PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI BIJI JARAK KEPYAR DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Disusun oleh:

Nama : Erlativa Ayudia Pinasticella
NIM :22521008

Nama : Niken Namira Aullia
NIM : 22521075

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2026

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI BIJI JARAK KEPYAR DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Erlativa Ayudia Pinasticella	Nama : Niken Namira Aullia
NIM : 22521008	NIM : 22521075

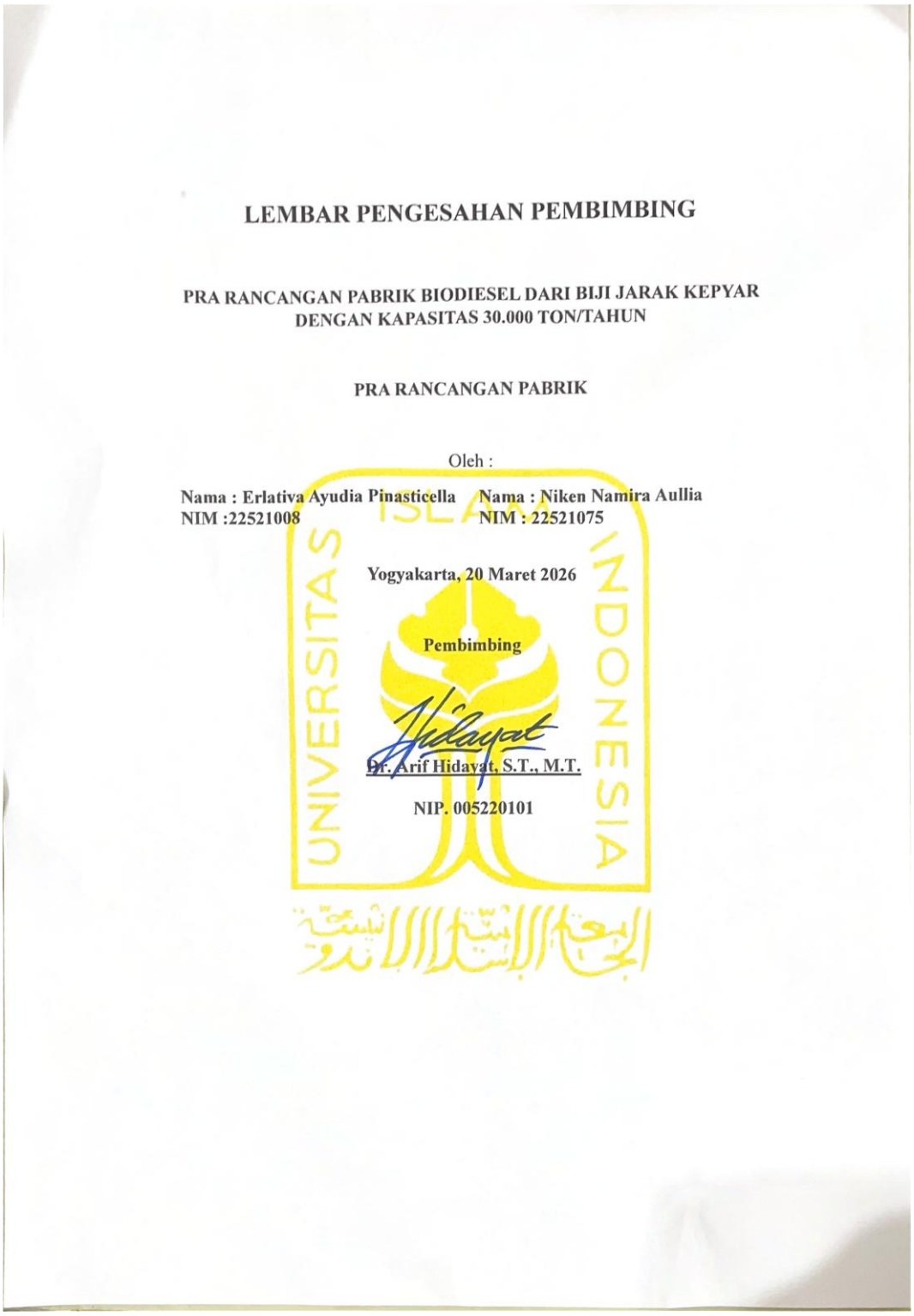
Yogyakarta, 20 Maret 2026

Menyatakan bahwa seluruh hasil Prarancangan Pabrik ini adalag hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan kensekuensi apapun.

Erlativa Ayudia Pinasticella

Niken Namira Aullia

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING



LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI BIJI JARAK KEPYAR
DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Erlativa Ayudia Pinasticella
NIM :22521008

Nama : Niken Namira Aullia
NIM : 22521075

Yogyakarta, 20 Maret 2026

Pembimbing

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.

NIP. 005220101

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI BIJI JARAK KEPYAR DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Erlativa Ayudia Pinasticella
NIM : 22521008

Nama : Niken Namira Aullia
NIM : 22521075

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, 24 April 2026

Tim penguji

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.

Ketua

Muflih Arisa Adnan, S.T., M.Sc., Ph.D.

Anggota I

Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng.

Anggota II

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Prof. SHOLEH MA'MUN, S.T., M.T., Ph. D.

NIP. 99520045

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat dan salam juga tidak lupa kami hanturkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW. Berkat segala nikmat tersebut, kami dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "Prarancangan Pabrik Biodiesel dari Biji Jarak Kepyar dengan Kapasitas 30.000 Ton/Tahun" ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menerima banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya selama proses penyusunan Tugas Akhir.
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan baik berupa materi, semangat, dan doa yang tiada henti diberikan kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Akhir ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU, ASEAN.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

4. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Prof. Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. selaku dosen Pembimbing yang dengan sabar telah membimbing dan mendukung kami, selalu memberikan semangat, arahan, dan motivasi kepada kami selama penyusunan Laporan Tugas Akhir.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Seluruh teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Angkatan 2022 yang telah mendukung,berbagi ilmu, dan membantu kelancaran Tugas Akhir ini, semangat teman-teman, perjuangan kita masih panjang.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan demi kebaikan dan kesempurnaan laporan ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 20 Maret 2026

Penyusun

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, saya mengucapkan terima kasih atas segala rahmat, kemudahan, dan kekuatan yang telah diberikan sehingga saya mampu melewati kelelahan dan berbagai tantangan hingga akhirnya dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarancangan Pabrik ini. Pencapaian ini tidak hanya menjadi penutup perjalanan saya selama menempuh studi sarjana Teknik Kimia, tetapi juga menjadi awal Langkah baru dalam memasuki fase kehidupan berikutnya.

Perjalanan hingga titik ini tentu tidak saya lalui seorang diri. Dukungan, doa, serta energi positif dari orang-orang luar biasa di sekitar saya telah menjadi sumber semangat dalam setiap proses yang saya jalani. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada mereka yang telah memberikan arti besar dalam perjalanan saya, yang saya tuangkan secara khusus dalam lembar persembahan ini.

1. Kepada kedua orang tua saya, sebagai rasa terima kasih yang mendalam, kalia telah memberikan kasih sayang dan cinta yang selalu hidup. Terimakasih banyak. Terimakasih atas segala dukungan yang telah diberikan dalam setiap proses yang saya jalani. Terimaksih atas kasih yang sayang yang tulus, cinta yang tiada terhingga, dukungan material, doa, pengorbanan, perlindungan, tuntunan, semangat, serta pengajaran yang

terus ditanamkan sejak kecil. Alhamdulillah, semua itu telah mengantarkan saya sampai pada titik ini.

2. Kepada kakak dan adik saya, terima kasih atas dukungan, semangat dan inspirasi selama masa perkuliahan. Semoga segala doa dan kebaikan yang diberikan akan menjadi hal yang baik pula bagi kalian. Terima kasih banyak
3. Kepada bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan, arahan, bantuan, serta motivasi yang telah diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas kesabaran dan dedikasi Bapak dalam membimbing serta mendampingi saya dari awal hingga akhir.
4. Kepada Niken Namira Aullia, selaku partner dalam Kerja Praktik, Penelitian, dan Tugas Akhir, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala kebersamaan yang telah kita lalui. Perjalanan ini tentu tidak mudah, namun saya sangat bersyukur karena selalu memberikan dukungan, semangat, dan kerja sama yang luar biasa. Terima kasih atas kesabaran, kebaikan, serta semua bantuan yang telah diberikan selama ini. Terimakasih juga telah menjadi teman berbagi dalam suka dan duka, serta saling menguatkan dalam menghadapi berbagai tantangan hingga kita dapat menyelesaikan perjalanan ini Bersama. Semoga ke depan kita dapat meraih kesuksesan yang lebih besar dan melanjutkan Langkah sesuai dengan harapan yang kita impikan.

5. Kepada teman seperjuangan saya (Wadonngalur) semoga kita senantiasa diberikan kekuatan dan tetap solid dalam menghadapi berbagai tantangan di perantauan. Kebersamaan yang telah kita bangun membuktikan bahwa jarak bukanlah penghalang untuk tetap saling mendukung. Terimakasih telah menjadi bagian yang berarti dalam perjalanan hidup saya selama berada jauh dari rumah.
6. Kepada teman-teman terdekat saya yang sudah menemani saya disaat suka dan duka di perkuliahan ini (Slayer Hitam) saya ucapkan terimakasih atas perhatian yang sudah diberikan kepada saya. Semoga kita semua dapat mencapai kesuksesan dan meraih impian kita masing-masing.
7. Kepada diri saya sendiri Erlativa Ayudia Pinasticella. Terima kasih telah bertahan hingga sejauh ini. Terima kasih telah berjuang dan terus berusaha hingga mencapai titik ini. Terima kasih sudah tidak menyerah, bahkan Ketika rasanya ingin berhenti. Tugas Akhir ini adalah bukti saya mampu dan bahwa segala perjuangan selama ini tidak menjadi sia-sia. Semoga kebahagiaan selalu menyertai di mana pun berada, terimakasih telah memilih untuk merayakan diri sendiri baik dalam kelebihan maupun kekurangan.
8. Dan terakhir, kepada teman-teman saya yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih banyak untuk semuanya.

Erlativa Ayudia Pinasticella

Teknik Kimia 2022

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin.

Dengan rasa syukur, saya mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dalam melewati berbagai tantangan selama mengerjakan Tugas Akhir ini, sehingga Tugas Akhir Prarancangan Pabrik dapat diselesaikan dengan baik. Selesainya Tugas Akhir ini menjadi tanda berakhirnya perjuangan saya selama masa perkuliahan sekaligus menjadi lembaran baru untuk memasuki fase kehidupan selanjutnya.

Perjalanan hingga tahap ini tentunya tidak saya lalui seorang diri. Dukungan, doa, serta motivasi dari berbagai pihak telah memberikan semangat dan kekuatan dalam setiap proses yang dijalani. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada pihak-pihak yang telah memberikan kontribusi, bantuan, serta arti yang besar dalam perjalanan akademik saya, yang secara khusus dituangkan dalam lembar persembahan ini.

1. Kepada kedua orang tua saya, yang selalu menjadi tempat pulang paling hangat dalam setiap keadaan. Terima kasih atas doa yang tidak pernah terputus, kasih sayang yang tidak pernah berkurang, serta pengorbanan yang tidak terhitung nilainya. Setiap langkah yang ditempuh hingga titik ini tidak lepas dari rida dan harapan yang senantiasa dipanjatkan. Semoga pencapaian ini menjadi kebahagiaan kecil sebagai wujud rasa terima kasih dan bakti saya.

2. Kepada kakak dan adik saya, yang telah memberikan semangat, dukungan, serta doa yang tulus. Terima kasih atas kebersamaan yang menjadi pengingat bahwa saya tidak berjalan sendiri. Kehadiran kalian menjadi bagian penting yang membuat perjalanan ini terasa lebih ringan.
3. Kepada Bapak Arif Hidayat, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan, arahan, bantuan, serta motivasi yang telah diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas kesabaran dan dedikasi Bapak dalam membimbing serta mendampingi saya dari awal hingga akhir.
4. Kepada Erlativa Ayudia Pinasticella selaku partner Kerja Praktik, Penelitian, dan Tugas Akhir. Perjalanan yang dilalui bersama tidaklah mudah. Saya mengucapkan terima kasih atas kesabaran, kebaikan, serta kerja sama yang telah diberikan. Kolaborasi, dukungan, dan semangat yang terjalin menjadi pengalaman berharga. Semoga perjalanan ini menjadi awal dari kesuksesan yang lebih besar di masa depan.
5. Kepada teman saya (Agak Laen) yang telah menemani dari awal perkuliahan hingga akhir masa studi. Terima kasih atas tawa, canda, serta kebersamaan yang telah diberikan. Terima kasih telah menjadi teman dalam melewati masa sulit selama perkuliahan dan menjadi bagian dari perjalanan hidup saya selama di perantauan.
6. Kepada teman seperjuangan saya (Wadon Ngalur). Semoga kebersamaan dan kekompakan yang telah terjalin dapat terus terjaga dalam menghadapi

berbagai tantangan. Terima kasih telah menjadi bagian penting dari perjalanan hidup saya di perantauan.

7. Kepada teman-teman terdekat saya selama masa perkuliahan (Slayer Hitam 23), terima kasih atas kebersamaan yang telah dilalui, baik dalam suka maupun duka. Terima kasih atas dukungan dan kenangan yang telah tercipta selama masa perkuliahan.
8. Kepada teman-teman yang berasal dari daerah asal saya (aadfimnpzz), terima kasih atas kebersamaan di awal masa perantauan, sebagai teman berbagi cerita, serta sebagai penguat ketika saya merindukan rumah.
9. Kepada diri saya sendiri, Niken Namira Aullia. Terima kasih telah mampu bertahan hingga sejauh ini. Terima kasih atas usaha, perjuangan, serta keteguhan untuk terus melangkah meskipun dihadapkan pada berbagai kesulitan. Walaupun sering merasa lelah dan hampir menyerah, saya tetap berusaha menyelesaikan apa yang telah dimulai dengan sebaik-baiknya. Semoga kebahagiaan selalu menyertai setiap langkah ke depan.
10. Kepada seluruh teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu per satu, saya mengucapkan terima kasih atas doa, dukungan, dan kebersamaan yang telah diberikan.

Niken Namira Aullia

Teknik Kimia 2022

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING i
KATA PENGANTAR ii
LEMBAR PERSEMBAHAN v
LEMBAR PERSEMBAHAN viii
DAFTAR ISI i
DAFTAR TABEL i
DAFTAR GAMBAR iv
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN i
ABSTRAK iii
ABSTRACT iv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Penentuan Kapasitas 2
1.2.1 Kebutuhan Biodiesel dalam Negeri 3
1.2.2 Ekspor Biodiesel di Indonesia 7
1.2.3 Konsumsi Biodiesel di Indonesia 8
1.2.4 Jumlah Ketersediaan Bahan Baku 11
1.3 Tinjauan Pustaka 13
1.3.1 Biji Jarak Kepyar 13
1.3.2 Biodiesel 14
1.4 Pemilihan Proses 16
1.5 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika 18
1.5.1 Tinjauan Kinetika 18
1.5.2 Tinjauan Termodinamika 19
BAB II PERANCANGAN PRODUK 21
2.1 Spesifikasi Produk 21
2.1.1 Biodiesel 21
2.1.2 Gliserol 21
2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung 22
2.2.1 Biji Jarak Kepyar 22
2.3 Pengendalian Kualitas 24

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku 24
2.3.2 Pengendalian Kualitas Produk 25
2.3.3 Pengendalian Proses 26
BAB III PERANCANGAN PROSES 28
3.1 Diagram Alir Proses dan Material 28
3.1.1 Diagram Alir Kualitatif 28
3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif 29
3.2 Uraian Proses 30
3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku 31
3.2.2 Proses Pembuatan Produk 32
3.2.3 Tahap Pemurnian dan Pemisahan 32
3.3 Spesifikasi Alat 33
3.3.1 Spesifikasi Alat Proses 33
3.3.2 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan Baku dan Produk 39
3.3.3 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan 42
3.3.4 Spesifikasi Alat Penukar Panas 48
3.4 Neraca Massa 54
3.4.1 Neraca Massa Screw Press (SP-01) 54
3.4.7 Neraca Massa Total 57
3.5 Neraca Panas 58
3.5.1 Neraca Panas Degummer (DG-01) 58
3.5.2 Neraca Panas Reaktor (R-01) 58
3.5.3 Neraca Panas Decanter (DC-01) 59
3.5.4 Neraca Panas Netralizer (N-01) 60
BAB IV 62
PERANCANGAN PABRIK 62
4.1 Lokasi Pabrik 62
4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*) 67
4.3 Prinsip-prinsip perancangan tata letak pabrik 68
4.4 Tata Letak Mesin/Alat Proses (*Mechines Layout*) 72
4.5 Organisasi Perusahaan 75
4.4.1 Bentuk Perusahaan 75
4.4.2 Struktur Organisasi 77
4.4.3 Tugas dan Wewenang 79

4.4.4 Pengaturan Jam Kerja 91
4.4.5 Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji 94
4.4.6 Fasilitas dan Hak Karyawan 97
BAB V UTILITAS 101
5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air 103
5.1.1 Unit Penyediaan Air 103
5.1.2 Unit Pengolahan Air 106
5.2 Unit Pembangkit Steam 110
5.3 Unit Pembangkit Listrik 111
5.4 Unit Penyedia Udara Tekan 115
5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar 116
5.6 Unit Pengolahan Limbah 116
5.6.1 Limbah Padat 116
5.6.2 Limbah Cair 117
5.7 Spesifikasi Alat Utilitas 117
5.7.1 Pompa 117
5.7.2 Tangki 119
5.7.3 Bak 123
5.7.4 Clarifier 123
5.7.5 Cooling 124
5.7.6 Sand Filter 126
BAB VI 127
EVALUASI EKONOMI 127
6.1 Penaksiran Harga Alat 128
6.2 Dasar Perhitungan 136
6.3 Komponen Biaya 137
6.3.1 Modal (*Capital Investment*) 137
6.3.2 Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*) 139
6.3.3 Pengeluaran Umum (*General Expenses*) 141
6.3.4 Analisa Keuntungan 142
6.3.5 Analisa Kelayakan 142
6.3.6 Analisa Resiko Pabrik 147
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN 149
7.1 Kesimpulan 149

7.2 Saran 150
DAFTAR PUSTAKA 151
LAMPIRAN A 152
LAMPIRAN B 171
LAMPIRAN C 172

DAFTAR TABEL

TABEL 1.1 DATA PRODUKSI BIODIESEL DI INDONESIA 5
TABEL 1.2 DATA PRODUKSI BIODIESEL DI INDONESIA 7
TABEL 1.3 KONSUMSI BIODIESEL DI INDONESIA 9
TABEL 1.4 PERBANDINGAN ESTERIFIKASI DAN TRANSESTERIFIKASI 17
TABEL 1.5 NILAI ΔHF SETIAP SENYAWA 20
TABEL 2.1 SPESIFIKASI BIODIESEL 21
TABEL 2.2 SPESIFIKASI GLISEROL 21
TABEL 2.3 SPESIFIKASI BIJI JARAK KEPYAR 22
TABEL 2.4 SPESIFIKASI METHANOL 22
TABEL 2.5 SPESIFIKASI ASAM KLORIDA 23
TABEL 2.6 SPESIFIKASI NATRIUM HIDORKSIDA 23
TABEL 3.1 SPESIFIKASI ALAT SCREW PRESS 33
TABEL 3.2 SPESIFIKASI ALAT DEGUMMER 34
TABEL 3.3 SPESIFIKASI ALAT REAKTOR 34
TABEL 3.4 SPESIFIKASI ALAT DECANTER 35
TABEL 3.5 SPESIFIKASI ALAT NETRALIZER 36
TABEL 3.6 SPESIFIKASI ALAT MENARA DISTILASI 36
TABEL 3.7 SPESIFIKASI ALAT KONDENSOR 37
TABEL 3.8 SPESIFIKASI ALAT REBOILER 37
TABEL 3.9 SPESIFIKASI ALAT AKUMULATOR 38
TABEL 3.10 SPESIFIKASI ALAT TANGKI NAOH 39
TABEL 3.11 SPESIFIKASI ALAT TANGKI METANOL 39
TABEL 3.12 SPESIFIKASI ALAT TANGKI H_3PO_4 40
TABEL 3.13 SPESIFIKASI ALAT TANGKI BJK 40
TABEL 3.14 SPESIFIKASI ALAT TANGKI HCL 41
TABEL 3.15 SPESIFIKASI ALAT TANGKI BIODIESEL 41
TABEL 3.16 SPESIFIKASI ALAT SCREW CONVEYOR 1 42
TABEL 3.17 SPESIFIKASI ALAT SCREW CONVEYOR 2 42
TABEL 3.18 SPESIFIKASI ALAT POMPA 1 43
TABEL 3.19 SPESIFIKASI ALAT POMPA 2 43
TABEL 3.20 SPESIFIKASI ALAT POMPA 3 44
TABEL 3.21 SPESIFIKASI ALAT POMPA 4 44
TABEL 3.22 SPESIFIKASI ALAT POMPA 5 45
TABEL 3.23 SPESIFIKASI ALAT POMPA 6 45
TABEL 3.24 SPESIFIKASI ALAT POMPA 7 46
TABEL 3.25 SPESIFIKASI ALAT POMPA 8 46
TABEL 3.26 SPESIFIKASI ALAT POMPA 9 47
TABEL 3.27 SPESIFIKASI ALAT POMPA 10 47
TABEL 3.28 SPESIFIKASI ALAT POMPA 11 48
TABEL 3.29 SPESIFIKASI ALAT HEATER 1 48
TABEL 3.30 SPESIFIKASI ALAT HEATER 2 49
TABEL 3.31 SPESIFIKASI ALAT HEATER 3 49
TABEL 3.32 SPESIFIKASI ALAT HEATER 4 50
TABEL 3.33 SPESIFIKASI ALAT HEATER 5 51
TABEL 3.34 SPESIFIKASI ALAT HEATER 6 51
TABEL 3.35 SPESIFIKASI ALAT COOLER 1 52

TABEL 3.36 SPESIFIKASI ALAT COOLER 2 53
TABEL 3.37 SPESIFIKASI ALAT COOLER 3 53
TABEL 3.38 NERACA MASSA SCREW PRESS 54
TABEL 3.39 NERACA MASSA DEGUMMER 54
TABEL 3.40 NERACA MASSA REAKTOR 55
TABEL 3.41 NERACA MASSA DECANTER 55
TABEL 3.42 NERACA MASSA NETRALIZER 56
TABEL 3.43 NERACA MASSA MENARA DISTILASI 56
TABEL 3.44 NERACA MASSA TOTAL 57
TABEL 3.45 NERACA PANAS DEGUMMER 58
TABEL 3.46 NERACA PANAS REAKTOR 58
TABEL 3.47 NERACA PANAS DECANTER 59
TABEL 3.48 NERACA PANAS NETRALIZER 60
TABEL 3.49 NERACA PANAS MENARA DISTILASI 61
TABEL 4.1 PERINCIAN LUAS BANGUNAN PABRIK BIODIESEL 70
TABEL 4.2 JADWAL JAM KERJA KARYAWAN NON SHIFT 92
TABEL 4.3 JADWAL JAM KERJA KARYAWAN SHIFT 92
TABEL 4.4 JADWAL KERJA SETIAP KELOMPOK 93
TABEL 4.5 JADWAL KERJA SETIAP KELOMPOK (LANJUTAN) 94
TABEL 4.6 GAJI KARYAWAN 94
TABEL 5.1 KEBUTUHAN AIR PENDINGIN 104
TABEL 5.2 KEBUTUHAN AIR PEMANAS 105
TABEL 5.3 KEBUTUHAN LISTRIK ALAT PROSES 112
TABEL 5.4 KEBUTUHAN LISTRIK UNIT UTILITAS 112
TABEL 5.5 KEBUTUHAN LISTRIK PERKANTORAN 115
TABEL 5.6 SPESIFIKASI ALAT UTILITAS POMPA 117
TABEL 5.7 SPESIFIKASI ALAT UTILITAS POMPA (LANJUTAN) 118
TABEL 5.8 SPESIFIKASI ALAT UNIT UTILITAS TANGKI 119
TABEL 5.9 SPESIFIKASI ALAT UNIT UTILITAS TANGKI (LANJUTAN) 120
TABEL 5.10 SPESIFIKASI ALAT UNIT UTILITAS TANGKI (LANJUTAN) 121
TABEL 5.11 SPESIFIKASI ALAT UNIT UTILITAS TANGKI (LANJUTAN) 122
TABEL 5.12 SPESIFIKASI ALAT UNIT UTILITAS BAK 123
TABEL 5.13 SPESIFIKASI ALAT UNIT UTILITAS CLARIFIER 123
TABEL 5.14 SPESIFIKASI ALAT UNIT UTILITAS COOLING TOWER 124
TABEL 5.15 SPESIFIKASI ALAT UNIT UTILITAS BLOWER COOLING TOWER 125
TABEL 5.16 SPESIFIKASI ALAT UNIT UTILITAS SAND FILTER 126
TABEL 6.1 INDEX HARGA 129
TABEL 6.2 HARGA ALAT PROSES 131
TABEL 6.3 HARGA ALAT UNIT UTILITAS 133
TABEL 6. 4 HARGA BAHAN BAKU 136
TABEL 6.5 PERHITUNGAN PHYSICAL PLANT COST 137
TABEL 6.6 PERHITUNGAN DIRECT PLANT COST 138
TABEL 6.7 PERHITUNGAN FIXED CAPITAL INVESTMENT 138
TABEL 6.8 PERHITUNGAN WORKING CAPITAL INVESTMENT 139
TABEL 6.9 PERHITUNGAN DIRECT MANUFACTURING COST 139
TABEL 6.10 PERHITUNGAN INDIRECT MANUFACTURING COST 140
TABEL 6.11 PERHITUNGAN FIXED MANUFACTURING COST 141
TABEL 6.12 PERHITUNGAN GENERAL EXPENSES 141

TABEL 6.13 PERHITUNGAN TOTAL BIAYA PRODUKSI 141
TABEL 6.14 FIXED COST 144
TABEL 6.15 REGULATED COST 144
TABEL 6.16 VARIABEL COST 145
TABEL 6.17 SALES 146

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1.1 GRAFIK PRODUKSI BIODIESEL SETIAP TAHUN 5
GAMBAR 1.2 GRAFIK EKSPOR BIODIESEL DI INDONESIA 8
GAMBAR 1.3 GRAFIK KONSUMSI BIODIESEL DI INDONESIA 10
GAMBAR 3.1 DIAGRAM ALIR KUALITATIF 28
GAMBAR 3.2 DIAGRAM ALIR KUANTITATIF 29
GAMBAR 4.1 LOKASI PABRIK BIODIESEL 63
GAMBAR 4.2 LAYOUT ALAT PROSES 75
GAMBAR 4.3 STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN PABRIK BIODIESEL 79
GAMBAR 5.1 DIAGRAM ALIR UTILITAS 102
GAMBAR 6. 1 GRAFIK INDEX HARGA 131
GAMBAR 6.2 GRAFIK PERBANDINGAN HARGA BIODIESEL VS KEUNTUNGAN 146
GAMBAR 6.3 PERBANDINGAN HARGA BIJI JARAK VS HARGA BIOSOLAR 147

DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

T	:	*Temperature*, ˚C
D	:	Diameter, m
H	:	Tinggi, m
P	:	Tekanan, psia
μ	:	Viskositas, cP
ρ	:	Densitas, kg/m^3
Q	:	Kebutuhan Kalor, kJ/Jam
A	:	Luas Penampang, m^2
V	:	Volume, m^3
t	:	Waktu, jam
M	:	Massa, Kg
Fv	:	Laju Volumetrik, m^3
R	:	Jari- jari, in
P	:	*Power motor*, Hp
ts	:	Tebal *shell*, in
ΔP	:	*Presure drop*, psia
ID	:	*Inside* diameter, in
OD	:	*Outside* diameter, in
Th	:	Tebal *head*, in

Re	:	Bilangan Reynold
f	:	*Allowable stress*, psia
icr	:	Jari-jari sudut dalam, in
L	:	Lebar pengaduk, m
N	:	Kecepatan putaran, rpm
UD	:	Koefisien perpindahan panas *overall* HE, Btu/jam ft^2 ^oF
UC	:	Koefisien perpindahan panas menyeluruh pada awal HE dipakai, Btu/jam ft^2 ^oF
P	:	Panjang, m
l	:	Lebar, m
x	:	Konversi, %
E	:	Efisiensi sambungan
K	:	Konduktivitas termal, Btu/jam ft^2 ^oF
k	:	Konstanta kinetika reaksi
R	:	Tatapan konstan gas
Fv	:	Laju alir, m^3/jam
Sg	:	*Specific gravity*
LMTD	:	*Long Mean Temperature Different*, ^oF

ABSTRAK

Biodiesel merupakan salah satu energi alternatif yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui sebagai pengganti bahan bakar fosil. Salah satu bahan baku yang potensial untuk produksi biodiesel adalah biji jarak kepyar karena memiliki kandungan minyak yang cukup tinggi. Tugas akhir ini membahas prarancangan pabrik biodiesel kapasitas 30.000 ton/tahun menggunakan bahan baku biji jarak kepyar sebanyak 53.571 ton/tahun melalui proses transesterifikasi. Proses produksi biodiesel pada pabrik ini meliputi tahap ekstraksi minyak dari biji jarak kepyar (BJK), dilanjutkan dengan reaksi transesterifikasi serta tahap pemisahan dan pemurnian produk. Reaksi transesterifikasi berlangsung menggunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada kondisi operasi suhu 60°C dan tekanan 1 atm. Produk utama yang dihasilkan adalah metil ester (biodiesel), sedangkan produk samping berupa gliserol. Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi, pabrik ini tergolong rendah risiko dan layak secara finansial. Analisis kelayakan menunjukkan nilai *Return on Investment* (ROI) sebesar 59,72% sebelum pajak dan 44,79% setelah pajak. *Pay Out Time* (POT) tercatat selama 1,5 tahun sebelum pajak dan 1,9 tahun setelah pajak. Nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 51,74% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 42,85%, sementara nilai *Discounted Cash Floe Rate* (DCFR) mencapai 19,24%.

