

## DAFTAR ISI

INTISARI.....	1
BAB I PENGANTAR.....	5
I.1. Latar Belakang .....	5
I.2. Tinjauan Pustaka .....	7
I.2.1 Polikaprolaktam .....	7
I.2.2 Kaprolaktam.....	9
I.2.3 Air .....	10
I.2.4 Asam Tereftalat.....	11
I.2.5 Dimer Kaprolaktam .....	12
I.2.6 Pemilihan Proses.....	12
I.3. Analisis Pasar .....	20
I.3.1. Potensi Pasar .....	20
I.3.2. Penentuan Kapasitas Pabrik.....	23
I.3.3. Bahan Baku dan Produk.....	28
I.3.4. Pemilihan Lokasi .....	30
BAB II URAIAN PROSES .....	35
II.1 Unit Persiapan Bahan Baku.....	35
II.2 Unit Sintesis .....	36
II.3 Unit Pemurnian Produk.....	36
BAB III SPESIFIKASI BAHAN.....	38
III.1 Bahan Baku.....	38
III.1.1 Kaprolaktam.....	38
III.1.2 Air .....	39
III.1.3 Asam Tereftalat.....	39
III.1.4 Dimer Kaprolaktam .....	40
III.2 Produk.....	40



III.2.1	Polikaprolaktam .....	40
BAB IV	DIAGRAM KUALITATIF, KUANTITATIF, DAN PEFD .....	42
BAB V	NERACA MASSA .....	45
V.1	Neraca Massa Total .....	45
V.2	Neraca Massa Tiap Alat .....	46
BAB VI	NERACA PANAS .....	52
VI.1	Kondisi Referensi .....	52
VI.2	Neraca Panas Tiap Alat .....	52
BAB VII	SPESIFIKASI ALAT .....	59
VII.1	Silo Penyimpan Kaprolaktam (ST-01) .....	59
VII.2	Silo Penyimpan Asam Tereftalat (ST-03) .....	59
VII.3	Silo Penyimpan Cyclic Dimer (ST-04) .....	60
VII.4	Gudang Penyimpan Benang Nilon (ST-05) .....	60
VII.5	Tangki Penyimpan Air (ST-02) .....	61
VII.6	Melter – 01 (MLT-01) .....	62
VII.7	Mixer – 01 (MIX-01) .....	63
VII.8	Tangki Air (T-01) .....	63
VII.9	Reaktor (R-01) .....	64
VII.10	Ekstraktor (EXT-01) .....	65
VII.11	Evaporator (EVAP-01) .....	66
VII.12	Heat exchanger – 01 (HE-01) .....	69
VII.13	Heat exchanger – 02 (HE-02) .....	70
VII.14	Condenser – 01 (CD-01) .....	71
VII.15	Condenser – 02 (CD-02) .....	72
VII.16	Pelletizing Machine (PLT-01) .....	73
VII.17	Vaccum Dryer (DRY-01) .....	74



VII.18	Accumulator – 01 (ACC-01) .....	75
VII.19	Accumulator – 02 (ACC-02) .....	75
VII.20	Extruder (EXD-01) .....	76
VII.21	Spinneret (SPN-01).....	76
VII.22	Mesin <i>Packaging</i> (PCK-01) .....	77
VII.23	Winder (WD-01).....	78
VII.24	Pompa – 01 (P-01).....	78
VII.25	Pompa – 02 (P-02).....	79
VII.26	Pompa – 03 (P-03).....	80
VII.27	Pompa – 04 (P-04).....	80
VII.28	Pompa – 05 (P-05).....	81
VII.29	Pompa – 06 (P-06).....	82
VII.30	Pompa – 07 (P-07).....	82
VII.31	Pompa – 08 (P-08).....	83
VII.32	Pompa – 09 (P-09).....	83
VII.33	Pompa – 10 (P-10).....	84
VII.34	Pompa – 11 (P-11).....	85
VII.35	Pompa – 12 (P-12).....	85
VII.36	Belt Conveyor – 01 (BC-01) .....	86
VII.37	Belt Conveyor – 02 (BC-02) .....	87
VII.38	Belt Conveyor – 03 (BC-03) .....	87
VII.39	Belt Conveyor – 04 (BC-04) .....	88
VII.40	Belt Conveyor – 05 (BC-05) .....	88
VII.41	Belt Conveyor – 06 (BC-06) .....	89
VII.42	Bucket Elevator - 01 (BE-01) .....	89
VII.43	Bucket Elevator - 02 (BE-02).....	90



