PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH *(Waste Cooking Oil)* KAPASITAS 16.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Konsentrasi Teknik Kimia



Oleh :

Nama : AtikDian Nafiah
NIM : 16521230

Nama : Indah Suci Fauziah
NIM : 16521273

KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PERANCANGAN PABRIK

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Atik Dian Nafiah
NIM : 16521230

Nama : Indah Suci Fauziah
NIM : 16521273

Yogyakarta , 23 Agustus 2020

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Atik Dian Nafiah



Indah Suci Fauziah

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH *(Waste Cooking Oil)* KAPASITAS 16.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Atik Dian Nafiah **Nama : Indah Suci Fauziah**

NIM : 16521230 **NIM : 16521273**

Yogyakarta, 2 September 2020

Pembimbing I **Pembimbing II**

Dalyono, Ir., MSI., C.Text ATI. **Lucky Wahyu N. S., S.T., M.Eng.**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH *(Waste Cooking Oil)* KAPASITAS 16.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : AtikDian Nafiah **Nama : Indah Suci Fauziah**

NIM : 16521230 **NIM : 1621273**

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 25 September 2020

Tim Penguji.

Dalyono, Ir., MSI., C.Text ATI. _____

Diana, Dr., S.T., M.Sc _____

Tintin Mutiara, S.T., M.Eng _____

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Dr. Suharno Rusdi

845210102

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga tugas akhir dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Biodiesel dari Minyak Jelantah *(Waste Cooking Oil)* Kapasitas 16.000 Ton/Tahun" dapat terselesaikan.

Penyusunan tugas akhir ini sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan kesarjanaan di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Dengan mengerjakan tugas ini, mahasiswa diharapkan mampu menerapkan berbagai teori dan pengetahuan yang diperoleh dalam perkuliahan untuk merancang alat proses pabrik kimia serta dapat mengambil kesimpulan tentang kelayakan ekonomi pembangunan pabrik tersebut.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada :

1. ALLAH SWT, yang selalu ada dalam setiap langkah, atas karunia dan hidayah akal serta pikiran, kekuatan dan atas segala kemudahan yang diberikan dan dengan ridhonya hal ini bisa terselesaikan.
2. Rasulullah SAW, sang suri tauladan yang telah membawa kita keluar dari zaman jahiliyah
3. Kedua Orang tua dan keluarga tercinta, yang telah memberikan dukungan spiritual maupun material berupa do'a, motivasi, dan bantuan lainnya yang tiada hentinya dan tidak cukup dituliskan dalam kata demi kata
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi

Industri Universitas Islam Indonesia.

5. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Dalyono, Ir., MSI., C.Text ATI. Dan Ibu Lucky Wahyu N. S., S.T., M. Eng. selaku dosen pembimbing, yang telah sabar membimbing dan meluangkan waktu serta pemikirannya dalam membimbing penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh dosen dan karyawan jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan bantuan kepada penulis selama menuntut ilmu di jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
8. Seluruh teman-teman Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia Yogyakarta angkatan 2016 atas dukungan dan bantuannya.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, terutama bagi para pembaca serta penyusun, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, 23 Agustus 2020





Atik Dian Nafiah

Indah Suci Fauziah

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Karya ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua saya yaitu Bapak Muhtadi dan Ibu Sri Murni yang senantiasa mendukung, membekali dan tiada henti mendoakan saya selama menuntut ilmu dari kecil hingga sekarang ini. Tidak lupa adik-adik saya dan keluarga besar yang turut memberikan dukungan dan semangat untut tetap terus menuntut ilmu setinggi-tingginya. Terimakasih atas segalanya, semoga dengan karya ini dapat memberikan rasa bangga terhadap kalian dan menjadikan saya untuk tetap terus berkembang menjadi lebih baik.

Untuk partner saya Indah Suci Fauziah, terimakasih sudah percaya, dan selalu supportif dalam bekerja sama menyelesaikan tugas perkuliahan dari mulai Kerja Praktek, Penelitian sampai penyusunan Tugas Akhir ini. Semoga perjuangan kita berbuah manis di kemudian hari dan mendapatkan ilmu yang bermanfaat di dunia dan di akhirat.

Teman, sahabat, dan orang-orang tersayang disekitarku, terimakasih atas segala perhatian, semangat dan dukungan selama kuliah 4 tahun ini. Semoga kita tetap bisa bertegur sapa setelah lulus, dan menjadi sosok yang sukses kelak. Amin

Keluarga Teknik Kimia UII 2016, almamater tercinta, yang punya andil besar didalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik.
Terimakasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini.
Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita- citakan.

(Atik Dian Nafiah)

LEMBAR PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua saya yaitu Bapak Ahmad Fauzi dan Ibu Yati Handayati yang telah membesarkan saya penuh rasa sayang dan telah berjuang dan berkorban untuk saya sehingga saya bisa sekolah setinggi mungkin dan saya berterimakasih kepada adik adik saya yang turut menyemangati saya untuk menyelesaikan tugas ini. Semoga dengan karya ini dapat memberikan rasa bangga terhadap kalian.

Atik Dian Nafiah. Terimakasih untuk segala kebaikan, kerja samamu untuk menyelesaikan tugas kuliah mulai dari Penelitian, Kerja Praktek, dan Tugas Akhir ini bersama sama. Semoga ilmu yang didapat menjadi bekal yang bermanfaat di dunia dan di akhirat. Semoga kita kelak menjadi pribadi yang sukses kedepanya.

Istri Solehah, Gurls yahud, Geng maba, Angkatan Tua, Sayangku, Xyanzenk. lingkungan terdekatku, yang selalu setia menemani saya selama 4 tahun berkuliah baik senang maupun susah. Terimakasihuntuk seluruh perhatian dan persahabatannya. Semoga dapat dipersatukan lagi diwaktu yang tepat.

Teknik Kimia UII 2016, almamater tercinta, yang punya andil besar didalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terimakasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita- citakan.

(Indah Suci Fauziah)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI iii
KATA PENGANTAR iv
LEMBAR PERSEMBAHAN vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xvii
ABSTRAK xviii
ABSTRACT xix
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Tinjauan Pustaka 3
1.2.1 Minyak Jelantah 3
1.2.2 Biodiesel 5
1.2.3 Tinjauan Termodinamika 8
1.3. Penentuan Kapasitas Perancangan 9
1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku 9
1.3.2 Kebutuhan Biodiesel di Indonesia 10
1.3.3 Skala Komersil Pabrik yang Menguntungkan 16
1.4. Pemilihan Proses Produksi 19
1.4.1 Mechanical Stirring Method 19
1.4.2 Supercritical Alcohol Method 23
1.4.3 Co-Solvent Method 24
BAB II 30

PERANCANGAN PRODUK 30
2.1. Spesifikasi Produk 30
2.1.1. Biodiesel (Fatty Acid Methyl Ester) 30
2.1.2. Gliserol 30
2.2. Spesifikasi Bahan 31
2.2.1. Minyak Jelantah 31
2.2.2. Metanol 32
2.2.3. Air 32
2.3. Spesifikasi Bahan Pembantu (Katalis) 33
2.3.1. Asam Sulfat 33
2.3.2. Pottasium Hidroksida 33
2.4. Pengendalian Kualitas 34
2.4.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku 34
2.4.2. Pengendalian Kualitas Produk 34
2.4.3. Pengendalian Proses 35
2.5. Pengendalian Kuantitas 36
2.6. Pengendalian Waktu 36
BAB III 37
PERANCANGAN PROSES 37
3.1 Uraian Proses 37
3.2 Pemilihan Maing-masing Parameter 37
3.3 Proses Tahapan 38
3.3.1. Tahap Persiapan Bahan Baku 38
3.3.2. Tahap Reaksi 38
3.3.2.1. Reaksi Esterifikasi 38
3.3.2.2. Reaksi Transesterifikasi 39
3.3.3. Tahap Pemurnian 40
3.3.3.1. Pemurnian Biodiesel 40
3.3.3.2. Pemurnian Gliserol 41

3.4 Spesifikasi Alat 41
BAB IV 67
PERANCANGAN PABRIK 67
4.1 Lokasi Pabrik 67
4.1.1 Faktor Primer 67
4.1.2 Faktor Sekunder 69
4.2 Tata Letak pabrik 72
4.3 Tata Letak Alat Proses 78
4.4 Alir Proses dan Material 81
4.4.1 Neraca Massa Alat 81
4.4.2 Neraca Panas Alat 86
4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas) 95
4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*) ... 95
4.5.2 Unit Penyediaan Steam 107
4.5.3 Unit Penyediaan Listrik 119
4.5.4 Unit Penyediaan Udara dan Instrumen 119
4.5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar 120
4.6 Unit Pengolahan Limbah 120
4.7 Organisasi Perusahaan 121
4.7.1. Bentuk Badan Hukum Perusahaan 121
4.7.2. Struktur Organisasi Perusahaan 123
4.7.3. Tugas dan Wewenang 128
4.7.3.1. Pemegang Saham 128
4.7.3.2. Dewan Komisaris 128
4.7.3.3. Direktur Utama 129
4.7.4. Sistem Kerja 134
4.7.5. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) 142
4.7.6. Pengaturan Lingkungan Pabrik 151

4.8 Evaluasi Ekonomi.....152
4.8.1 Harga Alat.....153
4.8.2 Dasar Perhitungan.....158
4.8.3 Perhitungan Biaya.....159
4.8.4 Analisa Kelayakan.....160
4.8.5 Hasil Perhitungan.....164
BAB V.....172
PENUTUP.....172
5.1 Kesimpulan.....172
5.2 Saran.....172
DAFTAR PUSTAKA.....175
LAMPIRAN.....178
LAMPIRAN A.....178
LAMPIRAN B.....205

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Komposisi Asam Lemak Minyak Jelantah 3
Tabel 1.2 Konsumsi Minyak Goreng Rumah Tangga di Indonesia 5
Tabel 1.3 Standarisasi Mutu Biodiesel di Indonesia..... 7
Tabel 1.4 Data Perkembangan Impor Solar di Indonesia 10
Tabel 1.5 Data Perkembangan Produksi Solar di Indonesia 11
Tabel 1.6 Neraca Biodiesel Indonesia 13
Tabel 1.7 Data Perkembangan Konsumsi Solar di Indonesia 14
Tabel 1.8 Perusahaan Biodiesel di Indonesia 17
Tabel 1.9 Perusahaan Biodiesel dari Minyak Jelantah di Indonesia.....18
Tabel 1.10 Perushaan Biodiesel dari Minyak Jelantah di Luar Negeri.....18
Tabel 1.11 Jenis Metode Pembuatan Biodiesel.....28
Tabel 3.1 Spesifikasi *Mixer* (M-01) 42
Tabel 3.2 Spesifikasi *Mixer* (M-02) 43
Tabel 3.3 Spesifikasi Reaktor Esterifikasi (RE).....44
Tabel 3.4 Spesifikasi Reaktor Transesterifikasi (RT).....45
Tabel 3.5 Spesifikasi *Netralizer* (NE-01) 46
Tabel 3.6 Spesifikasi *Netralizer* (NE-02) 47
Tabel 3.7 Spesifikasi *Washing Tank* (WT-01).....48
Tabel 3.8 Spesifikasi Dekanter (DC-01).....49
Tabel 3.9 Spesifikasi *Evaporator* (EV-01) 50
Tabel 3.10 Spesifikasi *Evaporator* (EV-02) 51
Tabel 3.11 Spesifikasi Menara Distilasi (MD-01).....52
Tabel 3.12 Spesifikasi Tangki Metanol (T-01) 53
Tabel 3.13 Spesifikasi Tangki H_2SO_4 (T-02).....54
Tabel 3.14 Spesifikasi Tangki WCO/ Minyak Jelantah (T-03) 55
Tabel 3.15 Spesifikasi Tangki Biodiesel (T-04) 56
Tabel 3.16 Spesifikasi Tangki Gliserol (T-05).....57
Tabel 3.17 Spesifikasi *Silo* (SL-01).....58
Tabel 3.18 Spesifikasi *Screw Conveyor* (SC-01) 59

Tabel 3.19 Spesifikasi *Heater* (HE-01) 59
Tabel 3.20 Spesifikasi *Heater* (HE-02) 60
Tabel 3.21 Spesifikasi *Heater* (HE-03) 61
Tabel 3.22 Spesifikasi *Cooler* (CL-01) 62
Tabel 3.23 Spesifikasi *Cooler* (CL-02) 63
Tabel 3.24 Spesifikasi *Cooler* (CL-03) 64
Tabel 3.25 Spesifikasi Kondensor (CD-01).....65
Tabel 3.24 Spesifikasi Kondensor (CD-02).....64
Tabel 3.25 Spesifikasi Reboiler (RB-01).....65
Tabel 3.26 Spesifikasi *Accumulator* (ACC-01) 66
Tabel 3.25 Spesifikasi Pipa Proses.....65
Tabel 4.1 Rincian Luas Tanah Bangunan Pabrik.....76
Tabel 4.2 Neraca massa *Mixer* (M-01).....82
Tabel 4.3 Neraca Massa Reaktor Esterifikasi (RE-01).....82
Tabel 4.4 Neraca massa Reaktor Esterifikasi (RE-02) 82
Tabel 4.5 Neraca massa *Netralizer* (NE-01).....83
Tabel 4.6 Neraca massa *Mixer* (M-02) 83
Tabel 4.7 Neraca massa Reaktor Transesterifikasi (RT-01) 83
Tabel 4.8 Neraca massa Reaktor Transesterifikasi (RT-02) 84
Tabel 4.9 Neraca massa *Netralizer* (NE-02).....84
Tabel 4.10 Neraca massa *Washing Tank* (WT-01).....85
Tabel 4.11 Neraca massa Dekanter (DC-01) 85
Tabel 4.12 Neraca massa *Evaporator* (EV-01).....86
Tabel 4.13 Neraca massa *Evaporator* (EV-02).....86
Tabel 4.14 Neraca massa Menara Distilasi (MD-01) 86
Tabel 4.15 Neraca panas *Mixer* (M-01).....87
Tabel 4.16 Neraca panas *Mixer* (M-02).....87
Tabel 4.17 Neraca panas Reaktor Esterifikasi (RE-01).....87
Tabel 4.18 Neraca panas Reaktor Esterifikasi (RE-02).....87
Tabel 4.19 Neraca panas Reaktor Transesterifikasi (RT-01).....88
Tabel 4.20 Neraca panas Reaktor Transesterifikasi (RT-02).....88
Tabel 4.21 Neraca panas *Netralizer* (NE-01).....89

Tabel 4.22 Neraca panas *Netralizer* (NE-02).....89
Tabel 4.23 Neraca panas *Washing Tank* (WT-01).....90
Tabel 4.24 Neraca massa Dekanter (DC-01).....90
Tabel 4.25 Neraca panas *Evaporator* (EV-01).....90
Tabel 4.26 Neraca panas *Evaporator* (EV-02).....91
Tabel 4.27 Neraca panas Menara Distilasi (MD-01).....91
Tabel 4.28 Neraca panas *Heater* (HE-01).....91
Tabel 4.29 Neraca panas *Heater* (HE-02).....92
Tabel 4.30 Neraca panas *Heater* (HE-03).....92
Tabel 4.31 Neraca panas *Cooler* (CL-01).....92
Tabel 4.32 Neraca panas *Cooler* (CL-02).....92
Tabel 4.32 Neraca Panas *Cooler* (CL-03).....92
Tabel 4.33 Neraca panas Kondensor (CD-01).....93
Tabel 4.34 Neraca Panas Kondensor (CD-02).....93
Tabel 4.35 Neraca Panas Accumulator (ACC-01).....94
Tabel 4.36 Neraca Panas Reboiler (RB-01).....94
Tabel 4.34 Kebutuhan Air Proses Pendingin.....104
Tabel 4.35 Kebutuhan Air Pemanas/ Steam.....105
Tabel 4.36 Spesifikasi *Screening* (FU-01).....109
Tabel 4.37 Spesifikasi Reservoir/Sedimentasi (RU-01).....109
Tabel 4.38 Spesifikasi Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01).....110
Tabel 4.39 Spesifikasi Tangki Larutan Alum (TU-01).....110
Tabel 4.40 Spesifikasi Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-02).....110
Tabel 4.41 Spesifikasi Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-03).....111
Tabel 4.42 Spesifikasi *Sand Filter* (F-01).....111
Tabel 4.43 Spesifikasi Bak Air Penampung Sementara (BU-04).....112
Tabel 4.44 Spesifikasi Tangki Klorinasi (TU-02).....112
Tabel 4.45 Spesifikasi Tangki Kaporit (TU-03).....113
Tabel 4.46 Spesifikasi Tangki Air Bersih (TU-04).....113
Tabel 4.47 Spesifikasi Tangki *Service Water* (TU-05).....113
Tabel 4.48 Spesifikasi Tangki Air Bertekanan (TU-06).....114
Tabel 4.49 Spesifikasi Bak air pendingin (BU-05).....114

Tabel 4.50 Spesifikasi *Cooling Tower* (CT-01) 115
Tabel 4.51 Spesifikasi *Mixed Bed* (TU-07) 115
Tabel 4.52 Spesifikasi Tangki NaCl (TU-08) 116
Tabel 4.53 Spesifikasi Tangki Air Demin (TU-09) 116
Tabel 4.54 Spesifikasi Deaerator (De-01) 116
Tabel 4.55 Spesifikasi Tangki N_2H_4 (TU-10) 117
Tabel 4.56 Spesifikasi Pompa Utilitas 118
Tabel 4.57 Daya Listrik Secara Keseluruhan 120
Tabel 4.58 Jadwal kerja *shift* 135
Tabel 4.59 Pengaturan Jadwal Kerja Grup 136
Tabel 4.60 Pembagian Waktu Kerja *Shift* Unit Keamanan 136
Tabel 4.61 Pembagian Waktu Kerja untuk Non-Shift 137
Tabel 4.62 Penggolongan Jabatan 138
Tabel 4.63 Jumlah Karyawan pada Masing-Masing Bagian 138
Tabel 4.64 Penggolongan Gaji Berdasarkan Jabatan 139
Tabel 4.65 Harga Indeks 154
Tabel 4.66 Harga Alat-Alat Proses pada Tahun 2025 156
Tabel 4.67 Harga Alat-Alat Penunjang pada Tahun 2025 158
Tabel 4.68 *Physical Plant Cost* (PPC) 165
Tabel 4.69 *Direct Plant Cost* (DPC) 165
Tabel 4.70 *Fixed Capital Investment* (FCI) 166
Tabel 4.71 *Direct Manufacturing Cost* (DMC) 166
Tabel 4.72 *Indirect Manufacturing Cost* (IMC) 166
Tabel 4.73 *Fixed Manufacturing Cost* (FMC) 166
Tabel 4.74 *Manucfaring Cost* (MC) 167
Tabel 4.75 *Working Capital* (WC) 167
Tabel 4.76 *General Expense* (GE) 167
Tabel 4.77 Total Biaya Produksi 167
Tabel 4.78 *Fixed Cost* (Fa) 167
Tabel 4.79 *Variable Cost* (Va) 168
Tabel 4.80 *Regulated Cost* (Ra) 168

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Impor Biodiesel 11
Gambar 1.2 Grafik Produksi Solar 12
Gambar 1.3 Grafik Konsumsi Solar 15
Gambar 4.1 Lokasi Pendirian Pabrik Biodiesel 75
Gambar 4.2 *Layout* Pabrik Biodiesel.....77
Gambar 4.3 *Layout* Alat Proses.....81
Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif.....94
Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif.....95
Gambar 4.6 Diagram Unit Utilitas 103
Gambar 4.7 Struktur Organisasi Perusahaan 129
Gambar 4.8 Grafik Indeks Harga 156
Gambar 4.9 Grafik Analisis Kelayakan.....171

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindari dan akan semakin meningkat dari tahun ke tahun. Indonesia merupakan negara dengan konsumsi energi terbesar di kawasan Asia Tenggara, konsumsi akan energi (bahan bakar fosil) semakin meningkat, baik untuk transportasi, industri, pembangkit listrik dan sebagainya. Seperti yang kita ketahui bahwa bahan bakar fosil adalah sumber energi yang tidak dapat diperbaharui (non renewable energy), maka dari itu perlu adanya sumber energi terbarukan untuk menanggulangi permasalahan tersebut. Sebagai alternatifnya, Indonesia dapat mengembangkan energi terbarukan berupa bahan bakar nabati (BBN) yang memiliki fungsi sama dengan bahan bakar minyak (BBM). BBN tersebut salah satunya dapat berupa biodiesel yang merupakan bahan bakar murni (dapat langsung digunakan tanpa dicampur dengan bahan bakar fosil). Berbagai macam minyak hewani, lemak hewani serta minyak sisa penggorengan bisa dijadikan bahan baku pembuatan biodiesel. Namun dalam pra rancangan pabrik biodiesel ini di gunakan minyak jelantah, selain dilihat dari ketersediaan bahan bakunya juga penggunaan minyak bekas penggorengan atau minyak jelantah ini bermanfaat mengurangi pencemaran air dan penggunaan minyak goreng berulangkali karena sifat minyak jelantah yang karsinogenik sehingga membahayakan bagi tubuh. Minyak jelantah ini diperoleh dari lembaga/yayasan pengepul miyak jelantah siap proses dari Yayasan Lengis Hijau Bali. Proses yang digunakan untuk pembuatan biodiesel dari minyak jelantah adalah esterifikasi dan transesterifikasi. Pada proses esterifikasi dan transesterifikasi dirancang reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) pada tekanan 1 atm dan suhu operasi 60 ^{o}C. Proses esterifikasi berfungsi untuk mengkonversi asam lemak bebas (FFA) menjadi metil ester (biodiesel) dan air, sedangkan proses selanjutnya adalah transesterifikasi untuk mengkonversi trigliserida menjadi metil ester (biodiesel) dan gliserol. Pabrik biodiesel dari minyak jelantah ini direncanakan akan didirikan di Kecamatan Manyar. Kabupaten Gresik. Jawa Timur, dengan kapasitas produksi 16.000 ton/tahun dengan bentuk perudahaan Persero Terbatas (PT). Perancangan pabrik biodiesel ini dinyatakan layak untuk didirikan, hal ini dapat dibuktikan dengan hasil perhitungan evaluasi ekonomi dengan didapatkan persentae BEP (break even point) sebesar 46,06 %, SDP (shut down point) sebesar 23,96%, ROI (return on investment) sebelum pajak sebesar 26,85%, ROI (return on investment) setelah pajak sebesar 13,43%, POT (pay out time) sebelum pajak selama 2,9 tahun, POT (pay out time) setelah pajak selama 4,7 tahun. Dengan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 56.404.934.398 dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 28.202.467.199. Dan di dapatkan nilai Discounted Cash Flow of Return (DCFR) 14,15 %.

Kata-kata kunci : Biodiesel, Energi terbarukan, Minyak Jelantah, Esterifikasi, Transesterifikasi

ABSTRACT

The increasing of necessary for fuel oil (BBM) in Indonesia is something that cannot be avoided and will increase from year to year. Indonesia is the country with the largest energy consumption in the Southeast Asian region, energi consumption (fossil fuels) has increased, both for transportation, industry, power generation and others. As we know that fossil fuels are a non-renewable energy sources. So, a renewable energy sources is needed to solve these problems. As an alternative, Indonesia can develop renewable energy of biofuels which has the same function as fuel oil. Alternative energy is one of them can use Biodiesel which is pure fuel (can be directly used without mixed with fossil fuel). Various kinds of animal oil, animal fat and waste cooking oil can be used as raw material for making biodiesel. However, in the pre-designed biodiesel plant will be used waste cooking oil, apart from being seen from the availability of raw materials, the use of waste cooking oil is useful to reduce water pollution and the use of cooking oil repeatedly, because of the carcinogenic nature of waste cooking oil, which is harmful to the body. Waste cooking oil was obtained from waste cooking oil collectors' institutions or foundations that ready to processs, it from Bali Lengis Hijau Foundation. The process used to make biodiesel from waste cooking oil are esterification and transesterification. In the esterification and transesterification process a stirred tank reactor (CSTR) is designed at a pressure of 1 atm and an operating temperature of 60 ^oC. The esterification process functions to convert free fatty acid (FFA) into methyl esters (biodiesel) and water, while the next process is transesterification to convert trygliceride to methyl esters (biodiesel) and glycerol. This biodiesel plant will be founded in Manyar District. Gresik Regency. East Java, with a production capacity of 16,000 tons / year in the form of a Limited Liability Company (Ltd). The design of the biodiesel plant is considered feasible to build, this can be proved by the calculation result with the equivalent price of BEP (break even point) of 46,06%, SDP (shut down point) of 23,96%, ROI (return on investment) before taxes of 26,85 %, ROI (return on investmen) after tax of 13,43%, POT (pay out time) before tax for 2,9 years, POT (pay out time) after tax for 4,7 years. With profit before tax of Rp 56.404.934.398 and profit after tax of Rp 28.202.467.199 And get a Discounted Cash Flow of Return (DCFR) value of 14,15%.

Keywords : Biodiesel, Renewable energy, Waste Cooking oil, Esterification, Transesterification

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang menghasilkan minyak bumi. Berkurangnya cadangan minyak bumi dari tahun ke tahun dan meningkatnya jumlah penggunakan Bahan Bakar Minyak (BBM) yang bersumber dari minyak bumi maka Indonesia harus mengimpor untuk mencukupi kebutuhan. Hal ini akan berdampak kepada perekonomian di Indonesia. Menurut sumber BP Migas,cadangan gas bumi saat ini di Indonesia sebesar 107 triliun standar kaki kubik dan diperkirakan akan habis sekita 40 tahun kedepan. Kegiatan eksplorasi yang agresif, membuat cadangan gas dan minyak bumi tidak akan cepat habis. Disamping itu selain eksplorasi perlu adanya energi alternatif untuk mengatasi masalah kelangkaan BBM serta menipisnya bahan bakar fosil (Anonim,2014).

Indonesia perlu meningkatkan penggunaan bahan bakar terbarukan sebagai pensubstitusi bahan bakar minyak dari sumber fosil. Dengan hal ini kebutuhan energi harus didukung dengan sumber daya energi terbarukan dan ramah lingkungan yang dapat dimanfaatkan dalam jangka panjang oleh berbagai pihak. Salah satu energi alternative yang harus dikembangkan negara Indonesia untuk mengatasi masalah ini adalah Biodiesel. Karena Indonesia mempunyai bahan baku yang melimpah. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) bersama dengan Pokja Bahan Bakar Nabati menargetkan produksi Biodiesel di Indonesia pada tahun 2025 adalah 4.700 milyar liter. Biodiesel diharapkan sebagai solusi sebagai sumber energi alternative untuk pemenuhan kebutuhan bahan bakar diesel nasional.

Biodiesel merupakan bahan bakar alternative yang berbahan baku mentah yang terbaharukan (*renewable*) yaitu minyak tumbuhan atau hewan yang diproses dengan cara transesterifikasi ataupun esterifikasi dan transesterifikasi. Biodiesel dihasilkan dari reaksi minyak dengan methanol atau ethanol dengan bantuan katalis asam maupun basa yang akan

mengasilkan metil ester dan gliserin.biodiesel memiliki keunggulan komparatif dibandingan dengan energi yang lainnya, yaitu lebih mudah ditransportasikan, memiliki kerapatan energi per volume yang lebih tinggi, memiliki karakter pembakaran relatif bersih dan biaya produksi rendah, dapat diperbaharui, dapat terurai , memiliki sifat pelumasan terhadap pistonmesin karena termasuk kelompok minyak tidak mengering (*non drying oil*), mampu mengurangi emisi karbondioksida dan efek rumah kaca. Kegunaan biodiesel sebagai bahan baku alternative pada dasarnya mampu menggantikan solar 100% tanpa harus memodifikasi mesin diesel. Hal ini dikarenakan sifat biodiesel yang hampir sama dengan solar, baik kekentalan,bilangan asam, berat jenis maupun kadar air, sehingga tidak merusak mesin. Dalam pengimplementasian di Indonesia berdasarkan Peraturan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral No. 12 tahun 2015 produk B20 (campuran 20% biodiesel dan 80% petrodiesel) digunakan secara masif di semua sektor seperti transportasi, industri dan komersil sebagai bahan bakar.

Sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan, biodiesel biasanya diproduksi dari bahan baku yang bisa dikonsumsi masyarakat seperti CPO (*Crude Palm Oil*) untuk minyak goreng, kosmetik hingga produk kebersihan. Salah satu bahan baku yang sangat potensial untuk biodiesel adalah minyak jelantah atau minyak goreng bekas memasak.

Dalam penggunaannya, minyak goreng memiliki batasan pengolahan menimbang dari segi kesehatan, banyak penelitian telah menunjukan bahwa minyak goreng yang aman untuk kesehatan maksimal tiga kali penggunaan dalam menggoreng. Oleh karena itu minyak goreng yang telah melewati tiga kali proses menggoreng sudah tidak dapat dipakai lagi karena senyawa organik penyusun minyak goreng telah berubah menjadi senyawa yang bersifat karsinogenik (senyawa yang dapat meningkatkan resiko kanker) yang sangat berbahaya bagi tubuh.

Gangguan kesehatan lain yang diakibatkan karena penggunaan minyak goreng berulang kali dipanaskan yaitu meningkatkan tekanan darah, penyebab terbentuknya plak ateriosklerosis, toksik terhadap organ reproduksi dan organ lain seperti ginjal, paru, serta jantung (Ebong et al, 1999).

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Minyak Jelantah

Minyak Jelantah (*waste cooking oil*) merupakan golongan minyak nabati limbah yang berasal dari berbagai jenis minyak goreng, seperti minyak sayur, minyak jagung, minyak samin dan sebagainya. Minyak jelantah merupakan minyak bekas pemakaian rumah tangga atau telah diambil manfaatnya dariproses memasak, biasanya sudah berwarna coklat, mengental dan mengandung asamlemak bebas yang tinggi. Minyak jelantah mengandung berbagai senyawa karsinogenik yang berbahaya bagi tubuh (Syamsidar, 2010), oleh karena itu minyak jelantah sudah tidak dapat dimanfaatkan untuk proses memasak yang pada akhirnya menjadi limbah untuk dibuangMinyak jelantah memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan menjadi bahan bakar biodiesel karena memiliki asam lemak yang tinggi. Komposisi asam lemak minyak jelantah dari minyak goring sawit ditunjukkan pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Komposisi Minyak Jelantah

Component	Name	Structure	Mass Fraction
OOO	Triolein (Triunsaturated Triglyceride)	C57H104O6	0.041
OOLI	TAG-OOLI (Triunsaturated Triglyceride)	C57H102O6-5	0.005
PLIO	TAG-PLIO (Monosaturated Triglyceride)	C55H100O6-7	0.091
POO	TAG-POO (Monosaturated Triglyceride)	C55H102O6-6	0.219
OOS	TAG-OOS (Monosaturated	C57H106O6-4	0.021
MPLI	TAG-MPLI (Disaturated Triglyceride)	C51H94O6-3	0.021
PPLI	TAG-PLIP (Disaturated Triglyceride)	C53H98O6-5	0.087
PPO	TAG-POP (Disaturated Triglyceride)	C53H100O6-5	0.278
POS	TAG-POS (Disaturated Triglyceride)	C55H104O6-3	0.046
MMM	TRIMYRISTIN (Trisaturated Triglyceride)	C45H86O6	0.004
MMP	TAG-MMP (Trisaturated Triglyceride)	C47H90O6-10	0.016
PPP	TRIPALMITIN (Trisaturated	C51H98O6	0.052
PPS	TAG-PPS (Trisaturated Triglyceride)	C53H102O6-13	0.010
PP	1,3 DIPALMITIN (Diglyceride)	C35H68O5-1	0.049
FFA	Oleic Acid (Free fatty acids)	C18H34O2	0.060

Berdasarkan studi kelayakan yang dilakukan oleh (Haas and Foglia, 2005); (Rochiq and Jawsis, 2001) (Wang et al., 2007), (Zhang et al., 2003); (Wang et al., 2007); Canakci (2007); Gui, et al (2008); Pahn and Pahn (2008); Halim, et al (2009); dan kuncoro, et al (2013), jenis minyak nabati yang paling efektif dan efisien untuk dijadikan bahan baku biodiesel adalah minyak goreng bekas atau minyak jelantah. Alasan utama pengolahan biodiesel dari minyak jelantah, antara lain:

1. Cara paling efektif untuk menurunkan biaya produksi biodiesel, karena berasal dari limbah rumah tangga atau industri dan murah.
2. Pembuangan minyak jelantah secara langsung ke lingkungan dapat mencemari lingkungan kususnya pencemaran air karena dapat menaikkan 6 kadar Chemical Oxigen Demand (COD) dan Biology Oxygen Demand (BOD). 3
3. Data statisktik menunjukkan peningkatan produksi minyak goreng antara 28% setiap tahunnya.

Penggunaan minyak jelantah sebagai bahan konsumsi dapat mengganggu kesehatan (Zhang et al., 2003) (Rochiq and Jawsis, 2001) dan pemanfaatan minyak jelantah di Indonesia masih belum maksimal sampai saat ini sebagian besar limbah minyak goreng dari konsumsi masyarakat di buang ke selokan dan tempat sampah atau dijual ke pedagang kaki lima dan kemudian digunakan untuk menggoreng dagangannya. Menurut Nadesul pada tahun 2007 , limbah minyak jelantah bersifat karsinogenik jika di konsumsi rutin untuk jangka waktu lama, akan memiliki dampak tidak sehat seperti bahan karsinogenik lainnya. Setelah diteliti, minyak jelantah ternyata mengandung gugus benzena yang dapat mengeluarkan senyawa dioksin ketika digunakan untuk menggoreng dengan temperatur dibawah 800°C. Ketika senyawa dioksin masuk ke dalam tubuh seseorang, maka sistem reproduksi sel tubuh akan terganggu, sehingga dapat menimbulkan penyakit kanker. Secara nasional Data Survey Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) mengenai konsumsi minyak goreng rumah tangga di Indonesia pada tahun 2011 sampai 2016 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Konsumsi Minyak Goreng Rumah Tangga di Indonesia

Tahun	Konsumsi (liter/kapita/tahun
2011	8,239
2012	9,334
2013	8,916
2014	9,212

2015	9,436
2016	9,660

Menurut Kayun pada tahun 2007, limbah minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel dapat dikumpulkan dari beberapa sumber yaitu rumah tangga, restoran, hotel dan industri pengolahan makanan. Jumlah limbah minyak jelantah yang dihasilkan rumah tangga sebanyak 305 ribu ton, jumlah limbah minyak jelantah yang dihasilkan dari industri pengolahan makanan adalah sebanyak 2 juta ton dan jumlah limbah minyak jelantah yang dihasilkan dari penggunaan minyak goreng oleh hotel dan restoran adalah sebanyak 1.5 juta ton. Total jumlah limbah minyak jelantah yang tersedia dari berbagai pihak yang menggunakan minyak goreng adalah sebanyak 3.8 juta ton per tahun. Dengan kondisi seperti ini, pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan saat ini. Pemerintah melalui Kementerian ESDM telah berupaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar solar dengan di terbitkannya peraturan menteri ESDM No. 12 tahun 2015 tentang blending (B20). Minyak jelantah merupakan harapan bahan bakar alternatif yang dapat digunakan dimasa mendatang, mengingat minyak jelantah berasal dari limbah rumah tangga dan Industri. Dengan demikian pabrik biodiesel dari minyak jelantah ini dapat diperhitungkan untuk didirikan.

1.2.2 Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar yang berupa ester mono alkil atau methyl ester yang diturunkan dari rantai panjang yang diturunkan dari minyak nabati atau lemak hewani. Ester mono alkil merupakan produk reaksi alkohol rantai lurus seperti metanol dan etanol, dengan asam lemak atau minyak (triolein) membentuk gliserol dan ester dari asam lemak rantai panjang. (Aziz, 2010). Biodiesel memiliki sifat fisis yang sama dengan minyak solar sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk kendaraan bermesin diesel. Dibanding bahan bakar solar, biodiesel memiliki beberapa keunggulan, yaitu: (i) biodiesel diproduksi dari bahan pertanian, sehingga dapat diperbaharui, (ii) memiliki bilangan cetane yang tinggi, (iii)

ramah lingkungan karena biodiesel tidak mengandung sulfur sehingga tidak ada emisi SOx, (iv) aman dalam penyimpanan dan transportasi karena tidak mengandung racun. Biodiesel tidak mudah terbakar karena memiliki titik bakar yang relatif tinggi, (v) meningkatkan nilai produk pertanian Indonesia, (vi) memungkinkan diproduksi dalam skala kecil menengah sehingga bisa diproduksi di pedesaan, (vii) menurunkan ketergantungan suplai minyak dari negara asing dan (viii) biodegradable : jauh lebih mudah terurai oleh mikroorganisme dibandingkan minyak mineral (Puji, 2010). Selain itu, biodiesel memiliki sifat pelumasan yang sangat baik, lebih baik daripada bahan bakar diesel konvensional, sehingga dapat memperpanjang masa pakai mesin. Kekurangan dari biodiesel karena saat ini sebagian besar biodiesel diproduksi dari jagung dan tumbuhan pokok lainnya yang berpotensi menyebabkan berkurangnya sumber pangan dan bahkan meningkatnya harga pangan.

Biodiesel secara nyata dapat mengurangi pencemaran. Kandungan belerang yang sangat rendah akan memungkinkan penggunaan katalis pada sistem gas buang. Jika dipergunakan bersama minyak solar, biodiesel dapat mengurangi atau menghilangkan kebutuhan belerang dalam minyak diesel. Biasanya belerang dibutuhkan lebih 500 ppm (per 1 juta bagian) atau 0,05% dalam minyak solar untuk menambah pelumasan. Pencampuran biodiesel dengan solar dapat mengurangi kadar belerang hingga 15 ppm atau 0,0015%. Pencampuran yang dilakukan dengan 1% biodiesel akan memperoleh 65% pelumasan. Untuk maksud pengurangan kadar belerang ini cukup hanya dengan menambahkan biodiesel kedalam solar sebanyak 0,4-0,5%. Biodiesel memiliki kandungan energi yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan diesel konvensional. Terdapat beberapa standar spesifikasi biodiesel yang menjadi acuan dalam penetepan standar mutu biodiesel di Indonesia seperti: Standar biodiesel Eropa EN 14214:2002(E), ASTM D130, ASTM D613, ASTM D1796, ASTM D4007, AOSC Cd 1d-92 dan AOCS Cd 6-38. Persyaratan mutu biodiesel Indonesia ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 7182:2015, persyaratan biodiesel ini merupakan revisi dari SNI 7128:2012. Berikut tabel 1.3. Standar

nasional mutu biodiesel Indonesia:

Tabel 1.3 Standarisasi Mutu Biodiesel di Indonesia (SNI 7182:2015)

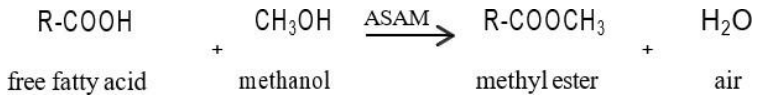
No.	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Berat Jenis (40^{o}C)	Kg/m3	850 – 890
2	Viskositas (40^{o}C)	mm^2/s (CSt)	2,3 – 6
3	Angka Cetana	-	51
4	Titik Nyala	^{o}C	100
5	Titik Kabut	^{o}C	18
6	Korosi Bilah Tembaga	-	51
7	Air dan Sedimen	%-volume	0,05
8	Temperatur Destilasi	^{o}C	360
9	Abu	%-massa	0,02
10	Belerang	Ppm, mg/kg	50
11	Fosfor	Ppm, mg/kg	4
12	Angka asam	Mg-KOH/g	0,5
13	Gliserol bebas	%-massa	0,02
14	Gliserol total	%-massa	0,24
15	Kadar Biodiesel	%-massa, min	96,5

16	Angka iodium	%-massa ($g\text{-}I_2/100g$),maks	115
17	Trigliserida	%-massa, maks	0,8

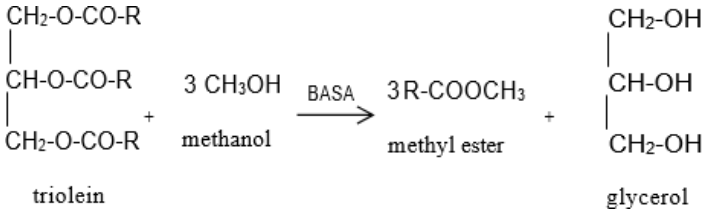
Diharapkan dengan pemakaian biodiesel, pengurangan pencemaran udara dari emisi kendaraan bermotor (khususnya dari mesin diesel) tidak berbanding lurus dengan pengurangan kinerja tenaga mesin diesel itu sendiri. Maka dari itu, dengan memperhatikan parameter-parameter spesifikasi tersebut diharapkan biodiesel dapat selalu *on spesification*, sehingga menjadikan biodiesel bagian dari solusi transformasi energi bersih dan ramah lingkungan di Indonesia.

