

SKRIPSI

Pra Rancangan Pabrik Aseton Dari *Soybean Hulls* Melalui Metode Fermentasi
Dengan Kapasitas
810 Ton/Tahun

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta



Oleh :

MUHAMMAD IQBAL PRATAMA NASUTION **(2110017411031)**

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2023



LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

PRA RANCANGAN PABRIK ASETON DARI *SOYBEAN HULLS* MELALUI
METODE FERMENTASI DENGAN KAPASITAS 810 TON/TAHUN

OLEH :

MUHAMMAD IOBAL PRATAMA NASUTION

2110017411031

Disetujui Oleh :

Pembimbing

Prof. Dr. Eng Reni Desmiarti, S.T., M.T.

Diketahui Oleh :

Fakultas Teknologi Industri

Dekan



Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Kimia

Ketua

Dr. Firdaus, S.T., M.T.



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI

PRA RANCANGAN PABRIK ASETON DARI SOYBEAN HULLS MELALUI
METODE FERMENTASI DENGAN KAPASITAS 810 TON/TAHUN

Oleh :

MUHAMMAD IOBAL PRATAMA NASUTION
2110017411031

Sidang Tugas Akhir Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta Dengan Team Penguji :

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Prof. Dr. Eng Reni Desmiarti, S.T., M.T.	Rauf
Anggota	Dr. Firdaus, S.T., M.T.	Prins
	Dr. Pasymi, S.T., M.T.	Bart

Pembimbing

Prof. Dr. Eng Reni Desmiarti, S.T., M.T.



LEMBAR PENGESAHAN REVISI LAPORAN SKRIPSI/
PRA RANCANGAN PABRIK

Nama : Muhammad Iqbal Pratama Nasution
NPM : 2110017411031
Tanggal Sidang : 2 Maret 2023

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Prof. Dr. Eng Reni Desmiarti, S.T., M.T.	
Anggota	Dr. Firdaus, S.T., M.T.	
	Dr. Pasymi, S.T., M.T.	

Pembimbing

Prof. Dr. Eng Reni Desmiarti, S.T., M.T.

INTI SARI

Pabrik aseton dari *soybean hulls* melalui metode fermentasi dirancang dengan kapasitas produksi 810 ton/tahun. Lokasi pabrik direncanakan di Kawasan Industri Karawang, Jawa Barat. Pabrik ini beroperasi selama 330 hari per tahun. Proses produksi yang digunakan adalah proses fermentasi *soybean hulls* dengan menggunakan *C. bescii* sebagai fermentor. Proses fermentasi berlangsung pada *fermentor* selama 4 hari pada temperatur 30°C serta tekanan 0,878 atm untuk menghasilkan produk utama yaitu aseton dengan kemurnian 99,5% yang didapatkan setelah dilakukan proses pemisahan dan pemurnian. Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perusahaan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi “*line and staff*”, dengan jumlah total tenaga kerja 155 orang. Hasil Analisa ekonomi pada perancangan pabrik aseton ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan nilai *Total Capital investment* sebesar Rp. 1.250.957.180.083 yang diperoleh dari pinjaman bank 50% dan 50% modal sendiri. dengan laju pengembalian modal (ROR) sebesar 41,77%, serta waktu pengembalian modal 3 tahun 8 bulan 14 hari, dan nilai *Break Event Point* (BEP) sebesar 46,027%.

KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya yang begitu besar, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Pra Rancangan Pabrik Aseton Dari *Soybean Hulls* Melalui Metode Fermentasi Dengan Kapasitas 810 Ton/Tahun. Penulis Menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan berjalan baik tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang sekaligus Pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Firdaus, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Bung Hatta Padang.
3. Seluruh dosen Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuannya untuk penyelesaian tugas akhir ini.
4. Kedua orang tua penulis yang selalu mendoakan serta telah memberi dukungan moral dan material kepada penulis.
5. Rekan-rekan di Teknik Kimia 21 yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi dan bertukar pendapat.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritikan untuk perbaikan yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat.

Padang, 23 Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN REVISI LAPORAN SKRIPSI.....	iii
INTI SARI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan	2
1.2.1 Kapasitas Pabrik Aseton yang Telah Berdiri	2
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku	2
1.2.3 Kebutuhan Pasar.....	4
1.3 Lokasi Pabrik.....	5
1.3.1 Alternatif Lokasi 1 (Karawang International Industry).....	5
1.3.2 Alternatif Lokasi 2 (Kawasan Industri Terboyo)	9
1.3.3 Alternatif Lokasi 3 (Kawasan Industri Medan).....	12
1.3.4 Pemilihan Lokasi Pabrik Aseton	15
BAB II TINJAUAN TEORI.....	16
2.1 Tinjauan Umum.....	16
2.1.1 Aseton (C_3H_6O).....	16
2.1.2 Biomassa Lignoselulosa.....	16
2.1.3 <i>Caldicellulosiruptor Bescii</i> (C.bescii).....	17
2.2 Tinjauan Proses	17
2.2.1 Fermentasi Anaerobik Termofilik.....	17
2.2.2 Fermentasi ABE	19
2.2.3 Dehidrogenasi Isopropil Alkohol	21
2.3 Sifat Fisik Dan Kimia	23
2.3.1 Bahan Baku	23
2.3.2 Bahan Penunjang.....	23
2.3.3 Produk	23