VII.44	Bucket Elevator - 03 (BE-03).....	91
VII.45	Bucket Elevator - 04 (BE-04).....	91
BAB VIII	UTILITAS.....	97
VIII.1	Unit Pengolah Air dan Penyedia Pemanas .....	97
VIII.1.1.	Kebutuhan Air .....	97
VIII.1.2.	Sumber Air .....	99
VIII.1.3.	Unit Pengolahan Air.....	100
VIII.1.4.	Unit Pembangkit Steam.....	104
VIII.1.5.	Unit Pendingin.....	106
VIII.1.6.	Unit Penyedia Dowtherm A .....	106
VIII.1.7.	Uraian Proses.....	107
VIII.1.8.	Spesifikasi Alat Utilitas.....	111
VIII.2.	Unit Penyedia Udara Instrumen.....	161
VIII.2.1.	Kebutuhan Udara Dalam Proses .....	161
VIII.2.2.	Kebutuhan Udara Dari Lingkungan .....	162
VIII.2.3.	Skema Unit Penyedia Udara .....	163
VIII.3.	Unit Pembangkit dan Pendistribusian Listrik .....	167
VIII.3.1.	Perhitungan Kebutuhan Listrik .....	168
VIII.3.2.	Emergency Diesel Generator .....	170
VIII.4.	Unit Pengolah Limbah .....	171
VIII.4.1.	Limbah Cair.....	172
VIII.4.2.	Limbah Gas .....	176
VIII.4.3.	Limbah Padat.....	178
BAB IX	TATA LETAK PABRIK.....	179
BAB X	ASPEK KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN....	184
X.1.	Management Safety, Healt, and Environment .....	184



X.2.	Struktur Organisasi Manajemen SHE .....	193
X.3.	Identifikasi Hazard Bahan dan Potensi Paparan Bahan Kimia .....	195
X.4.	Identifikasi Hazard Proses.....	201
X.5.	<i>Hazard And Operability Study</i> (HAZOP) .....	206
X.5.1.	Reaktor (R-01) .....	207
X.5.2.	Boiler (BL-01) .....	222
BAB XI	ORGANISASI PERUSAHAAN .....	234
XI.1	Bentuk Perusahaan .....	234
XI.2	Struktur Organisasi .....	235
XI.3	Tugas dan Wewenang.....	238
XI.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	246
XI.5	Perhitungan Jumlah Operator .....	249
XI.6	Penggolongan Gaji Karyawan .....	251
XI.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	252
XI.8	Manajemen Produksi .....	253
BAB XII	ANALISIS EKONOMI .....	256
XII.1	Perhitungan Indeks Harga .....	256
XII.2	Modal Tetap ( <i>Capital Investment</i> ).....	259
XII.3	Biaya Produksi ( <i>Manufacturing Cost</i> ).....	281
XII.4	Modal Kerja ( <i>Working Capital</i> ) .....	282
XII.5	Pengeluaran Umum ( <i>General Expense</i> ) .....	283
XII.6	Analisa Keuntungan .....	283
XII.7	Analisa Kelayakan .....	283
BAB XIII	KESIMPULAN.....	291
LAMPIRAN	.....	292
DAFTAR PUSTAKA	.....	378