1.2.3 Tinjauan Termodinamika

Pada pembuatan biodiesel ada dua tahapan reaksi yang dijalankan yaitu tahapan reaksi Esterifikasi dan Reaksi Tranesterifikasi. Pada reaksi esterifikasi antara asam lemak bebas dengan metanol dengan bantuan katalis asam yang akan menghasilkan biodiesel dengan air seperti pada reaksi dibawah ini. Reaksi esterifikasi pada umumnya digunakan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas sehingga sesuai dengan standar. Melalui tinjauan termodinamika akan diketahui apakah reaksi tersebut bersifat eksotermis atau endotermis dengan perhitungan ΔH.



Reaksi esterifikasi biasanya dilanjutkan dengan reaksi transesterifikasi, reaksi transesterifikasi terjadi karena reaksi antara triolein dengan metanol yang dibantu dengan katalis basa sehingga menghasilkan biodiesel dan gliserol seperti pada reaksi. Melalui tinjauan termodinamika akan diketahui apakah reaksi tersebut bersifat eksotermis atau endotermis dengan perhitungan ΔH.



1.3 Penentuan Kapasitas Perancangan

Hal-hal yang wajib dilakukan untuk berbagai pertimbangan dalam penentuan kapasitas pabrik biodiesel berbahan baku minyak jelantah, antara lain:

1.3.1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam memproduksi biodiesel adalah metanol dan minyak jelantah. Metanol diperoleh dari PT Kaltim Methanol Industri, Bontang dengan kapasitas 660.000 ton/tahun dan PT Medcol Metanol Bunyu 330.000 8 ton/tahun, sedangkan minyak jelantah diperoleh dari Yayasan Lengis Hijau, Bali dengan jumlah 258.420 ton/tahun, APJETI (Asosiasi Pengumpul Minyak Jelantah), Jakarta Timur sebanyak 7.200 ton/tahun, minyak jelantah di kota Malang sebanyak 310.320 ton/tahun.

1.3.2. Kebutuhan Biodiesel di Indonesia

Menurut data Kementerian ESDM, kebutuhan minyak solar di Indonesia pada tahun 2018 sebesar 33 juta kilo liter, dimana berdasarkan peraturan pemerintah tahun 2015 tentang kebijakan pencampuran minyak solar dan biodiesel (B20) maka 20% dari kebutuhan tersebut adalah biodesel yaitu sebesar 6,6 juta kilo liter. Sedangkan produksi biodiesel Indonesia saat ini sebesar 6,18 juta kilo liter. Dari data tersebut maka Indonesia masih kekurangan 430.000 kilo liter atau setara 402.000 ton biodiesel untuk memenuhi kebutuhan B20. Oleh karena itu, peluang untuk memproduksi biodiesel sangat besar. Penentuan kapasitas pabrik biodiesel yang digunakan yaitu dengan metode *supply-demand.*

a. Supply

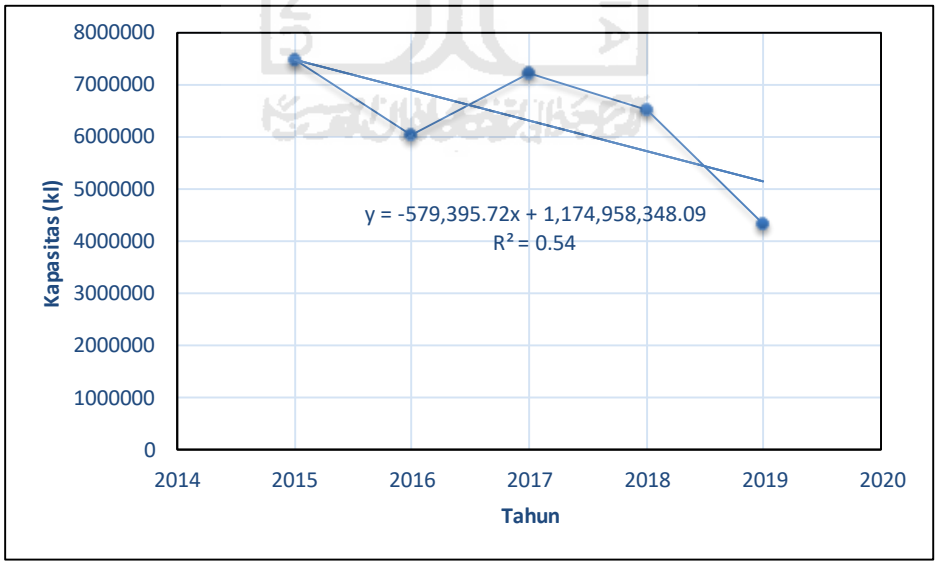
- Impor

Data statistik yang diterbitkan Bapan Pusat Statistik (BPS) dan data ESDM tentang kebutuhan Impor solar, didapatkan data impor tahun 2015 sampai tahun 2019 seperti pada table 1.4

Tabel 1.4 Data Perkembangan Impor Solar di Indonesia

Tahun	Impor kl/tahun)
2015	7472564
2016	6033236
2017	7231460
2018	6512898
2019	4335755

Dari data impot diatas dapat dibuat grafik Linear antara sumbu data tahun sumbu x dan data impor sumbu y, grafik dapat dilihat pada gambar 1.1



Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Impor Biodiesel

Perkiraan impor Solar pada tahun yang akan datang saat pembangunan pabrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan y = -579.395,72x + 1.174.958.348,09 , dimana nilai x sebagai tahun dan y

sebagai jumlah impor.

Dengan persamaan diatas diperkirakan untuk tahun 2025 kebutuhan impor Solar adalah sebesar

y = -579.395,92x + 1.174.958.348,09

y = -579.395,92 (2025) + 1.174.958.348,09

y = 1.682.055,6 kiloliter

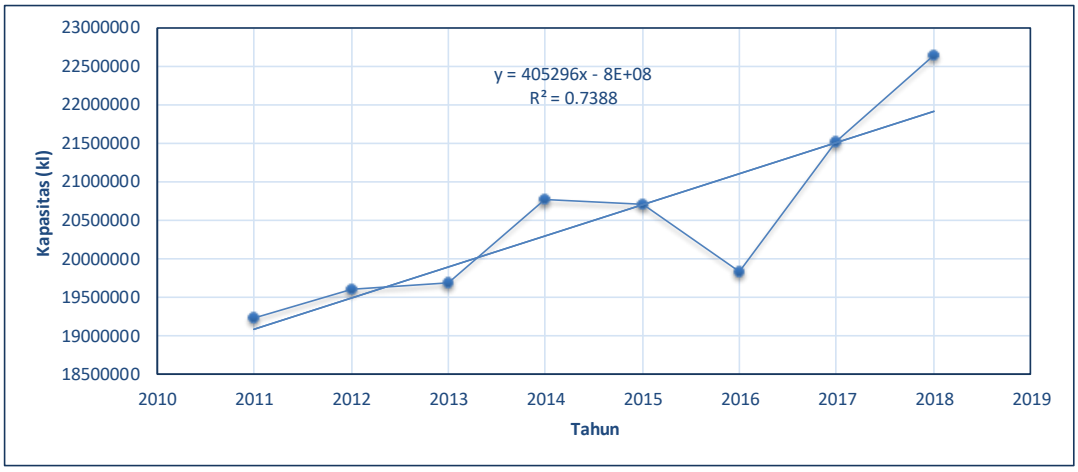
- Produksi

Produksi Solar dalam negeri menurut data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) di Indonesia dari tahun 2011 sampai tahun 2018 dapat dilihat pada tabel 1.5

Tabel 1.5 Data Perkembangan Produksi Solar di Indonesia

Tahun	Produksi (kl)
2011	19225071
2012	19593610
2013	19688368
2014	20765525
2015	20712899
2016	19840362
2017	21522953
2018	22652895

Dari data produksi diatas dapat dibuat grafik linear antara data tahun sumbu x dan data produksi sumbu y, Grafik dapat dilihat pada gambar 1.2



Gambar 1.2 grafik produksi Solar

Perkiraan produksi Solar pada tahun yang akan datang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan y= dimana x sebagai tahun dan y adalah sebagai jumlah produksi Solar. Dengan persamaan diatas diperkirakan produksi Solar pada tahun 2025 di Indonesia adalah sebesar :

y = 405.296x – 8E+08

y = 405.296 (2025)– 8E+08

y = 20.724.400 kiloliter

Berdasarkan data impor dan produksi Solar di Indonesia padatahun 2025 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai supply solar di Indonesia, yaitu :

Supply = Impor + Produksi

= (1,682.055,6 + 20.724.400) kiloliter/tahun

= 22.406.456 kiloliter/tahun

Diketahui densitas solar = 870 kg/m3

Maka,

Supply = 19.493.616.372 kg/tahun

= 19.493.616 ton/tahun

b. Demand

- Ekspor

Berkurangnya cadangan *petroleum oil* dalam negeri dan untuk menjalankan kebijakan pemerintah dalam mengurangi penggunaan energi dari fosil, sehingga kebutuhan biodiesel di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Berikut adalah tabel neraca biodiesel di Indonesia.

Tabel 1.6 Neraca Biodiesel Indonesia

Tahun	Produksi (kl)	Domestik (kl)
2011	1.800.000	358.000
2012	2.200.000	670.000
2013	2.800.000	1.048.000
2014	3.000.000	1.600.000
2015	1.180.000	860.000
2016	3.656.000	3.008.000
2017	3.416.000	2.572.000

2018	6.168.000	3.750.000

Sumber : Data rekonsiliasi EBTKE, APROBI (2019)

Berdasarkan Tabel 1.5 kebutuhan domestik biodiesel di Indonesia pada tahun 2011 sebesar 358 ribu kiloliter dan meningkat menjadi 3,75 juta kiloliter pada tahun 2018. Pada tahun 2019 Kementerian ESDM akan mengalokasikan sebanyak 6,2 juta kiloliter biodiesel. Dari jumlah biodiesel yang telah diproduksi Indonesia masih mengalami kekurangan biodiesel, maka terdapat peluang besar untuk dapat memasok kebutuhan domestik. Impor solar pun akan berkurang seiring dengan peningkatan konsumsi biodiesel maka defisit perdagangan Indonesia akan menurun dan kemungkinan harus di turunkannya peluang ekspor, sehingga nilai ekspor pada tahun pendirian pabrik yaitu tahun 2025 akan sangat kecil untuk itu kami asumsikan nilai ekspor sama dengan 0.

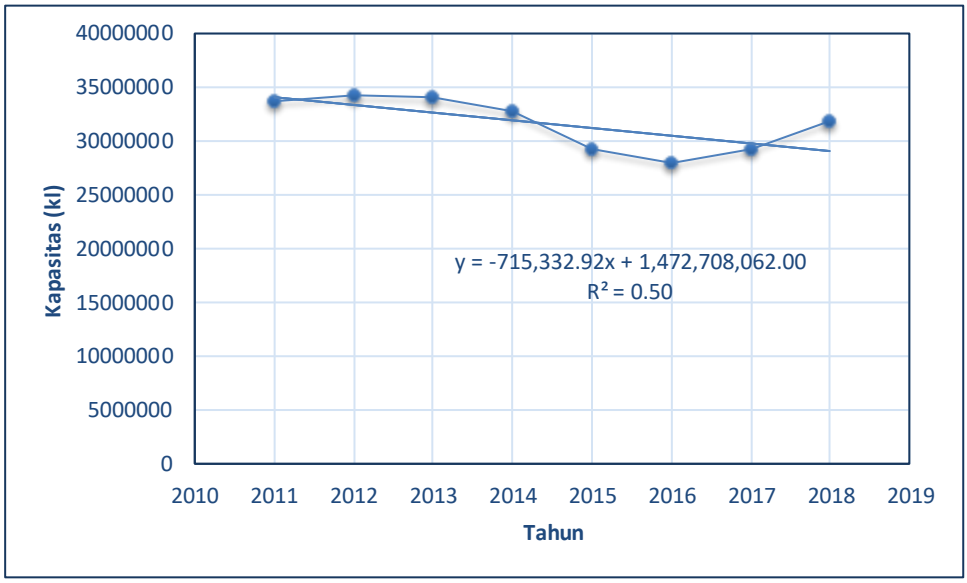
- Konsumsi

Konsumsi solar dalam negeri menurut data statistik yang diterbitkan oleh data statistic migas ESDM di Indonesia dari tahun 20011 sampai tahun 2018 dapat dilihat pada table 1.7

Tabel 1.7 Data Perkembangan Konsumsi solar di Indonesia

Tahun	Konsumsi (kl/tahun)
2011	33758548
2012	34301356
2013	34126857
2014	32734099
2015	29225762
2016	28036693
2017	29361896
2018	31814000

Dari data konsumsi diatas dapat dibuat grafik linear antara data tahun sumbu x dan data konsumsi sumbu y, Grafik dapat dilihat pada gambar 1.3



Gambar 1.3 Grafik Konsumsi Solar

Perkiraan konsumsi solar pada tahun yang akan datang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan y= -715.332,92x + 1.472.708.062 dimana x sebagai tahun dan y adalah sebagai jumlah konsumsi biodiesel. Dengan persamaan diatas diperkirakan konsumsi solar pada tahun 2021 di Indonesia adalah sebesar :

y = -715.333,92x + 1.472.708.062

y = -715.333,92 (2025)+1.472.708.062

y = 24.158.939,5 kiloliter

Berdasarkan data ekspor dan konsumsi solar di Indonesia pada tahun 2025 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai demmand solar di Indonesia, yaitu :

Demand = Ekspor + Konsumsi

= (0 + 24.158.939,5) kl/tahun

= 24.158.939,5 kiloliter/tahun

Diketahui densitas solar = 870 kg/m3

Maka,

Demand = 21.018.277.365 kg/tahun

= 21.018.277 ton/tahun

Berdasarkan proyeksi impor, ekspor, konsumsi dan produksi pada tahun 2025. Maka, peluang pasar untuk solar dapat ditentukan kapasitas perancangan pabrik sebagai berikut :

Peluang solar= *Demand – Supply*

= 21.018.277 – 19.493.616

= 1.524.661 ton/tahun

Kandungan biodiesel dalam solar = 30% sehingga di dapatkan peluang biodiesel sebesar 457.398 ton/tahun

Kapasitas pabrik Biodiesel yang akan didirikan diambil 30% dari kebutuhan di Indonesia sebesar : 30% x 457.398 = 16.009 ton/tahun. Dari data dan hasil perhitungan perancangan pabrik biodiesel ini akan dibangun dengan kapasitas sebesar 16.000 ton/tahun. Besarnya kapasitas sudah di sesuaikan dengan bahan baku minyak jelantah yang di peroleh dari pengepul sebesar 15588 ton/tahun. Kapasitas ini berada di skala menengah keatas dan bisa bersaing dengan pabrik lain produksi biodiesel dari minyak jelantah di Indonesia.

Pertimbangan pemanfaatan bahan baku, pemenuhan kebutuhan energi, potensi pasar domestik yang memiliki peluang besar merupakan beberapa alasan untuk mendirikan pabrik ini. Pabrik biodiesel dari minyak jelantah diharapkan dapat memberikan dampak positif terhadap pemenuhan kebutuhan energi di Indonesia.

1.3.3. Skala Komersil Pabrik yang Menguntungkan

Dalam penentuan kapasitas pabrik, pemilihan skala komersial yang menguntungkan harus dilakukan. Pertimbangannya dengan melihat kapasitas pabrik biodiesel yang sudah ada dan berdiri di Indonesia. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian pada tahun 2013 perusahaan biodiesel dengan kapasitas yang besar sebagai berikut:

Tabel 1.8 Perusahaan Biodiesel di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Wilmar Bioenergy Indonesia	Dumai, Riau	1.300.000
PT. Wilmar Nabati Indonesia	Gresik, Jawa Timur	1.300.000
PT. Musim Mas Batam	Batam, Kepulauan Riau	615.000
PT. Ciliandra Perkasa	Dumai, Riau	250.000
PT. Cemerlang Energi Perkasa	Dumai, Riau	250.000
PT. Musim Mas Medan	Medan, Sumatra Utara	235.000
PT. Pelita Agung Agri Industries	Bengkalis, Riau	200.000
PT. Multi Biofuel Indonesia	Kalimantan Selatan	160.000
PT. Darmex Biofuels	Cikarang, Jawa Barat	150.000
PT. Anugerah Inti Gemanusa	Gresik, Jawa Timur	120.000
PT. Sumi Asih Oleo Chem	Bekasi, Jawa Barat	100.000
PT. Primanusa Palma Energi	Jakarta	24.000
PT. Energi Alternatif	Tanjung Priok, Jakarta	7.000
PT. Eterindo Nusa Graha	Gresik, Jawa Timur	40.000
PT. Eternal Buana Chemical	Tangerang, Banten	40.000

Melihat kapasitas pabrik biodiesel yang sudah ada di Indonesia, kapasitas pabrik biodiesel dengan bahan baku minyak jelantah ini termasuk cukup kecil, namun jika dilihat dari dari tujuan lain yaitu membantu mengurangi pencemaran limbah minyak goreng dan mengurangi penyalahgunaan minyak jelantah pabrik ini akan mempunyai peluang untuk didirikan. Di Indonesia sendiri belum terdapat pabrik biodiesel berbahan baku minyak jelantah dengan kapasitas besar, namun sudah terdapat beberapa yayasan pengepul minyak jelantah atau perusahaan yang mencoba mengolah menjadi biodiesel namun masih dengan kapasitas kecil. Berikut data yayasan dan perusahaan di Indonesia yang memproduksi biodiesel dari minyak jelantah:

Table 1.9 Perusahaan Biodiesel dari Minyak Jelantah di Indonesia

No	Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
1	PT. Adaro Energy	396
2	PT Freeport Indonesia (PTFI)	9,5
3	PT Bali Hijau Diesel	438
4	CV. Garuda Energi Nusantara (Gen-Oil)	410
5	PT.Mekanika Elektrika Egra	330

Sedangkan di luar negeri sudah ada beberapa pabrik produksi biodiesel dari minyak jelantah dengan kapasitas yang cukup besar. Berikut beberapa pabrik biodiesel dari minyak jelantah di luar negeri :

Tabel 1.10 *P*erusahaan Biodeisel dari Minyak Jelantah di luar negeri

No	Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
1	BioD Energy India	33.000
2	FatHopes Energy Malaysia	204.000

1.4 Pemilihan Proses Produksi

Proses pembuatan biodiesel dari minyak nabati atau lemak juga dapat dilakukan dengan berbagai cara, menurut (Thanh, Le Tu. dkk, 2012) adalah:

1.4.1. *Mechanical Stirring Method*

Transesterifikasi antara trigliserida dan alkohol dengan bantuan katalis biasanya dilakukan dalam reaktor *batch*. Langkah pertama, reaktan dipanaskan sampai suhu yang diinginkan, lalu dicampur sempurna dengan pengaduk mekanik. Reaksi transesterifikasi ini menghasilkan Fatty Acid Methyl Ester (FAME) yang merupakan biodiesel. Hasil biodiesel yang diperoleh tergantung dari berbagai macam parameter, seperti jumlah katalis, suhu reaksi, rasio alkohol dan minyak, kecepatan pengadukan dan lain-lain. Dalam praktiknya, produksi biodiesel banyak yang menggunakan *Continous Stirred Tank Reactor* (CSTR) untuk mencapai kapasitas produksi yang besar serta untuk mendapatkan ukuran reaktor yang lebih kecil. Metode produksi biodiesel dengan menggunakan pengadukan mekanik ini adalah metode yang paling banyak digunakan dan cocok untuk katalis homogen ataupun heterogen.

a. Homogeneous Base-Catalyst Transesterification

Reaksi transesterifikasi dengan katalis basa seperti senyawa hidroksida dan metoksida memberikan hasil yang bagus ketika

minyak yang digunakan berkualitas tinggi (FFA < 1 wt.% and moisture < 0.5 wt.%). Reaksi dijalankan pada suhu 60–65 °C dan tekanan atmosferis dengan jumlah alkohol yang berlebih, biasanya metanol. Rasio molar alkohol terhadap minyak yang paling sering digunakan adalah 6:1 atau lebih. Jika digunakan NaOH atau KOH dibutuhkan beberapa jam untuk menyelesaikan reaksi. Basa alkoksi seperti *alkaline alkoxides* adalah katalis yang paling reaktif karena bisa menghasilkan FAME lebih dari 98% dengan waktu reaksi yang lebih singkat, yaitu 30 menit. Selain itu, katalis metoksida tidak seperti katalis hidroksida yang pemurniannya sulit. Basa hidroksida lebih murah daripada basa alkoksi, tetapi kurang reaktif.

Kelemahan utama dari katalis basa adalah tidak bisa digunakan secara langsung pada minyak atau lemak yang mengandung banyak FFA (> 1 wt.%). Apabila FFA dinetralisasi oleh basa membentuk sabun dan air maka aktivitas katalis akan menurun. Pembentukan sabun ini menghambat proses pemisahan gliserol dari campuran dan pemurnian FAME dengan air. Penghilangan katalis yang tersabunkan sangat sulit dan memberikan biaya tambahan yang besar dalam produksi biodiesel. Biodiesel yang diperoleh dimurnikan dengan cara pencucian dengan air atau distilasi pada suhu tinggi dan tekanan yang lebih rendah.

Pada minyak nabati atau lemak dengan kandungan FFA yang rendah, transesterifikasi dengan katalis basa lebih cepat daripada transesterifikasi dengan katalis asam sehingga secara umum lebih banyak digunakan secara komersial dalam skala industri.

b. Heterogeneous Solid-Catalyst Transesterification

Kelemahan transesterifikas basa homogen adalah konsumsi energi yang besar, biaya pemisahan katalis dari campuran reaksi dan pemurnian biodiesel mahal. Oleh karena itu, untuk menurunkan biaya proses pemurnian digunakan katalis padat seperti *metal oxides, zeolites, hydrotalcites*, dan *γ-alumina* karena katalis ini mudah dipisahkan dari campuran reaksi dan dapat digunakan kembali. Kebanyakan katalis ini adalah basa atau basa oksida yang ditopang material dengan luas permukaan yang besar. Seperti katalis homogeny, katalis basa padat lebih aktif daripada katalis asam padat.

Di alam, CaO dan MgO tersedia dalam jumlah yang melimpah dan secara luas telah digunakan. Ngamcharussrivichai et al. mengkalsinasi domomite yang kandungan utamanya $CaCO_3$ dan $MgCO_3$ pada 800^0C selama 2 jam untuk membuat katalis CaO dan MgO untuk transesterifikasi minyak kelapa sawit. Kondisi optimal yang diperoleh adalah jumlah katalis 6% wt terhadap minyak, rasio molar metanol dengan minyak 30:1, waktu reaksi 3 jam dan suhu reaksi 60^0C dan hasil konversi FAME sebesar 96%. Setelah selesai

reaksi, katalis diperoleh kembali dengan sentrifugasi dan dicuci dengan metanol dan digunakan kembali untuk proses selanjutnya. Hasil FAME lebih dari 90% diperoleh sampai pemakaian katalis 7 kali. Huaping et al melakukan transesterifikasi minyak Jatropha curcas dengan metanol dan katalis CaO. Hasil FAME yang diperoleh lebih dari 93% dengan jumlah katalis 1.5 wt%, suhu 70^0C, rasio molar 9:1 dan waktu reaksi 3,5 jam.

Aktivitas katalis padat tergantung dari bagian aktif permukaan CaO atau MgO. Jika permukaan logam oksida tersebut mudah teracuni oleh absorpsi CO_2 dan air di udara membentuk karbonat dan hidroksida, maka aktivitas katalis tersebut menurun seiring berjalannya waktu. Aktivitas katalis tersebut bisa diperbaiki dengan kalsinasi untuk menghilangkan CO_2 dan air pada suhu tinggi. Katalis padat asam memberikan hasil yang kurang baik jika dibandingkan dengan katalis padat basa.

c. *Enzym Catalyst Tranesterification*

Enzim yang biasanya digunakan dalam produksi biodiesel adalah lipase. Kelemahan proses katalisis dengan enzim adalah mahalnya harga lipase. Selain itu, ketidakaktifan enzim yang menyebabkan penurunan hasil FAME sebagian besar dibatasi oleh kelarutan enzim dalam methanol. Aplikasi di industri masih jarang karena aspek kelayakan dan tantangan teknisnya. Kondisi reaksi optimum dari transesterifikasi *tallow* adalah suhu 45^0C, kecepatan

pengadukan 200 rpm, konsentrasi enzim 12.5-25% terhadap trigliserida, rasio molar metanol dengan air 3:1, waktu reaksi 4-8 jam (untuk alkohol primer) dan 16 jam (untuk alkohol sekunder). Lipozyme, *i.e.*, IM 60 paling efektif dengan konversi 95% dengan alkohol primer dan lipase dari *C. antarctica* and *P. cepacia* (PS-30) paling efisien dengan konversi 90% dengan alkohol sekunder.

1.4.2. *Supercritical Alcohol Method*

Transesterifikasi tanpa katalis bisa dilakukan dengan metode ini pada tekanan tinggi (sekitar 80 atm) dan suhu tinggi (300-400^{0}C) pada reactor kontinyu. Pada kondisi superkritis, campuran reaktan menjadi satu fase dan reaksi berjalan sangat cepat dan spontan. Jika dibandingkan dengan proses berkatalis, metode superkritis ini memiliki 3 kelebihan, yaitu :

a. Proses ini ramah lingkungan karena tidak menggunakan katalis dalam reaksi, oleh karena itu tidak diperlukan proses pemisahan katalis dan sabun yang terbentuk.

b. Reaksi super kritis membutuhkan waktu reaksi yang singkat, yaitu 2- 4 menit dan laju konversi lebih cepat.

c. Adanya FFA ataupun air tidak mempengaruhi reaksi pada metode ini. FFA dikonversi menjadi FAME, bukan sabun. Oleh karena itu proses ini dapat diaplikasikan secara luas untuk bermacam-macam bahan baku.

Kelemahan metode ini adalah dibutuhkan tekanan dan suhu

tinggi dan juga rasio molar methanol dengan minyak tinggi (biasanya 42:1) yang membuat biaya produksinya mahal. Demirbas menjalankan transesterifikasi dengan metode ini dengan bahan baku sunflower dan methanol dengan katalis CaO. Hasilnya adalah reaksi selesai dalam waktu 6 menit dengan CaO 3 wt%, rasio molar methanol dengan minyak 41:1 pada suhu 525 K, bukan di atas 600K tanpa katalis.

1.4.3. *Co-Solvent Method*

Untuk mendapatkan reaksi satu fase *co-solvents* seperti tetrahydrofuran (THF), 1,4-dioxane and diethyl ether telah diteliti. Dari *list* tersebut, THF adalah solven pertama yang digunakan dalam transesterifikasi. Rasio molar methanol dengan minyak 6:1 penambahan THF sebanyak 1.25 volume methanol ke minyak menghasilkan system satu fase dimana proses transesterifikasi dipercepat. Selain itu, THF dipilih karena titik didihnya (67^0C) hanya 2^0C diatas methanol. Oleh karena itu, kelebihan methanol dan THF bisa didistilasi dan di*recycle.* Transesterifikasi *soybean oil* dengan methanol dilakukan dengan variasi konsentrasi NaOH dengan menggunakan *co-solvent* THF. Hasil FAME adalah 82.5, 85, 87 dan 96% diperoleh dengan konsentrasi katalis

1.1, 1.3, 1.4 dan 2.0 wt.% dan waktu reaksi 1 menit. Transesterifikasi *coconut oil* dengan menggunakan rasio volum THF/methanol 0.87 dengan NaOH 1wt% konversi yang diperoleh adalah 99% dalam waktu 1 menit.

Table 1.11 Jenis Proses Pembuatan Biodiesel

Proses pembuatan biodiesel	**Parameter yang ditinjau**				
	Katalis	**Reaktor**	**Temperature**	**Tekanan**	**Konversi**
Homogeneous Base-Catalyst Transesterification	KOH/NaOH	RATB	60-65 ^{O}C	1atm	>98%
Heterogeneous Solid-Catalyst Transesterification	Zeolit, Dolomit, dll	RATB	60-65 ^{O}C	1 atm	96%
Enzym Catalyst Transesterification	Enzim Lipase	RATB	45 ^{O}C	1atm	90-95%
Supercritical Alcohol Method	*Free Catalyst*	*Continuous Reactor*	300-400 ^{O}C	80 atm	-
Co-Solvent Method	NaOh/KOH dengan Co-Solvent TFH	-	60 ^{O}C	1 atm	85-96%

Seleksi proses pembuatan biodesel dari Minyak Jelantah berdasarkan kandungan bahan baku yang terdapat dalam minyak. Kandungan terbesar dari Minyak Jelantah (% berat) adalah triolein yaitu 94 %, sedangkan sisanya asam lemak bebas, serat, dan protein. Adanya sedikit kandungan asam lemak bebas akan menyebabkan terbentuknya sabun, menurunkan yield dan mempersulit pemisahan biodiesel dan gliserol. Oleh karena itu asam lemak bebas terlebih dahulu di konversi menjadi biodiesel dengan proses esterifikasi kemudian triolein di konversi menjadi biodiesel dengan proses transesterifikasi.

Proses yang digunakan dalam pra rancangan pabrik biodiesel ada dua yaitu : esterifikasi asam lemak bebas dengan katalis asam kuat H_2SO_4 dan transesterifikasi triolein dengan katalis basa kuat KOH.

Dan setelah bahan baku berhasil diproses, maka akan terbentuk produk yang harus sesuai dengan standar yang berlaku dipasar. Spesifikasi biodiesel yang layak beredar di Indonesia sendiri sudah diatur oleh Badan Standarisasi Nasional melalui Standar Nasional Indonesia.

BAB II
PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Produk

2.1.1. Biodiesel (*Fatty Acid Methyl Ester*)

Rumus Kimia	: $C_{19}H_{36}O_2$
Berat Molekul	: 296,4928 Kg/Kmol
Fase	: Cair (T = 30 ^{0}C, P = 1 atm)
Komposisi	: 99,6506% Biodiesel; 0,0019% Gliserol; 0,0176% Air; 0,0658% FFA; 0,2640% Triolein
Titik Didih	: 218,5^{0}C
Viskositas	: 6,4840 cP
Densitas	: 866,7859 kg/m^3
Kelarutan	: tidak larut dalam air
Suhu simpan	: 35 ^{0}C
Harga	: Rp 12.881,-/liter

2.1.2. Gliserol

Rumus Kimia	: $C_3H_8O_3$
Berat Molekul	: 92,0935 Kg/Kmol
Fase	: Cair (T = 30 ^{0}C, P = 1 atm)
Komposisi	: 79,89% Gliserol; 20,11% Impurities (Air,K_2SO_4, FFA)
Titik Didih	: 290 ^{0}C

Viskositas : 540,2652 cP

Flash Point : 176 ^{0}C

Densitas : 1253,7547 kg/m^3

Kelarutan : Larut dalam air

Suhu simpan : 35 ^{0}C

Harga : Rp 7.225,- /liter

2.2. Spesifikasi Bahan

2.2.1. Minyak Jelantah

a. Trigliserida (Triolein)

Rumus Kimia : $C_{57}H_{104}O_6$

Berat Molekul : 885,4468 Kg/Kmol

Fase : Cair (T = 30 ^{0}C, P = 1 atm)

Komposisi : 94%

Titik Didih : 360 ^{0}C

Viskositas : 24,5710 cP

Densitas : 915 kg/m^3

Kelarutan : Tidak larut dalam air

Kandungan dalam minyak Jelantah : 94%

Harga : $ 0,15/kg

b. FFA (Oleic Acid)

Rumus Kimia : $C_{18}H_{34}O_2$

Berat Molekul : 282,466 Kg/Kmol

Fase : Cair (T = 30 ^{0}C, P = 1 atm)

Komposisi : 0,06%

Titik Didih : 360 ^{0}C

Viskositas : 24,5710 cP

Densitas : 899,1097 kg/m^3

Kelarutan : Tidak larut dalam air

Kandungan dalam minyak Jelantah : 6%

Harga : $ 0,15/kg

2.2.2. Metanol

Rumus Kimia : CH_3OH

Berat Molekul : 32,0418 Kg/Kmol

Fase : Cair (T = 30 ^{0}C, P = 1 atm)

Komposisi : 99% Metanol; 0,1% Air

Titik Didih : 64,7 ^{0}C

Titik Leleh : -97,6 ^{0}C

Viskositas : 0,5060 cP

Flash Point : 12 ^{0}C

Densitas : 782,8067 kg/m^3

Kelarutan : Larut dalam air

Harga : $ 0,61/kg

2.2.3. Air

Rumus Kimia : H_2O

Berat Molekul : 18,0149 Kg/Kmol

Fase : Cair (T = 30 ^{0}C, P = 1 atm)

Komposisi : 100% Air

Titik Didih : 100 ^{0}C

Titik Beku : 0 ^{0}C

Viskositas : 0,8173 cP

Densitas : 1023,0130 kg/m^3

2.3. Spesifikasi Bahan Pembantu (Katalis)

2.3.1. Asam Sulfat

Rumus Kimia : H_2SO_4

Berat Molekul : 98,0819 Kg/Kmol

Fase : Cair (T = 30 ^{0}C, P = 1 atm)

Komposisi : 98% H_2SO_4; 2% Air

Titik Didih : 290 ^{0}C

Titik Leleh : -38 ^{0}C

Viskositas : 19,6992 cP

Densitas : 1826,9712 kg/m3

Kelarutan : Larut dalam air

Harga : $ 0,2/kg

2.3.2. Pottasium Hidroksida

Rumus Kimia : KOH

Berat Molekul : 56,1069 Kg/Kmol

Fase : Padat (T = 30 ^{0}C, P = 1 atm)

Komposisi : 85% KOH; 15% Air

Titik Didih : 1324 ^{0}C

Titik Leleh : 380 ^{0}C

Densitas : 1874,8975 kg/m^3

Kelarutan : 121 gram/100 gram air

Harga : $ 1,73/kg

(*www.pubchem.com*)

2.4. Pengendalian Kualitas

Dalam memenuhi daya tarik konsumen terhadap produk yang akan di produksi maka diperlukan bahan yang berkualitas, sehingga diperoleh produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Oleh karena itu, perusahaan harus memperhatikan kualitas bahan baku dan produk agar tidak ada kerusakan yang akan mempengarhi kualitas produk. Adapun pengendalian yang dilakukan antara lain:

2.4.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum melakukan proses produksi, dilakukan pengendalian kualitas dari bahan baku yang digunakan, apakah bahan baku yang digunakan sudah sesuai dengan dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Bahan baku terdiri dari minyak jelantah, air, metanol dan katalis. Pengujian yang dilakukan seperti kemurnian, densitas, viskosias dan lain sebagainya. Pengujian yang digunakan hampir sama dengan standar amerika yaitu ASTM D6571-02a.

2.4.2. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar untuk di pasarkan. Untuk mendapatkan kualitas produk sesuai standar,maka diperlukan bahan baku yang berkualitas yang telah diuji serta pengawasan dalam pengendalian yang baik terhadap proses yang ada sehingga didapatkan produk yang berkualitas untuk di pasarkan. Semua pengawasan ini dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol.

2.4.3. Pengendalian Proses

Pengawasan dan pengendalian jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendali yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* maupun secara manual yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan indikator yang telah ditetapkan tersebut atau di *sett* baik itu *flow rate* bahan baku, produk, *level control*, maupun *temperature control*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan berupa: nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau *sett* semula.

Beberapa alat kontrol yang digunakan yaitu kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperature. Alat kontrol yang harus disett pada kondisi tertentu antara lain :

a. Level control

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki yang berfungsi untuk mengatur level ketinggian dari cairan . Jika belum sesuai dengan

kondisi yang ditetapkan maka akan timbul tanda isyarat berupa suara dan nyala lampu.

b. Temperature control

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses yang berfungsi untuk mengukur suhu dari suatu aliran atau alat. Sama halnya dengan *level control*, apabila belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan makaakan timbul tanda isyarat berupa suara dan nyala lampu.

c. Flowrate control

Merupakan alat yang berfugsi untuk mengatur aliran masuk dan aliran keluar proses. Jika aliran yang melaju tidak sesuai pada ukuran yang telah ditetapkan maka akan mengeluarkan isyarat berupa bunyi suara atau nyala lampu.

2.5 Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas dapat terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan sebagainya. Penyimpangan tersebut perlu diverifikasi dan diadakan evaluasi guna kelancaran proses produksi.

2.6 Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas produk yang diinginkan maka perlu adanya pengendalian waktu yang tetap dan sesuai.

BAB III
PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses produksi biodiesel berbahan baku minyak jelantah atau Waste Cooking Oil (WCO) yang direaksian dengan methanol . Proses yang dilakukan melalui dua tahapan reaksi, yaitu reaksi esterifikasi dan reaksi transesterifikasi. Katalis yang digunakan adalah Asam sulfat (H_2SO_4) dan Potasium Hidroksida (KOH). Reaksi kedua proses ini beroperasi pada suhu 60ºC dan tekanan 1 atm secara kontinyu. Dapat disimpulkan bahwa proses pembuatan biodiesel dibagi menjadi 3 tahapan, yaitu:

a. Tahap persiapan bahan baku
b. Tahap Proses (Reaksi Esterifikasi dan Reaksi Transesterifikasi)
c. Tahap Pemurnian

3.2 Pemilihan Masing-masing Parameter

1. Dipilih katalis homogen :
   - Memberikan konversi yang lebih tinggi dan kecepatan reaksi yang lebih cepat.
   - Metode dengan katalis homogen telah banyak dikembangkan dan diaplikasikan pada skala industri biodiesel daripada metode katalis heterogen ataupun metode yang lainnya
   - Katalis homogen tidak memerlukan suhu operasi yang tinggi
   - Harga katalis homogen yang murah dibandingkan katalis heterogen.

