

**PRARANCANGAN PABRIK GULA DARI TEBU
KAPASITAS PRODUKSI 20.000 TON/TAHUN**



DWI SUNU WIBIYANTI (1210017411014)

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*

**UNIVERSITAS BUNG HATTA
MEI 2016**

INTISARI

Pabrik gula dari tebu ini dirancang dengan kapasitas produksi 20.000 ton/tahun dengan lokasi pabrik direncanakan di Kecamatan Tanjung Raya Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat. Pabrik ini beroperasi selama 180 hari per tahun. Pembuatan gula dari tebu menggunakan proses Fosfatasi dengan cara menambahkan asam fosfat. Proses fosfatasi berlangsung pada temperatur 80°C dengan tekanan 1 atm selama 1 jam. Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perusahaan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi "*line and staff*", dan mampu menyerap tenaga kerja sebanyak 68 orang. Massa konstruksi pabrik direncanakan selama 2 tahun. Hasil analisa ekonomi pada rancangan pabrik gula ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan jumlah total investasi yang dibutuhkan sebesar US\$ 21.215,342,00 atau Rp288.528.664.845,91 yang diperoleh dari pinjaman bank 50% dan 50% modal sendiri. Laju pengembalian modal (ROI) sebesar 39,07 %, waktu pengembalian modal 3 tahun 5 bulan 29 hari dan *Break Event Point* (BEP) sebesar 42,95 %.

KATA PENGANTAR



Puji syukur alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga pada kesempatan ini penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Pra Rancangan Pabrik Gula dari tebu dengan Kapasitas Produksi 20.000 Ton/Tahun. Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Pembuatan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dengan segala ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir.Drs.Mulyanef,M.Sc selaku dekan Fakultas Teknologi Universitas Bung hatta.
2. Ibu Dr.Eng.Reni Desmiarti,S.T,M.T selaku ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Bung Hatta.
3. Ibu Ir.Elmi Sundari,M.T selaku Pembimbing I dan bapak Dr.Firdaus,S.T, M.T selaku Pembimbing II Tugas Akhir Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang banyak berperan penting memberikan bimbingan serta masukan dalam penyelesaian laporan menjadi lebih baik dan dapat dipahami, hingga selesai tepat pada waktunya.
4. Seluruh dosen Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuannya untuk penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua penulis, yakni Priyo Prayitno dan Sri Wahyuningsih yang telah membesarkan, memberikan doa dan kasih sayang, memberikan dukungan moral dan material serta mendidik dengan penuh sabar.
6. Senior Teknik Kimia yang banyak memberikan sumbangan pemikiran serta dukungan moral.

7. Seterusnya kepada teman-teman seperjuangan di Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang telah berbagi senang, keluh serta kesah bersama penulis dan tak akan pernah terlupakan.

Walaupun tugas akhir ini telah selesai, namun penulis merasa bahwa tugas akhir ini masih belum sempurna. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Dan semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Padang, Mei 2016

Dwi Sunu Wibiyanti

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN	
LEMBAR REKOMENDASI	
INTI SARI	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan	2
1.3 Alternatif Pemilihan Lokasi Pabrik	3
1.3.1 Kabupaten Tanah Datar.....	3
1.3.2 Kabupaten Solok	5
1.3.3 Kabupaten Agam.....	6
1.4 Lokasi Pabrik	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Tinjauan Umum	8
2.1.1 Tebu	8
2.1.2 Nira Tebu	9
2.1.3 Sukrosa	10
2.1.4 Gula	11
2.1.5 Faktor-faktor yang mempengaruhi proses produksi gula	13
2.2 Tinjauan Proses	15
2.3 Sifat Fisik dan Kimia	23
2.3.1 Bahan Baku	23
2.3.2 Bahan Penunjang	25
2.3.3 Produk	27
2.4 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Penunjang dan Produk	27
BAB III TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES	29

3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram.....	29
3.1.1 Tahapan Proses	29
3.1.2 Blok Diagram.....	30
3.2 Deskripsi Proses dan <i>Flow Sheet</i>	31
3.2.1 Deskripsi Proses.....	31
3.2.2 <i>Flow Sheet</i>	33
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI	34
4.1 Neraca Massa	34
4.2 Neraca Energi	41
BAB V UTILITAS.....	45
5.1 Unit Penyediaan Air, Steam dan Listrik	47
5.1.1 Unit Penyedia Air	47
5.1.2 Unit Pembangkit Steam	56
5.1.3 Unit Penyediaan Listrik	57
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	58
6.1 Spesifikasi Peralatan Utama.....	58
6.1.1 Gudang Penyimpanan.....	58
6.1.2 <i>Intermediete cane carrier I</i>	58
6.1.3 <i>Roller cane mill I</i>	59
6.1.4 <i>Intermediete cane carrier II</i>	59
6.1.5 <i>Roller cane mill II</i>	60
6.1.6 <i>Intermediete cane carrier III</i>	60
6.1.7 <i>Roller cane mill III</i>	61
6.1.8 <i>Intermediete cane carrier III</i>	62
6.1.9 Pompa <i>roller cane mill II</i>	62
6.1.10 <i>Vibrating screen</i>	63
6.1.11 Pompa scren ke defekator.....	63
6.1.12 Tanki penyimpanan CaO	64
6.1.13 <i>Continuous vertical conveyor</i>	65
6.1.14 Reaktor <i>Hydrator</i>	65
6.1.15 Pompa Ca(OH) ₂ ke defekator	66
6.1.16 Reaktor Defekator.....	67