## DAFTAR TABEL

Daftar I.1 Sifat Fisis Nilon 6 (Polikaprolaktam).....	8
Daftar I.2 Sifat Kimiawi Nilon 6 .....	9
Daftar I.3 Perbandingan Proses Pembuatan Polikaprolaktam .....	17
Daftar I.4 Tipe-tipe Modifikasi Nilon 6.....	20
Daftar I.5 Kapasitas Pabrik Nilon 6 di Asia .....	24
Daftar I.6 Kapasitas Pabrik Nilon 6 di Eropa .....	25
Daftar I.7 Kapasitas Pabrik Nilon 6 di Amerika Serikat .....	26
Daftar I.8 Data Impor Benang Nilon Indonesia.....	27
Daftar I.9 Data Harga Beli, Jual, dan Keuntungan Pabrik Polikaprolaktam .....	30
Daftar I.10 Data Angkatan Kerja Provinsi Indonesia .....	32
Daftar V.1 Perhitungan Neraca Massa Total .....	45
Daftar V.2 Neraca Massa di MLT-01 .....	46
Daftar V.3 Neraca Massa di MIX-01 .....	46
Daftar V.4 Neraca Massa di R-01 .....	47
Daftar V.5 Neraca Massa di PLT-01 .....	47
Daftar V.6 Neraca Massa di EXT-01 .....	48
Daftar V.7 Neraca Massa di T-01 .....	48
Daftar V.8 Neraca Massa di DRY-01 .....	49
Daftar V.9 Neraca Massa di EVAP-01 .....	49
Daftar V.10 Neraca Massa di EXD-01 .....	50
Daftar V.11 Neraca Massa di EXD-01 .....	50
Daftar V.12 Neraca Massa di EXD-01 .....	51
Daftar VI.1 Neraca Panas MLT-01 .....	52
Daftar VI.2 Neraca Panas MIX-01 .....	53
Daftar VI.3 Neraca Panas T-01 .....	53
Daftar VI.4 Neraca Panas HE-01 .....	54
Daftar VI.5 Neraca Panas R-01 .....	54
Daftar VI.6 Neraca Panas HE-02.....	55
Daftar VI.7 Neraca Panas CD-01.....	55



Daftar VI.8 Neraca Panas CD-02.....	55
Daftar VI.9 Neraca Panas DRY-01 .....	56
Daftar VI.10 Neraca Panas PLT-01 .....	56
Daftar VI.11 Neraca Panas EVAP-01 .....	57
Daftar VI.12 Neraca Panas SPN-01 .....	57
Daftar VI.13 Neraca Panas EXD-01 .....	58
Daftar VII.1 Rangkuman Parameter Perancangan HE Pertama .....	67
Daftar VII.2 Rangkuman Parameter Perancangan HE Kedua .....	68
Daftar VII.3 Rangkuman Parameter Perancangan HE Ketiga .....	69
Daftar VII.4 Rangkuman Parameter Perancangan HE-01 .....	70
Daftar VII.5 Rangkuman Parameter Perancangan HE-02 .....	71
Daftar VII.6 Rangkuman Parameter Perancangan CD-02 .....	72
Daftar VII.7 Rangkuman Parameter Perancangan CD-02 .....	73
Daftar VIII.1 Kebutuhan Air Untuk Keperluan Umum .....	97
Daftar VIII.2 Kebutuhan Air Untuk Pemadam Kebakaran .....	97
Daftar VIII.3 Kebutuhan Air Pendingin .....	98
Daftar VIII.4 Perhitungan Kebutuhan Boiler Feed Water .....	99
Daftar VIII.5 Komposisi Standar Air Sungai .....	100
Daftar VIII.6 Hubungan T, Hs, H, dan y .....	149
Daftar VIII.7 Perhitungan Head Pompa .....	156
Daftar VIII.8 Perhitungan Pompa .....	159
Daftar VIII.9 Kebutuhan Udara Total .....	163
Daftar VIII.10 Kebutuhan Listrik Total .....	167
Daftar VIII.11 Kebutuhan Listrik untuk Proses .....	168
Daftar VIII.12 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas .....	169
Daftar VIII.13 Kebutuhan Listrik Cadangan .....	170
Daftar VIII.14 Identifikasi Limbah .....	172
Daftar VIII.15 Batu Mutu Limbah Cair Industri .....	173
Daftar VIII.16 Baku Mutu Limbah Gas .....	177
Daftar XI.1 Jadwal Pembagian Shift Kerja Karyawan Shift .....	248
Daftar XI.2 Jadwal Pembagian Shift Kerja Security .....	248
Daftar XI.3 Perhitungan Jumlah Operator .....	250
Daftar XI.4 Penggolongan Gaji Karyawan .....	251