2. Pada reaktor esterifikasi dipilih katalis asam kuat :
   - Agar tidak terjadi penyabunan dikarenakan kandungan FFA yang tinggi.
   - Memiliki yield yang tinggi
   - Asam kuat yang dipilih yaitu H_2SO_4 .
3. Pada reaktor transesterifikasi dipilih katalis basa :
   - Dapat dijalankan pada kondisi operasi : tekanan 1 atm, suhu 60 - 65ºC.
   - Waktu reaksi lebih cepat dibandingkan menggunakan katalis asam, yaitu sekitar 1 jam
   - Memberikan efek korosi yang lebih rendah.
   - Harga lebih murah

3.3 Proses Tahapan

3.3.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Methanol yang disimpan di tangki penyimpanan (T-01) disimpan pada temperature 30ºC dan tekanan 1 atm dinaikkan suhunya menjadi 60ºC oleh pemanas *Heater* (HE-01) sebelum dialirkan menuju Reaktor Esterifikasi dan Reaktor Transesterifikasi. Kemudian Minyak Jelantah atau WCO yang disimpan pada temperatur 30ºC dan tekanan 1 atm dalam Tangki Minyak Jelantah (T-03) dipanaskan menggunakan *Heater* (HE-02) sebelum masuk ke Reaktor Esterifikasi (R-01) sampai suhu 60ºC. Reaksi esterifikasi di bantu dengan katalis Asam sulfat (H_2SO_4) yang telah diturunkan konsentrasinya dengan penambahkan air di *Mixer* 1 (M-01).

3.3.2. Tahap Reaksi

3.3.2.1. Reaksi Esterifikasi

Reaksi esterifikasi bertujuan untuk mengkonversi kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid)* yang terkandung di dalam minyak jelantah. Rantai panjang reaksi esterifikasi adalah sebagai berikut :

$$C_{18}H_{34}O_2 + CH_3OH \longrightarrow C_{19}H_{36}O_{32} + H_2O$$

Asam Oleat Metanol Methyl ester Air

Minyak Jelantah dan Methanol dialirkan ke Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan rasio 6:1 (mol methanol/ mol asam lemak bebas) dengan bantuan katalis H_2SO_4 1% pada suhu 60ºC dan tekanan 1 atm untuk mengurangi kadar asam lemak bebas pada Minyak Jelantah agar kandungan asam lemak bebas dibawah 0,5% sesuai standar produk. Pada saat optimasi reaktor, reaksi esterifikasi mebutuhkan 2 reaktor yang disusun secara seri dengan pertimbangan waktu tinggal dengan harga reaktor. Kemudian hasil keluaran Reaktor Esterifikasi (RE-02) dialirkan ke alat Netralizer 1 (N-01) dengan bantuan KOH dari *Mixer* 2 (M-02) yang berfungsi untuk menetralkan kandungan asam yang masih tersisa dari reaktor esterifikasi, karena dikhawatirkan sisa H_2SO_4 dapat mengganggu proses selanjutnya. Proses di neutralizer akan terbentuk sedikit garam sehingga tidak perlu dilakukan pemisahan karena tidak

mengganggu proses selanjutnya. Dari Netralizer 1 (N-01) selanjutnya dialirkan ke Reaktor Transesterifikasi (RT-01).

3.3.2.2. Reaksi Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi bertujuan untuk mengkonversi trigeliserida (triolein) dalam minyak jelantah menjadi methyl ester (biodiesel) dan gliserol. Rantai panjang reaksi transesterifikasi adalah sebagai berikut:

$$C_{57}H_{104}O_6 + 3CH_3OH \longrightarrow 3C_{19}H_{36}O_{32} + C_3H_8O_3$$

Triolein Metanol Methyl ester Gliserol

Di dalam Reaktor Transesterifikasi (RT-01) terjadi reaksi Trigliserida dengan tambahan Methanol dengan perbandingan mol Methanol dengan mol Trigliserida yaitu 6:1 rmenggunakan bantuan katalis KOH pada suhu 60°C dan tekanan 1 atm dari *Mixer* 2 (M-02) dan pada Reaksi Transesterifikasi reaktan Trigliserida berubah menjadi produk methyl ester atau Biodiesel dan produk samping Gliserol. Kondisi operasi berjalan secara isotermal dan reaksi berjalan secara eksotermis, sehingga suhu reaksi harus dipertahankan 60ºC dengan menggunakan jaket pendingin/koil dan Reaksi Transesterifikasi ketika di optimasi membutuhkan 2 reaktor disusun secara seri. Hasil dari Reaktor Transesterifikasi (RT-02) dialirkan menuju Netralizer 2 (N-02) untuk menghilangkan sisa katalis KOH dengan penambahan Asam sulfat dari *Mixer* 1 (M-01). Hasil dari NE-02 berupa garam namun tidak diperlukan pemisahan

karena kandungan garam nya relative sedikit dan tidak menganggu proses berikutnya.

3.3.3. Tahap Pemurnian

3.3.3.1.Pemurnian Biodiesel

Produk yang keluar dari Netralizer 2 (N-02) kemudian dialirkan menuju *Washing Tank* (WT-01). *Washing Tank* (WT-01) digunakan untuk pencucian biodiesel dengan cara melarutkan bahan-bahan yang terikut seperti Trigliserida, FFA, Gliserol, Methanol, Potassium sulfat. Hasil dari *Washing Tank* (WT-01) kemudian dialirkan ke Dekanter (DC-01) untuk memisahkan produk Biodiesel dengan produk samping. Ketika di Decanter (DC-01) pemisahan dilakukan berdasarkan densitas dan kelarutan setiap komponen yang menyebabkan terjadinya dua lapisan didalam Decanter (DC-01) yaitu Lapisan atas (Light Stream) yang memiliki densitas atau berat yang paling ringat yaitu Biodiesel dan Lapisan bawah (Heavy Stream) yang memiliki densitas yang lebih berat dari Biodiesel . Lapisan atas dari Decanter (DC-01) kemudian dialirkan ke Tangki Biodiesel (T-04) dan lapisan bawah kemudian di alirkan menuju Evaporator (EV-01). Di evaporator (EV-01) terjadi pemisahkan Methanol dan produk samping. Dikarenakan alat Evaporator hanya bisa menguapkan 50-70% maka produk hasil bawah Evaporator (EV-01) dialirkan meuju Evaporator (EV-02).

Methanol hasil dari keluaran Evaporator 1 dan 2 kemudian di dinginkan menggunakan Cooler untuk di Recycle dan masuk ke arus Reaktor Transesterifikasi .

3.3.3.2.Pemurnian Gliserol

Hasil bawah Evaporator (EV-02) merupakan komponen gliserol yang dapat di manfaatkan untuk dijual kembali, namun karena kandungan air yang masih besar jadi harus dipisahkan kembali dengan dialirkan meuju Evaporator (EV-03) untuk menguapkan air. Kemudian Gliserol akan dialirkan ke tangki Gliserol (T-05) dan air dialirkan menuju Unit Pengolahan Limbah (UPL).

3.4 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat pada pabrik biodiesel dirancang berdasarkan pertimbangan efisiensi dan optimasi proses. Spesifikasi masing-masing alat yang digunakan pada pabrik biodiesel dari minyak jelantah, antara lain:

Tabel 3.1 *Mixer (M-01)*

Mixer (M-01)				
Fungsi	:	Mencampur H_2SO_4 98% dengan H_2O untuk mencapai H_2SO_4 30%		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak Berpengaduk		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Stainless Stell SA-316*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	0,2953 m
		Tinggi	=	0,7213 m
		Volume	=	0,3033 m^3
		Tebal *Shell*	=	3/16 in
		Tebal *Head*	=	3/16 in
		Jenis *Head* dan *Bottom*	=	*Flanged and Dished Head* (*Torispherical*)
Pengaduk *Mixer*	:	Jenis	=	*Six Pitch Blade Turbine*
		Jumlah *Baffle*	=	4 buah
		Lebar *Baffle*	=	0,0167 m
		Diameter Pengaduk	=	0,0984 m
		Jumlah Pengaduk	=	1 buah
		Efisiensi / Putaran	=	80% / 10,736 rps
		Daya Motor	=	0,125 Hp
Harga	:	$23.600		

Tabel 3.2 *Mixer (M-02)*

Mixer (M-02)				
Fungsi	:	Mencampur KOH 85% dengan H_2O untuk mencapai KOH 50%		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak Berpengaduk		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Stainless Stell SA-316*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	0,2953 m
		Tinggi	=	0,6978 m
		Volume	=	0,2643 m^3
		Tebal *Shell*	=	3/16 in
		Tebal *Head*	=	3/16 in
		Jenis *Head* dan *Bottom* =		*Flanged and Dishead Head* (*Torispherical*)
Pengaduk *Mixer*	:	Jenis	=	*Six Pitch Blade Turbine*
		Jumlah *Baffle*	=	4 buah
		Lebar *Baffle*	=	0,0167 m
		Diameter Pengaduk	=	0,0984 m
		Jumlah Pengaduk	=	1 buah
		Efisiensi / Putaran	=	80% / 9,101 rps
		Daya Motor	=	0,08 Hp
Harga	:	$21.800		

Tabel 3.3 Reaktor Esterifikasi (R-01)

Reaktor Esterifikasi (R-01)				
Fungsi	:	Mereaksikan FFA dengan Methanol menggunakan katalis H_2SO_4		
Jenis	:	Reaktor Tangki Air Berpengaduk (RATB)		
Jumlah	:	2 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	60ºC
		Isothermal		
Bahan Konstruksi	:	*Carbon Stell SA-283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	1,969 m
		Tinggi	=	3,594 m
		Volume	=	5,094 m^3
		Tebal *Shell*	=	1/4 in
		Tebal *Head*	=	5/16 in
		Jenis *Head* dan *Bottom* =		*Flanged and Dishead Head* (*Torispherical*)
Jaket Pendingin	:	Tinggi Jaket	=	1,6787 m
		Tebal Jaket	=	3/8 in
		Diameter Jaket	=	1,9806 m
Pengaduk Reaktor	:	Jenis	=	*Six Pitch Blade Turbine*
		Jumlah *Baffle*	=	4 buah
		Lebar *Baffle*	=	0,112 m
		Diameter Pengaduk	=	0,656
		Jumlah Pengaduk	=	1 buah
		Efisiensi / Putaran	=	80% / 1,493 rps
		Daya Motor	=	3 Hp
Harga	:	$44.000		

Tabel 3.4 Reaktor Transesterifikasi *(R-02)*

Reaktor Transesterifikasi (R-02)				
Fungsi	:	Mereaksikan Trigliserida dengan Methanol menggunakan katalis KOH		
Jenis	:	Reaktor Tangki Air Berpengaduk (RATB)		
Jumlah	:	2 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	60ºC
		Isothermal		
Bahan Konstruksi	:	*Carbon Stell SA-283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	1,514 m
		Tinggi	=	2,721 m
		Volume	=	2,198 m^3
		Tebal *Shell*	=	3/16 in
		Tebal *Head*	=	5/16 in
		Jenis *Head* dan *Bottom* =		*Flanged and Dishead Head* (*Torispherical*)
Jaket Pendingin	:	Tinggi Jaket	=	1,2685 m
		Tebal Jaket	=	1/4 in
		Diameter Jaket	=	1,5437 m
Pengaduk Reaktor	:	Jenis	=	*Six Pitch Blade Turbine*
		Jumlah *Baffle*	=	4 buah
		Lebar *Baffle*	=	0,086 m
		Diameter Pengaduk	=	0,505
		Jumlah Pengaduk	=	1 buah
		Efisiensi / Putaran	=	80% / 1,907 rps
		Daya Motor	=	2 Hp
Harga	:	$28.100		

Tabel 3.5 *Netralizer (N-01)*

Netralizer (N-01)				
Fungsi	:	Proses penetralan H_2SO_4 sebagai katalisator dengan katalis KOH		
Jenis	:	Reaktor Tangki Air Berpengaduk (RATB)		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	60ºC
		Isothermal		
Bahan Konstruksi	:	*Stainless Stell SA-316*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	1,210 m
		Tinggi	=	2,337 m
		Volume	=	1,383 m^3
		Tebal *Shell*	=	3/16 in
		Tebal *Head*	=	1/4 in
		Jenis *Head* dan *Bottom* =		*Flanged and Dishead Head* (*Torispherical*)
Jaket Pendingin	:	Tinggi Jaket	=	1,630 m
		Tebal Jaket	=	1/4 in
		Diameter Jaket	=	1.219 m
Pengaduk Reaktor	:	Jenis	=	*Six Pitch Blade Turbine*
		Jumlah *Baffle*	=	4 buah
		Lebar *Baffle*	=	0,069 m
		Diameter Pengaduk	=	0,403
		Jumlah Pengaduk	=	1 buah
		Efisiensi / Putaran	=	80% / 2,489 rps
		Daya Motor	=	1,5 Hp
		Waktu Tinggal	=	30 menit
Harga	:	$ 22.000		

Tabel 3.6 *Netralizer (N-02)*

Netralizer (N-02)				
Fungsi	:	Menetralkan KOH sebagai katalisator menggunakan H_2SO_4		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak Berpengaduk		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	60ºC
Bahan Konstruksi	:	*Stainless Steel SA-316*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	1,3621 m
		Tinggi	=	2,5 m
		Volume	=	1,6624 m^3
		Tebal *Shell*	=	3/16 in
		Tebal *Head*	=	1/4 in
		Jenis *Head* dan *Bottom*	=	*Flanged and Dishead Head* (*Torispherical*)
Jaket Pendingin	:	Tinggi Jaket	=	1,7337 m
		Tebal Jaket	=	1/4 in
		Diameter Jaket	=	1.389 m
Pengaduk	:	Diameter Pengaduk	=	0,4540 m
		Jumlah Pengaduk	=	1 buah
		Efisiensi / Putaran	=	80% / 2,115 rps
		Daya Motor	=	1.5 Hp
		Waktu Tinggal	=	30 menit
Harga	:	$ 24.300		

Tabel 3.7 *Washing Tank (WT-01)*

Washing Tank (WT-01)				
Fungsi	:	Menghilangkan kotoran yang tersisa dari Netralizer 2		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak Berpengaduk		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	43,9545ºC
Bahan Konstruksi	:	*Carboon Steel SA-283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	1,514 m
		Tinggi	=	2,752 m
		Volume	=	2,044 m^3
		Tebal *Shell*	=	3/16 in
		Tebal *Head*	=	1/4 in
		Jenis *Head* dan *Bottom*	=	*Flanged and Dishead Head* (*Torispherical*)
Pengaduk	:	Jenis	=	*Six Pitch Blade Turbine*
		Jumlah *Baffle*	=	4 buah
		Lebar *Baffle*	=	0,086 m
		Diameter Pengaduk	=	0,505 m
		Jumlah Pengaduk	=	1 buah
		Efisiensi / Putaran	=	80% / 1,855 rps
		Daya Motor	=	1,5 Hp
		Waktu Tinggal	=	30 menit
Harga	:	$ 27.100		

Tabel 3.8 Dekanter (DC-01)

		Dekanter (DC-01)		
Fungsi	:	Memisahkan Biodiesel dari komponen lainnya		
Jenis	:	Horizontal Silinder		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	43,9545ºC
Bahan Konstruksi	:	*Carboon Steel SA-283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	0,7016 m
		Tinggi	=	2,3309 m
		Volume	=	1,1123 m^3
		Tebal *Shell*	=	3/16 in
		Tebal *Head*	=	3/16 in
		Waktu Tinggal	=	30 menit
Harga	:	$ 18.700		

Tabel 3.9 *Evaporator (EV-01)*

Evaporator (EV-01)				
Fungsi	:	Memekatkan Methanol dan air untuk dipisahkan di MD-01		
Jenis	:	*Long tube vertical evaporator*		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	96,3130 ºC
Bahan	:	*Carbon Steel SA-283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	1,0065 m
		Tinggi	=	1,7334 m
		Tebal	=	3/16 in
Bottom dan Head	:	Diameter	=	1,0065 m
		Tebal	=	3/16 in
		Tinggi	=	0,2282 m
Jumlah *Tube*	:	30 buah		
Tube	:	*Flow Area*	=	0,0279 ft2
		Pressure Drop	=	0,3336 psi
Shell	:	*Flow Area*	=	0,1111 ft2
		Pressure Drop	=	0,0236 psi
Luas Transfer Panas	:	53,4248 ft^2		
Koefisien Transfer Panas	:	Panas Bersih *Overall* (Uc) =		1378,8763 btu/jam $ft^{2o}F$
		Panas Kotor *Overall* (Ud) =		193,7210 btu/h ft^2 ºF
Faktor Kotor Total (Rd)	:	0,0044 btu/jam $ft^{2o}F$		
Harga	:	$ 68.019		

Tabel 3.10 *Evaporator (EV-02)*

Evaporator (EV-02)				
Fungsi	:	Memekatkan air agar Crude Gliserol lebih murni		
Jenis	:	*Long tube vertical evaporator*		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	103,8744ºC
Bahan	:	*Carbon Steel SA-283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	1,3621 m
		Tinggi	=	2,1943 m
		Tebal	=	3/16 in
Bottom dan Head	:	Diameter	=	1,3621 m
		Tebal	=	3/16 in
		Tinggi	=	0,2871 m
Jumlah *Tube*	:	30 buah		
Tube	:	*Flow Area*	=	0,0279 ft^2
		Pressure Drop	=	0,2045 psi
Shell	:	*Flow Area*	=	0,1111 ft^2
		Pressure Drop	=	0,0096 psi
Luas Transfer Panas	:	43,1636 ft^2		
Koefisien Transfer Panas	:	Panas Bersih *Overall* (Uc) =		1704,2009 btu/jam $ft^{2o}F$
		Panas Kotor *Overall* (Ud) =		264,1650 btu/h ft^2 ºF
Faktor Kotor Total (Rd)	:	0,0032 btu/jam $ft^{2o}F$		
Harga	:	$ 60.487		

Tabel 3.11 Menara Distilasi (MD-01)

Menara Distilasi (MD-01)				
Fungsi	:	Memisahkan Methanol dan air untuk di Recycle		
Jenis	:	*Sieve Tray Distillation Tower*		
Jumlah	:	1 buah		
Bahan	:	*Carbon Steel SA-283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Diameter Menara	=	0,4510 m
		Tinggi Menara	=	7,0417 m
		Jumlah Plate	=	17
Spesifikasi *Tray*	:	*Tray Spacing*	=	0,15 m
		Tray Thickness	=	5 mm
		Diameter *Hole*	=	5 mm
		Jumlah *Hole*		743
		Panjang *Weir*	=	0,3474 m
		Tinggi *Weir*	=	40 mm
Harga	:	$ 57.259		

Tabel 3.12 Tangki Methanol (T-01)

Tangki Methanol (T-01)				
Fungsi	:	Menyimpan bahan baku Methanol selama 14 hari		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Carboon Steel SA-283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	6,0960 m
		Tinggi	=	7,3152 m
		Volume	=	134,5218 m^3
		Course Plate	=	4
		Tebal *Shell*	=	3/16 in
		Tebal *Head*	=	3/16 in
		Tinggi Puncak Head	=	0,1399 m
		Jenis *Head* dan *Bottom*	=	*Cone roof* dan *Flat Bottom*
Harga	:	$ 57.310		

Tabel 3.13 Tangki H_2SO_4 (T-02)

Tangki H_2SO_4 (T-02)				
Fungsi	:	Menyimpan bahan baku H_2SO_4 selama 14 hari		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Stainless Steel SA-316*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	3,0480 m
		Tinggi	=	3,6576 m
		Volume	=	4,4651 m^3
		Course Plate	=	2
		Tebal *Shell*	=	3/16 in
		Tebal *Head*	=	3/16 in
		Tinggi Puncak Head	=	0,5847 m
		Jenis *Head* dan *Bottom*	=	*Flanged and Dishead Head* (*Torispherical*) dan *Flat Bottom*
Harga	:	$ 5.884		

Tabel 3.14 Tangki *WCO* (T-03)

Tangki WCO (T-03)				
Fungsi	:	Menyimpan bahan WCO selama 14 hari		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Carbon Steel 283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	9,1440 m
		Tinggi	=	14,6304 m
		Volume	=	884,5931 m^3
		Course Plate	=	8
		Tebal *Shell*	=	3/16 in
		Tebal *Head*	=	3/16 in
		Tinggi Puncak Head	=	0,2303 m
		Jenis *Head* dan *Bottom*	=	*Cone Roof* dan *Flat Bottom*
Harga	:	$ 194.759		

Tabel 3.15 Tangki Biodiesel (T-04)

Tangki Biodiesel (T-04)				
Fungsi	:	Menyimpan produk Biodiesel selama 14 hari		
Jenis	:	Tangki silinder tegak		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	43,95 ºC
Bahan Konstruksi	:	*Carbon Steel 283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	10,6680 m
		Tinggi	=	14,6304 m
		Volume	=	939,5318 m^3
		Course Plate	=	8
		Tebal *Shell*	=	3/16 in
		Tebal *Head*	=	3/16 in
		Tinggi Puncak Head	=	0,3134 m
		Jenis *Head* dan *Bottom*	=	*Cone Roof* dan *Flat Bottomed*
Harga	:	$ 202.526		

Tabel 3.16 Tangki Gliserol (T-05)

Tangki Gliserol (T-05)				
Fungsi	:	Menyimpan produk Gliserol selama 14 hari		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	35ºC
Bahan Konstruksi	:	*Carboon Steel SA-283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	4,5720 m
		Tinggi	=	7,3152 m
		Volume	=	101,4830 m^3
		Course Plate	=	4
		Tebal *Shell*	=	3/16 in
		Tebal *Head*	=	3/16 in
		Tinggi Puncak Head	=	0.8858 m
		Jenis *Head* dan *Bottom*	=	*Flanged and Dishead Head* (*Torispherical*) dan *Flat Bottom*
Harga	:	$ 47.425		

Tabel 3.17 Silo (SL-01)

Silo (SL-01)			
Fungsi	:	Menyimpan bahan baku katalis KOH selama 14 hari	
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak	
Jumlah	:	1 buah	
Kondisi Operasi	:	Tekanan =	1 atm
		Suhu =	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Stainless Steel SA-316*	
Dimensi Alat	:	Diameter =	0,8523 m
		Tinggi =	3,3508 m
		Lebar =	0,8571 m
		Tebal *Shell* =	3/16 in
		Tebal *Head* =	3/16 in
		Jenis *Head* dan *Bottom* =	*Flat Head* and *Cone 60º* *Bottomed*
Harga	:	$ 12.090	

Tabel 3.18 *Screw Conveyor* (SC-01)

Screw Conveyor (SC-01)				
Fungsi	:	Mengangkut KOH dari SL-01 ke M-02		
Jenis	:	*Horizontal Screw Conveyor*		
Jumlah	:	1 unit		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Stainless Steel SA-316*		
Laju Alir	:	23,7964 kg/jam		
Dimensi Alat	:	Kecepatan motor	=	40 rpm
		Diameter *Screw*	=	9 in
		Panjang *Screw*	=	4,572 m
		Efisiensi Power	=	80%
		Daya Motor	=	1 Hp
Harga	:	$ 4.472		

Tabel 3.19 *Heater* (HE-01)

Heater (HE-01)			
Fungsi	:	Menaikkan suhu CH3OH sebelum masuk Reaktor Esterifikasi dan Reaktor Tranesterifikasi	
Jenis	:	*Double pipe*	
Jumlah	:	1 buah	
Kondisi Operasi	:	Tekanan =	1 atm
		Steam =	145ºC
		Jenis steam =	Saturated steam
Bahan	:	*Carbon Steel SA-283 Grade C*	
Jumlah *Hairpin*	:	1 buah	
Hairpin *Length*	:	12 ft	
Inner Pipe	:	*IPS* =	1 ¼ inch
		Pressure Drop =	1,0931 psi
Annulus	:	*IPS* =	2 inch
		Pressure Drop =	0,1874 psi
Luas Transfer Panas	:	1,6927 ft^2	
Koefisien Transfer Panas	:	Panas Bersih *Overall* (Uc) =	618,4290 btu/jam $ft^{2o}F$
		Panas Kotor *Overall* (Ud) =	105 btu/h ft^2 ºF
Faktor Kotor Total (Rd)	:	0,0079 btu/jam $ft^{2o}F$	
Harga	:	$ 700	

Tabel 3.20 *Heater* (HE-02)

Heater (HE-02)			
Fungsi	:	Menaikkan suhu WCO sebelum masuk Reaktor	
Jenis	:	*Double pipe*	
Jumlah	:	1 buah	
Kondisi Operasi	:	Tekanan =	1 atm
		Steam =	145ºC
		Jenis steam =	Saturated Steam
Bahan	:	*Carbon Steel SA-283 Grade C*	
Jumlah *Hairpin*	:	1 buah	
Hairpin *Length*	:	12 ft	
Inner Pipe	:	*IPS* =	$^1/_2$ inch
		Pressure Drop =	0,0232 psi
Annulus	:	*IPS* =	1 inch
		Pressure Drop =	0,0002 psi
Luas Transfer Panas	:	7,8434 ft^2	
Koefisien Transfer Panas	:	Panas Bersih *Overall* (Uc) =	12,7531 btu/jam ft^2ºF
		Panas Kotor *Overall* (Ud) =	6 btu/h ft^2 ºF
Faktor Kotor Total (Rd)	:	0,0802 btu/jam ft^2ºF	
Harga	:	$ 1000	

Tabel 3.21 *Heater* (HE-03)

Heater (HE-03)				
Fungsi	:	Menaikkan suhu keluaran Mixer sebelum masuk Reaktor		
Jenis	:	*Double pipe*		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu Steam	=	145ºC
		Jenis Steam	=	Saturated Steam
Bahan	:	*Stainless Steel SA-316*		
Jumlah *Hairpin*	:	1 buah		
Hairpin *Length*	:	12 ft		
Inner Pipe	:	*IPS*	=	$^1/_8$ inch
		Pressure Drop	=	0,0006 psi
Annulus	:	*IPS*	=	$^3/_8$ inch
		Pressure Drop	=	0,0003 psi
Luas Transfer Panas	:	3,9418 ft^2		
Koefisien Transfer Panas	:	Panas Bersih *Overall* (Uc)		76,6110 btu/jam $ft^{2o}F$
		Panas Kotor *Overall* (Ud)		7 btu/h ft^2 ºF
Faktor Kotor Total (Rd)	:	0,1366 btu/jam $ft^{2o}F$		
Harga	:	$1.000		

Tabel 3.22 *Cooler* (CL-01)

Cooler (CL-01)				
Fungsi	:	Menurunkan suhu keluaran Mixer 2 sebelum masuk Reaktor dan Netralizer		
Jenis	:	*Double pipe*		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Cold Fluid (Water)	=	30ºC
Bahan	:	*Stainless Steel SA-316*		
Jumlah *Hairpin*	:	1 buah		
Hairpin *Length*	:	12 ft		
Inner Pipe	:	*Flow Area*	=	0,0021 ft2
		Pressure Drop	=	0,000004 psi
Annulus	:	*Flow Area*	=	0,0021 ft^2
		Pressure Drop	=	0,0089 psi
Luas Transfer Panas	:	4,1513 ft^2		
Koefisien Transfer Panas	:	Panas Bersih *Overall* (Uc)		103,2029 btu/jam $ft^{2o}F$
		Panas Kotor *Overall* (Ud)		5 btu/h ft^2 ºF
Faktor Kotor Total (Rd)	:	0,1892 btu/jam $ft^{2o}F$		
Harga	:	$ 1.100		

Tabel 3.23 *Cooler* (CL-02)

Cooler (CL-02)				
Fungsi	:	Menurunkan suhu gliserol menuju tangki gliserol		
Jenis	:	*Double pipe*		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Cold Fluid (Water)	=	30ºC
Bahan	:	*CarbonSteel SA-283 Grade C*		
Jumlah *Hairpin*	:	1 buah		
Hairpin *Length*	:	12 ft		
Inner Pipe	:	*Flow Area*	=	0,0104 ft2
		Pressure Drop	=	0,00082 psi
Annulus	:	*Flow Area*	=	0,0083 ft^2
		Pressure Drop	=	0,0272 psi
Luas Transfer Panas	:	66,688 ft^2		
Koefisien Transfer Panas	:	Panas Bersih *Overall* (Uc) =		55,4458 btu/jam $ft^{2o}F$
		Panas Kotor *Overall* (Ud) =		24 btu/h ft^2 ºF
Faktor Kotor Total (Rd)	:	0,0239 btu/jam $ft^{2o}F$		
Harga	:	$ 1900		

Tabel 3.24 *Cooler* (CL-03)

Cooler (CL-03)				
Fungsi	:	Menurunkan suhu Methanol untuk di Recycle		
Jenis	:	*Double pipe*		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Cold Fluid (Water)	=	30ºC
Bahan	:	*CarbonSteel SA-283 Grade C*		
Jumlah *Hairpin*	:	1 buah		
Hairpin *Length*	:	12 ft		
Inner Pipe	:	*Flow Area*	=	0,0104 ft2
		Pressure Drop	=	0,00082 psi
Annulus	:	*Flow Area*	=	0,0083 ft^2
		Pressure Drop	=	0,0272 psi
Luas Transfer Panas	:	0,9885 ft^2		
Koefisien Transfer Panas	:	Panas Bersih *Overall* (Uc) =		59,6591 btu/jam $ft^{2o}F$
		Panas Kotor *Overall* (Ud) =		43 btu/h ft^2 ºF
Faktor Kotor Total (Rd)	:	0,0065 btu/jam $ft^{2o}F$		
Harga	:	$ 941		

Tabel 3.24 Kondensor (CD-01)

Kondensor (CD-01)				
Fungsi	:	Mencairkan uap dari hasil distilat evaporator		
Jenis	:	*Shell and tube*		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	0.9 atm
		Suhu Hot Fluid	=	77,7034 ºC
Bahan	:	*Carbon Steel SA-283 Grade C*		
Jumlah tube	:	17 buah		
ID Tube	:	0,584 in		
OD Tube	:	3/4 in		
ID Shell	:	12 ft		
OD Tube	:	12,25 ft		
Panjang Tube	:	20 ft		
Shell	:	*Flow Area*	=	0,25 ft2
		Pressure Drop	=	0,001 psi
Tube	:	*Flow Area*	=	0,0158 ft^2
		Pressure Drop	=	0,008 psi
Luas Transfer Panas	:	51,986 ft^2		
Koefisien Transfer Panas	:	Panas Bersih *Overall* (Uc) =		57,5656 btu/jam $ft^{2o}F$
		Panas Kotor *Overall* (Ud) =		54,0416 btu/h ft^2 ºF
Faktor Kotor Total (Rd)	:	0,0011 btu/jam $ft^{2o}F$		
Harga	:	$ 17.770		

Tabel 3.25 Kondensor (CD-02)

Kondensor (CD-02)				
Fungsi	:	Mencairkan uap dari hasil distilat MD-01		
Jenis	:	*Double Pipe*		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	0.9 atm
		Suhu Hot Fluid	=	62,3376 ºC
Bahan	:	*Carbon Steel SA-283 Grade C*		
Jumlah *Hairpin*	:	22 buah		
Panjang *Hairpin*	:	12 in		
Inner Pipe	:	*Flow Area*	=	0,0104 ft2
	:	*Pressure Drop*	=	0,0009 psi
Annulus	:	*Flow Area*	=	0,0083 ft2
	:	*Pressure Drop*	=	0,0102 psi
Luas Transfer Panas	:	116,5039 ft^2		
Koefisien Transfer Panas	:	Panas Bersih *Overall* (Uc) =		137,7019 btu/jam ft^2ºF
		Panas Kotor *Overall* (Ud) =		125 btu/h ft^2 ºF
Faktor Kotor Total (Rd)	:	0,0057 btu/jam ft^2ºF		
Harga	:	$ 15.534		

Tabel 3.26 *Reboiler* (RB-01)

Reboiler (RB-01)			
Fungsi	:	Menguapkan sebagian liquid MD-01	
Jenis	:	*Kettle Reboiler*	
Jumlah	:	1 buah	
Kondisi Operasi	:	Tekanan =	0.9 atm
		Suhu *Cold Fluid* =	96,7874ºC
Bahan	:	*Carbon Steel SA-283 Grade C*	
ID *Shell*	:	13,25 in	
NPS *Tube*	:	1 ¼ in	
BWG	:	12	
Jumlah *Tube*	:	11 buah	
Tube	:	*Flow Area* =	0,0333 ft^2
		Pressure Drop =	0,1252 psi
Shell	:	*Flow Area* =	*Negligible*
		Pressure Drop =	*Negligible*
Luas Transfer Panas	:	220 ft^2	
Koefisien Transfer Panas	:	Panas Bersih *Overall* (Uc) =	299,4491 btu/jam $ft^{2o}F$
		Panas Kotor *Overall* (Ud) =	35,7651 btu/h ft^2 ºF
Faktor Kotor Total (Rd)	:	0,0246 btu/jam $ft^{2o}F$	
Harga	:	$15.769	

Tabel 3.31 *Accumulator* (ACC-01)

Accumulator (ACC-01)			
Fungsi	:	Menampung arus keluaran CD-02, menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar menuju RT-01	
Jenis	:	Tangki silinder horizontal	
Jumlah	:	1 buah	
Kondisi Operasi	:	Tekanan =	1 atm
		Suhu =	60ºC
Bahan	:	*Carbon Steel SA-283 Grade C*	
Dimensi Silinder	:	Diameter =	0,3002 m
		Tinggi =	0,8519 m
		Tebal =	3/16 in
Dimensi Tutup	:	*Torispherical*	
		Diameter =	0,3002 m
		Tinggi =	0,1257 m
		Tebal =	3/16 in
Volume	:	1,4479 m^3	
Harga	:	$6.943	

Tabel 3.25 Pipa Proses

Alat	Bahan*	Jumlah	Diameter	Total Head	Efisiensi Daya (%)		Daya (Hp)		Kapasitas
			(in)	(m)	Pompa	Motor	Pompa	Motor	(gpm)
P-01	CS	2	0,75	11,0022	10	80	0,2054	0,33	2,8687
P-02	SS	2	0,125	2,5026	10	80	0,0019	0,05	0,0526
P-03	SS	2	0,25	8,3289	10	80	0,0216	0,05	0,2481
P-04	CS	2	1,5	9,6131	10	80	0,2404	0,33	11,5916
P-05	CS	2	1,5	21,5314	10	80	0,2337	3	14,8407
P-06	SS	2	0,125	3,0926	10	80	0,0004	0,05	0,0100
P-07	SS	2	0,375	2,9667	10	80	0,0049	0,05	0,1219
P-08	CS	2	1,5	6,7126	10	80	0,7285	1	14,8750
P-09	CS	2	2	9,5709	10	80	1,3274	2	18,1741
P-10	CS	2	1,5	20,5115	10	80	1,8165	3	12,4549
P-11	CS	2	1	4,0720	10	80	0,2041	0,33	5,8624

Alat	Bahan	Jumlah	Diameter	Total Head	Efisiensi Daya (%)		Daya (Hp)		Kapasitas
			(in)	(m)	Pompa	Motor	Pompa	Motor	(gpm)
P-12	CS	2	0,5	17,9774	10	80	0,7541	1	4,7561
P-13	CS	2	1	2,7229	10	80	0,1194	0,167	5,0443
P-14	CS	2	0,75	9,1318	10	80	0,1837	0,25	0,1116

Jenis pompa : *Centrifgal pump* *Bahan : CS) *Comerciall Stell*; SS) *Stainless Stell*

BAB IV
PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Penentuaan lokasi pabrik dalam perancangan sebuah pabrik adalah aspek yang sangat penting untuk mempertimbangkan didirikannya sebuah pabrik. Kemudahan dalam pengoprasian dan perencanaan pabrik merupakan faktor-faktor yang perlu diperhatikan. Ketepatan pemilihan lokasi suatau pabrik harus dipertimbangkan dengan baik dan matang yang dimana lokasi pendirian pabrik harus dekat dengan bahan baku sehingga transportasi untuk bahan baku murah. Disamping itu. ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi. diantaranya yaitu utilitas. Utilitas adalah salah satu hal yang penting dalam proses produksi. maka dari itu lokasi pendirian pabrik harus berdekatan dengan sungai..Hal ini akan mempengaruhi faktor keberhasilan dan kelancaran proses produksi.

Berdasarkan beberapa pertimbangan diatas. maka lokasi pendirian pabrik biodiesel ini direncanaka akan didirikan di Kecamatan Manyar. Kabupaten Gresik. Jawa Timur. Adapun faktor lain yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi pabrik dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu faktor primer dan faktor sekunder.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik .antara lain:

4.1.1 Faktor Primer

Faktor primer adalah faktor yang secara langsung akan mempengaruhi tujuan utama dari didirikannya pabrik yang meliputi

kegiatan produksi dan distribusi dari produk. Adapun yang termasuk faktor primer antara lain:

a. Ketersediaan Bahan Baku

Alangkah baiknya lokasi pendirian pabrik harus dekat dengan bahan baku. agar dapat mengurangi keterlambatan dalam penyediaan bahan baku dan jarak transportasi untuk mengangkut bahan baku lebih murah. Bahan baku biodiesel dari minyak jelantah didapatkan dari pengepul minyak jelantah yaitu Lengis Hijau yang berlokasi di Bali. Ada hal yang perlu diperhatikan dalam bahan baku. antara lain:

- Jarak bahan baku dengan pabrik
- Cara mendapatkan bahan baku dan bagaimana transportasi menuju pabrik
- Besar kapasitas dari sumber bahan baku
- Harga biaya bahan baku serta pengangkutan
- Kemungkinan mendapatkan sumber bahan baku yang lain

b. Transportasi

Jalur dan jenis transportasi yang digunakan dalam proses produksi dan pendistribusian produk harus yang paling mudah dan ekonomis. Hal ini untuk memudahkan pengiriman bahan baku dan pemasaran produk serta dapat mengurangi beban biaya transportasi.

c. Pemasaran

Alasan utama didirikannya pabrik yaitu karena adanya permintaan pasar.

Besarnya permintaan dipasar terhadap produk yang akan dihasilkan pada suatu wilayah dapat menjadi pertimbangan dalam penentuan lokasi pabrik. Distribusi produk akan berjalan lebih mudah dan efisien kalau dekat dengan pemasaran. Biodiesel akan dipasarkan ke wilayah industri kimia yang memerulukan bahan baku Biodiesel. Biodiesel itu sendiri pemasarannya telah didistribusikan ke pertamina untuk pembuatan solar.

d. Tenaga Kerja

Modal utama didirikannya suatu pabrik adalah Tenaga kerja. Tenaga kerja dibutuhkan demi terjalannya pabrik yang akan didirikan. Tenaga kerja yang dibutuhkan minimal berpendidikan SMA atau yang sederajat sampai sarjana. Dan perekrutan tenaga kerja sesuai kualifikasi merupakan pertimbangan yang penting untuk kesejahteraan pabrik.

e. Sumber Listrik dan Bahan bakar

Dalam pendirian sebuah pabrik memerlukan sumber listrik dan bahan bakar. Dipilih yang berdektan dengan pabrik agar meringankan beban pengeluaran pabrik yang akan dirancang.