2.4	Spesifikasi Bahan	24
2.4.1	Bahan Baku	24
2.4.2	Mikroorganisme	24
2.4.3	Produk	24
BAB III	TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES	25
3.1	Tahapan Proses dan Blok Diagram	25
3.1.1	Tahapan Proses.....	25
3.1.2	Blok Diagram.....	26
3.2	Deskripsi Proses dan Flow Sheet.....	27
3.2.1	Deskripsi Proses	27
3.2.2	<i>Flow Sheet</i>	28
3.2.3	<i>Flowsheet SuperPro</i>	32
BAB IV	NERACA MASSA DAN ENERGI.....	33
4.1	Neraca Massa.....	33
4.2	Neraca Energi	41
BAB V	UTILITAS	47
5.1	Unit Penyediaan Listrik	47
5.2	Unit Penyediaan Air	47
5.2.1	Air Sanitasi.....	49
5.2.2	Air Pendingin (<i>Cooling Tower</i>)	52
5.2.3	Air Proses dan Air Umpam Boiler	53
5.3	Unit Penyediaan Steam.....	57
5.3.1	<i>Deaerator (D-3701)</i>	57
5.3.2	<i>Boiler (B-3801)</i>	58
BAB VI	SPESIFIKASI PERALATAN	60
6.1	Spesifikasi Peralatan Utama	60
6.1.1	<i>Warehouse Soybean Hulls (WH-10101)</i>	60
6.1.2	<i>Belt Conveyor (BC-10201)</i>	61
6.1.3	<i>Screw Conveyor (SC-10302)</i>	61
6.1.4	<i>Hammer Mill (HM-10401)</i>	62
6.1.5	<i>Screw Conveyor (SC-10502)</i>	62
6.1.6	<i>Mixer (MT-10601)</i>	63
6.1.7	<i>Pump (P-10711)</i>	64

6.1.8	<i>Seed Fermentor</i> (SF-10801).....	64
6.1.9	<i>Pump</i> (P-10911)	65
6.1.10	<i>Tank NH₃</i> (T-11006)	66
6.1.11	<i>Pump</i> (P-11111)	67
6.1.12	<i>Fermentor</i> (F-21201)	67
6.1.13	<i>Vacuum Pump</i> (VP-21301)	68
6.1.14	<i>Partial Condensor</i> (HE-31406).....	69
6.1.15	<i>Pump</i> (P-31511)	69
6.1.16	<i>Acetone Intermediet Tank</i> (T-31606)	70
6.1.17	<i>Pump</i> (P-31711)	71
6.1.18	<i>Pre-Heater</i> (HE-31806)	71
6.1.19	<i>Distillation Column</i> (DC-31901)	72
6.1.20	<i>Acetone Tank</i> (T-32206)	72
6.1.21	<i>Compressor</i> (CP-32603)	73
6.1.22	<i>Pressure Swing Adsorption</i> (PSA-32701).....	74
6.1.23	<i>Compressor</i> (CP-32803)	75
6.1.24	<i>Hydrogen Tank</i> (T-33006)	75
6.1.25	<i>Compressor</i> (C-33103)	76
6.1.26	<i>Carbon Dioxide Tank</i> (T-33306)	76
6.1.27	<i>Pump</i> (P-23411)	77
6.1.28	<i>Centrifuge</i> (CN-33501)	78
6.1.29	<i>Pump</i> (P-33611)	78
6.1.30	<i>Membran Mikrofiltrasi</i> (MF-33701)	79
6.1.31	<i>Evaporator</i> (E-33801).....	79
6.1.32	<i>Pump</i> (P-34011)	80
6.1.33	<i>Water Recycle Tank</i> (T-32506)	81
6.1.34	<i>Pump</i> (P-14111)	81
6.2	Spesifikasi Peralatan Utilitas	82
6.2.1	Pompa Air Sungai (P20802)	82
6.2.2	Bak Penampung Air Sungai (BP-1101)	83
6.2.3	Tangki Pelarutan Alum (T-2202).....	83
6.2.4	Tangki Pelarutan Kapur Tohor (T-2201)	84
6.2.5	Tangki Pelarutan Kaporit (T-2203).....	84
6.2.6	Unit Pengolahan <i>Raw Water</i> (BP-2102)	85

6.2.7	<i>Sand Filter (SF-3101)</i>	85
6.2.8	<i>Bak Penampungan Air Bersih (BP-3203).....</i>	86
6.2.9	<i>Softener Tank (ST-4101).....</i>	86
6.2.10	<i>Tangki Air Demin (TDW-4201)</i>	87
6.2.11	<i>Deaerator (DE-3301).....</i>	87
6.2.12	<i>Boiler (B-3401)</i>	88
BAB VII TATA LETAK PABRIK DAN K3LH.....		89
7.1	Tata Letak Pabrik.....	89
7.2	Kesehatan dan Keselamatan Kerja Lingkungan Hidup.....	92
7.2.1	<i>Sebab – sebab terjadinya Kecelakaan</i>	93
7.2.2	<i>Identifikasi Bahaya pada Alat Proses.....</i>	94
7.2.3	<i>Peningkatan Usaha Keselamatan Kerja</i>	99
7.2.4	<i>Alat Pelindung Diri (APD)</i>	100
7.2.5	<i>Macam – Macam Alat Pelindung Diri</i>	101
BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN		105
8.1	Bentuk Perusahaan	105
8.2	Struktur Organisasi	105
8.3	Tugas dan Wewenang.....	106
8.3.1	<i>Pemegang Saham</i>	108
8.3.2	<i>Dewan Komisaris</i>	108
8.3.3	<i>Direktur Utama.....</i>	108
8.3.4	<i>Direktur Umum</i>	109
8.3.5	<i>Kepala Bagian</i>	109
8.4	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	113
8.5	Sistem Kerja	113
8.5.1	<i>Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i>.....</i>	113
8.5.2	<i>Waktu Kerja Karyawan Shift.....</i>	114
8.6	Jumlah Karyawan	114
8.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan	115
BAB IX ANALISA EKONOMI.....		118
9.1	Total Capital Invesment.....	118
9.2	Biaya Produksi (Total Production Cost).....	119
9.3	Harga Jual (Total Sales)	120

9.4	Tinjauan Kelayakan Pabrik	120
9.4.1	Laba Kotor dan Laba Bersih	120
9.4.2	Laju Pengembalian Modal (<i>Rate of Return</i>)	120
9.4.3	Waktu Pengembalian Modal (<i>Pay Out Time</i>)	120
9.4.4	Titik Impas (<i>Break Even Point</i>)	120
BAB X	TUGAS KHUSUS	122
10.1	Pendahuluan	122
10.2	Ruang Lingkup Rancangan	122
10.3	Rancangan	122
1.	Pompa (P-14111).....	122
2.	Mixer (MT-10601)	132
3.	Fermentor (F-21255)	138
4.	Pre-Heater (HE-31806)	144
5.	Pressure Swing Adsorption (PSA-32701).....	154
BAB XI	PENUTUP	165
11.1	Kesimpulan.....	165
11.2	Saran	166
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN A		
LAMPIRAN B		
LAMPIRAN C		
LAMPIRAN D		

