

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT.....	xix
BAB I PENGANTAR	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Pustaka	2
1.2.1 Gas Alam	2
1.2.2 Dimetil Eter.....	3
1.2.3 Pemilihan Proses Produksi Dimetil Eter	4
1.3 Analisis Pasar.....	8
1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku Produk Dimetil Eter	8
1.3.2 Kondisi Pasar Dimetil Eter di Indonesia	10
1.3.3 Pemilihan Kapasitas Produksi Dimetil Eter	11
1.4 Lokasi Pabrik	13
1.4.1 Bahan Baku	14
1.4.2 Pemasaran	14
1.4.3 Transportasi.....	16
1.4.4 Utilitas.....	17
1.4.5 Buruh (<i>Manpower</i>).....	17
1.4.6 Lingkungan Hidup	19
BAB II URAIAN PROSES	21
2.1 Persiapan Bahan Baku	21
2.1.1 Desulfurisasi	21
2.1.2 Prereforming	22
2.1.3 Steam Reforming	23
2.1.4 Autothermal Reforming	23
2.2 Unit Sintesis Metanol.....	24
2.3 Unit Pemurnian Metanol.....	25
2.4 Unit sintesis Dimetil Eter	25
2.5 Unit Pemurnian Dimetil Eter	26
BAB III SPESIFIKASI BAHAN	27



3.1	Bahan Baku	27
3.1.1	Karbon Dioksida	27
3.1.2	Metana	28
3.1.3	Nitrogen	28
3.1.4	Etana	28
3.1.5	Propana	29
3.1.6	Butana	29
3.1.7	Pentana	30
3.1.8	Heksana	30
3.1.9	Karbonil Monosulfida	31
3.2	Bahan Pendukung	31
3.2.1	Katalis Cu/ZnO/Al ₂ O ₃	31
3.2.2	Katalis γ -Al ₂ O ₃	31
3.2.3	Oksigen	32
3.2.4	Air	32
3.3	Produk Samping	32
3.3.1	Hidrogen	32
3.3.2	Karbon Monoksida	33
3.3.3	Metanol	33
3.4	Produk Utama	34
3.4.1	Dimetil Eter	34
BAB IV DIAGRAM ALIR KUALITATIF, KUANTITATIF, DAN PEFD		35
BAB V NERACA MASSA		39
5.1	Neraca Massa Overall	39
5.2	Neraca Massa Per Alat	41
BAB VI NERACA PANAS		56
6.1	Neraca Panas Per Alat	56
BAB VII SPESIFIKASI ALAT		75
7.1	Kompresor (010-C01)	75
7.2	Heater (010-E01)	76
7.3	Heater (010-E02)	77
7.4	Desulfurizer (010-R01)	78
7.5	Adsorber (010-R02)	79
7.6	Heater (010-E03)	80
7.7	Pre – Reformer (010-R03)	81
7.8	Heater (010-E04)	82
7.9	Steam Reformer (010-R04)	83