4.1.2 Faktor Sekunder

Merupakan faktor yang secara langsung akan mempengaruhi sarana yang meningkatkan kinerja dari manajemen pabrik. Yang termasuk faktor sekunder antara lain:

a. Utilitas

Utilitas salah satu faktor penting dalam berjalannya suatu pabrik. Air yang digunakan untuk utilitas diperoleh dari sungai Bajulmati yang dimana lokasi sungai berjarak 2km dari lokasi pabrik yang dapat disalurkan mengunakan pipa dan kemudian air dari sungai akan diolah di proses utilitas agar menjadi air demin untuk proses produksi.

b. Keadaan Masyarakat

Merupakan salah satu aspek yang penting. keadaan masyarakat di lingkungan pabrik akan sangat berpengaruh terhadap pendirian suatu pabrik. Untuk menunjang dan mendapatakan dukungan dari masyarakat maka pendirian pabrik ini setidaknya memiliki dampak yang positif atau memberikan manfaat bagi masyarakat. dengan menyediakan fasilitas-fasilitas di sekitar pabrik yang memungkinkan masyarakat/karyawan hidup dengan layak.

c. Iklim

Keadaan iklim di lokasi pabrim harus diperhatikan agar kegiatan produksi pabrik lebih optimal. Adapun iklim dilokasi pabrik Biodiesel adalah iklim Tropis. Iklim yang dimaksud disini yaitu kelembaban udara. angin. panas sinar matahari. dan lain-lain.

Variasi iklim di lokasi pabrik dapat dikatakan sesuai untuk daerah industri.

d. Keadaan Tanah

Dengan adanya pendirian pabrik ini. menunjukan bahwa jenis dan struktur tanah yang ada memang bisa digunakan untuk mendirikan suatu pabrik atau sesuai dengan daerah industri.

Selain faktor primer dan sekunder. terdapat juga faktor khusus yang perlu diperhatikan seperti:

a. Limbah Pabrik

Hasil buangan dari pabrik wajib diperhatikan. terutama dampak terhadap kesehatan masyarakat di sekitar lokasi pabrik. Hal ini dapat dilakukan dengan cara membuat tempat pembuangan limbah dalam suatu bak serta aliran tertentu. khusus tempat untuk proses pembuangan limbah pabrik tanpa mencemari lingkungan sekitar.

b. Pengontrolan terhadap Bahaya Banjir dan Kebakaran

Hal ini dapat dilakukan dengan membangun pabrik yang jauh dari pemukiman penduduk. serta tidak mendirikan pabrik di lokasi yang rawan banjir. Dimaksudkan agar jika terjadi hal-hal yang tidak di inginkan. tidak akan menjalar ke penduduk sekitar dan merugikan banyak pihak.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah perencanaan tempat peletakan serta fasilitas-fasilitas untuk memperoleh produk. Tata letak pabrik meliputi perencanaan yang paling ekonomis untuk kebutuhan ruangan yang digunakan untuk semua aktivitas pabrik yang meliputi gudang. kantor. dan semua fasilitas lain yang berhubungan dengan proses pembuatan produk.Tata letak pabrik memiliki peranan yang sangat penting dalam menentukan biaya produksi. biaya konstruksi. efisiensi dan keselamatan kerja. Berikut adalah faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam tata letak pabrik. antara lain:

- Persediaan tanah jika terjadi perluasan pabrik
- Jaminan kelancaran distribusi bahan baku. pruduk dan utilitas
- Kemudahan mengontrol produksi. serta pemeriksaan.perawatan dan pengoprasian alat yang digunakan dalam proses produksi
- Keselamatan kerja jika terjadi kecelakaan dalam kerja
- Penggunaan ruang yang efektif dan ekonomis

Berdasarkan faktor diatas. maka pengaturan tata letak pabrik biodiesel untuk penempatan bangunan dalam kawasan pabrik tersebut diantara:

1. Area Proses

   Merupakan tempat proses produksi biodiesel berlangsung. area ini diletakkan pada lokasi yang memudahkan *suplay* bahan baku dari tempat penyimpanan produk serta mempermudah pengawasan dan perbaikan alat-alat.

2. Area Penyimpanan

Bahan baku serta produk yang dihasilkan. disimpan dalam area ini. Penyimpanan tersebut diletakkan di daerah yang mudah dijangkau oleh peralatan pengangkutan.

3. Area Utilitas / Sarana Penunjang

Area yang merupakan lokasi dari alat-alat penunjang produksi seperti air. tenaga listrik. pemanas. bahan bakar dan sarana pengolahan limbah.

4. Area Administrasi dan Perkantoran

Merupakan pusat dari kegiatan administrasi pabrik untuk urusan-urusan dengan pihak-pihak luar maupun dalam pabrik.

5. Area Laboratorium

Sebagai tempat melakukan penelitian dan pengembangan. serta sebagai tempat *quality control* produk maupun bahan baku.

6. Fasilitas Umum

Seperti fasilitas umum pada biasanya yang terdiri dari kantin. lapangan parkir. klinik pengobatan serta tempat peribatan seperti mushola. Penempatan fasilitas ini bertujuan untuk memberi rasa nyaman kepada karyawan agar memanfaatkan fasilitas tersebut.

7. Area Perluasan

Tujuan area ini adalah untuk kebutuhan pabrik dimasa mendatang. seperti halnya peningkatan kapasitas produksi akibat peningkatan produk.

8. Area Pemeliharaan dan Perawatan Pabrik

Kegiatan perawatan serta perbaikan peralatan sesuai kebutuhan pabrik dilakukan area ini. Area ini juga bisa disebut sebagai area perbengkelan (*maintenance*).

Pabrik Biodiesel ini akan didirikan di Kecamatan Manyar. Kabupaten Gresik. Jawa Timur. Lokasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:

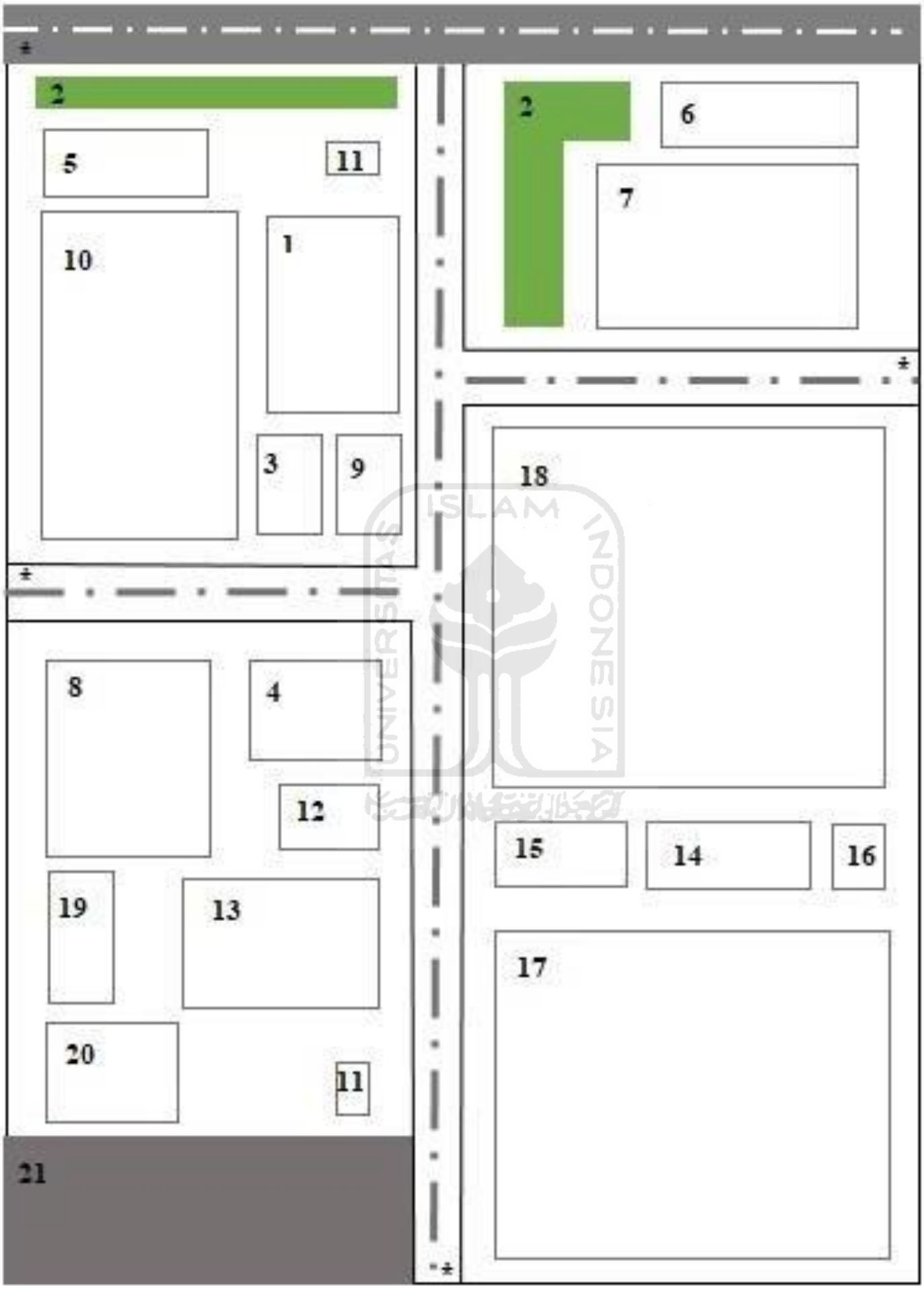


Gambar 4. 1 Lokasi pendirian pabrik biodiesel

Pabrik biodiesel dari minyak jelantah akan didirikan di atas tanah dengan total tanah seluas 17.080 m^2 dan luas bangunan seluas 13.080 m^2 Perincian luas tanah bangunan pabrik dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Rincian luas tanah bangunan pabrik

No.	Bangunan / Area	Panjang(m)	Lebar(m)	Luas (m^2)
1	Area Proses	60	55	3.300
2	Area Utilitas	60	50	3.000
3	Bengkel	20	10	200
4	Gudang Peralatan	30	20	600
5	Kantin	15	10	150
6	Kantor Teknik dan Produksi	20	15	300
7	Kantor Utama	30	20	600
8	Laboratorium	30	25	750
9	Parkir Utama	30	10	300
10	Parkir Truk	40	25	1.000
11	Perpustakaan	15	10	150
12	Poliklinik	15	10	150
13	Pos Keamanan	8	5	40
14	Control Room	25	10	250
15	Control Utilitas	20	10	200
16	Pos Keamanan	8	5	40
17	Area Mess	50	30	1.500
18	Masjid	25	10	250
19	Unit Pemadam Kebakaran	20	15	300
20	Taman	40	20	800
21	Jalan	100	8	800
22	Daerah Perluasan	50	20	1000
23	UPL	10	8	80
Total			Tanah	17.080 m^2
			Bangunan	13.080 m^2



Gambar 4.2 *Layout* Pabrik (1 : 1.000)

Keterangan :

1. Kantor Utama
2. Taman
3. Perpustakaan
4. Kantor Teknik Produksi
5. Masjid
6. Parkir utama
7. Parkir truk
8. Laboratorium
9. Kantin
10. Area Mess
11. Pos Keamanan
12. Poliklinik
13. Gudang Peralatan
14. Control Room
15. Control Utilitas
16. UPL
17. Area Utilitas
18. Area Proses
19. Bengkel
20. Unit Pemadam Kebakaran
21. Daerah perluasan

*Jalan

4.3 Tata Letak Alat Proses

Hal hal yang diperhatikan dalam perancangan tata letak alat-alat proses pada pabrik. antara lain:

1. Aliran bahan baku dan produk

   Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar. serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Serta perlu diperhatikannya juga penempatan pada pipa dimana untuk pipa di atas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih. sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja

2. Aliran Udara

   Aliaran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja. selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

3. Pencahayan

   Penerangan seluruh pabrik harus memadai . Pada tempat – tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi harus diberikan penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia dan kendaraan

Dalam perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan mudah jika terjadinya suatu kendala dalam alat proses segingga dapat segera diperbaiki. selain itu keamanan pekerja juga harus selalu diperhatikan.

5. Pertimbangan ekonomi

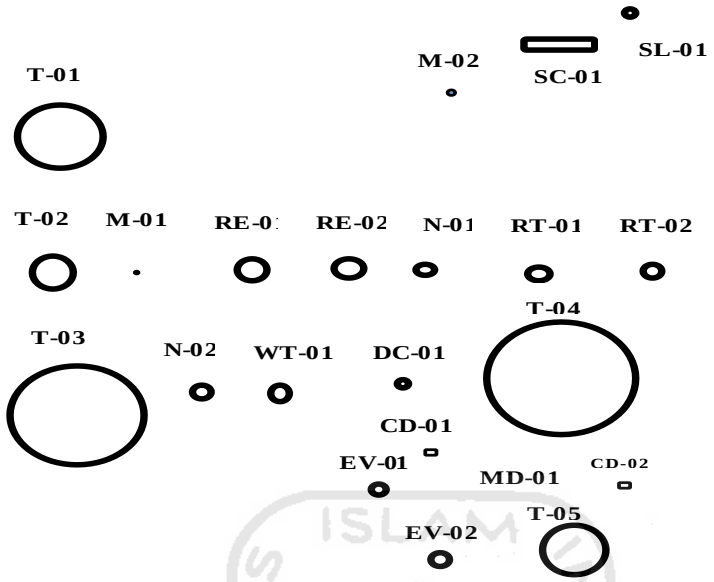
Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

6. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi. sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya. sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut. tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.

Tata letak alat proses pada pabrik biodiesel dapat dilihat pada gambar berikut:

\



Gambar 4. 3 *Layout* Alat Proses (Skala 1:1000)

Keterangan:

T-01 : Tangki Metanol

T-02 : Tangki H_2SO_4

T-03 : Tangki Minyak Jelantah

M-01 : *Mixer* H_2SO_4

RE-01 : Reaktor Esterifikasi

RE-02 : Reaktor Esterifikasi

N-01 : Netralizer 1

RT-01 : Reaktor Transesterifikasi

RT-02 : Reaktor Transesterifikasi

T- 04 : Tangki Biodiesel

SL-01 : Silo KOH

SC-01 : *Screw Conveyor* KOH

M-02 : *Mixer* KOH

N-02 : Netralizer 2

WT-01 : *Washing Tank*

DC-01 : Dekanter

EV-01 : Evaporator 1

EV-02 : Evaporator 2

EV-03 : Evaporator 3

T- 05 : Tangki Gliserol

4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1. Neraca Massa

1. Mixer Asam sulfat (M-01)

Tabel 4.2 Neraca Massa pada *Mixer-01*

Komponen	Arus masuk (kg/jam)		Arus keluar (kg/jam)	
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 16
Air	0,3608	41,2523	2,8321	38,7811
Asam Sulfat	17,6796	0	1,2032	16,4764
Total	18,0404	41,2523	4,0353	55,2575
	165,598		**165,598**	

2. Reaktor Esterifikasi (RE-01)

Tabel 4.3 Neraca Massa pada Reaktor Esterifikasi-01

Komponen	Arus Masuk (kg/jam)			Arus Keluar (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6
Air	2,8321	0	0,8272	9,6168
Methanol	0	0	81,8925	71,2963
Asam Sulfat	1,2032	0	0	1,2032
Metil Oleat	0	0	0	95,0502
Asam Oleat	0	120,3213	0	26,9098
Triolein	0	1.885,0340	0	1.885,0340
Total	4,0353	2.005,3553	82,7197	2.092,1103
	2.092,1103			**2.092,1103**

3. Reaktor Esterifikasi (RE-02)

Tabel 4.4 Neraca Massa pada Reaktor Esterifikasi-02

Komponen	Arus Masuk (kg/jam)	Arus Keluar (kg/jam)
	Arus 6	Arus 7
Air	9,6168	11,2472
Methanol	71,2963	68,3964
Asam Sulfat	1,2032	1,2032
Metil Oleat	98,0502	124,8840
Asam Oleat	26,9098	1,3455
Triolein	1.885,0340	1.885,0340
Total	2.092,1103	2.092,1103
	2.092,1103	**2.092,1103**

4. Netralizer 1 (NT-01)

Tabel 4.5 Neraca Massa pada *Netralizer-01*

Komponen	Arus masuk (kg/jam)		Arus Keluar (kg/jam)
	Arus 7	Arus 11	Arus 8
Air	11,2472	1,3766	13,0658
Methanol	68,3964	0	68,3964
Asam Sulfat	1,2032	0	0
Pottasium Hidroksida	0	1,3766	0
Pottasium Sulfat	0	0	2,1378
Metil Oleat	124,8840	0	124,8840
Asam Oleat	1,3455	0	1,3455
Triolein	1.885,0340	0	1.885,0340
Total	2.092,1103	2,7532	2.094,8634
	2.094,8634		**2.094,8634**

5. Mixer Pottasium Hidroksida (M-02)

Tabel 4.6 Neraca Massa pada *Mixer-02*

Komponen	Arus Masuk (kg/jam)		Arus Keluar (kg/jam)	
	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12
Air	3,5695	16,6575	1,3766	18,8503
Pottasium Hidroksida	20,2269	0	1,3766	18,8503
Total	23,7964	16,6575	2,7532	37,7007
	40,4538		**40,4538**	

6. Reaktor Transestrifikasi (RT-01)

Tabel 4.7 Neraca Massa pada Reaktor Tranesterifikasi-01

Komponen	Arus Masuk (kg/jam)			Arus Keluar (kg/jam)
	Arus 8	Arus 13	Arus 12	Arus 14
Air	13,0658	2,3244	18,8503	34,2405
Methanol	68,3964	340,8872	0	233,5945
Pottasium Hidroksida	0	0	18,8503	18,8503
Gliserol	0	0	0	168,3202
Pottasium Sulfat	2,1378	0	0	2,1378
Metil Oleat	124,8840	0	0	1,3455
Asam Oleat	1,3455	0	0	1.750,5926
Triolein	1.885,0340	0	0	266,6943
Total	2.094,8634	343,2116	37,7007	2.475,7757
	2.475,7757			**2.475,7757**

7. Reaktor Transesterifikasi (RT-02)

Tabel 4.8 Neraca Massa pada Reaktor Transesterifikasi-02

Komponen	Arus Masuk (kg/jam)	Arus keluar (kg/jam)
	Arus 14	Arus 15
Air	34,2405	34,2405
Methanol	233,5945	205,2209
Pottasium Hidroksida	18,8503	18,8503
Gliserol	168,3202	195,5038
Pottasium Sulfat	2,1378	2,1378
Metil Oleat	1,3455	2.013,1431
Asam Oleat	1.750,5926	1,3455
Triolein	266,6943	5,3339
Total	2.475,7757	2.475,7757
	2.475,7757	**2.475,7757**

8. Netralizer 2 (NT-02)

Tabel 4.9 Neraca Massa pada *Netralizer-02*

Komponen	Arus Masuk (kg/jam)		Arus Keluar (kg/jam)
	Arus 15	Arus 16	Arus 17
Air	34,2405	38,7811	79,0741
Methanol	205,2209	0	205,2209
Asam Sulfat	0	16,4764	0
Pottasium Hidroksida	18,8503	0	0
Pottasium Sulfat	2,1378	0	31,4120
Gliserol	195,5038	0	195,5038
Metil Oleat	2.013,1431	0	2.013,1431
Asam Oleat	1,4355	0	1,4355
Triolein	5,3339	0	5,3339
Total	2.475,7757	55,2575	2.531,0332
	2.531,0332		**2.531,0332**

9. Washing Tank (WT-01)

Tabel 4.10 Neraca Massa pada *Washing Tank-01*

Komponen	Arus masuk (kg/jam)		Arus keluar (kg/jam)
	Arus 17	Arus 18	Arus 19
Air	79,0741	632,7583	711,8324
Methanol	205,2209	0	205,2209
Pottasium Sulfat	31,4120	0	31,4120
Gliserol	195,5038	0	195,5038
Metil Oleat	2.013,1431	0	2.013,1431
Asam Oleat	1,3455	0	1,3455
Triolein	5,3339	0	5,3339
Total	2.531,0332	632,7583	3.163,7915
	3.163,7915		**3.163,7915**

10. Dekanter (DC-01)

Tabel 4.11 Neraca Massa pada *Dekanter-01*

Komponen	Arus Masuk (kg/jam)	Arus Keluar (kg/jam)	
	Arus 19	Arus 20	Arus 21
Air	711,8324	0,3559	711,4764
Methanol	205,2209	0	205,2209
Pottasium Sulfat	31,4120	0	31,4120
Gliserol	195,5038	0,0391	195,4647
Metil Oleat	2.013,1431	2.013,1431	0
Asam Oleat	1,3455	1,3300	0,0155
Triolein	5,3339	5,3339	0
Total	3.163,7915	2.020,2020	1.143,5895
	3.163,7915	**3.163,7915**	

11. Evaporator 1 (EV-01)

Tabel 4.12 Neraca Massa *Evaporator-01*

Komponen	Arus masuk (kg/jam)	Arus keluar (kg/jam)	
	Arus 21	Arus 22	Arus 23
Air	711,4764	142,2953	569,1811
Metanol	205,2209	164,1767	41,0442
Gliserol	195,4647	0	195,4647
Pottasium Sulfat	31,4120	0	31,4120
Asam Oleat	0,0155	0	0,0155
Total	1.143,5895	306,4720	837,1175
	1.143,5895	**1.143,5895**	

12. Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 4.13 Neraca Massa Menara Distilasi

Komponen	Arus masuk (kg/jam)	Arus keluar (kg/jam)	
	Arus 23	Arus 24	Arus 25
Air	142,2953	1,4230	140,8723
Metanol	164,1767	162,5349	1,6418
Total	306,4720	163,9579	142,5141
	306,4720	**306,4720**	

13. Evaporator 2 (EV-02)

Tabel 4.14 Neraca Massa *Evaporator-02*

Komponen	Arus masuk (kg/jam)	Arus keluar (kg/jam)	
	Arus 25	Arus 26	Arus 27
Air	569,1811	512,2630	56,9181
Metanol	41,0422	141,0422	0
Gliserol	195,4647	0	195,4647
Pottasium Sulfat	31,4120	0	31,4120
Asam Oleat	0,0155	0	0,0155
Total	837,1175	553,3072	283,8103
	837,1175	**837,1175**	

4.4.2. Neraca Panas

1. Mixer Asam sulfat (M-01)

Tabel 4. 2 Neraca Panas pada *Mixer-01*

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Q1	Q2	Q3
Air	20,6502	2,361,0023	13.897,8056
Asam sulfat	125,8911	0	692,1100
ΔHs	12,082,3753		
Total	**14.589,9156**		**14.589,9156**

2. Mixer Pottasium Hidroksida (M-02)

Tabel 4. 16 Neraca Panas pada *Mixer-02*

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Q1	Q2	Q3
Air	204,2912	953,3592	20.033,5128
Pottasium Hidroksida	144,6331	0	2.037,5508
ΔHs	20.768,7795		
Total	**22.071,0636**		**22.071,0636**

3. Reaktor Esterifikasi (RE-01)

Tabel 4. 17 Neraca Panas pada Reaktor Esterifikasi-01

Komponen	Input (kJ/jam)			Output (kJ/jam)
	Q1	Q2	Q3	Q4
Air	1.248,9429	0	364,5826	4.957,1413
Methanol	0	0	7.294,5663	6.092,3998
Asam Sulfat	61,1545	0	0	61,1545
Asam Oleat	0	10.326,1246	0	115,4661
Metil Oleat	0	0	0	9.655,5097
Triolein	0	200.399,3586	0	200.399,3586
ΔHR	2.538,3036			
Q Pendingin				952,0031
Total	**222.233,0331**			**222.233,0331**

4. Reaktor Esterifikasi (RE-02)

Tabel 4. 3 Neraca Panas pada Reaktor Esterifikasi-02

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
	Q1	Q2
Air	4.238,5770	4.957,1413
Methanol	6.350,6966	6.092,3998
Asam Sulfat	61,1545	61,1545
Asam Oleat	2.309,3222	115,4661
Metil Oleat	7.580,3222	9.655,5097
Triolein	200.399,3586	200.399,3586
ΔHR	347.102,7435	
Q Pendingin		346.761,7549
Total	**568.042,7849**	**568.042,7849**

5. Reaktor Transesterifikasi (RT-01)

Tabel 4. 19 Neraca Panas pada Reaktor Transesterifikasi-01

Komponen	Input (kJ/jam)			Output (kJ/jam)
	Q1	Q2	Q3	Q4
Air	5.762,0375	1.024,4510	8.308,1865	15.091,3035
Methanol	6.092,3998	30.364,5008	0	20.807,4082
Pottasium hidroksida	0	0	946,5796	946,5796
Gliserol	0	0	0	16.866,9501
Pottasium Sulfat	59,5676	0	0	59,5676
Asam Oleat	115,4661	0	0	115,4661
Metil Oleat	9.655,5097	0	0	135.348,4387
Triolein	200.399,3586	0	0	28.352,4648
ΔHR	15.050,2690			
Q Pendingin				60.190,1477
Total	**277.778,3262**			**277.778,3262**

6. Reaktor Transesterifikasi (RT-02)

Tabel 4. 20 Neraca Panas pada Reaktor Transesterifikasi-02

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
	Q1	Q2
Air	15.091,3035	15.091,3035
Methanol	20.807,4082	18.280,0295
Pottasium Hidroksida	946,5796	946,5796
Gliserol	16.866,9501	19.590,9471
Pottasium Sulfat	59,5676	59,5676
Asam Oleat	115,4661	115,4661
Metil Oleat	135.348,4387	155.647,7314
Triolein	28.352,4648	567,0493
ΔHR	4.778.272,2518	
Q Pendingin		4.785.561,7563
Total	**4.995.860,4303**	**4.995.860,4303**

7. Netralizer (N-01)

Tabel 4. 21 Neraca Panas pada *Netralizer-01*

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Q1	Q2	Q3
Air	4.957,1413	607,0740	5.758,6660
Methanol	6.092,3998	0	6.092,3998
Asam Sulfat	61,1545	0	0
Pottasium Hidroksida	0	69,1255	0
Pottasium Sulfat	0	0	59,5676
Asam Oleat	115,4661	0	115,4661
Metil Oleat	9.655,5097	0	9.655,5097
Triolein	200.399,3586	0	200.399,3586
ΔHR	3.900,3086		
Q Pendingin			3.776,5703
Total	**225.857,5381**		**225.857,5381**

8. Netralizer (N-02)

Tabel 4. 22 Neraca Panas pada *Netralizer-02*

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Q1	Q2	Q3
Air	15.091,3035	17.102,5705	34.851,4689
Methanol	18.280,0295	0	18.280,0295
Asam Sulfat	0	837,4279	0
Pottasium Hidroksida	946,5796	0	0
Gliserol	19.590,9471	0	19.590,9471
Pottasium Sulfat	59,5676	0	875,2644
Asam Oleat	115,4661	0	115,4661
Metil Oleat	155.647,7314	0	155.647,7314
Triolein	567,0493	0	567,0493
ΔHR	70.506,1673		
Q Pendingin			68.816,8830
Total	**298.744,8397**		**298.744,8397**

9. Washing Tank (WT-01)

Tabel 4. 23 Neraca Panas pada *Washing Tank-01*

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Q1	Q2	Q3
Air	34.851,4689	36.214,7581	161.319,1477
Methanol	18.280,0259	0	9.804,6381
Pottasium Sulfat	875,2644	0	473,5401
Gliserol	19.590,9471	0	10.559,9980
Asam Oleat	115,4661	0	62,1058
Metil Oleat	155.647,7314	0	83.616,1818
Triolein	567,0493	0	307,0898
Total	**266.142,7148**		**266.142,7148**

10. Decanter (DC-01)

Tabel 4. 24 Neraca Panas pada *Decanter-01*

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
	Q1	Q2	Q3
Air	161.319,1544	80,6596	161.238,4948
Methanol	9.804,6384	0	9.804,6384
Pottasium Sulfat	473,5401	0	473,5401
Gliserol	10.559,9984	2,1120	10.557,8864
Asam Oleat	62,1085	61,3943	0,7142
Metil Oleat	83.616,1851	83.616,1851	0
Triolein	307,0898	307,0898	0
Total	**266.142,7148**	**266.142,7148**	

11. Evaporator (EV-01)

Tabel 4. 25 Neraca Panas pada Evaporator-01

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
	Q1	Q2	Q3
Air	161.238,4871	14.019,8389	576.843,9473
Methanol	9.804,6381	17.282,3063	7.634,9493
Pottasium Sulfat	473,5401	0	1.787,0796
Gliserol	10.557,8864	0	40.313,1787
Asam Oleat	0,7143	0	2,7455
ΔH Laten		480.481,1717	
Q Pemanas	956.289,9518		
Total	**1.138.365,2175**	**1.138.365,2175**	

12. Evaporator (EV-02)

Tabel 4. 26 Neraca Panas pada Evaporator-02

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
	Q1	Q2	Q3
Air	576.843,9473	7.590,8327	65.741,2735
Methanol	7.634,9493	4.820,1042	0
Pottasium Sulfat	1.787,0796	0	1.984,0851
Gliserol	40.313,1787	0	44.832,9651
Asam Oleat	2,7457	0	2,0563
ΔH Laten		1.158.888,933	
Q Pemanas	657.279,3497		
Total	**1.283.861,2503**	**1.283.861,2503**	

13. Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 4. 27 Neraca Panas pada Menara Distilasi-01

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
	Q1	Q2
ΔH Umpan	53.603,88	0
ΔH Distillat	0	16.072,87
ΔH Condenser	0	639.536,01
ΔH Bottom	0	42.538,18
ΔH Reboiler	644.543,18	0
Total	**698.147,0577**	**698.147,0577**

14. Heater (HE-01)

Tabel 4. 28 Neraca Panas pada Heater-01

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
	Q1	Q2
Air	3.249,4124	25.037,9246
Methanol	169.386,3639	1.203.991,7472
Q Pemanasan	1.056.393,8955	
Total	**1.229.029,6719**	**1.229.029,6719**

15. Heater (HE-02)

Tabel 4. 29 Neraca Panas pada *Heater-02*

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
	Q1	Q2
Asam Oleat	411.343,9754	2.916.778,7122
Triolein	25.348.994,6832	177.442.962,7824
Q Pemanasan	154.599.402,9361	
Total	**180.359.741,4946**	**180.359.741,4946**

16. Heater (HE-03)

Tabel 4. 30 Neraca Panas pada *Heater-03*

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
	Q1	Q2
Air	13.897,8056	18.351,5134
Asam Sulfat	692,1100	894,2201
Q Pemanasan	4.655,8179	
Total	**19.245,7335**	**19.245,7335**

17. Cooler (CL-01)

Tabel 4. 31 Neraca Panas pada *Cooler-01*

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
	Q1	Q2
Air	3.535,3258	1.574,1396
Pottasium Hidroksida	2.037,5508	1.015,7051
Q Pendingin		2.983,0319
Total	**5.572,8766**	**5.572,8766**

18. Cooler (CL-02)

Tabel 4. 32 Neraca Panas pada *Cooler-02*

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
	Q1	Q2
Air	65.449,0397	6.618,3443
Gliserol	44.678,7257	5.555,0764
Asam Oleat	6.183,3766	762,0492
Pottasium Sulfat	0,9741	0,1230
Q Pendingin		1.639,5438
Total	**14.575,1368**	**14.575,1368**

19. Cooler (CL-03)

Tabel 4. 33 Neraca Panas pada *Cooler-03*

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
	Q1	Q2
Methanol	21.161,7619	16.598,0046
Q Pendingin		4.563,7573
Total	**21.161,7619**	**21.161,7619**

20. Kondensor (CD-01)

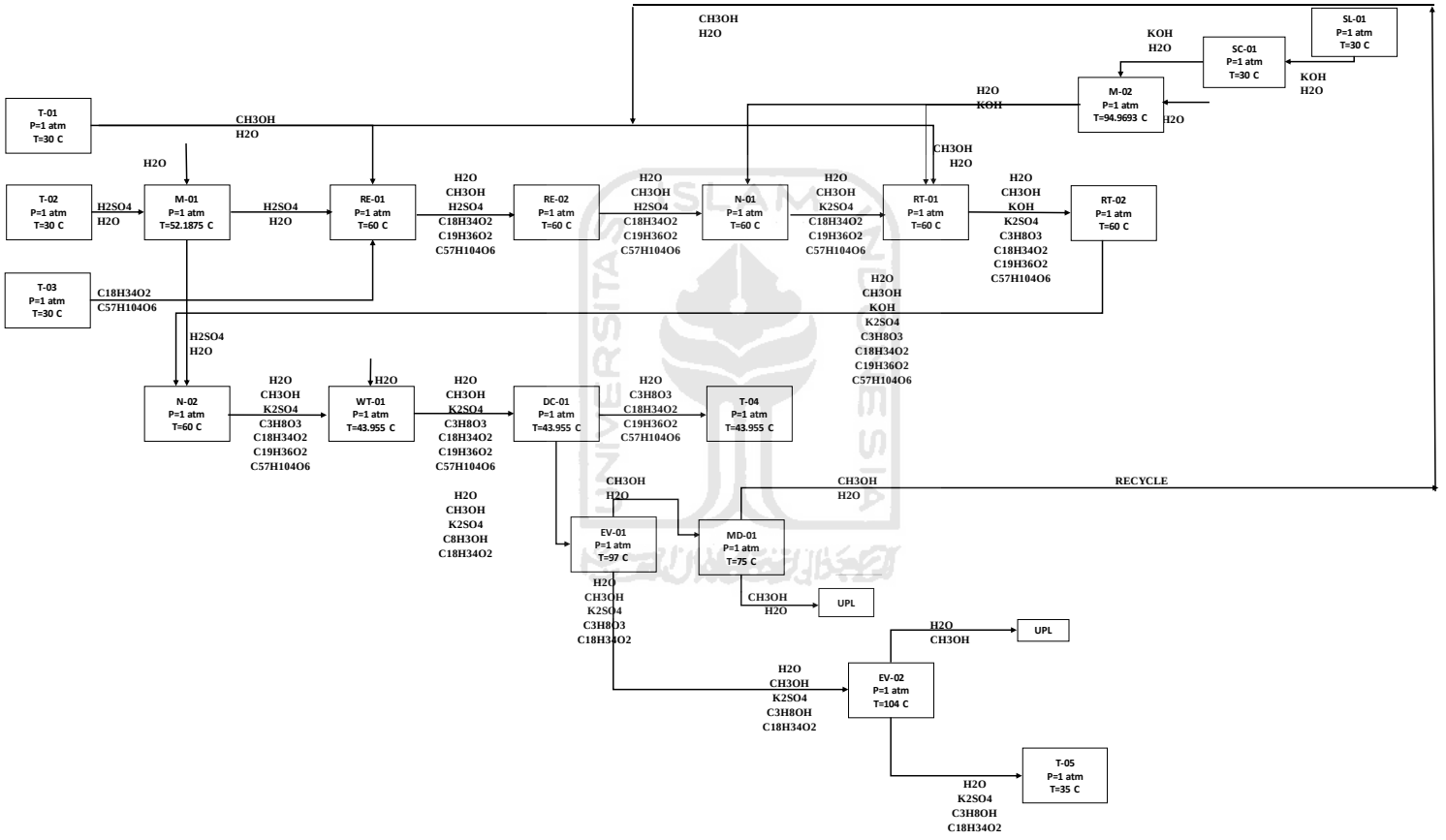
Tabel 4.34 Neraca Panas pada Kondensor-01

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
	Q1	Q2
Methanol	17.282,3063	22.275,3953
Air	19.063,3883	31.309,1980
Panas laten	480.481,1717	0
Q Pendingin	0	463.242,2731
Total	**516.286,8664**	**516.286,8664**

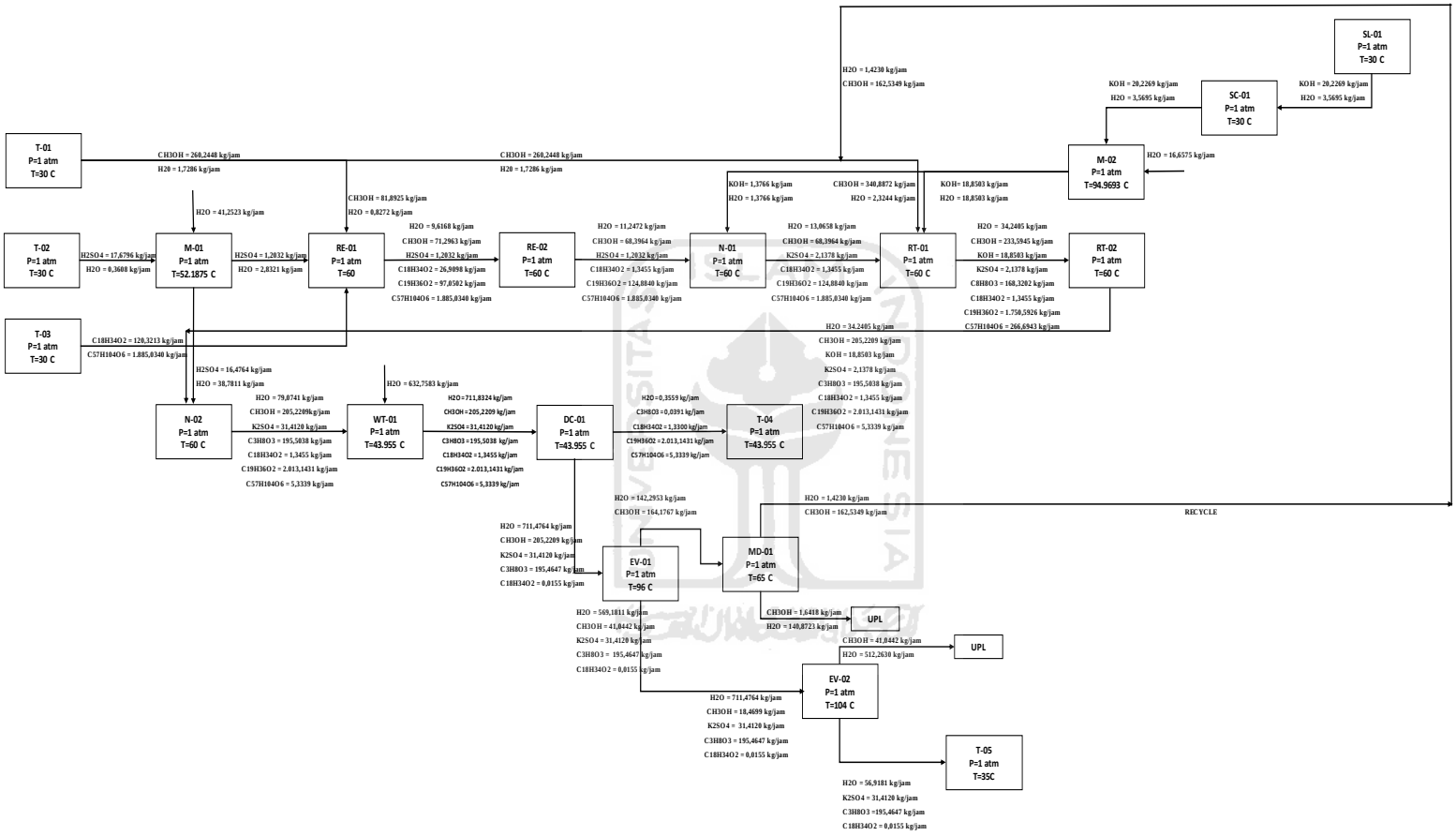
21. Kondensor (CD-02)

Tabel 4.34 Neraca Panas pada Kondensor-02

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
	Q1	Q2
Methanol	12.011,9671	16.217,2459
Panas laten	202.794,9148	
Q Pendingin		198.589,6360
Total	**214.806,8819**	**214.806,8819**



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif

4.5 Pelayan Teknis (Utilitas)

Dalam pendirian pabrik. utilitas merupakan unit penunjang utama dalam sarana memperlancar jalannya proses produksi pada suatu industri kimia. Jika suatu pabrik tidak ada utilitas maka suatu pabrik tersebut tidak berjalan dengan baik. Berdasarkan kebutuhannya . utilitas pada pabrik pembuatan biodiesel dari minyak jelantah berdasarkan kebutuhannya adalah sebagai berikut:

a. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Wate Treatment System*)
b. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
c. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
d. Unit Penyedia Udara dan Instrumen (*Instrument Air System*)
e. Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik umumnya air yang digunakan adalah air sumur. air sungai. air danau maupun air laut. Air yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pabrik biodiesel yaitu air yang berasal dari sungai yang masih mengandung pasir. mineral-mineral. ion-ion. dan kotoran yang harus diolah terlebih dahulu sebelum digunakan. Air yang digunakan dalam kebutuhan pabrik ini adalah air yang berasal dari sungai. Digunakan air sungai dikarenakan pengolahan air sungai relatif murah dan sederhana dan letak sungai berada dekat dengan pabrik. Sebelum digunakan. dilakukannya proses pengolahan air. Pengolahan air ini bertujuan untuk menjaga alat-alat proses agar tidak

cepat rusak serta menjaga adanya kontaminan yang akan menyebabkan reaksi antara reaktan-reaktan yang terdapat dalam proses. Beberapa tahap yang harus dilakukan untuk mengolah air sungai yang akan digunakan. yakni:

- **Screening**

  Pada s*creening*. partikel-partikel padat yang besar seperti daun. ranting.dan sampah sampah lainnya akan tersaring tanpa bantuan bahan kimia. Sedangkan partikel-partikel yang lebih kecil akan terikut bersama air menuju unit pengolahan selanjutnya.