Kata kunci : Biodiesel, Biji Jarak Kepyar, Transesterifikasi, Evaluasi Ekonomi

ABSTRACT

Biodiesel is an environmentally friendly and renewable alternative energy source as a substitute for fossil fuels. One of the potential raw materials for biodiesel production is castor bean seeds because they have a high oil content. This final project discusses the preliminary design of a biodiesel plant with a capacity of 30,000 tons/year using 53,571 tons/year of castor bean seeds as raw material through a transesterification process. The biodiesel production process in this plant includes the oil extraction stage from castor bean seeds, followed by a transesterification reaction and product separation and purification stages. The transesterification reaction takes place using a Stirred Tank Flow Reactor (RATB) at an operating temperature of 60°C and a pressure of 1 atm. The main product produced is methyl ester (biodiesel), while the by-product is glycerol. Based on the results of the economic evaluation, this plant is classified as low risk and financially feasible. The feasibility analysis shows a Return on Investment (ROI) of 59.72% before tax and 44.79% after tax. The payout period (POT) was recorded at 1.5 years before tax and 1.9 years after tax. The break-even point (BEP) was 51.74% and the shut-down point (SDP) was 42.85%, while the discounted cash flow rate (DCFR) was 19.24%.

***Keywords** : Biodiesel, Castor Bean Seeds, Transesterification, Economic Evaluation*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang mempunyai berbagai macam sumber energi, salah satunya yaitu minyak bumi. Kebutuhan minyak bumi dalam negeri semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pembangunan dalam negeri. Akan tetapi, minyak bumi merupakan bahan bakar fosil yang jumlahnya terbatas dan dibutuhkan waktu ribuan tahun untuk memperbaharuinya sedangkan kebutuhan akan bahan bakar minyak saat ini sangat tinggi. Disisi lain bahan bakar fosil memberikan efek buruk bagi lingkungan yaitu berupa gas buang yang dapat mencemari lingkungan. Oleh sebab itu, perlu dikembangkan bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui (*renewable*) dan ramah lingkungan (Husna, Azhari, Hakim, & Ginting, 2021).

Energi alternatif yang dapat dikembangkan yaitu biodiesel. Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran mono-alkil ester dari asam lemak, yang digunakan sebagai pengganti solar. Biodiesel berpotensi untuk menggantikan bahan bakar fosil yang semakin menipis ketersediannya. Keuntungan dari biodiesel yaitu selain bahan bakunya yang *renewable,* biodiesel juga lebih ramah lingkungan karena tidak berkonstribusi dalam peningkatan CO yang banyak seperti solar (Husna, Azhari, Hakim, & Ginting, 2021).

Biodiesel berasal dari minyak nabati yang dapat diperbaharui dan dihasilkan secara periodik, serta mudah diperoleh seperti tumbuhan jarak kepyar

yang banyak ditemukan dipinggir jalan dan tidak banyak dimanfaatkan. Biodiesel diproduksi melalui proses transesterifikasi, yaitu reaksi antara trigliserida dari minyak nabati dengan alkohol dan mengubahnya menjadi metil ester/biodiesel. Proses ini dilakukan untuk menurunkan kadar FFA dalam minyak karna FFA yang tinggi dapat menaikkan viskositas sehingga minyak dengan viskositas yang tinggi dapat merusak mesin diesel (Vashist, 2011).

Penggunaan biodiesel tidak perlu modifikasi mesin, hal ini dikarenakan biodiesel mempunyai efek pembersihan terhadap tangki bahan bakar, *injector* dan slang, tidak menambah efek rumah kaca karena karbon yang dihasilkan masih dalam siklus karbon.energi yang dihasilkan hamper sama dengan petroleum diesel. *Cetane number* biodiesel lebih tinggi dibandingkan petroleum diesel sehingga menghasilkan suara mesin yang halus. Tingkat *biodegradable* biodiesel sama dengan glukosa dan pencampuran biodiesel dengan petroleum diesel dapat meningkatkan *biodegradability* petroleum diesel sampai 50%. Biodiesel lebih aman dan tingkat toksisitasnya 10 kalo lebih rendah dibandingkan dengan garam dapur (Nasution, 2007).

1.2 Penentuan Kapasitas

Penentuan kapasitas produksi biodiesel perlu memperhatikan beberapa hal. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan kapasitas pabrik yaitu konsumsi, produksi, dan jumlah dari ketersediaan bahan baku.

Bahan baku yang digunakan dalam proses pra rancangan pabrik ini yaitu minyak jarak kepyar (*castor oil*) yang menjadi pertimbangan untuk penentuan kapasitas pabrik.

1.2.1 Kebutuhan Biodiesel dalam Negeri

Biodiesel adalah bagian dari biofuel atau bahan bakar hayati. *International Energy Agency* (IEA) mendefinisikan biofuel sebagai bahan bakar cair yang berasal dari biomassa, dan digunakan sebagai alternatif terhadap bahan bakar cair berbasis fosil seperti bensin, solar, diesel, dan avturbahan bakar penerbangan. Biodiesel diperoleh dari proses kimia yang disebut trasesterifikasi, yaknik mengubah bahan baku berupa minyak nabati, lemak hewani, minyak goreng bekas, dan lipid mikroba atau minyak sel tunggal menjadi produk bahan bakar (Millia, 2025).

Pada awal pengembangan, produksi biodiesel baru mencapai 190 ribu kL pada tahun 2009 (B-2,5) dan kemudian meningkat secara bertahap seiring dengan peningkatan blending rate (B-10) pada tahun 2014 yakni dengan volume produksi sebesar 3,96 juta kL. Volume produksi biodiesel mengalami penurunan hamper 50% menjadi 1,65 juta kL pada tahun 2015. Hal ini disebabkan harga biodiesel saat itu lebih tinggi dibandingkan minyak diesel (solar). Selain itu, subsidi BBN (biodiesel) yang dijadwalkan diberikan hingga tahun 2015, harus dicabut sebagai implikasi dari besarnya defisit perdagangan Indonesia. Kondisi ini menjadi dilema bagi kelanjutan industri biodiesel Indonesia, sehingga ditetapkan peraturan tentang penghimpunan dan Penggunaan Dana Perkebunan Kelapa Sawit menjadi titik terang untuk melanjutkan program mandatori biodiesel di Indonesia. Insentif biodiesel tersebut berhasil mengingkatkan *bleeding rate* dan produksi biodiesel Indonesia yakni 3,66 juta kL (B-20) pada sector PSO) meningkat menjadi

6,17 juta kL. Volume produksi biodiesel juga terus meningkat pada implementasi mandatori B-30 (Prodeo L. M., 2024).

Untuk target pemanfaatan biodiesel domestic tahun 2024 yang tercatat sebesar 11,3 juta kL, sedangkan dari sisi kebutuhan pencampuran biodiesel ke dalam minyak solar, maka alokasi volume Bahan Bakar Nabati jenis biodiesel yang ditetapkan di tahun 2024 adalah sebesar 13,4 juta kL. Sehingga tampak perbedaan penentuan target yang didasarkan pada kebutuhan pencampuran biodiesel ke dalam minyak solar (ESDM, 2024).

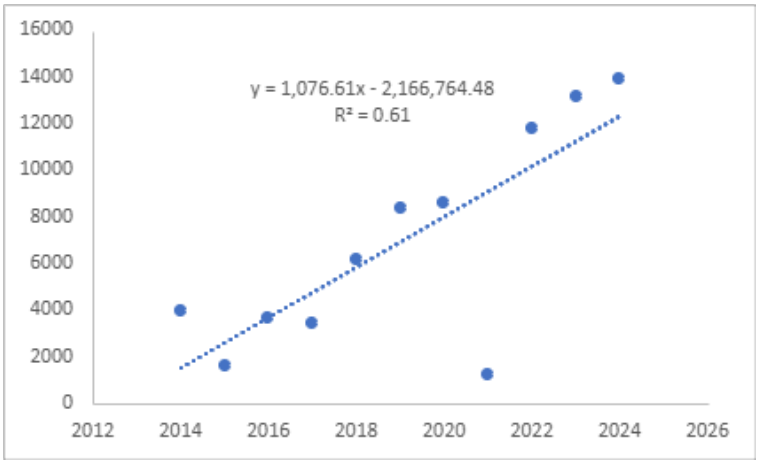
Pada tahun 2021, penggunaan biofuel domestik mencapai 9,29 juta kL, tahun 2022 sebesar 10,45 juta kL, tahun 2023 meningkat signifikan, yaitu sebesar 12,29 juta kL, sedangkan realisasi penyaluran biodiesel domestik tahun 2024 sebesar 13,16 juta kL (ESDM, 2024).

Tabel 1.1 Produksi Biodisel Setiap Tahun

Tahun	**Produksi Biodiesel (kL)**
2014	3961
2015	1653
2016	3656
2017	3416
2018	6168
2019	8399
2020	8594
2021	1258
2022	11816
2023	13151
2024	13930

(Aprobi, 2024)

Berikut merupakan grafik produksi biodiesel di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Grafik Produksi Biodiesel Setiap Tahun

Perkiraan produksi biodiesel pada tahun 2030 saat pembangunan pabrik biodiesel pabrik dapat dihitung menggunakan persamaan y = 1.076,61x - 2.166.764,48 dimana x merupakan sebagai tahun dan y sebagai jumlah Produksi biodiesel. Dengan menggunakan persamaan diatas, maka perkiraan produksi biodiesel pada tahun 2030 adalah sebagai berikut :

Y = 1.076,61x - 2.166.764,48

Y = 1.076,61 (2030) - 2.166.764,48

Y = 18.733,52 kL/tahun

Tabel 1.1 Data Produksi Biodiesel di Indonesia

NAMA PABRIK	KAPASITAS (RIBU TON)
PT Cermelang Energi Perkasa	73.930
PT Wilmar Bioenergi	205.230
PT Pelita Agung Agrindustri	34.380
PT Ciliandra Perkasa	52.470

NAMA PABRIK	KAPASITAS (RIBU TON)
PT Musim Mas	102.880
PT Darmex Biofuels	39.600
PT Energi Baharu Lestari	15.370
PT Wilmar Nabati Indonesia	218.070
PT Bayas Biofuels	113.570
PT LDC Indonesia	70.520
PT Smart Tbk	64.380
PT Tunas Baru Lampung	59.040
PT Multi Nabati Sulawesi	57.110
PT Permata Hijau Palm Oleo	46.810
PT Intibenua Perkasatama	42.680
PT Batara Elok Semesta	27.000

(Prodeo L. , BIODIESEL INDONESIA: PRODUKSI, KONSUMSI DAN EKSPOR, 2024)

Berdasarkan informasi dan kebijakan yang telah disebutkan, permintaan biodiesel di dalam negeri bukan hanya merupakan tanda pertumbuhan kebutuhan energi yang dapat diperbarui, tetapi juga mencerminkan peluang signifikan dalam pengembangan industry biodiesel di tanah air, serta biodiesel yang berasal dari minyak jarak kepyar sebagai sumber bahan baku alternatif ramah lingkungan.

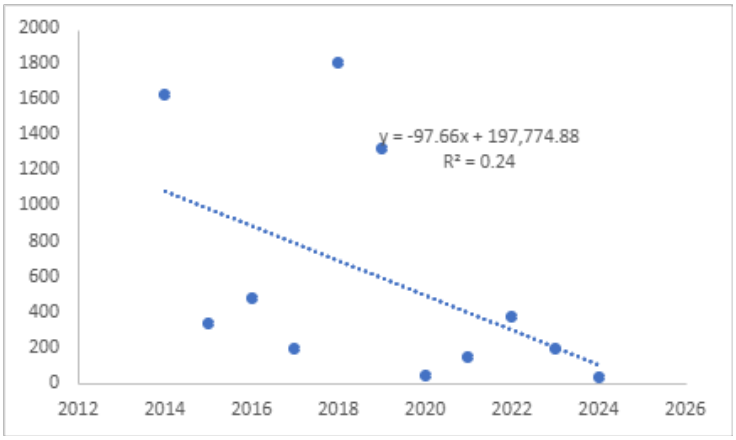
1.2.2 Ekspor Biodiesel di Indonesia

Indonesia mengekspor biodiesel untuk memenuhi kebutuhan negara importir atas produk *renewable energy* yang rendah emisi. Ekspor biodiesel juga menjadi salah satu sumber devisa bagi Indonesia. Volume ekspor biodiesel Indonesia relative berfluktuatif namun trennya masih menunjukkan pertumbuhan positif. Selama periode 2014-2022, volume ekspor biodiesel Indonesia meningkat dari 70 ribu kiloliter menjadi 419 ribu kiloliter.

Tabel 1.2 Data Produksi Biodiesel di Indonesia

Tahun	**Ekspor Biodiesel (kL)**
2014	1629
2015	329
2016	477
2017	187
2018	1803
2019	1319
2020	36
2021	147
2022	371
2023	187
2024	27

(Aprobi, 2024)



Gambar 1.2 Grafik Ekspor Biodiesel di Indonesia

Perkiraan ekspor biodiesel pada tahun 2030 saat pembangunan pabrik biodiesel pabrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan y = -97,66x + 197.774,88 dimana x merupakan sebagai tahun dan y sebagai produksi bidiesel. Dengan menggunakan persamaan diatas, maka perkiraan ekspor bidiesel pada tahun 2030 adalah sebagai berikut :

Y = -97,66x + 197.774,88

Y = -97,66 (2030) + 197.774,88

Y = -474,92 kL/tahun

1.2.3 Konsumsi Biodiesel di Indonesia

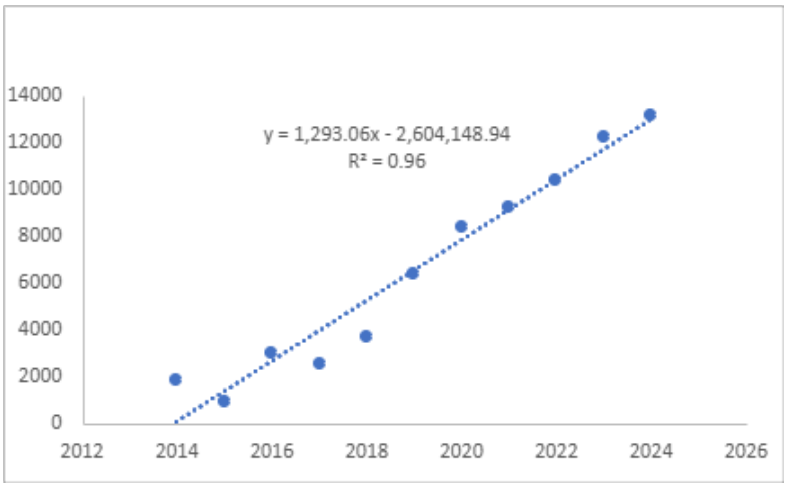
Biodiesel yang dihasilkan perusahaan produsen sebagian besar dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Biodiesel tersebut kemudian didistribusikan kepada pertamina selaku badan usaha bahan bakar minyak.

Pada tahun 2014, konsumsi biodiesel mencapai sekitar 1,84 juta kiloliter. Angka ini menurun menjadi 915 ribu kiloliter pada tahun 2015 dan meningkat menjadi 3 juta kiloliter pada tahun 2016, seiring dengan implementasi program B30 secara nasional. Peningkatan ini berlanjut pada tahun-tahun berikutnya, dengan konsumsi mencapai 13,15 juta kiloliter pada tahun 2024.

Tabel 1.3 Konsumsi Biodiesel di Indonesia

Tahun	**Konsumsi Biodiesel (kL)**
2014	1845
2015	915
2016	3008
2017	2572
2018	3750
2019	6396
2020	8400
2021	9296
2022	10430
2023	12242
2024	13158

(Aprobi, 2024)



Gambar 1.3 Grafik Konsumsi Biodiesel di Indonesia

Perkiraan konsumsi biodiesel pada tahun 2030 saat pembangunan pabrik biodiesel pabrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan y = 1.293,06x – 2.604.148,94 dimana x merupakan sebagai tahun dan y sebagai jumlah konsumsi biodiesel. Dengan menggunakan persamaan diatas, maka perkiraan konsumsi biodiesel pada tahun 2030 adalah sebagai berikut :

Y = 1.293,06x – 2.604.148,94

Y = 1.293,06(2030) – 2.604.148,94

Y = 20.762,86 kL/tahun

Dengan menggunakan rumus *supply* dan *demand* kita dapat menentukan perkiraan kapasitas kotor biodiesel pada tahun 2030 pada saat pabrik ini berdiri:

Kapasitas kotor = Demand – Supply

= (Ekspor + Konsumsi)-(Impor + Produksi)

= (-474,92 + 20/762,86) – (0 + 18.733,52)

= 1.534.120 kL/tahun

Selanjutnya menkonversi kL/tahun ke ton/tahun dengan mengalikan kapasitas kotor biodiesel pada tahun 2030 dengan densitas biodiesel dari minyak jarak kepyar 962 kg/m^3 dan dibagi 1000. Didapatkan kapasitas kotor biodiesel pada tahun 2030 sebesar 295.410,1472 ton/tahun.

1.2.4 Jumlah Ketersediaan Bahan Baku

Tanaman jarak kepyar merupakan tanaman tahunan yang tahan kekeringan. Tanaman ini mampu tumbuh dengan cepat dan kuat di dalahn yang beriklim panas, tandus, dan berbatu. Wilayah yang cocok sebagai tumbuhnya adalah di dataran rendah hingga ketinggian 3000 mdpl. Tanaman ini dapat memberikan nilai ekonomis karena bijinya menghasilkan minyak sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Penelitian tentang bahan bakar alternatif biodiesel telah banyak dilakukan dengan memakai berbagai macam minyak nabati. Misal Amerika Serikat, menggunakan minyak kedelai sebagai bahan baku, di Eropa menggunakan *rapeseed oil*, dan di negara-negara tropis menggunakan minyak kelapa dan minyak sawit. Jarak kepyar banyak digunakan pada industri kimia seperti pabrik cat, vernis, pelumas, tinta cetak, pabrik kosmetik, parfum, farmasi, bubur kertas, serta sebagai bahan baku industry nilon dan plastik (Osava, 2001).

Dari beberapa penelitian didapatkan bahwa kandungan kimia fisika yang terdapat pada minyak jarak kepyar sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber bahan baku pembuatan biodiesel. Adanya kandungan dari minyak jarak dapat diturunkan dengan metode esterifikasi dan transterifikasi,

selain itu biodiesel juga ramah lingkungan karna biodiesel yang mengandung oksigen yang menyebabkan rendah emisi gas buang seperti CO dan HC biodiesel juga mengandung sulfur yang sedikit dibandingkan dengan bahan bakar diesel (Vashist, 2011).

Jarak kepyar (*Ricinus communis* L.) adalah tanaman sumber minyak nabati dari *Euphorbiaceae* yang dapat tumbuh dan berkembang baik pada lahan kering dan marginal. Saat ini jarak kepyar semakin popular karena tuntutan pemenuhan kebutuhan bahan bakar minyak dan pelaksanaan program pembangunan bersih. Selain sebagai penghasil biodiesel, minyak jarak kepyar (*castor oil*) juga merupakan sumber bahan kimia industri terbarukan dan bermanfaat baik dalam merespon peningkatan kadar CO2 di udara dengan meningkatkan laju pertumbuhan dan hasilnya (Baldwin & Cossar, 2009)**.**

Pabrik biodiesel yang akan didirikan memiliki kapasitas produksi sebesar 30.000 ton/tahun. Untuk menunjang kapasitas tersebut, dibutuhkan bahan baku berupa biji jarak kepyar sebanyak 53.571 ton/tahun. Ketersediaan bahan baku ini direncanakan berasal dari hasil budidaya secara mandiri, sehingga kontinuitas pasokan dapat lebih terjamin, proses panen dilakukan secara berkala sebanyak 3 – 4 kali dalam setahun dengan menyesuaikan dengan siklus produksi tanaman guna memperoleh hasil yang optimal. Adapun bibit yang digunakan untuk menghasilkan biji jarak kepyar diperoleh dari PT Setia Medika Indonesia.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Biji Jarak Kepyar

Biji Jarak Kepyar (BJK) berasal dari tanaman jarak kepyar yang berasal dari suku *Euphorbiaceae* dan memiliki nama latin *Ricinus Communis.* Jarak kepyar ini merupakan tanaman yang dapat tumbuh di daerah yang hangat (daerah tropis atau subtropic). Biji dari tanaman jarak kepyar ini memiliki bentuk yang oval atau bulat dengan ukuran diameter berkisar 0,5 hingga 1,5 cm serta memiliki warna cokelat atau merah kehitaman dan morfologi pada kulit biji jarak berbentuk seperti pembuluh vena pada manusia atau bercak-bercak titik.

Minyak jarak kepyar diperoleh dari biji jarak dengan metode pengempaan atau dengan ekstraksi pelarut. Minyak jarak kepyar (*Castor oil*) merupakan minyak nabati yang prospektif untuk dikembangkan sebagai bahan baku biodiesel karena minyak jarak kepyar merupakan bahan baku non pangan sehingga berpotensi menggantikan minyak kelapa sawit untuk beragam aplikasi non pangan termasuk sebagai bahan baku biodiesel. Namun minyak nabati tersebut memiliki beberapa kelemahan antara lain nilai kalor yang rendah, densitas, dan viskositasnya masih tinggi. Karena viskositas yang tinggi akan menyumbat saluran bahan bakar, mengurangi atomisasi bahan bakar dan meningkatkan penetrasi semprotan bahan bakar yang mengakibatkan deposit mesin yang tinggi serta penebalan minyak pelumas.

1.3.2 Biodiesel

Biodiesel atau *methyl ester* merupakan sumber energi alternatif pengganti solar yang terbuat dari minyak tumbuhan atau lemak hewan, tidak mengandung sulfur dan tidak beraroma. Biodiesel dapat digunakan baik secara alami maupun dicampur dengan petrodiesel tanpa terjadi perubahan pada mesin yang menggunakannya. Penggunaan biodiesel sebagai sumber energi semakin menuntut untuk direalisasikan. Hal ini dikarenakan, selain merupakan solusi menghadapi kelangkaan energi fosil pada masa mendatang, biodiesel memiliki keunggulan komparatif dibandingkan dengan bentuk energi lainnya, yaitu lebih mudah ditransportasikan, memiliki kerapatan energi per volume yang lebih tinggi, memiliki karakter pembakaran relative bersih, biaya produksi rendah, dapat diperbaharui (*renewable*), dapat terurai (*biodegradable*), memiliki sifat pelumasan terhadap piston mesin karena termasuk kelompok minyak tidak mengering (*non-drying oil*), mampu mengurangi emisi karbondioksida dan efek rumah kaca. Biodiesel juga bersifat ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang yang jauh lebih baik dibandingkan diesel/solar, yaitu bebas sulfur, bilangan asap (*smoke number*) rendah, terbakar sempurna (*clean burning*), dan tidak menghasilkan racun (*non toxic*). Secara teknis biodiesel memiliki kinerja yang lebih baik dari pada solar. Solar dicampur biodiesel memberikan angka setana (*cetane number*) yang lebih tinggi hingga 62. Sebagai perbandingan, solar biasa memberikan angka setana 48. Semakin tinggi angka setana maka akan semakin aman emisi gas buangnya.

Biodiesel tidak mengakibatkan pemanasan global sebanyak bahan bakar fosil. Biodiesel ini dapat digunakan langsung tanpa melakukan modifikasi ulang mesin diesel. Mesin diesel yang menggunakan biodiesel menghasilkan emisi karbon monoksida, hidrokarbon yang tidak terbakar, partikulat, dan udara beracun yang lebih rendah dibandingkan dengan mesin diesel yang menggunakan bahan bakar petroleum. Terdapat 5 alasan mengapa biodiesel amatlah penting antara lain:

1. Menyediakan pasar bagi kelebihan produksi minyak tumbuhan dan lemak hewan.
2. Untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.
3. Biodiesel dapat diperbaharui dan siklus karbonnya yang tertutup tidak menyebabkan pemanasan global. Analisa siklus kehidupan memperlihatkan bahwa emisi CO_2 secara keseluruhan berkurang sebesar 78% dibandingkan dengan mesin diesel yang menggunakan bahan bakar petroleum.
4. Emisi yang keluar dari karbon monoksida, hidrokarbon yang tidak terbakar, dan partikulat dari biodiesel lebih rendah dibandingkan bahan bakar petroleum untuk diesel.
5. Bila ditambahkan ke bahan bakar diesel biasa dengan jumlah sekitar 1-2%, biodiesel ini dapat mengubah bahan bakar dengan kemampuan pelumas yang rendah, seperti modern ultra low sulfur diesel fuel, menjadi bahan bakar yang dapat diterima umum.

1.4 Pemilihan Proses

a. Esterifikasi

Esterifikasi merupakan proses pengkonversian asam lemak bebas menjadi metil ester sehingga hasil biodiesel yang didapatkan dapat maksimal. Jenis katalis yang paling umum digunakan dalam proses ini adalah jenis asam-asam kuat seperti H_2SO_4 dan HCl. Keuntungan dari reaksi esterifikasi menggunakan katalis asam homogen yaitu aktivitas dan selektivitasnya yang tinggi tetapi sulit dipisahkan dari campuran reaksi serta kurang stabil pada suhu tinggi.

Reaksi dari esterifikasi adalah :

$$RCOOH + CH_3OH \rightarrow RCOOCH_3 + H_2O$$

Asam lemak bebas Metanol Metil Ester Air

b. Transesterifikasi

Transesterifikasi merupakan metode yang saat ini paling umum digunakan untuk memproduksi biodiesel dari minyak nabati. Pada dasarnya proses transesterifikasi ini bertujuan untuk mengubah (tri, di,mono) gliserida yang mendominasi komposisi minyak jarak kepyar dan berviskositas tinggi menjadi metil ester asam lemak dimana metanol atau etanol menggantikan gliserol. Transesterifikasi adalah tahap konversi dari trigliserida menjadi akil ester, melalui reaksi dengan akohol dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol.

Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester adalah:

$$\underset{\text{Trigliserida}}{RCOOCH_3} + \underset{\text{Metanol}}{3CH_3OH} \rightarrow \underset{\text{Metil ester}}{RCOOCH_3} + \underset{\text{Gliserol}}{C_3H_8O_3}$$

Tabel 1.4 Perbandingan Esterifikasi dan Transesterifikasi

Aspek	**Esterifikasi**	**Transesterifikasi**
Definisi	Reaksi anatara asam karboksilat + alcohol membentuk ester	Reaksi entara ester (trigliserida) + alcohol membentuk ester baru
Bahan baku utama	Asam lemak bebas (FFA) + alkohol	Trigliserida (minyak) + alkohol
Produk samping	Air (H_2O)	Gliserol ($C_3H_8O_3$)
Kondisi reaksi	Lebih lambat, sensitive terhadap air	Lebih cepat, tapi sensitive terhadap FFA tinggi
Katalis	Biasanya asam (H_2SO_4)	Biasanya basa (NaOH,KOH), bisa juga asam

Berdasarkan hasil perbandingan proses esterifikasi dan transesterifikasi, dipilih proses transesterifikasi sebagai metode utama dalam produksi biodiesel dari biji jarak kepyar. Pemilihan ini didasarkan pada karakteristik bahan baku, dimana minyak jarak kepyar memiliki kandungan

trigliserida yang cukup tinggi yaitu sebesar 0,97. Reaksi ini berlangsung antara trigliserida dan methanol menghasilkan metil ester sebagai produk utama serta gliserol sebagai produk samping.

1.5 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika

1.5.1 Tinjauan Kinetika

Reaksi transesterifikasi antara trigliserida yang terkandung dalam lemak hewani ataupun minyak nabati dengan alkohol (CH_3OH) yang merupakan reaksi untuk mendapatkan biodiesel. Pembuatan biodiesel menggunakan minyak nabati dengan mereaksikan asam lemak bebas dengan alkohol. Yang bertindak sebagai pelarut dalam proses ekstraksi yaitu alkohol, dan alkohol berfungsi sebagai *reagent* pada proses transesterifikasi selama proses ekstraksi tersebut berlangsung.. studi kinetika menggambarkan tentang bagaimana reaksi berlangsung secara termodinamika dan dinamis dalam berbagai metode produksi yaitu katalis basa, asam dan enzimatik. Selanjutnya, mencari nilai kintika reaksi dengan menggunakan persamaan dari Arrhenius dengan rumus :

$k = A_e^{-Ea/RT}$

$\ln k = \ln A_e^{-Ea/RT}$

$\ln k = \ln A$ - EaRT

$\ln k = \ln A - \left(\frac{E\alpha}{RT}\right)\left(\frac{1}{T}\right) \gg y = \alpha + bx$

dengan keterangan :

A : Faktor Arrhenius

Ea : Energi Aktivasi

T : *Temprature* (K)

Berdasarkan jurnal dari (Polycarp & Joseph, 2020) didapatkan nilai k pada suhu 60°C atau pada suhu 333,15 yaitu 0,003259 min^{-1}

1.5.2 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika merupakan suatu tinjauan untuk mengetahui sifat reaksi tersebut eksotermis atau endotermis dan untuk mengetahui apakah reaksi tersebut *reversible* atau *irreversible* dengan perhitungan harga entalpi.

Reaksi sebagai berikut:

$$C_{57}H_{104}O_9 + 3CH_3OH \rightarrow C_{19}H_{36}O_3 + C_3H_8O_3$$

Trililicinolein Metanol Methyl Ricinoleate Gliserol

$$C_{57}H_{98}O_6 + 3CH_3OH \rightarrow C_{19}H_{34}O_2 + C_3H_8O_3$$

Trilinolein Metanol Methyl Linoleate Gliserol

$$C_{51}H_{98}O_6 + 3CH_3OH \rightarrow C_{17}H_{34}O_2 + C_3H_8O_3$$

Tripalmitin Metanol Methyl Palmitate Gliserol

Harga ΔHf bernilai negatif dan positif, jika harga ΔHf bernilai negatif maka reaksi tersebut eksotermis yaitu reaksi yang membutuhkan dingin. Jika harga ΔHf bernilai positif maka reaksi tersebut endotermis atau reaksi yang membutuhkan panas.

