 % *make up* water. Jadi kebutuhan air pendingin *make up* yang harus disediakan
= 1.212.574,79 kg/jam = 1.217,83 m³/jam

- Kebutuhan air proses

Air proses digunakan sebagai umpan *Waste Heat Boiler*, sebanyak =
4.218,43 kg/jam

Asumsi = Air proses terdiri dari 80 % sirkulasi dan 20 % *make up* water. Jadi kebutuhan air proses *make up* yang harus disediakan
sebanyak = 843,68 kg/jam



- Kebutuhan air umpan *boiler*

Air ini digunakan untuk produksi *steam* yang di umpankan ke alat – alat proses, yaitu :

Heat Exchanger 01 = 308,96 kg/jam

Heat Exchanger 05 = 1.545,50 kg/jam

Reboiler 01 = 62.585,73 kg/jam

Reboiler 02 = 2.567,32 kg/jam

Jumlah kebutuhan air = 67.007,51 kg/jam

Asumsi = Air umpan boiler terdiri dari 80 % sirkulasi dan 20 % *make up water*. Jadi kebutuhan air umpan boiler *make up* yang harus disediakan = 13.401,502 kg/jam

- Kebutuhan air untuk konsumsi dan sanitasi

Air untuk karyawan kantor = 0,33 m³/hari

Air untuk laboratorium = 2,5 m³/hari

Air untuk kebersihan, taman, dll = 10 m³/hari

Total kebutuhan air untuk konsumsi dan sanitasi = 20,5 m³/hari

- Kebutuhan air untuk pemadam kebakaran

Kebutuhan total = 9.398,13 kg/jam

Jumlah Kebutuhan air keseluruhan = 1.236.224,957 kg/jam

4.1.1.3 Unit Pengolahan Air

Pengolahan air untuk kebutuhan pabrik meliputi pengolahan secara fisik dan kimia, penambahan desinfektan maupun penggunaan *ion exchanger*.

Pengolahan air melalui beberapa tahapan:

commit to user



1. Pengolahan air sebagai umpan boiler :

a. *Sand filter*

Air baku dari sumur dalam ditampung dalam *clarifier* untuk mengendapkan gumpalan-gumpalan yang terbawa air. Dari *clarifier* dialirkan ke filter. Filter yang digunakan adalah jenis *gravity sand filter* dengan menggunakan pasir kasar dan halus. Lalu air yang telah disaring ditampung ke bak penampung, dari bak penampung air dipompakan ke tangki air konsumsi dan ke unit demineralisasi.

b. Unit demineralisasi

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Al^{3+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain dengan bantuan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang sebagian akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler.

Demineralisasi diperlukan karena air umpan ketel membutuhkan syarat-syarat sebagai berikut:

- Tidak menimbulkan kerak pada *boiler* maupun pada tube alat
- Bebas dari semua gas-gas yang mengakibatkan terjadinya korosi, terutama gas O_2 dan gas CO_2 .

Air diumpankan ke *cation exchanger* yang berfungsi untuk menukar ion-ion positif/kation (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Al^{3+}) yang ada di air umpan. Alat ini sering disebut *softener* yang mengandung resin



jenis *hydrogen-zeolite* dimana kation-kation dalam umpan akan ditukar dengan ion H^+ yang ada pada resin.

Akibat tertukarnya ion H^+ dari kation-kation yang ada dalam air umpan, maka air keluaran *cation exchanger* mempunyai pH rendah (3,7) dan *Free Acid Material* (FMA) yaitu $CaCO_3$ sekitar 12 ppm. FMA merupakan salah satu parameter untuk mengukur tingkat kejenuhan resin. Pada operasi normal FMA stabil sekitar 12 ppm, apabila FMA turun berarti resin telah jenuh sehingga perlu diregenerasi dengan H_2SO_4 dengan konsentrasi 4 %.

Air keluaran *cation exchanger* kemudian diumpankan ke *anion exchanger*. *Anion exchanger* berfungsi sebagai alat penukar anion-anion (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , dan CO_3^{2-}) yang terdapat di dalam air umpan. Di dalam *anion exchanger* mengandung resin jenis *Weakly Basic Anion Exchanger* (WBAE) dimana anion-anion dalam air umpan ditukar dengan ion OH^- dari asam-asam yang terkandung di dalam umpan *exchanger* menjadi bebas dan berkaitan dengan OH^- yang lepas dari resin yang mengakibatkan terjadinya netralisasi sehingga pH air keluar *anion exchanger* kembali normal dan ada penambahan konsentrasi OH^- sehingga pH akan cenderung basa.

Batasan yang diijinkan pH (8,8-9,1), kandungan Na^+ = 0,08-2,5 ppm. Kandungan silica pada air keluaran *anion exchanger* merupakan titik tolak bahwa resin telah jenuh (12 ppm). Resin

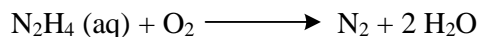


digenerasi menggunakan larutan NaOH 4%. Air keluaran *cation* dan *anion exchanger* ditampung dalam tangki air demineralisasi sebagai penyimpan sementara sebelum diproses lebih lanjut di unit deaerator.

c. Unit deaerator

Air yang sudah diolah di unit demineralisasi masih mengandung sedikit gas-gas terlarut terutama O₂. Gas-tersebut dihilangkan dari unit deaerator karena menyebabkan korosi. Pada deaerator kadarnya diturunkan sampai kurang dari 5 ppm.

Proses pengurangan gas-gas dalam unit deaerator dilakukan secara mekanis dan kimiawi. Proses mekanis dilakukan dengan cara mengontakkan air umpan boiler dengan uap tekanan rendah, mengakibatkan sebagian besar gas terlarut dalam air umpan terlepas dan dikeluarkan ke atmosfer. Selanjutnya dilakukan proses kimiawi dengan penambahan bahan kimia *hidrazin* (N₂H₄). Adapun reaksi yang terjadi adalah:

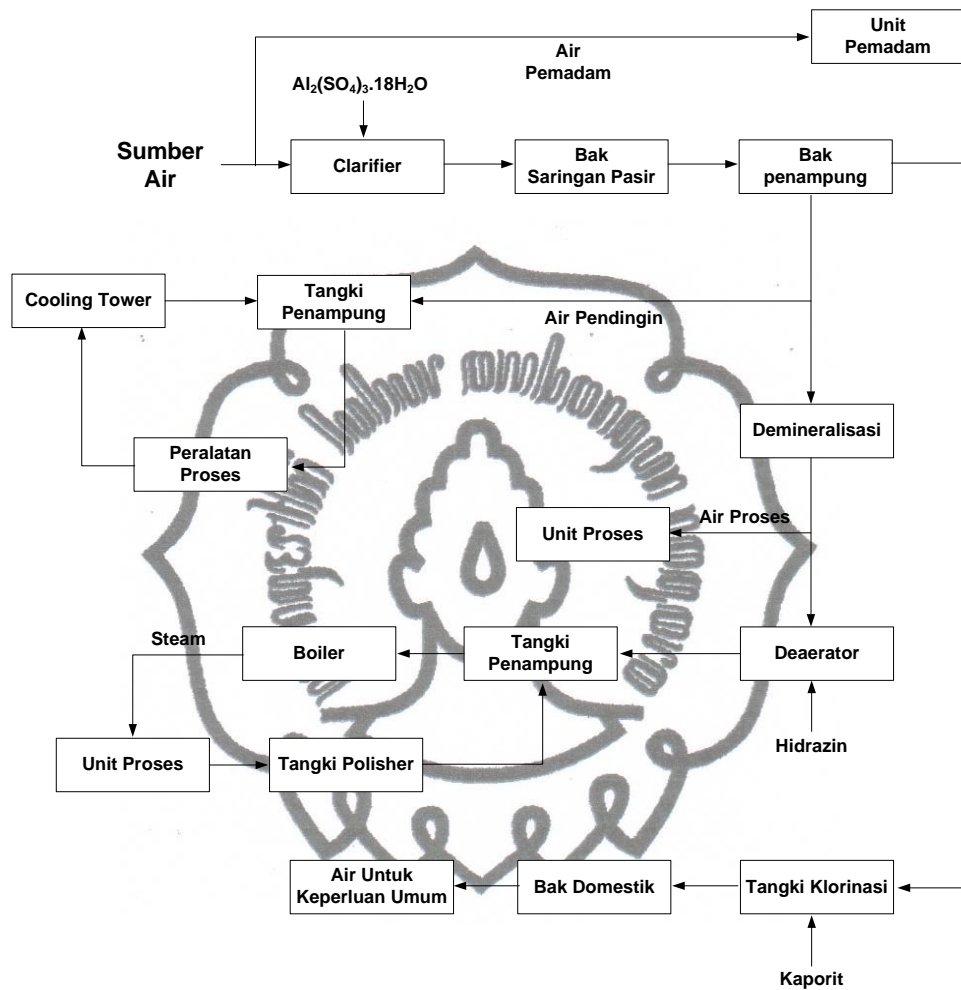


2. Pengolahan air untuk konsumsi dan sanitasi

Kebutuhan air untuk konsumsi dan sanitasi dipenuhi dari sumber air baku. Agar memenuhi syarat sebagai air sanitasi dan konsumsi, air baku ditambahkan *chlorine* dengan kadar 0,5-1,5 ppm.



Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun



Gambar 4.1 Skema Pengolahan Air



4.1.1.4 Spesifikasi Alat Pengolahan Air :

1. Clarifier (TU-01)

Fungsi : Mengendapkan gumpalan-gumpalan dengan cara menambahkan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 576,054 kg/jam

Waktu tinggal : 1 jam

Volume : 1.241,589 m³

Diameter : 14,782 m

Tinggi : 16,543 m

2. Sand Filter (BU-01)

Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang belum terendapkan dan masih terdapat dalam air dari clarifier.

Luas Area : 2.733,35 ft²

Debit : 43.844,67 ft³/jam

Volume : 1413,863 m³

Tinggi : 3,721 m

Panjang : 14,885 m

Lebar : 7,442 m

Jumlah Bak : 3 buah



3. Tangki Penampung Air (TU-02)

Fungsi : Menampung air bersih dari bak saringan pasir (BU-01)

Tipe : Tangki silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*)
dengan bagian atas *conical roof*)

Jumlah : 2 buah

Waktu tinggal : 3 hari

Debit : 1.241,589 m³/jam

Volume : 98,333,819 m³

Diameter : 67,056 m

Tinggi : 14,630 m

4. Tangki Pemadam (TU-03)

Fungsi : Menampung air untuk pemadam kebakaran

Tipe : Tangki silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*)
dengan bagian atas *conical roof*)

Jumlah : 1 buah

Waktu tinggal : 1 hari

Debit : 9,394 m³/jam

Volume : 248,002 m³

Diameter : 7,6201 m

Tinggi : 6,872 m



5. Tangki Air Pendingin (TU-04)

Fungsi : Menampung air untuk pendingin proses

Tipe : Tangki silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*)
dengan bagian atas *conical roof*)

Jumlah : 1 buah

Waktu tinggal : 8,4 jam

Debit : 4.983,732 m³/jam

Volume : 41,863,345 m³

Diameter : 70,10 m

Tinggi : 25,55 m

6. Tangki Clorinasi (TU-05)

Fungsi : Mencampur air dengan kaporit agar air terbebas dari kuman

Tipe : Tangki Silinder Horisontal dengan Torispherical head

Jumlah kaporit : 0,01 lb/jam

Jumlah : 1 buah

Waktu tinggal : 6 jam

Debit : 0,85 m³/jam

Volume : 6,123 m³

Diameter : 1,983 m

Tinggi : 2,516 m



7. Tangki Air Sanitasi (TU-06)

Fungsi : Menampung air sanitasi

Tipe : Tangki silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*)
dengan bagian atas *conical roof*)

Jumlah : 3 buah

Waktu tinggal : 6 hari

Debit : $0,85 \text{ m}^3/\text{jam}$

Volume : $134,716 \text{ m}^3$

Diameter : $6,096 \text{ m}$

Tinggi : $6,595 \text{ m}$

8. Tangki Polisher (TU-07)

Fungsi : Menampung air umpan boiler

Tipe : Tangki silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*)
dengan bagian atas *conical roof*)

Jumlah : 1 buah

Waktu tinggal : 3 hari

Debit : $62,28 \text{ m}^3/\text{jam}$

Volume : $5.330,02 \text{ m}^3$

Diameter : $27,432 \text{ m}$

Tinggi : $12,986 \text{ m}$



9. Tangki Kondensat (TU-08)

Fungsi : Menampung kondensat

Tipe : Tangki silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*)
dengan bagian atas *conical roof*)

Jumlah : 1 buah

Waktu tinggal : 3 hari

Debit : 53,839 m³/jam

Volume : 4.264,016 m³

Diameter : 24,384 m

Tinggi : 17,987 m

10. Tangki Anion Exchanger (A-EX)

Fungsi : Menyerap ion-ion positif dan negatif yang terdapat
didalam air proses

Tipe : Tangki silinder tegak dengan flanged and standard dished
head

Jenis Anion : Nalcite SAR (styrene divinyl benzene)

Luas Area : 8,50 ft²

Volume Anion : 38,312 ft³

Waktu regenerasi : 1 hari

Tinggi Bed : 1,373 m

Debit : 13,46 m³/jam

Volume : 3,407 m³



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Diameter : 0,889 m

Tinggi : 3,143 m

11. Tangki Kation Exchanger (K-EX)

Fungsi : Menghilangkan kation yang masih terdapat dalam air umpan boiler untuk mencegah fouling

Tipe : Tangki silinder tegak dengan flanged and standard dished head

Jenis Kation : Duolite C-3 (Phenolic Resin)

Luas Area : 4,34 ft²

Volume Kation : 15,963 ft³

Waktu regenerasi : 1 hari

Tinggi Bed : 44,135 in

Debit : 14,806 m³/jam

Volume : 0,354 m³

Diameter : 0,635 m

Tinggi : 2,55 m

12. Tangki Kation Deaerator (D-AE)

Fungsi : Menghilangkan udara (O₂ dan CO₂) dari air proses

Tipe : Tangki silinder horizontal dengan flanged and standard dished head

Waktu tinggal : 1 hari

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Debit : 67.007,51 kg/jam

Volume : 74,028 m³

Diameter : 3,5 m

Tinggi : 10,839 m

13. Cooling Tower

Fungsi : Menghilangkan udara (O₂ dan CO₂) dari air proses

Tipe : Tangki silinder horizontal dengan flanged and standard
dished head

Debit : 5.052.394,95 kg/jam

Temperature :

T air masuk = 45 °C

T air keluar = 30 °C

Luas Tower : 8.777,08 ft³

Jumlah Fan : 5 Buah

Power Fan : 68 Hp

Power Motor : 85 Hp

4.1.2. Unit Pengadaan Steam

Steam yang diproduksi pada pabrik methanol ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan panas pada *heat exchanger* dan pemanas *reboiler*. Untuk



memenuhi kebutuhan *steam* digunakan *fire tube boiler*. Kebutuhan *steam* pada pabrik methanol ini adalah sebagai berikut :

Jenis = *Low steam*

Tekanan = 576,9 psia

Suhu = 250 °C

Jumlah = 147.726,1 lb/jam

Untuk menjaga kemungkinan kebocoran *steam* pada saat distribusi, maka jumlahnya dilebihkan sebanyak 10 %. Jadi jumlah *steam* yang dibutuhkan adalah sebanyak = 162.498,71 lb/jam

Spesifikasi boiler :

Kode = B-01

Tipe = *Fire tube boiler*

Jumlah = 2 buah (1 cadangan)

Heating surface = 60.719,007 ft²

Suhu *steam* = 250 °C

Tekanan *steam* = 576,9 psia

Efisiensi = 80 %

Bahan bakar = Biogas

4.1.3. Unit Pengadaan Udara Tekan

Kebutuhan udara tekan untuk perancangan pabrik methanol yang menggunakan 40 alat kontrol ini diperkirakan sebesar 100 m³/jam, tekanan 100

commit to user



psia dan suhu 35°C. Alat untuk menyediakan udara tekan berupa kompressor yang dilengkapi dengan dryer yang berisi silika untuk menyerap air

Spesifikasi kompresor :

Kode	= CU-01
Tipe	= <i>Single stage reciprocating compressor</i>
Jumlah	= 2 buah (1 cadangan)
Kapasitas	= 100 m ³ /jam
Suhu udara	= 35°C
Tekanan <i>suction</i>	= 14,7 psia
Tekanan <i>discharge</i>	= 100 psia
Daya kompresor	= 11 HP
Tegangan	= 220/380 V
Frekuensi	= 50 Hz
Efisiensi	= 80 %

4.1.4. Unit Pengadaan Listrik

Pada prarancangan pabrik methanol ini kebutuhan akan tenaga listrik dipenuhi dari PT. PLN dan generator sebagai cadangan. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak balik dengan pertimbangan :

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
2. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan dengan menggunakan transformator

commit to user



Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi :

Listrik untuk keperluan proses dan keperluan utilitas = 437,97 kW

Listrik untuk penerangan = 109,14 kW

Listrik untuk AC = 15 kW

Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi = 10 kW

Total kebutuhan listrik = 572,11 kW

Jumlah kebutuhan listrik sebesar itu disuplai oleh PT. PLN atau generator jika terjadi gangguan listrik padam dari PT. PLN. Generator yang digunakan mempunyai efisiensi 80 % sehingga masukan daya = 500 kW.