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Daftar Pabrik Penghasil Aseton di Dunia	2
Tabel 1.2 Sebaran Industri Susu Kedelai di Indonesia	3
Tabel 1.3 Konsumsi Kedelai Untuk Produksi Susu Kedelai dan Tempe.....	3
Tabel 1.4 Perolehan <i>Soybean Hulls</i> Dari Kedelai Yang Diperoleh	4
Tabel 1.5 Kebutuhan Ekspor dan Impor Aseton di Indonesia	4
Tabel 1.6 Analisa SWOT daerah Karawang International Industry	7
Tabel 1.7 Analisa SWOT daerah Terboyo, Jawa Tengah.....	10
Tabel 1.8 Analisa SWOT daerah Kawasan Industri Medan, Sumatera Utara	13
Tabel 2.1 Perbandingan Proses Pembuatan Aseton	22
Tabel 4.1 Neraca Massa Mixer (M-10601).....	33
Tabel 4.2 Neraca Massa <i>Seed Fermentor</i> (SF-10801).....	34
Tabel 4.3 Neraca Massa <i>Fermentor</i> (F-21255).....	35
Tabel 4.4 Neraca Massa <i>Partial Condensor</i> (HE-31406).....	36
Tabel LA.6 Neraca Massa Kolom Distilasi (DC-31901).....	37
Tabel 4.6 Neraca Massa <i>Condensor</i> (HE-31206)	37
Tabel 4.7 Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB-32301)	38
Tabel 4.8 Neraca Massa <i>Pressure Swing Adsorption</i> (PSA-32701)	38
Tabel 4.9 Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (CN-33501)	39
Tabel 4.10 Neraca Membran Mikrofiltrasi (MF-33701).....	40
Tabel 4.11 Neraca Massa <i>Evaporator</i> (E-33801)	41
Tabel 4.12 Neraca Energi <i>Fermentor</i> (F-21255)	42
Tabel 4.13 Neraca Massa <i>Partial Condensor</i> (HE-31406).....	42
Tabel 4.14 Neraca Energi <i>Pre-Heater</i> (HE-31806)	43
Tabel 4.15 Neraca Energi Kolom Distilasi (DC-31901).....	43
Tabel 4.16 Neraca Energi <i>Condensor</i> Kolom Distilasi (HE-32006)	44
Tabel 4.17 Neraca Energi <i>Reboiler</i> Kolom Distilasi (RB-32301)	45
Tabel 4.18 Neraca Energi <i>Evaporator</i> (E-33801).....	45
Tabel 4.18 Neraca Energi <i>Condensor Evaporator</i> (HE-33906)	46
Tabel 5.1 Kebutuhan Listrik	47
Tabel 5.2 Kebutuhan Air Sanitasi	48

Tabel 5.3 Kebutuhan Air Pendingin	48
Tabel 5.4 Kebutuhan <i>Steam</i>	48
Tabel 5.5 Kualitas Air Sungai	49
Tabel 5.6 Persyaratan Air Umpam Boiler	53
Tabel 5.7 Kehilangan Efisiensi Termal Akibat Lapisan Kerak pada <i>Boiler</i>	54
Tabel 5.8 Resin yang Digunakan	55
Tabel 6.1 Spesifikasi <i>Warehouse Soybean Hulls</i> (WH-10101)	60
Tabel 6.2 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-10201).....	61
Tabel 6.3 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-10302).....	61
Tabel 6.4 Spesifikasi <i>Hammer Mill</i> (HM-10401)	62
Tabel 6.5 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-10502).....	62
Tabel 6.6 Spesifikasi <i>Mixer</i> (MT-10601).....	63
Tabel 6.7 Spesifikasi <i>Pump</i> (P-10711)	64
Tabel 6.8 Spesifikasi <i>Seed Fermentor</i> (SF-10801)	64
Tabel 6.9 Spesifikasi <i>Pump</i> (P-10911)	65
Tabel 6.10 Spesifikasi <i>Tank NH₃</i> (T-11006).....	66
Tabel 6.11 Spesifikasi <i>Pump</i> (P-11111)	67
Tabel 6.12 Spesifikasi <i>Fermentor</i> (F-20755).....	67
Tabel 6.13 Spesifikasi <i>Vacuum Pump</i> (VP-21301).....	68
Tabel 6.14 Spesifikasi <i>Condensor</i> (HE-31406)	69
Tabel 6.15 Spesifikasi <i>Pump</i> (P-31511)	69
Tabel 6.16 Spesifikasi <i>Acetone Intermediet Tank</i> (T-31606)	70
Tabel 6.17 Spesifikasi <i>Pump</i> (P-31711)	71
Tabel 6.18 Spesifikasi <i>Pre-Heater</i> (HE-31806)	71
Tabel 6.19 Spesifikasi <i>Distillation Column</i> (DC-31901).....	72
Tabel 6.20 Spesifikasi <i>Acetone Tank</i> (T-32206).....	72
Tabel 6.21 Spesifikasi <i>Compressor</i> (CP-32603).....	73
Tabel 6.22 Spesifikasi <i>Pressure Swing Adsorption</i> (PSA-32701)	74
Tabel 6.23 Spesifikasi <i>Compressor</i> (CP-32803).....	75
Tabel 6.24 Spesifikasi <i>Hydrogen Tank</i> (T-33006).....	75
Tabel 6.25 Spesifikasi <i>Compressor</i> (CP-33103).....	76
Tabel 6.26 Spesifikasi <i>Carbon Dioxide Tank</i> (T-33306).....	76