Tabel 1.5 Nilai ΔHf Setiap Senyawa

Komponen	Harga ΔHf (kJ/kmol)
$C_{57}H_{104}O_9$	-2434,8
$C_{57}H_{98}O_6$	-197440
$C_{51}H_{98}O_6$	-190010
CH_3OH	-4035,4
$C_{19}H_{36}O_3$	-107080
$C_{19}H_{34}O_2$	-99957,8
$C_{17}H_{34}O_2$	-83735
$C_3H_8O_3$	-79695,7
NaOH	-147590
H_2O	-45923,4

Dari data termodinamika tersebut menandakan juga jika reaksi tersebut berjalan secara *irreversible* yang berarti reaksi tersebut berjalan satu arah.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Biodiesel

Tabel 2.1 Spesifikasi Biodiesel

Massa jenis pada 40°C	:	850-890 kg/m^3
Titik nyala (mangkok tertutup)	:	Min. 100°C
Titik kabur	:	Maks. 18°C
Viskositas konematic pada 40°C	:	2,3-6,0 mm^2/s (cSt)
Air dan sedimen	:	Maks. 0,05 % - vol.
Gliserol bebas	:	Maks. 0,02 %-massa
Gliserol total	:	Maks. 0,24%-massa
Belerang	:	Maks. 100 ppm-m (mg/kg)
Fosfat	:	Maks. 10 ppm-m (mg/kg)
Angka setana	:	Min.51
Angka iodium	:	Maks. 115%-massa (g-I_2/100g)
Angka asam	:	Maks. 0,8 mg-KOH/g
Kadar ester alkil	:	Min. 96,5 %-massa
Abu tersulfatkna	:	Maks.0,02%-massa
Korosi lempeng tembaga (3 jam pada suhu 50°C)	:	Maks. No 3
Residu Karbon- dalam contoh asli atau dalam 10% ampas distilasi	:	Maks. 0,05 maks.0,3
Temperatur distilasi 90%	:	Maks. 360
Uji Halphen	:	Negatif
Kemurnian	:	97 %

(SNI-7182, 2015)

2.1.2 Gliserol

Tabel 2.2 Spesifikasi Gliserol

Rumus Kimia	:	$C_3H_8O_3$
Fase	:	Cair
Warna	:	Tidak Berwarna
Berat molekul	:	92,05 g/m^3
Densitas (20°C)	:	1261 kg/m^3
Viskositas (25°C)	:	290,5 Cp

Titik didih, 1 atm	:	290,5°C
Tekanan	:	1 atm
Tekanan Uap (5°C)	:	0,0025 mmHg
Kelarutan	:	Larut dalam air

2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

2.2.1 Biji Jarak Kepyar

Tabel 2.3 Spesifikasi Biji Jarak Kepyar

Sifat Fisis		
Bentuk	:	Bulat lonjong, permukaan halus, mengkilap
Warna	:	Corak cokelat kehitaman
Ukuran	:	Ukuran bervariasi berkisaran 1-2 cm
Struktur	:	Memiliki karunkel pada salah satu ujung biji
Bobot	:	0,3 – 0,7 gram/biji
Sifat Kimia		
Specific Gravity (25°C)	:	0,961
Nilai Yodium	:	40,74
Nilai kalori	:	40,76
Viskositas (40°C) (st/dpas)	:	9,5
Kandungan Minyak	:	56%

(Ishadi)

2.2.2 Methanol

Tabel 2.4 Spesifikasi Methanol

Rumus Kimia	:	CH_3OH
Fase	:	Cair
Warna	:	Tidak Berwarna
Berat molekul	:	32,0,37 g/m^3
Densitas (20°C)	:	791 kg/m^3
Viskositas	:	0,713 Cp
Titik didih, 1 atm	:	64,7 °C
Tekanan	:	1 atm
Tekanan Uap (20°C)	:	12,8 kPa
Kelarutan	:	Larut dalam air
Kemurnian	:	99,85%

(PT KALTIM METHANOL INDUSTRI, 2019)

2.2.3 Asam Klorida

Tabel 2.5 Spesifikasi Asam Klorida

Rumus Kimia	:	HCl
Fase	:	Cair
Warna	:	Bening agak kekuningan
Berat molekul	:	36,46 g/m^3
Densitas (20°C)	:	1178 kg/m^3
Viskositas	:	1,5 Cp
Titik didih, 1 atm	:	110°C
Tekanan	:	90 mmHg
Tekanan Uap (20°C)	:	12 kPa
Melting point	:	-30°C
Kelarutan	:	Larut dalam air
Kemurnian	:	37%

2.2.4 Natrium Hidroksida

Tabel 2.6 Spesifikasi Natrium Hidorksida

Rumus Kimia	:	NaOH
Fase	:	Cair
Warna	:	Tidak bewarna
Berat molekul	:	40 g/m^3
Densitas (20°C)	:	2310 kg/m^3
Viskositas	:	1,8 Cp
Titik didih, 1 atm	:	1390°C
Tekanan	:	1 mmHg pada 739°C
Tekanan Uap (20°C)	:	12,8 kPa
Melting point	:	323°C
Kelarutan	:	Larut dalam air
Kemurnian	:	48 %

2.2.5 Asam Fosfat

Rumus Kimia	:	H_3PO_4
Fase	:	Cair
Warna	:	Tidak bewarna
Berat molekul	:	98 g/mol
Densitas (20°C)	:	1.68 kg/L
Viskositas	:	1,8 Cp

Titik didih, 1 atm	:	158°C
Tekanan	:	1 atm
Melting point	:	42°C
Kelarutan	:	Larut dalam air
Kemurnian	:	75%

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*quality control*) dalam industry pabrik biodiesel merupakan suatu proses sistematis yang bertujuan untuk memastikan bahwa kualitas biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan. Proses ini mencakup serangkaian kegiatan yang dimulai dari pengujian bahan baku, pemantauan selama proses produksi, hingga pengujian produk akhir. Dengan adanya pengendalian kualitas, setiap tahapan produksi dapat dikontrol sehingga proses berlangsung secara optimal dan menghasilkan biodiesel dengan kualitas yang konsisten.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku dilakukan sebelum bahan masuk ke proses produksi. Tujuannya adalah memastikan bahan baku dan bahan pendukung yang digunakan memiliki mutu yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan sehingga tidak mengganggu jalannya proses produksi maupun kualitas produk yang dihasilkan.

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan terhadap beberapa parameter penting seperti kemurnian bahan, kadar air, serta keberadaan kotoran atau zat pengotor. Bahan baku yang memiliki kadar air tinggi atau banyak mengandung impuritas dapat menyebabkan gangguan dalam proses reaksi, seperti

terbentuknya sabun pada reaksi transesterifikasi yang dapat menurunkan rendemen biodiesel.

Selain itu, bahan pendukung seperti alkohol, katalis, dan bahan kimia lainnya juga harus diperiksa konsentrasi dan kemurniannya untuk memastikan reaksi berlangsung secara optimal. Pengujian biasanya dilakukan menggunakan metode analisis kimia seperti titrasi, pengukuran densitas, pengukuran pH, maupun metode analisis laboratorium lainnya. Dengan adanya pengendalian kualitas bahan baku, bahan yang tidak memenuhi spesifikasi dapat dipisahkan atau ditolak sebelum masuk ke proses produksi sehingga kestabilan proses dapat terjaga.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan untuk memastikan biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar mutu bahan bakar biodiesel yang berlaku. Produk biodiesel harus memiliki sifat fisik dan kimia yang sesuai dengan standar agar dapat digunakan secara aman dan efisien sebagai bahan bakar.

Parameter yang umumnya diuji meliputi densitas, viskositas, kadar air, angka asam, kandungan ester, titik nyala, serta kandungan gliserol bebas maupun total. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa biodiesel memiliki performa pembakaran yang baik, tidak menyebabkan korosi pada mesin, serta tidak menimbulkan masalah pada sistem bahan bakar.

Jika hasil pengujian menunjukkan bahwa produk belum memenuhi standar yang ditetapkan, maka produk tersebut dapat dilakukan proses pemurnian atau pengolahan ulang hingga memenuhi spesifikasi yang diinginkan.

Dengan adanya pengendalian kualitas produk, biodiesel yang dihasilkan dapat dijamin kualitasnya sehingga layak dipasarkan dan digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

2.3.3 Pengendalian Proses

Pengendalian proses dilakukan selama proses produksi berlangsung untuk memastikan setiap tahap proses berjalan sesuai dengan kondisi operasi yang telah dirancang. Pengendalian ini bertujuan untuk menjaga kestabilan proses, meningkatkan efisiensi reaksi, serta menghasilkan produk dengan kualitas yang konsisten.

Beberapa parameter penting yang biasanya dikontrol selama proses produksi biodiesel antara lain suhu proses, waktu reaksi, rasio pereaksi, kecepatan pengadukan, serta nilai pH pada tahap netralisasi atau pencucian. Parameter-parameter tersebut dipantau menggunakan berbagai instrumen pengendalian seperti sensor suhu, flow meter, pH meter, dan sistem kontrol proses lainnya.

Apabila terjadi penyimpangan dari kondisi operasi yang telah ditetapkan, maka sistem kontrol akan melakukan penyesuaian agar kondisi proses kembali pada keadaan yang diinginkan.

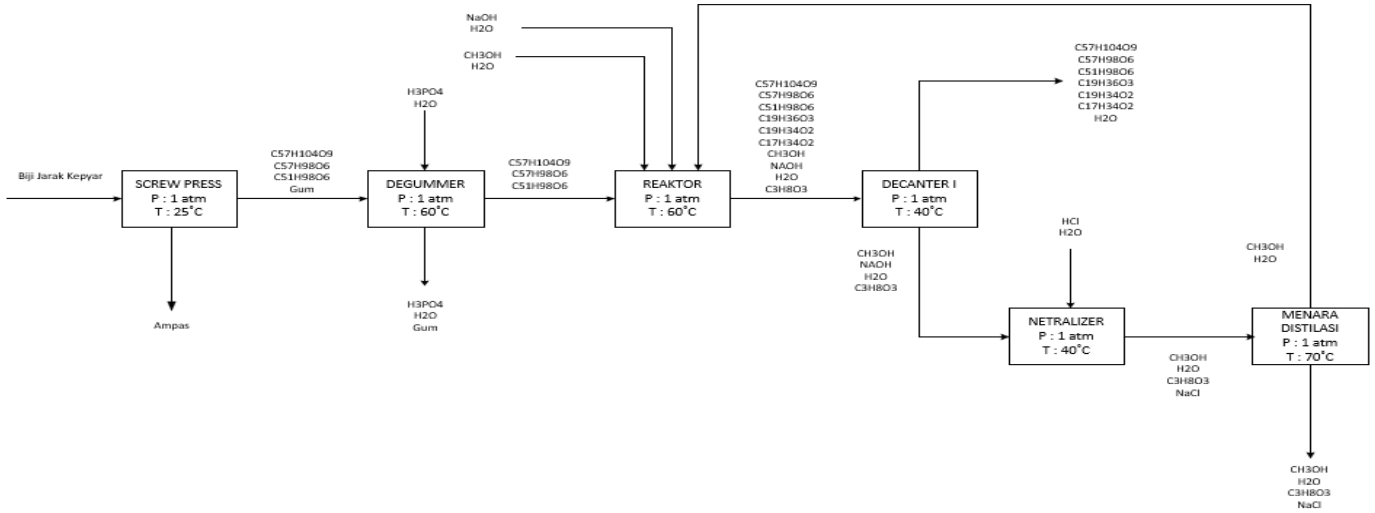
Dengan adanya pengendalian proses yang baik, reaksi pembentukan biodiesel dapat berlangsung secara optimal sehingga menghasilkan produk dengan kualitas tinggi dan meminimalkan pembentukan produk samping.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

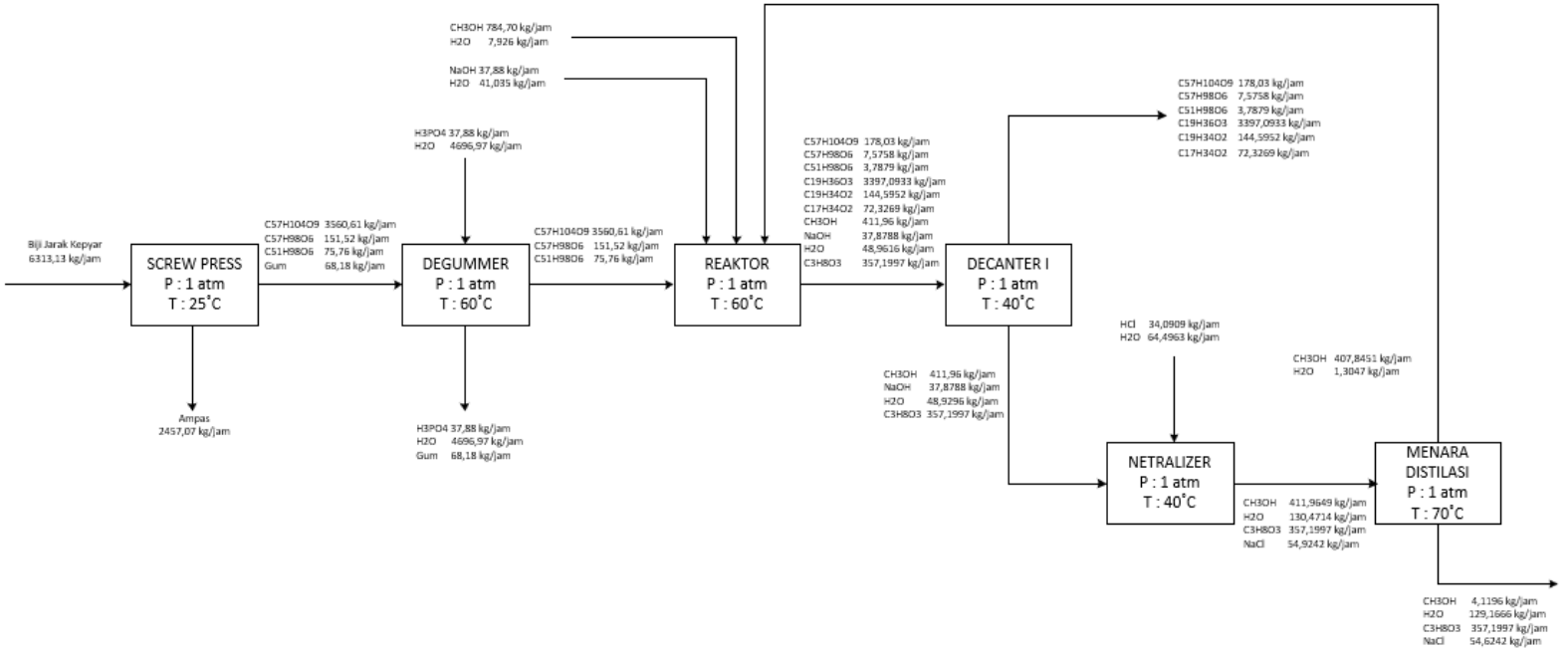
3.1 Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif

3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif

3.2 Uraian Proses

Dalam proses pengolahan biodiesel dari biji jarak kepyar digunakan metode transesterifikasi, yaitu reaksi antara minyak nabati dengan alkohol untuk menghasilkan biodiesel dalam bentuk metil ester dan gliserol sebagai produk samping. Bahan baku utama yang digunakan dalam proses ini adalah minyak yang diperoleh dari biji jarak kepyar, metanol sebagai alkohol pereaksi, serta katalis basa kuat yaitu natrium hidroksida (NaOH). Metanol berperan sebagai pereaksi yang akan bereaksi dengan trigliserida dalam minyak untuk membentuk metil ester, sedangkan NaOH berfungsi sebagai katalis yang dapat mempercepat berlangsungnya reaksi transesterifikasi.

Penggunaan katalis NaOH juga membantu meningkatkan efisiensi reaksi sehingga proses konversi minyak menjadi biodiesel dapat berlangsung lebih cepat dan optimal. Selain itu, keberadaan katalis ini mempermudah proses pemisahan antara produk utama berupa metil ester (biodiesel) dan produk samping berupa gliserol yang terbentuk selama reaksi berlangsung.

Reaksi transesterifikasi dalam proses produksi biodiesel umumnya dilakukan pada kondisi operasi tertentu agar reaksi dapat berjalan dengan baik. Pada proses ini, reaksi berlangsung pada suhu sekitar 60°C dan tekanan 1 atm. Kondisi suhu tersebut dipilih karena mendekati titik didih metanol sehingga dapat mempercepat laju reaksi tanpa menyebabkan penguapan metanol yang berlebihan. Dengan kondisi operasi tersebut, diharapkan proses pembentukan biodiesel dapat berlangsung secara optimal dan menghasilkan produk dengan kualitas yang baik. Secara umum, proses pembuatan biodiesel dari Biji Jarak

Kepyar (BJK) dan methanol melalui reaksi transesterifikasi dilakukan dalam tiga tahap utama, yaitu:

a. Persiapan bahan baku
b. Pembentukan produk
c. Pemurnian produk

3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Biji Jarak Kepyar yang tersimpan di dalam Tangki Penyimpanan (T-4) pada temperature 30°C dipindahkan ke *Screw Press* (SP-1) dengan tujuan untuk mengestrak cairan dari biji jarak kepyar. Cairan hasil dari pengepresan tersebut dialirkan menuju Degummer (DG-01) untuk melangsungkan proses pemisahan antara gum dan minyak. Minyak tersebut dipanaskan terlebih dahulu menggunakan alat penukar panas *Heat Exchanger* (HE-01) hingga mencapai suhu 60°C sebelum akhirnya dialirkan menuju Reaktor Alir Tangki Berpengaduk atau RATB (R-01).

Metanol (CH_3OH) dari Tangki Penyimpanan bahan baku (T-02) dan natrium hidroksida cair (NaOH) dari Tangki Penyimpanan (T-01), yang masing-masing tersimpan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm akan dipanaskan terlebih dahulu menggunakan alat penukar panas *Heat Exchanger* (HE-03) dan *Heat Exchanger* (HE-04) hingga mencapai suhu 60°C sebelum akhirnya dialirkan menuju Reaktor Alir Tangki Berpengaduk atau RATB (R-01).

3.2.2 Proses Pembuatan Produk

Pada tahapan reaksi transesterifikasi yang terjadi pada Reaktor (R-01) mereaksikan trigliserida dengan methanol (CH_3OH) dan dibantu katalis basa kuat yaitu NaOH yang akan menghasilkan biodiesel dan gliserol dimana proses reaksi yang berlangsung di dalam reaktor pada suhu 60°C dan tekanan 1 atm. Kemudian hasil dari Reaktor akan melewati *Cooler* (CL-01) untuk menurunkan suhu menjadi 40°C sebelum masuk ke Decanter (DC-01).

3.2.3 Tahap Pemurnian dan Pemisahan

Pada Decanter (DC-01) akan terjadi pemisahan, hasil atas berupa biodiesel dan air akan menuju Tangki Penyimpanan (T-06) yang sebelumnya akan di turunkan suhunya menggunakan *Cooler* (CL-02) dari 40°C menjadi 30°C.

Hasil bawah Decanter berupa gliserol, methanol, NaOH dan air akan menuju Netralizer (N-01) dan ditambahkan asam klorida (HCl) dengan tujuan untuk menetralkan kandungan natrium hidroksida (NaOH) yang terdapat dalam larutan. Di dalam Netralizer akan terjadi reaksi asam-basa yang menghasilkan garam (NaCl) dan air. Proses reaksi di dalam reactor berlangsung pada suhu 40°C, tekanan 1 atm, dan kondisi pH antara 7 hingga 8.

Produk keluaran Netralizer (N-01) selanjutnya akan dialirkan menuju Menara Distilasi (MD-01). Sebelum menuju Menara Distilasi, produk keluaran Netralizer akan melewati *Heat Exchanger* (HE-06) untuk menaikan

suhu menjadi 70°C. pada Menara Distilasi (MD-01) akan memisahkan methanol dari produk lainnya, methanol dan air akan menjadi hasil atas dari Menara Distilasi (MD-01) yang kemudian di *recycle* untuk digunakan kembali pada Reaktor (R-01) dengan melewati *Cooler* (CL-03) untuk menurunkan suhunya menjadi 60°C sebelum menuju Reaktor (R-01). Hasil bawah Menara Distilasi (MD-01) yang mengandung gliserol, natrium klorida (NaCl), air, dan sedikit methanol akan dialirkan menuju Unit Pembuangan Limbah (UPL).

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Spesifikasi Alat Proses

1. Screw Press (SC-01)

Tabel 3.1 Spesifikasi Alat *Screw Press*

Fungsi	Mengekstraksi Minyak dari Biji Jarak Kepyar
Jenis	Screw Press dengan *Gearbox* Lubang Berongga
Jumlah	1
Suhu	30°C
Tekanan	1 atm
Model	KP-12
Kapasitas	4.000 – 16.000 pounds/jam
Screw Speed	22 rpm
Power	20 Hp
Panjang	12 ft
Lebar	2,5 ft
Tinggi	3 ft
Berat	4.200
Jumlah	1
Harga	$3.650

2. Degummer (DG-01)

Tabel 3.2 Spesifikasi Alat *Degummer*

Fungsi	Mengikat partikel GUM yang terkandung pada biji jarak kepyar dengan H_3PO_4
Jenis	*Acid Degumming*
Material	*Stainless steel SA-316*
Kondisi Operasi	
Tekanan	1 atm
Suhu	60°C
Waktu Tinggal	30 Menit
Spesifikasi Degummer	
Volume	343,49 liter
Tinggi Total	1,63 meter
Tebal Shell(ts)	0,19 in
Spesifikasi Impeller	
Diameter pengaduk	0,40 meter
Tinggi pengaduk	0,40 meter
Lebar baffle	0,07 meter
Tebal baffle	0,08 meter
Panjang baffle	0,28 meter
Jumlah baffle	4 buah
Kecepatan pangduk	37 rpm
Power pengaduk	0,25 Hp
Jumlah	1 buah
Harga	$ 45.400

3. Reaktor (R-01)

Tabel 3.3 Spesifikasi Alat Reaktor

Fungsi	Mereaksikan Minyak Jarak Kepyar dengan Metanol
Jumlah	1
Jenis Reaktor	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Suhu	60°C
Tekanan	1 atm
Bahan Kontruksi	*Stainless Stell tipe 316*
Diameter Shell	2,1696 m
Tinggi *Shell*	2,1696 m
Volume *Shell*	8,017 m^3
Tinggi Reaktor	3,0276 m^3
Volume Reaktor	9,7496 m^3
Tinggi *Head*	16,8893 in

Tebal *Head*	0,1478 in
Volume *Head*	1,7323 m^3
Jenis Pengaduk	*Six Blade Trubine, Vertical Blades*
Diameter Pengaduk	0,7232 m
Tinggi Pengaduk	0,7232 m
Lebar Pengaduk	0,1808 m
Lebar *Baffle*	0,1808 m
Jumlah Pengaduk	1
Kecepatan Pengaduk	94,2421 rpm
Power Pengaduk	7,9104 Hp
Tinggi Jaket Pendingin	2,6271 m
Diameter Jaket Pendingin	2,3500 m
Luas Jaket Pendingin	31,7757 m^2
Harga	$6.056,903

4. Decanter

Tabel 3.4 Spesifikasi Alat Decanter

Fungsi	Memisahkan fase terlarut dalam air dengan yang tidak terlarut dalam air dari cairan keluar Reaktor (R-01)
Jumlah	1
Jenis Decanter	*Horizontal Cylinder Vessel*
Suhu	40°C
Tekanan	1 atm
Bahan Kontruksi	*Stainless Steel 316*
Diameter Decanter	0,7 m
Panjang Total Decanter	2,23 m
Tebal *Shell*	0,1875 in
Tebal *Head*	0,1875 in
Waktu Tinggal	10 menit
Volume Total Decanter	0,81 m^3
Kecepatan Volumetrik Fase Ringan	4,04 m^3/jam
Kecepatan Volumetrik Fase Berat	0,80 m^3/jam
Diameter Pipa Umpan	1,90 in
Diameter Pipa Fase Ringan	0,54 in
Diameter Pipa Fase Berat	0,405 in

Tinggi Posisi Pipa Umpan	0,37 m
Tinggi Posisi Fase Ringan	0,67 m
Tinggi Posisi Fase Berat	1,87 m
Harga	$115.600

5. Netralizer (N-01)

Tabel 3.5 Spesifikasi Alat Netralizer

Fungsi	Proses penggaraman NaOH dengan HCl
Jenis	Silinder Vertikal dengan Head dan Bottom berbentuk Torispherical
Bahan	*Stainless Stell SA 240 grade M type 316*
Suhu	40℃
Tekanan	1 atm
Tebal *Head*	0,375 in
Tebal *Shell*	0,250 in
Diameter Netralizer	1,079 m
Tinggi Netralizer	1,762 m
Lebar *Baffle*	0,0611 m
Jumlah Pengaduk	1
Diameter Pengaduk	sc0,360 m
Power Pengaduk	0,05 Hp
Diameter *Jacket*	1,1933 m
Harga	$22.100

6. Menara Distilasi

Tabel 3.6 Spesifikasi Alat Menara Distilasi

Fungsi	Memisahkan Metanol dan Air
Jumlah	1
Jenis Menara Distilasi	*Sieve Tray*
Suhu	70 C
Tekanan	1 atm
Bahan Konstruksi	*Stainless Steel Type 316*
Diameter Kolom	31,6319 in
Tinggi Kolom	6 m
Tebal *Shell* Kolom	0,1875 in
Tebal *Head* Kolom	0,1875 in
Jumlah *Plate*	18 plate
Tebal *Tray*	0,1181 in
Diameter *Hole*	3 m

Jumlah *Hole*	41 buah
Tray Spacing	0,5 m
Panjang *Weir*	0,04 m
Tinggi *Weir*	0,006 m
Harga	$297.400

7. Kondensor

Tabel 3.7 Spesifikasi Alat Kondensor

Fungsi	Mengembunkan Uap (hasil atas) menjadi liquid dari MD-01
Jenis	*Double Pipe Heat Exchanger*
Jenis Bahan	*Stainless Steel 316*
Jumlah Hairpin	3 buah
Panjang *Hairpin*	12 ft
IPS Outer Pipe	2 in
OD Outer Pipe	3,38 in
ID Outer Pipe	2,067 in
Surface area Outer Pipe	0,622 ft^2/ft
IPS *Inner Pipe*	1,25 in
OD *Inner Pipe*	1,66 in
ID *Inner Pipe*	1,38 in
Surface Area Inner Pipe	0,435 ft^2/ft
Luas Transfer Panas	15,96 ft^2
Designed Overall Coefficient (Ud)	45,96 Btu/jam.ft^2.°F
Clean Overall Coefficient (UC)	50,62 Btu/jam.ft^2.°F
Fouling Factor (Rd)	0,0066
*Fouling Factor Minimum (*Rd *Min*)	0,002
Jumlah Alat	1
Harga	$2.600

8. Reboiler

Tabel 3.8 Spesifikasi Alat Reboiler

Fungsi	Menguapkan cairan keluaran MD-01 sebgai hasil bawah
Jenis	*Double Pipe Heat Exchanger*
Jenis Bahan	*Stainless Steel 316*

Jumlah Hairpin	9 buah
Panjang *Hairpin*	12 ft
IPS Outer Pipe	2 in
OD Outer Pipe	3,38 in
ID Outer Pipe	2,067 in
Surface area Outer Pipe	0,622 ft^2/ft
IPS *Inner Pipe*	1,25 in
OD *Inner Pipe*	1,66 in
ID *Inner Pipe*	1,38 in
Surface Area Inner Pipe	0,435 ft^2/ft
Luas Transfer Panas	11,91 ft^2
Designed Overall Coefficient (Ud)	9,83 Btu/jam.ft^2.°F
Clean Overall Coefficient (UC)	10,03 Btu/jam.ft^2.°F
Fouling Factor (Rd)	0,0055
*Fouling Factor Minimum (*Rd *Min*)	0,002
Jumlah Alat	1
Harga	$3.900

9. Akumulator

Tabel 3.9 Spesifikasi Alat Akumulator

Fungsi	Menguapkan cairan keluaran MD-01 sebgai hasil bawah
Jenis	*Double Pipe Heat Exchanger*
Jenis Bahan	*Stainless Steel 316*
Suhu	64,7°C
Tekanan	1 atm
Diameter Luar Shell	12 in
Diameter Dalam Shell	12 in
Volume Shell	0,11 m^3
Volume Total	0,11 m^3
Panjang Shell	1,63 m
Panjang Total	2 m
Tebal Shell	0,1875 in
Harga	$24.200

3.3.2 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan Baku dan Produk

1. Tangki Penyimpanan NaOH (T-01)

Tabel 3.10 Spesifikasi Alat Tangki NaOH

Fungsi	Menyimpan kebutuhan NaOH
Jumlah Alat	1 alat
Jenis	Tangki silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*) dan bagian atas berbentuk kerucut (*conical*)
Tekanan	1 atm
Suhu	30°C
Tipe Atap Tangki	*Torisheperical*
Bahan Konstruksi	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*
Kapasitas Tangki	12.860 kg
Volume Tangki	26,6742 m^3
Diameter Standar Tangki	3 m
Tinggi Standar Tangki	3,7 m
Course Plate	6
Tebal *Head*	0,1875 in
Tinggi *Head*	23 in
Tebal *Bottom*	0,3125 in
Tinggi Total Tangki	167 in
Harga	$1.300

2. Tangki Penyimpanan Metanol (T-02)

Tabel 3.11 Spesifikasi Alat Tangki Metanol

Fungsi	Menyimpan kebutuhan methanol
Jumlah Alat	1 alat
Jenis	Tangki silinder tegak dengan dasar datar (flat bottom) dan bagian atas berbentuk kerucut (conical)
Tekanan	1 atm
Suhu	30°C
Tipe Atap Tangki	*Torisheperical*
Bahan Konstruksi	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*
Kapasitas Tangki	129.187 kg
Volume Tangki	347,3205 m^3
Diameter Standar Tangki	8 m
Tinggi Standar Tangki	7,6 m
Course Plate	6
Tebal *Head*	0,25 in

Tinggi *Head*	54 in
Tebal *Bottom*	0,3125 in
Tinggi Total Tangki	354 in
Harga	$5.500

3. Tangki Penyimpanan H_3PO_4 (T-03)

Tabel 3.12 Spesifikasi Alat Tangki H_3PO_4

Fungsi	Menyimpan kebutuhan H3PO4
Jumlah Alat	1 alat
Jenis	Tangki silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*) dan bagian atas berbentuk kerucut (*conical*)
Tekanan	1 atm
Suhu	30°C
Tipe Atap Tangki	*Torisheperical*
Bahan Konstruksi	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*
Kapasitas Tangki	771.590 kg
Volume Tangki	600,1699 m^3
Diameter Standar Tangki	9 m
Tinggi Standar Tangki	9,1 m
Course Plate	6
Tebal *Head*	0,375 in
Tinggi *Head*	64 in
Tebal *Bottom*	0,625 in
Tinggi Total Tangki	424 in
Harga	$7.400

4. Tangki Penyimpanan BJK (T-04)

Tabel 3.13 Spesifikasi Alat Tangki BJK

Fungsi	Menyimpan Biji Jarak Kepyar
Jumlah Alat	1 alat
Jenis	Tangki silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*) dan bagian atas berbentuk kerucut (*conical*)
Tekanan	1 atm
Suhu	30°C
Tipe Atap Tangki	*Torisheperical*
Bahan Konstruksi	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*
Kapasitas Tangki	1136364 kg
Volume Tangki	1493,7562 m^3
Diameter Standar Tangki	12 m

Tinggi Standar Tangki	12,8 m
Course Plate	6
Tebal *Head*	0,625 in
Tinggi *Head*	85 in
Tebal *Bottom*	0,625
Tinggi Total Tangki	589 in
Harga	$12.500