Spesifikasi generator :

Kode : G-01

Tipe : AC generator

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 500 kW

Tegangan : 220/360 V

Efisiensi : 80%

4.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada *boiler*, *burner* dan generator. Bahan bakar yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah biogas.



Pemilihan bahan bakar cair ini didasarkan pada :

1. Mudah di dapat
2. Mudah dalam penyimpanan

Spesifikasi bahan bakar solar sebagai berikut :

1. *Heating value* : 18800 Btu/lb
2. Efisiensi : 80 %
3. Densitas : 54,319 lb/ft³

Kebutuhan bahan bakar sebagai berikut :

<i>Fire Tube Boiler</i>	=	7.338,8	L/jam
<i>Burner Steam Reformer</i>	=	19.308,9	L/jam
Generator	=	59,14	L/jam
Kebutuhan bahan bakar	=	26.706,88	L/jam

4.1.6. Unit Pengolahan Limbah

1. Limbah cair

Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik ini antara lain limbah hasil proses, buangan sanitasi dan air berminyak dari alat-alat proses.

- a. Limbah hasil proses

Limbah dari *Accumulator* 02 dan menara distilasi (D-01) yang berupa campuran air dan sedikit *crude methanol* ditampung dalam bak penampung, limbah cair ini diolah sampai pH 6,5-8,5 baru dibuang ke sungai



b. Air buangan sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di kawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan Lumpur aktif, aerasi, dan penambahan desinfektan Ca-hypochlorite.

c. Air berminyak dari alat proses

Air berminyak berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat lainnya. Proses pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak di lapisan atas dialirkan ke penampungan minyak dan selanjutnya dibakar dalam tungku pembakar. Sedangkan air di lapisan bawah dialirkan ke penampungan akhir dan selanjutnya dibuang.

2. Limbah gas

Limbah gas berasal dari hasil atas *Regenerator MEA*, *Accumulator 03* dan *Expansion Drum* berupa CH_4 , CO , CO_2 , H_2 , H_2S , O_2 , CH_3OH , CH_3OH_3 dan N_2 . Gas tersebut dibakar di *Flare Stack*.

4.2. Laboratorium

Laboratorium memiliki peranan sangat besar di dalam suatu pabrik untuk memperoleh data – data yang diperlukan. Data – data tersebut digunakan untuk evaluasi unit-unit yang ada, menentukan tingkat efisiensi, dan untuk pengendalian mutu.



Pengendalian mutu atau pengawasan mutu di dalam suatu pabrik pada hakekatnya dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai bahan baku, saat proses berlangsung, dan juga pada hasil atau produk.

Pengendalian rutin dilakukan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan pemeriksaan secara rutin juga dapat diketahui apakah proses berjalan normal atau menyimpang. Jika diketahui analisa produk tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dengan mudah dapat diketahui atau diatasi.

Laboratorium berada di bawah bidang teknik dan perekayasaan yang mempunyai tugas pokok antara lain :

- a. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk
- b. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi
- c. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan *boiler*, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi

Laboratorium melaksanakan kerja 24 jam sehari dalam kelompok kerja *shift* dan *nonshift*.

1. Kelompok *shift*

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisa – analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir, yaitu sistem kerja *shift*



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

selama 24 jam dengan dibagi menjadi 3 *shift* dalam 4 regu kerja.

Masing – masing *shift* bekerja selama 8 jam.

2. Kelompok *nonshift*

Kelompok ini mempunyai tugas melakukan analisa khusus yaitu analisa yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang diperlukan di laboratorium. Dalam rangka membantu kelancaran pekerjaan kelompok *shift*, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas antara lain :

- a. Menyediakan reagen kimia untuk analisa laboratorium
- b. Melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran produksi

Dalam menjalankan tugasnya, bagian laboratorium dibagi menjadi :

1. Laboratorium fisik
2. Laboratorium analitik
3. Laboratorium penelitian dan pengembangan

4.2.1. Laboratorium Fisik

Bagian ini bertugas mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat – sifat bahan baku, produk, dan air. Pengamatan yang dilakukan yaitu antara lain :

- *specific gravity*
- viscositas
- kandungan air

commit to user



4.2.2. Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku dan produk mengenai sifat – sifat kimianya.

Analisa yang dilakukan antara lain :

- kadar kandungan kimiawi dalam produk
- kandungan logam

4.2.3. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- diversifikasi produk
- perlindungan terhadap lingkungan

4.2.4. Prosedur Analisa Bahan Baku

4.2.4.1. Gas Chromatograph (GC)

GC digunakan untuk menganalisa kadar impuritas dalam bahan baku. Mengambil sampel secukupnya kemudian dianalisa langsung menggunakan GC. Dengan alat ini dapat ditentukan kadar impuritasnya, apakah sudah memenuhi kriteria sebagai bahan baku atau belum.

4.2.4.2. Thickmeter Drager Rohrchen

Thickmeter Drager Rohrchen digunakan untuk mengukur kandungan impuritas yang terkandung dalam biogas yang meliputi H_2S dan CO_2 . Alat ini berupa pipa kaca yang didalamnya terdapat sejenis silica gel yang akan



berubah warnanya jika berkontak langsung dengan gas H_2S dan CO_2 , sehingga kandungan impuritas tersebut dapat diketahui secara langsung.

Cara pengujian :

- Memasukkan biogas dalam suatu tabung tertutup yang memiliki lubang pada ujungnya.
- Meletakkan salah satu ujung *Thickmeter Drager Rohrchen* pada lubang keluaran tabung tersebut.
- Melewatkan biogas yang berada didalam tabung melalui *Thickmeter Drager Rohrchen* selama kurang lebih 10 detik.
- Membaca perubahan warna yang terjadi pada *Thickmeter Drager Rohrchen* yang langsung dapat dikonversi menjadi jumlah kandungan impuritas dalam biogas.

4.2.5. Prosedur Analisa Produk

4.2.5.1. *Infra Red Spectrofotometer (IRS).*

Mengambil sampel methanol secukupnya kemudian dianalisa langsung menggunakan Infra red Spectrofotometer (IRS). Dengan alat ini dapat ditentukan kandungan gugus organik yang tersusun, apakah sudah memenuhi kriteria sebagai produk atau belum.

4.2.5.2. Densitas

Alat : Hidrometer

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Cara pengujian :

- Menuang sampel ke dalam gelas ukur 1 liter (usahakan tidak terbentuk gelembung).
- Memasukkan termometer ke dalam gelas ukur.
- Memasukkan hidrometer yang telah dipilih sesuai dengan sampel.
- Memasukkan hidrometer terapung pada sampel sampai konstan lalu membaca skala pada hidrometer tersebut.
- Mengkonversi menggunakan tabel yang tersedia.

4.2.5.3. Viskositas

Alat : Viskometer tube, bath, stopwatch, termometer.

Cara pengujian :

- Mengisikan sampel dengan volume tertentu (sesuai dengan kapasitas kapiler) ke dalam viskometer tube yang telah dipilih.
- Memasukkan sampel ke dalam bath, diamkan selama 15 menit agar temperatur sampel sesuai dengan temperatur bath/temperatur pengetesan.
- Pengetesan dilakukan dengan mengalirkan sampel melalui kapiler sambil menghitung alirnya.

4.2.5.4. Analisis Water Content (kandungan air dalam bahan padat)

Tujuannya : Untuk mengetahui jumlah volume air yang dikandung katalis. Metode yang digunakan adalah ASTM D-99.



Prosedur : Sampel volume 100 ml ditambahkan pelarut 100 ml dan didistilasi secara refluks. Pelarut dan air akan terkondensasi oleh kondensor, kemudian tertangkap pelampung. Air akan mengendap di bawah penampung dan pelarut akan kembali ke dalam labu distilasi. Jumlah kandungan air dibaca pada skala pelampung.

4.2.6. Analisa Air

Air yang dianalisis antara lain:

1. Air pendingin
2. Air umpan boiler
3. Air limbah
4. Air konsumsi umum dan sanitasi

Parameter yang diuji antara lain warna, pH, kandungan klorin, tingkat kekeruhan, total kesadahan, jumlah padatan, total alkalinitas, sulfat, silika, dan konduktivitas air.