- **Sedimentasi**

  Setelah air disaring pada tahapan *screening*. partikel partikel kecil yang masih terikut didalam air diendapkan kedalam bak sedimentasi. Kotoran kasar yang terdapat dalam air akan mengalami pengendapan karena adanya gaya gravitasi.

- **Koagulasi dan Flokulasi**

  Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia atau bahan koagulan ke dalam air. Koagulan yang digunakan biasanya adalah tawas atau Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$). yang merupakan garam yang berasal dari basa lemah dan asam kuat. sehingga dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Untuk memperoleh sifat alkalis agar proses flokulasi dapat berjalan efektif. sering ditambahkan kapur ke dalam air. Selain itu kapur juga berfungsi untuk mengurangi

atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan.

- **Bak pengendap I dan Bak pengendap II**

  Flok dan endapan dari proses koagulasi diendapkan dalam bak pengendap I dan II.

- **Filtrasi**

  Air yang keluar dari bak pengendap II yang masih mengandung padatan tersuspensi selanjutnya dialirkan menuju ke *sandfilter* untuk memisahkan padatan padatan yang masih terbawa oleh air. Air yang mengalir keluar dari *sandfilter* akan memiliki kadar *turbidity* 2ppm. Air tersebut dialirkan menuju tangki penampung (*filter water reservoir*) yang kemudian didistribusikan menuju menara air dan unit demineralisasi.

- **Bak Penampung Air Bersih**

  Air yang keluar dari proses filtrasi akan dialirkan ke bak penampung sementara yang bisa disebut air bersih. Yang dimana air ini akan didistribusikan untuk air layanan umum *(service water)* serta untuk air pendingin. Kegunaan air bersih ini juga dapat digunakan untuk *domestic water* dan *boiler feed water* .namun air harus di desinfektanisasi terlebih dahulu menggunakan resin untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca2+. Mg2+. Na+ dimana tujuan penghilangan mineral-mineral tersebut untuk menghasilkan air demin yang melalui proses

demineralisasi.

- **Demineralisasi**

  Air yang digunakan untuk *boiler fed water* pada proses harus murni dan bebas dari garam-garam terlarut yang terdapat didalamnya.maka dari itu perlu adanya proses demineralisasi. Alat demineralisasi terdiri atas penukar kation (*cation exchanger*) dan penukar anion (*anion exchanger*). Proses demineralisasi diperlukan karena pada *boiler feed water* memiliki syarat-syarat seperti harus bebas dari zat zat yang menimbulkan kerak. gas gas yang menimbulkan korosi seperti O_2. CO_2. H_2S dan NH_3 dan bebas dari zat yang menyebabkan *foaming.* Air yang diambil dari proses pemanasan biasanya menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik. anorganik dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi akibat adanya alkalinitas yang tinggi. Proses *Cation Exchanger* dan *Anion Exchanger* berlangsung pada Resin *Mixed-Bed*. Resin *Mixed-Bed* adalah kolom resin campuran antara resin kation dan resin anion. Air yang mengandung kation dan anion bila dilewatkan ke Resin *Mixed-Bed* tersebut. kation akan terambil oleh resin kation dan anion akan terambil oleh resin anion. Saat resin kation dan anion telah jenuh oleh ion-ion. resin penukar kation dan anion akan diregenerasi kembali.

Adapun tahap - tahap proses pengolahan air untuk umpan

boiler adalah sebagai berikut:

- Kation Exchanger

  Kation exchanger adalah resin penukar kation. Untuk kation exchanger berupa resin padat yang sering ada dipasaran yaitu kation dengan formula RSO_3H dan $(RSO_3)Na$. dimana pengganti kation-kation yang dikandung dalam air akan diganti dengan ion H^+ atau Na^+ . karena disini kita menggunakan ion Na^+ sehingga air akan keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion Na^+. Reaksi penukar kation :

  $2RSO_3Na + Mg^{2+} \longrightarrow Mg(RSO_3)_2 + 2Na^+$

  Ion Mg^{+2} dapat menggantikan ion Na^+ yang ada dalam resin karena selektivitas Mg^{+2} lebih besar dari selektivitas Na^+. Urutan selektivitas kation adalah sebagai berikut :

  $Ba^{+2}>Pb^{+2}>Sr^{+2}>Ca^{+2}>Ni^{+2}>Cu^{+2}>Co^{+2}>Zn^{+2}>Mg^{+2}>Ag^{+}>Cr^{+}>K^{+}>N^{2+}>H^{+}$

  Saat resin kation telah jenuh. maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl.

  Reaksi Regenerasi :

  $Mg(RSO_3)_2 + 2Na^+ + 2Cl^- \longrightarrow MgCl_2 + 2RSO_3Na$

- Anion Exchanger

Anion exchanger adalah resin penukar anion yangmemiliki fungsi untuk mengikat ion-ion negatif yang larut dalam air dengan resin yang memiliki sifat basa. yang memiliki formula RCl. Sehingga anion-anion seperti NO_3^-. Cl^-. dan SO_4^{2-} akan membantu garamresin tersebut. Sebelum di regerenerasi anion yang terbentuk di dalam reaksi adalah

sebagai berikut:

$$NO_3^- + RCl \longrightarrow RNO_3 + Cl^-$$

Ion NO_3^- dapat menggantikan ion Cl^- yang ada dalam resin karena selektivitas NO_3^- lebih besar dari selektivitas OH^-. Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut:

$$SO_4^{-2} > I^- > NO_3^- > CrO_4^{-2} > Br^- > Cl^- > OH^-$$

Saat resin anion telah jenuh. maka resin penukar anion akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl.

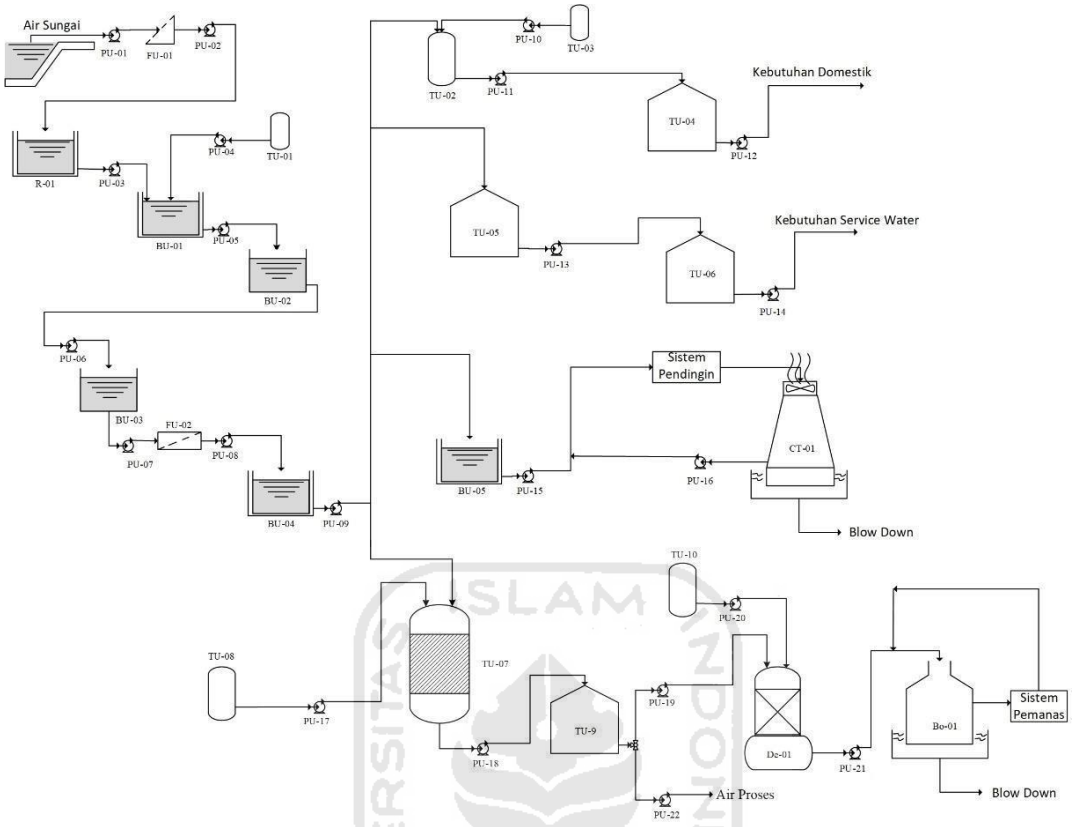
Reaksi Regenerasi :

$$RNO_2 + Na^+ + Cl^- \longrightarrow NaNO_3 + RCl$$

- **Daerator**

Air yang telah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama O_2 dan CO_2. Pada proses ini bertujuan untuk mengilangkan gas O_2 dan CO_2 karena gas tersebut dapat menimbulkan korosi. Unit deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa *Hydrazine* (N_2H_4) yang berfungsi menghilangkan sisa- sisa gas yang terlarut terutama oksigen sehingga tidak terjadi korosi.

Deaerator berfungsi untuk memanaskan air yang keluar dari alat penukar ion (*ion exchanger*) dan kondensat bekas sebelum dikirim sebagai air umpan ketel. Pada deaerator ini. air dipanaskan hingga 90°C supaya gas-gas yang terlarut dalam air. seperti O_2 dan CO_2 dapat dihilangkan. Karena gas-gas tersebut dapat menimbulkan suatu reaksi kimia yang menyebabkan terjadinya bintik-bintik yang semakin menebal dan menutupi permukaan pipa-pipa dan hal ini akan menyebabkan korosi pada pipa-pipa ketel. Pemanasan dilakukan dengan menggunakan koil pemanas di dalam deaerator.



Gambar 4.6 Diagram Unit Utilitas

Keterangan :

1. PU : Pompa Utilitas
2. FU-01 : Screening
3. R-01 : Reservoir
4. BU-01 : Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)
5. TU-01 : Tangki Alum
6. BU-02 : Bak Pengendap I
7. BU-03 : Bak Pengendap II
8. FU-02 : Sand Filter
9. BU-04 : Bak Penampung Air Bersih
10. TU-02 : Tangki Klorinasi
11. TU-03 : Tangki Kaporit
12. TU-04 : Tangki Air Kebutuhan Domestik
13. TU-05 : Tangki *Service Water*
14. TU-06 : Tangki Air Bertekanan
15. BU-05 : Bak *Cooling Water*
16. CT-01 : *Cooling Tower*
17. TU-07 : *Mixed-Bed*
18. TU-08 : Tangki NaCl

19. TU-09 : Tangki Air Demin
20. TU-10 : Tangki N2H4
21. De-01 : Deaerator
22. BO-01 : Boiler

- **Kebutuhan Air Keseluruhan**

Kebutuhan total air yang diperlukan dalam memenuhi kebutuhan air untuk kebutuhan operasional pabrik dan kebutuhan air domestik berasal dari unit utilitas. Total kebutuhan air tersebut meliputi kebutuhan air pendingin. air steam.air domestik dan *service water*.

1. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4. 34 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	**Kode**	**Jumlah (kg/jam)**
Reaktor Esterifikasi	RE-01	15,0914
Reaktor Esterifikasi	RE-02	5.496,9564
Reaktor Transesterifikasi	RT-01	954,1497
Reaktor Transesterifikasi	RT-02	75.861,9547
Netralizer-01	N-01	59,8670
Netralizer-02	N-02	1.090,9030
Cooler-01	CL-01	47,2880
Cooler-02	CL-02	4.141,8850
Cooler-03	CL-03	67,273
Condenser-01	CD-01	7.343,436
Condenser-02	CD-02	10.703,367
Total		**103.221,306**

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%. maka kebutuhan air pendingin menjadi 123.865,5677 kg/jam.

- Jumlah air yang menguap (We)

= 0,00085 x Wc x (Tin – Tout) *(Perry. Pers. 12-14c)*

= 0,00085 x 123.865,5677 x 15

= 1.579,2859 kg/jam

- *Drift Loss* (Wd)

  = 0,0002 x Wc *(Perry. Pers. 12-14c)*

  = 0,0002 x 123.865,5677

  = 24,7731 kg/jam

- Blowdown (Wb) (cycle yang dipilih 4 kali)

  $= \frac{We-(cycle-1)Wd}{cycle-1}$

  $= \frac{1.389,4976-(4-1)21,7989}{4-1}$

  = 501,6555 kg/jam

Sehingga jumlah makeup air adalah :

- We = 1.579,2859 kg/jam
- Wd = 24,7731 kg/jam
- Wb = 501,6555 kg/jam

kg/jam Kebutuhan

Make Up Water

(Wm) Wm = We +

Wd + Wb

Wm = 1.579,2859 kg/jam +24,7731 kg/jam + 501,6555 kg/jam

Wm = 2.015,7146 kg/jam

2. Kebutuhan Air Pemanas/ Steam

Tabel 4.35 Kebutuhan Air pemanas/ *steam*

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Heater 01	HE-01	4,1653
Heater 02	HE-02	2,1864

Heater 03	HE-03	15,7312
Evaporator-01	EV-01	449,0783
Evaporator-02	EV-03	309,6615
Reboiler-01	RB-01	318,3491
Total		**1.098,1719**

Direncanakan *steam* yang digunakan adalah saturated steam dengan kondisi :

P = 14,69 psia = 1 atm

T = 145ºC = 418 K

Faktor keamanan = 20 %

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20% maka kebutuhan *steam* sebesar = 1.317,8063 kg/jam

- *Blowdown* = 15% x kebutuhan steam

  = 15% x 1.317,8063 kg/jam

  = 197,6709 kg/jam

- *Steam Trap* = 5% x kebutuhan steam

  = 5% x 1.317,8063kg/jam

  = 65,8903 kg/jam

Kebutuhan air *make up* untuk steam = *Blowdown* + *Steam Trap*

= 197,6709 kg/jam + 65,8903 kg/jam

= 263,5612 kg/jam

Perancangan dibuat over desain 20%. maka kebutuhan make up air untuk *steam.* adalah 316,2735 kg/jam

3. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik digunakan untuk air tempat tinggal area mess dan air untuk kebutuhan karyawan.

Kebutuhan air area mess

Jumlah mess	= 30 rumah
Penghuni mess	= 5 orang
Perkiraan kebutuhan air setiap orang	= 200 kg/hari
Kebutuhan air untuk mess	= 30.000 kg/hari
	= 1.250 kg/jam

Kebutuhan air karyawan

Menurut standar WHO. kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100-120 L/hari

Diambil kebutuhan setiap orang 100 L/hari

Jumlah karyawan	= 160 orang
Kebutuhan air semua karyawan	= 651,6698 kg/jam
Total kebutuhan air domestik	= (1.250 kg/jam + 651,6689 kg/jam)
	= 1.901,670 kg/jam

4. Kebutuhan *Service Water*

Kebutuhan air *service water* diperkirakan sekitar 500 kg/jam. Perkiraan kebutuhan air ini nantinya akan digunakan untuk layanan umum yang meliputi laboratorium. masjid. pemadam kebakaran. kantin. bengkel dan lain-lain.

5. Kebutuhan *Demin Water*

Kebutuhan air demin adalah kebutuhan untuk air proses. Kebutuhan air demin ini untuk proses *Mixer* dan *Washing Tank* . Total kebutuhan air demin yaitu sebesar 691 kg/jam.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa kebutuhan total air sebesar **129.276 kg/jam.**

4.5.2 Unit Penyediaan Steam

Pada perancangan pabrik Biodiesel ini dibutuhkan suatu peralatan guna menunjang kebutuhan steam. Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi. yaitu dengan menyediakan ketel uap (boiler) dengan spesifikasi:

Kapasitas : 1.317,8063 kg/jam

Jenis : Water Tube Boiler

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika. O_2. Ca. dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia kedalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5-11,5 karena pH yang terlaly tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*. umpan dimasukkan dahulu kedalam *economonizer*. yaitu alat penukar panas yang dimanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 145^{o}C. kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boiler*. api yang keluar dari alat pembakaran bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa

pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap. sehingga air didalam *boiler* menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar. baru kemudian dialirkan ke steam *header* untuk didistribusikan ke area area proses.

Perancangan Alat Pengolahan Air

Tabel 4. 36 *Screening (FU-01)*

		Screening (FU-01)		
Fungsi	:	Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar misalnya : daun. ranting. dan sampah-sampah lainnya.		
Bahan	:	*Alumunium*		
Spesifikasi	:	Diameter lubang	=	1 cm
		Panjang	=	10 ft
		Lebar	=	8 ft
Jumlah Air	:	144.946,3614 kg/jam		

Tabel 4. 37 *Reservoir/Sedimentasi (RU-01)*

Reservoir/Sedimentasi (RU-01)			
Fungsi	:	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai	
Bentuk	:	Bak persegi yang diperkuat beton bertulang	
Kapasitas Bak Pengendapan	:	969,9543 m^3	
Diambil Waktu Tinggal	:	6 jam	
Dimensi	:	Tinggi =	6.2359 m
		Panjang =	12,4717 m
		Lebar =	12,4717 m

Tabel 4. 38 *Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01)*

Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01)			
Fungsi	:	Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air	
Bentuk	:	Silinder Berpengaduk	
Zat Tambahan	:	$Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ dan Na_2CO_3	
Kapasitas Bak Pengendapan	:	153,4457 m^3	
Diambil Waktu Tinggal	:	1 jam	
Dimensi	:	Tinggi =	5,8036 m
		Diameter =	5,8036 m
Pengaduk	:	Jenis =	*Marine Propeller 3*
		Jumlah *Baffle* =	4 buah
		Lebar *Baffle* =	0,1935 m
		Diameter Pengaduk =	1,9345 m
		Jumlah Pengaduk =	1
		Daya Motor =	2 Hp

Tabel 4. 39 Tangki Larutan Alum *(TU-01)*

Tangki Larutan Alum (TU-01)				
Fungsi	:	Menyimpan bahan baku larutan Alum selama 14 hari		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Stainless Steel 304*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	0,9426 m
		Tinggi	=	1,8851 m
		Volume	=	1,3147 m^3

Tabel 4. 40 *Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-02)*

Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-02)			
Fungsi	:	Mengendapkan endapan yang berbentuk *flok* yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi	
Bentuk	:	Bak persegi yang diperkuat beton bertulang	
Kapasitas Bak Pengendapan	:	921,4683 m^3	
Diambil Waktu Tinggal	:	6 jam	
Dimensi	:	Tinggi =	6,1302 m
		Panjang =	12,2604 m
		Lebar =	12,2604 m

Tabel 4. 41 *Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-03)*

Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-03)			
Fungsi	:	Mengendapkan endapan yang berbentuk *flok* yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi	
Bentuk	:	Bak persegi yaf-0ng diperkuat beton bertulang	
Kapasitas Bak Pengendapan	:	875,3949 m^3	
Diambil Waktu Tinggal	:	6 jam	
Dimensi	:	Tinggi =	6,0263 m
		Panjang =	12,0525 m
		Lebar =	12,0525 m

Tabel 4. 42 *Sand Filter (F-01)*

		Sand Filter (F-01)		
Fungsi	:	Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai.		
Kecepatan penyaringan (V)	:	4 gpm/ft^2		
Material jenis Spheres	:	Ukuran	=	28 mesh
		Diameter	=	0,0394 in
Volume	:	16,2208 m^3		
Dimensi	:	Tinggi	=	1,5947 m
		Panjang	=	3,1893 m
		Lebar	=	3,1893 m

Tabel 4. 43 Bak Air Penampung Sementara (BU-04)

Bak Air Penampung Sementara (BU-04)			
Fungsi	:	Menampung sementara *raw water* setelah disaring di *sand filter*	
Bentuk	:	Bak persegi yang diperkuat beton bertulang	
Kapasitas Bak Pengendapan	:	131,5605 m^3	
Diambil Waktu Tinggal	:	1 jam	
Dimensi	:	Tinggi =	3,2040 m
		Panjang =	6,4079 m
		Lebar =	6,4079 m

Tabel 4. 44 Tangki Klorinasi (TU-02*)*

Tangki Klorinasi (TU-02)				
Fungsi	:	Mencampur Klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air		
Jenis	:	Tangki Silinder Berpengaduk		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Stainless Steel 304*		
Dimensi	:	Tinggi	=	1,4272 m
		Diameter	=	1,4272 m
		Volume	=	2,2820 m3
Pengaduk	:	Jenis =		*Six Pitch Blade Turbine*
		Jumlah *Baffle*	=	4 buah
		Lebar *Baffle*	=	0,019 m
		Diameter Pengaduk	=	0,101 m
		Jumlah Pengaduk	=	1 buah
		Daya Motor	=	0,05 Hp

Tabel 4. 45 Tangki Kaporit (TU-03)

Tangki Kaporit (TU-03)			
Fungsi	:	Menampung kebutuhan kaporit selama 30 hari	
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak	
Jumlah	:	1 buah	
Kondisi Operasi	:	Tekanan =	1 atm
		Suhu =	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Stainless Steel 304*	
Dimensi Alat	:	Diameter =	0,1857 m
		Tinggi =	0,1857 m
		Volume =	0,0050 m^3

Tabel 4. 46 Tangki Air Bersih (TU-04)

Tangki Air Bersih (TU-04)			
Fungsi	:	Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah Tangga	
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak	
Jumlah	:	1 buah	
Kondisi Operasi	:	Tekanan =	1 atm
		Suhu =	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Carbon Stell SA-283 Grade C*	
Dimensi Alat	:	Diameter =	4,1167 m
		Tinggi =	4,1167 m
		Volume =	54,7681 m^3

Tabel 4. 47 Tangki *Service Water (TU-05)*

Tangki *Service Water* (TU-05)				
Fungsi	:	Menampung air untuk keperluan layanan umum		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Carbon Stell SA-283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	2,6373 m
		Tinggi	=	2,6373 m
		Volume	=	14,4000 m^3

Tabel 4. 48 Tangki Air Bertekanan (TU-06)

Tangki Air Bertekanan (TU-06)				
Fungsi	:	Menampung air bertekanan untuk keperluan layanan Umum		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Carbon Stell SA-283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	2,6373 m
		Tinggi	=	2,6373 m
		Volume	=	14,4000 m^3

Tabel 4. 49 Bak air pendingin (BU-05)

Bak air pendingin (BU-05)			
Fungsi	:	Menampung kebutuhan air pendingin	
Jenis	:	Bak persegi panjang	
Jumlah	:	1 buah	
Kondisi Operasi	:	Tekanan =	1 atm
		Suhu =	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Carbon Stell SA-283 Grade C*	
Dimensi Alat	:	Tinggi =	3,1976 m
		Panjang =	6,3952 m
		Lebar =	6,3952 m
		Volume =	130,7753 m^3

Tabel 4. 50 *Cooling Tower (CT-01)*

Cooling Tower (CT-01)			
Fungsi	:	Mendinginkan air pendingin setelah digunakan	
Jenis	:	*Induced draft cooling tower*	
Jumlah air yang diolah	:	2.147.8860 kg/jam	
Kondisi Operasi	:	Tekanan =	1 atm
		Suhu =	30ºC
Dimensi Alat	:	Tinggi =	2,0615 m
		Panjang =	0,5809 m
		Lebar =	0,5809 m

Tabel 4. 51 *Mixed Bed (TU-07)*

Mixed Bed (TU-07)				
Fungsi	:	Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg serta anion seperti Cl. SO_4. dan NO_3		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	30ºC
		Waktu	=	11 jam
Bahan Konstruksi	:	*Carbon Stell SA-283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Tinggi	=	1,2192 m
		Diameter	=	0,2843 m
Tebal Mix Bed	=			3/16 in
Volume	=			0,0645 m^3

Tabel 4. 52 Tangki NaCl (TU-08)

Tangki H_2SO_4 (TU-08)				
Fungsi	:	Menampung atau menyimpan larutan NaCl yang digunakan untuk meregenerasi		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Stainless Steel 304*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	0,7115 m
		Tinggi	=	0,7115 m
		Volume	=	0,2827 m^3

Tabel 4. 53 Tangki Air Demin (TU-09)

Tangki Air Demin (TU-09)				
Fungsi	:	Menampung air untuk keperluan proses		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Carbon Stell SA-283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	3,0530 m
		Tinggi	=	3,0530 m
		Volume	=	22,3383 m^3

Tabel 4. 54 *Deaerator (De-01)*

Deaerator (De-01)				
Fungsi	:	Menghilangkan gas CO_2 dan O_2 yang terikat dalam *feed water* yang menyebabkan kerak pada reboiler.		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Carbon Stell SA-283 Grade C*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	1,0584 m
		Tinggi	=	1,0584 m
		Volume	=	0,9308 m^3

Tabel 4. 55 Tangki N_2H_4 (TU-10)

Tangki N_2H_4 (TU-10)				
Fungsi	:	Menyimpan larutan N_2H_4 selama 4 bulan		
Jenis	:	Tangki Silinder Tegak		
Jumlah	:	1 buah		
Kondisi Operasi	:	Tekanan	=	1 atm
		Suhu	=	30ºC
Bahan Konstruksi	:	*Stainless Steel 304*		
Dimensi Alat	:	Diameter	=	1,0969 m
		Tinggi	=	1,0969 m
		Volume	=	1,0361 m^3

Tabel 4. 56 *Pompa Utilitas*

Alat	Bahan*	Jumlah	Diameter	Total Head	Efisiensi Daya (%)		Daya (Hp)		Kapasitas
			(in)	(m)	Pompa	Motor	Pompa	Motor	(gpm)
PU-01	CS	1	10,020	6,778	85	85	4,8717	7,5	720,0477
PU-02	CS	1	10,020	7,718	83	85	5,3964	7,5	684,0453
PU-03	CS	1	7,981	9,197	81	86	6,2602	7,5	649,8431
PU-04	SS	1	0,215	1,865	10	80	0,0001	0,05	0,0054
PU-05	CS	1	7,981	9,489	86	87	6,0831	7,5	649,8431
PU-06	CS	1	7,981	8,888	83	85	5,7632	7,5	617,3509
PU-07	CS	1	7,981	3,932	83	83	2,3575	3	586,4834
PU-08	CS	1	7,891	5,557	83	83	3,1647	5	557,1592
PU-09	CS	1	7,891	5,424	83	83	3,0883	5	557,1592
PU-10	SS	1	0,269	1,241	10	80	8,53E-08	0,05	4,39E-05

Alat	Bahan*	Jumlah	Diameter	Total Head	Efisiensi Daya (%)		Daya (Hp)		Kapasitas (gpm)
			(in)	(m)	Pompa	Motor	Pompa	Motor	
PU-11	CS	1	1,049	5,897	10	80	0,3232	0,5	6,4597
PU-12	CS	1	1,049	5,897	10	80	0,3232	0,5	6,4597
PU-13	CS	1	0,824	3,619	10	80	0,0793	0,125	2,3859
PU-14	CS	1	0,824	3,619	10	80	0,0793	0,125	2,5839
PU-15	CS	1	1,380	2,708	10	80	0,2550	0,33	11,0998
PU-16	CS	1	1,380	2,708	10	80	0,2550	0,33	11,0998
PU-17	CS	1	0,269	0,696	10	80	0,0002	0,05	0,0141
PU-18	CS	1	1,049	2,168	10	80	0,0737	0,125	4,0083
PU-19	CS	1	1,049	2,168	10	80	0,0737	0,125	4,0083
PU-20	SS	1	0,269	1,064	20	80	1,31E-07	0,05	1,23E-04
PU-21	CS	1	1,049	2,168	10	80	0,0737	0,125	4,0083

Keterangan Jenis pompa : *Centrifgal pump* . CS: *Commercial Steel.* SS: *Stainless Steel*

4.5.3 Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik Biodiesel diperoleh dari PLN dan Generator diesel. Dimana generator diesel berfungsi sebagai tenaga cadangan apabila tenaga PLN mengalami gangguan. Berikut adalah spesifikasi Generator diesel:

Kapasitas : 237,3390 kW

Jumlah : 1 buah

Berikut adalah rincian kebutuhan listrik pada pabrik.yaitu:

Tabel 4. 57 Daya Listrik Secara Keseluruhan

No	Keperluan	Kebutuhan (kW/jam)
1	Kebutuhan Plant	
	a, Proses	15,5575
	b, Utilitas	46,7815
2	a, Listrik Ac	15
	b, Listrik Penerangan	100
3	Laboratorium dan Bengkel	50
4	Instrumentasi	10
	Total	**237,3390**

4.5.4 Unit Penyediaan Udara dan Instrument

Proses yang terjadi antara unit penyedia udara pada instrument pada umumnya untuk mengurangi berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrument udara. Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 56,0736 m^3/jam.

4.5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada boiler dan generator. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah solar dengan kapasitas pada generator sebesar 157,3207 kg/jam dan kapasitas pada boiler sebesar 947,412 kg/jam. Total bahan bakar solar yang dibutuhkan menjadi 1.104,7327 kg/jam

4.6 Unit Pengolahan Limbah

- Limbah cair :

Limbah cair yang dihasilkan berupa cairan yang mengandung Air dan Metanol. Untuk penanganannya menggunakan beberapa tahap :

1. Treatment Pertama:

Dengan menggunakan proses aerasi yang menggunakan aerator untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam limbah cair tersebut serta dengan menggunakan lumpur aktif. Lumpur akitif organik ini bertujuan untuk memperbanyak bakteri pengurai limbah organik karena banyak terdapat pada lumpur aktif tersebut. Proses aerasi ini dilakukan selama beberapa jam sampai didapatkan nilai BOD. COD dan DO yang memenuhi standart yang telah ditetapkan pemerintah.

2. Treatment Kedua :

Pengolahan ini dilakukan dengan menambahkan desinfektan berupa gas Cl_2 pada limbah cair tersebut untuk membunuh mikroorganisme pathogen yang dapat menyebabkan penyakit. Pada tiap treatment perlu dilakukan

pengawasan secara ketat untuk dianalisa di laboratorium terutama pada treatment pertama dan kedua agar nantinya limbah cair yang dibuang ke sungai tidak akan mengganggu lingkungan di sekitar pabrik.

4.7. Organisasi Perusahaan

Salah satu hal penting dalam suatu perusahaan adalah adanya organisasi perusahaan karena menyangkut dengan efektifitas dalam peningkatan kemampuan perusahaan dalam memproduksi dan mendistribusikan produk yang dihasilkan. Setiap organisasi perusahaan didirikan dengan tujuan untuk mempersatukan arah dan kepentingan semua unsur yang berkaitan dengan kepentingan perusahaan. Dalam upaya peningkatan efektifitas dan kinerja perusahaan maka pengaturan atau manajemen harus menjadi hal yang mutlak. Tanpa manajemen yang efektif dan efisien tidak akan ada usaha yang berhasil cukup lama. Dengan adanya manajemen yang teratur baik dari kinerja sumber daya manusia maupun terhadap fasilitas yang ada secara otomatis organisasi akan berkembang (Madura. 2000)

Keberhasilan suatu perusahaan dalam mencapai tujuan sangat bergantung pada pengelolaan (*management)* organisasi yang meliputi perencanaan. pelaksanaan dan pengendalian. pembagian wewenang serta tanggung jawab.

4.7.1 Bentuk Badan Hukum Perusahaan

Dalam mendirikan suatu perusahan agar tercapai tujuan secara terus – menerus dan bertahan lama. maka harus dipilih bentuk

perusahaan apa yang harus didirikan agar tujuan itu tercapai. Bentuk – bentuk badan usaha yang ada dalam praktek di Indonesia. antara lain adalah :

a. Perusahaan Perorangan
b. Persekutuan dengan Firma
c. Persekutuan Komanditer
d. Perseroan Terbatas
e. Koperasi
f. Perusahaan Negara
g. Perusahaan Daerah (Sutarto. 2002)

Bentuk perusahaan yang akan di rencanakan dalam pra rancangan Pabrik Biodiesel 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 oleh perusahaan atau PT 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-tiap saham. Alasan didirikannya pabrik ini dalam bentuk Perseroan Terbatas di pengaruhi oleh beberapa factor pendukung antara lain :

1. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak dipengaruhi oleh berhetinya salah seorang pemegang saham. direktur atau karyawan.
2. Modal lebih mudah didapatkan selain dari bank juga diperoleh dari penjualan saham.
3. Tanggung jawab pemegang saham terbatas. karena segala sesuatu mengenai perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan.
4. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur perusahaan yang ditinjau dari berbagai pengalaman. sikap dan caranya mengatur waktu.

Perseroan Terbatas (PT) mempunyai ciri-ciri yaitu :

1. Perusahaan yang dibentuk dalam Perseroan Terbatas didirikan dengan akta notaris.
2. Pemilik pemegang saham disebut dengan pemilik perusahaan.
3. Direksi adalah pemimpin dari suatu perusahaan. Direksi biasanya dipilih oleh para pemegang saham

4.7.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penunjang kemajuan suatu perusahaan. Struktur organisasi perusahaan diperlukan untuk mencapai efisiensi perusahaan yang tinggi. kelancaran aktivitas

perusahaan dalam memperoleh keuntungan yang maksimal. memliki kemampuan produksi secara kontinyu (berkesinambungan). dan perusahan tetap dapat berkembang. Semakin baik struktur organisasi perusahaan yang diterapkan maka semakin baik untuk pencapaian yang diinginkan. begitu juga sebaliknya.

Struktur organisasi yang digunakan pada perusahaan adalah sistem organisasi garis/*line organization* yang di dalamnya terdapat garis wewenang yang menghubungkan langsung secara vertikal antara atasan dan bawahan. Keuntungan menggunakan struktus organisasi ini adalah:

a. Struktur organisasi jelas dan sederhana;
b. Dapat digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus dan secara masal.
c. Koordinasi mudah dilaksanakan;
d. Pembagian tugas jelas (tugas pokok dan tugas penunjang);
e. Disiplin kerja lebih baik karena terdapat satu kesatuan pimpinan dan perintah Tiap kepala bagian secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan agar tujuan tercapai;
f. Lebih mudah dipahami (wewenang dan tanggung jawab) sehingga tidak terjadi kekeliruan perintah dan tanggung jawab kepada karyawan;
g. Saling mengenal sehingga timbul rasa solidaritas yang tinggi.

Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam

sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

a. Pemegang saham

b. Direktur Utama

c. Direktur

d. Staff Ahli

e. Kepala Bagian

f. Kepala Seksi

g. Karyawan dan Operator

Masing- masing jenjang kepemimpinan diatas memiliki tanggung jawab. tugas dan wewenang yang berbeda. Tanggung jawab. tugas serta wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan yaitu dewan komisaris. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada rapat umum pemegang saham.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman. antara lain:

1. Perumusan ujuan perusahaan dengan jelas
2. Pendelegasian wewenang.
3. Pembagian tugas kerja yang jelas.
4. Kesatuan perintah dan tanggungjawab.
5. Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
6. Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Berdasarkan pedoman azas-azas diatas. maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik. yaitu : sistem *line* dan staf. Pada sistem ini. garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional. sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang- orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini. yaitu:

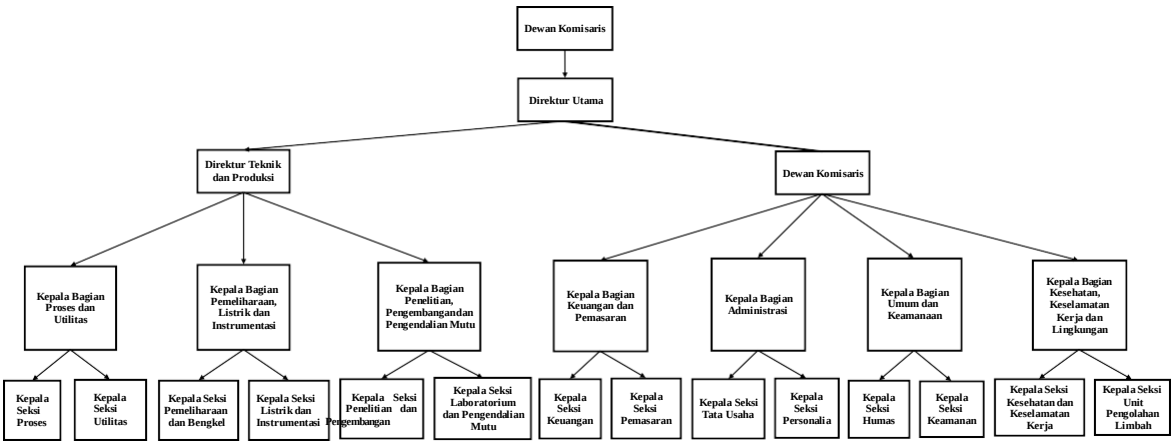
1. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang - orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya. dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan. dalam pelaksanaan tugas sehari - harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris. sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi. Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi

membawahi bidang produksi. pengendalian. utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi. Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran. administrasi. keuangan dan umum. serta penelitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab.

Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala 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 masing-masing kepala regu. dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing masing seksi. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas. demi tercapainya tujuan perusahaan. Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menjelaskan mengenai pembatasan tugas.tanggungjawab dan wewenang.
2. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
3. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
4. Penyusunan program pengembangan manajemen.