Tabel 6.27 Spesifikasi <i>Pump</i> (P-23411)	77
Tabel 6.28 Spesifikasi <i>Centrifuge</i> (CN-33501)	78
Tabel 6.29 Spesifikasi <i>Pump</i> (P-33611)	78
Tabel 6.30 Spesifikasi <i>Membran Mikrofiltrasi</i> (MF-33701)	79
Tabel 6.31 Spesifikasi <i>Evaporator</i> (E-33001)	79
Tabel 6.32 Spesifikasi <i>Pump</i> (P-34011)	80
Tabel 6.33 Spesifikasi <i>Acetone Tank</i> (T-32506).....	81
Tabel 6.34 Spesifikasi <i>Pump</i> (P-14111)	81
Tabel 6.35 Spesifikasi Pompa	82
Tabel 6.36 Pompa pada Peralatan Utilitas	82
Tabel 6.37 Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai (BP-1101)	83
Tabel 6.38 Spesifikasi Tangki Pelarutan Alum (T-2202)	83
Tabel 6.39 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kapur Tohor (T-2201)	84
Tabel 6.40 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kaporit (T-2203).....	84
Tabel 6.41 Spesifikasi Unit Pengolahan <i>Raw Water</i> (BP-2102)	85
Tabel 6.42 Spesifikasi <i>Sand Filter</i> (SF-3101)	85
Tabel 6.43 Spesifikasi Bak Penampungan Air Bersih (BP-3203)	86
Tabel 6.44 Spesifikasi <i>Softener Tank</i> (ST-4101)	86
Tabel 6.45 Spesifikasi Tangki Air Demin (TDW-4201)	87
Tabel 6.46 Spesifikasi <i>Deaerator</i> (DE-3301)	87
Tabel 6.47 Spesifikasi <i>Boiler</i> (B-3401)	88
Tabel 7.1 Identifikasi Bahaya pada Alat Proses.....	94
Tabel 8.1 Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i>	114
Tabel 8.2 Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	114
Tabel 8.3 Karyawan <i>Non Shift</i>	115
Tabel 8.4 Karyawan <i>Shift</i>	115
Tabel 9.1 Biaya Komponen <i>Total Capital Investment</i>	119
Tabel 9.2 Biaya Komponen <i>Manufacturing Cost</i>	119
Tabel 9.3 Perhitungan Laba Kotor dan Laba Bersih.....	120
Tabel LA.1 Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-10601).....	LA-2
Tabel LA.2 Komposisi Media DSM 674	LA-2
Tabel LA.3 Neraca Massa <i>Seed Fermentor</i> (SF-10801).....	LA-3

Tabel LA.4 Neraca Massa <i>Fermentor</i> (F-21255)	LA-4
Tabel LA.6 Neraca Massa Kolom Distilasi (DC-31901).....	LA-7
Tabel LA.7 Neraca Massa <i>Condensor</i> (HE-31206).....	LA-12
Tabel LA.8 Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB-32301).....	LA-12
Tabel LA.9 Neraca Massa <i>Pressure Swing Adsorption</i> (PSA-32701).....	LA-14
Tabel LA.10 Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (CN-33501)	LA-15
Tabel LA.11 Neraca Membran Mikrofiltrasi (MF-33701)	LA-16
Tabel LA.12 Neraca Massa <i>Evaporator</i> (E-33801).....	LA-17
Tabel LB.1 Nilai Kapasitas Panas Komponen.....	LB-1
Tabel LB.2 Nilai Entalpi Pembentukan Komponen	LB-1
Tabel LB.3 Neraca Energi <i>Fermentor</i> (F-21255)	LB-6
Tabel LB.4 Neraca Massa <i>Partial Condensor</i> (HE-31406).....	LB-8
Tabel LB.5 Neraca Energi <i>Pre-Heater</i> (HE-31806)	LB-9
Tabel LB.6 Neraca Energi Kolom Distilasi (DC-31901).....	LB-11
Tabel LB.7 Neraca Energi <i>Condensor</i> Kolom Distilasi (HE-32006)	LB-12
Tabel LB.8 Neraca Energi <i>Reboiler</i> Kolom Distilasi (RB-32301)	LB-13
Tabel LB.9 Neraca Energi <i>Evaporator</i> (E-33801).....	LB-15
Tabel LB.10 Neraca Energi <i>Condensor Evaporator</i> (HE-33906)	LB-17
Tabel LC.1 Kebutuhan Listrik pada Peralatan Proses	LC-32
Tabel LC.2 Kebutuhan Listrik pada Peralatan Utilitas	LC-32
Tabel LC.3 Kebutuhan <i>Steam</i> untuk Proses.....	LC-34
Tabel LC.4 Daya Pompa pada Peralatan Utilitas.....	LC-40
Tabel D.1 Daftar Indeks Harga Rata-Rata Tahunan	LD-1
Tabel D.2 Daftar Perkiraan Harga Peralatan Utama	LD-4
Tabel D.3 Daftar Perkiraan Harga Peralatan Utilitas.....	LD-5
Tabel D.4 Harga Peralatan Kantor	LD-7
Tabel D.5 Perhitungan <i>Capital Investment</i> Pabrik Aeton.....	LD-8
Tabel D.6 Biaya Bahan Baku, Bahan Penunjang, dan Bahan Utilitas	LD-9
Tabel D.7 Daftar Gaji karyawan	LD-10
Tabel D.8 Perhitungan Komponen Biaya Produksi Total.....	LD-11

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Hubungan Tahun dengan Kebutuhan Impor di Indonesia	5
Gambar 1.2 Karawang International Industry, Karawang, Jawa Barat.....	6
Gambar 1.3 Terboyo, Kec. Genuk, Semarang, Jawa Tengah	9
Gambar 1.4 Kawasan Industri Medan, Deli Serdang, Sumatera Utara.....	12
Gambar 2.1 Diagram Alir Proses Produksi Aseton dari <i>Soybean Hulls</i>	18
Gambar 2.2 Diagram Alir Proses Fermentasi ABE	19
Gambar 2.3 Diagram Alir Proses Dehidrogenasi Isopropil Alkohol	21
Gambar 3.1 Blok Diagram Pembuatan Aseton Dari <i>Soybean Hulls</i>	26
Gambar 3.1 <i>Flow Sheet</i> Pembuatan Aseton Dari <i>Soybean Hulls</i>	29
Gambar 5.2 Lapisan Kerak pada Pipa.....	54
Gambar 5.3 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Proses	55
Gambar 7.2 Tata Letak Pabrik	92
Gambar 7.3 <i>Safety Helmet</i>	101
Gambar 7.4 <i>Safety Belt</i>	101
Gambar 7.5 <i>Safety Boot</i>	102
Gambar 7.6 <i>Safety Shoes</i>	102
Gambar 7.7 <i>Safety Gloves</i>	102
Gambar 7.8 <i>Ear Plug/Ear Muff</i>	103
Gambar 7.9 <i>Safety Glasses</i>	103
Gambar 7.10 <i>Respirator</i>	103
Gambar 7.11 <i>Face Shield</i>	104
Gambar 7.12 <i>Rain Coat</i>	104
Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan	107
Gambar 9.1 Grafik <i>Break Even Point</i> (BEP)	121
Gambar LD.1 Grafik Hubungan Harga Indeks Terhadap Tahun.....	LD-2
Gambar LD.2 Kurva <i>Break Event Point</i> (BEP)	LD-14