Alat-alat yang digunakan dalam laboratorium analisa air ini antara lain:

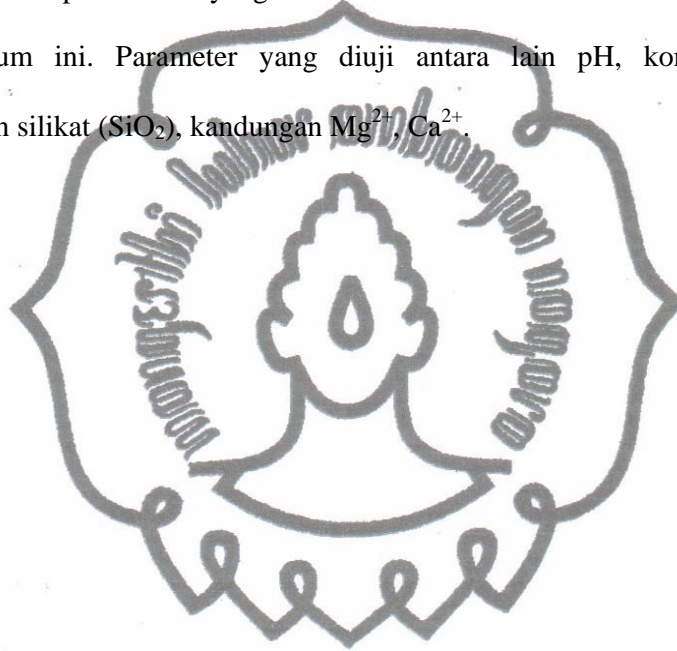
1. pH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman/kebasaan air.
2. Spektrofotometer, digunakan untuk mengetahui konsentrasi suatu senyawa terlarut dalam air.
3. *Spectroscopy*, digunakan untuk mengetahui kadar silika, sulfat, hidrazin, turbiditas, kadar fosfat, dan kadar sulfat.



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

4. Peralatan titrasi, untuk mengetahui jumlah kandungan klorida, kesadahan dan alkalinitas.
5. *Conductivity meter*, untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air.

Air umpan boiler yang dihasilkan unit demineralisasi juga diuji oleh laboratorium ini. Parameter yang diuji antara lain pH, konduktivitas dan kandungan silikat (SiO_2), kandungan Mg^{2+} , Ca^{2+} .





BAB V

MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1. Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada prarancangan pabrik methanol ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham, dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan dari perusahaan atau perseroan terbatas tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas, pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Pabrik methanol yang akan didirikan mempunyai :

- Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- Lapangan Usaha : Industri methanol
- Lokasi Perusahaan : Kalijambe, Karanganyar, Jawa Tengah

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor, antara lain :

1. Mudah mendapatkan modal dengan cara menjual saham di pasar modal atau perjanjian tertutup dan meminta pinjaman dari pihak yang berkepentingan seperti badan usaha atau perseorangan.



2. Tanggung jawab pemegang saham bersifat terbatas, artinya kelancaran produksi hanya akan ditangani oleh direksi beserta karyawan sehingga gangguan dari luar dapat dibatasi.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya, dan karyawan perusahaan.
4. Mudah mendapat kredit bank dengan jaminan perusahaan yang sudah ada.
5. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
6. Efisiensi dari manajemen
Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
7. Lapangan usaha lebih luas
Suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
8. Merupakan bidang usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi
9. Mudah bergerak di pasar modal

(Widjaja, 2003)



5.2. Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain :

- Pendelegasian wewenang
- Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- Pembagian tugas kerja yang jelas
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- Sistem kontrol atas kerja yang telah dilaksanakan
- Organisasi perusahaan yang fleksibel

(Widjaja, 2003)

Dengan berpedoman terhadap asas - asas tersebut, maka dipilih organisasi kerja berdasarkan Sistem *Line and Staff*. Pada sistem ini, garis wewenang lebih sederhana, praktis dan tegas. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Untuk kelancaran produksi, perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.



Menurut Djoko (2003), ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi kerja berdasarkan sistem *line dan staff* ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau *line*, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai *staff*, yaitu orang - orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran - saran kepada unit operasional.

Dewan Komisaris mewakili para pemegang saham (pemilik perusahaan) dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya. Tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi dan Direktur Keuangan-Umum. Direktur Produksi membawahi bidang produksi dan teknik, sedangkan direktur keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, keuangan, dan bagian umum.

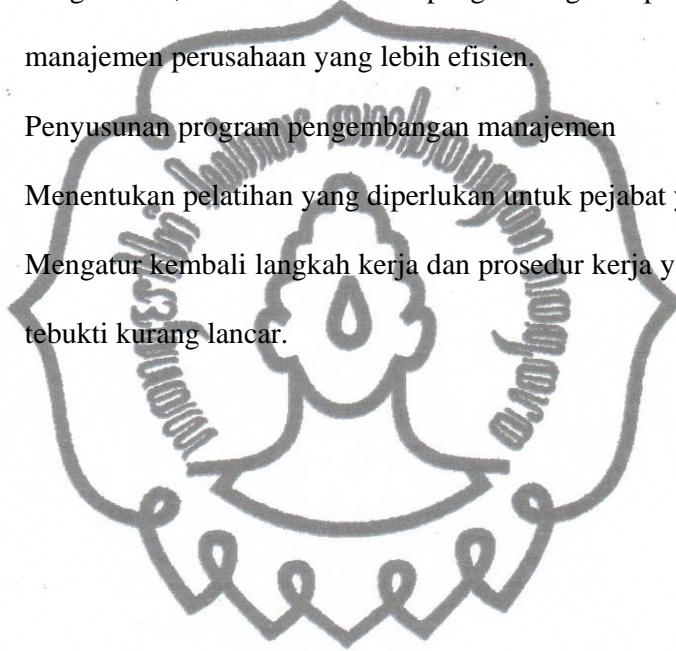
Kedua direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh seorang kepala regu dimana setiap kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas masing - masing seksi.

(Widjaja, 2003)



Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

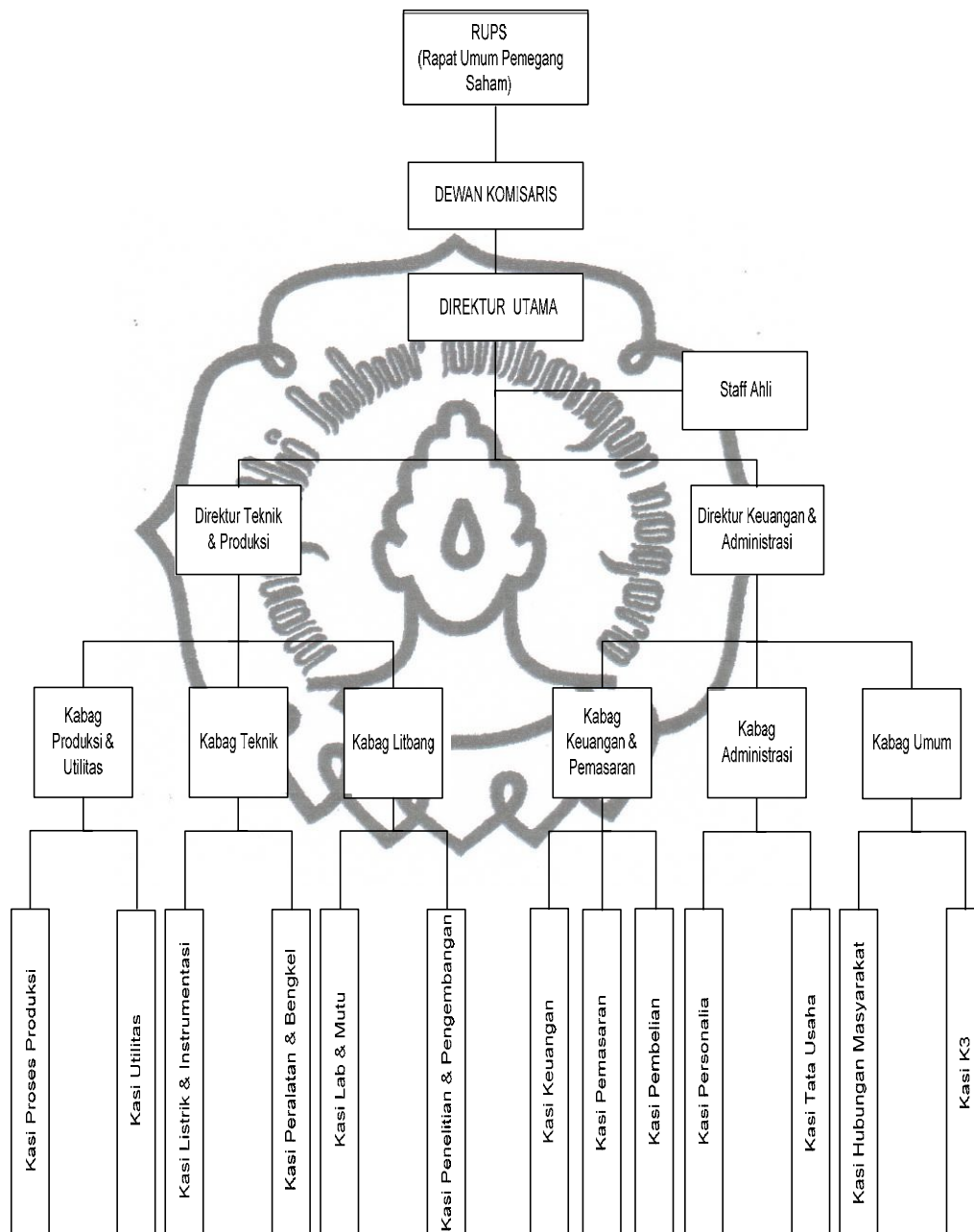
- a. Menjelaskan, membagi, dan membatasi pelaksanaan tugas dan tanggung jawab setiap orang yang terlibat di dalamnya
- b. Penempatan tenaga kerja yang tepat
- c. Pengawasan, evaluasi dan pengembangan perusahaan serta manajemen perusahaan yang lebih efisien.
- d. Penyusunan program pengembangan manajemen
- e. Menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
- f. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.