6.1.17 Pompa defekator ke fosfatator	68
6.1.18 Tangki penyimpanan H ₃ PO ₄	68
6.1.19 Pompa H ₃ PO ₄ ke fosfatator	69
6.1.20 Raktor fosfatator	69
6.1.21 Pompa <i>centrifuge</i>	70
6.1.22 Pompa <i>Evaporator I</i>	71
6.1.23 <i>Evaporator I</i>	71
6.1.24 Pompa <i>Evaporator II</i>	72
6.1.25 <i>Evaporator II</i>	73
6.1.26 Pompa ke <i>Crystalizer I</i>	73
6.1.27 <i>Crystalizer I</i>	74
6.1.28 Pompa <i>Crystalizer I</i>	75
6.1.29 <i>Na-Crystalizer I</i>	75
6.1.30 <i>Centrifuge I</i>	76
6.1.31 <i>Crystalizer II</i>	77
6.1.32 Pompa <i>Crystalizer II</i>	78
6.1.33 <i>Na-Crystalizer II</i>	78
6.1.34 <i>Centrifuge II</i>	79
6.1.35 Pompa molasses.....	80
6.1.36 Tangki penyimpanan molasses	80
6.1.37 <i>Vibrating Sreen</i>	81
6.1.38 <i>Dryer</i>	81
6.1.39 Gudang penyimpanan produk.....	82
6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas	82
6.2.1 Pompa Air Sungai.....	83
6.2.2 Bak Penampung Air Sungai	83
6.2.3 Pompa Ke Unit <i>Raw Water</i>	84
6.2.4 Tangki Pelarutan Alum.....	84
6.2.5 Pompa Larutan Alum.....	85
6.2.6 Tangki Pelarutan Kapur Tohor	86
6.2.7 Pompa Larutan Kapur Tohor	86
6.2.8 Tangki Pelarutan Kaporit.....	87

6.2.9 Pompa Larutan Kaporit	88
6.2.10 Unit Pengolahan <i>Raw Water</i>	89
6.2.11 Pompa Ke <i>Sand Filter</i>	89
6.2.12 <i>Sand Filter</i>	90
6.2.13 Pompa Ke Bak Penampungan Air Bersih.....	90
6.2.14 Bak Penampungan Air Bersih	91
6.2.15 Pompa Ke <i>Softener Tank</i>	92
6.2.16 <i>Softener Tank</i>	92
6.2.17 Pompa Ke Tangki Air Demin.....	93
6.2.18 Tangki Air Demin.....	94
6.2.19 Pompa Masuk <i>Cooling Tower</i>	94
6.2.20 <i>Cooling Tower</i>	95
6.2.21 Pompa Deaerator	95
6.2.22 <i>Deaerator</i>	96
6.2.23 Pompa Masuk <i>Boiler</i>	97
6.2.24 <i>Boiler</i>	97
6.2.25 Pompa Bahan Bakar Masuk <i>Boiler</i>	98
BAB VII TATA LETAK PABRIK DAN K3LH (KESEHATAN, KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP	99
7.1 Tata Letak Pabrik	99
7.2 Keselamatan Kerja	103
7.2.1 Sebab-Sebab Terjadinya Kecelakaan	103
7.2.2 Peningkatan Usaha Keselamatan Kerja.....	104
7.2.3 Jenis-Jenis dan Tindakan Untuk Menghindari/ Mengurangi Kecelakaan Kerja.....	105
7.2.4 Peraturan-Peraturan Pemerintah Terkait dengan K3	106
7.2.5 Alat Pelindung Diri (APD).....	107
BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN	111
8.1 Bentuk Perusahaan	111
8.2 Struktur Organisasi	112
8.3 Tugas dan Wewenang	114
BAB IX ANALISA EKONOMI	122

9.1	<i>Total Capital Investment</i>	122
9.2	Biaya Produksi (<i>Total Production Cost</i>).....	123
9.3	Harga Jual (<i>Total Sales</i>).....	124
9.4	Tinjauan Kelayakan Pabrik	124
9.4.1	Laba Kotor dan Laba Bersih.....	124
9.4.2	Laju Pengembalian Modal (<i>Rate of Investment</i>)	124
9.4.3	Waktu Pengembalian Modal (<i>Pay Out Time</i>).....	124
9.4.4	Titik Impas (<i>Break Even Point</i>).....	125
BAB X TUGAS KHUSUS		126
10.1	Pendahuluan	126
10.2	Ruang Lingkup Rancangan	126
10.3	Rancangan	126
10.4	Kesimpulan Hasil Rancangan	148
BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN.....		152
11.1	Kesimpulan	152
11.2	Saran.....	153
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Nama-nama pabrik gula di indonesia.....	1
Tabel 1.2 analisa swot Kab Tanah Datar.....	1
Tabel 1.3 analisa swot Kab Solok	2
Tabel 1.4 analisa swot Kab Agam.....	4
Tabel 2.1 Komposisi tebu.....	8
Tabel 2.2 Komposisi nira tebu.....	10
Tabel 2.3 Syarat Mutu Gua Pasir	13
Tabel 2.4 Perbandingan proses pada 3 (tiga) pabrik gula	23
Tabel 4.1 Neraca Massa Roller I	34
Tabel 4.2 Neraca Massa Roller II.....	35
Tabel 4.3 Neraca Massa Roller III	35
Tabel 4.4 Neraca Massa <i>Vibrating Screen</i>	35
Tabel 4.5 Neraca Massa Hydrator	36
Tabel 4.6 Neraca Massa Defekator	36
Tabel 4.7 Neraca Massa Fosfatator	37
Tabel 4.8 Neraca Massa <i>Centrifuge Filter</i>	37
Tabel 4.9 Neraca Massa Evaporator I	38
Tabel 4.10 Neraca Massa Evaporator II.....	38
Tabel 4.11 Neraca Massa Kristalizer I	38
Tabel 4.12 Neraca Massa <i>Na-Cristalizer</i>	39
Tabel 4.13 Neraca Massa <i>Centrifuge Filter I</i>	39
Tabel 4.14 Neraca Massa Kristalizer II.....	40
Tabel 4.15 Neraca Massa <i>Na-Cristalizer</i>	40
Tabel 4.16 Neraca Massa <i>Centrifuge Filter II</i>	40
Tabel 4.17 Neraca Massa <i>Dryer</i>	41
Tabel 4.18 Neraca Energi <i>Roller II</i>	42
Tabel 4.19 Neraca Energi <i>Roller III</i>	42
Tabel 4.20 Neraca Energi <i>Fosfatator</i>	42
Tabel 4.21 Neraca Energi Evaporator I.....	42
Tabel 4.22 Neraca Energi Evaporator II.....	43