5. Tangki Penyimpanan HCl (T-05)

Tabel 3.14 Spesifikasi Alat Tangki HCl

Fungsi	Menyimpan kebutuhan HCl
Jumlah Alat	1 alat
Jenis	Tangki silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*) dan bagian atas berbentuk kerucut (*conical*)
Tekanan	1 atm
Suhu	30°C
Tipe Atap Tangki	*Torisheperical*
Bahan Konstruksi	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*
Kapasitas Tangki	16.066 kg
Volume Tangki	26,6742 m^3
Diameter Standar Tangki	3 m
Tinggi Standar Tangki	3,7 m
Course Plate	6
Tebal *Head*	0,1875 in
Tinggi *Head*	23 in
Tebal *Bottom*	0,3125 in
Tinggi Total Tangki	167 in
Harga	$1.300

6. Tangki Penyimpanan Biodiesel (T-06)

Tabel 3.15 Spesifikasi Alat Tangki Biodiesel

Fungsi	Menyimpan kebutuhan Biodiesel
Jumlah Alat	1 alat
Jenis	Tangki silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*) dan bagian atas berbentuk kerucut (*conical*)
Tekanan	1 atm
Suhu	30°C
Tipe Atap Tangki	*Torisheperical*
Bahan Konstruksi	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*

Kapasitas Tangki	619.804 kg
Volume Tangki	953,0476 m^3
Diameter Standar Tangki	11 m
Tinggi Standar Tangki	10,7 m
Course Plate	6
Tebal *Head*	0,4375 in
Tinggi *Head*	75 in
Tebal *Bottom*	0,625 in
Tinggi Total Tangki	495 in
Harga	$9.700

3.3.3 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

1. Screw Conveyor 1 (SC-01)

Tabel 3.16 Spesifikasi Alat *Screw Conveyor 1*

Fungsi	Memindahkan Biji Jarak Kepyar dari Tangki Penyimpanan (T-04) menuju Screw Press (SP-01)
Jenis	*Screw Conveyor*
Bahan	*Carbon Steel*
Suhu	30°C
Tekanan	1 atm
Kapasitas	1475,664 kg/m
Kecepatan Putar	45,2879 rpm
Power	0,5 Hp
Panjang	10,2251 m
Diameter	9 in
Jumlah	1 buah
Harga	$6.100

2. Screw Conveyor 2 (SC-02)

Tabel 3.17 Spesifikasi Alat *Screw Conveyor 2*

Fungsi	Memindahkan ampas biji jarak kepyar dari screw conveyor (SP-01) menuju UPL
Jenis	*Screw Conveyor*
Bahan	*Carbon Steel*
Suhu	30°C
Tekanan	1 atm
Kapasitas	2984,204 kg/m
Kecepatan Putar	19,3088 rpm

Power	1 Hp
Panjang	25,09 m
Diameter	12 in
Jumlah	1 buah
Harga	$13.400

3. Pompa 1 (P-01)

Tabel 3.18 Spesifikasi Alat Pompa 1

Fungsi	Mengalirkan umpan dari Screw Press (SC-01) ke Degummer (DG-01)
Jenis Pompa	*Single Stage Centrifugal Pump*
Jenis Bahan	*Stainles Steel SA-167 Tipe 316*
Jumlah	1
Kapasitas Pompa	618 gpm
ID Ukuran Pipa	2,9 in
OD Ukuran Pipa	3,5 in
IPS Ukuran Pipa	3 in
Flow Area Ukuran Pipa	6,61 in^2
Efisienasi Pompa	70%
Power Pompa	0,0046 Hp
Power Motor	0,05 Hp
Kecepatan Putar	17162,75 rpm
Viskositas	23,0004 Cp
Harga	$13.900

4. Pompa 2 (P-02)

Tabel 3.19 Spesifikasi Alat Pompa 2

Fungsi	Mengalirkan umpan H3PO4 dari tangki penyimpanan (T-03) ke Degummer (DG-01)
Jenis Pompa	*Single Stage Centrifugal Pump*
Jenis Bahan	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*
Jumlah	1
Kapasitas Pompa	24 gpm
ID Ukuran Pipa	2,067 in
OD Ukuran Pipa	2,38 in
IPS Ukuran Pipa	2 in
Flow Area Ukuran Pipa	3,35 in^2
Efisienasi Pompa	21%
Power Pompa	0,2671 Hp

Power Motor	0,50 Hp
Kecepatan Putar	3280,4324 rpm
Viskositas	1,0449 Cp
Harga	$11.500

5. Pompa 3 (P-03)

Tabel 3.20 Spesifikasi Alat Pompa 3

Fungsi	Mengalirkan umpan Trigliserida dari Degummer (DG-01) ke Reaktor (R-01)
Jenis Pompa	*Single Stage Centrifugal Pump*
Jenis Bahan	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*
Jumlah	1
Kapasitas Pompa	20 gpm
ID Ukuran Pipa	2,469 in
OD Ukuran Pipa	2,88 in
IPS Ukuran Pipa	2,50 in
Flow Area Ukuran Pipa	4,79 in^2
Efisienasi Pompa	28%
Power Pompa	0,1547 Hp
Power Motor	0,25 Hp
Kecepatan Putar	3070 rpm
Viskositas	55,0993 Cp
Harga	$12.700

6. Pompa 4 (P-04)

Tabel 3.21 Spesifikasi Alat Pompa 4

Fungsi	Mengalirkan CH3OH dari Tangki Penyimpanan (T-02) ke Reaktor (R-01)
Jenis Pompa	*Single Stage Centrifugal Pump*
Jenis Bahan	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*
Jumlah	1
Kapasitas Pompa	5,163 gpm
ID Ukuran Pipa	2,469 in
OD Ukuran Pipa	2,88 in
IPS Ukuran Pipa	2,50 in
Flow Area Ukuran Pipa	4,79 in^2
Efisienasi Pompa	18 %
Power Pompa	0,05 Hp
Power Motor	0.08 Hp
Kecepatan Putar	1565,1720 Hp
Viskositas	0,5099 cP

Harga	$ 9.100

7. Pompa 5 (P-05)

Tabel 3.22 Spesifikasi Alat Pompa 5

Fungsi	Mengalirkan NaOH dari Tangki Penyimpanan (T-01) ke Reaktor (R-01)
Jenis Pompa	*Single Stage Centrifugal Pump*
Jenis Bahan	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*
Jumlah	1
Kapasitas Pompa	0,2821 gpm
ID Ukuran Pipa	0,269 in
OD Ukuran Pipa	0,405 in
IPS Ukuran Pipa	0,13 in
Flow Area Ukuran Pipa	0,058 in^2
Efisienasi Pompa	9%
Power Pompa	0,0097 Hp
Power Motor	0,05 Hp
Kecepatan Putar	375,0959 rpm
Viskositas	77,1998 Cp
Harga	$3.700

8. Pompa 6 (P-06)

Tabel 3.23 Spesifikasi Alat Pompa 6

Fungsi	Mengalirkan hasil reaksi dari Reaktor (R-01) ke Decanter (D-01)
Jenis Pompa	*Single Stage Centrifugal Pump*
Jenis Bahan	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*
Jumlah	1
Kapasitas Pompa	25,898 gpm
ID Ukuran Pipa	2,90 in
OD Ukuran Pipa	3,5 in
IPS Ukuran Pipa	3 in
Flow Area Ukuran Pipa	6,61 in^2
Efisienasi Pompa	26%
Power Pompa	0,20 Hp
Power Motor	0,33 Hp
Kecepatan Putar	3521,0053 rpm
Viskositas	16,7839 Cp
Harga	$13.900

9. Pompa 7 (P-07)

Tabel 3.24 Spesifikasi Alat Pompa 7

Fungsi	Mengalirkan hasil atas dari Decanter 9DC-01) ke Tangki Penyimpanan (T-06)
Jenis Pompa	*Single Stage Centrifugal Pump*
Jenis Bahan	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*
Jumlah	1
Kapasitas Pompa	21,650 gpm
ID Ukuran Pipa	2,9 in
OD Ukuran Pipa	3,5 in
IPS Ukuran Pipa	3 in
Flow Area Ukuran Pipa	6,61 in^2
Efisienasi Pompa	30%
Power Pompa	0,465 Hp
Power Motor	0,75 Hp
Kecepatan Putar	1327,3768 rpm
Viskositas	7,1030 Cp
Harga	$13.900

10. Pompa 8 (P-08)

Tabel 3.25 Spesifikasi Alat Pompa 8

Fungsi	Mengalirkan hasil bawah Decanter (DC-01) ke Netralizer (N-01)
Jenis Pompa	*Single Stage Centrifugal Pump*
Jenis Bahan	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*
Jumlah	1
Kapasitas Pompa	4,644 gpm
ID Ukuran Pipa	1,278 in
OD Ukuran Pipa	1,66 in
IPS Ukuran Pipa	1,25 in
Flow Area Ukuran Pipa	1,28 in^2
Efisienasi Pompa	20%
Power Pompa	0,0517 Hp
Power Motor	0,08 Hp
Kecepatan Putar	1492,4878 rpm
Viskositas	719,1311 Cp
Harga	$8.700

11. Pompa 9 (P-09)

Tabel 3.26 Spesifikasi Alat Pompa 9

Fungsi	Mengalirkan HCl dari Tangki Penyimpanan (T-05) ke Netralizer (N-01)
Jenis Pompa	*Single Stage Centrifugal Pump*
Jenis Bahan	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*
Jumlah	1
Kapasitas Pompa	0,630 gpm
ID Ukuran Pipa	0,546 in
OD Ukuran Pipa	0,84 in
IPS Ukuran Pipa	0,5 in
Flow Area Ukuran Pipa	$0{,}141\ in^2$
Efisienasi Pompa	20%
Power Pompa	0,0046 Hp
Power Motor	0,05 Hp
Kecepatan Putar	543,0595 rpm
Viskositas	0,2844 Cp
Harga	$5.500

12. Pompa 10 (P-10)

Tabel 3.27 Spesifikasi Alat Pompa 10

Fungsi	Mengalirkan hasil dari Netralizer (N-01) ke Menara Distilasi (MD-01)
Jenis Pompa	*Single Stage Centrifugal Pump*
Jenis Bahan	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*
Jumlah	1
Kapasitas Pompa	4,740 gpm
ID Ukuran Pipa	0,957 in
OD Ukuran Pipa	1,32 in
IPS Ukuran Pipa	1 in
Flow Area Ukuran Pipa	$0{,}718\ in^2$
Efisienasi Pompa	20%
Power Pompa	0,054 Hp
Power Motor	0,07 Hp
Kecepatan Putar	1490,2836 rpm
Viskositas	32,0616 Cp
Harga	$7.400

13. Pompa 11 (P-11)

Tabel 3.28 Spesifikasi Alat Pompa 11

Fungsi	Mengalirkan hasil atas dari Menara Distilasi (MD-01) ke Reaktor (R-01)
Jenis Pompa	*Single Stage Centrifugal Pump*
Jenis Bahan	*Stainless Steel SA-167 Tipe 316*
Jumlah	1
Kapasitas Pompa	2,777 gpm
ID Ukuran Pipa	1,049 in
OD Ukuran Pipa	1,32 in
IPS Ukuran Pipa	1 in
Flow Area Ukuran Pipa	0,864 in^2
Efisienasi Pompa	20%
Power Pompa	0,0231 Hp
Power Motor	0,05 Hp
Kecepatan Putar	1150,3584 rpm
Viskositas	0,3610 Cp
Harga	$7.800

3.3.4 Spesifikasi Alat Penukar Panas

1. Heater 01 (HE-01)

Tabel 3.29 Spesifikasi Alat Heater 1

Fungsi	Menaikkan suhu dari Screw Press untuk diumpankan ke Degummer
Jenis Pompa	*Double Pipe Heat Exchanger*
Jenis Bahan	*Stainless Steel Type 316*
Jumlah Hairpin	72 buah
Panjang *Hairpin*	12 ft
IPS *Outer Pipe*	3 in
OD *Outer Pipe*	3,50 in
ID *Outer Pipe*	3,07 in
Surface Area Outer Pipe	0,92 ft^2/ft
IPS *Inner Pipe*	2 in
OD *Inner Pipe*	2,07 in
ID *Inner Pipe*	2,38 in
Surface Area Inner Pipe	0,54 ft^2/ft
Designed Overall Coefficient (Ud)	3,13 Btu/jam.ft^2.°F

Clean Overall Coefficient (UC)	6,02 Btu/jam.ft^2.°F
Fouling Factor (Rd)	0,15
*Fouling Factor Minimum (*Rd *Min*)	0,003
Jumlah Alat	1 unit
Harga	$8.100

2. Heater 02 (HE-02)

Tabel 3.30 Spesifikasi Alat Heater 2

Fungsi	Menaikkan suhu dari tangki H_3PO_4 untuk diumpankan ke Degummer
Jenis Pompa	*Double Pipe Heat Exchanger*
Jenis Bahan	*Stainless Steel Type 316*
Jumlah Hairpin	11 buah
Panjang *Hairpin*	12 ft
IPS *Outer Pipe*	4 in
OD *Outer Pipe*	4,50 in
ID *Outer Pipe*	4,07 in
Surface Area Outer Pipe	1,18 ft^2/ft
IPS *Inner Pipe*	3 in
OD *Inner Pipe*	3,5 in
ID *Inner Pipe*	3,07 in
Surface Area Inner Pipe	0,92 ft^2/ft
Designed Overall Coefficient (Ud)	33,36 Btu/jam.ft^2.°F
Clean Overall Coefficient (UC)	48,87 Btu/jam.ft^2.°F
Fouling Factor (Rd)	0,01
*Fouling Factor Minimum (*Rd *Min*)	0,003
Jumlah Alat	1 unit
Harga	$4.900

3. Heater 03 (HE-03)

Tabel 3.31 Spesifikasi Alat Heater 3

Fungsi	Menaikkan suhu dari tangkI CH3OH untuk diumpankan ke Reaktor
Jenis Pompa	*Double Pipe Heat Exchanger*
Jenis Bahan	*Stainless Steel Type 316*

Jumlah Hairpin	3 buah
Panjang *Hairpin*	12 ft
IPS *Outer Pipe*	4 in
OD *Outer Pipe*	4,50 in
ID *Outer Pipe*	4,03 in
Surface Area Outer Pipe	1,18 ft^2/ft
IPS *Inner Pipe*	3 in
OD *Inner Pipe*	3,5 in
ID *Inner Pipe*	3,07 in
Surface Area Inner Pipe	0,92 ft^2/ft
Designed Overall Coefficient (Ud)	8,83 Btu/jam.ft^2.°F
Clean Overall Coefficient (UC)	10,93 Btu/jam.ft^2.°F
Fouling Factor (Rd)	0,02
*Fouling Factor Minimum (*Rd *Min*)	0,003
Jumlah Alat	1 unit
Harga	$3.100

4. Heater 04 (HE-04)

Tabel 3.32 Spesifikasi Alat Heater 4

Fungsi	Menaikkan suhu dari tangkI NaOH untuk diumpankan ke Reaktor
Jenis Pompa	*Double Pipe Heat Exchanger*
Jenis Bahan	*Stainless Steel Type 316*
Jumlah Hairpin	2 buah
Panjang *Hairpin*	12 ft
IPS *Outer Pipe*	2 in
OD *Outer Pipe*	2,38 in
ID *Outer Pipe*	2,07 in
Surface Area Outer Pipe	0,62 ft^2/ft
IPS *Inner Pipe*	1,25 in
OD *Inner Pipe*	1,66 in
ID *Inner Pipe*	1,38 in
Surface Area Inner Pipe	0,44 ft^2/ft
Designed Overall Coefficient (Ud)	5,73 Btu/jam.ft^2.°F
Clean Overall Coefficient (UC)	4,24 Btu/jam.ft^2.°F
Fouling Factor (Rd)	0,003
*Fouling Factor Minimum (*Rd *Min*)	0,003

Jumlah Alat	1 unit
Harga	$1.700

5. Heater 05 (HE-05)

Tabel 3.33 Spesifikasi Alat Heater 5

Fungsi	Menaikkan suhu dari tangkI HCl untuk diumpankan ke Netralizer
Jenis Pompa	*Double Pipe Heat Exchanger*
Jenis Bahan	*Stainless Steel Type 316*
Jumlah Hairpin	2 buah
Panjang *Hairpin*	12 ft
IPS *Outer Pipe*	2 in
OD *Outer Pipe*	2,38 in
ID *Outer Pipe*	2,07 in
Surface Area Outer Pipe	0,62 ft^2/ft
IPS *Inner Pipe*	1,25 in
OD *Inner Pipe*	1,66 in
ID *Inner Pipe*	1,38 in
Surface Area Inner Pipe	0,44 ft^2/ft
Designed Overall Coefficient (Ud)	9,29 Btu/jam.ft^2.°F
Clean Overall Coefficient (UC)	9,07 Btu/jam.ft^2.°F
Fouling Factor (Rd)	0,003
*Fouling Factor Minimum (*Rd *Min*)	0,003
Jumlah Alat	1 unit
Harga	$1.700

6. Heater 06 (HE-06)

Tabel 3.34 Spesifikasi Alat Heater 6

Fungsi	Menaikkan suhu dari tangkI HCl untuk diumpankan ke Netralizer
Jenis Pompa	*Double Pipe Heat Exchanger*
Jenis Bahan	*Stainless Steel Type 316*
Jumlah Hairpin	12 buah
Panjang *Hairpin*	15 ft
IPS *Outer Pipe*	4 in
OD *Outer Pipe*	4,5 in
ID *Outer Pipe*	4,03 in

Surface Area Outer Pipe	1,18 ft^2/ft
IPS *Inner Pipe*	3 in
OD *Inner Pipe*	3,5 in
ID *Inner Pipe*	3,07 in
Surface Area Inner Pipe	0,92 ft^2/ft
Designed Overall Coefficient (Ud)	4,23 Btu/jam.ft^2.°F
Clean Overall Coefficient (UC)	5,29 Btu/jam.ft^2.°F
Fouling Factor (Rd)	0,003
*Fouling Factor Minimum (*Rd *Min*)	0,003
Jumlah Alat	1 unit
Harga	$5.500

7. Cooler 01 (CL-01)

Tabel 3.35 Spesifikasi Alat Cooler 1

Fungsi	Menurunkan suhu umpan masuk ke Decanter dari 60°C menjadi 40°C
Jenis Pompa	*Double Pipe Heat Exchanger*
Jenis Bahan	*Stainless Steel Type 316*
Jumlah Hairpin	1 buah
Panjang *Hairpin*	20 ft
IPS *Outer Pipe*	4 in
OD *Outer Pipe*	4,5 in
ID *Outer Pipe*	4,026 in
Surface Area Outer Pipe	1,178 ft^2/ft
IPS *Inner Pipe*	3 in
OD *Inner Pipe*	3,5 in
ID *Inner Pipe*	3,068 in
Surface Area Inner Pipe	0,917 ft^2/ft
Designed Overall Coefficient (Ud)	0,086 Btu/jam.ft^2.°F
Clean Overall Coefficient (UC)	5108,082 Btu/jam.ft^2.°F
Fouling Factor (Rd)	11,583
*Fouling Factor Minimum (*Rd *Min*)	0,003
Jumlah Alat	1 unit
Harga	$900

8. Cooler 02 (CL-02)

Tabel 3.36 Spesifikasi Alat Cooler 2

Fungsi	Menurunkan suhu umpan masuk ke Tangki Penyimpanan Biodiesel dari 40°C menjadi 30°C
Jenis Pompa	*Double Pipe Heat Exchanger*
Jenis Bahan	*Stainless Steel Type 316*
Jumlah Hairpin	1 buah
Panjang *Hairpin*	20 ft
IPS *Outer Pipe*	2 in
OD *Outer Pipe*	2,38 in
ID *Outer Pipe*	0,067 in
Surface Area Outer Pipe	0,622 ft^2/ft
IPS *Inner Pipe*	1,25 in
OD *Inner Pipe*	1,66 in
ID *Inner Pipe*	1,38 in
Surface Area Inner Pipe	0,435 ft^2/ft
Designed Overall Coefficient (Ud)	1,636 Btu/jam.ft^2.°F
Clean Overall Coefficient (UC)	15,573 Btu/jam.ft^2.°F
Fouling Factor (Rd)	1,5088
*Fouling Factor Minimum (*Rd *Min*)	0,003
Jumlah Alat	1 unit
Harga	$500

9. Cooler 03 (CL-03)

Tabel 3.37 Spesifikasi Alat Cooler 3

Fungsi	Menurunkan suhu umpan masuk ke Reaktor dari 70°C menjadi 60°C
Jenis Pompa	*Double Pipe Heat Exchanger*
Jenis Bahan	*Stainless Steel Type 316*
Jumlah Hairpin	1 buah
Panjang *Hairpin*	20 ft
IPS *Outer Pipe*	2 in
OD *Outer Pipe*	2,38 in
ID *Outer Pipe*	0,067 in
Surface Area Outer Pipe	0,622 ft^2/ft
IPS *Inner Pipe*	1,25 in
OD *Inner Pipe*	1,66 in

ID *Inner Pipe*	1,38 in
Surface Area Inner Pipe	0,435 ft^2/ft
Designed Overall Coefficient (Ud)	0,328 Btu/jam.ft^2.°F
Clean Overall Coefficient (UC)	208,565 Btu/jam.ft^2.°F
Fouling Factor (Rd)	3,0419
*Fouling Factor Minimum (*Rd *Min*)	0,003
Jumlah Alat	1 unit
Harga	$500

3.4 Neraca Massa

3.4.1 Neraca Massa Screw Press (SP-01)

Tabel 3.38 Neraca Massa Screw Press

No	Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Arus 1	Arus 2	Arus 3
1	$C_{57}H_{104}O_9$	-	-	3446,97
2	$C_{57}H_{98}O_6$	-	-	151,52
3	$C_{51}H_{98}O_6$	-	-	75,76
4	BJK	6764,07	-	-
5	Gum	-	-	55,11
6	Ampas	-	3034,71	-
Total		6764,07	3034,71	3729,36

3.4.2 Neraca Massa Degummer (DG-01)

Tabel 3.39 Neraca Massa Degummer

No	Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
		Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 8
1	$C_{57}H_{104}O_9$	3446,97		-	3446,97
2	$C_{57}H_{98}O_6$	151,52		-	151,52
3	$C_{51}H_{98}O_6$	75,76		-	75,76

4	Gum	55,11		55,11	
5	H_3PO_4		36,74	36,74	
6	H_2O		4556,06	4556,06	
Total		**3729,36**	**4592,80**	**4647,92**	**3674,24**

3.4.3 Neraca Massa Reaktor (R-01)

Tabel 3.40 Neraca Massa Reaktor

No	Komponen	Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)
		Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9
1	$C_{57}H_{104}O_9$	-	-	3446,97	172,35
2	$C_{57}H_{98}O_6$	-	-	151,52	7,58
3	$C_{51}H_{98}O_6$	-	-	75,76	3,79
4	$C_{19}H_{36}O_3$	-	-	-	3288,68
5	$C_{19}H_{34}O_2$	-	-	-	144,60
6	$C_{17}H_{34}O_2$	-	-	-	72,33
7	$C_3H_8O_3$	-	-	-	346,54
8	CH_3OH	761,29	-	-	399,67
9	H_2O	7,69	39,80	-	47,49
10	NaOH	-	36,742	-	36,74
Total		**768,97**	**76,55**	**3674,24**	**4519,76**

3.4.4 Neraca Massa Decanter (DC-01)

Tabel 3.41 Neraca Massa Decanter

No	Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Arus 9	Arus 10	Arus 11
1	$C_{57}H_{104}O_9$	172,3485	172,3485	-

2	$C_{57}H_{98}O_6$	7,5758	7,5758	-
3	$C_{51}H_{98}O_6$	3,7879	3,7879	-
4	$C_{19}H_{36}O_3$	3288,6754	3288,6754	-
5	$C_{19}H_{34}O_2$	144,5952	144,5952	-
6	$C_{17}H_{34}O_2$	72,3269	72,3269	-
7	$C_3H_8O_3$	346,5433	-	346.5433
8	CH_3OH	399,67	-	399.67
9	H_2O	47,4940	0,0310	47.4630
10	NaOH	36,7424	-	36.7424
Total		**4519,7639**	**3689,34**	**830.4233**

3.4.5 Neraca Masss Netralizer (N-01)

Tabel 3.42 Neraca Massa Netralizer

No	Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
		Arus 11	Arus 12	Arus 13
4	CH_3OH	399,67	-	399,67
2	H_2O	47,76	62,56	126,56
3	NaOH	36,74	-	-
5	$C_3H_8O_3$	346,54	-	346,54
1	HCl	-	33,07	-
6	NaCl	-	-	53,28
Total		**830.42**	**95,63**	**926,05**

3.4.6 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 3.43 Neraca Massa Menara Distilasi

No	Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Arus 13	Arus 14	Arus 15
4	CH_3OH	399,67	395,68	4,00
2	H_2O	126,56	1,27	125,29
5	$C_3H_8O_3$	346,54	-	346,54
6	NaCl	53,28	-	53,28
Total		**926,05**	**396,94**	**529,11**

3.4.7 Neraca Massa Total

Tabel 3.44 Neraca Massa Total

No	Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
1	$C_{57}H_{104}O_9$	-	3446,97
2	$C_{57}H_{98}O_6$	-	151,52
3	$C_{51}H_{98}O_6$	-	75,76
4	$C_{19}H_{36}O_3$	-	3288,68
5	$C_{19}H_{34}O_2$	-	144,60
6	$C_{17}H_{34}O_2$	-	72,33
7	H_3PO_4	36,74	-
8	H_2O	4666,12	4904,17
9	NaOH	36,74	-
10	CH_3OH	761,29	399,68
12	$C_3H_8O_3$	-	346,54

13	HCl	33,07	-
14	NaCl	-	53,28
15	BJK	6764,07	-
16	Gum	-	55,11
17	Ampas	-	3034,71
TOTAL		**12298,02**	**12298,02**

3.5 Neraca Panas

3.5.1 Neraca Panas Degummer (DG-01)

Tabel 3.45 Neraca Panas Degummer

No	Komponen	Masuk	Keluar
		ΔH in (kJ/jam)	ΔH out (kJ/jam)
1	$C_{57}H_{104}O_9$	253326,38	253326,38
2	$C_{57}H_{98}O_6$	9732,44	9732,44
3	$C_{51}H_{98}O_6$	5078,39	5078,39
4	Gum	-	-
5	H_3PO_4	33,82	33,82
6	H_2O	723699,97	723699,97
Total		**991870,99**	**991870,99**

3.5.2 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Tabel 3.46 Neraca Panas Reaktor

No	Komponen	Masuk	Keluar
		ΔH in (kJ/jam)	ΔH out (kJ/jam)
1	$C_{57}H_{104}O_9$	217136,90	10856,85
2	$C_{57}H_{98}O_6$	8342,09	417,10
3	$C_{51}H_{98}O_6$	4352,90	217,65
4	$C_{19}H_{36}O_3$	-	195717,17
5	$C_{19}H_{34}O_2$	-	8626,79
6	$C_{17}H_{34}O_2$	-	4704,80
7	CH_3OH	83049,67	43601,08
8	NaOH	2045,00	2045,00
9	H_2O	6466,38	6466,38
10	$C_3H_8O_3$	-	22764,74
11	ΔH Reaksi	-4500,99	-
12	Q Terserap	-	21474,41
Total		**316891,96**	**316891,96**

3.5.3 Neraca Panas Decanter (DC-01)

Tabel 3.47 Neraca Panas Decanter

No	Komponen	Masuk	Keluar Atas	Keluar Bawah
		ΔH in (kJ/jam)	ΔH out (kJ/jam)	ΔH out (kJ/jam)
1	$C_{57}H_{104}O_9$	5325,79	5325,79	-
2	$C_{57}H_{98}O_6$	200,52	200,52	-

3	$C_{51}H_{98}O_6$	104,77	104,77	-
4	$C_{19}H_{36}O_3$	94599,92	94599,92	-
5	$C_{19}H_{34}O_2$	4165,43	4165,43	-
6	$C_{17}H_{34}O_2$	2087,06	2087,06	-
7	CH_3OH	21245,00	-	21245,00
8	NaOH	1025,32	-	1025,32
9	H_2O	3225,22	2,11	3223,11
10	$C_3H_8O_3$	11143,42	-	11143,42
Total		**143122,45**	**106485,60**	**36636,85**

3.5.4 Neraca Panas Netralizer (N-01)

Tabel 3.48 Neraca Panas Netralizer

No	Komponen	Masuk	Keluar
		ΔH in (kJ/jam)	ΔH out (kJ/jam)
1	NaOH	1025,32	-
2	HCl	3844,27	-
3	NaCl	-	495,63
4	H_2O	7471,52	8594,32
5	CH_3OH	21245,00	21245.00
6	$C_3H_8O_3$	11143,42	11143,42
7	ΔH Reaksi	-4113,64	-
8	Q Terserap	-	-862,47
Total		**40615,89**	**40615,89**

3.5.4 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 3.49 Neraca Panas Menara Distilasi

No	Komponen	Masuk	Keluar
		ΔH in (kJ/jam)	ΔH out (kJ/jam)
1	ΔH Umpan	128353,5295	-
2	ΔH Distilat	-	55335,95822
3	ΔH Condensor	-	-56173,5459
4	ΔH Bottom	-	96439,9381
5	ΔH Reboiler	-32851,1791	-
Total		**95502,3504**	**95502,3504**

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Tata letak pabrik merupakan pengaturan seluruh fasilitas produksi secara terencana dan sistematis, meliputi penempatan mesin proses, peralatan, area produksi, laboratorium kantor, serta sarana pendukung lainnya agar kegiatan operasional dapat berjalan dengan optimal. Perancangan tata letak yang tepat akan meningkatkan efisiensi operasional, menciptakan lingkungan kerja yang rapi dan terorganisir, serta membantu meminimalkan risiko kecelakaan kerja di area pabrik.

Selain itu, penentuan lokasi pabrik merupakan keputusan strategis dalam perencanaan sistem produksi perusahaan manufaktur untuk memilih tempat yang paling sesuai bagi pendirian fasilitas industri. Keputusan ini berpengaruh besar terhadap biaya operasional, kelancaran distribusi dan logistik, kemudahan akses pasar, serta ketersediaan tenaga kerja. Dengan mempertimbangkan berbagai aspek tersebut, direncanakan bahwa pabrik biodiesel akan dibangun di Palembang, Provinsi Sumatera Selatan.

Gambar 4.1 Lokasi Pabrik Biodiesel

Pemilihan lokasi pabrik didasarkan pada beberapa faktor antara lain:

1. Ketersediaan Bahan Baku

   Bahan baku utama dalam produksi biodiesel adalah minyak yang berasal dari biji jarak kepyar (*Ricinus communis*). Ketersediaan bahan baku merupakan faktor utama dalam pemilihan lokasi pabrik karena kontinuitas produksi sangat bergantung pada pasokan bahan baku yang stabil.