*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Struktur organisasi pabrik Methanol sebagai berikut :



Gambar 5.1 Struktur Organisasi Pabrik methanol



5.3. Tugas dan Wewenang

5.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Para pemilik saham adalah pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Direksi
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta laba rugi tahunan perusahaan

(Widjaja, 2003)

5.3.2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber - sumber dana dan pengarahannya pemasaran
2. Mengawasi tugas - tugas direksi
3. Membantu direksi dalam tugas - tugas penting

(Widjaja, 2003)



5.3.3. Dewan Direksi

Direksi Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi, serta Direktur Keuangan dan Administrasi.

Tugas-tugas Direktur Utama meliputi :

1. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala atau pada masa akhir pekerjaannya pada pemegang saham.
2. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerja sama dengan Direktur Teknik dan Produksi, dan Direktur Keuangan dan Administrasi.

Tugas-tugas Direktur Teknik dan Produksi meliputi :

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi, teknik, dan rekayasa produksi.
2. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala- kepala bagian yang menjadi bawahannya.



3. Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang teknik, produksi pengembangan, pemeliharaan peralatan dan laboratorium.

Tugas-tugas Direktur Keuangan dan Administrasi meliputi :

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang pemasaran, keuangan, administrasi, dan pelayanan umum.
2. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala- kepala bagian yang menjadi bawahannya.

5.3.4. Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga - tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya, baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahlian masing - masing.

Tugas dan wewenang staf ahli meliputi :

1. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
2. Memberi masukan - masukan dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan.
3. Memberi saran - saran dalam bidang hukum.

5.3.5. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala



bagian dapat juga bertindak sebagai staf direktur. Kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur Utama.

Kepala bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian produksi membawahi seksi proses, seksi pengendalian, dan seksi laboratorium.

Tugas seksi proses antara lain :

- a. Mengawasi jalannya proses produksi
- b. Menjalankan tindakan seperlunya terhadap kejadian-kejadian yang tidak diharapkan sebelum diambil oleh seksi yang berwenang.

Tugas seksi pengendalian :

Menangani hal - hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

Tugas seksi laboratorium, antara lain:

- a. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- b. Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
- c. Mengawasi hal - hal yang berhubungan dengan buangan pabrik

2. Kepala Bagian Teknik

Tugas kepala bagian teknik, antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan dan utilitas



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- b. Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya
- Kepala Bagian teknik membawahi seksi pemeliharaan, seksi utilitas, dan seksi keselamatan kerja-penanggulangan kebakaran.

Tugas seksi pemeliharaan, antara lain :

- a. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
- b. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

Tugas seksi utilitas, antara lain :

Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

Tugas seksi keselamatan kerja antara lain :

- a. Mengatur, menyediakan, dan mengawasi hal - hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja
- b. Melindungi pabrik dari bahaya kebakaran

3. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan ini bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan dan membawahi 2 seksi, yaitu seksi administrasi dan seksi keuangan.

Tugas seksi administrasi :

Menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

Tugas seksi keuangan antara lain :

- a. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan

commit to user



- b. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan

(Djoko, 2003)

4. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi, serta membawahi 2 seksi yaitu seksi pembelian dan seksi pemasaran.

Tugas seksi pembelian, antara lain :

- a. Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi
- b. Mengetahui harga pasar dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

Tugas seksi pemasaran :

- a. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi
- b. Mengatur distribusi hasil produksi

5. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan.

Membawahi 3 seksi, yaitu seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

Seksi personalia bertugas :

- a. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja, pekerjaan, dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- b. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.
- c. Melaksanakan hal - hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

Seksi humas bertugas :

Mengatur hubungan antar perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

Seksi Keamanan bertugas :

- a. Mengawasi keluar masuknya orang - orang baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik.
- b. Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
- c. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

6. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala bagian masing - masing sesuai dengan seksinya.



5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik methanol ini direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perawatan, perbaikan, dan *shutdown* pabrik. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan yaitu karyawan *shift* dan *non shift*

5.4.1. Karyawan *non shift* / harian

Karyawan *non shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta karyawan yang berada di kantor.

Karyawan harian akan bekerja selama 5 hari dalam seminggu dan libur pada hari Sabtu, Minggu dan hari besar, dengan pembagian kerja sebagai berikut :

Jam kerja :

- Hari Senin – Kamis : Jam 08.00 – 17.00
- Hari Jum'at : Jam 08.00 – 17.00

Jam Istirahat :

- Hari Senin – Kamis : Jam 12.00 – 13.00
- Hari Jum'at : Jam 11.00 – 13.00

5.4.2. Karyawan *Shift* / Ploog

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian - bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi.



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Karyawan *shift* ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang dan bagian utilitas, pengendalian, laboratorium, dan bagian - bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik.

Para karyawan *shift* akan bekerja secara bergantian selama 24 jam, dengan pengaturan sebagai berikut :

- *Shift* Pagi : Jam 07.00 – 15.00
- *Shift* Sore : Jam 15.00 – 23.00
- *Shift* Malam : Jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* ini dibagi menjadi 4 kelompok (A / B / C / D) dimana dalam satu hari kerja, hanya tiga kelompok masuk, sehingga ada satu kelompok yang libur. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, kelompok yang bertugas tetap harus masuk. Jadwal pembagian kerja masing-masing kelompok ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5.1. Jadwal Pembagian Kelompok *Shift*

Tgl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pagi	D	D	A	A	B	B	C	C	C	D
Sore	C	C	D	D	A	A	B	B	B	C
Malam	B	B	C	C	D	D	A	A	A	B
<i>Off</i>	A	A	B	B	C	C	D	D	D	A



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Tgl	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pagi	D	A	A	B	B	B	C	C	D	D
Sore	C	D	D	A	A	A	B	B	C	C
Malam	B	C	C	D	D	D	A	A	B	B
Off	A	B	B	C	C	C	D	D	A	A

Tgl	21	22	23	24	25	26	27	28
Pagi	A	A	A	B	B	C	C	D
Sore	D	D	D	A	A	B	B	C
Malam	C	C	C	D	D	A	A	B
Off	B	B	B	C	C	D	D	A

Jadwal untuk tanggal selanjutnya berulang ke susunan awal.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya dan akan secara langsung mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan perusahaan. Untuk itu kepada seluruh karyawan perusahaan dikenakan absensi. Disamping itu masalah absensi digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai salah satu dasar dalam mengembangkan karier para karyawan di dalam perusahaan.

(Djoko, 2003)



5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah

Pada pabrik methanol ini sistem upah karyawan berbeda - beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut:

5.5.1 Karyawan Tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerjanya.

5.5.2 Karyawan Harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

5.5.3 Karyawan Borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji

5.6.1 Penggolongan Jabatan

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. Direktur Utama | : Sarjana Ekonomi / Teknik /
Hukum |
| 2. Direktur Teknik dan Produksi | : Sarjana Teknik Kimia |
| 3. Direktur Keuangan Dan Administrasi | : Sarjana Ekonomi/Akuntansi |
| 4. Kepala Bagian Produksi dan Utilitas | : Sarjana Teknik Kimia |
| 5. Kepala Bagian Teknik | : Sarjana Teknik Kimia/ |



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- Mesin/Elektro
6. Kepala Bagian Litbang : Sarjana Teknik Kimia/
Mesin/Elektro
7. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran: Sarjana Ekonomi
8. Kepala Bagian Administrasi : Sarjana Ekonomi/Hukum
9. Kepala Seksi : Sarjana
10. Kepala *Shift* : Sarjana atau D3
11. Pegawai *Staff* 1 : Sarjana atau D3
12. Pegawai *Staff* 2 : Sarjana atau D3
13. Operator : D3 atau STM
14. Sopir, Keamanan, Pesuruh : SLTA / Sederajat

5.6.2 Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah Karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan dapat diselenggarakan dengan baik dan efektif.