Tabel 4.23 Neraca Energi Kristalizer I.....	43
Tabel 4.24 Neraca Energi Kristalizer II	43
Tabel 4.25 Neraca Energi <i>Na-Cristalizer I</i>	44
Tabel 4.26 Neraca Energi <i>Na-Cristalizer II</i>	44
Tabel 4.27 Neraca Energi <i>Dryer</i>	44
Tabel 5.1 Kebutuhan listrik pada pabrik gula	45
Tabel 5.2 Kebutuhan Air proses pada pabrik gula	46
Tabel 5.3 Kebutuhan Air sanitasi pada pabrik gula	46
Tabel 5.4 Kebutuhan Air pendingin pada pabrik gula	46
Tabel 5.5 Kebutuhan <i>steam</i> pada pabrik gula	46
Tabel 5.6 Kualitas Air Sungai Jembatan Ampang	47
Tabel 5.7 Media dalam <i>Sand Filter</i>	51
Tabel 5.8 Kehilangan Efisiensi Termal	55
Tabel 5.9 Persyaratan air umpan boiler	56
Tabel 6.1.1 Spesifikasi gudang penyimpanan tebu	58
Tabel 6.1.2 Spesifikasi <i>Intermediete Cane Carrier I</i>	58
Tabel 6.1.3 Spesifikasi <i>Roller Cane Mill I</i>	59
Tabel 6.1.4 Spesifikasi <i>Intermediete Cane Carrier II</i>	59
Tabel 6.1.5 Spesifikasi <i>Roller II</i>	60
Tabel 6.1.6 Spesifikasi <i>Intermediete Cane Carrier</i>	60
Tabel 6.1.7 Spesifikasi <i>Roller III</i>	61
Tabel 6.1.8 Spesifikasi <i>Intermediete Cane Carrier</i>	62
Tabel 6.1.9 Spesifikasi Pompa <i>Roller Cane Mill III – Roller Cane II</i>	62
Tabel 6.1.10 Spesifikasi <i>Vibrating Screen</i>	63
Tabel 6.1.11 Spesifikasi <i>Screen ke Defekator</i>	63
Tabel 6.1.12 Spesifikasi tangki CaO	64
Tabel 6.1.13 Spesifikasi <i>Continuous Vertical Conveyor</i>	65
Tabel 6.1.14 Spesifikasi Reaktor <i>Hydrator</i>	65
Tabel 6.1.15 Spesifikasi Pompa Ca(OH) ₂ ke <i>Defekator</i>	66
Tabel 6.1.16 Spesifikasi Reaktor <i>Defekator</i>	67
Tabel 6.1.17 Spesifikasi Pompa <i>Defekator ke Fosfatator</i>	68
Tabel 6.1.18 Spesifikasi Tangki Penyimpanan H ₃ PO ₄	68