7.10	<i>Autothermal Reformer (010-R05)</i>	84
7.11	<i>Waste Heat Boiler (010-E05)</i>	85
7.12	<i>Cooler (010-E06 A)</i>	86
7.13	<i>Cooler (010-E06 B)</i>	87
7.14	<i>Separator Drum (010-F01)</i>	88
7.15	<i>Kompresor (020-C01)</i>	89
7.16	<i>Heater (020-E01)</i>	90
7.17	<i>Fixed Bed Reactor of Methanol (020-R01)</i>	91
7.18	<i>Cooler (020-E02)</i>	92
7.19	<i>Separator Drum (020-F01)</i>	93
7.20	<i>Kompresor (020-C02)</i>	94
7.21	<i>Expansion Vessel (030-F01)</i>	95
7.22	<i>Pompa (030-P01)</i>	96
7.23	<i>Menara Distilasi (030-D01)</i>	97
7.24	<i>Kondenser (030-E01)</i>	99
7.25	<i>Reboiler (030-E02)</i>	100
7.26	<i>Cooler (030-E03)</i>	101
7.27	<i>Akumulator (030-AC01)</i>	102
7.28	<i>Pompa (030-P02)</i>	103
7.29	<i>Pompa (030-P03)</i>	104
7.30	<i>Tangki Metanol (040-K01)</i>	105
7.31	<i>Pompa (050-P01)</i>	106
7.32	<i>Vaporizer (050-E01)</i>	107
7.33	<i>Fixed Bed Reactor of Dimethyl Eter (050-R01)</i>	108
7.34	<i>Cooler (050-E02)</i>	109
7.35	<i>Pompa (050-P02)</i>	110
7.36	<i>Pompa (050-P03)</i>	111
7.37	<i>Menara Distilasi (050-D01)</i>	112
7.38	<i>Kondensor (050-E03)</i>	114
7.39	<i>Reboiler (050-E04)</i>	115
7.40	<i>Cooler (050-E05)</i>	116
7.41	<i>Akumulator (050-AC01)</i>	117
7.42	<i>Pompa (050-P04)</i>	118
7.43	<i>Pompa (050-P05)</i>	119
7.44	<i>Tangki Dimetil Eter (060-K01)</i>	120
BAB VIII	UTILITAS	121
8.1	<i>Unit Penyedia dan Pengolahan Air</i>	121



8.1.1	Kebutuhan Air.....	121
8.1.2	Sumber Air.....	124
8.1.3	Proses Pengolahan Sumber Air.....	125
8.2	Flow <i>Diagram Process</i> Pengolahan Sumber Air.....	128
8.3	Spesifikasi Alat Pengolahan Sumber Air.....	130
8.3.1	Tangki Penyimpanan Kaporit (070-K01).....	130
8.3.2	Tangki Penyimpanan Antiscallant (070-K02)	130
8.3.3	Tangki Pentimpanan NaHSO ₃ (070-K03).....	131
8.3.4	Tangki Hydrant (070-K04)	131
8.3.5	Tangki Air Minum (070-K05)	131
8.3.6	Tangki HCl (011-K01).....	132
8.3.7	Tangki NaOH (011-K02).....	132
8.3.8	Tangki Demineral <i>Water</i> (011-K03).....	133
8.3.9	Tangki Penyimpan BFW (011-K04).....	133
8.3.10	Tangki Kondensat (011-K05)	134
8.3.11	Bak Ekuilisasi (070-BK01).....	134
8.3.12	Kolam Sedimentasi (070-BK02).....	134
8.3.13	Clarifier (070-BK03).....	135
8.3.14	Bak Penyimpan Air (070-BK04)	135
8.3.15	Screener (070-SC01).....	136
8.3.16	Mixer Kaporit (070-MX01)	137
8.3.17	Mixer Antiscallant (070-MX02)	138
8.3.18	Mixer Deklorinasi (070-MX03).....	139
8.3.19	<i>Sand Filter</i> (070-V01).....	140
8.3.20	<i>Carbon Filter</i> (070-V02)	140
8.3.21	Reverse Osmosis (070-RO01)	140
8.3.22	<i>Cold Basin</i> (080-CB01)	141
8.3.23	<i>Cation Exchanger</i> (110-X01).....	141
8.3.24	<i>Anion Exchanger</i> (110 -X02).....	142
8.3.25	<i>Deaerator</i> (110-DA01)	144
8.3.26	<i>Boiler</i> (110-BO01)	144
8.3.27	Pompa	146
8.4	Unit Pembangkit Steam	147
8.5	Unit Pembangkit dan Pendistribusi Tenaga Listrik	148
8.5.1	Kebutuhan Listrik	148
8.5.2	Diesel Emergency Generator	150
8.6	Unit Penyedia Udara	151