Gambar 4.7 Struktur organisasi perusahaan

4.7.3. Tugas dan Wewenang

4.7.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan pemilik perusahaan yang terdiri dari beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan.Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas terletak pada rapat umum pemegang saham.Berikut adalah tujuan dari rapat umum pemegang saham :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan

4.7.3.2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris bertugas untuk melaksanakan perintah dari para pemilik saham. sehingga dewan komisaris akan bertaggung jawab terhadap pemilik saham. Berikut adalah tugas dari dewan komisaris :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaakan umum. target laba perusahaan. alokasi sumber – sumber dana. dan pengarahan target pemasaran.
2. Mengawasi kinerja dari direktur

4.7.3.3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan.Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik. serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur utama membawahi :

a. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas dari Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi. teknik. pengembangan. pemeliharaan peralatan. pengadaan. dan

laboratorium.

b. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas dari Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi. personalia. keuangan. pemasaran. humas. keamanan. dan keselamatan kerja.

c. 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 keahliannya masing-masing. Tugas dan wewenang staf ahli meliputi:

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

d. Kepala Bagian

Tugas kepala bagian adalah mengkoordinir. mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff

direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. diantaranya:

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas bertugas mengkoordinasikan kegiatan pabrik Di bagian proses dan penyediaan bahan baku dan utilitas.
2. Kepala Bagian Pemeliharaan. Listrik dan Instrumen yang bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.
3. Kepala Bagian Penelitian. Pengembangan dan Pengendalian Mutu memliki tugas mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian. pengawasan mutu dan pengembangan perusahaan.
4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran bertugas mengkoordinasikan kegiatan pemasaran. pengadaan barang. serta pembukuan keuangan.
5. Kepala Bagian Administrasi dan Humas bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha. personalia dan rumah tangga perusahaan serta kegiatan yang berhubungan antar perusahaan dan masyarakat.
6. Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan serta keselamatan kerja karyawan.

e. Kepala Seksi

Berdasarkan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian. pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya akan dilaksanakan oleh Kepala seksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap bagian masing-masing sesuai dengan seksinya. antara lain :

1. Kepala Seksi Proses bertugas memimpin langsung dan memantau kelancaran proses produksi.
2. Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk. bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku. menjaga kemurnian bahan baku. serta megontrol produk yang dihasilkan.
3. Kepala Seksi Utilitas bertanggung jawab terhadap penyediaan air. steam. bahan bakar. dan udara tekan untuk proses maupun instrumentasi.
4. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel bertanggung jawab atas kegiatan perawatan. penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.
5. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan bertugas mengkoordinasi kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.
6. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu yang menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku.

bahan pembantu. produk dan limbah.

7. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi yang bertanggung jawab dalam penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.
8. Kepala Seksi Keuangan bertanggung jawab atas pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.
9. Kepala Seksi Pemasaran yang mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik. menetapkan dan menentukan daerah penyebaran dan penyaluran barang-barang produksi
10. Kepala Seksi Tata Usaha bertugas mengurus kebijakan teknis dibidang umum dan kepegawaian. perencanaan dan pelaporan. perlengkapan dan asset. serta keuangan di perusahaan.
11. Kepala Seksi Personalia. bertugas mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.
12. Kepala Seksi Humas bertanggung jawab atas penyelenggaraan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan. pemerintah. dan masyarakat.
13. Kepala Seksi K3. bertugas mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga. serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

14. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah bertanggung jawab mengenai kebijakan teknis dibidang pengolahan limbah di perusahaan.

4.7.4. Sistem Kerja

Pabrik biodiesel dari minyak jelantah ini direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dengan waktu 24 jam dalam sehari. Hari kerja unit produksi adalah hari Senin sampai hari Minggu. Sisa hari yang bukan hari libur akan digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shut down*. Penggunaan hari ini bertujuan untuk menjaga kelancaran proses produksi sereta mekanisme administrasi dan pemasaran. maka waktu kerja karyawan diatur dengan sistem *shift* dan *non-shift*.

a. Sistem *Shift*

Berlakunya jadwal kerja *shift* kepada karyawan pada bagian unit produksi dan dilakukan secara bergilir. Pembagian kerja dibagi dalam 4 grup. dimana masing-masing grup akan bekerja sesuai dengan waktu antar *shift* dalam satu minggu. Pengaturan jadwal kerja shift dapat dilihat pada Tabel 4.58 berikut:

Tabel 4. 58 Jadwal kerja *shift*

Shift	Jam Kerja
I	07.00 – 15.00
II	15.00 – 23.00
III	23.00-07.00

Sedangkan pengaturan tentang jadwal kerja grup dapat dilihat pada Tabel 4.59 berikut:

Tabel 4. 59 Pengaturan Jadwal Kerja Grup

REGU	HARI														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	III	III	III		I	I	I		II	II	II		III	III	III
B		I	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I
C	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I		II
D	II	II		III	III	III		I	I	I		II	II	II	
REGU	HARI														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	III	III	III		I	I	I		II	II	II		III	III	III
B		I	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I
C	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I		II
D	II	II		III	III	III		I	I	I		II	II	II	

Keterangan :

A = Grup kerja I C = Group kerja III

B = Group kerja I D = Group kerja IV

= Hari libur

- Sistem shift unit keamanan

Unit keamanan dibagi dalam tiga kelompok. pembagian kerja pada unit keamanan dapat dilihat pada Tabel 4.60 berikut:

Tabel 4.60 Pembagian Waktu Kerja *Shift* Unit Keamanan

Shift	Jam Kerja
I	07.00 – 15.00
II	15.00 – 23.00
III	23.00 -07.00

b. Sistem *Non-Shift*

Sistem *non-shift* berlaku bagi semua karyawan yang tidak terlibat langsung dalam kegiatan produksi dan pengamanan

pabrik. Hari kerja tersebut adalah hari Senin sampai Jum'at. dengan pengaturan kerja dapat dilihat pada Tabel 4.61 berikut:

Tabel 4. 61 Pembagian Waktu Kerja untuk *Non-Shift*

Hari	Jam Kerja	Istirahat
Senin – Kamis	07.00 – 16.00	12.00 - 13.00
Jum'at	07.00-16.00	11.00-13.00

- **Perincian Jumlah Tenaga Kerja**

Dalam suatu pengelolaan sumber daya manusia (SDM). hal yang perlu dilakukan yaitu melakukan analisa jabatan (*job analysis)* untuk menduduki jabatan dalam suatu organisasi perusahaan. Tahap selanjutnya menyusun rincian/deskripsi jabatan (*job description)* agar seluruh kegiatan perusahaan tercakup dalam deskripsi jabatan. tidak boleh terdapat jabatan yang tumapang tindih maupun yang tidak diikut sartakan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui berapa banyak jumlah tenaga kerja yang terdapat dalam pabrik tersebut. serta mempermudah pengecekan terhadap tenaga kerja karena jumlahnya yang pasti (sudah terhitung) sebelumnya.

Untuk besar gaji ditentukan berdasarkan atas kedudukan dalam organisasi dan keahliannya. Tenaga kerja diperlukan spesifikasi jabatan yang menyangkut jenjang pendidikan. kemampuan kerja (*skill).* jenis kelamin. dan lain-lain untuk memperoleh *the right man on the right places*. Tenaga kerja dalam pabrik biodiesel ini disusun berdasarkan tingkat kedudukan (jabatan) dan jenjang pendidikan seperti dapat dilihat pada Tabel 4.62 sebagai berikut:

Tabel 4.62 Penggolongan Jabatan

Jabatan	Pendidikan
Direktur Utama	S-2
Direktur	S-2
Kepala bagian	S-1
Kepala Seksi	S-1
Staff Ahli	S-1
Sekretaris	S-1
Dokter	S-1
Perawat	D-3/D-4/S-1
Karyawan	D-3/S-1
Operator	SLTA
Lain-lain	SLTA

Tabel 4.63 Jumlah Karyawan pada masing-masing bagian

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur	2
3	Kepala Bagian	7
4	Kepala Seksi	15
5	Pegawai	84
6	Sekretaris	5
7	Operator	36
8	Security	8
9	Dokter	2
	Total	160

- **Sistem Gaji**

  Sistem pembagian gaji pada perusahaan disesuaikan dengan golongan tenaga kerja tergantung kepada kependudukkannya dalam struktur organisasi dan lamanya bekerja di perusahaan. Gaji yang diterima karyawan terdiri dari:

  - Gaji pokok

- Tunjangan jabatan
- Tunjanagan kehadiran (transportasi) bagi staff *non-shift*
- Tunjangan kesehatan dengan penyediaan dokter perusahaan dan rumah sakit yang telah ditunjuk oleh perusahaan bagi seluruh karyawan sesuai jabatannya.

Karena berbagai golongan karyawan yang berbeda-beda. maka sistem pembagiaan gaji dibagi menjadi 3. yaitu:

1) Gaji bulanan

   Diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan.

2) Gaji harian.

   Diberikan pada pekerja harian seperti buruh langsung atau pekerja yang dibutuhkan sewaktu-waktu saja

3) Gaji Lembur

   Gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok. Berikut adalah perincian gaji sesuai dengan jabatan.

Berdasarkan jabatan. gaji ketenagakerjaan dalam pabrik biodiesel ini dapat dilihat pada Tabel 4.64 berikut:

Tabel 4.64 Penggolongan Gaji Berdasarkan Jabatan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)
1	Direktur Utama	1	Rp 35.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 25.000.000
3	Direktur administrasi. Keuangan dan Umum	1	Rp 25.000.000
4	Staff Ahli	2	Rp 18.000.000
5	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 18.000.000
6	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 18.000.000
7	Ka. Bag. Penelitian dan laboratorium	1	Rp 18.000.000
8	Ka. Bag. K3 dan lingkungan	1	Rp 18.000.000
9	Ka. Bag. Keuangan dan pemasaran	1	Rp 18.000.000
10	Ka. Bag. Administrasi dan SDM	1	Rp 18.000.000
11	Ka. Bag. Umum dan keamanan	1	Rp 18.000.000
12	Ka. Sek. Produksi	1	Rp 15.000.000
13	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1	Rp 15.000.000
14	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 15.000.000
15	Ka. Sek. Pemeliharaan peralatan &maintenance	1	Rp 15.000.000
16	Ka. Sek. Bengkel	1	Rp 15.000.000
17	Ka. Sek. Penelitian dan pengembangan	1	Rp 15.000.000
18	Ka. Sek. Laboratorium dan pengendalian mutu	1	Rp 15.000.000
19	Ka. Sek. K3	1	Rp 15.000.000
20	Ka. Sek. Pengolahan Limbah	1	Rp 15.000.000
21	Ka. Sek. Keuangan	1	Rp 15.000.000
22	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 15.000.000
23	Ka. Sek. Tata Usaha	1	Rp 15.000.000
24	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 15.000.000
25	Ka.Sek. Keamanan	1	Rp 15.000.000
26	Ka. Sek. Humas	1	Rp 15.000.000
27	Operator Proses	24	Rp 6.000.000
28	Operator Utilitas	12	Rp 6.000.000
29	Karyawan Produksi	2	Rp 7.000.000
30	Karyawan bahan baku dan produk	2	Rp 7.000.000
31	Karyawan utilitas	10	Rp 7.000.000
32	Karyawan pemeliharaan peralatan&maintenance	2	Rp 7.000.000

33	Karyawan bengkel	5	Rp	7.000.000
34	Karyawan litbang	3	Rp	7.000.000
35	Karyawan lab dan pengendalian mutu	6	Rp	7.000.000
36	Karyawan K3	6	Rp	7.000.000
37	Karyawan limbah	3	Rp	7.000.000
38	Karyawan keuangan	3	Rp	7.000.000
39	Karyawan pemasaran	4	Rp	7.000.000
40	Karyawan Tata usaha	6	Rp	7.000.000
41	Karyawan personalia	6	Rp	7.000.000
42	Karyawan keamanan	8	Rp	7.000.000
43	Karyawan humas	4	Rp	7.000.000
44	Sekretaris	5	Rp	7.000.000
45	Dokter	2	Rp	10.000.000
46	Perawat	4	Rp	5.000.000
47	Supir	8	Rp	4.500.000
48	Cleaning Service	8	Rp	3.900.000
	Total	**160**	**Rp**	**1.320.200.000**

- **Kesejahteraan Sosial Karyawan**

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa:

1. Tunjangan
   a. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
   b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
   c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.
2. Cuti
   a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari

kerja dalam satu (1) tahun.

b. Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3. Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

4. Pengobatan

a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang - undang yang berlaku.

b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5. Badan Penyelenggaraan Jaminan Sosial Tenaga Kerja (BPJSTK)

BPJSTK diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang dengan gaji karyawan Rp 1.000.000.00 per bulan. Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik antara lain:

1) Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.
2) Kantin. untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.
3) Sarana peribadatan seperti masjid.
4) Pakaian seragam kerja dan peralatan - peralatan keamanan

seperti safety helmet. safety shoes dan kacamata. serta tersedia pula alat - alat keamanan lain seperti masker. ear plug. sarung tangan tahan api.

5) Fasilitas kesehatan seperti tersedianya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga medis dan paramedis.

4.7.5. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan. K3 merupakan sistem yang mengatur agar proses dan pelaku proses dapat berjalan dengan aman. dan dapat mengurangi resiko kecelakaan yang dapat terjadi di wilayah operasional pabrik. Keselamatan kerja ini meliputi mesin. alat kerja. bahan yang digunakan dalam proses produksi. pengolahan tempat kerja dan lingkungan yang menyangkut segenap proses produksi atau distribusi dari barang dan jasa.

K3 bertujuan untuk mencegah dan meminimalisir kerugian yang diakibatkan kebakaran. kerusakan lingkungan serta bahaya lainnya. Sedangkan yang dimaksud kecelakaan (cedera/cacat. mati) yang menimpa karyawan yang berkaitan dengan pekerjaannya. mulai dari rumah sampai ke tempat kerja. begitu juga sebaliknya dan termasuk penyakit diakibatkan oleh pekerjaan yang dilakukan.

Penanganan jika terjadi kecelakaan merupakan tanggung jawab moral bagi perusahaan untuk memelihara kesejahteraan seluruh karyawan dan lingkungan di sekitar lokasi pabrik serta kelestarian

lingkungan.

Dalam keselamatan kerja. yang diutamakan yakni tindakan pencegahan daripada tindakan penanggulangan. terlebih terhadap pekerja yang mengandung resiko dengan tingkat kecelakaan yang tinggi. Perhatian terhadap keselamatan kerja akan sangat membantu kelancaran usaha dan menghindari kerugian yang mungkin timbul. Perlindungan tenaga kerja meliputi aspek-aspek yang luas. yaitu perlindungan keselamatan. kesehatan. pemeliharaan moral kerja serta pelakuan yang sesuai dengan martabat manusia.

- Landasan Keselamatan Kerja

  Landasan keselamatan kerja diantaranya:

  1. Idil : Pancasila
  2. Struktural : Undang-Undang Dasar1945 Pasal 27 ayat 2 "Tiap-tiap warga negara berhak atas pekerjaan dan penghidupan yang layak bagi kemanusiaan."
  3. Operasional :
     - Ketetapan MPR
     - Undang-Undang/Peraturan Ketenagakerjaan
     - Peraturan Menteri Tenaga Kerja

  Undang-Undang tentang ketentuan pokok mengenaitenaga kerja adalah UU No.14 tahun 1969. Beberapa pasal penting yang tercantum didalamnya yaitu:

  1. Pasal 3 : Tiap tenaga kerja berhak atas pekerjaan dan

penghasilan yang layak bagi keanusiaan.

2. Pasal 8 : Tiap tenaga kerja berhak mendapat perlindungan atas keselamatan. kesehatan. kesusilaan. moral kerja serta perlakuan yang sesuai dengan martabat manusia.
3. Pasal 10 : Pemerintahan membina perlindungan kerja yang mencakup :
    - Norma-norma keselamatan kerja (UU No.1 tahun 1979)
    - Norma-norma kesehatan dari *hygiene* perusahaan (UU No. 12 tahun 1948)
    - Norma-norma kerja (KUH Perdata. BK.III Bab 71. dll)
    - Pemberian ganti rugi. perawatan. dan rehabilitasi dalam hal kecelakaan kerja (UU No.33 tahun 1947)

UU yang menyangkut tujuan keselamatan kerja adalah UU No.1 tahun 1970 yang berisi tentang:

- Melindungi tenaga kerja atas hak keselamatannya dalam melakukan pekerjaan demi kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktivitas nasional.
- Memelihara sumber produksi dan menggunakannya secara aman dan efisien.
- Menjamin keselamatan setiap orang yang berada di tempat kerja.

Dengan adanya peraturan perundang-undangan yang ditetapkan. syarat-syarat keselamatan kerja yaitu untuk:

- Mencegah dan mengurangi kecelakaan kerja;
- Mencegah. mengurangi dan memadamkan kebakaran;
- Mencegah dan mengurangi bahaya peledakan;
- Memberi kesempatan atau jalan untuk menyelamatkan diri pada waktu kebakaran atau kejadian lain yang berbahaya;
- Memberi pertolongan pada saat terjadinya kecelakaan kerja;
- Memberi alat-alat perlindungan diri kepada para pekerja;
- Mencegah dan mengendalikan timbulnya atau menyebar luasnya suhu. kelembaban. debu. kotoran. asap. uap. gas. hembusan angin. cuaca. sinar radiasi. suara. dan getaran;
- Mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit akibat pekerjaan baik pekerjaan fisik maupun psikis. keracunan. infeksi dan penularan;
- Memperoleh penerangan yang cukup sesuai;
- Memelihara suhu dan kelembaban udara yang baik;
- Memeberi penyegaran udara yang cukup;
- Memelihara kebersihan. kesehatan dan ketertiban;
- Memperoleh keserasian antara tenaga kerja. alat kerja. lingkungan. cara dan proses kerjanya;
- Mengamankan dan memperlancar pekerjaan bongkar muat.

perlakuan dan penyimpanan barang;

- Mencegah terkena aliran listrik yang berbahaya;
- Menyesuaikan dan menyempurnakan pengamanan pada pekerjaan yang bahaya kecelakaannya menjadi bertambah tinggi;
- Tenaga kerja harus memperoleh perlindungan dari berbagai hal disekitarnya yang dapat menimpa dan mengganggu dirinya dalam melaksanakan kerjanya.

Kewajiban dan hak tenaga kerja meliputi:

- Memberikan keterangan apabila diminta oleh pengawas atau ahli K3;
- Memakai alat-alat perlindungan diri;
- Menyatakan keberatan terhadap pekerjaan yang dilakukan apabila syarat-syarat K3 pada alat perlindungan diri yang diberikan tidak menjamin keselamatan kerja;
- Keberhasilan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) didasarkan pada kebijaksanaan pengelolaan K3 yang diambil oleh pemimpin peusahaan yang diantaranya adalah sebagai berikut:
    - Kepemimpinan yang tegas
    - Organisasi K3 di dalam struktur organisasi perusahaan
    - Sarana dan prasarana yang memadai

- Integrasi K3 pada semua fungsi perusahaan
- Dukungan semua karyawan dalam melaksanakan K3

Sarana pencapaian pengelolaan K3 yaitu meminimalkan kecelakaan yang disertai dengan adanya peningkatan produktivitas yang tinggi sehingga tujuan perusahaan dapat dicapai secara optimal.

- Bahan Berbahaya dan Pencegahannya

Bahan-bahan berbahaya merupakan bahan yang selama pembuatan. pengolahan. pengangkutan. penyimapanan dan penggunaannya dapat mengeluarkan gas. debu. radiasi dan bentuk lainnya yang dapat menimbulkan iritasi. radiasi. kebutaan. ledak. korosi. kercunan. Bahan berbahaya dalam jumlah tertentu dapat menyebabkan kerusakan pada alat. Bahan atau alat berbahaya (*hazardous)* yang harus diperhatikan adalah:

1. Bahan yang bersifat mudah terbakar (*flammable*) dandapat meledak (*explosive*).
2. Bahan yang bersifat racun yang membahayakan kesehatan
3. Alat-alat mekanik yang dapat membahayakan keselamatan kerja.

Mengingat sebagian bahan baku yang dipergunakan dan produk yang dihasilkan bersifat racun. maka tindakan pengamanan yang harus dilakukan:

1. Pemasangan lambang atau *symbol* yang digunakan sebagai label peringatan terhadap setiap jenis bahan kimia yang digunakan;
2. Tempat penyimpanan dalam ruangan tertutup dan pengadaan ventilasi;
3. Menyediakan masker. perlindungan tubuh. sarung tangan. pelindung kepala (*helmet*). *safety boots.* dan perlindungan mata;
4. Penyediaan *training* sebelum mulai kerja serta membuat prosedur standar operasi yang harus dipatuhi oleh setiap operator;
5. Bila tercecer. gunakan kertas absorben untuk menyerapnya;
6. Kertas absorben dan pakaian yang terkontaminasi bahan-bahan beracun tersebut diisolasi dengan plastik kedap udara;
7. Permukaan (lantai. pakaian. dan lain-lain) yang terkontaminasi dicuci dengan ethanol 60-70%. kemudian dicui dengan air;
8. Bila terjadi kontak mata. bagi yang memakai lensa kontak. lensa tersebut harus dilepas. dan mata dibilas dengan air selama 20-30 menit . kemudian segera periksa ke dokter;
9. Bila terkena kulit. siram kulit yang terkena bahan beracun tersebut dengan air. lalu di cuci dengan sabun. Bila terjadi

iritasi segera periksa ke dokter.

Selain tindakan *preventif* untuk menghadapi bahaya bahan beracun tersebut di atas. para operator pabrik juga harus dilengkapi dengan perlindungan telinga (*earplug*). untuk melindungi telinga dari suara bising dari peralatan pabrik.

Untuk menghindari adanya kebakaran akibat arus listrik. perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Untuk mencegah terjadinya kebakaran. maka disediakan beberapa peralatan pemadam kebakaran seperti *fire box* & *fire hydrant* dalam ruangan. serta unit pemadam kebakaran;
2. Menggunakan alat penangkal petir untuk peralatan tinggi;
3. Menggunakan isolasi pada jaringan listrik;
4. Pengawasan terhadap kabel terpasang;
5. Pemasangan instalasi listrik tidak menghalangi kerja.

Untuk menghindari bahaya yang ditimbulkan oleh alat produksi. beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Pemakaian alat proses yang melebihi kapasitas;
2. Memperkerjakan operator-operator terlatih;
3. Mengadakan pemeriksaan dan perawatan alat produksi secara berkala;
4. Membuat sistem pengendalian kontrol secara manual dan otomatis pada setiap unit. sehingga memudahkan pengendalian apabila terjadi bahaya.

- Bahaya yang ditimbulkan manusia

Dari berbagai penelitian kecelakaan yang terjadi. faktor manusia sebagai penyebab terjadinya kecelakaan sangat besar. Hal tersebut diakibatkan oleh kelalaian manusia dalam mematuhi peraturan keselamatan kerja. seperti:

1. Kegiatan yang menyimpang dari peraturan;
2. Tidak memanfaatkan alat keselamatan kerja:
3. Penggunaan alat yang tidak tepat.

Untuk mengantisipasi hal-hal di atas. hendaknya manajemen pabrik melakukan tindakan sebagai berikut:

1. Mengadakan training atau pelatihan mengenai sifat dan bahaya yang terdapat dalam pabrik:
2. Menggunakan alat pelindung dalam lokasi pabrik;
3. Memasang label atau simbol bahaya untuk memudahkan pengenalan bahaya dari bahan kimia.

- Bahaya yang ditimbulkan oleh alam

Bahaya yang ditimbulkan oleh alam antara lain: banjir. gempa. angin ribut. atau petir. Untuk mencegah terjadinya bahaya yang disebabkan oleh alam. beberapa hal yang perlu dilakukan:

1. Mendirikan pabrik dengan pondasi yang kuat;
2. Memasang penangkal petir pada bangunan dan alat proses yang tinggi:
3. Memasang alarm pemberitahuan yang bekerja secara

otomatis apabila terjadi bencana alam;

4. Mendirikan pabrik pada lokasi yang minim dari bahaya seperti banjir dan gempa bumi dan menyediakan daerah aman dalam lokasi pabrik.

4.7.6. Pengaturan Lingkungan Pabrik

Penataan lingkungan pabrik juga berpengaruh terhadap keselamatan kerja. sehingga perlu adanya perhatian khusus. Dalam pengaturan lingkungan pabrik terdapat lingkungan fisik dan lingkungan kerja.

1. Lingkungan Fisik

   Meliputi mesin perlatan kerja dan bahan baku produksi:

   a. Pengaturan letak mesin dan alat yang sedemikian rupa sehingga pekerja dapat melakukan pekerjaan dengan leluasa dan aman;
   b. Perencanaan mesin dan peralatan pabrik dengan memperhatikan faktor keamanan;
   c. Mutu bahan dan peralatan yang digunakan terjamin kualitasnya.

2. Lingkungan Kerja

   a. Penempatan mesin yang teratur sehingga jarak antar mesin cukup lebar
   b. Halaman pabrik yang bersih;
   c. Penerangan yang cukup pada lingkungan pabrik;

d. Penempatan bahan atau sampah tak terpakai pada tempatnya;

e. Pemasangan sistem alarm dan tanda bahaya seperti *fire detector* dan instrumennya;

Lingkungan pabrik yang dilengkapi dengan ventilasi udara yang cukup dan diberi kipas penghisap (*exhaust*) untuk menjaga sirkulasi udara.

4.8. Evaluasi Ekonomi

Dalam merancang suatu pabrik. nilai ekonomi adalah hal penting harus di perhatikan sehingga bisa di peroleh perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi. dengan meninjau kebutuhan modal investasi. besarnya laba yang diperoleh. lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam penentuan kelayakan dari suatu rancangan pabrik kimia. diperlukan estimasi profitabilitas. Estimasi profitabilitas meliputi beberapa faktor yang ditinjau yaitu:

1. *Return On Investment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*
4. *Break Even Point (BEP)*
5. *Shut Down Point (SDP)*

Ada beberapa parameter sebelum dilakukan estimasi profitabilitas khususnya dari suatu rancangan pabrik kimia. Parameter tersebut meliputi penentuan modal industri (*Capital Investment*) dan pendapatan modal. Penentuan modal ini terdiri dari:

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*) Meliputi :
   a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
   b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*) Meliputi :
   a. Biaya pembuatan *(Manufacturing Cost*)
   b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas. maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.8.1. Harga Alat

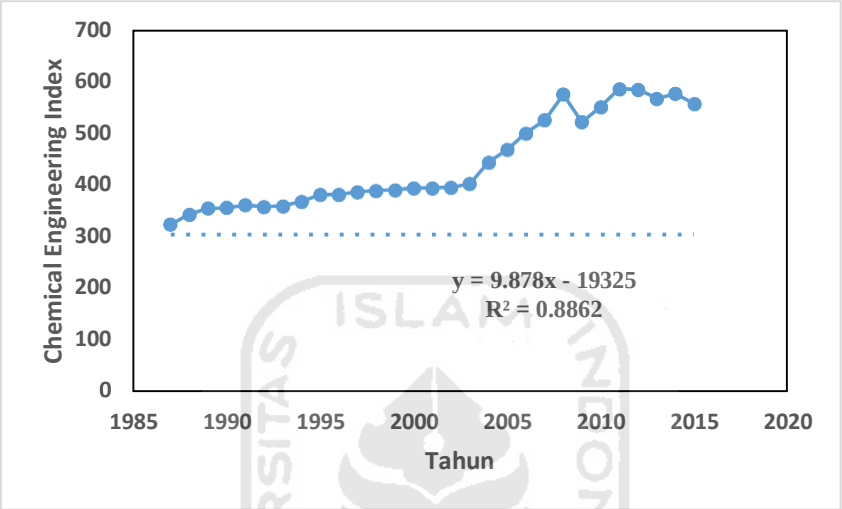
Harga dari suatu alat industry akan mengalami perubahan seiring dengan perkembangan ekonomi. Untuk mengetahui harga alat pada tahun tertentu diperlukan perhitungan konversi harga alat sekarang terhadap harga alat beberapa tahun lalu. Berdasarkan Sumber: Chemical Engineering Progress tahun 2014. Indeks harga tersebut bisa dilihat pada Tabel 4.65 berikut:

Tabel 4. 65 Harga Indeks

Tahun (Xi)	Indeks (Yi)
1987	324
1988	343
1989	355
1990	356
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	395.6
2003	402.0
2004	444.2
2005	468.2
2006	499.6
2007	525.4
2008	575.4
2009	521.9
2010	550.8
2011	585.7
2012	584.6
2013	567.3
2014	576.1
2015	556,8

Berdasarkan data di atas maka persamaan regresi linear yang diperoleh adalah y = 9.878 x – 19325. Pabrik biodiesel dari minyak

jelantah kapasitas 16.000 ton/tahun akan dibangun pada tahun 2025. maka dari persamaan regeresi linear diperoleh indeks sebesar 677.950. Grafik hasil *plotting* data dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut:



Gambar 4. 6 Grafik Harga Indeks

Harga alat diperoleh dari situs (www.matche.com) dan referensi Peters dan Timmerhaus. pada tahun 1990 dan Aries & Newton. pada tahun 1955. Perhitungan alat pada tahun pabrik dibangun diperoleh dengan rumus berikut:

$$Ex = Ey\frac{Nx}{Ny}$$ (Aries & Newton. 1995)

Keterangan :

Ex : Harga pembelian alat pada tahun 2025

Ey : Harga pembelian alat pada tahun referensi (2014)

Nx : Indeks harga pada tahun 2025

Ny : Indeks harga pada tahun referensi (2014)

Perhitungan harga alat dengan menggunakan rumus tersebut yaitu:

1. Harga peralatan proses

Tabel 4. 664 Harga alat-alat proses pada tahun 2025

Nama Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX	Total Harga ($)
		2014	2025	2014	2025	
Tangki Methanol	1	576.10	677.95	$ 48.700	$ 57.310	$ 57.310
Tangki H2SO4	1	576.10	677.95	$ 5.000	$ 5.884	$ 5.884
Tangki Minyak Jelantah	1	576.10	677.95	$ 165.500	$ 194.759	$ 194.759
Tangki Biodiesel	1	576.10	677.95	$ 172.100	$ 202.526	$ 202.526
Tangki Gliserol	1	576.10	677.95	$ 40.300	$ 47.425	$ 47.425
Silo KOH	1	576.10	677.95	$ 10.274	$ 12.090	$ 12.090
Decanter	1	576.10	677.95	$ 18.700	$ 22.006	$ 22.006
Mixer H2SO4	1	576.10	677.95	$ 23.600	$ 27.772	$ 27.772
Mixer KOH	1	576.10	677.95	$ 21.800	$ 25.654	$ 25.654
Evaporator 1	1	576.10	677.95	$ 57.800	$ 68.019	$ 68.019
Evaporator 2	1	576.10	677.95	$ 51.400	$ 60.487	$ 60.487
Menara Distilasi	1	576.10	677.95	$ 48.657	$ 57.259	$ 57.259
Reaktor Esterifikasi 1	1	576.10	677.95	$ 44.000	$ 51.779	$ 51.779
Reaktor Esterifikasi 2	1	576.10	677.95	$ 44.000	$ 51.779	$ 51.779
Reaktor Tranesterifikasi 1	1	576.10	677.95	$ 28.100	$ 33.068	$ 33.068
Reaktor Tranesterifikasi 2	1	576.10	677.95	$ 28.100	$ 33.068	$ 33.068
Netralizer 1	1	576.10	677.95	$ 22.000	$ 25.889	$ 25.889
Netralizer 2	1	576.10	677.95	$ 24.300	$ 28.596	$ 28.596
Washing Tank	1	576.10	677.95	$ 27.100	$ 31.891	$ 31.891
screw conveyor	1	576.10	677.95	$ 3.800	$ 4.472	$ 4.472
Heater 1	1	576.10	677.95	$ 700	$ 824	$ 824
Heater 2	1	576.10	677.95	$ 1.000	$ 1.177	$ 1.177
Heater 3	1	576.10	677.95	$ 1.000	$ 1.177	$ 1.177
Cooler 1	1	576.10	677.95	$ 1.100	$ 1.294	$ 1.294
Cooler 2	1	576.10	677.95	$ 1.900	$ 2.236	$ 2.236

Cooler 3	1	576.10	677.95	$ 800	$ 941	$ 941
Kondensor 1	1	576.10	677.95	$ 15.100	$ 17.770	$ 17.770
Kondensor 2	1	576.10	677.95	$ 13.200	$ 15.534	$ 15.534
Reboiler	1	576.10	677.95	$ 13.400	$ 15.769	$ 15.769
Accumulator	1	576.10	677.95	$ 5.900	$ 6.943	$ 6.943
Pompa 1	2	576.10	677.95	$ 2,700	$ 3,177	$ 6,355
Pompa 2	2	576.10	677.95	$ 1,000	$ 1,177	$ 2,354
Pompa 3	2	576.10	677.95	$ 1,400	$ 1,648	$ 3,295
Pompa 4	2	576.10	677.95	$ 4,200	$ 4,943	$ 9,885
Pompa 5	2	576.10	677.95	$ 4,200	$ 4,943	$ 9,885
Pompa 6	2	576.10	677.95	$ 1000	$ 1,177	$ 2,356
Pompa 7	2	576.10	677.95	$ 1,800	$ 2,118	$ 4,236
Pompa 8	2	576.10	677.95	$ 4,200	$ 4,943	$ 9,885
Pompa 9	2	576.10	677.95	$ 4,900	$ 5,766	$ 11,533
Pompa 10	2	576.10	677.95	$ 4,200	$ 4,943	$ 9,885
Pompa 11	2	576.10	677.95	$ 3,200	$ 3,766	$ 7,531
Pompa 12	2	576.10	677.95	$ 2,100	$ 2,471	$ 4,943
Pompa 13	2	576.10	677.95	$ 3,200	$ 3,766	$ 7,531
Pompa 14	2	576.10	677.95	$ 3,200	$ 3,766	$ 7,531
Total	61					$ **1.208.720**

2. Harga Alat Penunjang

Tabel 4.67 Harga alat-alat penunjang pada tahun 2025

Nama Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX	Harga Total ($)
		2014	2025	2014	2025	
Screening	1	576.10	677.95	$ 24.100	$ 28.361	$ 28.361
Resevoir	1	576.10	677.95	$ 1.714	$ 2.017	$ 2.017
Bak Koagulasi dan Flokulasi I	1	576.10	677.95	$ 53.000	$ 62.370	$ 62.370
Bak Koagulasi dan Flokulasi II	1	576.10	677.95	$ 1.543	$ 1.816	$ 1.816
Bak Koagulasi dan Flokulasi III	1	576.10	677.95	$ 1.543	$ 1.816	$ 1.816
Sand Filter	1	576.10	677.95	$ 15.200	$ 17.887	$ 17.887
Bak Air Penampung Sementara	1	576.10	677.95	$ 1.100	$ 1.294	$ 1.294
Bak Air Pendingin	1	576.10	677.95	$ 1.100	$ 1.294	$ 1.294
Cooling Tower	1	576.10	677.95	$ 16.200	$ 19.064	$ 19.064
Blower Cooling Tower	1	576.10	677.95	$ 5.900	$ 6.943	$ 6.943
Deaerator	1	576.10	677.95	$ 5.000	$ 5.884	$ 5.884
Boiler	1	576.10	677.95	$ 231.200	$ 272.074	$ 272.074
Tangki Alum	1	576.10	677.95	$ 2.400	$ 2.824	$ 2.824
Tangki Klorinasi	1	576.10	677.95	$ 3.400	$ 4.001	$ 4.001
Tangki Kaporit	1	576.10	677.95	$ 1.900	$ 2.236	$ 2.236
Tangki Air Bersih	1	576.10	677.95	$ 27.100	$ 31.891	$ 31.891
Tangki Service Water	1	576.10	677.95	$ 11.400	$ 13.415	$ 13.415
Tangki Air Bertekanan	1	576.10	677.95	$ 11.400	$ 13.415	$ 13.415
Mixed Bed	1	576.10	677.95	$ 4.600	$ 5.413	$ 5.413
Tangki NaCl	1	576.10	677.95	$ 2.800	$ 3.295	$ 3.295
Tangki Air Demin	1	576.10	677.95	$ 15.100	$ 17.770	$ 17.770
Tangki Hydrazine	1	576.10	677.95	$ 5.300	$ 6.237	$ 6.237
Pompa 1	1	576.10	677.95	$ 5.500	$ 6.472	$ 6.472
Pompa 2	1	576.10	677.95	$ 5.500	$ 6.472	$ 6.472
Pompa 3	1	576.10	677.95	$ 5.500	$ 6.472	$ 6.472
Pompa 4	1	576.10	677.95	$ 3.000	$ 3.530	$ 3.530
Pompa 5	1	576.10	677.95	$ 5.500	$ 6.472	$ 6.472
Pompa 6	1	576.10	677.95	$ 5.300	$ 6.237	$ 6.237
Pompa 7	1	576.10	677.95	$ 5.400	$ 6.355	$ 6.355
Pompa 8	1	576.10	677.95	$ 5.500	$ 6.472	$ 6.472
Pompa 9	1	576.10	677.95	$ 5.500	$ 6.472	$ 6.472
Pompa 10	1	576.10	677.95	$ 3.000	$ 3.530	$ 3.530

Pompa 11	1	576.10	677.95	$ 3.000	$ 3.530	$ 3.530
Pompa 12	1	576.10	677.95	$ 3.000	$ 3.530	$ 3.530
Pompa 13	1	576.10	677.95	$ 3.000	$ 3.530	$ 3.530
Pompa 14	1	576.10	677.95	$ 5.500	$ 6.472	$ 6.472
Pompa 15	1	576.10	677.95	$ 3.000	$ 3.530	$ 3.530
Pompa 16	1	576.10	677.95	$ 3.000	$ 3.530	$ 3.530
Pompa 17	1	576.10	677.95	$ 5.000	$ 5.884	$ 5.884
Pompa 18	1	576.10	677.95	$ 5.000	$ 5.884	$ 5.884
Pompa 19	1	576.10	677.95	$ 3.000	$ 3.530	$ 3.530
Pompa 20	1	576.10	677.95	$ 5.000	$ 5.884	$ 5.884
Pompa 21	1	576.10	677.95	$ 3.000	$ 3.530	$ 3.530
Pompa 22	1	576.10	677.95	$ 3.000	$ 3.530	$ 3.530
Tangki Bahan Bakar	1	576.10	677.95	$ 6.300	$ 7.414	$ 7.414
Kompresor	1	576.10	677.95	$ 6.300	$ 7.414	$ 7.414
Total	**46**					**$ 647.000**

4.8.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi = 16.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan pada tahun = 2025

Kurs mata uang = 1 US$ = Rp 14.450.-

Harga bahan baku (Minyak Jelantah) = Rp 34.425.132.645.- /tahun

Harga bahan baku (Metanol) = Rp 29.813.895.344.- /tahun

Katalis (H_2SO_4) = Rp 412.922.773.- /tahun

Katalis (KOH) = Rp 4.711.681.752.- /tahun

Harga Jual = Rp 261.609.578.949.- /tahun

4.8.3. Perhitungan Biaya

1. *Capital Investment*

Capital Investment merupakan banyaknya pengeluaran yang digunakan untuk mendirikan fasilitas pabrik serta untuk mengoperasikannya. *Capital Investment* terdiri dari:

- *Fixed Capital Investment* (FCI)

  Merupakan biaya yang digunakan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

- *Working Capital Investment* (WCI)

  Merupakan biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

2. *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan hasil penjumlahan antara *Direct Manufacturing Cost. Indirect Manufacturiung Cost.* atau biaya-biaya yang bersangkutan dalam pembuatan produk. *Manufacturing Cost* meliputi:

- *Direct Cost Direct Cost*

  Merupakan pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk

- *Indirect CostIndirect Cost*

  Merupakan pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik

- *Fixed Cost*

Biaya-biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi

3. *General Expanse*

General Expanse yaitu pengeluaran umum yang meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost.*

4.8.4. Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan ekonomi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh (besar atau tidaknya). sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut layak berpotensi atau tidak secara ekonomi. Beberapa perhitungan yang digunakan dalam analisa kelayakan ekonomi dari suatu rancangan pabrik. antara lain:

1. *Return On Investment* (ROI)

Return On Investment merupakan tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$ROI = \frac{Keuntungan}{Fixed\ Capital} x\ 100\%$$

2. *Pay Out Time* (POT)

Pay Out Time adalah:

- Jumlah tahun yang telah berselang. sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah

tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.