Tabel 6.1.19 Spesifikasi Pompa H ₃ PO ₄ ke <i>Fosfatator</i>	69
Tabel 6.1.20 Spesifikasi Reaktor <i>Fosfatator</i>	69
Tabel 6.1.21 Spesifikasi Pompa <i>Centrifuge</i>	70
Tabel 6.1.22 Spesifikasi Pompa <i>Evaporator I</i>	71
Tabel 6.1.23 Spesifikasi <i>Evaporator I</i>	71
Tabel 6.1.24 Spesifikasi Pompa <i>Evaporator II</i>	72
Tabel 6.1.25 Spesifikasi <i>Evaporator II</i>	73
Tabel 6.1.26 Spesifikasi Pompa <i>Crystalizer I</i>	73
Tabel 6.1.27 Spesifikasi <i>Crystalizer I</i>	74
Tabel 6.1.28 Spesifikasi Pompa <i>Na-Crystalizer I</i>	75
Tabel 6.1.29 Spesifikasi <i>Na-Crystalizer I</i>	75
Tabel 6.1.30 Spesifikasi <i>Centrifuge I</i>	76
Tabel 6.1.31 Spesifikasi <i>Crystalizer II</i>	77
Tabel 6.1.32 Spesifikasi Pompa <i>Crystalizer II</i>	77
Tabel 6.1.33 Spesifikasi <i>Na-Crystalizer II</i>	78
Tabel 6.1.34 Spesifikasi <i>Centrifuge II</i>	79
Tabel 6.1.35 Spesifikasi Pompa dari centrifuge ke tangki molase	80
Tabel 6.1.36 Spesifikasi Tangki Penyimpanan <i>Molasses</i>	80
Tabel 6.1.37 Spesifikasi <i>Vibrating Sereen</i>	81
Tabel 6.1.38 Spesifikasi <i>Screen Dryer</i>	81
Tabel 6.1.39 Spesifikasi gudang penyimpanan produk	82
Tabel 6.2.1 Spesifikasi Pompa Air Sungai	83
Tabel 6.2.2 Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai	83
Tabel 6.2.3 Spesifikasi Pompa Bak Penampung	84
Tabel 6.2.4 Spesifikasi Tangki Pelarutan Alum	84
Tabel 6.2.5 Spesifikasi Pompa Larutan Alum	85
Tabel 6.2.6 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kapur Tohor	86
Tabel 6.2.7 Spesifikasi Pompa Larutan Kapur Tohor	86
Tabel 6.2.8 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kaporit	87
Tabel 6.2.9 Spesifikasi Pompa Larutan Kaporit	88
Tabel 6.2.10 Spesifikasi Unit Pengolahan <i>Raw Water</i>	89
Tabel 6.2.11 Spesifikasi Pompa dari Unit Pengolahan <i>Raw Water</i>	89

Tabel 6.2.12 Spesifikasi <i>Sand Filter</i>	90
Tabel 6.2.13 Spesifikasi Pompa Air Bersih.....	90
Tabel 6.2.14 Spesifikasi Bak Penampungan Air Bersih.....	91
Tabel 6.2.15 Spesifikasi Pompa Ke <i>Softener Tank</i>	92
Tabel 6.2.16 Spesifikasi <i>Softener Tank</i>	92
Tabel 6.2.17 Spesifikasi Pompa Dari <i>Kation</i> ke <i>Anion Exchanger</i>	93
Tabel 6.2.18 Spesifikasi Tangki Air Demin.....	94
Tabel 6.2.19 Spesifikasi Pompa Masuk <i>Cooling Tower</i>	94
Tabel 6.2.20 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i>	95
Tabel 6.1.21 Spesifikasi Pompa Deaerator.....	95
Tabel 6.1.22 Spesifikasi <i>Deaerator</i>	96
Tabel 6.1.23 Spesifikasi Pompa Dari <i>Deaerator</i>	97
Tabel 6.1.24 Spesifikasi <i>Boiler</i>	97
Tabel 6.1.25 Spesifikasi Pompa Bahan Bakar Masuk <i>Boiler</i>	98
Tabel 7.1 Keterangan Tata Letak Peralatan Pabrik.....	102
Tabel 8.1 Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i>	119
Tabel 8.2 Karyawan <i>Non Shift</i>	120
Tabel 8.3 Karyawan <i>Shift</i>	120
Tabel 9.1 Biaya Komponen <i>Total Capital Investment</i>	123
Tabel 9.2 Biaya Komponen <i>Manufacturing Cost</i>	123
Tabel 9.3 Perhitungan Laba Kotor dan Laba Bersih.....	124
Tabel 10.4.1 Spesifikasi Reaktor <i>Hydrator</i>	148
Tabel 10.4.2 Spesifikasi <i>Intermediete Cane Carrier</i>	149
Tabel 10.4.3 Spesifikasi <i>Evaporator I</i>	150
Tabel 10.4.4 Spesifikasi <i>Roller I</i>	151
Tabel A.1 Komposisi tebu.....	LA-1
Tabel A.2 Neraca massa <i>Roller I</i>	LA-3
Tabel A.3 Neraca Massa <i>Roller II</i>	LA-4
Tabel A.4 Neraca Massa <i>Roller III</i>	LA-6
Tabel A.5 Neraca Massa <i>Vibrating Screen</i>	LA-7
Tabel A.6 Neraca Massa <i>Hydrator</i>	LA-8
Tabel A.7 Neraca Massa Defekator.....	LA-10