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan untuk biokimia terbarukan meningkat dengan berkurangnya sumber fosil dan perubahan iklim dunia. Mengembangkan proses *biorefinery* alternatif untuk *upgrade* bahan biomassa lignoselulosa terbarukan menjadi bahan bakar cair adalah salah satu topik penelitian terpanas dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu contoh senyawa yang dapat diproduksi dengan menggunakan biomassa lignoselulosa ini adalah aseton.

Aseton merupakan salah satu produk dari industri kimia yang mengalami peningkatan, dimana nilai pasarnya terus meningkat dengan nilai *Compound Annual Growth Rate* 5,3% dari tahun 2021-2027 (MarketWatch, 2022). Aseton adalah senyawa yang memiliki fasa cair dan tidak berwarna. Senyawa ini dianggap sebagai bahan baku penting dalam industri kimia. Aseton biasa digunakan sebagai *solvent* (pelarut) dan *precursor* untuk menghasilkan *methyl methacrylate* dan *bisphenol-A* yang dibutuhkan untuk mensintesa plastik polikarbonat. Produksi aseton dunia didasari sumber fosil dan digabungkan dengan produksi fenol (proses cumene). Menurut Badan Pusat Statistik (2022), kebutuhan akan aseton di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 19.988 ton. Sementara itu di Indonesia sendiri belum ada industri yang memproduksi aseton, sehingga kebutuhan akan aseton masih dipenuhi dengan cara impor. Produksi aseton yang didasari sumber fosil, selain menyebabkan kelangkaan bahan bakar fosil juga menyebabkan polusi udara oleh CO₂. Untuk itu peneliti dan industri berusaha menemukan proses yang lebih ramah lingkungan untuk memproduksi baik bahan bakar maupun bahan kimia terbarukan.

Bahan baku utama dari pembuatan aseton ini *soybean hulls*. Fermentasi Soybean hulls oleh *Caldicellulosiruptor bescii* menghasil gas C₃H₆O (aseton), gas H₂ (hidrogen), gas CO₂ (karbon dioksida), dan uap H₂O (air). *Soybean hull* sendiri merupakan limbah dari industri pengolahan kedelai seperti susu kedelai, tempe, tahu, ataupun minyak kedelai. Sebagian kecil limbah pengolahan kedelai ini dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sedangkan sisanya hanya terbuang ke lingkungan. Pemanfaatan akan limbah ini dilakukan agar dapat menjadi nilai jual.

Produksi aseton dunia umumnya menggunakan teknologi dehidrogenasi *isopropyl alcohol*. Perkembangan teknologi produksi aseton dengan proses fermentasi *soybean hulls* menggunakan fermentor dikemukakan oleh Ryan G. Bing, dkk pada tahun 2022. Penggunaan teknologi ini bertujuan untuk menghasilkan aseton yang memiliki *pharmaceutical* dan *food grade*. Dengan teknologi ini, selain dihasilkan aseton sebagai produk utama juga dihasilkan H₂ (*green hidrogen*) sebagai produk samping. Pendirian pabrik aseton di Indonesia perlu dilakukan mengingat belum adanya industri yang memproduksi aseton di Indonesia. Dengan pendirian pabrik ini, impor aseton dalam negeri akan berkurang sehingga membantu memajukan ekonomi negara, juga menciptakan lapangan kerja sehingga mengurangi pengangguran di Indonesia.

1.2 Kapasitas Rancangan

Menentukan kapasitas produksi perancangan pabrik Aseton berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1.2.1 Kapasitas Pabrik Aseton yang Telah Berdiri

Daftar pabrik aseton yang ada di beberapa negara dapat dilihat pada **Tabel 1.1**.

Tabel 1.1 Daftar Pabrik Penghasil Aseton di Dunia

No.	Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton)	Sumber
1	Mitsui Chemical, Inc	Jepang	150.000	mitsuichemicals.com
2	INEOS	London	115.000	ineos.com
3	Borealis AG	Austria	1.160.000	borealisgroup.com
4	Shell PLC	London	336.000	shell.co.id

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan aseton ini adalah *soybean hulls* atau kulit ari kedelai. *Soybean hulls* merupakan limbah yang dihasilkan dari industri pengolahan kedelai seperti industri susu kedelai, tahu dan tempe. Sumber bahan baku yang akan digunakan diutamakan berasal dari industri susu kedelai, sedangkan untuk sumber tambahannya diambil dari industri tempe. Berikut sebaran industri susu kedelai di Indonesia.

Tabel 1.2 Sebaran Industri Susu Kedelai di Indonesia

No.	Nama Perusahaan	Lokasi
1	PT. Maxmaster Indonesia	Deli Serdang
2	PT. Jukajo Sukses Mulia	Tangerang
3	CV. Puspita	Bekasi
4	Warung Tahu	Jakarta
5	PT. Mandala 525 Group	Garut
6	PT. Amco Sarana Sejahtera	Bekasi
7	Griya Utama	Bekasi
8	F&B Indonesia	Yogyakarta
9	PT. Interfood Sukses Jasindo	Jakarta

Untuk mengetahui jumlah *soybean hulls* yang dihasilkan dari tiap industri, digunakan data konsumsi susu kedelai dan tempe di Indonesia. Diketahui bahwa Indonesia mengkonsumsi susu kedelai sebesar 0,43 L/kapita/tahun (kumparan.com), sedangkan untuk konsumsi tempe sendiri sebesar 6,45 kg /kapita/tahun (bsn.go.id). Data konsumsi tersebut kemudian dikalikan dengan jumlah kedelai yang digunakan untuk memproduksi per liter susu kedelai dan per kilogram tempe. Berdasarkan data yang diperoleh dari ubaya.ac.id dan kontan.co.id, setiap kilogram kedelai dapat memproduksi 10L susu kedelai dan 1,5kg tempe. Berikut konsumsi kedelai untuk produksi susu kedelai dan tempe di beberapa daerah (daerah industri susu kedelai).