   Provinsi Sumatera Selatan memiliki potensi lahan yang luas untuk pengembangan tanaman jarak sebagai tanaman energi. Selain itu, wilayah sekitar Palembang seperti Banyuasin, Musi Banyuasin, Organ Ilir, dan Organ Komering Ilir memiliki lahan pertanian yang cukup luas sehingga memungkinkan pengadaan bahan baku secara berkelanjutan. Kedekatan lokasi pabrik dengan sumber bahan baku juga dapat mengurangi biaya transportasi serta meminimalkan risiko keterlambatan pasokan bahan baku.

2. Pemasaran

Permintaan biodiesel di Indonesia terus meningkat seiring dengan kebijakan pemerintah dalam penggunaan energi terbarukan serta program pencampuran biodiesel dengan bahan bakar solar. Kota Palembang memiliki lokasi yang cukup strategis karena berada di wilayah Sumatera yang memiliki aktivitas industri, transportasi, dan logistik yang cukup tinggi. Hal ini memberikan peluang pasar yang besar bagi produk biodiesel. Selain itu, keberadaan sarana transportasi yang memadai seperti jalur darat dan pelabuhan juga memudahkan distribusi produk ke berbagai wilayah di Sumatera maupun ke daerah lain di Indonesia.

Selain untuk memenuhi kebutuhan pasar lokal di Sumatera Selatan, produk biodiesel juga berpotensi dipasarkan ke wilayah lain di Pulau Sumatera seperti Lampung, Jambi, dan Bengkulu yang memiliki aktivitas transportasi dan industri yang cukup tinggi. Dengan demikian, pemilihan lokasi pabrik di Palembang dapat mendukung kegiatan pemasaran produk secara lebih efektif dan efisien.

3. Transportasi

Sarana transportasi yang memadai sangat diperlukan untuk menunjang kelancaran pengangkutan bahan baku maupun distribusi produk. Infrastruktur transportasi di Palembang menunjukkan perkembangan yang positif mendukung pembangunan pabrik biodiesel:

a. Akses Darat

Akses transportasi darat menjadi faktor penting dalam mendukung kegiatan operasional pabrik. Lokasi pabrik ini memiliki

jaringan jalan yang menghubungkan wilayah lain di Sumatera Selatan. Wilayah ini juga terhubung dengan jaringan Jalan Lintas Timur Sumatera yang merupakan salah satu jalur utama transportasi darat di Pulau Sumatera. Jalur ini memudahkan pengangkutan bahan baku dari daerah perkebunan maupun distribusi produk biodiesel ke berbagai wilayah seperti Jambi, Lampung, maupun provinsi lain di Sumatera.

Pengangkutan melalui jalur darat umumnya menggunakan truk tangki untuk produk biodiesel sehingga distribusi ke konsumen industri atau depot bahan bakar dapat dilakukan dengan lebih fleksibel dan efisien.

b. Akses Laut

Pelabuhan Boom Baru merupakan pelabuhan utama di Kota Palembang, pelabuhan ini adalah pelabuhan sungai yang terhubung dengan jalur pelayaran melalui Sungai Musi menuju Selat Bangka dan selanjutnya ke jalur pelayaran nasional maupun internasional. Pelabuhan Boom Baru digunakan untuk kegiatan bongkar muat berbagai komoditas industri seperti bahan baku, bahan kimia, dan produk industri lainnya.

c. Akses Udara

Transportasi udara penting untuk mendukung mobilitas tenaga kerja, kegiatan operasional perusahaan, serta pengiriman dokumen atau peralatan penting. Bandara terdekat dari lokasi pabrik adalah Bandar Udara Sultan Mahmud Badaruddin II yang terletak di Kota Palembang.

Bandara ini merupakan bandara internasional yang melayani penerbangan domestik maupun internasional.

4. Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan dalam pabrik biodiesel meliputi air, listrik, bahan bakar, dan lain-lain. Ketersediaan utilitas yang memadai akan menjamin kelangsungan proses produksi secara kontinu dan stabil

a. Penyediaan Listrik

Kebutuhan energi listrik untuk operasional pabrik biodiesel dipasok oleh jaringan listrik dari PT PLN (Persero), khususnya melalui sistem kelistrikan wilayah Unit Induk Distribusi Sumatera Selatan, Jambi, dan Bengkulu (UID S2JB) yang melayani daerah Palembang dan Kabupaten Banyuasin.

Selain itu, sistem transmisi listrik di wilayah ini juga diperkuat oleh jaringan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 275 kV yang menghubungkan pembangkit listrik dengan gardu induk di berbagai wilayah.

b. Air Bersih

Sumber air untuk pabrik biodiesel dapat diperoleh dari sungai Musi yang merupakan sungai utama di wilayah Sumatera Selatan dan memiliki debit air yang cukup besar sepanjang tahun. Selain itu, kebutuhan air bersih untuk kegiatan domestik juga dapat dipasok dari PDAM Tirta Betuah Kabupaten Banyuasin yang melayani berbagai

kecamatan di wilayah Banyuasin dengan kapasitas produksi sekitar 60 liter per detik pada beberapa unit pelayanan.

5. Tenaga Kerja

   Sebagai salah satu kota besar di Sumatera, Palembang memiliki jumlah penduduk yang cukup besar sehingga ketersediaan tenaga kerja relatif mencukupi. Selain itu, terdapat berbagai perguruan tinggi dan lembaga pendidikan yang menghasilkan tenaga kerja terampil di bidang teknik dan industri. Hal ini memudahkan perusahaan dalam memperoleh tenaga kerja yang sesuai dengan kebutuhan pabrik.

6. Limbah Pabrik

   Pengelolaan limbah harus diperhatikan agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Penanganan limbah industri tercantum dalam UU No. 32 Tahun 2009 dan PP No. 22 Tahun 2021 tentang system unit pembuangan limbah (UPL), dan izin pembuangan limbah.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik merupakan pengaturan dan penempatan fasilitas-fasilitas yang terdapat di dalam area pabrik, seperti unit proses, gudang bahan baku, gudang produk, utilitas, laboratorium, serta fasilitas pendukung lainnya. Perancangan tata letak pabrik bertujuan untuk memperoleh susunan fasilitas yang efisien sehingga proses produksi dapat berlangsung dengan lancar, aman, dan ekonomis.

Dalam perancangan pabrik biodiesel dari biji jarak kepyar, tata letak pabrik dirancang dengan mempertimbangkan kelancaran aliran bahan,

kemudahan pengoperasian dan pemeliharaan peralatan, keselamatan kerja, serta kemungkinan perluasan pabrik di masa yang akan datang.

Prinsip-prinsip perancangan tata letak pabrik

Perancangan tata letak pabrik dilakukan dengan memperhatikan beberapa prinsip dasar agar kegiatan operasional pabrik dapat berjalan secara optimal.

1. Kelancaran Aliran Proses

   Unit-unit proses harus disusun sesuai dengan urutan proses produksi sehingga aliran bahan dari bahan baku hingga menjadi produk dapat berlangsung secara sistematis dan efisien. Dengan demikian, jarak perpindahan bahan dapat diminimalkan sehingga biaya transportasi internal menjadi lebih kecil.

2. Pemanfaatan Lahan Secara Efisien

   Penggunaan lahan pabrik harus direncanakan secara efisien agar seluruh fasilitas yang dibutuhkan dapat ditempatkan dengan baik tanpa menghambat aktivitas operasional pabrik. Selain itu, perlu disediakan ruang yang cukup untuk kemungkinan pengembangan pabrik di masa mendatang.

3. Keamanan dan Keselamatan Kerja

   Aspek keselamatan kerja merupakan salah satu pertimbangan utama dalam perancangan tata letak pabrik. Unit proses yang berpotensi menimbulkan bahaya seperti reaktor, tangki penyimpanan bahan kimia,

dan boiler harus ditempatkan pada area yang aman serta memiliki jarak tertentu dari fasilitas perkantoran dan area umum.

4. Kemudahan Operasi dan Perawatan

Penempatan peralatan dan fasilitas pabrik harus memudahkan kegiatan operasi serta pemeliharaan peralatan. Oleh karena itu, perlu disediakan ruang yang cukup di sekitar peralatan agar kegiatan inspeksi, perbaikan, maupun penggantian peralatan dapat dilakukan dengan mudah.

5. Kemudahan Transportasi Internal

Tata letak pabrik harus memperhatikan jalur transportasi internal untuk memudahkan pergerakan kendaraan pengangkut bahan baku maupun produk. Jalan dalam area pabrik harus dirancang agar kendaraan dapat bergerak dengan lancar tanpa mengganggu aktivitas produksi.

Secara umum, area dalam suatu pabrik dibagi menjadi beberapa bagian utama agar kegiatan operasional dapat berjalan secara terorganisir.

1. Area Proses

Area proses merupakan bagian utama pabrik yang digunakan untuk kegiatan produksi. Pada area ini terdapat berbagai peralatan proses seperti reaktor, kolom pemisah, *heat exchanger*, pompa, dan tangki proses yang digunakan dalam proses pembuatan biodiesel.

2. Area Penyimpanan

Area penyimpanan digunakan untuk menyimpan bahan baku, bahan penunjang, maupun produk yang dihasilkan. Area penyimpanan bahan baku

biasanya ditempatkan dekat dengan area penerimaan bahan baku, sedangkan area penyimpanan produk ditempatkan dekat dengan jalur distribusi untuk memudahkan proses pengiriman produk.

3. Area Utilitas

Area utilitas merupakan bagian pabrik yang menyediakan berbagai fasilitas pendukung untuk menunjang kegiatan produksi. Area utilitas biasanya ditempatkan pada lokasi yang mudah diakses oleh unit proses yang membutuhkan layanan utilitas tersebut.

4. Area Perkantoran dan Laboratorium

Area ini digunakan untuk kegiatan administrasi, pengawasan, serta pengendalian kualitas produk. Area perkantoran biasanya ditempatkan pada bagian depan pabrik agar mudah diakses oleh karyawan maupun tamu yang datang ke pabrik.

5. Area Fasilitas Pendukung

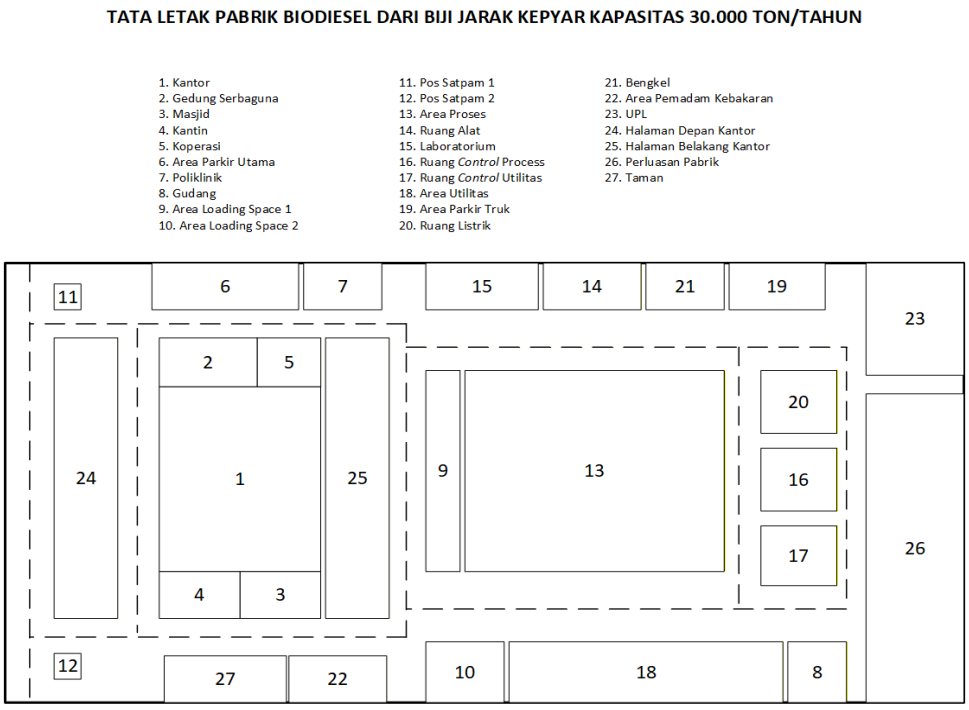
Area ini meliputi berbagai fasilitas yang digunakan untuk menunjang kegiatan operasional pabrik. Fasilitas pendukung ini berperan penting dalam mendukung kelancaran kegiatan operasional pabrik secara keseluruhan. Pabrik biodiesel dari biji jarak kepyar didirikan di atas tanah seluas 16.000 m2. Berikut adalah perincian luas bangunan pabrik.

Tabel 4.1 Perincian Luas Bangunan Pabrik Biodiesel

No	Area	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m2)
1	Kantor	35	23	805
2	Gedung serbaguna	23	17	391

No	Area	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m2)
3	Masjid	10	8	80
4	Kantin	8	8	64
5	Koperasi	8	5	40
6	Area parkir utama	20	15	300
7	Poliklinik	15	8	120
8	Gudang	25	15	375
9	Area loading space 1	50	6	300
10	Area loading space 2	23	9	207
11	Pos satpam	5	4	20
12	Pos satpam 2	5	4	20
13	Area proses	60	50	3000
14	Ruang alat	15	15	225
15	Laboratorium	15	15	225
16	Ruang control process	15	15	225
17	Ruang control utilitas	15	15	225
18	Area utilitas	40	30	1200
19	Area parkir truk	20	16,5	330
20	Ruang listrik	12	10	120
21	Bengkel	19	12	228
22	Area pemadam kebakaran	14	8	112
23	UPL	30	25	750
24	Halaman depan kantor	60	6	360

No	Area	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m2)
25	Halaman belakang kantor	60	8	480
26	Perluasan Pabrik	57	23	1311
27	Taman	28	14	392
28	Jalan			
Luas Bangunan				13340
Luas Tanah				16000



Gambar 4.1 Layout Pabrik Biodiesel

4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (*Mechines Layout*)

Perancangan tata letak mesin pada pabrik harus mempertimbangkan berbagai aspek teknis dan operasional agar kegiatan produksi dapat berlangsung

dengan lancar. Beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam perancangan tata letak mesin antara lain:

1. Aliran Bahan Baku dan Produk

   Penempatan mesin dan peralatan proses harus disusun berdasarkan urutan proses produksi agar aliran bahan baku hingga menjadi produk dapat berlangsung secara sistematis dan efisien. Dengan pengaturan aliran bahan yang baik, perpindahan bahan antar unit proses dapat diminimalkan sehingga mengurangi waktu proses, kehilangan bahan, serta biaya transportasi internal di dalam pabrik.

2. Aliran Udara

   Sistem ventilasi dan aliran udara yang baik sangat diperlukan dalam area proses untuk menjaga kondisi lingkungan kerja yang aman dan nyaman. Aliran udara yang baik juga membantu mengurangi akumulasi uap bahan kimia, bau, maupun gas yang dihasilkan selama proses produksi. Oleh karena itu, penempatan peralatan proses harus mempertimbangkan sirkulasi udara yang cukup agar kondisi ruang kerja tetap aman bagi pekerja.

3. Pencahayaan

   Pencahayaan yang memadai sangat penting dalam area proses untuk mendukung kegiatan operasi, pengawasan, serta pemeliharaan peralatan. Tata letak mesin harus memungkinkan masuknya cahaya alami maupun pemasangan sistem pencahayaan buatan yang cukup sehingga pekerja dapat bekerja dengan aman dan efektif.

4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Jalur lalu lintas di dalam pabrik biasanya dibagi menjadi beberapa area, seperti jalur kendaraan operasional, jalur pejalan kaki, dan area proses.Kendaraan seperti sepeda motor umumnya tidak diperbolehkan memasuki area proses utama atau area yang terdapat peralatan produksi. Hal ini dikarenakan area tersebut merupakan zona dengan risiko tinggi, seperti adanya peralatan yang beroperasi pada tekanan dan temperatur tinggi, penggunaan bahan kimia yang mudah terbakar seperti metanol, serta adanya jaringan perpipaan dan kabel instrumentasi. Keberadaan kendaraan bermotor di area tersebut dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja maupun potensi kebakaran akibat percikan api dari mesin kendaraan.

5. Ekonomi

Penempatan mesin dan peralatan proses harus dirancang secara ekonomis dengan meminimalkan jarak perpindahan bahan, panjang perpipaan, serta biaya instalasi. Tata letak yang efisien akan membantu menurunkan biaya investasi dan biaya operasional pabrik.

6. Jarak Antar Proses

Jarak antar peralatan proses harus diatur secara optimal agar tidak terlalu rapat maupun terlalu berjauhan. Jarak yang cukup diperlukan untuk memberikan ruang bagi operator dalam melakukan pengawasan serta mempermudah kegiatan perawatan dan perbaikan peralatan.

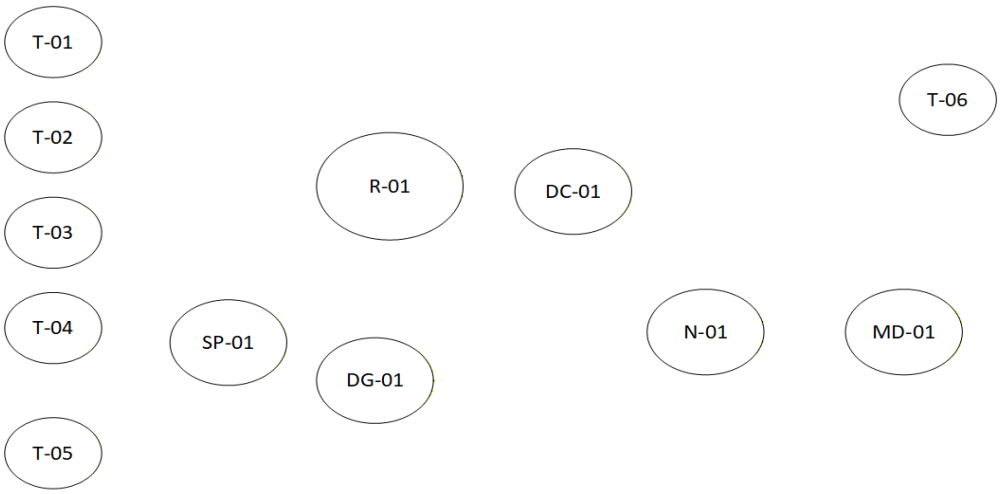
7. *Maintenance*

Setiap peralatan proses harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga mudah diakses untuk kegiatan inspeksi, perawatan, dan perbaikan. Ruang

yang cukup di sekitar peralatan akan memudahkan teknisi dalam melakukan pemeliharaan tanpa mengganggu operasi peralatan lain.

8. Faktor Keselamatan

Keselamatan kerja merupakan aspek penting dalam penentuan tata letak mesin. Peralatan yang beroperasi pada kondisi berbahaya seperti temperatur tinggi, tekanan tinggi, atau menggunakan bahan kimia yang mudah terbakar harus ditempatkan pada area yang aman serta dilengkapi dengan sistem pengamanan yang memadai.



Keterangan:
1. T-01 : Tangki NaOH
2. T-02 : Tangki CH3OH
3. T-03 : Tangki H3PO4
4. T-04 : Tangki Biji Jarak Kepyar
5. T-05 : Tangki HCl
6. T-06 : Tangki Biodiesel
7. SP-01 : Screw Press
8. DG-01 : Degummer
9. R-01 : Reaktor
10. DC-01 : Decanter
11. N-01 : Netralizer
12. MD-01 : Menara Distilasi

Gambar 4.2 Layout Alat Proses

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk organisasi perusahaan merupakan sistem yang digunakan untuk mengatur hubungan kerja, pembagian tugas, serta tanggung jawab

antar bagian dalam suatu perusahaan sehingga kegiatan operasional dapat berjalan secara efektif dan efisien.

Dalam perancangan pabrik biodiesel dari biji jarak kepyar, bentuk organisasi perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan badan usaha yang memiliki status badan hukum dengan modal yang terbagi dalam bentuk saham. Pemilihan bentuk perusahaan ini didasarkan pada beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Kemudahan dalam Pengumpulan Modal

   Modal perusahaan dapat diperoleh dari para pemegang saham sehingga memungkinkan pengumpulan modal dalam jumlah yang lebih besar untuk mendukung pembangunan dan pengembangan pabrik.

2. Tanggung Jawab Pemegang Saham Terbatas

   Pemegang saham hanya bertanggung jawab sebesar modal yang ditanamkan dalam perusahaan sehingga risiko kerugian pribadi dapat diminimalkan.

3. Kelangsungan Perusahaan Lebih Terjamin

   Perseroan Terbatas memiliki keberlangsungan usaha yang lebih stabil karena tidak bergantung pada satu orang pemilik. Perusahaan tetap dapat berjalan meskipun terjadi pergantian pemegang saham.

4. Manajemen Perusahaan Lebih Terstruktur

   Pengelolaan perusahaan dilakukan oleh direksi yang bertanggung jawab kepada pemegang saham sehingga sistem manajemen menjadi lebih profesional dan terorganisir.

5. Memudahkan Pengembangan Perusahaan

Bentuk Perseroan Terbatas memberikan peluang yang lebih besar untuk melakukan ekspansi usaha serta menjalin kerja sama dengan pihak lain.

Secara hukum, Perseroan Terbatas diatur dalam Undang-Undang Nomor 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas, yang menyatakan bahwa Perseroan Terbatas merupakan badan hukum yang didirikan berdasarkan perjanjian dan melakukan kegiatan usaha dengan modal yang terbagi dalam saham. Dalam undang-undang tersebut juga dijelaskan bahwa organ utama dalam Perseroan Terbatas terdiri dari Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS), Direksi, dan Dewan Komisaris. Dengan menggunakan bentuk organisasi Perseroan Terbatas, diharapkan pengelolaan pabrik biodiesel dapat berjalan secara profesional serta mampu mendukung perkembangan perusahaan dalam jangka panjang.

4.4.2 Struktur Organisasi

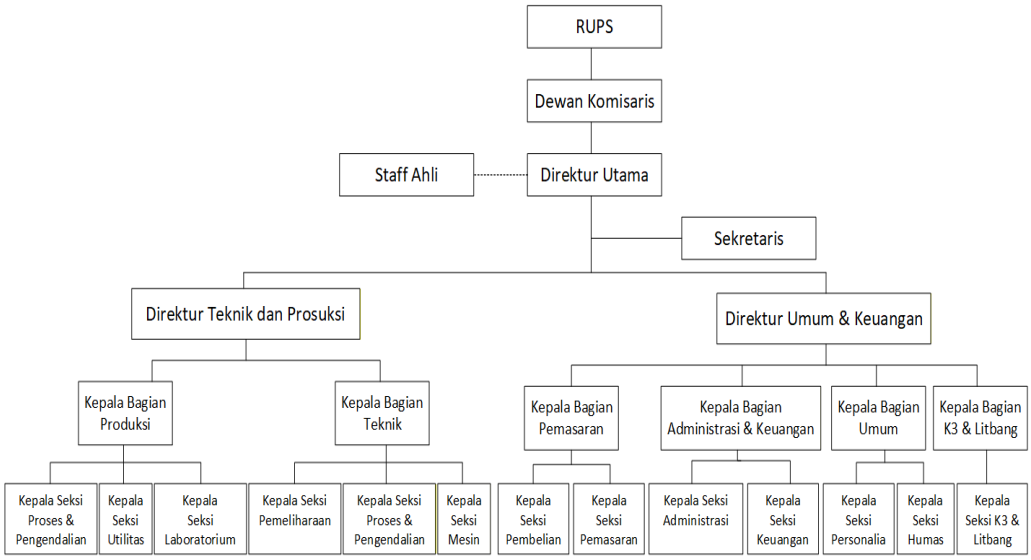
Struktur organisasi yang baik akan mempermudah koordinasi antar bagian sehingga kegiatan operasional perusahaan dapat berjalan secara efektif dan efisien. Struktur organisasi pada pabrik biodiesel dari biji jarak kepyar disusun dengan sistem garis dan staf (*line and staff organization*). Dalam sistem ini terdapat pimpinan utama yang memiliki wewenang langsung terhadap pelaksanaan kegiatan perusahaan, serta beberapa bagian staf yang bertugas memberikan bantuan, saran, dan dukungan teknis kepada pimpinan dalam menjalankan kegiatan operasional pabrik.

Pada struktur organisasi ini, pimpinan tertinggi perusahaan adalah direktur utama yang bertanggung jawab terhadap seluruh kegiatan perusahaan. Direktur utama bertugas mengkoordinasikan seluruh kegiatan manajemen serta mengambil keputusan strategis yang berkaitan dengan operasional dan pengembangan perusahaan.

Di bawah direktur utama terdapat beberapa manajer yang bertanggung jawab terhadap bidang-bidang tertentu dalam perusahaan, antara lain manajer produksi, manajer teknik dan utilitas, manajer pemasaran, manajer keuangan, serta manajer sumber daya manusia. Masing-masing manajer memiliki tugas untuk mengelola dan mengawasi kegiatan pada departemen yang menjadi tanggung jawabnya.

Manajer produksi bertanggung jawab terhadap kegiatan produksi di pabrik, termasuk pengoperasian unit proses, pengendalian kualitas produk, serta pengawasan terhadap operator produksi. Manajer teknik dan utilitas bertanggung jawab terhadap pemeliharaan peralatan, penyediaan utilitas seperti air, listrik, dan uap, serta memastikan peralatan proses dapat beroperasi dengan baik.

Dengan adanya struktur organisasi yang jelas, pembagian tugas dan tanggung jawab dalam perusahaan dapat berjalan dengan baik sehingga kegiatan operasional pabrik biodiesel dapat berlangsung secara efektif, efisien, serta terkoordinasi dengan baik.



Gambar 4.3 Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik Biodiesel

4.4.3 Tugas dan Wewenang

1. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)

Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) merupakan organ perusahaan yang memiliki kedudukan tertinggi dalam struktur organisasi perusahaan. RUPS terdiri dari para pemegang saham yang memiliki kepentingan terhadap perusahaan dan berwenang dalam menentukan kebijakan utama perusahaan. Keberadaan RUPS diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas, yang menyatakan bahwa RUPS memiliki kewenangan yang tidak diberikan kepada direksi maupun dewan komisaris. RUPS memiliki hak dan wewenang sebagai berikut:

a. Mengangkat dan memberhentikan anggota direksi dan dewan komisaris.

b. Menetapkan kebijakan umum serta tujuan jangka panjang perusahaan.
c. Menyetujui hasil kerja dan laporan keuangan yang disusun oleh direksi.
d. Memberikan izin untuk melakukan penggabungan, peleburan, pengambilalihan, atau pembubaran perseroan.

2. Dewan Komisaris

Secara umum, tugas dan tanggung jawab Dewan Komisaris adalah melakukan pengawasan dan memberikan nasihat kepada Direksi terkait pengelolaan perusahaan. Dewan Komisaris bertindak untuk kepentingan perusahaan, sesuai dengan maksud dan tujuan perusahaan. Dewan Komisaris melakukan pengawasan terhadap kebijakan perusahaan, ketentuan Anggaran Dasar, keputusan RUPS, dan memastikan kepatuhan perusahaan terhadap regulasi yang berlaku.

a. Mengkaji, mengevaluasi dan memberikan rekomendasi kepada Direksi berkaitan dengan penyusunan visi, misi, perubahan Anggaran Dasar, dan rencana-rencana strategis perusahaan lainnya, seperti diatur dalam Anggaran Dasar.
b. Mengawasi pelaksanaan kegiatan yang dilakukan oleh seluruh direktur dan bagian di bawahnya.
c. Memberikan dukungan dan pertimbangan kepada Direktur Utama dalam pengambilan keputusan yang bersifat strategis.

3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam manajemen perusahaan yang bertanggung jawab atas pengelolaan dan pengendalian seluruh kegiatan operasional perusahaan. Direktur utama memiliki peran dalam mengarahkan serta mengkoordinasikan seluruh kegiatan perusahaan agar berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Dalam melaksanakan tugasnya, direktur utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Umum dan Keuangan, serta dibantu oleh sekretaris yang membantu dalam kegiatan administrasi dan koordinasi perusahaan.

Tugas-tugas Direktur Utama:

1. Memimpin dan mengkoordinasikan seluruh kegiatan operasional perusahaan agar berjalan secara efektif dan efisien.
2. Menetapkan kebijakan operasional perusahaan yang berkaitan dengan kegiatan produksi, pemasaran, administrasi, dan keuangan.
3. Mengkoordinasikan kegiatan antar bagian dalam perusahaan agar seluruh kegiatan berjalan secara terpadu.
4. Merumuskan kan melaksanakan kebijakan umum pabrik sesuai dengan kebijakan RUPS.
5. Menjalin hubungan kerja sama dengan pihak eksternal yang berkaitan dengan kegiatan perusahaan.

Dalam melaksanakan tugasnya, Direktur Utama dibantu oleh sekretaris yang bertugas membantu kegiatan administrasi, mengatur jadwal rapat, serta mengelola dokumentasi perusahaan sehingga kegiatan manajemen perusahaan dapat berjalan dengan lebih terorganisir. Direktur utama dalam menjalankan pengelolaan perusahaan membawahi dua direktur utama pada bidang operasional dan manajemen perusahaan, yaitu direktur teknik dan produksi serta direktur umum dan keuangan. Kedua direktur tersebut memiliki tanggung jawab yang berbeda sesuai dengan bidang masing-masing.

1. Direktur Teknik dan Produksi

   Direktur Teknik dan Produksi bertanggung jawab atas seluruh kegiatan yang berkaitan dengan proses produksi serta pengelolaan teknis operasional pabrik. Direktur ini memastikan bahwa proses produksi berjalan dengan lancar, efisien, serta sesuai dengan standar operasional yang telah ditetapkan. Direktur Teknik dan Produksi membawahi bagian Proses dan Utilitas, Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi, dan Penelitian, pengembangan, dan Pengendalian Mutu.

2. Direktur Pemasaran dan Keuangan

   Direktur umum dan keuangan bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berkaitan dengan administrasi perusahaan, pengelolaan keuangan, pemasaran, serta pengelolaan sumber daya manusia. Direktur Umum dan Keuangan ini memimpin seluruh

aktivitas yang berkaitan dengan administrasi umum, keuangan, personalia, pemasaran, hubungan masyarakat, keamanan, dan keselamatan kerja.

3. Direktur Sumber Daya Manusia dan Umum

   Direktur sumber daya manusia dan umum merupakan pimpinan yang bertanggung jawab dalam mengelola sumber daya manusia serta kegiatan umum perusahaan yang meliputi administrasi, hubungan masyarakat, keamanan, serta kesejahteraan karyawan. Direktur ini berperan dalam memastikan bahwa pengelolaan tenaga kerja dan kegiatan pendukung operasional perusahaan dapat berjalan dengan baik sehingga mendukung kelancaran kegiatan perusahaan secara keseluruhan.