Tabel A.8 Neraca Massa Fosfatator	LA-12
Tabel A.9 Neraca Massa <i>Centrifuge Filter I</i>	LA-13
Tabel A.10 Neraca Massa <i>Evaporator I</i>	LA-15
Tabel A.11 Neraca Massa <i>Evaporator II</i>	LA-15
Tabel A.12 Data kelarutan sukrosa dalam air	LA-16
Tabel A.13 Neraca Massa <i>Crystalizer I</i>	LA-17
Tabel A.14 Neraca Massa <i>Na-Crystalizer I</i>	LA-18
Tabel A.15 Neraca Massa <i>Centrifuge Filter II</i>	LA-19
Tabel A.16 Neraca Massa <i>Crystalizer II</i>	LA-20
Tabel A.17 Neraca Massa <i>Na-Crystalizer II</i>	LA-21
Tabel A.18 Neraca Massa <i>Centrifuge Filter III</i>	LA-22
Tabel A.19 Neraca Massa <i>Dryer</i>	LA-24
Tabel A.20 Neraca Massa <i>Vibrating Screen II</i>	LA-25
Tabel B.1 Nilai Kapasitas Panas Komponen Padat	LB-2
Tabel B.2 Nilai Panas Pembentukan Komponen	LB-2
Tabel B.3 Neraca Energi pada Q_3 <i>Roller II</i>	LB-3
Tabel B.4 Neraca Energi pada Q_4 <i>Roller II</i>	LB-4
Tabel B.5 Neraca Energi pada Q_5 <i>Roller II</i>	LB-4
Tabel B.6 Neraca Energi pada Q_6 <i>Roller II</i>	LB-4
Tabel B.7 Neraca Energi pada Q_6 <i>Roller III</i>	LB-5
Tabel B.8 Neraca Energi pada Q_7 <i>Roller III</i>	LB-6
Tabel B.9 Neraca Energi pada Q_8 <i>Roller III</i>	LB-6
Tabel B.10 Neraca Energi pada Q_9 <i>Roller III</i>	LB-6
Tabel B.11 Neraca Energi pada Q_{16} <i>Fosfatator</i>	LB-7
Tabel B.12 Neraca Energi pada Q_{17} <i>Fosfatator</i>	LB-8
Tabel B.13 Neraca Energi pada Q_{18} <i>Fosfatator</i>	LB-8
Tabel B.14 H_f^o Reaktan dan H_f^o Produk	LB-8
Tabel B.15 Neraca Energi <i>Fosfatator</i>	LB-10
Tabel B.16 Neraca Energi pada Q_{20} <i>Evaporator I</i>	LB-11
Tabel B.17 Neraca Energi pada Q_{21} <i>Evaporator I</i>	LB-11
Tabel B.18 Neraca Energi pada Q_{22} <i>Evaporator I</i>	LB-11
Tabel B.19 Neraca Energi <i>Evaporator I</i>	LB-12

Tabel B.20 Neraca Energi pada Q_{22} <i>Evaporator II</i>	LB-14
Tabel B.21 Neraca Energi pada Q_{23} <i>Evaporator II</i>	LB-15
Tabel B.22 Neraca Energi pada Q_{24} <i>Evaporator II</i>	LB-15
Tabel B.23 Neraca Energi <i>Evaporator II</i>	LB-16
Tabel B.24 Neraca Energi pada Q_{24} <i>Crystalizer I</i>	LB-17
Tabel B.25 Neraca Energi pada Q_{25} <i>Crystalizer I</i>	LB-17
Tabel B.26 Neraca Energi pada Q_{26} <i>Crystalizer I</i>	LB-17
Tabel B.27 Neraca Energi <i>Crystalizer I</i>	LB-18
Tabel B.28 Neraca Energi pada Q_{26} <i>Crystalizer II</i>	LB-19
Tabel B.29 Neraca Energi pada Q_{27} <i>Crystalizer II</i>	LB-19
Tabel B.30 Neraca Energi pada Q_{28} <i>Crystalizer II</i>	LB-20
Tabel B.31 Neraca Energi <i>Crystalizer II</i>	LB-21
Tabel B.32 Neraca Energi pada Q_{26} <i>Na-Crystalizer I</i>	LB-21
Tabel B.33 Neraca Energi pada Q_{27} <i>Na-Crystalizer I</i>	LB-22
Tabel B.34 Air Pendingin Masuk <i>Na-Crystalizer I</i>	LB-22
Tabel B.35 Air Pendingin Keluar <i>Na-Crystalizer I</i>	LB-22
Tabel B.36 Neraca Energi <i>Na-Crystalizer I</i>	LB-23
Tabel B.37 Neraca Energi pada Q_{31} <i>Na-Crystalizer II</i>	LB-23
Tabel B.38 Neraca Energi pada Q_{32} <i>Na-Crystalizer II</i>	LB-24
Tabel B.39 Air Pendingin Masuk <i>Na-Crystalizer II</i>	LB-24
Tabel B.40 Air Pendingin Keluar <i>Na-Crystalizer II</i>	LB-24
Tabel B.41 Neraca Energi <i>Na-Crystalizer II</i>	LB-25
Tabel B.42 Neraca Energi pada Q_{34} <i>Dryer</i>	LB-26
Tabel B.43 Neraca Energi pada Q_{35} <i>Dryer</i>	LB-26
Tabel B.44 Neraca Energi pada Q_{36} <i>Dryer</i>	LB-26
Tabel B.45 Neraca Energi <i>Dryer</i>	LB-27
Tabel C.1 Dimensi <i>Roller Cane Mill</i> pada Peralatan Proses	LC-8
Tabel C.2 Dimensi <i>Continuous Flow Conveyor</i> pada Peralatan Proses	LC-16
Tabel C.3 Dimensi <i>Centrifuge</i> pada Peralatan Proses	LC-18
Tabel C.4 Dimensi Reaktor pada Peralatan Proses	LC-24
Tabel C.5 Daya Pompa Pada Peralatan Proses	LC-32
Tabel C.6 Dimensi <i>Evaporator</i> Pada Peralatan Proses.....	LC-37