Tabel 1.3 Konsumsi Kedelai Untuk Produksi Susu Kedelai dan Tempe

Daerah	Jumlah Jiwa	Konsumsi		Kedelai Yang Dipakai (Ton)	
		Susu Kedelai	Tempe	Susu Kedelai	Tempe
Sumut	14.799.361	6.363.725	95.455.878	636	63.637
Banten	11.904.562	5.118.962	76.784.425	512	51.190
Jabar	48.274.162	20.757.890	311.368.345	2.076	207.579
Jateng	36.516.035	15.701.895	235.528.426	1.570	157.019

Sumber: Data Hasil Olahan

Dikutip dari jurnal “*Plant Biomass Fermentation by The Extreme Thermophile Caldicellulosiruptor bescii for Co-Production of Green Hydrogen and Acetone*” oleh Ryan G. Bing et al., *soybean hulls* memiliki 7-8% dari berat total kedelai sehingga diperoleh data berikut.

Tabel 1.4 Perolehan *Soybean Hulls* Dari Kedelai Yang Diperoleh

Kedelai Yang Digunakan (Ton)		<i>Soybean hulls</i> (ton)
Susu Kedelai	Tempe	
636	63.637	5.142
512	51.190	4.136
2.076	207.579	16.772
1.570	157.019	12.687

1.2.3 Kebutuhan Pasar

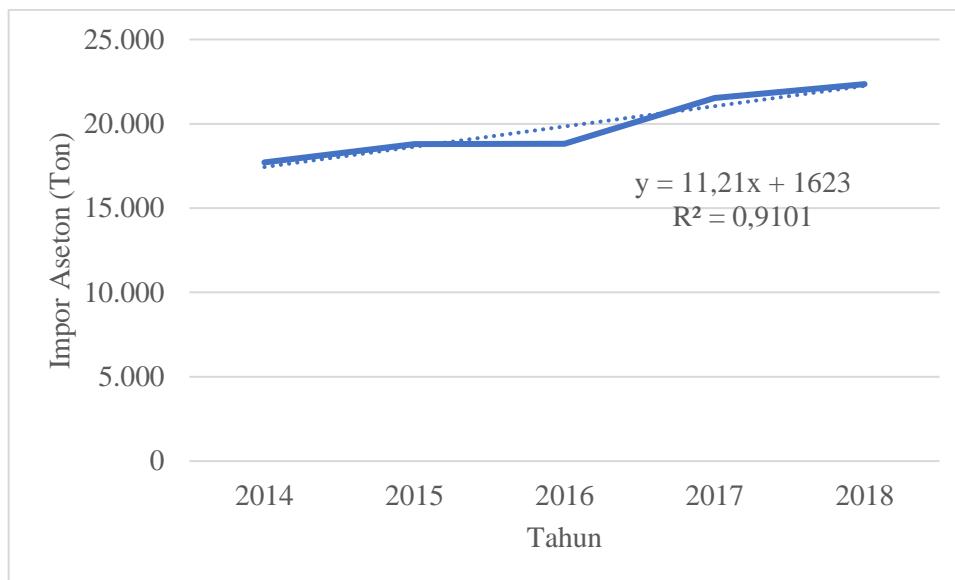
Berdasarkan data ekspor dan impor aseton di Indonesia dapat dilihat bahwa kebutuhan untuk Aseton masih cukup besar. Hal ini dapat dilihat pada **Tabel 1.5**.

Tabel 1.5 Kebutuhan Ekspor dan Impor Aseton di Indonesia

Tahun	Volume Impor Aseton di Indonesia (Ton)
2010	15.408
2011	20.043
2012	21.303
2013	18.612
2014	17.711
2015	18.801
2016	18.807
2017	21.539
2018	22.351
2019	21.729
2020	16.746
2021	19.988

Sumber: Badan Pusat Statistik (2022)

Dari data kebutuhan Aseton di Indonesia tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara tahun dengan kebutuhan aseton dapat dilihat pada Gambar 1.1.



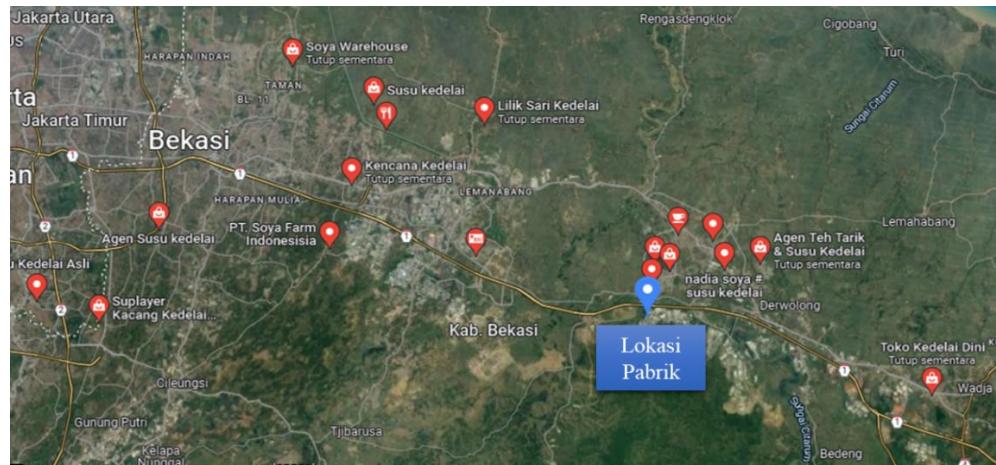
Gambar 1.1 Hubungan Tahun dengan Kebutuhan Impor di Indonesia

Dari **Gambar 1.1**, persamaan $y = 11,21x + 1623$ diprediksi kebutuhan aseton di Indonesia pada tahun 2027 sebesar 24.341 ton/tahun. Dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku serta kuantitas unit fermentor untuk produksi aseton, direncanakan pabrik aseton akan didirikan dengan kapasitas produksi 810 ton/tahun. Produksi aseton yang direncanakan dapat mencukupi 3,3% dari kebutuhan aseton di tahun 2027. Kapasitas 810 ton ini ditargetkan untuk dipasarkan ke industri farmasi.