Daftar XII.1 Data Nilai CEPCI Pada Tahun 1963 Hingga 2019 .....	257
Daftar XII.2 Hasil Perhitungan Nilai CEPCI pada tahun 2020 hingga 2025 .....	259
Daftar XII.3 Perhitungan Harga Alat Proses .....	260
Daftar XII.4 Perhitungan Harga Alat Utilitas .....	267
Daftar XII.5 Perhitungan Harga Bahan Baku Proses.....	277
Daftar XII.6 Perhitungan Harga Bahan Utilitas.....	278
Daftar XII.7 Perhitungan Sensitivitas (DCFRR pada berbagai parameter) .....	290



---

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar I.1 Data Impor Nilon Indonesia .....	6
Gambar I.2 Data Ekspor Nilon Indonesia.....	6
Gambar I.3 Struktur Polikaprolaktam .....	7
Gambar I.4 Struktur Kaprolaktam .....	10
Gambar I.5 Proses Pembuatan Kaprolaktam dari Fenol .....	10
Gambar I.6 Struktur Asam Terftalat .....	11
Gambar I.7 Struktur Dimer Kaprolaktam .....	12
Gambar I.8 Reaksi Pembukaan Cincin Polimerisasi Hidrolitik Kaprolaktam.....	13
Gambar I.9 Reaksi Adisi Polimerisasi Hidrolitik Kaprolaktam .....	14
Gambar I.10 Inisiasi Polimerisasi Anionik Kaprolaktam .....	15
Gambar I.11 Propagasi Polimerisasi Anionik Kaprolaktam.....	16
Gambar I.12 Degradasi Polimerisasi Anionik Kaprolaktam .....	16
Gambar I.13 Perkembangan Penggunaan Nilon 6 dan Nilon 6,6 pada Berbagai Industri.....	21
Gambar I.14 Perkembangan Konsumsi Nylon Fibers di Dunia Tahun 2018 .....	22
Gambar I.15 Industri dengan Penggunaan Nilon 6 Terbesar.....	22
Gambar I.16 Peta Lokasi Kawasan Industri Jababeka.....	33
Gambar IV.1 Diagram Blok Kuantitatif Prarancangan Pabrik Polikaprolaktam dari Kaprolaktam Kapasitas 40.000 Ton/Tahun .....	42
Gambar IV.2 Diagram Blok Kuantitatif Prarancangan Pabrik Polikaprolaktam dari Kaprolaktam Kapasitas 40.000 Ton/Tahun .....	43
Gambar IV.3 <i>Process Engineering Flow Diagram</i> Prarancangan Pabrik Polikaprolaktam dari Kaprolaktam Kapasitas 40.000 ton/tahun .....	44
Gambar V.1 Skema Aliran Massa <i>Overall</i> .....	45
Gambar VIII.1 Process Flow Diagram Unit Pengolahan Air .....	110
Gambar VIII.2 Skema Mixer (Utilitas – 01).....	126
Gambar VIII.3 Grafik H vs Tw.....	148
Gambar VIII.4 Skema Cooling Tower.....	152
Gambar VIII.5 Skema Aliran dari Titik 1 ke Titik 2 .....	155
Gambar VIII.6 Skema Unit Penyedia Udara .....	163
Gambar VIII.7 Skema Proses Pengolahan Limbah Gas .....	178
Gambar IX.1 Layout Pabrik Keseluruhan .....	181

Gambar IX.2 Layout Alat Proses.....	182
Gambar IX.3 Layout Alat Penyimpana .....	183
Gambar X.1 Struktur Organisasi Manajemen SHE .....	194
Gambar X.2 Node Analisis HAZOP Pada Reaktor R-01 .....	207
Gambar X.3 Reaktor R-01 Setelah Dipasang Safety Guard .....	219
Gambar X.4 Skema Proses Pengolahan Limbah Gas .....	221
Gambar X.5 Node Analisis HAZOP Pada Boiler BL-01 .....	222
Gambar X.6 Boiler BL-01 Setelah Dipasang Safety Guard .....	231
Gambar XI.1 Diagram Organisasi Secara Umum Pabrik Polokaprolaktam.....	237
Gambar XII.1 Grafik Nilai CEPCI Pada Tahun 1963 Hingga 2019.....	258
Gambar XII.2 Hubungan Total Cost dan Sales pada Berbagai Kapasitas Produksi.....	287
Gambar XII.3 Hubungan Perubahan Parameter dengan DCFRR.....	290