Tabel C.7 Dimensi <i>Crystalizer</i> Pada Peralatan Proses.....	LC-45
Tabel C.8 Dimensi <i>Na-Crystalizer</i> Pada Peralatan Proses.....	LC-52
Tabel C.9 Kebutuhan Listrik Pada Peralatan Utilitas	LC-55
Tabel C.10 Kebutuhan Listrik Pada Peralatan Utilitas	LC-56
Tabel C.11 Kebutuhan Steam untuk Proses	LC-58
Tabel C.12 Kebutuhan Air Proses.....	LC-58
Tabel C.13 Kebutuhan Air Pendingin	LC-58
Tabel C.14 Daya Pompa Pada Peralatan Utilitas	LC-65
Tabel D.1 Daftar Indeks Harga Rata-Rata Tahunan	LD-1
Tabel D.2 Daftar Perkiraan Harga Peralatan Proses	LD-3
Tabel D.3 Daftar Perkiraan Harga Peralatan Utilitas	LD-4
Tabel D.4 Perhitungan <i>Capital Investment</i> Pabrik gula	LD-5
Tabel D.5 Daftar Gaji Karyawan	LD-7
Tabel D.6 Perhitungan Komponen Biaya Produksi Total	LD-8

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Persamaan Linier Impor Gula.....	2
Gambar 2.1 Struktur Kimia Sukrosa	11
Gambar 2.2 Blok Diagram Proses Pembuatan Gula	15
Gambar 3.1 Blok Diagram Pembuatan Gula	30
Gambar 3.2 Flow Sheet Proses Pembuatan Gula dari Tebu	33
Gambar 5.1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi	48
Gambar 5.2 Lapisan Kerak pada Pipa	55
Gambar 5.3 Proses <i>Deaerasi</i> di <i>Deaerator</i>	56
Gambar 5.4 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Proses	56
Gambar 7.1 Tata Letak Lingkungan Pabrik	101
Gambar 7.2 Tata Letak Peralatan Pabrik	102
Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan	113
Gambar 9.1 Grafik <i>Break Even Point</i> (BEP)	125
Gambar D.1 Grafik Hubungan Harga Indeks Terhadap Tahun	LD-2
Gambar D.2 Kurva BEP	LD-11

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Neraca Massa	LA-1
Lampiran B Neraca Energi	LB-1
Lampiran C Spesifikasi Peralatan	LC-1
Lampiran D Analisa Ekonomi	LD-1

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gula merupakan komoditas yang penting bagi masyarakat Indonesia dan perekonomian pangan Indonesia. Kebutuhan gula di Indonesia mencapai 5,7 juta ton per tahun, namun pabrik gula di Indonesia hanya bisa memenuhi maksimal 2,5 juta ton per tahun. Untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri, pemerintah mengimpor gula 56% dari negara lain dan untuk memenuhi impor gula membutuhkan lahan tebu baru seluas 350.000 hektar. (agroindonesia.co.id, 2014). Dengan tingginya impor gula di Indonesia maka dengan itu didirikan pabrik gula. Pembangunan satu buah pabrik gula beserta perkebunan tebu baru membutuhkan dana investasi sebesar Rp 5 triliun (menteripertanian,GATRAnews).

Bahan baku utama pabrik gula di Indonesia pada umumnya adalah tebu karena sesuai dengan keadaan alam tropis. Penggunaan tebu sebagai bahan baku pembuatan gula karena ketersediaan bahan baku, serta mudah didapatkan dan memiliki masa panen yang relatif singkat yaitu 9-14 bulan. Selain dari tebu, gula dapat dihasilkan dari bit, enau, kurma, nira kelapa dan maple. Penggunaan bahan-bahan seperti bit, kurma, maple serta enau memiliki kelemahan yaitu ketersediaan bahan baku serta kondisi alam Indonesia yang bersifat tropis.

Proses pembuatan gula pasir meliputi beberapa tahapan, yaitu: persiapan bahan baku, pengambilan nira, pemurnian, pengkristalan, pengeringan, pengemasan dan penyimpanan. Di pabrik gula yang membedakan hasil gula adalah pada proses pemurnian. Ada tiga macam proses pemurnian nira diantaranya adalah proses defekasi yang menghasilkan gula mentah (*raw sugar*), proses sulfitasi yang menghasilkan gula kristal putih dan proses karbonatasi yang menghasilkan gula rafinasi. Pada saat ini sebagian besar pabrik gula di Indonesia menggunakan proses sulfitasi dalam pemurnian nira.

1.2 Kapasitas Produksi

Untuk menentukan kapasitas pendirian pabrik maka harus berdasarkan kapasitas minimum dari pabrik yang ada, ketersediaan bahan baku dan kebutuhan

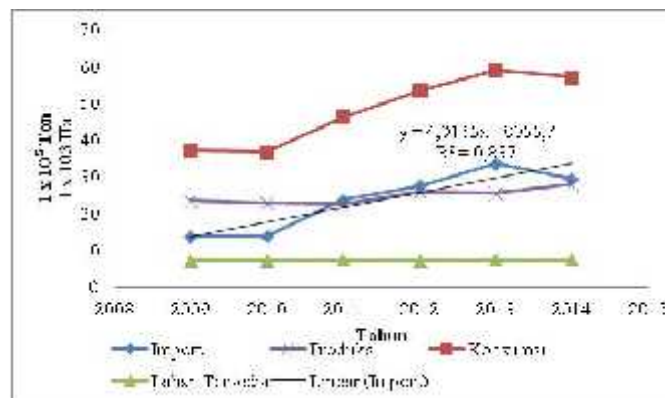
pasar. Berikut dapat dilihat pada tabel 1.1 untuk kapasitas produksi gula yang ada di Indonesia.