Tabel 5.2. Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

No.	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur	2
3	Staff Ahli	3
4	Kepala Bagian	6
5	Kepala Seksi	13
6	Kepala <i>Shift</i>	24
7	Pegawai <i>Staff</i> 1	14
8	Pegawai <i>Staff</i> 2	16
9	Operator	54

commit to user



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

10	<i>Security</i>	20
11	Sopir	5
12	<i>Cleaning Service</i>	10
	TOTAL	168

Tabel 5.3. Perincian Golongan dan Gaji Karyawan

Gol.	Jabatan	Gaji/bulan (Rp.)	Kualifikasi
I	Direktur Utama	50.000.000,00	S-1/S-2/S-3
II	Direktur	30.000.000,00	S-1/S-2
III	Kepala Bagian	15.000.000,00	S-1
IV	<i>Staff Ahli</i>	10.000.000,00	S-1/S-2
V	Kepala Seksi	7.500.000,00	S-1
VI	Kepala <i>Shift</i>	4.000.000,00	S-1/D-3
VII	Pegawai <i>Staff</i> 1	2.500.000,00	S-1/D-3
VIII	Pegawai <i>Staff</i> 2	1.500.000,00	SLTA
IX	<i>Operator</i>	2.500.000,00	D-3
X	<i>Security</i>	1.000.000,00	SLTA
XI	Sopir	1.000.000,00	SLTA
XII	<i>Cleaning Service</i>	1.000.000,00	SLTA

5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada para karyawan, antara lain :

1. Tunjangan

- Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan.
 - Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.
2. Pakaian Kerja
- Diberikan kepada setiap karyawan setiap tahun sejumlah empat pasang.
3. Cuti
- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.
 - Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
 - Cuti hamil diberikan kepada karyawan yang hendak melahirkan, masa cuti berlaku selama 2 bulan sebelum melahirkan sampai 1 bulan sesudah melahirkan.
4. Pengobatan
- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang.
 - Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.



5. Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan lebih besar dari Rp. 1.000.000,00 per bulan.

5.8. Manajemen Perusahaan

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan faktor - faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perancangan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi mengusahakan perolehan kualitas produk sesuai target dalam jangka waktu tertentu. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar penyimpangan produksi dapat dihindari.

Perencanaan sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikembalikan pada arah yang sesuai.

5.8.1. Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada direktur keuangan dan umum. Hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor internal

commit to user



dan faktor eksternal. Faktor internal adalah kemampuan pabrik sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan.

Dipengaruhi oleh keandalan dan kemampuan mesin yaitu jam kerja efektif dan beban yang diterima.

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

- Rencana produksi sesuai kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran baru.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain

- Bahan Baku

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas, maka akan mencapai jumlah produk yang diinginkan.

commit to user



- Tenaga kerja

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian, sehingga diperlukan pelatihan agar kemampuan kerja keterampilannya meningkat dan sesuai dengan yang diinginkan.

- Peralatan (Mesin)

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan mesin dalam memproduksi.

5.8.2. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk dengan mutu sesuai dengan standard dan jumlah produk sesuai dengan rencana dalam jangka waktu sesuai jadwal.

a. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kerusakan alat, dan penyimpangan operasi. Hal - hal tersebut dapat diketahui dari monitor atau hasil analisis laboratorium.

b. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku serta perbaikan alat yang terlalu lama.



Penyimpangan perlu diketahui penyebabnya, baru dilakukan evaluasi.

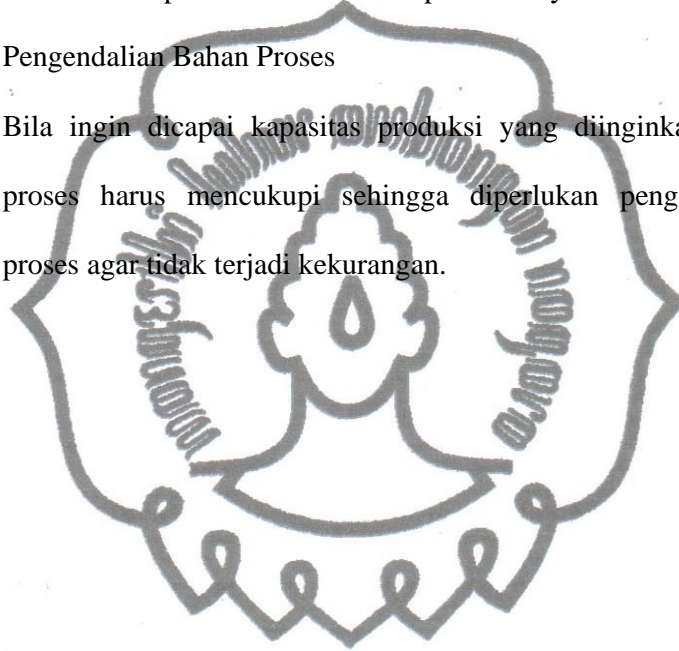
Kemudian dari evaluasi tersebut diambil tindakan seperlunya dan diadakan perencanaan kembali dengan keadaan yang ada.

c. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan maka bahan proses harus mencukupi sehingga diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.





BAB VI

ANALISA EKONOMI

Pada perancangan pabrik Methanol ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang menguntungkan atau tidak. Komponen terpenting dari perancangan ini adalah estimasi harga alat - alat, karena harga ini dipakai sebagai dasar untuk estimasi analisa ekonomi. Analisa ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan/ estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan, dan terjadinya titik impas. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

6.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses tiap alat tergantung pada kondisi ekonomi yang sedang terjadi. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangat sulit sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga suatu alat dari data peralatan serupa tahun-tahun sebelumnya. Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data indeks harga.

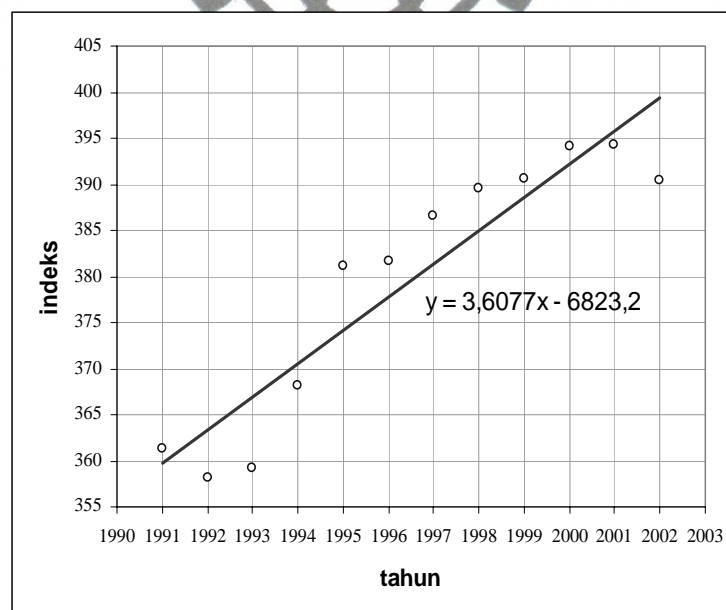


*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

Tabel 6.1 Indeks Harga Alat

<i>Cost Indeks</i> tahun	Chemical Engineering Plant Index
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	390,4

Sumber : Tabel 6-2 Peters & Timmerhaus, ed.5, 2003



Gambar 6.1 Chemical Engineering Cost Index

commit to user



Dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square* sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$Y = 3,6077 X - 6823,2$$

Sehingga indeks tahun 2011 adalah 431,91

Harga alat dan yang lainnya diperkirakan pada tahun evaluasi (2011) dan dilihat dari grafik pada referensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada masa sekarang digunakan persamaan :

$$Ex = Ey \cdot \frac{Nx}{Ny}$$

Ex = Harga pembelian pada tahun 2011

Ey = Harga pembelian pada tahun 2002

Nx = Indeks harga pada tahun 2011

Ny = Indeks harga pada tahun 2002

(Peters & Timmerhaus, 2003)

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi	: 50.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	: 330 hari
Pabrik didirikan	: 2012
Harga bahan baku Biogas	: US \$ 0,54 / kg
Harga katalis NiO	: US \$ 5,55 / kg
Harga katalis CuO	: US \$ 3,42 / kg
Harga produk Methanol	: US \$ 1,6 / kg



6.3 Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

Asumsi-asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam analisa ekonomi :

1. Pengoperasian pabrik dimulai tahun 2013. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu
2. Kapasitas produksi adalah 50.000 ton/tahun
3. Jumlah hari kerja adalah 330 hari per tahun
4. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 35 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik
5. Modal kerja yang diperhitungkan selama 1 bulan
6. Umur alat - alat pabrik diperkirakan 10 tahun.
7. Nilai rongsokan (*Salvage Value*) adalah nol
8. Situasi pasar, biaya dan lain - lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi
9. Upah buruh asing US \$ 20 per *manhour*
10. Upah buruh lokal Rp. 30.000,00 per *manhour*
11. Satu *manhour* asing = 3 *manhour* Indonesia
12. Kurs rupiah yang dipakai Rp. 11.000,00