8.6.1	Perhitungan Fan	154
8.6.2	Perhitungan <i>Bag Filter</i>	154
8.6.3	Perhitungan Bejana Pengering	155
8.6.4	Perhitungan Kompresor	156
8.7	Sistem Refrigerasi	157
8.7.1	Kompresor	157
8.7.2	Kompresor <i>Refrigerant</i>	161
8.7.3	Condenser Refrigerant	162
8.8	Sistem Dowtherm	165
8.8.1	Cooler <i>Dowtherm</i>	165
8.9	Unit Pengolahan Limbah	168
8.9.1	Limbah Buangan Gas	168
8.9.2	Limbah Buangan Cair	169
8.9.3	Limbah Buangan Padat	172
8.10	Cooling Tower	172
8.10.1	Perhitungan Mechanical Design	173
8.10.2	Make-up Water	181
8.10.3	Power Fan	182
BAB IX TATA LETAK		183
9.1	Tata Letak Pabrik	183
9.2	Tata Letak Alat Proses	185
9.2.1	Unit Sintesis dan Pemurnian Metanol serta Dimetil Eter	185
9.2.2	Unit Reforming	186
9.2.3	Unit Penyimpanan Metanol dan Dimetil Eter	187
BAB X PERTIMBANGAN ASPEK SAFETY, HEALTH, AND ENVIRONMENT		188
10.1	Sistem Manajemen SHE	188
10.2	<i>Process Safety Information</i>	189
10.3	<i>Environmental Management System</i>	198
10.4	Identifikasi Hazard Bahan Proses dan Utilitas	205
10.5	Identifikasi Potensi Paparan Bahan Proses dan Utilitas	216
10.6	Identifikasi Hazard Limbah	221
10.7	Identifikasi Hazard Proses dan Peralatan	229
10.8	Process Hazard Analysis dengan Metode HAZOP	256
BAB XI ORGANISASI PERUSAHAAN		281
11.1	Bentuk Perusahaan	281
11.2	Struktur Organisasi Perusahaan	282
11.3	Tugas dan Wewenang	285



11.4	Penentuan Kebutuhan Operator	294
11.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan	296
11.6	Penggolongan Gaji Karyawan	298
11.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	299
BAB XII EVALUASI EKONOMI.....		302
12.1	Tingkat Resiko Pabrik.....	302
12.2	<i>Fixed Capital Investment</i>	303
12.2.1	Perhitungan <i>Purchased Process and Utility Equipment Cost</i>	303
12.2.2	Perhitungan Biaya <i>Raw Material, Sales</i> , dan Bahan Penunjang.....	312
12.2.3	Perhitungan Biaya Pekerja.....	316
12.2.4	Perhitungan Harga Tanah dan Bangunan.....	316
12.2.5	Perhitungan Fixed Capital.....	317
12.3	<i>Manufacturing Cost</i>	321
12.4	<i>Working Capital</i>	323
12.5	<i>General Expenses</i>	325
12.6	<i>Profit</i>	325
12.7	<i>Profitability Analysis</i>	326
12.7.1	Faktor Lang.....	326
12.7.2	<i>Return on Investment (ROI)</i>	327
12.7.3	<i>Pay Out Time (POT)</i>	328
12.7.4	<i>Break Even Point (BEP) dan Shut Down Point (SDP)</i>	329
12.7.5	<i>Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)</i>	331
12.7.6	<i>Sensitivity Analysis</i>	334
BAB XIII KESIMPULAN.....		338
DAFTAR PUSTAKA.....		339
PERANCANGAN DETAIL ALAT OLEH MUCHAMAD ALIF ABDULKHAQ.....		343
MENARA DISTILASI MD 030 - D01.....		343
REBOILER 030 – E02.....		391
PERANCANGAN DETAIL ALAT OLEH DHAFADYATUL SYAUQY.....		399
REAKTOR DME 050-R01		399
CONDENSER 030 – E01		423
LAMPIRAN PERHITUNGAN ALAT PROSES		431
KOMPRESOR 010-C01		431
HEATER 010 – E01		434
DESULFURIZER-1 010-R01.....		446
ADSORBER 010-R02.....		451
PRE - REFORMER 010-R03		462