- Waktu minimum secara teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
- Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun ivestasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$POT = \frac{Fixed\ Capital\ Investment}{(Keuntungan\ Tahunan + Depresiasi)}$$

3. *Break Even Point* (BEP)

   Break Even Point adalah:

   - Titik impas produksi yaitu suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian.
   - Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP dapat menetukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
   - Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

$$BEP = \frac{(Fa + 0.3\ Ra)}{(Sa - Va - 0.7\ Ra)} x\ 100\%$$

Keterangan:

Fa = *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra = *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va = *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa = *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4. *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah:

- Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi. atau karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*).
- Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mancapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai perse nminimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

- Level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost.*
- Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

$$SDP = \frac{0.3\ Ra}{(Sa - Va - 0.7Ra)} x\ 100\%$$

5. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR) adalah:

- Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bankselama umur pabrik.
- Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun. didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahunselama umur pabrik.

Persamaan yang digunakan untuk penentuan DFCR:

$$(FC+WC)(1+i)^N = C \sum_{i=0}^{n=x-1}(1+i)^x + wc + sv$$

Keterangan:

FC = *Fixed Capital*

WC = *Working Capital*

SV = *Salvage Value*

C = *Cash Flow (profit after taxes+depresiasi+ finance)*

n = Umur pabrik = 10 tahun

I = Nilai dari DCFR

4.8.5. Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik *Butyl Acetate* memerlukan rencana PPC. PC. MC. serta *General Expense*. Hasil rancangan masing–masing disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 68 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	***Tipe of Capital Investment***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Purchased Equipment cost*	Rp 26.815.153.403	$ 1.855.720
2	*Delivered Equipment Cost*	Rp 6.703.788.351	$ 463.930
3	Instalasi cost	Rp 5.071.125.931	$ 350.943
4	Pemipaan	Rp 6.625.616.147	$ 458.520
5	Instrumentasi	Rp 6.833.410.390	$ 472.900
6	Insulasi	Rp 1.135.932.580	$ 78.611
7	Listrik	Rp 2.681.515.340	$ 185.572
8	Bangunan	Rp 32.700.000.000	$ 2.262.976
9	*Land & Yard Improvement*	Rp 59.780.000.000	$ 4.137.024
Physical Plant Cost (PPC)		**Rp 148.346.542.142**	**$ 10.266.197**

Tabel 4. 69 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	***Tipe of Capital Investment***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 29.669.308.428	$ 2.053.239
Total (DPC + PPC)		**Rp 178.015.850.571**	**$ 12.319.436**

Tabel 4. ***70*** *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	***Tipe of Capital Investment***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	Total DPC + PPC	Rp 178.015.850.571	$ 12.319.436
2	Kontraktor	Rp 14.241.268.046	$ 985.555
3	Biaya tak terduga	Rp 17.801.585.057	$ 1.231.944
Fixed Capital Investment (FCI)		**Rp 210.058.703.673**	**$ 14.536.935**

Tabel 4. 71 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Raw Material*	Rp 69.363.632.514	$ 4.800.251
2	*Labor*	Rp 15.842.400.000	$ 1.096.360
3	*Supervision*	Rp 1.584.240.000	$ 109.636
4	*Maintenance*	Rp 8.402.348.147	$ 581.477
5	*Plant Supplies*	Rp 1.260.352.222	$ 87.222
6	*Royalty and Patents*	Rp 2.616.095.789	$ 181.045
7	*Utilities*	Rp 13.522.259.779	$ 935.797
Direct Manufacturing Cost (DMC)		**Rp 112.591.328.451**	**$ 7.791.787**

Tabel 4. 72 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Payroll Overhead*	Rp 2.376.360.000	$ 164.454
2	*Laboratory*	Rp 1.584.240.000	$ 109.636
3	*Plant Overhead*	Rp 12.673.920.000	$ 877.088
4	*Packaging and Shipping*	Rp 13.080.478.947	$ 905.223
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		**Rp 29.714.998.947**	**$ 2.056.401**

Tabel 4. 73 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Depreciation*	Rp 16.804.696.294	$ 1.162.955
2	*Propertu taxes*	Rp 4.201.174.073	$ 290.739
3	*Insurance*	Rp 2.100.587.037	$ 145.369
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		**Rp 23.106.457.404**	**$ 1.599.063**

Tabel 4. 745 *Manucfaring Cost (MC)*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Direct Manufacturing Cost (DMC)*	Rp 112.591.328.451	$ 7.791.787
2	*Indirect Manufacturing Cost (IMC)*	Rp 29.714.998.947	$ 2.056.401
3	*Fixed Manufacturing Cost (FMC)*	Rp 23.106.457.404	$ 1.599.063
Manufacturing Cost (MC)		**Rp 165.412.784.803**	**$ 11.447.252**

Tabel 4. 75 *Working Capital (WC)*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material Inventory*	Rp 18.917.354.322	$ 1.309.159
2	*In Process Inventory*	Rp 22.556.288.837	$ 1.560.989
3	*Product Inventory*	Rp 15.037.525.891	$ 1.040.659
4	*Extended Credit*	Rp 23.782.688.995	$ 1.645.861
5	*Available Cash*	Rp 45.112.577.673	$ 3.121.978
Working Capital (WC)		**Rp 125.406.435.719**	**$ 8.678.646**

Tabel 4. 76 *General Expense (GE)*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Administration*	Rp 8.270.639.240	$ 572.363
2	*Sales expense*	Rp 16.541.278.480	$ 1.144.725
3	*Research*	Rp 8.270.639.240	$ 572.363
4	*Finance*	Rp 6.709.302.788	$ 464.312
General Expense (GE)		**Rp 39.791.859.748**	**$ 2.753.762**

Tabel 4. 77 Total Biaya Produksi

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Manufacturing Cost (MC)*	Rp 165.412.784.803	$ 11.447.252
2	*General Expense (GE)*	Rp 39.791.859.748	$ 2.753.762
Total Production Cost (TPC)		**Rp 205.204.644.551**	**$ 14.201.013**

Tabel 4. 78 *Fixed Cost (Fa)*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Depreciation*	Rp 16.804.696.294	$ 1.162.955
2	*Property taxes*	Rp 4.201.174.073	$ 290.739
3	*Insurance*	Rp 2.100.587.037	$ 145.369
Fixed Cost (Fa)		**Rp 23.106.457.404**	**$ 1.599.063**

Tabel 4. 79 *Variable Cost (Va)*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw material*	Rp 69.363.632.514	$ 4.800.251
2	*Packaging & shipping*	Rp 13.080.478.947	$ 905.223
3	*Utilities*	Rp 13.522.259.779	$ 935.797
4	*Royalties and Patents*	Rp 2.616.095.789	$ 181.045
Variable Cost (Va)		**Rp 98.582.467.029**	**$ 6.822.316**

Tabel 4. 80 *Regulated Cost (Ra)*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Labor cost*	Rp 15.842.400.000	$ 1.096.360
2	*Plant overhead*	Rp 12.673.920.000	$ 877.088
3	*Payroll overhead*	Rp 2.376.360.000	$ 164.454
4	*Supervision*	Rp 1.584.240.000	$ 109.636
5	*Laboratory*	Rp 1.584.240.000	$ 109.636
6	*Administration*	Rp 8.270.639.240	$ 572.363
7	*Finance*	Rp 6.709.302.788	$ 464.312
8	*Sales expense*	Rp 16.541.278.480	$ 1.144.725
9	*Research*	Rp 8.270.639.240	$ 572.363
10	*Maintenance*	Rp 8.402.348.147	$ 581.477
11	*Plant supplies*	Rp 1.260.352.222	$ 87.222
Regulated Cost (Ra)		**Rp 83.515.720.117**	**$ 5.779.635**

1. Analisa Keuntungan

Harga jual produk utama (biodiesel) = Rp 12.881/Liter

Harga jual produk samping (gliserol) = Rp 7.225/Liter

Annual Sales (Sa) = Rp 261.609.578.949

Total Cost = Rp 201.772.329.782

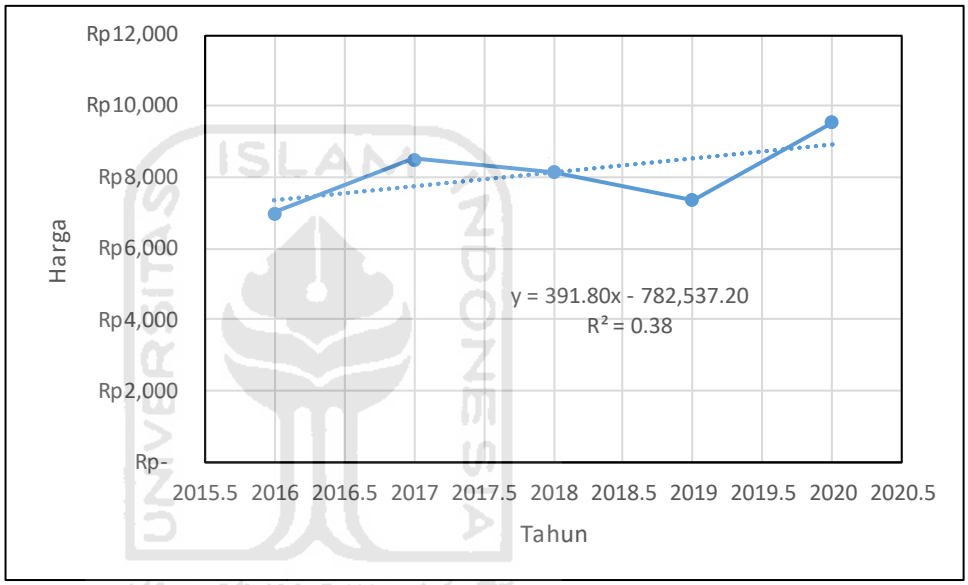
Keuntungan sebelum pajak = Rp 59.837.249.167

Keuntungan setelah pajak = Rp 29.918.624.584

- Penentuan harga biodiesel berdasarkan perkiraan harga di tahun 2025 menggunakan grafik regresi linear. Berikut data harga jual biodiesel:

Tabel 4.82 Harga Jual Biodiesel

Tahun	Harga		Sumber
2016	Rp	7,000	www.ESDM.go.id
2017	Rp	8,518	www.ESDM.go.id
2018	Rp	8,161	www.ESDM.go.id
2019	Rp	7,358	www.liputan6.com
2020	Rp	9,539	www.kontan.co.id



Gambar 4.6 Grafik Harga Biodiesel

Berdasarkan grafik regresi linear, maka di dapatkan harga jual biodiesel di tahun 2025 sebesar y = 391,80 (2025) – 782.537,20 = Rp 12.881

2. Hasil Kelayakan Ekonomi

a) Percent Return On Investment (ROI)

$$ROI \quad \frac{Keuntungan}{Fixed\ \text{Capital}} \text{ x } 100\ \%$$

ROI sebelum pajak = 26,85 %

ROI sesudah pajak = 13,43 %

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11 (Aries & Newton. 1995).

b) Pay Out Time (POT)

$$POT = \frac{\textit{Fixed}\ \text{Capital Investment}}{(\textit{Keuntungan}\ \text{Tahunan} + \text{Depresiasi})}$$

POT sebelum pajak = 2,9 tahun

POT sesudah pajak = 4,7 tahun

Syarat POT sebelumpajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun (Aries and Newton. 1955).

c) Break Even Point (BEP)

$$BEP = \frac{(Fa + 0{,}3\ \text{Ra})}{(Sa - \text{Va} - 0{,}7\ \text{Ra})} \times 100\ \%$$

BEP = 46,06 %

BEP untuk pabrik kimia pada umumnya sekitar 40-60%

d) Shut Down Point (SDP)

$$SDP = \frac{(0{,}3\ Ra)}{(Sa - Va - 0{,}7\ Ra)} \times 100\ \%$$

SDP = 23,96 %

SDP pabrik kimia umunya adalah 20% - 30%

e) Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

f) $(FC+WC)(1+i)^N = C\sum_{i=0}^{n=x-1}(1+i)^x + wc + sv$

Dimana.

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp 210.058.703.673

Working Capital = Rp 125.406.435.719

Salvage Value (SV) = Rp 16.804.696.294

Cash flow (CF) = *Annual profit+depresiasi+ finance*

CF = Rp 51.716.466.281

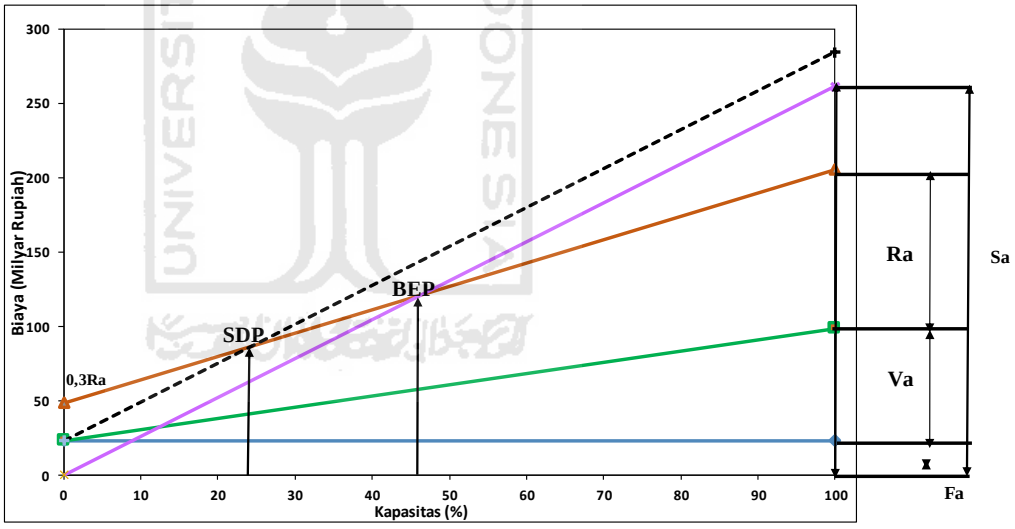
Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

$$(FC+WC)(1+i)^N = C\sum \sum_{n=0}^{n=N-1}(1+i)^N + WC + SV$$

R = Rp 1.260.552.678.749

S = Rp 1.260.552.678.749

Dengan *trial and error* diperoleh nilai DCFR sebesar 14,15%. Dimana syarat untuk nilai DCFR adalah lebih dari 1,5 x bunga bank deposito. Diketahui suku bunga deposito Bank Indonesia (BI) berdasarkan sumber www.keuangan.kontan.co.id yaitu sebesar 5.25 % pada tanggal 24 Juli 2020. Maka di dapat nilai minimum DCFR : 1.5 x suku bunga acuan bank : 7.88 % sehingga dapat disimpulkan nilai DCFR pabrik biodiesel sudah ini memenuhi syarat.



Fa = *Annual Fixed Cost*

Va = *Annual Variable Cost*

Ra = *Annual Regulated Cost*

Sa = *Annual Sales Cost*

Gambar 4. 9 Grafik Analisis Kelayakan

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil perhitungan pra rancangan pabrik biodiesel berbahan baku minyak jelantah dengan kapasitas 16.000 ton/tahun dengan proses esterifikasi dan transesterifikasi, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak didirikan dikarenakan:

1. Pabrik biodiesel dari minyak jelantah akan didirikan di Kecamatan Manyar. Kabupaten Gresik. Jawa Timur, dengan pertimbangan mudah mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, pengembangan pabrik, ketersediaan air dan listrik, serta mempunyai prospek pemasaran yang baik karena lokasinya yang tepat di kawasan industri.
2. Pabrik biodiesel berbahan baku minyak jelantah dan methanol tergolong pabrik beresiko rendah (low risk) karena ditinjau dari:
    a) Sifat bahan baku dan produk yang tidak mudah meledak dan tidak beracun
    b) Kondisi operasi (suhu dan tekanan) yang rendah
    c) Proses produksi yang tidak berbahaya
3. Berdasarkan hasil analisis ekonomi didapatkan hasil sebagai berikut:
    a) Keuntungan yang di peroleh :
        - Keuntungan sebelum pajak Rp 56.404.934.398
        - Keuntungan setelah pajak Rp 28.202.467.199
    b) Return Of Investment (ROI)
        - Return Of Investment (ROI_{BT}) : 26,85%
        - Return Of Investment (ROI_{AT}) : 13,43%

        Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% (Aries & Newton, 1955)

    c) Pay Out Time (POT)

- Pay Out Time (POT_{BT}) : 2,9 tahun
- Pay Out Time (POT_{AT}) : 4,7 tahun

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

d) Break Event Point (BEP) : 46,06 %
Dimana BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40%-60%.

e) Shut Down Point (SDP) : 23,96 %
Dimana SDP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 22%-30%.

f) *Discounted cash flow rate of return* (DCFRR) : 14,15%
Syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga deposito bank yaitu sekitar 1,5 x suku bunga deposito bank. Diketahui suku bunga deposito Bank Indonesia (BI) berdasarkan sumber www.keuangan.kontan.co.id yaitu sebesar 5.25 % pada tanggal 24 Juli 2020 maka di dapatkan minimal nilai DCFR = 1,5 x 5,25 % = 17,88%, sehingga nilai DCFR memenuhi syarat.

Secara ekonomis dan berdasarakan analisis kelayakan. maka pabrik biodiesel dari minyak jelantah dengan kapasitas 16.000 ton/tahun ini layak didirikan dan dikaji lebih dalam.

5.2. Saran

Dalam merancang suatu pabrik kimia dibutuhkan pemahaman mengenai konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut:

1. Pemilihan alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan dalam segi ekonomi sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Pemenuhan bahan baku didapatkan dari produk pabrik lain sehingga pemenuhan bahan baku tergantung pada produksi pabrik tersebut jadi diperlukan adanya kontrak pembelian bahan baku pada kurun

waktu tertentu agar kebutuhan bahan baku dapat terpenuhi selama pabrik berjalan.

3. Perancangan suatu pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah. sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan dan menyediakan unit pengolahan limbah dengan baik.
4. Melihat semakin pesatnya pembangunan saat ini membuat produk biodiesel dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dimasa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2006. Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 04-7182:2006 tentang Biodiesel. Badan Standarisasi Nasional (BSN). Jakarta

Aries, R.S., and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. Mc Graw Hill Handbook Co., Inc. New York

Aziz,I., 2007," Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dalam Reaktor Tangki berpengaduk", Valensi, Vol.1, No.1, 19-23

Aziz,I., Nurbaiti,S.,dan Ulum, B., 2011, Pembuatan Produk Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan cara Esterifikasi dan Transesterifikasi", Valensi, Vol.2, No.2. 384-388.

Badan Pusat Statistik. 2020. Statistic Indonesia. *www.bps.go.id.* Diakses pada tanggal26 Februari 2020 pukul 20:00 WIB

Badan Standarisasi Nasional, 2002, Standar Mutu Minyak, SNI 01-3741-2002, Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta

Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., 1978. *Unit Operations*. John Wiley and Sons Inc. New York

Brownell, L.E. and Young. E.H. 1979. *Process Equipment Design*. John Wiley and Sons Inc. New York.

Coulson, J. M. and Richardson, J. F. 1983. *Chemical Engineering, 1st edition, Volume 6*. Pergason Press. Oxford.

Howard F. Rase. 1977. *Chemical Reactor Design for Process Plants, Volume* I. John Wiley and Sons Inc. New York.

Kern, D.Q. 1950. *Process Heat Transfer*. Mc. Graw-Hill International Book Company Inc. New York.

Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2019. Konsumsi dan Produksi Solar. http://www.esdm.go.ide/. Diakses pada tanggal 26 Februari 2020 pukul 22:00 WIB

Knothe, G., Gerpen, J.V. and Krahl, J., 2005, The Biodiesel Handbook, 9-10, Champaign, Illinois USA, AOCS Press.

Le Tu Thanh, Kenji Okitsu, Luu Van Boi, and Yasuaki Maeda. 2012. *Catalytic Technologies for Biodiesel Fuel Production and Utilization of Glycerol*: A Review. Vietnam National Universiy. Vietnam

Matche. 2020. *equipment cost*. *http://www.matche.com/*. Diakses pada tanggal 02 Juli 2020 pukul 19.00 WIB

Nicholas P. Cheremisinoff. 2000. Handbook of Hazardous Chemical Properties. Butterworth-Heinemann

Perry, R. H., and Green, D. W. 2008. *Perry's Chemical Engineers, 6th ed.* McGraw Hill Companies Inc. USA.

Perry, R. H., and Green, D. W. 2008. *Perry's Chemical Engineers, 8th ed.* McGraw Hill Companies Inc. USA.

Peters, M., Timmerhause, K., dan West, R. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical engineers*. McGraw Hill. New York.

Purwanugraha, Danu., 2014, Prarancangan Pabrik Biodiesel Berbahan Baku Tanaman Non-Pangan, Yogyakarta

Rase, H.F., and Holmes, J. R., 1977, "*Chemical Reactor Design for Process Plant*", Volume One : Principles and Techniques, John Wiley and Sons, Inc.,New York

Smith, J.M. and Van Ness, H.H., 1975, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics,* 3rd editon, McGraw Hill International Book Co., Tokyo.

Ulrich, G.D., 1984, A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics, John Wiley and Sons, inc., New York.

Wallas, S.M. *Chemical Process Equipment.* Mc. Graw Hill Book Koagakusha Company. Tokyo.

Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook.* Mc Graw Hill Handbooks. New York

LAMPIRAN A

REAKTOR TRANSESTERIFIKASI

REAKTOR (RT-01)

Fungsi : untuk mereaksikan triolein (C57H104O6) dan methanol (CH3OH) dengan bantuan katalis pottasium hidroksida (KOH) untuk menghasilkan metil oleat (C19H36O2) dan gliserol (C3H8O3).

Tipe Reaktor : Reaktor alir tangki berpengaduk atau RATB (*Continous Stirred Tank Reactor)*

Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 283 grade C

Kondisi operasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 60ºC
- Konversi : 98 %

Bentuk tangki : Silinder tegak dengan *flange and dish head* (*toripsherical*) sebagai tutup atas dan bawah

a. Pemilihan jenis reaktor didasari oleh faktor-faktor berikut, diantaranya:

1. Fase cair-cair dan proses berjalan secara kontinyu

2. Pada Reaktor Alir Tangki Berpengaduk suhu dan komposisi campuran dalam reaktor selalu seragam. Hal ini memungkinkan melakukan suatu proses isotermal dalam reaktor CSTR.
3. Pada Reaktor Alir Tangki Berpengaduk karena volume reaktor relatif besar dibandingkan dengan Reaktor Alir Pipa, maka waktu tinggal juga besar, berarti zat pereaksi dapat lebih lama bereaksi di dalam reaktor.
4. Dipilihnya untuk perancangan berupa silinder tegak dengan *flange and dish Head* (*toripsherical*) sebagai tutup atas dan bawah, karena tangki proses ini dapat dioperasikan pada kisaran tekanan 15 – 200 psig, dan juga akan di tempatkan pengaduk pada bagian atas.

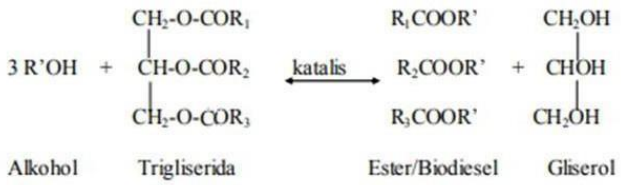
b. Dasar pemilihan pengaduk (Fig. 10.57 Coulson, 1983) yaitu :

Dipilih pengaduk tipe *Turbin with 6 flat blade*

1. Cocok untuk mempercepat terjadinya perpindahan massa dan panas dalam bentuk larutan pada sistem yang saling larut
2. Cocok untuk viskositas campuran sampai dengan 5 x 10^4 cP.
3. Cocok untuk volume *fluida* sampai dengan 20.000 galon ($2.673 ft^3$)

I. Neraca Massa

Reaksi :



Tabel.1 Neraca massa reaktor transesterifikasi (RT-01)

Komponen	Arus Masuk (kg/jam)	Arus Keluar (kg/jam)
	Arus 14	Arus 15
Air	34,2405	34,2405
Methanol	233,5945	205,2209
Pottasium Hidroksida	18,8503	18,8503
Gliserol	168,3202	195,5038
Pottasium Sulfat	2,1378	2,1378
Asam Oleat	1,3455	1,3455
Metil oleat	1.750,5926	2.013,1431
Triolein	266,6943	5,3339
Total	**2.475,7757**	**2.475,7757**

II. Menentukan Kecepatan Volumetrik (Fv, L/jam)

a. Menentukan Densitas Campuran

Tabel. 2 *Menentukan Densitas Campuran*

Komponen	Massa (kg/jam)	Fraksi massa (Xi)	ρi (kg/m^3)	ρi .Xi (kg/m^3)
Air	34,2404	0,0150	994,9603	0,0149
Methanol	205,2209	0,0899	754,0760	0,0678
Pottasium Hidroksida	18,8503	0,0083	1.862,2789	0,0154
Gliserol	195,5038	0,0009	1.235,6835	0,0012
Pottasium Sulfat	2,1378	0,0009	1.862,2789	0,0017

Asam Oleat	1,3455	0,0006	845,3659	0,0005
Metil Oleat	2.013,1431	0,8820	878,4843	0,7748
Triolein	5,3339	0,0023	915,0000	0,0021
Total	**2.457,7757**	**1,0000**	**11.137,9181**	**0,8785**

b. Menentukan Laju Alir Volumetri (Fv, L/jam)

$$Fv = \frac{\text{Massa Total}}{\text{Densitas Total}}$$

= 2.764,2120 L/jam

= 46,0702 L/menit

Sehingga didapatkan kecepatan volumetrik 46,0702 L/menit.

III. Optimasi Reaktor

a. Menentukan Rumus Volume Reaktor

Pada perancangan reaktor RATB fase cair – cair dengan produk akhir metil ester yang mereaksikan antara senyawa trigliserida dan metanol, dimana perbandingan mol metanol dibuat berlebih

dari mol reaktan umpan sehingga reaksi yang terbentuk termasuk orde satu (*pseudo first order-reaction*). Dengan kinetika laju reaksinya (-ra = k.Ca). Menurut Brezonik (1993).

Diketahui nilai konstanta laju reaksi Transesterifikasi dari African Journal of Biotechnology (A kinetic study of biodiesel in waste cooking oil), Dhanasekaran Krishnan dkk.

k = 0,1528/menit

k = 0,00256/detik

-ra = k.Ca

-ra = 0,000117682 kmol/L.menit

b. Menghitung Volume dan Waktu Tinggal Reaktor

Penurunan persamaan volume RATB orde 1

Persamaan Neraca Massa

$R_{in} - R_{out} - R_{reactan} = R_{acc}$

$F_V.C_{Ao} - F_V\ C_{Ai} - (-rA).V = 0$

$F_v\ (\ C_{Ao} - C_{Ai}) = (-rA.).V$

$$V = \frac{Fv\ CAo - Fv\ CAi}{kCA}$$

$$V = \frac{Fv\ CAo - Fv\ CAi}{k\ CAo\ (1 - X)}$$

$$V = \frac{Fv\ (CAo - \ CAi)}{k\ CAo\ (1 - X)}$$

$$V = \frac{Fv\ ((CAo\ (1 - XA0)) - (CAo\ (1 - XAi))}{k\ CAo\ (1 - X)}$$

$$V = \frac{Fv\ ((1 - XA0) - \ (1 - XAi))}{k\ (1 - X)}$$

$$V = \frac{Fv\ (XA - XA0)}{k\ (1 - X)}$$

Dapat disimpulkan bahwa persamaan volume untuk RATB adalah:

$$V = \frac{Fv\ (XA - XA0)}{k\ (1 - X)}$$

Untuk lebih dari 1 reaktor ; dengan n adalah jumlah reaktor

$$V = \frac{Fv\ (XAn - XA0i)}{k\ (1 - X)}$$

1. Menghitung Jumlah Reaktor

Volume untuk reaktor seri dengan rumus :

$$V = \frac{Fv\,.\,(x_{A_n} - x_{A_{0i}})}{k\,.\,(1 - x)}$$

Diketahui :

Fvo = 46,0702 L/menit

x = 98%

k = 0,1528/menit

Setelah dilakukan perhitungan di excel, maka hasil yang didapatkan adalah:

- 1 Reaktor

  V = 14.773,8207 L

  T = 385 menit

- 2 Reaktor

  V = 1.831,3480 L

  T = 47 menit

- 3 Reaktor

  V = 809,4727 L

  T = 21 menit

- 4 Reaktor

  V = 500,4040 L

  T = 13 menit

- 5 Reaktor

  V = 357,9215 L

  T = 9 menit

c. Menentukan Harga Reaktor

Bahan yang dipilih untuk konstruksi reaktor adalah bahan "

Carbon Steel SA 283 Grade C"

Kondisi operasi :

Tekanan = 1 atm

Suhu = 60 C

$$E_b = E_a x \left(\frac{C_b}{C_a}\right)^{0.6}$$

Ri = Jari-jari *Sheel* , in

Dimana : Ea : Harga reaktor basis

Eb : Harga reaktor perancangan

Ca : Kapasitas reaktor basis

Cb : Kapasitas reaktor perancangan

Maka didapatkan perhitungan sebagai berikut

Tabel.3 *Perbandingan harga dan jumlah reaktor*

Jumlah Reaktor	Volume (liter)	Volume (gallon)	Cost/Unit ($)	Cost ($)
1	17.728,5848	4.683,3957	94.956,4253	94.956,4253
2	2.197,6176	580,5490	27.132,5862	54.265,1723
3	971,3673	256,6080	16.524,5540	49.873,6619
4	600,4848	158,6313	12.457,2198	49.828,8793
5	429,5058	113,4634	10.188,2912	50.941,4558

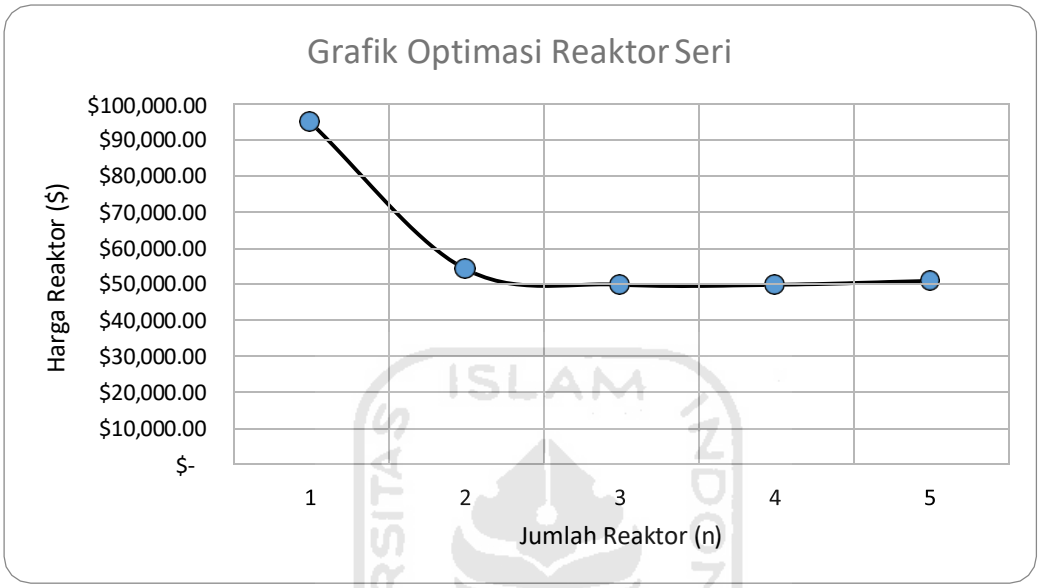
(*www.matches.com*)

d. Penentuan jumlah reaktor optimum

Reaktor optimum ditentukan dari grafik antara jumlah reaktor dengan biaya total

Ri = Jari-jari *Sheel* , in

Grafik .1 *Jumlah Reaktor dan Biaya Total*



Maka jumlah reaktor yang optimum sebanyak 2 **buah** reaktor paling minimum dengan ukuran yang tersedia dipasaran.

IV. Dimensi Reaktor

a. Menentukan diameter reaktor

Perbandingan diameter dan tinggi reaktor yang optimum D:H < 2, dipilih perbandingan D : H = 1:1,5.

(Brownell & Young, P.43)

Volume reaktor = Volume Silinder + 2 Volume Head

Volume reaktor $= \frac{\pi}{4} D^2 H + (2 \times 0{,}000049 \times D^3)$

Karena D:H 1:1,5 , maka:

Volume reaktor $= \frac{\pi}{4} D^2 \, 1{,}5D + (2 \times 0{,}000049 \times D^3)$

Ri = Jari-jari *Sheel* , in

Volume reaktor $= \frac{1,5\ \pi}{4} D^3 + (2 \times 0,000049 \times D^3)$

Volume reaktor $= \frac{1,5\ \pi}{4} D^3 + (0,000098 \times D^3)$

Volume reaktor $= D^3 (\frac{1,5\ \pi}{4} + 0,000098)$

2,1976 m^3

$= D^3 (1,1776)$

$D^3 = 1,8866$

$D = 1,4094$ m

Maka ,nilai H = 2,1141 m

b. Menentukan Tekanan Desain

Tekanan operasi = 1 atm

= 14,69 psi

= 56,4909 lb/ft^3

Tinggi cairan = 1,4094 m

Tekanan hidrostatis $= \frac{\rho \text{ campuran x } g/gc \text{ x H cairan}}{144}$

$= \frac{56,4909\ x\ 1\ x\ 4,6239}{144}$

= 1,8140 psi

Maka,

Tekanan Absolute = Tekanan Operasi +Tekanan Hidrostatis

=14,69 psi + 1,8140 psi

=16,504 psi

Tekanan desain 5-10 % diatas tekanan kerja absolut (*Coulson, 1988:637)*

Tekanan desain yang dipilih 10%

P Desain = 18,1654 psi

Ri = Jari-jari *Sheel* , in

c. Menetukan Tebal Dinding Reaktor

Material yang digunakan adalah *Carbon Steel SA 283 Grade C.* Pemilihan bahan material untuk reaktor lebih ekonomis.

Ketebalan dinding shell :

Persamaan *14.34 Brownell & Young, 1959:275* didapatkan rumus tebal shell:

$$Ts = \frac{P.ri}{f.E - 0{,}6\ P} + C$$

Keterangan :

Ts = Tebal *Shell* ,in

F = *Allowable Strees* = 12.650 psi *(Tabel 13.1 Brownell&Young, P.251)*

E = *Joint efficiensi* tipe *Double-butt weld* = 0,80 *(tabel 13.2 Brownell & Young P.254)*

C = *Corrosion Allowance* = 0,125/10 tahun *(tabel 6, Timmerhaus, P.542)*

P = Tekanan Desain

Maka,

$$Ts = \frac{18{,}1654\ x\ 27{,}7439}{(12.650\ x\ 0{,}80) - (0{,}6\ x\ 18{,}1654)} + 0{,}125$$

ID Shell = OD Shell – 2 Ts

Ts = 0,1749 in

Diambil Ts standar, Ts = 3/16 = 0,1875 in (*tabel 5.6, Brownell and Young, P.88*)

ID Shell = 55,4879 in

OD Shell = ID Sheel + 2 Ts

= 55,4879 + 2 (0,1749) in

OD Shell = 55,8629 in

Dari tabel 5.7 *(Brownell & Young P.88)* untuk OD standar sebesar :

OD Shell = 60 in

= 1,5240 m

Sehingga diperoleh nilai diameter dalam dan tinggi reaktor sesungguhnya sebesar :

= 60 – 2 (0,1875)

= 59,6250 in

= 1,5140 m

H Shell = 2,1141 m

Maka didapatkan nilai icr dan rc sebagai berikut :

Icr = 0,75 in

Rc = 54 in

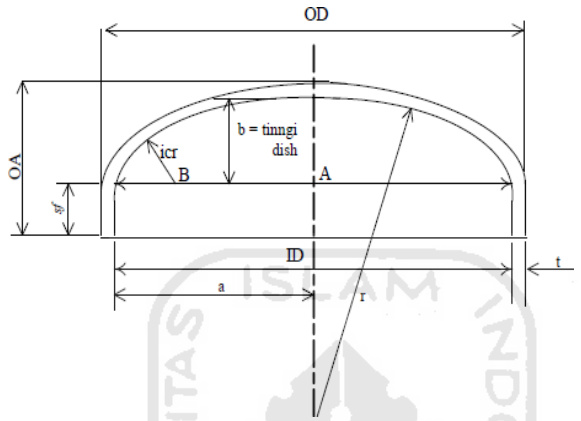
d. Perancangan Head dan Bottom Tangki

ID Shell = OD Shell – 2 Ts

Bentuk : *Torispherical Dishead Head*

Dasar pemilihan head karena dapat digunakan dengan tekanan dalam rentang 15 psig – 200 psig dan harga lebih ekonomis.

Menentukan Dimensi Tutup Atas dan Bawah



Th = $\frac{P.r.w}{2.fE-0,2P}$ + C (Persamaan 7.77,*Brownell& Young P.138*)

Keterangan :

Th = Tebal Head, m

w = Faktor Intensifikasi Stress

f = *Allowable Stress* =12.650 psi

E = *Joint Effeciency* = 0,80

C = *Corrosion Allowence* = 0,125

P = Tekanan Desain = 18,165 psi

Dari standarisasi OD Shell didapatkan niilai sebesar:

OD = 60 in

Maka nilai Icr dan Rc:

Icr = 0,75 in

Rc = 54 in

$W = \frac{1}{4} x (3 + \sqrt{\frac{rc}{irc}})$

$= \frac{1}{4} x (3 + \sqrt{\frac{54}{0,75}})$

= 2,8713 in

$Th = \frac{18,165 \; x \; 54 \; x 2,8713}{2 \; x \; 12.650 \; x \; 0,80 - 0,2 \; x 18,165} + 0,125$

= 0,2642 in

Th standar = 5/16 in =0,3125 in

Untuk Th 5/16 in , maka sf = 1,5-3 in (*tabel 5.6, Brownell & Young P.88*)

Diambil sf = 2,25 in

AB = (ID/2)- icr

= (59,6250/2) – 0,75 in

= 29,0625 in

BC = rc-icr

=54- 0,75

= 53,25 in

- Menentukan Depth of Dish

$b = rc - \sqrt{(rc - irc)^2 - (\frac{D}{2} - irc)^2}$

$b = rc - \sqrt{BC^2} - \sqrt{AB^2}$

$b = 54 - \sqrt{53,25^2 - 29,0625^2}$

b = 9,0831 in

- Menentukan Tinggi dan Volume Dishead Head

OA = th +b +sf (*Brownell & Young P.87*)

OA = 0,3125 +2,25 + 9,0831

OA = 11,9426 in

Jadi, Hd = 0,3033 m

Tinggi total reaktor = Hs +2. Hd

= (2,1141 + 2. 0,3033) m

= 2,7208 m

Volume pada sf

V sf $= \frac{\pi}{4} D^2 \cdot sf$

V sf $= \frac{3,14}{4} 59,6250^2 \text{ . } 2,25 \text{ in}$

V sf = 6.282,4521 in^3

V dish = 0,000049 D^3

= 0,000049 x (59,6250 in)^3

= 0,00017 m^3

Vhead = Vdish + V sf

= (0,00017 + 0,103) m^3

= 0,1031 m^3

V. Desain Pengaduk

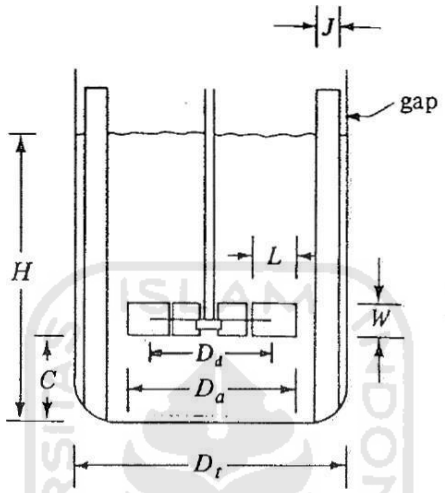
V = 2,1976 m^3

Π = 10,2950 Cp

a. Dimensi pengaduk

Digunakan jenis *six pitched blade turbine*. Karena dapat digunakan untuk campuran berviskositas <10.000 cp (Geankoplis 1993 hal 143).