6.4 Hasil Perhitungan

6.4.1 Fixed Capital Investment (FCI)

Tabel 6.2 Fixed Capital Investment

No	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Harga pembelian peralatan	3.428.149	-	37.709.642.849
2.	Instalasi alat-alat	293.841	3.190.277.762	6.422.532.864
3.	Pemipaan	1.142.716	3.882.903.856	16.452.784.805
4.	Instrumentasi	566.694	598.177.080	6.831.811.919
5.	Isolasi	69.962	524.716.737	1.294.301.285
6.	Listrik	233.207	524.716.737	3.089.998.564
7.	Bangunan	932.830	-	10.261.127.306
8.	Tanah & Perbaikan lahan	303.170	13.500.000.000	16.834.866.374
9.	Utilitas	4.007.288	-	44.080.171.009
Physical Plant Cost		10.977.859	22.220.792.173	142.977.236.975
10.	Engineering & Construction	2.744.465	5.555.198.043	35.744.309.244
Direct Plant Cost		13.722.323	27.775.990.216	178.721.546.219
11.	Contractor's fee	1.097.786	2.222.079.217	14.297.723.698
12.	Contingency	3.018.911	6.110.717.848	39.318.740.168
Fixed Capital Investment (FCI)		17.839.020	36.108.787.281	232.338.010.085



6.4.2 Working Capital Investment (WCI)

Tabel 6.3 *Working Capital Investment*

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Persediaan Bahan baku	3.318.142	-	36.499.560.746
2.	Persediaan Bahan dalam proses	1.192.708	441.789.395	13.561.573.392
3.	Persediaan Produk	4.770.831	1.767.157.581	54.246.293.567
4.	<i>Extended Credit</i>	6.666.667	-	73.333.333.333
5.	<i>Available Cash</i>	4.770.831	1.767.157.581	54.246.293.567
Working Capital Investment (WCI)		20.719.177	3.976.104.557	231.887.054.605

6.4.3 Total Capital Investment (TCI)

$$TCI = FCI + WCI = \text{Rp } 464.225.064.690$$

6.4.4 Direct Manufacturing Cost (DMC)

Tabel 6.4 *Direct Manufacturing Cost*

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Harga Bahan Baku	39.311.743		432.429.178.067
2.	Gaji Pegawai		4.128.000.000	
3.	Supervisi		2.880.000.000	
4.	<i>Maintenance</i>	1.248.731	2.527.615.110	16.263.660.706
5.	<i>Plant Supplies</i>	187.310	379.142.266	2.439.549.106
6.	<i>Royalty & Patent</i>	800.000		8.800.000.000
7.	Utilitas	1.383.109	2.138.751.247	17.352.953.616
Direct Manufacturing Cost		42.930.894	12.053.508.623	484.293.341.495

commit to user



6.4.5 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

Tabel 6.5 *Indirect Manufacturing Cost*

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	<i>Payroll Overhead</i>	-	825.600.000	825.600.000
2.	<i>Laboratory</i>	-	412.800.000	412.800.000
3.	<i>Plant Overhead</i>	-	3.219.840.000	3.219.840.000
4.	<i>Packaging & Shipping</i>	12.000.000	-	132.000.000.000
Indirect Manufacturing Cost		12.000.000	4.458.240.000	136.458.240.000

6.4.6 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Tabel 6.6 *Fixed Manufacturing Cost*

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Depresiasi	1.783.902	3.610.878.728	23.233.801.008
2.	<i>Property Tax</i>	356.780	722.175.746	4.646.760.202
3.	Asuransi	178.390	361.087.873	2.323.380.101
Fixed Manufacturing Cost		2.319.073	4.694.142.347	30.203.941.311

6.4.7 Total Manufacturing Cost (TMC)

$$\text{TMC} = \text{DMC} + \text{IMC} + \text{FMC}$$

$$= \text{Rp. } 650.955.522.806$$



6.4.8 General Expense (GE)

Tabel 6.7 *General Expense*

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Administrasi	-	2.125.000.000	2.125.000.000
2.	Sales	6.800.000	-	74.800.000.000
3.	Research	1.600.000	-	17.600.000.000
4.	Finance	1.999.914	1.200.927.524	23.199.979.348
General Expense (GE)		10.399.914	3.325.927.524	117.724.979.348

6.4.9 Total Production Cost (TPC)

$$\text{TPC} = \text{TMC} + \text{GE} = \text{Rp. } 768.680.502.153$$

6.4.10 Perhitungan Keuntungan Produksi

$$\text{Hasil penjualan total} = \text{US \$ } 80.000.000$$

$$= \text{Rp. } 880.000.000.000$$

$$\text{Keuntungan} = \text{Penjualan Produk} - \text{Biaya Produksi}$$

$$= \text{Rp } 880.000.000.000 - \text{Rp } 768.680.502.153$$

$$= \text{Rp } 111.319.497.847$$

$$\text{Pajak} = 15 \% \text{ dari keuntungan}$$

$$= \text{Rp. } 16.697.924.677$$

$$\text{Keuntungan sebelum pajak} = \text{Rp } 111.319.497.847$$

$$\text{Keuntungan setelah pajak} = \text{Rp } 111.319.497.847 - \text{Rp } 16.697.924.677$$

$$= \text{Rp } 94.621.573.170$$

commit to user



$$\begin{aligned} \text{Profit On Sales} &= \frac{\text{Profit}}{\text{Harga jual produk}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Rp } 94.621.573.170}{\text{Rp } 880.000.000.000} \times 100\% \\ &= 10,752 \% \end{aligned}$$

6.5 Analisa Kelayakan

6.5.1 Percent Return On Investment (% ROI)

Yaitu rasio keuntungan tahunan dengan mengukur kemampuan perusahaan dalam mengembalikan modal investasi.

ROI membandingkan laba rata - rata terhadap *Fixed Capital Investment*.

$$P_{rb} = \frac{P_b r_a}{I_F} \quad P_{ra} = \frac{P_a r_a}{I_F}$$

P_{rb} = % ROI sebelum pajak

P_{ra} = % ROI setelah pajak

P_b = Keuntungan sebelum pajak

P_a = Keuntungan setelah pajak

r_a = *Annual production rate*

I_F = *Fixed Capital Investment*

Untuk industri dengan resiko rendah, ROI setelah pajak minimal 11 %.

(Aries-Newton, 1955)



Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun

$$\text{ROI sebelum pajak} = \frac{\text{Rp. } 111.319.497.847 * 100\%}{\text{Rp. } 232.338.010.085}$$

$$= 0,4791$$

$$= 47,91 \%$$

$$\text{ROI setelah pajak} = \frac{\text{Rp. } 94.621.573.170 * 100\%}{\text{Rp. } 232.338.010.085}$$

$$= 0,4073$$

$$= 40,73 \%$$

6.5.2 Pay Out Time (POT)

Yaitu jumlah tahun yang diperlukan untuk mengembalikan *Fixed Capital Investment* berdasarkan profit yang diperoleh.

$$D = \frac{I_F}{P_b r_a + 0,1 I_F}$$

D = Pay Out time, tahun

P_b = Keuntungan sebelum pajak

r_a = Annual production rate

I_F = Fixed Capital Investment

Untuk industri kimia dengan risiko rendah *max acceptable* POT = 5 tahun.

(Aries-Newton, 1955)

$$\text{POT sebelum pajak} = \frac{\text{Rp. } 232.338.010.085}{\text{Rp. } 111.319.497.847 + \text{Rp. } 23.233.801.008}$$

$$= 1,73 \text{ tahun}$$

commit to user



$$\begin{aligned} \text{POT setelah pajak} &= \frac{\text{Rp. 232.338.010.085}}{\text{Rp. 94.621.573.170} + \text{Rp. 23.233.801.008}} \\ &= 1,97 \text{ tahun} \end{aligned}$$

6.5.3 Break-even Point (BEP)

Yaitu titik impas, besarnya kapasitas produksi dapat menutupi biaya keseluruhan, dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan namun tidak menderita kerugian.

$$r_a = \frac{(F_a + 0,3 R_a) Z}{S_a - V_a - 0,7 R_a}$$

r_a = Annual production rate

F_a = Annual fixed expense at max production

R_a = Annual regulated expense at max production

S_a = Annual sales value at max production

V_a = Annual variable expense at max production

Z = Annual max production

(Peters & Timmerhaus, 2003)



a. Fixed manufacturing Cost (Fa)

Fa = **Rp 30.203.941.311**

b. Variabel Cost (Va)

Raw material = Rp 432.429.178.067

Packaging + transport = Rp 898.425.000.000

Utilitas = 17.816.500.554

Royalti = Rp 8.800.000.000

Va = **Rp 590.582.131.683**

c. Regulated Cost (Ra)