STEAM REFORMER 010-R04.....	479
AUTOTHERMAL REFORMER 010-R05.....	496
SEPARATOR DRUM 010-F01.....	511
REAKTOR SINTESIS METANOL 020-R01	516
POMPA 020 – P01.....	535
MENARA DISTILASI 030-D01	543
ACCUMULATOR 030-AC01	559
TANGKI METANOL 040 – K01	563
VAPORIZER 050 – E01	568
REAKTOR DME 050-R01	577
MENARA DISTILASI 050-D01	593
LAMPIRAN PERHITUNGAN ALAT UTILITAS.....	609
LAMPIRAN PERHITUNGAN NERACA MASSA DAN PANAS.....	661

DAFTAR TABEL

BAB I

Tabel 1. 1 Karakteristik DME dan LPG.....	3
Tabel 1. 2 Data Impor Kebutuhan DME di Indonesia	10
Tabel 1. 3 Data Produsen DME dan Kapasitas Produksi Dunia	11

BAB III

Tabel 3. 1 Komposisi Gas Alam di Kabupaten Teluk Bintuni untuk Umpan DME.....	27
--	----

BAB V

Tabel 5. 1 Neraca Massa Overall Inlet Pabrik Prarancangan Pabrik Dimetil Eter	39
Tabel 5. 2 Neraca Massa Overall Outlet Pabrik Prarancangan Pabrik Dimetil Eter.....	40
Tabel 5. 3 Neraca Massa Kompresor (010-C01).....	41
Tabel 5. 4 Neraca Massa Desulfurizer (010-R01).....	42
Tabel 5. 5 Neraca Massa Adsorber (010-R02).....	43
Tabel 5. 6 Neraca Massa Pada Percabangan Pipa Inlet Pre – Reformer (010-R03)	44
Tabel 5. 7 Neraca Massa Pre – Reformer (010-R03)	45
Tabel 5. 8 Neraca Massa Steam Reformer (010-R04)	46
Tabel 5. 9 Neraca Massa Autothermal Reformer (010-R05)	47
Tabel 5. 10 Neraca Massa Separator Drum (010-F01)	48
Tabel 5. 11 Neraca Massa Synthesis Methanol Reactor (020-R01)	49
Tabel 5. 12 Neraca Massa Separator Drum (020-F01)	50
Tabel 5. 13 Neraca Massa Expansion Vessel (030-F01)	51
Tabel 5. 14 Neraca Massa Menara Distilasi (030-D01).....	52
Tabel 5. 15 Neraca Massa Vaporizer (050-E01).....	53
Tabel 5. 16 Neraca Massa <i>Synthesis DME Reactor</i> (050-R01)	54
Tabel 5. 17 Neraca Massa Menara Distilasi (050-D01).....	55

BAB VI

Tabel 6. 1 Neraca Panas Heater (010-E01)	56
Tabel 6. 2 Neraca Panas Heater (010-E02)	57
Tabel 6. 3 Neraca Panas <i>Desulfurizer</i> (010-R01)	58
Tabel 6. 4 Neraca Panas Heater (010-E03)	59
Tabel 6. 5 Neraca Panas Pre – Reformer (010-R03).....	60
Tabel 6. 6 Neraca Panas Heater (010-E04)	61
Tabel 6. 7 Neraca Panas Steam Reformer (010-R04)	62
Tabel 6. 8 Neraca Panas <i>Autothermal Reformer</i> (010-R05)	63



Tabel 6. 9	Neraca Panas Cooler (010-E05).....	64
Tabel 6. 10	Neraca Panas Heater (010-E06).....	65
Tabel 6. 11	Neraca Panas <i>Heater</i> (020-E01).....	66
Tabel 6. 12	Neraca Panas Synthesis Methanol Reactor (020-R01)	67
Tabel 6. 13	Neraca Panas Cooler (020-E02).....	68
Tabel 6. 14	Neraca Panas Menara Distilasi (030-D01).....	69
Tabel 6. 15	Neraca Panas Cooler (030-E03).....	70
Tabel 6. 16	Neraca Panas Vaporizer (050-E01).....	71
Tabel 6. 17	Neraca Panas Synthesis DME Reactor (050-R01).....	72
Tabel 6. 18	Neraca Panas <i>Cooler</i> (050-E02).....	73
Tabel 6. 19	Neraca Panas Menara Distilasi (050-D01).....	74