1.3 Lokasi Pabrik

1.3.1 Alternatif Lokasi 1 (Karawang International Industry, Karawang, Jawa Barat)

Lokasi ini terletak di Karawang International Industry, Karawang, Jawa Barat dapat dilihat pada **Gambar 1.2**



Gambar 1.2 Karawang International Industry, Karawang, Jawa Barat

Sumber: maps.google.com

Analisa pemilihan lokasi pabrik di Karawang International Industry, Karawang, Jawa Barat dapat dilihat pada **Tabel 1.6**

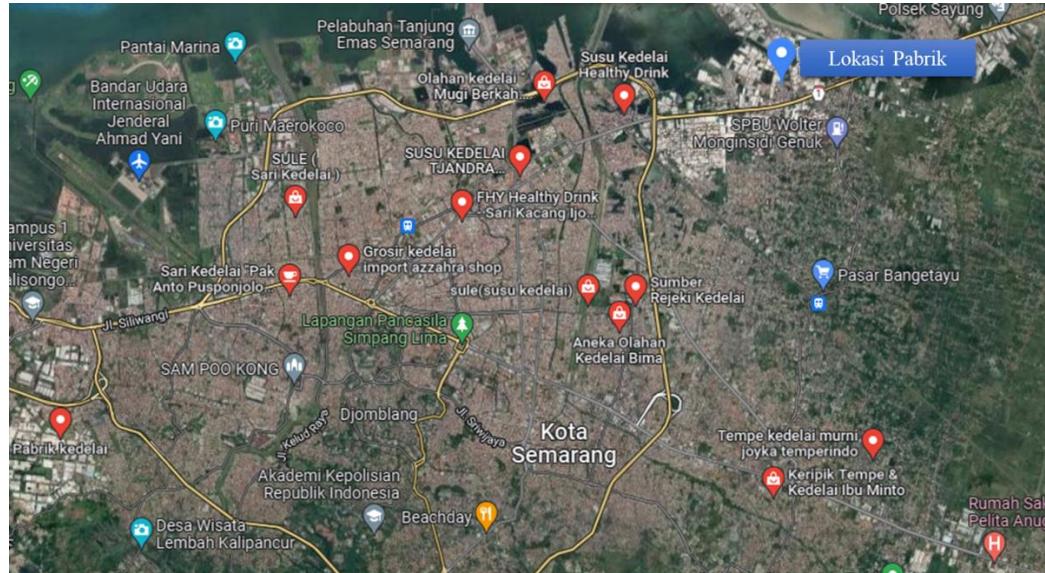
Tabel 1.6 Analisa SWOT daerah Karawang International Industry, Karawang, Jawa Barat

INTERNAL	<i>STRENGTHS (S)</i>	<i>WEAKNESSES (W)</i>
EXTERNAL	<p><i>STRENGTHS (S)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Terletak disekitar Pengolah susu kedelai yang menghasilkan limbah <i>soybean hulls</i> sebagai bahan baku Dekat dengan Pelabuhan Ratu Unit pengolahan air terintegrasi Tersedia tenaga kerja terlatih sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan Temperatur 27-30°C dengan curah hujan 27-226 mm perbulan. 	<p><i>WEAKNESSES (W)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Ketergantungan dengan industri bahan baku Biaya pendistribusian lebih besar. Ketergantungan air terhadap pihak ketiga Wilayah rawan bencana seperti banjir dan tanah longsor
<i>OPPORTUNITY (O)</i>	<p><i>S-O Strategy</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Memaksimalkan kapasitas produksi Membuka akses <i>buy and sell</i> antar perusahaan di kawasan industri 	<p><i>W-O Strategy</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Melakukan aliansi dengan CV Puspita Sari Kedele dan industri pengolah kedelai sekitar Meningkatkan usaha integrasi vertikal antara pengolahan dan pemasaran

<p>THREATS (T)</p> <ol style="list-style-type: none">1. Lokasi bahan baku tersebar, tidak di satu lokasi2. Membuat unit pengolahan air proses dan <i>steam</i>3. Potensi tercemarnya air sungai sekitar4. Ancaman bencana alam	<p>S-T Strategy</p> <ol style="list-style-type: none">1. Pemberian <i>reward</i> kepada karyawan untuk pencapaian target2. Peningkatan <i>standar</i> pengolahan limbah	<p>W-T Strategy</p> <ol style="list-style-type: none">1. <i>Cost effectiveness</i> dalam penyediaan dan distribusi aseton.
--	---	---

1.3.2 Alternatif Lokasi 2 (Kawasan Industri Terboyo, Kec. Genuk, Semarang, Jawa Tengah)

Lokasi ini terletak di Terboyo, Kec. Genuk, Semarang, Jawa Tengah dapat dilihat pada **Gambar 1.3**



Gambar 1.3 Terboyo, Kec. Genuk, Semarang, Jawa Tengah

Sumber: maps.google.com

Analisa pemilihan lokasi pabrik di Terboyo, Kec. Genuk, Semarang, Jawa Tengah dapat dilihat pada **Tabel 1.7**