Labor = Rp 4.128.000.000

Supervisi = Rp 2.880.000.000

payroll Overhead = Rp 825.600.000

Plant Overhead = Rp 3.219.840.000

Laboratorium = Rp 412.800.000

General Expense = Rp 117.724.979.348

Maintenance = Rp 16.263.660.706

Plant Supplies = Rp 2.439.549.106

Ra = **Rp 147.894.429.159**

d. Penjualan (Sa)

Total Penjualan produk selama 1 tahun

Sa = **Rp 880.000.000.000**



*Prarancangan Pabrik Methanol dari Biogas
Dengan Proses Hidrogenasi Karbon Monoksida Tekanan Rendah
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

$$\text{BEP} = \frac{(\text{Rp. } 30.203.941.311 + 0,3 * \text{Rp. } 147.894.429.159) * 100\%}{\text{Rp. } 880.000.000.000 - \text{Rp. } 590.582.131.683 - 0,7 * \text{Rp. } 147.894.429.159}$$

$$= 40,12 \%$$

6.5.4 Shutdown Point (SDP)

Yaitu suatu titik dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *Fixed Cost* yang menyebabkan pabrik harus tutup.

$$r_a = \frac{0,3 R_a Z}{S_a - V_a - 0,7 R_a}$$

(Peters & Timmerhaus, 2003)

$$\text{SDP} = \frac{(0,3 * \text{Rp. } 147.894.429.159) * 100\%}{\text{Rp. } 880.000.000.000 - \text{Rp. } 590.582.131.683 - 0,7 * \text{Rp. } 147.894.429.159}$$

$$= 23,87 \%$$

6.5.5 Discounted Cash Flow (DCF)

Discounted Cash Flow adalah interest rate yang diperoleh ketika seluruh modal yang ada digunakan semuanya untuk proses produksi. DCF dari suatu pabrik dinilai menguntungkan jika melebihi satu setengah kali bunga pinjaman bank. DCF (i) dapat dihitung dengan metode *Present Value Analysis* dan *Future Value Analysis*.

Present Value Analysis :

$$(\text{FC} + \text{WC}) = \frac{C}{(1+i)} + \frac{C}{(1+i)^2} + \frac{C}{(1+i)^3} + \dots + \frac{C}{(1+i)^n} + \frac{\text{WC}}{(1+i)^n} + \frac{\text{SV}}{(1+i)^n}$$

commit to user



Future Value Analysis :

$$(FC + WC)(1 + i)^n = (WC + SV) + \left[(1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + 1 \right] \times C$$

dengan *trial solution* diperoleh nilai $i = \%$

(Peters & Timmerhaus, 2003)

Future value analysis

Persamaan:

$$(FC + WC)(1 + i)^n = WC + SV + C \left((1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + (1 + i)^0 \right)$$

dimana :

$$FC = \text{Rp } 232.338.010.085$$

$$WC = \text{Rp } 231.887.054.605$$

$$SV = \text{salvage value} = \text{nilai barang rongsokan} = \text{Rp } 0$$

$$\text{diperkirakan umur pabrik } (n) = 10 \text{ Tahun}$$

$$C = \text{laba setelah pajak} + \text{besarnya depresiasi} = \text{Rp } 117.855.374.178$$

dilakukan trial harga i untuk memperoleh harga kedua sisi persamaan sama

$$(FC + WC)(1 + i)^n = 3.922.468.693.151$$

$$WC + SV + C((1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + (1 + i)^0) = 3.922.468.693.151$$

$$\text{Dengan trial and error diperoleh nilai } i = 0,2379$$

$$= 23,79 \%$$

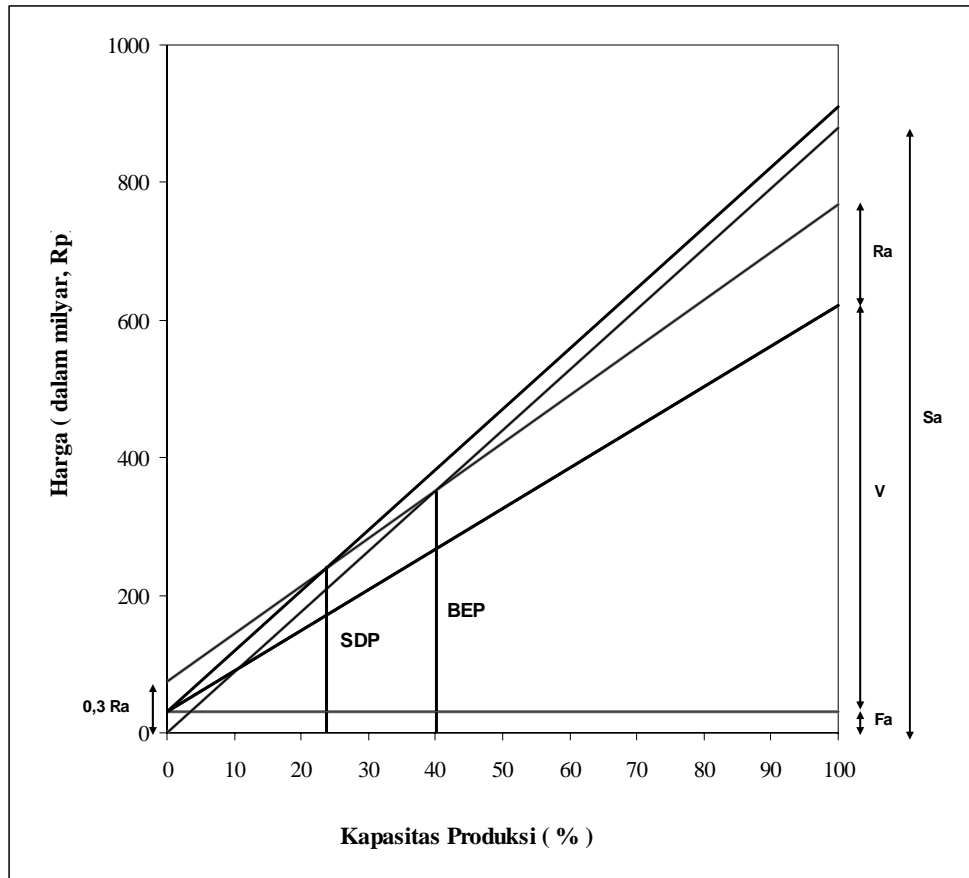


Tabel 6.8 Analisa Kelayakan

No.	Keterangan	Perhitungan	Batasan (High Risk)
1.	<i>Percent Return On Investment (% ROI)</i>		
	ROI sebelum pajak	47,91 %	
	ROI setelah pajak	40,73 %	11 % (Aries, Newton)
2.	<i>Pay Out Time (POT), tahun</i>		
	POT sebelum pajak	1,73 tahun	max 2 tahun (Aries, Newton)
	POT setelah pajak	1,97 tahun	
3.	<i>Break-even Point (BEP)</i>	40,12 %	40 - 60 %
4.	<i>Shutdown Point (SDP)</i>	23,87 %	
5.	<i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	23,79 %	min 10,35 % (Bunga deposito Bank Indonesia = 6,9 %)



Grafik hasil analisa ekonomi dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 6.2 Grafik Analisa Kelayakan

Keterangan gambar:

Fa : Fixed Expense

Ra : Regulated Expense

Sa : Sales

Va : Variable Expense

commit to user



6.6 Pembahasan

Dari hasil analisa ekonomi diperoleh nilai BEP berada pada batas minimum yang diijinkan, hal ini dikarenakan harga penaksiran peralatan yang relatif cukup kecil. Dari perhitungan yang dilakukan, nilai BEP juga dipengaruhi oleh harga jual produk yang relatif lebih besar dari harga bahan baku, sehingga jika selisihnya semakin besar maka nilai BEP juga akan semakin rendah. Sebaliknya, nilai ROI akan semakin tinggi seiring penurunan nilai BEP.

Nilai POT yang berada pada batas yang diijinkan, serta nilai DCF yang cukup tinggi sehingga peluang infestasinya cukup menjanjikan, maka pendirian pabrik ini khususnya di Indonesia layak untuk dipertimbangkan.

6.7 Kesimpulan

Dari hasil analisa ekonomi diperoleh:

1. *Percent Return on Investment* (ROI) setelah pajak sebesar 40,73 %
2. *Pay Out Time* (POT) setelah pajak selama 1,97 tahun
3. *Break-event Point* (BEP) sebesar 40,12 %
4. *Shutdown Point* (SDP) sebesar 23,87 %
5. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 23,79 %

Jadi, pabrik Metanol dari Biogas dengan kapasitas 50.000 ton / tahun **LAYAK** untuk dipertimbangkan pendiriannya.