4. Staff Ahli

Staff ahli merupakan tenaga profesional yang bertindak sebagai pemberi pertimbangan dan saran kepada direktur utama dalam pengambilan keputusan yang berkaitan dengan pengelolaan perusahaan. Staff ahli membantu pimpinan perusahaan dengan memberikan analisis serta kajian terhadap berbagai permasalahan yang berkaitan dengan kegiatan operasional maupun pengembangan perusahaan. Adapun tugas-tugas dari staff ahli meliputi:

1. Memberikan saran dan pertimbangan dalam pengambilan keputusan yang berkaitan dengan kegiatan perusahaan.

2. Memberikan rekomendasi yang berkaitan dengan peningkatan efisiensi produksi dan pengelolaan perusahaan.
3. Membantu dalam merumuskan strategi pengembangan perusahaan.
4. Mengusulkan perbaikan atau pengembangan terhadap kegiatan operasional perusahaan berdasarkan hasil analisis yang dilakukan.

5. Kepala Bagian

Kepala bagian merupakan pimpinan unit kerja yang bertanggung jawab dalam mengelola, mengkoordinasikan, serta mengawasi kegiatan operasional pada bidangnya masing-masing. Kepala bagian bertugas memastikan setiap kegiatan di dalam bagiannya berjalan sesuai dengan rencana kerja perusahaan, serta melaporkan hasil pelaksanaan kegiatan kepada direktur yang membawahinya. Kepala bagian mencakup:

1. Kepala Bagian Produksi

Kepala bagian produksi bertanggung jawab terhadap pelaksanaan kegiatan produksi di pabrik agar proses produksi berjalan secara efektif dan efisien. Tugas kepala bagian produksi meliputi:

a. Merencanakan dan mengatur kegiatan produksi sesuai dengan target yang telah ditetapkan perusahaan.
b. Mengawasi jalannya proses produksi agar berjalan dengan lancar dan sesuai prosedur operasional.

c. Mengawasi penggunaan bahan baku serta peralatan produksi agar digunakan secara efisien.
d. Melakukan evaluasi terhadap hasil produksi untuk meningkatkan produktivitas pabrik.

2. Kepala Bagian Teknik

Kepala bagian teknik bertanggung jawab terhadap pengelolaan serta pemeliharaan peralatan dan fasilitas teknis yang digunakan dalam operasional pabrik. Tugas kepala bagian teknik meliputi:

a. Mengawasi pemeliharaan mesin dan peralatan produksi.
b. Mengatur kegiatan perbaikan dan perawatan fasilitas pabrik.
c. Memastikan seluruh peralatan dan mesin dapat beroperasi dengan baik.
d. Mengkoordinasikan kegiatan perawatan dengan bagian produksi agar proses produksi tidak terganggu.
e. Mengawasi kinerja sistem instrumentasi dan kelistrikan pabrik.

3. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala bagian pemasaran bertanggung jawab terhadap kegiatan pemasaran dan distribusi produk perusahaan. Tugas kepala bagian pemasaran meliputi:

a. Merencanakan strategi pemasaran untuk meningkatkan penjualan produk perusahaan.

b. Mengembangkan jaringan pemasaran serta mencari peluang pasar baru.
c. Mengawasi kegiatan penjualan dan distribusi produk.
d. Menjalin hubungan baik dengan pelanggan maupun mitra usaha.
e. Melakukan analisis pasar untuk mengetahui kebutuhan dan perkembangan pasar.

4. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan, dan Pengendalian Mutu

Kepala bagian ini bertanggung jawab terhadap kegiatan penelitian serta pengendalian kualitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Tugas kepala bagian penelitian, pengembangan, dan pengendalian mutu meliputi:

a. Melakukan penelitian untuk meningkatkan kualitas produk dan efisiensi proses produksi.
b. Mengembangkan teknologi atau metode baru yang dapat meningkatkan kinerja produksi.
c. Mengawasi pengujian kualitas bahan baku, bahan antara, dan produk akhir.
d. Memastikan produk yang dihasilkan memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan.
e. Melakukan evaluasi terhadap kualitas produk secara berkala.

5. Kepala Bagian Administrasi

Kepala bagian administrasi bertanggung jawab terhadap kegiatan administrasi yang berkaitan dengan pengelolaan dokumen

dan pencatatan kegiatan perusahaan. Tugas kepala bagian administrasi meliputi:

a. Mengelola kegiatan administrasi perusahaan.
b. Mengawasi penyusunan dan pengarsipan dokumen perusahaan.
c. Mengatur pencatatan data operasional dan administrasi perusahaan.
d. Menyusun laporan administrasi yang diperlukan oleh manajemen perusahaan.
e. Mengkoordinasikan kegiatan administrasi dengan bagian lain dalam perusahaan.

6. Kepala Bagian Humas dan Keamanan

Kepala bagian humas dan keamanan bertanggung jawab terhadap hubungan perusahaan dengan masyarakat serta pengamanan lingkungan perusahaan. Tugas kepala bagian humas dan keamanan meliputi:

a. Menjalin hubungan baik antara perusahaan dengan masyarakat dan pihak eksternal.
b. Mengelola kegiatan komunikasi dan publikasi perusahaan.
c. Menjaga citra perusahaan di lingkungan masyarakat.
d. Mengawasi sistem keamanan di area pabrik.
e. Mengatur pengamanan fasilitas perusahaan serta mengawasi keluar masuknya orang maupun kendaraan di area pabrik.

7. Kepala Bagian Kesehatan Keselematan Kerja dan Lingkungan

Kepala bagian K3 dan lingkungan bertanggung jawab terhadap penerapan keselamatan kerja serta pengelolaan lingkungan di area pabrik. Tugas kepala bagian K3 dan lingkungan meliputi:

a. Mengawasi penerapan keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan pabrik.
b. Menyusun prosedur keselamatan kerja bagi seluruh karyawan.
c. Melakukan pengawasan terhadap potensi bahaya yang dapat terjadi di lingkungan kerja.
d. Mengelola pengendalian limbah dan dampak lingkungan yang dihasilkan oleh kegiatan produksi.
e. Melakukan pelatihan keselamatan kerja bagi karyawan serta memastikan seluruh pekerja mematuhi prosedur K3.

8. Kepala Seksi

Kepala seksi merupakan pimpinan unit kerja yang berada di bawah kepala bagian dan bertanggung jawab dalam melaksanakan serta mengawasi kegiatan operasional pada bidang yang lebih spesifik. Kepala seksi bertugas memastikan setiap pekerjaan pada bagiannya dapat berjalan dengan baik sesuai dengan rencana kerja yang telah ditetapkan oleh kepala bagian. Selain itu, kepala seksi juga bertanggung jawab dalam mengkoordinasikan para pekerja atau staf di bawahnya agar kegiatan operasional perusahaan dapat berjalan secara efektif dan efisien.

1. Kepala Seksi Proses dan Pengendalian

Kepala seksi proses dan pengendalian bertanggung jawab terhadap pengawasan jalannya proses produksi serta pengendalian kondisi operasi agar proses berjalan dengan baik. Tugas dan wewenangnya meliputi:

a. Mengawasi jalannya proses produksi agar sesuai dengan kondisi operasi yang telah ditentukan.
b. Mengambil tindakan korektif apabila terjadi penyimpangan dalam proses produksi.
c. Melaporkan hasil pengawasan proses kepada kepala bagian produksi.

2. Kepala Seksi Utilitas

Kepala seksi utilitas bertanggung jawab terhadap penyediaan dan pengelolaan fasilitas utilitas yang diperlukan dalam proses produksi.Tugas dan wewenangnya meliputi:

a. Mengawasi penyediaan utilitas seperti air, listrik, uap, dan energi lainnya.
b. Memastikan ketersediaan utilitas yang diperlukan untuk mendukung kegiatan produksi.
c. Mengawasi operasi peralatan utilitas agar dapat berfungsi dengan baik.
d. Mengkoordinasikan kegiatan pemeliharaan fasilitas utilitas.

3. Kepala Seksi Laboratorium

Kepala seksi laboratorium bertanggung jawab terhadap kegiatan pengujian serta pengendalian mutu bahan baku dan produk. Tugas dan wewenangnya meliputi:

a. Melakukan pengujian kualitas bahan baku yang digunakan dalam proses produksi.
b. Melakukan analisis terhadap produk antara dan produk akhir.
c. Memastikan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan.

4. Kepala Seksi Pemeliharaan

Kepala seksi pemeliharaan bertanggung jawab terhadap kegiatan perawatan dan perbaikan peralatan yang digunakan dalam proses produksi.

5. Kepala Seksi Instrumentasi dan Listrik

Kepala seksi instrumentasi dan listrik bertanggung jawab terhadap sistem instrumentasi serta kelistrikan yang digunakan dalam operasional pabrik.

6. Kepala Seksi Mesin

Kepala seksi mesin bertanggung jawab terhadap pengelolaan serta perawatan mesin yang digunakan dalam proses produksi.

7. Kepala Seksi Pembelian

Kepala seksi pembelian bertanggung jawab terhadap kegiatan pengadaan bahan baku serta kebutuhan operasional perusahaan.

8. Kepala Seksi Pemasaran

Kepala seksi pemasaran bertanggung jawab terhadap kegiatan penjualan dan distribusi produk perusahaan.

9. Kepala Seksi Administrasi

Kepala seksi administrasi bertanggung jawab terhadap kegiatan administrasi perusahaan.

10. Kepala Seksi Keuangan

Kepala seksi keuangan bertanggung jawab terhadap pengelolaan keuangan perusahaan.

11. Kepala Seksi Personalia

Kepala seksi personalia bertanggung jawab terhadap pengelolaan sumber daya manusia dalam perusahaan.

12. Kepala Seksi Humas

Kepala seksi humas bertanggung jawab terhadap hubungan perusahaan dengan masyarakat dan pihak eksternal.

13. Kepala Seksi K3 dan Lingkungan

Kepala seksi K3 dan lingkungan bertanggung jawab terhadap penerapan keselamatan kerja serta pengelolaan lingkungan perusahaan.

4.4.4 Pengaturan Jam Kerja

Pengaturan jam kerja di dalam pabrik bertujuan untuk memastikan kegiatan operasional pabrik dapat berjalan secara terus-menerus dan efisien, terutama pada bagian produksi yang membutuhkan pengawasan selama 24

jam. Oleh karena itu, sistem kerja dalam pabrik umumnya dibedakan menjadi karyawan non-shift dan karyawan shift.

1. Karyawan Non-Shift

Karyawan non-shift merupakan karyawan yang bekerja pada bagian administrasi dan manajemen perusahaan, seperti bagian administrasi, keuangan, pemasaran, serta manajemen. Jam kerja untuk karyawan non-shift biasanya mengikuti jam kerja normal.

Tabel 4.2 Jadwal jam kerja karyawan non shift

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

2. Karyawan Shift

Karyawan shift merupakan karyawan yang bekerja pada bagian produksi dan utilitas yang memerlukan pengawasan dan pengoperasian secara terus-menerus selama 24 jam. Sistem kerja shift diterapkan agar proses produksi dapat berjalan tanpa henti sehingga target produksi dapat tercapai. Pengaturan jam kerja karyawan shift biasanya dibagi menjadi tiga shift, yaitu:

Tabel 4.3 Jadwal jam kerja karyawan shift

Kelompok Kerja	Jam Kerja	Jam Istirahat
Shift I	07.00 - 15.00	11.00 – 12.00
Shift II	15.00 - 23.00	19.00 – 20.00
Shift III	23.00 - 07.00	03.00 – 04.00

Sistem kerja shift diterapkan pada bagian produksi dan utilitas karena kegiatan operasional pabrik harus berlangsung secara terus-

menerus selama 24 jam. Melalui sistem ini, karyawan dibagi ke dalam beberapa kelompok kerja yang bertugas secara bergantian agar proses produksi tetap berjalan tanpa henti dan pengawasan terhadap peralatan serta proses produksi tetap terjaga. Pembagian jam kerja shift umumnya terdiri dari tiga shift, yaitu shift pagi yang berlangsung pada pukul 07.00–15.00 WIB, shift sore pada pukul 15.00–23.00 WIB, dan shift malam pada pukul 23.00–07.00 WIB, dengan masing-masing shift memiliki waktu kerja selama 8 jam sehingga harus dibentuk 4 kelompok. Sistem pergantian shift dilakukan secara bergilir antar kelompok kerja agar pembagian beban kerja menjadi lebih merata serta untuk menjaga kondisi kesehatan dan produktivitas karyawan selama menjalankan tugasnya di lingkungan pabrik. Jadwal kerja tiap kelompok sebagai berikut:

Tabel 4.4 Jadwal kerja setiap kelompok

Kelompok	Tanggal														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	P	P	P	L	S	S	S	L	M	M	M	L	P	P	P
B	M	M	L	P	P	P	L	S	S	S	L	M	M	M	L
C	S	L	M	M	M	L	P	P	P	L	S	S	S	L	M
D	L	S	S	S	L	M	M	M	L	P	P	P	L	S	S

Tabel 4.5 Jadwal kerja setiap kelompok (lanjutan)

Kelompok	Tanggal														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	L	S	S	S	L	M	M	M	L	P	P	P	L	S	S
B	P	P	P	L	S	S	S	L	M	M	M	L	P	P	P
C	M	M	L	P	P	P	L	S	S	S	L	M	M	M	L
D	S	L	M	M	M	L	P	P	P	L	S	S	S	L	M

Keterangan :

P = Shift Pagi (07.00 – 15.00)

S = Shift Sore (15.00 – 23.00)

M = Shift Malam (23.00 – 07.00)

L = Libur

4.4.5 Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji

Jumlah tenaga kerja ditentukan berdasarkan kebutuhan perusahaan agar setiap pekerjaan dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien. Perincian mengenai jumlah tenaga kerja serta sistem penggajiannya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.6 Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Dewan Komisaris	1	Rp35,000,000	Rp35,000,000
2	Direktur Utama	1	Rp30,000,000	Rp30,000,000
3	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp25,000,000	Rp25,000,000

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
4	Direktur Keuangan & Pemasaran	1	Rp25,000,000	Rp25,000,000
5	Direktur Sumber Daya Manusia dan Umum	1	Rp25,000,000	Rp25,000,000
6	Kepala Bagian Proses & Utilitas	1	Rp20,000,000	Rp20,000,000
7	Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik & Instrumentasi	1	Rp20,000,000	Rp20,000,000
8	Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu	1	Rp20,000,000	Rp20,000,000
9	Kepala Bagian Keuangan	1	Rp20,000,000	Rp20,000,000
10	Kepala Bagian Pemasaran	1	Rp20,000,000	Rp20,000,000
11	Kepala Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja & Lingkungan	1	Rp20,000,000	Rp20,000,000
12	Kepala Bagian Administrasi dan SDM	1	Rp20,000,000	Rp20,000,000
13	Kepala Bagian Umum dan Keamanan	1	Rp20,000,000	Rp20,000,000
14	Kepala Seksi Proses	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
15	Kepala Seksi Utilitas	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
16	Kepala Seksi Pemeliharaan & Bengkel	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
17	Kepala Seksi Listrik & Instrumentasi	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
18	Kepala Seksi Penelitian & Pengembangan	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
19	Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
20	Kepala Seksi Kesehatan & Keselamatan Kerja	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
21	Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
22	Kepala Seksi Tata Usaha	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
23	Kepala Seksi Personalia	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
24	Kepala Seksi Hubungan Masyarakat	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
25	Kepala Seksi Bahan Baku & Produk	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
26	Kepala Seksi Keamanan	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
27	Kepala Seksi Pendataan Audit	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
28	Kepala Seksi Perencanaan Keuangan	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
29	Kepala Seksi Pengendalian Keuangan	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
30	Kepala Seksi Pengadaan Bahan Baku	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
31	Kepala Seksi Pengadaan Bahan Pendukung	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
32	Kepala Seksi Akuntansi	1	Rp15,000,000	Rp15,000,000
33	Operator Produksi	32	Rp8,000,000	Rp256,000,000
34	Operator Utilitas	40	Rp8,000,000	Rp320,000,000
35	Operator DCS	2	Rp10,000,000	Rp20,000,000
36	Engineer Process	2	Rp12,000,000	Rp24,000,000
37	Engineer Mekanikal/Elektrikal	2	Rp12,000,000	Rp24,000,000
38	Analis Laboratorium	2	Rp10,000,000	Rp20,000,000
39	HSE Officer	2	Rp10,000,000	Rp20,000,000

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
40	IT Support	2	Rp10,000,000	Rp20,000,000
41	Karyawan Proses	4	Rp7,000,000	Rp28,000,000
42	Karyawan Utilitas	4	Rp7,000,000	Rp28,000,000
43	Karyawan Pemeliharaan	4	Rp7,000,000	Rp28,000,000
44	Karyawan Laboratorium	4	Rp7,000,000	Rp28,000,000
45	Karyawan Administrasi	4	Rp7,000,000	Rp28,000,000
46	Cleaning Service	4	Rp4,000,000	Rp16,000,000
47	Security	4	Rp5,000,000	Rp20,000,000
48	Sopir	4	Rp5,000,000	Rp20,000,000
49	Dokter	1	Rp10,000,000	Rp10,000,000
50	Perawat	2	Rp8,000,000	Rp16,000,000
Total		151	Rp732,000,000	Rp1,511,000,000

4.4.6 Fasilitas dan Hak Karyawan

Perusahaan memberikan berbagai fasilitas dan hak kepada karyawan sebagai bentuk perhatian terhadap kesejahteraan tenaga kerja serta untuk meningkatkan semangat kerja dan produktivitas karyawan. Fasilitas dan hak tersebut diberikan sesuai dengan peraturan ketenagakerjaan yang berlaku serta kebijakan perusahaan. Beberapa fasilitas dan hak yang diberikan kepada karyawan antara lain sebagai berikut:

1. Hak Cuti

   Setiap karyawan berhak memperoleh cuti sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Hak cuti diberikan kepada karyawan yang telah

bekerja selama periode tertentu agar karyawan memiliki waktu istirahat yang cukup serta dapat menjaga keseimbangan antara pekerjaan dan kehidupan pribadi. Cuti tahunan umumnya diberikan selama 12 hari kerja dalam satu tahun setelah karyawan bekerja selama minimal satu tahun secara terus-menerus. Selain cuti tahunan, karyawan juga dapat memperoleh cuti karena alasan tertentu seperti cuti sakit, cuti melahirkan, serta cuti karena kepentingan keluarga sesuai dengan ketentuan perusahaan.

2. Libur Nasional

Perusahaan memberikan hak libur kepada karyawan pada hari-hari besar atau hari libur nasional yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Pemberian libur nasional ini bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada karyawan untuk beristirahat serta merayakan hari besar keagamaan maupun hari penting nasional. Namun, bagi karyawan yang bekerja pada bagian produksi yang menggunakan sistem shift, kegiatan operasional tetap berjalan sehingga pengaturan jadwal kerja dilakukan secara bergantian.

3. Lembur

Karyawan yang bekerja melebihi jam kerja normal berhak memperoleh upah lembur sesuai dengan ketentuan peraturan ketenagakerjaan yang berlaku. Pemberian upah lembur bertujuan sebagai kompensasi atas tambahan waktu kerja yang dilakukan oleh karyawan. Besarnya upah lembur biasanya dihitung berdasarkan

jumlah jam kerja tambahan serta mengacu pada ketentuan yang telah ditetapkan oleh pemerintah dan kebijakan perusahaan.

4. Seragam Kerja

Perusahaan menyediakan seragam kerja bagi karyawan yang digunakan selama menjalankan kegiatan kerja di lingkungan pabrik. Pemberian seragam kerja bertujuan untuk menjaga kerapian, memudahkan identifikasi karyawan, serta meningkatkan keselamatan kerja terutama bagi karyawan yang bekerja di area produksi. Seragam kerja biasanya dilengkapi dengan alat pelindung diri (APD) seperti helm keselamatan, sepatu keselamatan, sarung tangan, dan perlengkapan keselamatan lainnya sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan.

5. Fasilitas Penunjang

Perusahaan juga menyediakan berbagai fasilitas penunjang untuk mendukung kenyamanan dan kesejahteraan karyawan selama bekerja. Fasilitas tersebut antara lain ruang istirahat, kantin karyawan, fasilitas kesehatan atau klinik perusahaan, tempat ibadah, serta sarana transportasi bagi karyawan tertentu. Penyediaan fasilitas ini bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang nyaman dan mendukung kelancaran kegiatan operasional perusahaan.

6. Penghargaan Masa Kerja

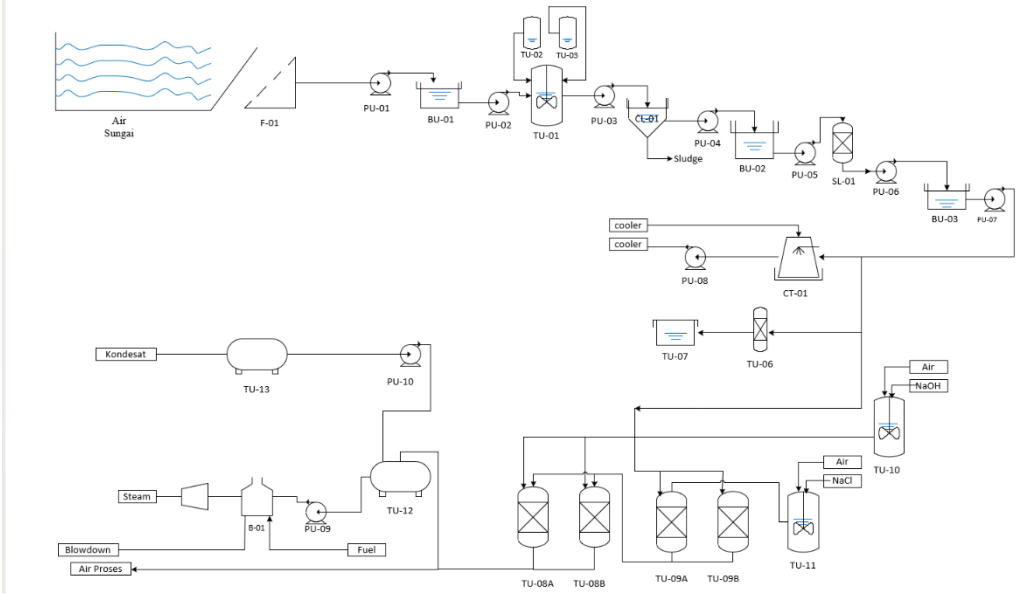
Sebagai bentuk apresiasi terhadap loyalitas karyawan, perusahaan memberikan penghargaan masa kerja kepada karyawan

yang telah bekerja dalam jangka waktu tertentu. Penghargaan ini dapat berupa sertifikat, bonus, atau bentuk penghargaan lainnya yang diberikan pada periode masa kerja tertentu, misalnya setiap 5 tahun masa kerja. Pemberian penghargaan masa kerja diharapkan dapat meningkatkan motivasi kerja serta mendorong karyawan untuk tetap memberikan kontribusi terbaik bagi perusahaan.

BAB V
UTILITAS

Salah satu aspek yang tidak kalah penting pada suatu pabrik kimia, termasuk pabrik biodiesel yaitu utilitas. Utilitas adalah serangkaian unit penunjang yang memiliki fungsi untuk menyediakan semua kebutuhan operasional diluar bahan baku dan bahan pembantu untuk menunjang kelancaran selama proses produksi agar berjalan lancar serta sesuai standar yang telah di tetapkan. Unit utilitas pada sebuah pabrik terdiri dari berbagai macam komponen untuk mendukung kebutuhan operasional. Unit utilitas tersebut terdiri dari:

1. Unit Penyediaan Dan Pengolahan Air (*Water Treatment Unit)*
2. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generator Unit)*
3. Unit Pembangkit Listrik *(Power Generator/Plant Unit)*
4. Unit Penyedia Udara Instrument (*Air Instrument Supply Unit*)
5. Unit Penyedia Bahan Bakar (*Fuel Supply Unit)*
6. Unit Pengolahan Limbah (*Waste Processing Unit*)



Gambar 5.1 Diagram Alir Utilitas

Keterangan :

F-01 : saringan

SL-01 : *Sand Filter*

BU-01 : Bak Pengendapan Awal

BU-02 :Bak Pengendapan 2

BU-03 : Bak Penampungan Air Bersih

CL-01 : *Clarifier*

CT-01 : *Cooling Tower*

B-01 : *Boiler*

TU-01 : Tangki Flokulator

TU-02 : Tangki Tawas

TU-03 : Tangki Larutan CaOH

TU-06 : Tangki Klorinisasi

TU-07 : Tangki Air Bersih

TU-08 : Tangki Kation

TU-09 : Tangki Anion

TU-10 : Tangki NaOH

TU-11 : Tangki Nacl

TU-12 : Tangki Dearator

TU-13 : Tangki Kondesat

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

5.1.1 Unit Penyediaan Air

Secara umum, pada suatu fasilitas industry kebutuhan air dapat diperoleh dari berbagai sumber, seperti air tanah, air danau, air sungai, dan air laut. Pada perancangan pabrik biodiesel kali ini, air yang digunakan yaitu air sungai dari Sungai Musi yang tidak terlalu jauh jaraknya dari lokasi pabrik. Air tersebut akan diolah untuk berbagai kebutuhan di lingkungan pabrik, yaitu :

1. Kebutuhan Air Domestik

   Menurut standar (WHO, 2020) umumnya untuk kebutuhan domestik yaitu sekitar 100-200 liter/orang/hari. Untuk kebutuhan di industri konsumsi air harian rara-rata pemakaian per individu di angka 100 liter per

hari (Howard & Bartram, 2003) dengan jumlah karyawan pabrik sebanyak 151 orang, maka dari itu untuk total kebutuhan air domestik sebanyak 15.100 liter per hari. Kebutuhan tersebut mencakup untuk pemenuhan air minum, kebersihan pribadi, dan sanitasi. Selanjutnya untuk kebutuhan air rumah tangga dengan jumlah rumah sebanyak 40 orang dan rata-rata rumah dihuni oleh 3 orang maka di dapatkan kebutuhan air hariannya sebesar 2.400 kg/hari.

2. Kebutuhan Air Service

   Kebutuhan air untuk fasilitas umum seperti, bengkel, poliklinik, laboratorium, mushola, kantin, dan lainnya diperkirakan mencapai 10.800 kg/hari.

3. Kebutuhan Air Pendingin

   Air pendingin diperuntukan untuk peralatan yang membutuhkan penurunan suhu. Kebutuhan air pendingin pada pabrik biodiesel dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 5.1 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
Reaktor 01	17,6
Cooler 01	5273,78
Cooler 02	5016,74
Cooler 03	4351,98
Netralizer	19,07
Condenser	497,13
Total	15.176,26

Perancangan dibuat over design sebesar 20% sehingga menjadi 18.211,52 kg/jam. Pada saat berlangsungnya proses, air pendingin mengalami *blowdown* pada unit *cooling tower* maka diperlukan air *make-up*. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan kebutuhan air *make-up* sebesar 386,99 kg jam.

4. Kebutuhan Air Pemanas

Air *steam* di pabrik biodiesel diperuntukan sebagai media pemanas. Supaya dapat digunakan dalam boiler, air tersebut harus memenuhi kualitas standar tertentu. Jika kualitas air tidak sesuai maka dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan. Oleh karena itu, dilakukan Tindakan pencegahan untuk menghindari terjadi masalah seperti *scalling, fouling,* dan *foaming.* Pencegahan tersebut penting dikarenakan untuk memastikan operasi boiler berjalan lancar dan efisien selain itu, untuk menjaga umur peralatan. Kebutuhan *steam* untuk peralatan pada pabrik biodiesel dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.2 Kebutuhan Air Pemanas

Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
Heater 01	86,41
Heater 02	232,54
Heater 03	16,78
Heater 04	2,02
Heater 05	3,20
Heater 06	32,47

Reboiler 01	14,556
Total	387,976

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20% sehingga menjadi 466 kg jam. Pada proses berlangsung,air pembangkit *steam* mengalami *blowdown* sebesar 15% dari kebutuhan *steam* dan *steam trap* sebesar 5%, maka total kehilangan menjadi 20%, maka setelah dilakukan perhitungan kebutuhan air *make-up* yang dibtuhkan sebesar 93,11 kg/jam.

5.1.2 Unit Pengolahan Air

Untuk memenuhi syarat-syarat air yang dapat digunakan didalam industri kimia. Pengelolaan air harus diperhatikan karena air Sungai tidak dapat langsung digunakan harus melewati beberapa tahapan. Tahapan tersebut meliputi :

1. *Screening*

   Air dari Sungai dialirkan ke tahapan awal melalui pompa untuk menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti daun, ranting,dan sampah lainnya dipisahkan tanpa menggunakan bahan kimia. Partikerl-partikel kecil yang tersisa diolah lebih lanjut pada tahapan berikutnya. Agar alat penyaring pada proses selanjutnya tetap bekerja efektif maka dipasang saringan di sisi hisap pompa untuk meminimlisir masuknya kotoran.

2. Penggumpalan

Pada tahap ini setelah air disaring dari alat penyaring kemudian dipisahkan dengan cara mengendapkan zat-zat padat atau suspense non-koloid dalam air. Prinsip pemisahan tersebut menggunakan gaya gravitasi sehingga padatan tersebut akan mengendap dengan sendirinya. Koagulan yang digunakan yaitu tawas atau Alumunium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$), merupakan garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah, sehingga mudah untuk terhidrolisis didalam air yang bersifat basa. Untuk membuat kondisi alkalis serta proses *fluklasi* berjalan secara efektif, maka ditambahkan CaOH yang bersifat untuk mengurangi dan menghilangkan kesadahan karbonat dalam air dan membuat suasana basa serta mempermudah penggumpalan. Proses tersebut memiliki tujuan untuk menggabungkan partikel-partikel menjadi flok yang cukup besar dan dapat dipisahkan melalui sedimentasi dan filtrasi.

3. Pengendapan

   Pada proses pengendapan dilakukan pada bak pengendap yang berfungsi untuk mengendapkan *flok* yang terbentuk dari proses koagulasi-*flokulasi* yang selanjutnya akan dibuang melalui proses *blow down.*

4. Penyaringan (*sand filter)*

   Air yang keluar dari bak pengendapan masih terkandung partikel-partikel padat yang tersuspensi. Kemudian air tersebut

akan di alirkan ke *sand filter* untuk melawati proses penyaringan. Tujuan penyaringan tersebut untuk menghilagkan kandungan mineral yang terdapat didalam air seperti kalsium (Ca^{2+}), magnesium (mg^{2+}), Natrium (Na^{2+}), dan mineral lainnya dengan bantuan resin untuk proses penyaringan tersebut. *Sand filter* perlu dilakukan pemncucian atau pembersihan jika sudah dianggap kotor.

5. Bak Penampungan Air Sementara

   Setelah melewati proses penyaringan, air tersebut sudah dianggap sebagai air bersih dan ditampung kedalam bak penampungan sementara. Kemudian air tersebut akan didistribusikan untuk keperluan seperti :

6. Klorinasi

   Pada tahap ini yaitu proses penambahan klorin (Cl_2) atau hipoklorit pada air, tujuan pada proses ini untuk membunuh bakteri dan miroba yang terkandung didalam air sehingga air aman untuk digunakan.