Tabel 1.1. Nama-nama pabrik gula di Indonesia

No	PabrikGula	ProduksiGula (ribu ton/tahun)
1	PTPN II	100
2	PTPN VII	120
3	PTPN IX	260
4	PTPN X	570
5	PTPN XI	500
6	PTPN XIII	50
7	PTPN XIV	80
8	PT TribunaBina	110
9	PT Candi	30
10	PT Rajawali I	200
11	PT Rajawali II	205
12	PT GunungMadu Plantation	200
13	PT GulaPutihMataram	500

Sumber: Direktorat jenderal bina produksi perkebunan

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) import Indonesia kebutuhan gula pertahun dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Regresi linier jumlah import gula

Berdasarkan Gambar 1.1 dapat diperoleh persamaan regresi untuk jumlah impor gula Indonesia. Dari persamaan yang diperoleh dapat dihitung jumlah impor gula pada tahun 2021 sebesar 6.164.650 ton. Berdasarkan perhitungan neraca massa untuk menghasilkan produk gula 6.164.650 ton dibutuhkan tebu sebanyak 77.058.125ton.

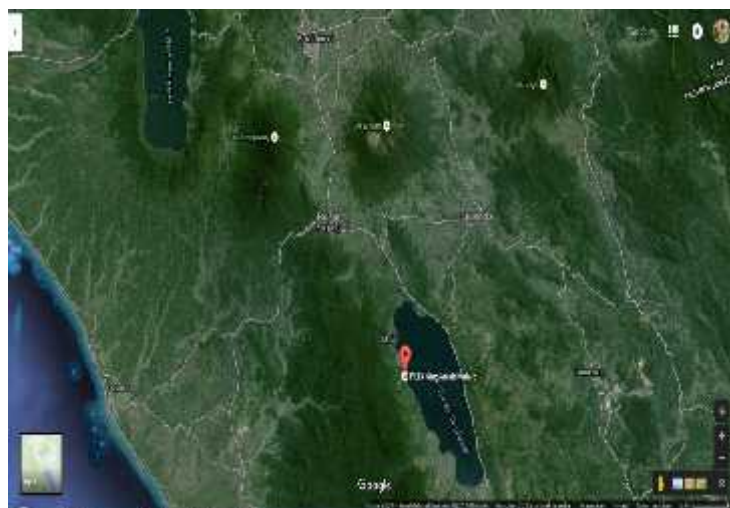
Berdasarkan data diatas maka pabrik gula dari tebu ini dirancang dengan kapasitas produksi 20.000 ton/tahun dengan luas lahan tebu yang dibutuhkan adalah 12.500 Ha. Di sumatera barat lahan yang tersedia pada tahun 2014 adalah

7.493 Ha. Pabrik ini dirancang dengan mempertimbangkan luas lahan yang tersedia dimana asumsi mengambil lahan 50% dari lahan yang tersedia dan sisanya dengan menyediakan lahan sendiri dan kapasitas alat yang digunakan mengingat bahwa perancangan pabrik gula ini hanya untuk pendirian satu pabrik saja.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pendirian pembuatan gula ini direncanakan di Provinsi Sumatera Barat. Beragamnya lokasi yang akan dipilih tersebut membuat pemilihan lokasi dilakukan dengan analisa SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities dan Threat*).

1.3.1 Alternatif Lokasi 1 (Kabupaten Tanah Datar)



Analisa SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities dan Threat*) di Kabupaten Tanah Datar.

Tabel 1.2. Analisa SWOT Kabupaten Tanah Datar

Variabel	Internal		Eksternal	
	<i>Strength</i> (Kekuatan)	<i>Weakness</i> (Kelemahan)	<i>Opportunities</i> (Peluang)	<i>Threat</i> (Ancaman)
➤ Bahan baku	<ul style="list-style-type: none"> Bahan baku ditanam sendiri Dekat dengan bahan baku 	<ul style="list-style-type: none"> Butuh lahan yang luas 	<ul style="list-style-type: none"> Lahan yang tersedia 2.781 Ha 	<ul style="list-style-type: none"> Dibuat jalan dari pabrik ke lahan agar dapat mengangkut bahan baku Bahan baku diproduksi untuk gula merah tebn dan dibuat

				minuman tebu • Rawan terjadinya tanah longsor • Adanya minat dari pihak lain untuk memiliki lahan yang tersedia
➤ Pemasaran	• Transportasi darat	• Tidak ada transportasi laut dan udara	• Dipasarkan ke berbagai daerah di Sumatera Barat	• Membutuhkan biaya yang lebih besar
➤ Utilitas	• Dilalui oleh sungai ombilin	• Terjadinya kekeringan air sungai pada musim kemarau	• Kebutuhan air dapat diperoleh dari batang ombilin • Kebutuhan listrik diperoleh dari PLTA singkarak	• Membutuhkan pembangkit listrik sendiri sehingga membutuhkan biaya tambahan
➤ Tenaga Kerja	• Dapat diperoleh dari penduduk sekitar dan dari provinsi sekitar	• Tingginya upah karyawan lulusan perguruan tinggi • Sedikitnya karyawan lulusan sarjana	• Adanya tenaga kerja yang berasal dari perguruan tinggi	• Kecendrungan karyawan pindah ke perusahaan lain
➤ Kondisi Daerah	• Cuaca dan iklim di daerah ini relatif stabil (T= 22-33 °C)	• Curah hujan >3.000 mm/tahun	• Pengembangan areal perkebunan tebu	• Rata-rata daerah di tanah datar bergelombang • Terjadinya perubahan iklim • Gagal panen akibat curah hujan yang tinggi

1.3.2 Alternatif Lokasi 2 (Kabupaten Solok)



Analisa SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities dan Threat*) di Kabupaten Tanah Datar.