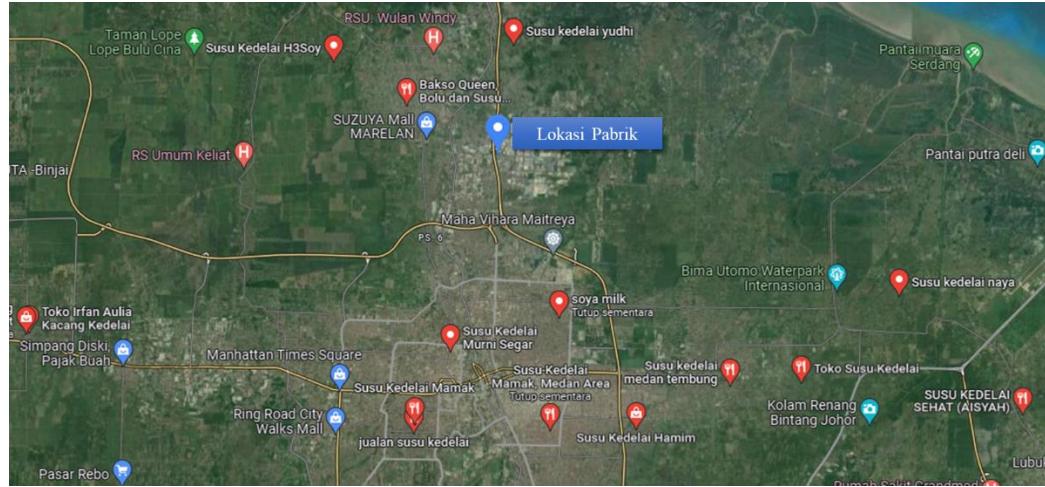
Tabel 1.7 Analisa SWOT daerah Terboyo, Kec. Genuk, Semarang, Jawa Tengah

EXTERNAL	INTERNAL	<p>STRENGTHS (S)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Terletak disekitar Pengolah susu kedelai yang menghasilkan limbah <i>soybean hulls</i> sebagai bahan baku 2. Dekat dengan Pelabuhan Tanjung Emas 3. Unit pengolahan air terintegrasi 4. Tersedia tenaga kerja terlatih sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan 5. Temperatur 24-33°C dengan curah hujan 34-300 mm perbulan. 	<p>WEAKNESSES (W)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ketergantungan dengan industri bahan baku 2. Biaya pendistribusian besar. 3. Ketergantungan air terhadap pihak ketiga 4. Wilayah rawan bencana seperti longsor, kekeringan, kebakaran, dan angin puting beliung
	<p>OPPORTUNITY (O)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bahan baku banyak tersebar di dekat lokasi pabrik 2. Terletak di Kawasan Industri Terboyo 3. Adanya unit listrik di Kawasan Industri Terboyo 4. Iklim tropis 	<p>S-O Strategy</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memaksimalkan kapasitas produksi 2. Membuka akses <i>buy and sell</i> antar perusahaan di kawasan industri 	<p>W-O Strategy</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Meningkatkan usaha integrasi vertikal antara pengolahan dan pemasaran

<p>THREATS (T)</p> <ol style="list-style-type: none">1. Lokasi bahan baku tersebar, tidak di satu lokasi2. Membuat unit pengolahan air proses dan <i>steam</i>3. Perusahaan memberikan pelatihan khusus kepada karyawan4. Ancaman bencana alam	<p>S-T Strategy</p> <ol style="list-style-type: none">1. Pemberian <i>reward</i> kepada karyawan untuk pencapaian target2. Peningkatan <i>standar</i> pengolahan limbah	<p>W-T Strategy</p> <ol style="list-style-type: none">1. <i>Cost effectiveness</i> dalam penyediaan dan distribusi aseton.
--	---	---

1.3.3 Alternatif Lokasi 3 (Kawasan Industri Medan, Kec. Percut Sei Tuan, Deli Serdang, Sumatera Utara)

Lokasi ini terletak di Kawasan Industri Medan, Kec. Percut Sei Tuan, Deli Serdang, Sumatera Utara dapat dilihat pada **Gambar 1.4**



Gambar 1.4 Kawasan Industri Medan, Kec. Percut Sei Tuan, Deli Serdang, Sumatera Utara
Sumber: maps.google.com

Analisa pemilihan lokasi pabrik di Kawasan Industri Medan, Kec. Percut Sei Tuan, Deli Serdang, Sumatera Utara dapat dilihat pada **Tabel 1.8**

Tabel 1.8 Analisa SWOT daerah Kawasan Industri Medan, Kec. Percut Sei Tuan, Deli Serdang, Sumatera Utara

INTERNAL	<i>STRENGTHS (S)</i>	<i>WEAKNESSES (W)</i>
EXTERNAL	<p><i>STRENGTHS (S)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Terletak disekitar Pengolah susu kedelai yang menghasilkan limbah <i>soybean hulls</i> sebagai bahan baku. Dekat dengan Pelabuhan Belawan Unit pengolahan air terintegrasi Tersedia tenaga kerja sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan Temperatur 23-32°C dengan curah hujan 58-454 mm perbulan. 	<p><i>WEAKNESSES (W)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Ketergantungan dengan industri bahan baku Biaya pendistribusian besar. Kurangnya tenaga kerja terlatih Ketergantungan air terhadap pihak ketiga Wilayah rawan bencana seperti banjir dan tanah longsor.
<i>OPPORTUNITY (O)</i>	<p><i>S-O Strategy</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Memaksimalkan kapasitas produksi Membuka akses <i>buy and sell</i> antar perusahaan di kawasan industri 	<p><i>W-O Strategy</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Melakukan aliansi dengan PT MaxMaster dan industri pengolah kedelai sekitar Meningkatkan usaha integrasi vertikal antara pengolahan dan pemasaran

<p>THREATS (T)</p> <ul style="list-style-type: none">5. Lokasi bahan baku tersebar, tidak di satu lokasi6. Membuat unit pengolahan air proses dan <i>steam</i>7. Perusahaan memberikan pelatihan khusus kepada karyawan8. Ancaman bencana alam	<p>S-T Strategy</p> <ul style="list-style-type: none">3. Pemberian <i>reward</i> kepada karyawan untuk pencapaian target4. Peningkatan <i>standar</i> pengolahan limbah	<p>W-T Strategy</p> <ul style="list-style-type: none">2. <i>Cost effectiveness</i> dalam penyediaan dan distribusi aseton.
--	---	---

1.3.4 Pemilihan Lokasi Pabrik Aseton

Dari tiga data lokasi alternatif yang telah dijelaskan kelebihan dan kelemahannya masing-masing melalui analisa SWOT, maka diputuskan bahwa untuk pendirian pabrik aseton dari *soybean hulls* ini akan didirikan di Karawang International Industry, Karawang, Jawa Barat. Hal ini mengacu dengan kapasitas bahan baku yang besar dan diikuti oleh hasil analisa SWOT yang mendukung di lokasi tersebut.