7. Deminarlisasi

   Pada proses demineralisasi berfungsi untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung di dalam air yang telah difiltrasi untuk diumpankan ke boiler. Proses demineralisasi terdapat dua tahap, pelunakan air dan dealkalinasi. Pada tahap pertama yaitu pelunakan air, mineral-mineral yang terkandung dipisahkan dari air menggunakan kation *exchanger*. Mineral-mineral tersebut di serap

oleh resin *hydrogen-zeolite* di dalam kation exchanger. Resin tersebut memiliki kapasitas tertentu untuk menangka ion-ion tersebut. Saat resin sudah tidak mampu untuk menangkap mineral proses regenerasi dilakukan dengan menambahkan asam kuat yaitu H_2SO_4. Kation *exchanger* mengeluarkan air yang telah diminimalkan kemungkinan untuk membentuk *scalling.* Setelah itu, air akan di proses di anion *exchanger* untuk dilakukan tahap dealkalinasi. Proses tersebut bertujuan untuk menangkap ion-ion negative yang menyebabkan masalah jika air basa dipanaskan. Air keluaran dari anion *exchanger* telah bersih dari ion-ion yang tidak diinginkan. Tetapi, jika digunakan sebagai umpan di boiler masih memerlukan tahapan pengolahan tambahan untuk memastikan bahwa air tersebut memenuhi standar yang diperlukan untuk mendukung kinerja boiler serta system lainnya.

8. Deareasi

Setelah melewati proses demineralisasi, air yang akan di umpankan ke boiler harus melewati tahap deaerasi. Tahap deareasi berfungsi untuk menghilangkan gas-gas yang teralut pada air, terutama gas oksigen (O_2) yang bisa menyebabkan boiler mengalami korosi. Senyawa hidrazin (N_2H_4) digunakan untuk menghilangkan gas-gas yang terkandung dan senyawa hidrazin memiliki fungsi untuk mengikat oksigen dan gas-gas terlarut lainnya. Setelah kandunga gas berkurang maka air tersebut bisa

gigunakan sebagai air umpan boiler. Di dalam boiler, air tersebut akan dipanaskan hingga menjadi uap. Tetapai, saat proses berlangsung terdapat padatan yang tersuspensi dan dapat di akumulasi. Oleh karena itu, proses *blowdown* dilakukan secara berkala, yaitu membuang Sebagian besar air dari boiler untuk menjaga kestabilan konsentrasi padatan. Sebagai pengganti air yang dibuang, maka ditambahkan *make-p water* agar kebutuhan air untuk proses terpenuhi.

5.2 Unit Pembangkit Steam

Unit pembangkit *steam* memiliki fungsi untuk memenuhi kebutuhan uap dalam proses produksi biodiesel, dengan menyediakan sebuah ketel uap yang berspesifikasi :

Kapasitas : 558,6847 kg/jam
Jenis : Fire Tube Boiler
Jumlah : 1 buah

Boiler dilengkapi dengan komponen economizer, system katup pengaman (*safety valve*), serta berbagai perlindungan otomatis untuk menjaga operasi teteap aman. Hasil air pengolahan dari unit *water treatment plant* yang akan diumpankan ke *boiler* dikondisikan terlebih dahulu agar kandungan silika, oksigen (O_2), ion kalsium (Ca), dan magnesium (Mg) diminimalkan dengan penambahan bahan kimia tertentu ke dalam *boiler feed water tank.* Pengukuran pH dilakukan karena hal tersebut penting dilakukan, jika pH terlalu tinggi maka dapat meningkatkan potensi korosi. Sebelum air dialirkan

ke *boiler*, air umpan akan melewati *economizer* yaitu alat penukar panas yang menggunakan panas dari gas sisa pembakaran batubara yang keluar dari boiler. Di*economizer*, air akan dipanaskan hingga mencapai suhu sekitar 150°C. didalam *boiler,* api dari *burner* memanaskan Lorong-lorong api dan pipa-pipa. Gas sisa dari pembakaran dialirkan ke *economizer* sebelum akhirnya akan dibuang melalui cerobong asap. Selama proses tersebut, air didalam *boiler* menyerap panas dari permukaan pipa dan dinding lorong sehingga terjadi pendidihan dan menghasilkan uap. Ketika tekanan uap mencapai tekanan 10 bar uap dikumpulkan dan dialirkan ke *steam header* dan selanjutnya disalurkan ke berbagi area proses produksi.

5.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan Listrik di pabrik biodesel berasal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan dari generator pabrik jika ada gangguan Listrik dari PLN setempat.hali tersebut bertujuan agar pasokan listrik bisa berlangsung secara kontinyu walaupun ada gannguan Listrik dari sumber utama yaitu PLN. Spesifikasi dari generator yang digunakan dalam pabrik yaitu :

Kapasitas : 604,88 kW

Jenis : AC Generator

Jumlah : 1 buah

Berikut merupakan kebutuhan listrik pada pabrik biodiesel :

1. Kebutuhan Listrik Alat Proses

Tabel 5.3 Kebutuhan Listrik Alat Proses

No	Nama Alat	Kode Alat	Hp	kW
1	Screw Press	SP-01	60,0	44,7420
2	Degummer	DG-01	125,00	93,2125
3	Reaktor 1	R-01	7,91	5,8988
5	Netralizer	N-01	0,05	0,0373
6	Screw Conveyor	SC-01	0,08	0,0621
7	Screw Conveyor	SC-02	0,25	0,1864
7	Pompa 1	P-01	0,05	0,0373
8	Pompa 2	P-02	0,50	0,3729
9	Pompa 3	P-03	0,25	0,1864
10	Pompa 4	P-04	0,08	0,0621
11	Pompa 5	P-05	0,05	0,0373
12	Pompa 6	P-06	0,33	0,2486
13	Pompa 7	P-07	0,75	0,5593
14	Pompa 8	P-08	0,08	0,0621
15	Pompa 9	P-09	0,05	0,0373
16	Pompa 10	P-10	0,07	0,0497
17	Pompa 11	P-11	0,05	0,0373
Total			195,560	145,829

2. Kebutuhan Listrik Unit Utilitas

Tabel 5.4 Kebutuhan Listrik Unit Utilitas

No	Nama Alat	Kode Alat	Hp	kW
1	Kompresor	C-01	0,167	0,1243
2	Cooling Tower Fan	T-01	3,000	2,2371
3	Flokulator	M-01	0,050	0,0373
4	Clarifier	M-02	0,250	0,1864
5	Tangki NaOH	M-03	5,000	3,7285
6	Tangki NaCl	M-04	1,500	1,1186
7	Pompa 1	PU-01	3,000	2,2371
8	Pompa 2	PU-02	3,000	2,2371
9	Pompa 3	PU-03	3,000	2,2371
10	Pompa 4	PU-04	3,000	2,2371
11	Pompa 5	PU-05	5,000	3,7285
12	Pompa 6	PU-06	0,500	0,3729
13	Pompa 7	PU-07	1	0,7457
14	Pompa 8	PU-08	1,000	0,7457
15	Pompa 9	PU-09	0,050	0,0373
16	Pompa 10	PU-10	0,05	0,0373
Total			29,567	22,048

Sehingga kebutuhan total Listrik unit proses dan unit utlitas sebesar 167,877 kW dan untuk alasan keamanan kemudian dilakukan *over design* sebanyak 10%, sehingga total kebutuhan Listrik sebesar 184,665 kW.

3. Kebutuhan Listrik Alat Kontrol

   Power yang dibutuhkan untuk alat kontrol diperkirakan sebesar 25% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakan motor :

   P : 46,166 kW

4. Kebutuhan Listrik Penerangan

   Power yang dibutuhkan untuk penerangan diperkirakan sebesar 15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakan motor :

   P : 27,7 kW

5. Kebutuhan Listrik Bengkel, Laboratorium, dan lain-lain

   Power yang dibutuhkan untuk bengkel,lab,dll diperkirakan sebesar 15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakan motor :

   P : 27,7kW

6. Kebutuhan Listrik Perkantoran

   Power yang digunakan untuk kebutuahan perkantoran diperkirakan sebesar 15% dari total kebutuhan Listrik untuk menggerakan motor :

   P :27,7 kW

7. Kebutuhan Listrik Perkantoran

Setiap rumah di perkirakan membutuhkan listrik sebesar 1.200 watt. Rumah yang akan disaluri listrik dari pabrik sebanyak 40 rumah. Maka jumlah kebutuhan Listrik untuk perumahan adalah :

n : 40 rumah

P : 1.200 watt x 40

: 48 kW

Tabel 5.5 Kebutuhan Listrik Perkantoran

No	Keperluan	Kebutuhan (kW)
1	Unit Proses	215,12
2	Unit Utilitas	32,52
3	Alat kontrol	46,17
4	Penerangan	27,70
5	Kantor	27,70
6	Lab, Bengkel, dll	27,70
7	Perumahan	48,00
Total		403,25

5.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Di pabrik biodiesel, udara tekan sangat dibutuhkan untuk mengoperasikan instruman control dan alat-alat yang berfungsi secara pneumatis. Tekanan udara yang digunakan yaitu 7 bar. Proses pembuatan dari udara tekan dimulai dengan mengambil udara dari lingkungan lalu dikompresi menggunakan kompresor yang sudah dilemngkapi dengan filter udara hingga

mencapai tekanan 7 bar. Selanjutnya, udara tekana dialirkan ke alat-alat kontrol dan proses yang membutuhkan. Total kebutuhan udara instrument diperkirakan sekitar 18,69 m^3/jam. Udara akan melalui sebuah benjana pengering yang berisi slica gel untuk menghilangkan kelembaban karena udara yang keluar dari blower harus kering.

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penyedia bahan bakar berfungsi untuk menyediakan bahan bakar yang akan digunakan pada boiler. Bahan bakar yang digunakan adalah solar dengan jumlah kebutuhan solar sebanyak 194,3754 l/jam, solar digunakan sebagai sumber energi untuk memanaskan air dalam boiler hingga berubah menjadi uap. Unit penyedia bahan bakar dirancangan untuk memastikan pasokan solar stabil dan sesuai dengan kebutuhan operasional *boiler.*

5.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari proses produksi biodiesel dari biji jarak kepyar dibagi menjadi dua yaitu, limbah padat dan cair.

5.6.1 Limbah Padat

1. Limbah padat yang dihasilkan berasal dari proses dan limbah domestik. Limbah padat yang berbentuk ampas dari sisa pengepresan biji jarak kepyar digunakan sebagai pupuk organik atau pupuk tanaman Perkebunan. Dengan seperti itu dapat mengurangi dampak dari pencemaran lingkungan.

2. Limbah domestik berupa sampah-sampah yang tersaring di proses *screening* yang ditampung terlebih dahulu kemudian dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA).

5.6.2 Limbah Cair

1. Limbah cair dihasilkan dari pembuangan air sanitasi yang tidak mengandung zat kimia berbahaya, jadi limbah tersebut tidak memerlukan penanganan khusus.
2. Limbah cair yang mengandung zat kimia harus melalui tahapan pengolahan sebelum dibungan ke lingkungan agar tidak mencemari lingkungan. Tahapan tersebut mencakup proses pengendapan, penyaringan, penambahan bahan kimia, penyesuaian pH, dan pengolahan secara biologis.

5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

5.7.1 Pompa

Tabel 5.6 Spesifikasi Alat Utilitas Pompa

Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05
Fungsi	Mengalirkan air dari Sungai yang melewati Screening (FU-01) ke Bak pendendapan I (BU-01)	Mengalirkan air dari Bak pengendapan I (BU-01) ke Tangki Flokulator/ Penggumpal (TU-01)	Mengalirkan air dari Tangki Penggumpal (TU-01) ke Clarifier (KL -01)	Mengalirkan air dari Klarifier (KL-01) ke Bak Pengendap 2 (BU-02)	Mengalirkan air dari Bak Pengendap 2(BU-02) ke Bak Saringan Pasir/Sand Filter (FU-02)
Jenis	*Single Stage Centrifugal Pump*				
Bahan	*Stainless steel 316*				

Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05
Kapasitas (m^3/jam)	23,9135				
Spesifikasi					
IPS	4				
Flow Area (in^2)	11,5				
OD (in)	4,50				
ID (in)	3,83				
Efisiensi Pompa	0,39				
Tenaga Pompa (Hp)	1,83			1,91	2,54
Tenaga Motor (Hp)	3				5

Tabel 5.7 Spesifikasi Alat Utilitas Pompa (lanjutan)

Kode	PU-06	PU-07	PU-08	PU-09	PU-10
Fungsi	Mengalirkan air ke bak air bersih	Mengalirkan air ke cooling tower dan tangki klorinasi	Mengalirkan air ke unit proses sebagai media pendingin	Mengalirkan air ke umpan boiler	Mengalirkan kondensat sebagai umpan boiler
Jenis	*Single Stage Centrifugal Pump*				
Bahan	*Stainless Steel 316*				
Kapasitas (m^3/jam)	22,01 m^3/jam			0,56 m^3/jam	
Spesifikasi					
IPS	4			0,75	
Flow Area (in^2)	11,5			0,432	

Kode	PU-06	PU-07	PU-08	PU-09	PU-10
OD (in)	4,5			1,05	
ID (in)	3,83			0,742	
Efisiensi Pompa	0,2				
Tenaga Pompa (Hp)	0,34	0,79		0,014	
Tenaga Motor (Hp)	0,5	1		0,05	

5.7.2 Tangki

Tabel 5.8 Spesifikasi Alat Unit Utilitas Tangki

Kode	TU-01	TU-02	TU-03	TU-04
Nama	Tangki Flokulator	Tangki Tawas	Tangki Larutan CaOH	Tangki Air Bertekanan
Fungsi	Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan untuk menggumpalkan kotoran	Menyimpan larutan Alum 5% untuk 2 minggu operasi	Menyimpan larutan CaOH 5% untuk 2 minggu operasi	Menampung Air bertekanan untuk keperluan layanan umum
Jenis	Tangki Silinder	Tangki Silinder	Tangki Silinder	Tangki Silinder
Bahan	*Stainless Steel*	*Stainless Steel*	*Carbon Steel*	*Carbon Steel*
Spesifikasi				
Tinggi (m)	3,147	0,811	3,612	3,910
Diameter (m)	3,147	0,406	0,903	3,910

Kode	TU-01	TU-02	TU-03	TU-04
Volume (m^3)	24,46	0,105	1,156	46,920
Jenis Impeller	*Marine Propeller 3 Blade*			
Jumlah Impeller	1			
Diameter Impeller (m)	1,05			
Power Motor (Hp)	0,05			
Kapasitas (kg/Jam)	20.384	0,087	962,96	1629,2
Jumlah	1	1	1	1

Tabel 5.9 Spesifikasi Alat Unit Utilitas Tangki (lanjutan)

Kode	TU-05	TU-06	TU-07	TU-08
Nama	Tangki Penyimpanan Klorin	Tangki Klorinasi	Tangki Air Bersih	Tangki Kation
Fungsi	Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga	mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air	Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga	Menghilangkan mineral yang masih terkandung di dalam air
Jenis	Tangki Silinder Tegak	Tangki Silinder	Tangki Silinder	Tangki Silinder Tegak
Bahan	Carbon steel	*Stainless Steel*	*Stainless Steel*	Carbon steel
Spesifikasi				
Tinggi (m)	3,910	1,35	3,910	1.193

Kode	TU-05	TU-06	TU-07	TU-08
Diameter (m)	3,910	1,35	3,910	1.193
Volume (m^3)	46,920	1,955	46,920	1,33
Jenis Impeller				
Jumlah Impeller				
Diameter Impeller (m)				
Power Motor (Hp)				
Kapasitas (kg/Jam)	1629,2	0,0117	1629,2	213,43
Jumlah	1	1	1	2

Tabel 5.10 Spesifikasi Alat Unit Utilitas Tangki (lanjutan)

Kode	TU-09	TU-10	TU-11	TU-12
Nama	Tangki Anion	Tangki NaOH	Tangki NaCl	Tangki Dearator
Fungsi	Menghilangkan mineral yang masih terkandung di dalam air	Melarutkan NaOH untuk regenerasi penukar anion	Melarutkan NaCl sebagai umpan regenerasi penukar kation	Menghilangkan gas CO_2 dan O_2 yang terikat dalam feed water
Jenis	Tangki Silinder	Tangki silinder tegak dengan pengaduk	Tangki silinder tegak dengan pengaduk	Tangki Silinder Tegak
Bahan	*Carbon steel*	*Carbon steel*	*Carbon steel*	Carbon steel
Spesifikasi				
Tinggi (m)	0,43	2,121	1,2986	0,69

Kode	TU-09	TU-10	TU-11	TU-12
Diameter (m)	0,768	1,767	1,0822	0,69
Volume (m^3)	0,921	4,33	0,995	0,258
Jenis Impeller		Flat Blade Turbin	Flat Blade Turbin	
Jumlah Impeller		6	6	
Diameter Impeller (m)		0,59	0,36	
Power Motor (Hp)		5	1,50	
Kapasitas (kg/Jam)	213,43	3584,99	823,12	213,43
Jumlah	2	1	1	2

Tabel 5.11 Spesifikasi Alat Unit Utilitas Tangki (lanjutan)

Kode	TU-13
Nama	Tangki Kondesat
Fungsi	Mengumpulkan kondensat
Jenis	Tangki silinder horizontal
Bahan	*Carbon steel*
Spesifikasi	
Tinggi (m)	1,38
Diameter (m)	0,69
Volume (m^3)	0,258
Jenis Impeller	

Kode	TU-13
Jumlah Impeller	
Diameter Impeller (m)	
Power Motor (Hp)	
Kapasitas (kg/Jam)	213,43
Jumlah	1

5.7.3 Bak

Tabel 5.12 Spesifikasi Alat Unit Utilitas Bak

Kode	BU-01	BU-02	BU-03
Nama	Bak Pengendapan Awal	Bak Pengendap 2	Bak Penampungan Air Bersih
Fungsi	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai	Mengendapkan endapan berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi)	Menampung Sementara Air Bersih yang telah di saring
Jenis	Berbentuk bak persegi yang diperkuat beton bertulang	Bak persegi yang diperkuat beton bertulang	Bak persegi yang diperkat betol bertulang dan dilapisi porselen
Spesifikasi			
Panjnag (m)	8,376	6,256	3,657
Lebar (m)	8,376	6,256	3,657
Tinggi (m)	4,188	3,128	1,829
Volume (m^3)	293,78	122,41	24,46

5.7.4 Clarifier

Tabel 5.13 Spesifikasi Alat Unit Utilitas Clarifier

Kode	**CL-01**
Fungsi	Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran bersifat koloid yang terbawa oleh air dari bak pengendap awal
Jenis	Clarifier/Conical Bottom
Spesifikasi	
Diameter (m)	5,38
Tinggi (m)	5,38
Volume (m^3)	122,210
Jenis Impeller	Marine Propeller 3 Blade
Diameter Impeller (m)	1,79
Power Motor (Hp)	0,25

5.7.5 Cooling

1. Cooling Tower

Tabel 5.14 Spesifikasi Alat Unit Utilitas Cooling Tower

Kode	CT-01
Fungsi	Mendinginkan air pendingin setelah digunakan oleh alat proses dengan media pendingin udara
System	Kontak langsung dengan udara didalam cooling tower (fan)
Jenis	*induced draft cooling tower*

Bahan	*Carbon Steel*
Spesifikasi	
Panjang (m)	0,751
Lebar (m)	0,751
Tinggi (m)	15,58

2. Blower Cooling Tower

Tabel 5.15 Spesifikasi Alat Unit Utilitas Blower Cooling Tower

Kode	BL-01
Fungsi	Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan
Jenis	*induced draft cooling tower*
Bahan	*Carbon Steel*
Spesifikasi	
Kapasitas (m^3/jam)	15.628
Efisiensi	0,86
Power (Hp)	3

5.7.6 Sand Filter

Tabel 5.16 Spesifikasi Alat Unit Utilitas *Sand Filter*

Kode	SF-01
Fungsi	Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai
Jenis	Tangki Silinder
Bahan	*Carbon steel*
Ukuran Pasir (mesh)	20
Spesifikasi	
Volume (m^3)	2,46
Lebar (m)	1,701
Tinggi (m)	0,85

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Pada praracangan pabrik kimia yang akan didirikan diperlukan analisis ekeonomi untuk mengetahui kelayakan pabrik dan mengetahui untuk atau ruginya untuk didirikan dari segi ekonomi. Salah satu bagian terpenting dari prarancangan pabrik adalah estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi pabrik dengan mencakup tinjauan dari kebutuhan modal investasi, laba yang diperoleh, lamanya modal investasi bisa dikembalikan, dan terjadi titik impas dari total biaya produksi dengan keuntungan yang diperoleh.

Pada evaluasi ekonomi mencakup beberapa faktor analisis kelayakan ekonomi yang meliputi :

1. *Return On Investment (ROI)*
2. *Pay Out Time (POT)*
3. *Break Even Point (BEP)*
4. *Shut Down Point (SDP)*
5. Keuntungan Sebelum pajak dan Sesudah Pajak
6. *Discounted Dash Flow Rate (DCFR)*

Sebelum melakukan analisis terhadap faktor-faktor tersebut, perlu dilakukan estimasi terhadap beberapa hal tersebut :

1. Penentuan Modal Industri (*Total Capital Investment*)
    a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment)*
    b. Modal Kerja (*Working Capital Investment)*
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost)*
    a. Biaya Produksi Langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
    b. Biaya Produksi Tak Langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
    c. Biaya Tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluran Umum (*General Cost*)

6.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan yang berada di pabrik mengalami perubahan tiap tahunnya dikarenakan di pengaruhi oleh kondisi ekonomi yang terjadi. Harga peralatan setiap tahun akan mengalami perbedaan, harga peralatan dapat mengalami kenaikan maupun penurunan tergantung dengan kondisi ekonomi saat itu, maka dari itu sulit untuk menentukan harga peralatan secara pasti. Untuk mengetahui harga peralatan yang digunakan diperlukan metode untuk memperkirakan harga peralatan pada tahun tertentu dengan cara mengetahui indeks harga peralatan operasional pada tahun tersebut.

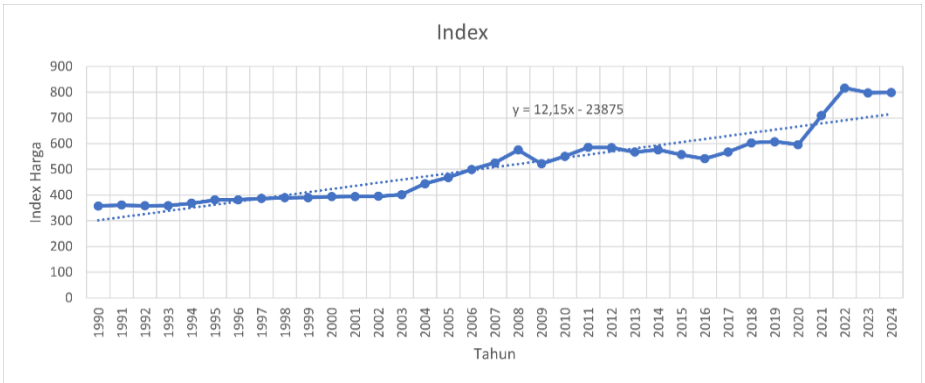
Evaluasi ekonomi dilakukan pada pabrik biodiesel yang beroperasi selama 1 tahun atau selama 330 hari, dengan tahun analisa pada tahun 2030. Penentuan harga keseluruhan alat dalam analisa ekonomi tersebut mengacu pada harga tahun tersebut, dengan menggunakan metode pendekatan regresi linear terhadap data indeks harga dari tahun 1990 hingga tahun 2024, yang tercantum pada tabel di bawah.

Tabel 6.1 Index Harga

Tahun	**Index**
1990	357,6
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
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
2016	541,7
2017	567,5
2018	603,1
2019	607,5
2020	596,2
2021	708,8
2022	816
2023	797,9
2024	799,1
2025	715,52
2026	727,67
2027	739,82
2028	751,97
2029	764,12
2030	776,27

Berdasarkan data tersebut, dengan asumsi mengalami kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square*. Sehingga diperoleh grafik hasil berdasarkan ploting data tersebut.



Gambar 6. 1 Grafik Index Harga

Persamaan yang diperoleh dari grafik yaitu y = 12,15x + 23875. Berdasarkan persamaan tersebut, nilai indeks harga pada tahun peracangan yaitu tahun 2030 diperoleh sebesar 776,27. Seluruh harga peralatan dihitung dengan mangacu pada tahun 2030.

Tabel 6.2 Harga Alat Proses

Nama Alat	**Kode Alat**	**Jumlah**	**Ey**	**Ex**
			2026	**2030**
Tangki HCl	T-01	1	$1.300	$1.387
Tangki NaOH	T-02	1	$1.300	$1.387
Tangki CH3OH	T-03	1	$5.500	$5.867
Tangki H3PO4	T-04	1	$7.400	$7.894

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Ey	Ex
			2026	2030
Tangki BJK	T-05	1	$12.500	$13.335
Tangki Biodiesel	T-06	1	$9.700	$10.348
Screw Press	SP-01	1	$62.000	$66.141
Degummer	DG-01	1	$45.400	$48.432
Reaktor	R-01	1	$6.100	$6.507
Decanter	DC-01	1	$116.700	$124.494
Netralizer	N-01	1	$22.400	$23.896
Menara distilasi	MD-01	1	$297.400	$317.263
Reboiler	RB-01	1	$3.900	$4.160
Condensor	CD-01	1	$2.600	$2.774
Accumulator	ACC-01	1	$24.200	$25.816
Screw Conveyor 1	SC-01	1	$6.100,00	$6.507
Screw Conveyor 2	SC-02	1	$13.400,00	$14.295
Heater 1	HE-01	1	$43.700	$46.619
Heater 2	HE-02	1	$4.900	$5.227
Heater 3	HE-03	1	$3.100	$3.307
Heater 4	HE-04	1	$1.700	$1.814
Heater 5	HE-05	1	$1.700	$1.814
Heater 6	HE-06	1	$5.500	$5.867
Cooler 1	CL-01	1	$900	$960

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Ey	Ex
			2026	**2030**
cooler 2	CL-02	1	$500	$533
cooler 3	CL-03	1	$800	$853
Pompa 1	P-01	1	$13.900	$14.828
Pompa 2	P-02	1	$11.500	$12.268
Pompa 3	P-03	1	$12.700	$13.548
Pompa 4	P-04	1	$ 9.100	$ 9.708
Pompa 5	P-05	1	$ 3.700	$3.947
Pompa 6	P-06	1	$13.900	$14.828
Pompa 7	P-07	1	$13.900	$14.828
Pompa 8	P-08	1	$8.700	$9.281
Pompa 9	P-09	1	$5.500	$5.867
Pompa 10	P-10	2	$7.400	$15.788
Pompa 11	P-11	3	$7.800	$24.963
TOTAL				**$889.384,69**

Tabel 6.3 Harga Alat Unit Utilitas

Nama Alat	Kode alat	Jumlah	Ey	Ex
			2026	**2030**
Pompa	PU-01	1	$16.300,00	$17.388,65
Pompa	PU-02	1	$16.300,00	$17.388,65

Nama Alat	Kode alat	Jumlah	Ey	Ex
			2026	2030
Pompa	PU-03	1	$16.300,00	$17.388,65
Pompa	PU-04	1	$16.300,00	$17.388,65
Pompa	PU-05	1	$14.900,00	$15.895,15
Pompa	PU-06	1	$13.900,00	$14.828,36
Pompa	PU-07	1	$19.300,00	$14.828,36
Pompa	PU-08	1	$13.900,00	$14.828,36
Pompa	PU-09	1	$8.700,00	$9.281,06
Pompa	PU-10	1	$8.700,00	$9.281,06
Bak Pengendapan awal	BU-01	1	$274.900,00	$293.260,16
Tangki Tawas	TU-02	1	$2.500,00	$2.666,97
Tangki CaOH	TU-03	1	$10.800,00	$11.521,32
Tangki Kation	TU-08	2	$18.300,00	$19.522,23
Tangki Anion	TU-09	2	$12.300,00	$13.121,50
Tangki Air Bertekanan	TU-04	1	$89.300,00	$95.264,21
Tangki NaOH	TU-10	1	$20.000,00	$21.335,77
Tangki NaCl	TU-11	1	$11.900,00	$12.694,78
Tangki Flulator	TU-01	1	$61.600,00	$65.714,17
Klarifier	KL-01	1	$154.200,00	$164.498,79

Nama Alat	Kode alat	Jumlah	Ey	Ex
			2026	**2030**
Sand Filter	SF-01	1	$16.600,00	$17.708,69
Bak Penampungan air bersih	BU-03	1	$61.600,00	$65.714,17
Cooling Tower	CT-01	1	$237.500,00	$253.362,27
Tangki Klorinasi	TU-06	1	$200,00	$213,36
Tangki Air Bersih	TU-07	1	$89.300,00	$95.264,21
Kompresor	C-01	1	$3.800,00	$4.053,80
Boiler	B-01	1	$273.000,00	$291.233,27
Tangki Deaerator	TU-12	1	$10.300,00	$10.987,92
Tangki Kondensat	TU-13	1	$10.300,00	$10.987,92
Tangki Penyimpanan Klorin	TU-05	1	$600,00	$640,07
Bak Penampungan air bersih	BU-02	1	$64.200,00	$68.487,82
TOTAL				**$ 1.699.394,11**

Tabel 6. 4 Harga Bahan Baku

Bahan Baku	Harga (per kg)	Sumber
Biji Jarak Kepyar	Rp.15.122,18	https://share.google/f6cWpmD921aKo8RVl
Metanol	Rp.5000	PT.KALTIM METANOL INDUSTRI
Asam Klorida	Rp.3.000	PT.Asahimas Chemical
Natrium Hidroksida	Rp.6.000	PT. Asahimas Chemical
Asam Fosfat	Rp.137	PT.Gael Vada Indonesia

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi = 30.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari kerja

= 7.920 jam

Umur alat = 10 Tahun

Kurs mata uang (1USD) = $1 = Rp.16.802,45 (per Maret 2026)

Tahun pabrik didirikan = 2030

6.3 Komponen Biaya

6.3.1 Modal (*Capital Investment*)

Capital Investment ialah total biaya untuk pengadaan fasilitas-fasilitas pabrik serta kelengkapannya dan biaya untuk pengoprasian pabrik.