Dalam perancangan untuk pengaduk dilakukan dengan prinsip similaritas menggunakan model yang sesusai dengan referensi dibuku. Dimana untuk referensi buku yang digunakan berjumlah 2 buku yaitu (*Brown fig. 477 p. 507*) dan (*Geankoplis tab. 3.4-1 p. 144*). Berikut penjabaran rumus geometrinya:



Keterangan :

Di	= Diameter pengaduk
Zi/C	= Jarak pengaduk dari dasar tangki
L	= Panjang Blade
J	= Lebar Baffle
W	= Lebar Impeller
Dd	= Diameter batang penyangga impeller
Offset 1	= Jarak baffle dari dasar tangki
Offset 2	= Jarak baffle dari permukaan cairan

Dimensi :

Di = Dt/3 (*Brown fig. 477 p.507*)
= 59,6250 /3 in
= 19,875 in
= 0,505 m
= 1,656 ft

Zi/C	= 1 x Di	(*Brown fig. 477 p.507*)
	= 1 x 19,875 in	
	=19,875 in	
	= 0,505 m	
	= 1,656 ft	
L	= 0,25 x Di	(*Geankoplis tab. 3.4-1 p.144*)
	= 0,25 x 19,875 in	
	= 4,9687 in	
	= 0,126 m	
	= 0,414 ft	
J	= 0,17 x Di	(*Brown fig. 477 p.507*)
	= 0,17 x 19,875 in	
	= 3,3787 in	
	= 0,086 m	
	= 0,282 ft	
W	= 0,2 x Di	(*Geankoplis tab. 3.4-1 p.144*)
	= 0,2 x 19,875 in	
	= 3,975 in	
	= 0,101 m	
	= 0,331 ft	
Dd	= 2/3 x Di	(*Geankoplis tab. 3.4-1 p.144*)
	= 2/3 x 19,875 in	
	= 13,25 in	
	= 0,337 m	
	= 1,104 ft	
Offset 1	= ½ x Di	(*Geankoplis tab. 3.4-1 p.144*)

= ½ x 19,875 in

= 9,9375 in

=0,252 m

=0,828 ft

Offset 2 = 1/6 x J

(*Geankoplis tab. 3.4-1 p.144*)

= 1/6 x 3,3787 in

= 0,5631 in

= 0,014 m

= 0,047 ft

Panjang Baffle= HLs-(Offset 1 + Offset 2)

= 1,106 m –(0,252 + 0,014)m

= 0,839 m

b. Menentukan Tinggi Cairan

Mencari volume cairan dalam silinder (Vls)

Vls = Vcairan – V head

= (76,8176 – 3,642) ft^3

= 71,1759 ft^3

Sehingga didapatkan tinggi cairan dalam shell,

Vls = $\frac{\pi}{4}$ x ID^2 x Hliq

Hliq = $\frac{Vls}{\frac{3,14}{4} x ID^2}$

= $\frac{71,1759}{\frac{3,14}{4} x\ 4,624}$

= 4,3597 ft

= 1,3297 m

c. Menetukan Jumlah Pengaduk

Ratio tinggi permukaan cairan dan diameter tangki = $\frac{H\ Cairan}{ID\ Tangki}$

= $\frac{1,3297}{1,4093}$

= 0,9434

Berdasarkan refrensi (*Wallas, p.288*) jumlah pengaduk yang dipakai 1 buah.

d. Menentukan Power Pengadukan

Trial nilai N (rps)

Pada reaksi dengan transfer panas , nilai V (*tip speed*) berkisar 10 ft/sec s/d 15 ft/sec.

Diambil V = 10 ft/sec

N $= \frac{V}{3{,}14\ x\ Di}$

$= \frac{10\ ft/sec}{3.14\ x\ 1{,}656\ ft}$

= 1,893 rps

Menentukan Reynold Number

Np $= \frac{P\ x\ gc}{N^3 Di^5\ p}$

P $= \frac{Np\ x\ N^3 x\ Di^5\ x\ p}{gc}$

$= \frac{(6\ x\ (1{,}893)^3\ x (1{,}656)^5\ x\ 55{,}0295}{32{,}1784}$

= 867,9869 ft.lbf/sec

=1,578 Hp

= 1,177 kWh

Effisiensi motor = 80 %

Power standar = 1,47 Hp

Standarisasi menurut NEMA power pengadukan yang dibutuhkan 1,5 Hp.

VI. Perancangan Pendingin

Reaksi yang berjalan didalam reaktor adalah reaksi eksotermis. Maka dibutuhkannya jaket pendingin/koil sehingga suhu di reaktor tetap 60 ℃.

Tabel. 4 *Neraca energi reaktor Transesterifikasi*

Komponen	Input (KJ/kg)	Output (KJ/kg)
	Q1	Q2
Air	15.091,3035	15.901,3035
Methanol	20.807,4082	18.280,0295
Pottasium Hidroksida	946,5796	946,5796
Gliserol	16.866,9501	19.590,9471
Pottasium Sulfat	59,5676	59,5676
Asam Oleat	115,4661	115,4661
Metil Oleat	135.348,4387	155.647,7314
Triolein	28.352,4648	567,0493
Reaksi	4.778.272,2518	
Pendingin		4.785.561,7563
Total	**4.995.860,4303**	**4.995.860,4303**

Perbedaan temperature logaritmik

Fluida Panas	Temperatur (F)	Fluida dingin	Selisih
60	Temperatur tinggi	45	15
60	Temperatur rendah	30	30
0		15	

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(T_2 - t_1) - (T_1 - t_2)}{\ln(\frac{T_2 - t_1}{T_1 - t_2})}$$

ΔT_{LMTD} = 70,9528 °F

A = Luas selimut reaktor + Luas penampang bawah reaktor

$$A = (\pi\ D\ H) + (\frac{1}{4}\pi\ D^2)$$

A = 92,1769 ft^2

Luas perpindahan panas yang dibutuhkan

Dari tabel 8 kern, didapatkan overall heat transfer (UD) untuk hot fluid adalah heavy organic dan cold fluid adalah water sebesar UD = 5 -75 Btu/jam.ft^2.F

Dipilih :

UD = 36 Btu/jam.ft^2.F

Diketahui :

Q = 4.785.561,7563 kj/jam

Q = 1.143.012,2833 kkal/jam

Q = 4.535.836,7872 Btu/jam

ΔT_{LMTD} = 70,9527 F

$$A = \frac{Q}{U_D\ \Delta T_{LMTD}}$$

$$A = \frac{4.535.836,7872}{36\ x\ 70,9527}$$

$A = 1.775,7653\ ft^2$

Luas selimut lebih besar daripada luas perpindahan panas maka digunakannya koil.

- Perancangan Koil Pendingin

Suhu air masuk	= 30 ℃	= 86 °F	= 303 K
Suhu air keluar	= 45 ℃	= 113 °F	= 318 K
ΔT	= 15 ℃	= 27 °F	= 288 K
T rata rata	= 37,5 ℃	= 99,5 °F	= 310 K

Sifat fisis air pada T rata rata (K) (*Perry 1984 tabel 2-355 p.352)*

Cp	= 4,1799 kJ/kg.K
ρ	= 994,0320 kg/m^3
m air pendingin	= 75.861,9547 kg/jam
Qv	= 76,3154 m^3/jam

- Menentukan Diameter Minimum Koil

Untuk aliran dalam koil, batasan kecepatan antara 1,5-2,5 m/s (*Coulson P.257*)

Dipilih :

Kecepatan pendingin = 2,5 m/s

= 9.000 m/jam

Debit air pendingin = 76,3174 m^3/jam

Luas penampang(A) = $\frac{Qv}{V}$

= $\frac{76,3174}{9000}$

= 0,0085 m^2

$$ID = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

ID = 0,1039 m

= 4,0919 in

Dipilih diameter standar (*Kern tabel 11P.844*)

NPS = 6 in

Schedule number = 80

OD = 6,625 in

= 0,5521 ft

ID = 5,761 in

= 0,4801 ft

Luas Penampang (A')= 26,100 in^2

= 0,1813 ft^2

Luas Perpan(a") = 1,7340 ft^2/ft (outside)

= 1,51 ft^2/ft (inside)

- Menentukan Koefisien Transfer Panas dalam Koil (hi)

ρair pendingin = 1.016,0968 kg/m^3

= 63,4044 lb/ft^3

μ air pendingin = 0,6988 Cp

= 1,6904 lb/ft.jam

K air pendingin = 1,7417 Btu/ft.jam. °F

Cp air pendingin = 0,9997 Btu/lb. °F

Kecepatan aliran massa/ luas penampang (Gt) = 928,2723lb/ft^2.jam

Kecepatan pendingin (v) =14,6404 Btu/lb.°F

= 0,0012 m/s

$$\text{Ret} = \frac{ID \,.\, Gt}{\mu}$$

$$= \frac{0.4801 \; x \; 982,2723}{1,6904}$$

= 263,63 (Laminer Re<2000)

L/D = 12,4878

jH = 300 (*Grafik 24, kern1983 P.834*)

$$hi = jH \left(\frac{k}{ID}\right) \left(\frac{Cp\,\mu}{k}\right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\mu}{\mu\, w}\right)^{0,14}$$

= 1.077,4704 Btu/ft^2.jam. °F

- Menentukan hio

$$\text{hio} = \text{hi} \frac{\text{ID}}{\text{OD}}$$

hio = 936,9520 Btu/ft^2.jam. °F

Untuk koil, harga hioharus dikoreksi dengan faktor koreksi

$$\text{hio}_{\text{koil}} = \text{hio}_{\text{ pipa}} \left(1 + 3,5 \frac{\text{D}_{\text{koil}}}{\text{D}_{\text{spiralkoil}}}\right) \qquad (\textit{Kern, P.721})$$

Diambil :

$D_{\text{spiral koil}}$ = 75% x Diameter tangki

= 44,7188 in

= 3,7251 ft

hio_{koil} = 1.359,888 Btu/ft^2.jam. °F

- Menentukan ho

Untuk tangki berpengaduk yang dilengkapi dengan koil , maka koefisien perpindahan panas dari reaktor ke koil dihitung dengan :

$$ho = 0{,}87 \left(\frac{k}{D}\right) \left(\frac{Lp^2.N.\rho}{\mu}\right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{cp.\mu}{k}\right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu.w}\right)^{0{,}4}$$ (*Kern pers.20.4 P.722*)

Diketahui:

Di = 19,875 ft

N = 1,893 rps

= 6.816,1055 rpj

ρ = 904,8974 kg/m^3

= 56,4656 lb/ft^3

μ = 10,2950 Cp

= 24,9139 lb/ft.jam

Cp = 31,4536 kj/kg.k

= 7,5111 btu/lb°F

k = 0,0947 Btu/ft.jam. °F

OD = 60 in

ID = 59,6250 in

μ/μ_w = 24,9139

Sehingga didapatkan nilai ho = 2.095.4923 Btu/ft^2.jam. °F

- Menentukan Koefisien Panas dalam Keadaan Bersih (Uc)

$$Uc = \frac{ho \times hio_{koil}}{ho + hio_{koil}}$$

Uc = 824,5834 Btu/ft^2.jam. °F

- Menentukan Ud

  Untuk kecepatan air 2,5 m/s, maka:

  Rd = 0,001 (*Kern P.845*)

  $$Ud = \frac{hd \,.\, Uc}{hd + Uc}$$

  Hd = 1/Rd

  = 1000 Btu/ft^2.jam. °F

  Ud = 451,9296 Btu/ft^2.jam. °F

- Menentukan Luas Bidang Transfer Panas

  $$A = \frac{Qtotal}{Ud \times \Delta T_{LMTD}}$$

  A = 141,4546 ft^2

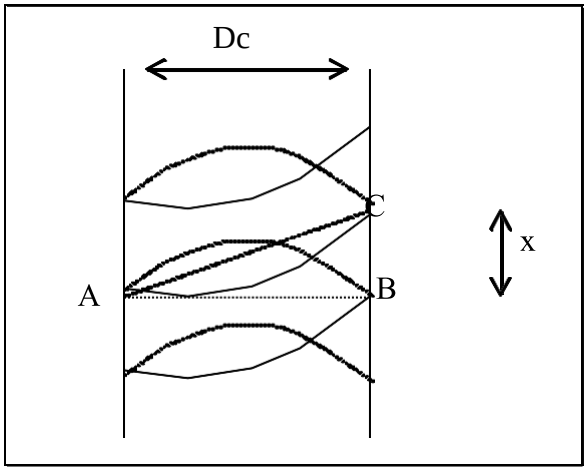
- Menentukan Panjang Koil

  L pipa koil = A/a”

  = 81,5771 ft

  = 24,8647 m

- Menentukan Jumlah Lengkungan Koil



Dc = 0,7 x $ID_{tangki\ reaktor}$

Dc = 41,7375 in

AB = ID

BC = x

$AC = \sqrt{(AB)^2 + (BC)^2}$

$AC = \sqrt{(ID)^2 + x^2}$

Busur AB = $\frac{1}{2}\pi$ Dc

Busur AC = $\frac{1}{2}\pi$ AC

Diambil : x = 0,5 x OD

x = 3,3125 in

= 0,2760 ft

Panjang satu putaran

$K_{lilitan}$ = ½ putaran miring + ½ putaran datar

$K_{lilitan}$ = ½ π(Dc) + ½ π $((Dc^2+x^2)^{1/2})$

= 10,9385 ft

= 131,2618 in

- Menentukan Banyaknya Lilitan

  $N_{lilitan} = L_{pipa\ koil} / K_{lilitan}$

  = 7,4578

  = 8 lilitan

- Menentukan Tinggi Tumpukan dan Tinggi Cairan setelah ada Koil

  Tinggi tumpukan koil = $(N_{lilitan} - 1)^* x + N$ lilitan *OD

  Tinggi tumpukan koil = 6,3490 ft

  = 1,9352 m

  = 76,1875 in

  Tinggi cairan dalam shell akan naik karena adanya volume dari koil

  Asumsi: semua koil tercelup dalam cairan

  $Zc = \frac{Vcairan\ dalam\ shell + V\ koil}{A\ shell}$

  Vcairan dalam shell = 2,1976 m^3

  V koil = 2,2108 m^3

  A shell = 1,8005 m^2

  Zc = 2,4484 m

  = 96,3952 in

  Tinggi cairan didalam reaktor setelah ada koil :

  Zc2 = Zc + b + sf

  = 108,0253 in

  = 2,7438 m

  Jarak dari dasar tangki kebagian bawah koil = (tinggi cairan setelah ada koil – tumpukan koil)/2

Hk = 0,4043 m

b+sf = 11,6301 in

= 0,2954 m

Asumsi dikatakan benar, jika:

1. Tinggi tumpukan koil < Tinggi cairan (1,9352 m <2,7438 m)

2. Jarak dasar tangki kebagian bawah koil (hk) > (b+sf) yaitu 0,4043 m > 0,2954 m

- Menentukan Pressure Drop

faktor friksi, $f = 0{,}0035 + \frac{0{,}264}{Re^{0{,}42}}$

Re = 263,6344

Untuk Re = 118.235,993 maka dapat dihitung nilai koefisien friksi:

Koefisien friksi (f) = 0,0289 ft^2/in^2

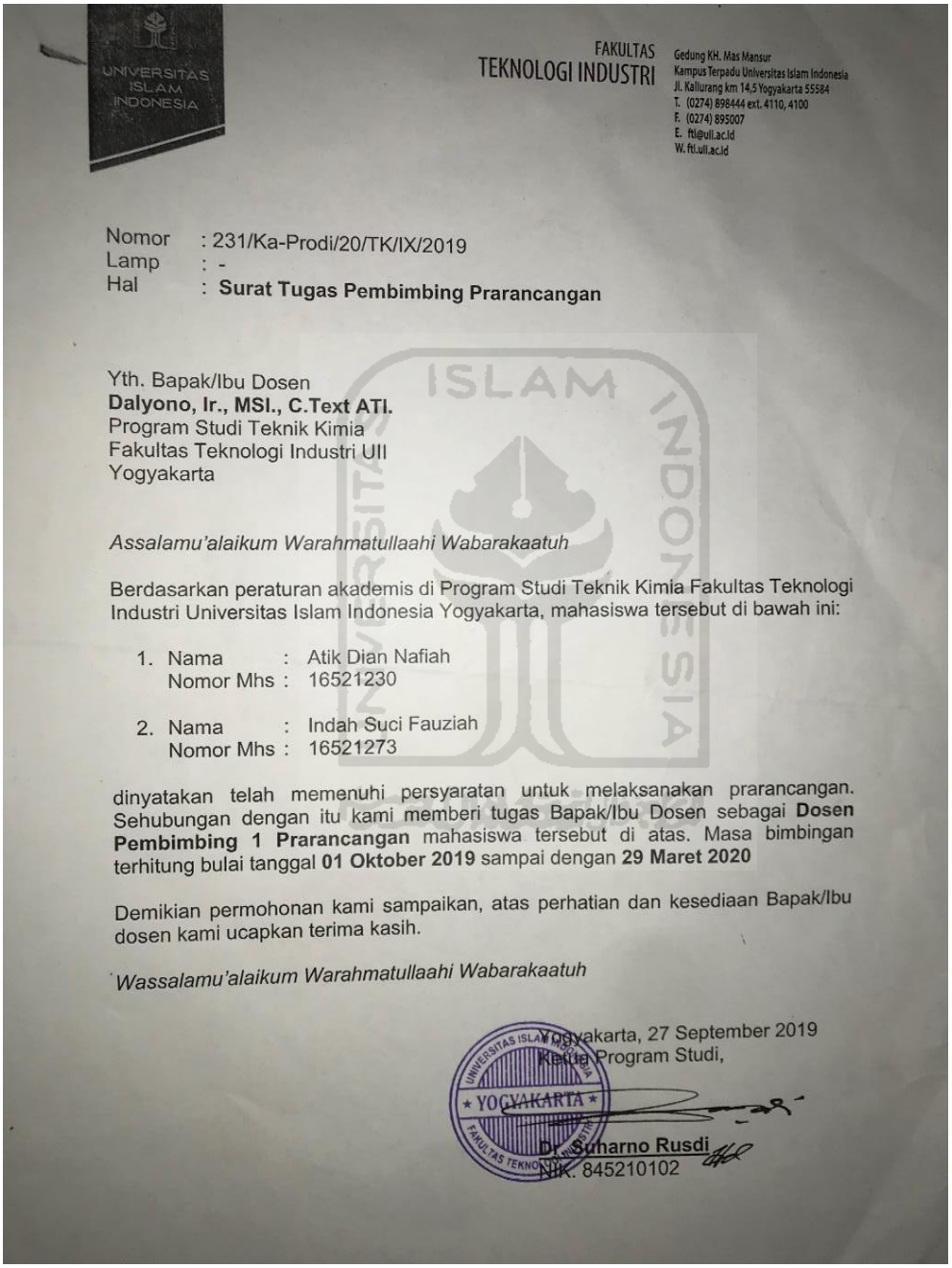
Karena yang mengalir dalam tube adalah steam, s=1 dan perbedaan suhu tidak terlalu besar, sehingga bisa diasumsikan $\mu = \mu w$ maka $\theta t = 1$

$$\Delta PT = \frac{f \,.\, v^2 .\, L}{5{,}22 \,.\, 10^{10} .\, ID .\, s .\, \theta t}$$

ΔPT = 0,0000000202 psi < 2psi

LAMPIRAN B

SURAT TUGAS PEMBIMBING PRARANCANGAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Gedung KH. Mas Mansur
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext. 4110, 4100
F. (0274) 895007
E. ft@uii.ac.id
W. ft.uii.ac.id

Nomor : 231/Ka-Prodi/20/TK/IX/2019
Lamp : -
Hal : **Surat Tugas Pembimbing Prarancangan**

Yth. Bapak/Ibu Dosen
Dalyono, Ir., MSI., C.Text ATI.
Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri UII
Yogyakarta

Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Berdasarkan peraturan akademis di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, mahasiswa tersebut di bawah ini:

1. Nama : Atik Dian Nafiah
   Nomor Mhs : 16521230

2. Nama : Indah Suci Fauziah
   Nomor Mhs : 16521273

dinyatakan telah memenuhi persyaratan untuk melaksanakan prarancangan. Sehubungan dengan itu kami memberi tugas Bapak/Ibu Dosen sebagai **Dosen Pembimbing 1 Prarancangan** mahasiswa tersebut di atas. Masa bimbingan terhitung bulai tanggal **01 Oktober 2019** sampai dengan **29 Maret 2020**

Demikian permohonan kami sampaikan, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dosen kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Yogyakarta, 27 September 2019
Ketua Program Studi,

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA * YOGYAKARTA * FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Dr. Suharno Rusdi
NIK. 845210102

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI

Gedung KH. Mas Mansur
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext. 4110, 4100
F. (0274) 895007
E. fti@uii.ac.id
W. fti.uii.ac.id

Nomor : 231/Ka-Prodi/20/TK/IX/2019
Lamp : -
Hal : **Surat Tugas Pembimbing Prarancangan**

Yth. Bapak/Ibu Dosen
Lucky Wahyu N. S., S.T., M.Eng.
Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri UII
Yogyakarta

Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Berdasarkan peraturan akademis di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, mahasiswa tersebut di bawah ini:

1. Nama : Atik Dian Nafiah
   Nomor Mhs : 16521230

2. Nama : Indah Suci Fauziah
   Nomor Mhs : 16521273

dinyatakan telah memenuhi persyaratan untuk melaksanakan prarancangan. Sehubungan dengan itu kami memberi tugas Bapak/Ibu Dosen sebagai **Dosen Pembimbing 2 Prarancangan** mahasiswa tersebut di atas. Masa bimbingan terhitung bulai tanggal **01 Oktober 2019** sampai dengan **29 Maret 2020**

Demikian permohonan kami sampaikan, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dosen kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Yogyakarta, 27 September 2019
Ketua Program Studi,

Dr. Suharno Rusdi
NIK. 845210102

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Gedung KH. Mas Mansur
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext. 4110, 4100
F. (0274) 895007
E. ft@uii.ac.id
W. ft.uii.ac.id

Nomor : 110/KaProdi/20/TK/IV/2020
Lamp : -
Hal : **Surat Tugas Perpanjangan Bimbingan TA Prarancangan Pabrik**

Yth. Bapak/Ibu Dosen
Dalyono, Ir., MSI., C.Text ATI.
Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri UII
Yogyakarta

Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Dengan ini kami sampaikan bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

1. Nama : Atik Dian Nafiah
   Nomor Mhs : 16521230

2. Nama : Indah Suci Fauziah
   Nomor Mhs : 16521273

akan melakukan perpanjangan bimbingan TA Prarancangan Pabrik. Sehubungan dengan hal tersebut terhitung mulai tanggal **01 April 2020** sampai dengan **28 September 2020** kami menugaskan kepada bapak ibu dosen sebagai **Dosen Pembimbing 1 TA Prarancangan Pabrik** mahasiswa tersebut di atas.

Demikian permohonan kami sampaikan, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dosen kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Yogyakarta, 27 April 2020
Ketua Program Studi,

Dr. Suharno Rusdi
NIK. 845210102

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI

Gedung KH. Mas Mansur
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext. 4110, 4100
F. (0274) 895007
E. ft@uii.ac.id
W. ft.uii.ac.id

Nomor : 110/KaProdi/20/TK/IV/2020
Lamp : -
Hal : **Surat Tugas Pembimbing Prarancangan**

Yth. Bapak/Ibu Dosen
Lucky Wahyu N. S., S.T., M.Eng.
Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri UII
Yogyakarta

Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Dengan ini kami sampaikan bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

1. Nama : Atik Dian Nafiah
   Nomor Mhs : 16521230

2. Nama : Indah Suci Fauziah
   Nomor Mhs : 16521273

melakukan perpanjangan bimbingan Prarancangan. Sehubungan dengan hal tersebut terhitung mulai tanggal **01 April 2020** sampai dengan **28 September 2020** kami menugaskan kepada bapak ibu dosen sebagai **Dosen Pembimbing 2 Prarancangan** mahasiswa tersebut di atas.

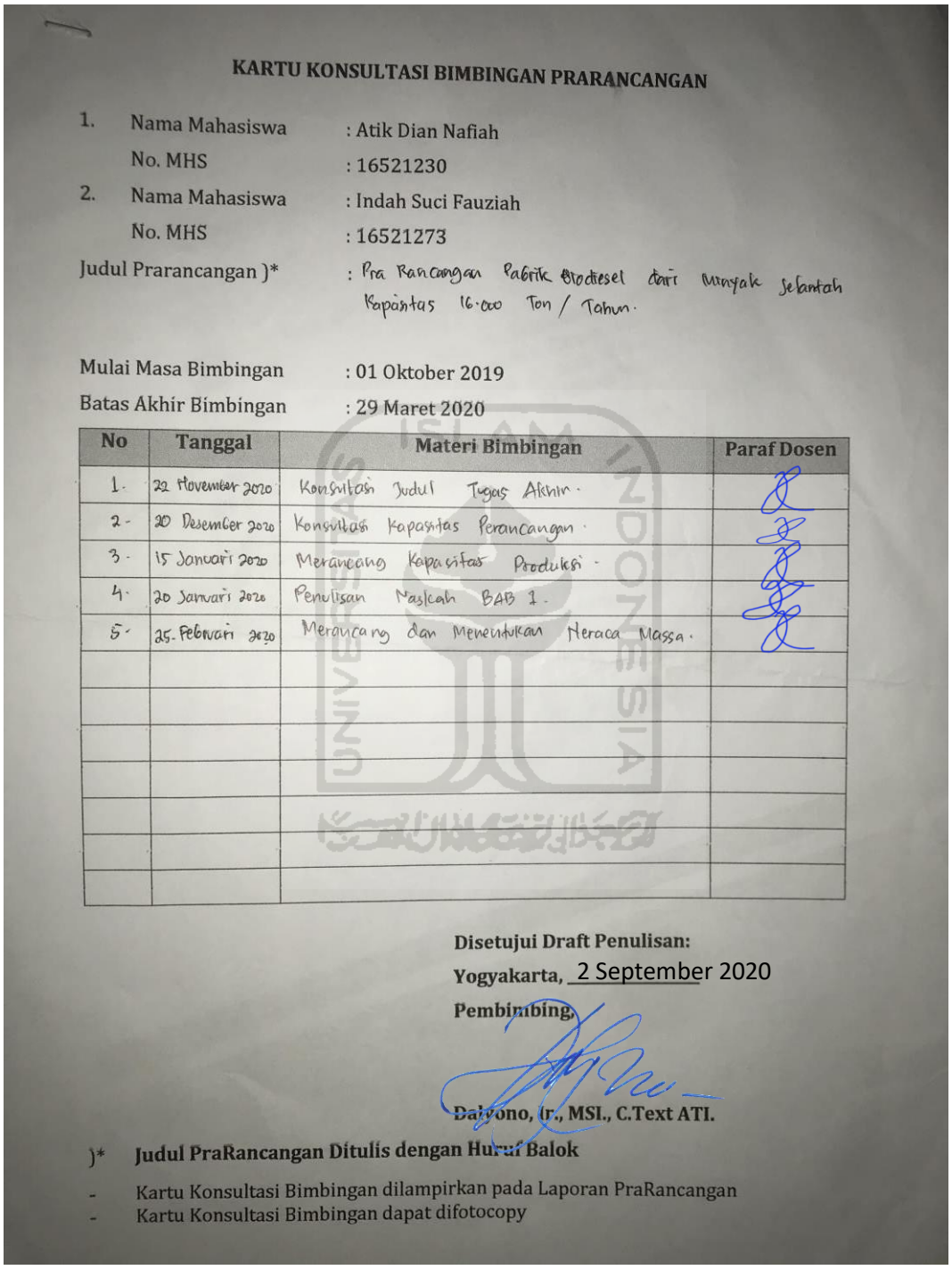
Demikian permohonan kami sampaikan, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dosen kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Yogyakarta, 27 April 2020
Ketua Program Studi,

Dr. Suharno Rusdi
NIK. 845210102

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN



KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Atik Dian Nafiah
   No. MHS : 16521230
2. Nama Mahasiswa : Indah Suci Fauziah
   No. MHS : 16521273

Judul Prarancangan)* : Pra Rancangan Pabrik Biodiesel dari Minyak Jelantah Kapasitas 16.000 Ton / Tahun.

Mulai Masa Bimbingan : 01 Oktober 2019

Batas Akhir Bimbingan : 29 Maret 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	22 November 2020	Konsultasi Judul Tugas Akhir.	
2.	20 Desember 2020	Konsultasi Kapasitas Perancangan.	
3.	15 Januari 2020	Merancang Kapasitas Produksi.	
4.	20 Januari 2020	Penulisan Masleah BAB 1.	
5.	25 Februari 2020	Merancang dan Menentukan Neraca Massa.	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 2 September 2020

Pembimbing,

Dalyono, Ir., MSI., C.Text ATI.

)* **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Atik Dian Nafiah
   No. MHS : 16521230
2. Nama Mahasiswa : Indah Suci Fauziah
   No. MHS : 16521273

Judul Prarancangan)* : Pra Rancangan Pabrik Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Kapasitas 16.000 Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : 01 April 2020

Batas Akhir Bimbingan : 28 September 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	8 April 2020	Konsultasi Judul dan Kapasitas	
2	8 Juli 2020	Konsultasi Naskah BAB I	
3	18 Juli 2020	Revisi Naskah BAB I	
4	20 Juli 2020	Konsultasi Naskah BAB II dan III	
5	25 Juli 2020	Revisi Naskah BAB II dan III	
6	7 Agustus 2020	Konsultasi Naskah BAB IV	
7	9 Agustus 2020	Konsultas Naskah BAB IV	
8	12 Agustus 2020	Revisi Naskah BAB IV	
9	14 Agustus 2020	Revisi Naskah BAB IV	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 2 September 2020

Dosen Pembimbing 1,

Dr. Ir. Dalyono, MSI., C.Text ATI.

)* **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Atik Dian Nafiah
   No. MHS : 16521230
2. Nama Mahasiswa : Indah Suci Fauziah
   No. MHS : 16521273

Judul Prarancangan)* : Pra Rancangan Pabrik Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Kapasitas 16.000 Ton/ Tahun.

Mulai Masa Bimbingan : 01 Oktober 2019

Batas Akhir Bimbingan : 29 Maret 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	20 November 2019	Konsultasi Penentuan Kapasitas & Judul.	1.
2.	23 Desember 2019	Konsultasi Data Ekspor & Impor.	2.
3.	10 Januari 2019	Konsultasi Bab 1.	3.
4.	22 Januari 2019	Menentukan Kapasitas.	4.
5.	25 Februari 2019	Menentukan dan Merancang Kapasitas Pabrik.	5.
6.	5 September 2019	Menentukan Alat dan Neraca Massa.	6.
7.	5 Desember 2020	Merancang dan Menentukan Kapasitas	7.
8.	9 Desember 2020	Merancang Kapasitas Produksi.	8.
9.	10 Januari 2020	Merancang Kapasitas dan Metode Produksi.	9.
10.	22 Januari 2020	Menentukan Reaksi Perancangan Pabrik.	10.
11.	28 Januari 2020	Menentukan Diagram Alir Proses.	11.
12.	25 Maret 2020	Menentukan Neraca Massa.	12.

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 1 September 2020

Pembimbing,

Lucky Wahyu N. S., S.T., M.Eng.

)* **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Atik Dian Nafiah
   No. MHS : 16521230
2. Nama Mahasiswa : Indah Suci Fauziah
   No. MHS : 16521273

Judul Prarancangan)* : Pra Rancangan Pabrik Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Kapasitas 16.000 Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : 01 April 2020

Batas Akhir Bimbingan : 28 September 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	8 April 2020	Menentukan Neraca Massa	
2	22 April 2020	Merancang Neraca Massa	
3	4 Mei 2020	Merancang Neraca Massa	
4	19 Mei 2020	Menentukan Alat Besar	
5	11 Juni 2020	Merancang Alat Besar	
6	18 Juni 2020	Merancang Alat Besar dan Neraca Panas	
7	29 Juni 2020	Merancang Alat Kecil	
8	10 Juli 2020	Merancang Alat Kecil	
9	22 Juli 2020	Merancang Utilitas	
10	4 Agustus 2020	Merancang Evaluasi Ekonomi	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 1 September 2020

Dosen Pembimbing 2,

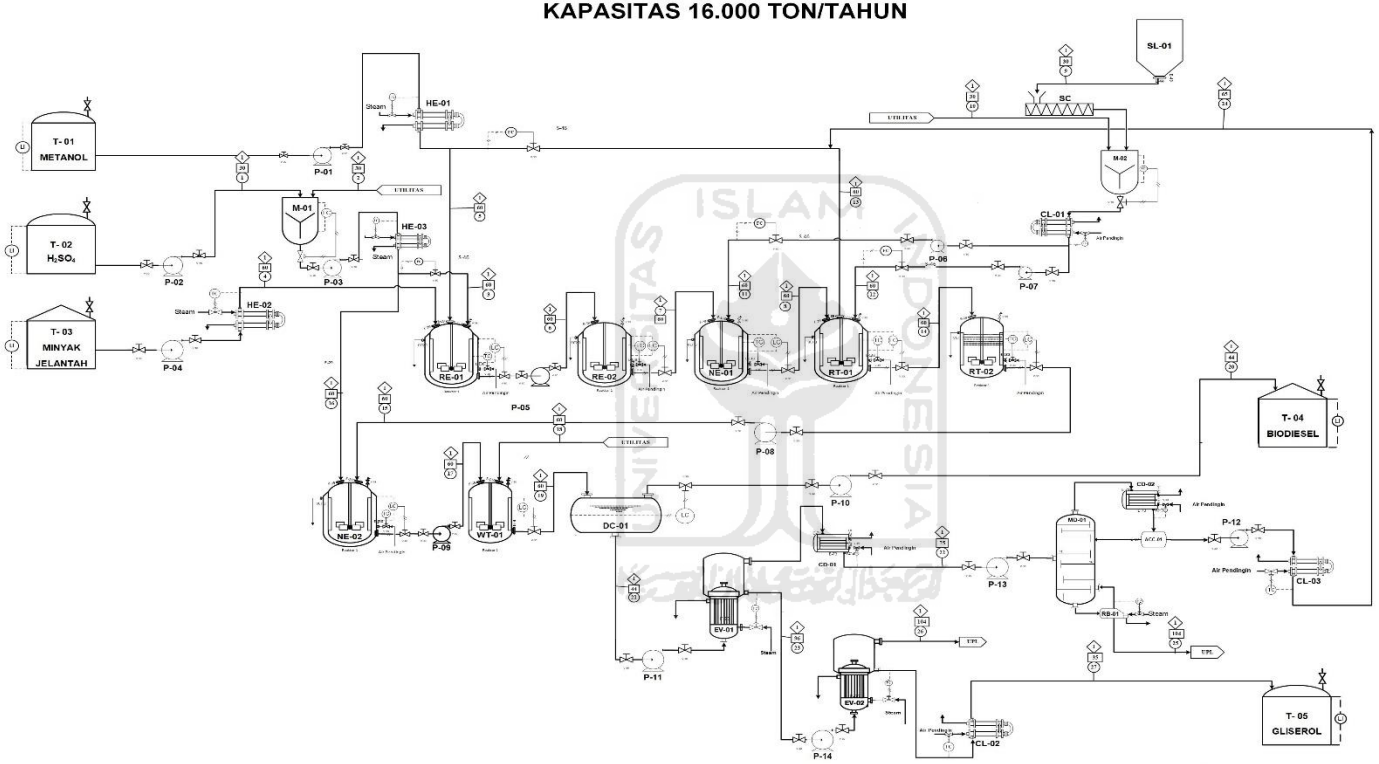
Lucky Wahyu N. S., S.T., M.Eng.

)* **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH
KAPASITAS 16.000 TON/TAHUN



Komponen	Nomor Arus (Kg/jam)																									
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13	Arus 14	Arus 15	Arus 16	Arus 17	Arus 18	Arus 19	Arus 20	Arus 21	Arus 22	Arus 23	Arus 24	Arus 25	Arus 26	Arus 27
Trisilein				1885.0340		1885.0340	1885.0340	1885.0340						266.6943	5.3339		5.3339		5.3339	5.3339							
Asam Oleat				120.3212		26.9098	1.3455	1.3455						1.3455	1.3455		1.3455		1.3455	1.3300	0.0155		0.0155				0.0155
Metil Oleat						98.0502	124.8840	124.8840						1750.5926	2013.1431		2013.1431		2013.1431	2013.1431							
Metanol					81.8025	71.2963	68.3964	68.3964					348.8872	233.5945	205.2209		205.2209		205.2209		205.2209	164.1767	41.0442	162.5349	1.6458	41.0442	
Air	0.3608	41.2523	2.8321		0.8272	5.6168	11.2472	13.0658	3.5695	16.6575	1.3766	18.8503	2.3244	34.2405	34.2405	38.7811	79.0741	632.7583	711.8324	0.3559	711.4764	142.2953	569.1811	1.4230	148.8723	512.2630	50.9181
KOH									20.2269		1.3766	18.8503		18.8503	18.8503												
Gliserol														168.8202	195.5038		195.5038		195.5038		195.4647		195.4647				195.4647
K_2SO_4								2.1378						2.1378	2.1378	16.4764	31.4120		31.4120		31.4120		31.4120				31.4120
H_2SO_4	17.6796		1.3032			1.2032	1.2032																				
Total	18.0404	41.2523	4.0353	2095.2553	82.7197	2092.1193	2092.1193	2094.8624	23.7964	16.6575	2.7532	37.7007	343.2116	2475.7757	2475.7757	55.2575	2531.0332	632.7583	3163.7915	2020.1029	1143.5895	306.4720	837.1175	163.9579	142.5141	553.3072	283.8103

SIMBOL	ALAT
SL	Silo
CD	Condensor
CL	Cooler
DC	Decanter
EV	Evaporator
HE	Heater
M	Mixer
NE	Netralizer
P	Pompa
RE	Reaktor Esterifikasi
RT	Reaktor Transesterifikasi
SC	Screw Conveyor
WT	Washing Tank
T	Tank
MD	Menara Distilasi
RB	Reboiler
ACC	Accumulator
UPL	Unit Pembuangan Limbah

SIMBOL	ALAT
	Nomor Arus
	Suhu Arus
	Tekanan Arus
	Control Valve
	Indikator Elektrik
	Udara tekan
	Arus Utama
LI	Level Indikator
TC	Temperature Control
LC	Level Control
FC	Flow Control

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2020

Disusun Oleh :
1. Atik Dian Nafiah (16521230)
2. Indah Suci Fauziah (16521273)

Dosen Pembimbing :
1. Dahyono, Ir., MSI, C. Text ATI.
2. Lucky Wahyu N. S., S.T., M.Eng.