BAB VIII

Tabel 8. 1	Jenis Air Yang Umum Digunakan Pada Industri.....	121
Tabel 8. 2	Kebutuhan Air Untuk Keperluan Umum	122
Tabel 8. 3	Daftar jumlah air pendingin yang dibutuhkan	123
Tabel 8. 4	Kebutuhan Air Untuk Pembangkit Steam.....	124
Tabel 8. 5	Kandungan Senyawa yang Ada Didalam Air Laut	125
Tabel 8. 6	Spesifikasi Alat M ixer Kaporit (070-MX01).....	137
Tabel 8. 7	Spesifikasi Alat Mixer Antiscallat (070-MX02).....	138
Tabel 8. 8	Spesifikasi Alat Mixer Deklorinasi (070-MX03)	139
Tabel 8. 9	Spesifikasi Seluruh Pompa Utilitas.....	146
Tabel 8. 10	Kebutuhan Listrik Di Pabrik Unit Proses.....	149
Tabel 8. 11	Kebutuhan Listrik Di Pabrik Unit Utilitas	150
Tabel 8. 12	Kebutuhan Tiap-Tiap Valve.....	152
Tabel 8. 13	Kebutuhan Udara Luar Untuk Memenuhi Utilitas Udara	154
Tabel 8. 14	Baku Mutu Udara Ambien Menurut Peraturan Pemerintah.....	169
Tabel 8. 15	Baku Mutu Air Limbah bagi Kawasan Industri	172
Tabel 8. 16	Hasil Perhitungan Kelembapan Udara Jenuh (Ws) Dan Entalpi Udara Jenuh (Hs)	176
Tabel 8. 17	Daftar Hubungan Suhu, Hs, H, Dan Y pada Peritungan Tinggi Cooling Tower	180

BAB X

Tabel 10. 1	Hasil Identifikasi Hazard Bahan Proses dan Utilitas	205
Tabel 10. 2	Hasil Identifikasi Potensi Paparan Bahan Proses dan Utilitas	216



Tabel 10. 3	Hasil Identifikasi Potensi Paparan Fisis Proses dan Utilitas	220
Tabel 10. 4	Hasil Identifikasi Hazard Limbah Gas	221
Tabel 10. 5	Hasil Identifikasi Hazard Limbah Cair	224
Tabel 10. 6	Hasil Identifikasi Hazard Limbah Padat	227
Tabel 10. 7	Hasil Identifikasi Hazard Proses dan Peralatan	229
Tabel 10. 8	Hasil Identifikasi Hazard Proses dan Peralatan Unit Utilitas.....	251
Tabel 10. 9	Kondisi Operasi Unit pada Pabrik DME.....	256
Tabel 10. 10	Analisi HAZOP Node Outlet Udara pada Blower	259
Tabel 10. 11	Analisi HAZOP Node Outlet BFW pada Pompa.....	259
Tabel 10. 12	Analisi HAZOP Node Outlet Natural Gas pada Blower.....	260
Tabel 10. 13	Analisis HAZOP Node Outlet BFW pada Pompa Paramter Tekanan	261
Tabel 10. 14	Analisis HAZOP pada Node Cairan didalam boiler Parameter Level	262
Tabel 10. 15	Analisis HAZOP Node Cairan didalam Boiler Parameter Temperature	263
Tabel 10. 16	Analisis HAZOP Node Cairan didalam Boiler Parameter Konsentrasi TSS ...	264
Tabel 10. 17	Analisis HAZOP Node Outlet Steam Boiler Parameter Temperature	265