Tabel 1.3. Analisa SWOT Kabupaten Solok

Variabel	Internal		Eksternal	
	<i>Strength</i> (Kekuatan)	<i>Weakness</i> (Kelemahan)	<i>Opportunities</i> (Peluang)	<i>Threat</i> (Ancaman)
Bahan baku	<ul style="list-style-type: none"> Bahan baku ditanam sendiri Dekat dengan bahan baku 	<ul style="list-style-type: none"> Butuh lahan yang luas 	<ul style="list-style-type: none"> Lahan yang tersedia terbatas, hanya: 530 Ha 	<ul style="list-style-type: none"> Susah mendapatkan lahan baru yang akan dikelola Adanya pihak lain yang berminat mengelola lahan yang tersedia
➤ Pemasaran	<ul style="list-style-type: none"> Dipasarkan ke berbagai daerah di Sumatera Barat 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak ada transportasi laut dan udara 	<ul style="list-style-type: none"> Dipasarkan ke berbagai daerah di Sumatera Barat Dipasarkan ke pasar-pasar tradisional 	<ul style="list-style-type: none"> Membutuhkan biaya yang lebih besar
➤ Utilitas	<ul style="list-style-type: none"> Dilalui oleh 3 anak sungai 	<ul style="list-style-type: none"> Sumber listrik tergantung PLTA dan PLN 	<ul style="list-style-type: none"> Kebutuhan listrik diperoleh dari PLTA singkarak 	<ul style="list-style-type: none"> Membutuhkan pembangkit listrik sendiri sehingga membutuhkan biaya tambahan
➤ Tenaga Kerja	<ul style="list-style-type: none"> Dapat diperoleh dari penduduk sekitar dan dari 	<ul style="list-style-type: none"> Tingginya upah karyawan lulusan perguruan tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> Adanya tenaga kerja yang berasal dari perguruan tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> Kecenderungan karyawan pindah ke perusahaan lain

	provinsi sekitar	<ul style="list-style-type: none"> • Sedikitnya karyawan lulusan sarjana 		
➤ Kondisi Daerah	<ul style="list-style-type: none"> • Cuaca dan iklim di daerah ini relatif stabil (T= 26,1- 28,9°C 	<ul style="list-style-type: none"> • Curah hujan rata-rata 184.31 mm/tahun • Berdampak terhadap kondisi gunung dan patahan bumi/geoter mal gunung talang 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengembangan areal perkebunan tebu 	<ul style="list-style-type: none"> • Terjadinya perubahan iklim • Rawan terjadinya tanah longsor

1.3.3 Alternatif Lokasi 3 (Kabupaten Agam)



Tabel 1.4. Analisa SWOT Kabupaten Agam, Tanjung Raya

Variabel	Internal		Eksternal	
	<i>Strength</i> (Kekuatan)	<i>Weakness</i> (Kelemahan)	<i>Opportunities</i> (Peluang)	<i>Threat</i> (Ancaman)
➤ Bahan baku	<ul style="list-style-type: none"> • Dekat dengan bahan baku 	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan baku ditanam sendiri 	<ul style="list-style-type: none"> • Lahan yang tersedia luas 4.039 Ha 	<ul style="list-style-type: none"> • Dibuat jalan dari pabrik ke lahan agar dapat mengangkut bahan baku
➤ Pemasaran	<ul style="list-style-type: none"> • Transportasi darat 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak ada transportasi laut dan udara 	<ul style="list-style-type: none"> • Berada diperbatasan Provinsi Sumatera Barat • Transportasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Memperbaiki jalan yang rusak

			laut	
➤ Utilitas	<ul style="list-style-type: none"> • Dekat dengan sungai batang agam 	<ul style="list-style-type: none"> • Sumber listrik tergantung PLTA dan PLN 	<ul style="list-style-type: none"> • Kebutuhan air dapat diperoleh dari Sungai Batang agam • Kebutuhan listrik diperoleh dari PLTA maninjau 	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan pembangkit listrik sendiri sehingga membutuhkan biaya tambahan
➤ Tenaga Kerja	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat diperoleh dari penduduk sekitar dan dari provinsi sekitar 	<ul style="list-style-type: none"> • Tingginya upah karyawan lulusan perguruan tinggi • Sedikitnya karyawan lulusan sarjana 	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya tenaga kerja yang berasal dari perguruan tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> • Kecendrungan karyawan pindah ke perusahaan lain • Dilakukan penseleksian terhadap tenaga kerja
➤ Kondisi Daerah	<ul style="list-style-type: none"> • Cuaca dan iklim di daerah ini relatif stabil • Curah hujan rata-rata 184.31 mm/tahun 	<ul style="list-style-type: none"> • Dekat Gunung Marapi 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengembangan areal perkebunan tebu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Terjadinya perubahan iklim

Hasil analisa SWOT dapat diamati pada Tabel 1.4.

Berdasarkan analisa SWOT pada Tabel 1.4 maka pabrik gula ini akan didirikan di provinsi Sumatera Barat tepatnya di Kabupaten Agam, kecamatan tanjung raya.