BAB XI

Tabel 11. 1	Kebutuhan Operator Alat Proses.....	294
Tabel 11. 2	Kebutuhan Operator Alat Utilitas	295
Tabel 11. 3	Daftar Pembagian Shift Karyawan.....	296
Tabel 11. 4	Daftar Pembagian Shift Security.....	297
Tabel 11. 5	Daftar Penggolongan Gaji Karyawan	298

BAB XII

Tabel 12. 1	Parameter Tingkat Risiko Pabrik	302
Tabel 12. 2	Perhitungan Harga Alat Proses	304
Tabel 12. 3	Perhitungan Harga Alat Utilitas	307
Tabel 12. 4	Daftar Harga Bahan Baku	313
Tabel 12. 5	Daftar Harga Bahan Penunjang Proses	313
Tabel 12. 6	Daftar Harga Bahan Utilitas.....	314
Tabel 12. 7	Daftar Harga Produk/Sales.....	315
Tabel 12. 8	Perhitungan Fixed Capital.....	318
Tabel 12. 9	Perhitungan Manufacturing Cost	322
Tabel 12. 10	Perhitungan <i>Working Capital</i>	323
Tabel 12. 11	Perhitungan General Expense	325
Tabel 12. 12	Perhitungan Variabel Fixed Cost	330



Tabel 12. 13 Perhitungan <i>Variabel Expense</i>	330
Tabel 12. 14 Perhitungan Variabel <i>Regulated Expense</i>	330
Tabel 12. 15 <i>Cash Flow</i> Perusahaan	333
Tabel 12. 16 Perhitungan Sensitivitas	335

DAFTAR GAMBAR

BAB I

Gambar 1. 1 Konsumsi Gas Alam di Indonesia (CNBC Indonesia, 2022)	3
Gambar 1. 2 Struktur Kimia DME	3
Gambar 1. 3 Proses pembuatan DME JFE Holding	5
Gambar 1. 4 Sebaran Cadangan Gas Bumi Indonesia.....	9
Gambar 1. 5 Grafik Hubungan Jumlah Impor DME di Indonesia Tahun 2018 – 2022	12
Gambar 1. 6 Peta Posisi Transportasi Laut yang Dimiliki oleh Train Tangguh di Teluk Bintuni (Sumber : google maps, 2023)	17
Gambar 1. 7 Piramida Penduduk Kabupaten Teluk Bintuni Tahun 2020	18

BAB IV

Gambar 4. 1 Diagram Alir Kualitatif Prarancangan Pabrik Dimetil Eter dari Gas Alam	36
Gambar 4. 2 Diagram Alir Kuantitatif Prarancangan Pabrik Dimetil Eter dari Gas Alam	37
Gambar 4. 3 Process Equipment Flow Diagram Prarancangan Pabrik Dimetil Eter dari Gas Alam.....	38

BAB VIII

Gambar 8. 1 Flow Diagram Process Pengolahan Sumber Air	129
---	-----

BAB IX

Gambar 9. 1 Layout Pabrik Keseluruhan	185
Gambar 9. 2 Layout Unit Sintesis dan Pemurnian Metanol serta Dimetil Eter	186
Gambar 9. 3 Layout Unit Reforming	186
Gambar 9. 4 Layout Unit Penyimpanan Produk Utama dan Samping.....	187

BAB X

Gambar 10. 1 Environmental Management System Modelling	198
Gambar 10. 2 Studi Node Unit Boiler	258
Gambar 10. 3 Skema Boiler berdasarkan Rekomendasi HAZOP	266
Gambar 10. 4 Studi Node Unit Autothermal Reformer	268
Gambar 10. 5 Skema Reaktor berdasarkan Rekomendasi HAZOP	280

BAB XI

Gambar 11. 1 Struktur Organisasi Pabrik Dimethyl Ether Secara Umum	284
---	-----

BAB XII

Gambar 12. 1 Grafik Hasil Analisis BEP dan SDP	331
Gambar 12. 2 Grafik Cash Flow	334
Gambar 12. 3 Grafik Cumulative Cash Flow	334