1. *Fixed Capital Investment* (Modal Tetap)

   Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik. Modal tetap meliputi berbagai aspek yaitu:

   a. *Physical Plant Cost (*PPC)

Tabel 6.5 Perhitungan *Physical Plant Cost*

Komponen	Biaya (Rp)	Biaya ($)
Purchased Equipment Cost	Rp43.472.654.128	$2.587.285,29
Delivered Equipment Cost	Rp10.868.163.532	$646.821,32
Instalasi *cost*	Rp18.693.241.275	$1.112.532,68
Pemipaan	Rp37.386.482.550	$2.225.065,78
Instrumentasi	Rp13.041.796.239	$776.185,59
Insulasi	Rp3.477.812.330	$206.982,82
Listrik	Rp6.520.898.119	$388.0.92,79

Bangunan	Rp46.691.592.500	$2.778.861,17
Land & Yard Improvement	Rp1.920.000.000	$114.269
Total	**Rp182.072.640.674**	**$10.836.096**

(Ifa & Nurdjannah, 2019)

b. *Direct Plant Cost* (DPC)

Tabel 6.6 Perhitungan *Direct Plant Cost*

Komponen	Biaya (Rp)	Biaya ($)
Engineering & Construstion	Rp36.414.528.135	$2.167.219,25
DPC	Rp218.487.168.809	$13.003.315,52

(Ifa & Nurdjannah, 2019)

c. *Fixed Capital Investment* (FCI)

Tabel 6.7 Perhitungan Fixed Capital Investment

Komponen	Biaya (Rp)	Biaya ($)
Direct Plant Cost	Rp218.487.168.809	$13.003.315,52
Contractor's fee	Rp21.848.716.881	$1.300.331,55
Contingency	Rp54.621.792.202	$3.250.828,88
Total	**Rp294.957.677.892**	**$17.554.475,96**

2. *Working Capital Investment* (Modal Kerja)

Modal kerja tetap ialah biaya yang dibutuhkan intuk menjalankan usaha atau modal untuk mengoperasikan pabrik selama menajalankan usaha untuk mengoperasikan pabrik dalam jangka waktu tertentu. Berbagai sumber modal yang bisa diperoleh saat mendirikan pabrik seperti pinjaman dari bank, uang pribadi, dan investor. (Ifa & Nurdjannah, 2019)

a. *Working Capital Investment* (WCI)

Tabel 6.8 Perhitungan Working Capital Investment

Komponen	Biaya (Rp)	Biaya ($)
Raw Material Inventory	Rp230.269.553.711	$13.704.546,95
Inproses Onventory	Rp136.175.845.375	$8.104.537,64
Product Inventory	Rp272.351.690.750	$16.209.075,28
Extended Credit	Rp197.590.909.091	$11.759.669,68
Available Cash	Rp272.351.690.750	$16.209.075,28
Total	**Rp1.108.739.689.676**	**$65.986.904,84**

6.3.2 Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

Biaya produksi adalah biay yang diperlukan untuk menjalankan suatu produksi dari suatu produk. Biaya produksi meliputi :

a. *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

Tabel 6.9 Perhitungan Direct Manufacturing Cost

Komponen	Biaya (Rp)	Biaya ($)
Raw Material Cost	Rp844.321.696.939	$50.250.005,47
Labor Cost	Rp18.132.000.000	$1.079.130,27

Supervisor Cost	Rp1.813.200.000	$107.913,03
Maintenance Cost	Rp5.899.153.558	$351.089,52
Plant Supplies Cost	Rp884.873.034	$52.663,43
Royalty and Patents Cost	Rp21.735.000.000	$1.293.563,67
Utilities Cost	Rp19.034.597.984	$1.132.848,60
Total	**Rp911.820.521.514**	**$54.267.213,98**

b. *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

Biaya tidak langsung adalah biaya yang secara tidak langsung memiliki hubungan dengan produksi pabrik.

Tabel 6.10 Perhitungan Indirect Manufacturing Cost

Komponen	Biaya (Rp)	Biaya ($)
Payroll Overhead	Rp3.626.400.000	$215.826,05
Laboratory	Rp3.626.400.000	$215.826,05
Plant Overhead	Rp10.879.200.000	$647.478,16
Packaging	Rp28.980.000.000	$1.724.751,55
Shipping	Rp7.245.000.000	$431.187,89
Total	**Rp54.357.000.000**	**$3.235.069,71**

c. *Fixed Manufacturing Cost* (FMC)

Biaya produksi tetap adalah biaya pengeluran yang bernilai tetap dan berkesinambungan dengan FCI. Biaya produksi tetap tidak bergantung dengan waktu dan tingkat produksi karena akan selalu

dikeluarkan saat pabrik beroperasi maupun tidak beroperasi. (Ifa & Nurdjannah, 2019)

Tabel 6.11 Perhitungan Fixed Manufacturing Cost

Komponen	Biaya (Rp)	Biaya ($)
Depreciation	Rp23.596.614.231	$1.404.358,08
Propertu taxes	Rp5.899.153.558	$351.089,52
Insurance	Rp2.949.576.779	$175.544,76
Total	**Rp32.445.344.568**	**$1.930.992,36**

6.3.3 Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

Pengeluran umum adalah biaya yang pengeluarannya berkaitan dengan fungsi perusahaan dan tidak termasuk dari biaya produksi. (Ifa & Nurdjannah, 2019)

Tabel 6.12 Perhitungan General Expenses

Komponen	Biaya (Rp)	Biaya ($)
Administration	Rp49.931.143.304	$2.971.663,80
Sales Expense	Rp29.958.685.982	$1.782.998,28
Research	Rp27.961.440.250	$1.664.131,73
Finance	Rp42.110.921.027	$2.506.241,42
Total	**Rp149.962.190.564**	**$8.925.035,24**

Tabel 6.13 Perhitungan Total Biaya Produksi

Komponen	Biaya (Rp)	Biaya ($)
Manufacturing Cost (MC)	Rp998.622.866.082	$59.433.276,04
General Expenses (GE)	Rp149.962.190.564	$8.925.035,24
Total	**Rp1.148.585.056.646**	**$68.358.311,28**

6.3.4 Analisa Keuntungan

Keuntungan sebelum pajak

Total penjualan : Rp. 724.500.000.000/tahun

Total biaya produksi : Rp. 1.148.585.056.646/tahun

Keuntungan : -Rp. 424.085.056.646/tahun

Keuntungan setelah pajak

Pajak 25% dari keuntungan : -Rp.93.298.7125.462/tahun

Keuntungan : -Rp.330.786.344.184/tahun

6.3.5 Analisa Kelayakan

Untuk mengetahui besar atau tidaknya keuntungan yang diperoleh dan dapat mengkategorikan suatu pabrik layak atau tidak maka dilakukan sebuah analisa atau evaluasi kelayakan. Untuk memperkirakan pabrik tersebut memiliki prospek ekonomi yang menjanjikan atau tidak maka dilakukan analisa kelayakan. Beberapa cara dilakukan untuk menyatakan kelayakan tersebut seperti :

1. *Return on Investment* (ROI)

ROI merupakan ukuran keuntungan yang diperoleh setiap tahun dari investasi yang dilakukan. Pabrik dengan risiko rendah memiliki ROI sebelum pajak minimum sebesar 11% dan untuk pabrik yang memiliki risiko tinggi memiliki ROI minimum sebesar 44%. Uang yang didapatkan atau hilang dari investasi tersebut dikenal sebagai laba/rugi atau bunga. (Ifa & Nurdjannah, 2019)

$$\%ROI = \frac{laba\ tahunan}{FCI} \times 100\%$$

a. ROI sebelum pajak

ROI : -143,78%

b. ROI setelah pajak

ROI : -112,15 %

2. *Pay Out Time* (POT)

POT merupakan durasi waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan modal yang didasarkan keuntungan yang didapatkan. Perhitungan tersebut berguna untuk menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan agar investasi yang telah dikeluarkan dapat dikembalikan secara penuh. Dalam industri kimia, batas maksimal POT untuk pabrik berisiko rendah adalah antara 5 tahun hingga 2 tahun, sedangkan untuk pabrik yang memiliki risiko tinggi adalah dibawah 2 tahun. Secara teori, semakin pendek POT. Maka semakin cepat investasi kembali dan semakin rendah tingkat risikonya. (Ifa & Nurdjannah, 2019)

$$POT = \frac{FCI}{cash\ return}$$

Cash return = profit sebelum/sesudah pajak + depresiasi

a. POT sebelum pajak

POT : -0,7 Tahun

b. POT setelah pajak

POT : - 1 Tahun

3. *Break Even Point* (BEP)

a. *Fixed Cost*

Tabel 6.14 *Fixed Cost*

Komponen	Biaya (Rp)	Biaya ($)
Depreciation	Rp23.596.614.231,37	$1.404.358,08
Property Taxes	Rp5.899.153.557,84	$351.089,52
Insurance	Rp2.949.576.778,92	$175.544,76
Total	**Rp32.445.344.568,14**	**$1.930.992,36**

b. *Regulated Cost*

Tabel 6.15 *Regulated Cost*

Komponen	Biaya (Rp)	Biaya ($)
Gaji Karyawan	Rp18.132.000.000,00	$1.079.130,27
Payroll Overhead	Rp3.626.400.000,00	$215.826,05

Supervisor	Rp1.813.200.000,00	$107.913,03
Plant Overhead	Rp10.879.200.000,00	$647.478,16
Laboratorium	Rp3.626.400.000,00	$215.826,05
General Expense	Rp40.000.000.000,00	$2.380.609,46
Maintenance	Rp5.899.153.557,84	$351.089,52
Plant Supplies	Rp884.873.033,68	$52.663,43
Total	**Rp84.861.226.591,52**	**$5.050.535,97**

c. *Regulated Cost*

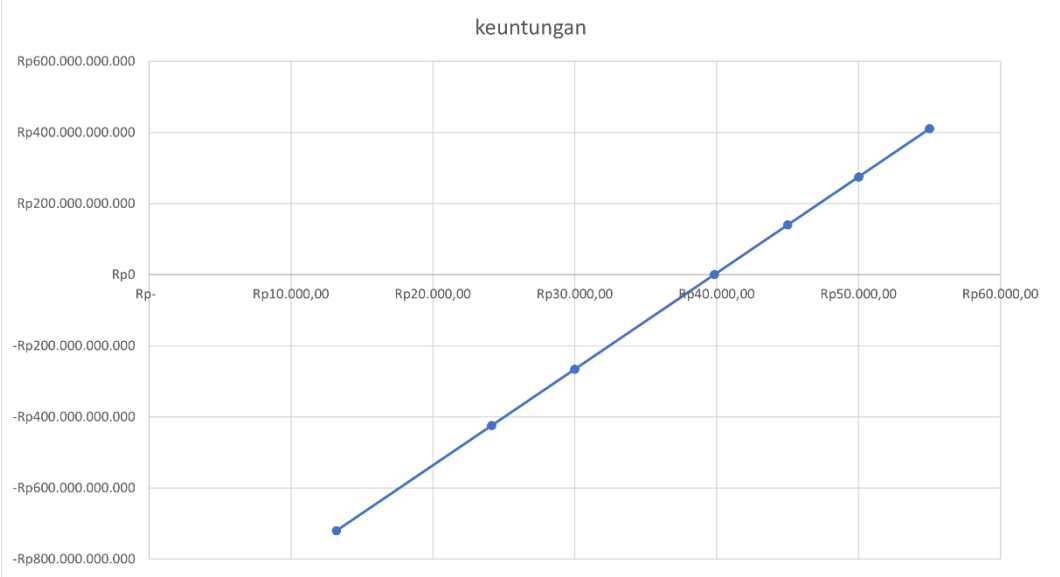
Tabel 6.16 *Regulated Cost*

Komponen	Biaya (Rp)	Biaya ($)
Raw Material	Rp844.321.696.939,01	$50.250.005,47
Packaging	Rp28.980.000.000,00	$1.724.751,55
Shipping	Rp7.245.000.000,00	$431.187,89
Utilities	Rp19.034.597.983,68	$1.132.848,60
Royalty & Patents	Rp21.735.000.000,00	$1.293.563,67
Total	**Rp921.316.294.922,69**	**$54.832.357,18**

d. Sales

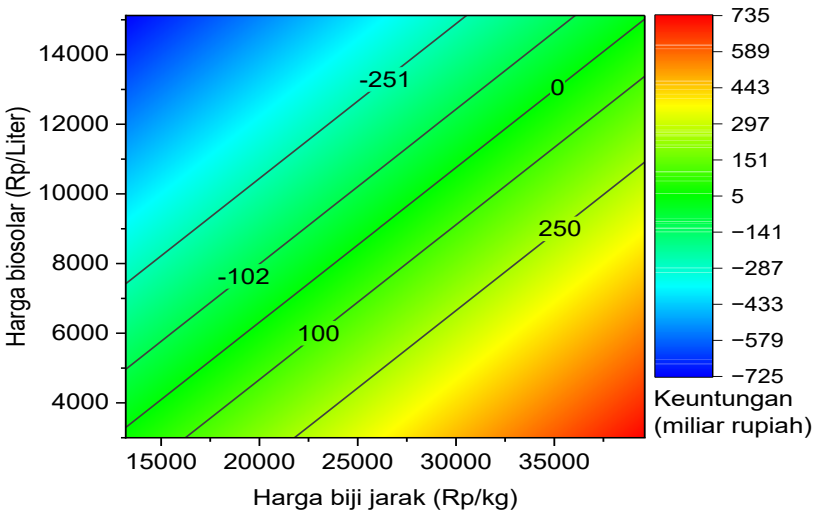
Tabel 6.17 Sales

Komponen	Biaya (Rp)	Biaya ($)
Sales	Rp724.500.000.000,00	$43.118.788,84
Total	**Rp724.500.000.000,00**	**$43.118.788,84**



Gambar 6.2 Grafik perbandingan harga biodiesel vs keuntungan

Berdasarkan dari grafik tersebut didapatkan bahwasannya pabrik yang akan didirikan dengan bahan baku biji jarak kepyar tidak layak didirikan karena harga biodiesel biji jarak kepyar lebih tinggi jika dibandingkan dengan bahan baku sekarang yaitu minyak sawit yang memiliki harga Rp 13.400 sedangkan harga biji jarak kepyar Rp 15.122.



Gambar 6.3 Perbandingan harga biji jarak vs harga biosolar

Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa peningkatan harga biji jarak cenderung menurunkan keuntungan, sedangkan perubahan harga biosolar memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan keuntungan pada kondisi tertentu. Pada bagian berwarna merah menunjukkan kondisi dengan keuntungan maksimum, sedangkan pada warna biru menunjukkan kerugian.

6.3.6 Analisa Resiko Pabrik

Analisis risiko pabrik dilakukan guna untuk mengukur risiko yang akan dihadapi sebuah pabrik, termasuk risiko tinggi (*high risk*) atau risiko rendah (*low risk*), serta mencari solusi terhadap setiap risiko yang teridentifikasi. Berdasarkan analisis risiko yang dilakukan, dikietahui jika pabrik biodiesel yang dirancangkan termasuk kategori risiko rendah dengan alasan berikut :

1. Kondisi operasi

Prarancangan pabrik biodiesel beroperasi pada suhu yang bervariasi antara 30°C sampai 100°C dengan tekanan operasi sekitar 1 atm. Dengan kondisi operasi tersebut yang relatif rendah, maka praracangan pabriki dianggap cukup aman.

2. Bahan Baku dan Produk

Bahan baku dari praracangan pabrik biodiesel adalah biji jarak kepyar dan metanol, dengan tambahan bahan kimia yang lain yaitu H_3PO_4 sebagai pemisah gum, NaOH sebagai katalis transesterifikasi, dan HCl sebgai penetral di tahap netralisasi. Meskipun beberapa bahan memiliki sifat yang mudah terbakar ataupun korosif, namun seluruh proses dilakukan dalam sistem yang tertutup dan terkendali, sehingga risiko yang dimiliki tetap rendah.

Produk yang dihasilkan yaitu biodiesel. Biodiesel memiliki sifat yang stabil, tidak mudah terbakar, dan rendah toksisitas. Proses produksi juga tidak menghasilkan limbah yang berbahaya, sehingga aman untuk lingkungan. Dari sisi bahan baku maupun produk, pabrik dikategorikan berisiko rendah.

BAB VII
KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis, dapat ditarik Kesimpulan bahwa Praracangan Pabrik Biodiesel dari Biji Jarak Kepyar dengan Kapasitas 30.000 ton/tahun adalah sebagai berikut :

1. Pendirian pabrik biodiesel dari Minyak Jarak Kepyar dengan kapasitas 30.000 ton/tahun memiliki tujuan untuk memenuhi kebutuhan biodiesel dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor dan membuka lapangan pekerjaan serta meningkatakn pertumbuhan ekonomi.
2. Pabrik biodiesel dari minyak jarak kepyar membutuhkan bahan baku utama yaitu biji jarak kepyar sebanyak 53.571 ton/tahun.
3. Pabrik biodiesel tersebut berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang akan didirikan di daerah Kota Palembang, Sumatera Selatan dengan total luas lahan sebesar 16.000 m^2 dan memeperkejakan sebanyak 151 orang.
4. Aspek evaluasi ekonomi dan Analisa kelayakan, pendirian pabrik dinilai layak, dengan beberapa hasil analisis ekonomi sebagai berikut :
   a. *Return Out Time* (ROI)

      ROI sebelum pajak : -143,78%

      ROI setelah pajak : -112,15 %

   b. *Pay Out Time* (POT)

      POT sebelum pajak : - 0,7 Tahun

      POT setelah pajak : - 1 Tahun

5. Berdasarkan hasil dari keseluruhan tinjauan dapat disimpulkan bahwa pabrik biodiesel dengan kapasitas 30.000 ton/tahun dinyatakan tidak layak untuk didirikan.

7.2 Saran

Perancangan pabrik kimia memerlukan pemahaman konsep dasar untuk meningkatkan kelayakan pabrik yang akan di dirikan. Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi yang menunjukkan nilai Return on Investment (ROI) yang negatif serta Pay Out Time (POT) yang tidak memenuhi kriteria kelayakan, maka pendirian pabrik biodiesel dengan kapasitas 30.000 ton/tahun dinyatakan belum layak untuk direalisasikan pada kondisi yang dirancang. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi dan perbaikan menyeluruh, terutama pada aspek biaya bahan baku yang mendominasi total biaya produksi. Upaya yang dapat dilakukan meliputi penggunaan bahan baku alternatif atau kombinasi bahan baku yang lebih ekonomis, peningkatan efisiensi ekstraksi minyak, serta penjaminan kontinuitas pasokan untuk menekan fluktuasi harga.

DAFTAR PUSTAKA

PT KALTIM METHANOL INDUSTRI. (2019). *Spesifikasi Produk.* Kaltim: PT KALTIM METHANOL.

Aprobi. (2024). Laporan Ekspor Biodiesel. *Rekap Laporan*.

Baldwin, B. S., & Cossar, R. D. (2009). Castor yield in response to planting date at four locations in the south-central United States. *Industrial Crops and Product*.

Brownell, L. E., & Young, E. H. (1959). *Process Equipment Design.* New York.

ESDM. (2024). Handbook of Energy &Economic Statistics of Indonesia.

Howard, G., & Bartram, J. (2003). *Domestic Water Quantity, service level and health.* WHO.

Husna, A., Azhari, Hakim, L., & Ginting, Z. (2021). PEMANFAATAN MINYAK NABATI (JARAK PAGAR DAN JARAK KEPYAR) SEBAGAI BAHAN BAKU BIODIESEL. *Chemical Engineering Journal Storage*.

Ifa, L., & Nurdjannah. (2019). *Ekonomi Pabrik.* Jawa Timur: WADE GORUP.

Ishadi, R. (n.d.). *Pengembangan Jarak Kepyar (Ricinus Communis L).*

Letario, M. (n.d.). PALM OIL INDONESIA. *BIODIESEL INDONESIA: PRODUKSI, KONSUMSI DAN EKSPOR*.

Millia, S. (2025). Memahami Biodiesel dan Implementasinya di Indonesia. *Transisi Energi Berkeadilan*.

Nasution, M. d. (2007). Jurnal Penelitian Kelapa Sawit. *Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Biodiesel Sawit terhadap Konsumsi dan Emisi Mobil Diesel Tipe Common Rail*, 15(2): 91-102.

Osava, M. (2001). The Castor-Oil Plant: Ricinus Communis Is The BestSource For Creating Biodiesel. *Energyin Castor Bean, Tierramerica*.

Polycarp, I. N., & Joseph, T. N. (2020). *Kinetics of Biodiesel Production from Castor Seed Oil using Naoh Catalyst.* Nigeria: International Journal of Scientific Research and Engineering Development.

SNI-7182. (2015). *Biodiesel.* Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Vashist, D. (2011). A comparative study of castor and Jatropha oil sources and its methyl ester test on the diesel engine. *Ineternational Journal of Engineering Science and Technology*.

WHO. (2020). *Domestic water quantity, service level and health.*

LAMPIRAN A
PERANCANGAN REAKTOR

Kode	: R-01
Fungsi	: Tempat terjadinya reaksi antara minyak jarak kepyar dengan HCl untuk menghasilkan biodiesel
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan jaket pendingin
Sifat Reaksi	: Eksotermis
Bahan	: *Stainless Steel* tipe 316
Kondisi Operasi	: T = 60°C
	P = 1 atm
	Konversi = 95 %

A. Neraca Massa

No	Komponen	Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)
		Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9
1	$C_{57}H_{104}O_9$	-	-	3446,97	172,3485
2	$C_{57}H_{98}O_6$	-	-	151,52	7,5758
3	$C_{51}H_{98}O_6$	-	-	75,76	3,7879
4	H_2O	7,690	39,804	-	47,4940
5	NaOH	-	36,74	-	36,7424
6	CH_3OH	761,28	-	-	399,67
7	$C_{19}H_{36}O_3$	-	-	-	3288,6754
8	$C_{19}H_{34}O_2$	-	-	-	144,5952
9	$C_{17}H_{34}O_2$	-	-	-	72,3269
10	$C_3H_8O_3$				346,5433
Total		768,97	76,55	3674,24	4519,7639

B. Densitas

Densitas komponen pada suhu : 60°C / 333,15 K

Komponen	Densitas aspen (kg/m^3)	Masuk (kg/jam)	Fraksi massa	ρL campuran (kg/m3)
Tririsinolein	938	3446,97	0,76	715,36
Trilinolein	895,9957	151,52	0,03	30,04
Tripalmitin	880,0415	75,76	0,02	14,75
Metil risinoleat	901,2329	0	0,00	0,00
Metil oleat	860,6281	0	0,00	0,00
Metil palmitat	837,2426	0	0,00	0,00
Methanol	754,5681	761,28	0,17	127,10
Air	979,6811	47,49	0,01	10,29
NaOH	1898,104	36,74	0,01	15,43
Gliserol	1235,428	0	0,00	0
Total	10180,93	4519,76	1,00	912,97

C. Viskositas

Komponen	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa (xi)	μ (cP)	ln μ	μ * xi
Tririsinolein	3446,97	0,76	26,88	3,29	2,51
Trilinolein	151,52	0,03	11,84	2,47	0,08
Tripalmitin	75,76	0,02	19,07	2,95	0,05
Metil risinoleat	0	0,00	7,01	1,96	0,0
Metil oleat	0	0,00	2,00	0,69	0,0
Metil palmitat	0	0,00	2,66	0,98	0,0
Methanol	761,28	0,17	0,36	-1,02	-0,17

Komponen	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa (xi)	μ (cP)	ln μ	μ * xi
Air	47,49	0,01	0,47	-0,75	-0,007
NaOH	36,74	0,01	124,83	4,83	0,039
Gliserol	0	0,00	85,87	4,45	0,0
Total	4519,76	1,00	622,69	19,86	2,5

Reaksi :

Berdasarkan

Triglyceride + 3 methanol ⇋ 3 methyl ester + glycerol

Dan persamaan kecepatan reaksinya :

$$-\frac{d(CA)}{dt} = k.C_A$$

Reaksi trigliserida

1. $C_{57}H_{104}O_9 + 3CH_3OH \rightarrow C_{19}H_{36}O_3 + C_3H_8O_3$

	Tririsonolein	Methanol	Metil risinoleat	Air
Mula-mula	3,7	23,79	0	0
Reaksi	3,5135	10,54	10,54	3,51
Setimbang	0,18	13,25	10,54	3,51

2. $C_{57}H_{98}O_6 + 3CH_3OH \rightarrow C_{19}H_{34}O_2 + C_3H_8O_3$

	Trilionelin	Methanol	Metil linolein	Air
Mula-mula	0,17	13,25	0	3,51
Reaksi	0,1639	0,4918	0,49	0,16
Setimbang	0,0086	12,7577	0,49	3,68

3. $C_{51}H_{98}O_6 + 3CH_3OH \rightarrow C_{17}H_{34}O_2 + C_3H_8O_3$

	Tristearin	Methanol	Metil stearin	Air
Mula-mula	0,09	12,78	0	3,68
Reaksi	0,08	0,27	0,27	0,09

Setimbang	0.0047	12,49	0,27	3,77

D. Design Equation

1. Menghitung Kecepatan Alir Volumetrik

$$Fv = \frac{Massa\ Umpan}{\rho\ Campuran}$$

= 4,95 m^3/jam

= 4950,63 liter/jam

2. Menghitung Konsentrasi

$$C_{ao} = \frac{n_a}{F_v}$$

Total umpan mula-mula Cao = 0,75 mol/liter

$$C_{bo} = \frac{n_b}{F_v}$$

Total umpan mula-mula Cbo = 4,81 mol/liter

$$C_a = C_{ao} \times (1 - X)$$

Total umpan konsentrasi Cao = 0,04 mol/liter

$$C_b = C_{bo} \times (C_{ao} \times X)$$

Total umpan konsentrasi Cbo = 4,09 mol/liter

3. Menghitung waktu tinggal

$$\tau = \frac{X_n}{k.(1 - X_n)}$$

= 97.17 menit

= 1,62 jam

4. Menentukan Volume Reaktor

$Fv * \tau$

= 4,95 m^3/jam * 1,62 jam

= 8,02 m^3

5. Optimasi reaktor

a. Menggunakan 1 reaktor

V : 8,02 m^3 = 2,12 gallon

x0 : 0.00

xa : 0.95

τ : 1,62 jam

b. Menggunakan 2 reaktor

V1 : 4,01 m^3 = 1,06 gallon

V2 : 4,01 m^3

x0 : 0.00

xa :0.94

xb : 0.95

τ : 0.8097 jam

c. Menggunakan 3 reaktor

V1 : 0,71 m^3

V2 : 0,71m^3

V3 : 0,71 m^3

x0 :0.00

xa :0.94

xb :0.94

xc :0.95

τ : 0.5398 jam

d. Menggunakan 4 reaktor

V1 :0,53 m^3

V2 : 0,53 m^3

V3 : 0,53 m^3

V4 : 0,53 m^3

x0 :0.00

xa :0.94

xb :0.95

xc :0.95

x4 :0.95

τ : 0.4049 jam

6. Optimasi harga reactor

Untuk mengetahui jumlah reaktor dilakukan optimasi : berdasarkan data harga reaktor yang didapatkan dari *website* www.matche.com untuk mempertimbangkan jumlah reaktor dengan harga minimal yang dipilih dengan bahan material pembuatan reaktor yaitu *Stainles Steel* tipe 316.

Jumlah Reaktor	Volume Shell (m3)	Volume Shell (Galon)	Profil Harga	Biaya
1	8,02	2,12	$6.100	$ 6.100

Jumlah Reaktor	Volume Shell (m3)	Volume Shell (Galon)	Profil Harga	Biaya
2	4,01	1,06	$4.300	$8.600
3	2,67	0,71	$3.500	$10.500
4	2,00	0,53	$3.000	$12.000

Dari grafik tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa reaktor dengan jumlah 1 buah menunjukkan harga paling rendah yaitu $20.300. dapat disimpulkan bahwa jumlah reaktor yang dipakai 1 buah, dengan pertimbangan harga yang paling rendah, volume reaktor yang standar dan waktu tinggal yang didapat yaitu 1,6194 jam dimana proses transesterifikasi akan berjalan dengan baik.

7. Dimensi reactor

a. Menghitung dimensi reactor

Perancangan reaktor yang dibuat dengan faktor keamanan sebesar 20% (Peters & Timmerhaus, 1991) sehingga didapatkan volume reaktor menjadi :

Volume reaktor = 1,2 x 8,02 m^3

= 9,62 m^3

Reaktor yang dipilih yaitu berbentuk silinder vertical terdiri dari dinding (*shell*) dan penutup atas, bawah (*head*) yang berbentuk torispherical. Ditetapkan : **D=H** (Brownell, 1959)

Dimana :

D= diameter reaktor

H= tinggi reaktor

D = 2,17 m^3

Nilai H yang didapatkan yaitu :

b. Menghitung ketinggian cairan dalam reaktor

V_{shell} = 8,017 m^3

V_{bottom} = 0,866 m^3

$v_{cairan} = V_{shell} - V_{bottom}$

= 8,017 m^3 + 0,866 m^3

= 7,15 m^3

Hcairan *shell* = 2,17 m

c. Menghitung tekanan desain

$P_{Hidrostatis}$ = ρ campuran x g x h

ρ campuran = 912,97 kg/m^3

g = 9,18 m^2/s

h = 2,17 m

$P_{Hidrostatis}$ = 912,97 kg/m^3 x 9,18 m^2/s x 2,17 m

= 18183,76 Pa

= 2,64 Psi

P design =1,2 x P operasi

P operasi = 20,27 Psi

P design = 1,2 x 20,27

= 27,49 Psi

d. Menghitung tebal dinding reaktor

$$ts = \frac{Pr}{(fE - 0.6P)} + C$$

(Brownell & Young, 1959)

ts = Tebal shell (in)

P = Tekanan dalam tangki (psi)

F = Allowable stress (18.750 psi)

ri = Jari-jari shell (0,983 in)

E = Efisiensi pengelasan (85%)

C = Faktor korosi (0,125 in)

ts =27,49 x 1,085(18,750 x 0,85-0,6 x 27,49)+0,125

ts = 0,198 in

dari perhitngan tersebut didapatkan tebal *shell* adalah 0,1268 in, sehingga

tebal *shell* standar = 14 atau 0,25

ID*shell* = 85,419 in

OD= ID*shell* + 2ts

= 85,419 in + (2 x 0,25)in

= 85,91 in

OD standar = 90 in

Dan didapatkan nilai icr dan r nya adalah

Icr = 5,50 in

R = 90 in

e. Perancangan dimensi *head*

Diperoleh dari persamaan 13.10 (Brownell & Young, 1959)

$$th = \frac{P.rc.w}{2fE - 0{,}2.P}$$

Dimana :

th = tebal head

w = faktor intensifikasi tegangan untuk jenis head

f = allowable stress

E = joint efficiency

C = corrosion allowance

P = tekanan desain

$$w = \frac{1}{4}\left(3 + \sqrt{\frac{r}{icr}}\right)$$

(Brownell & Young, 1959)

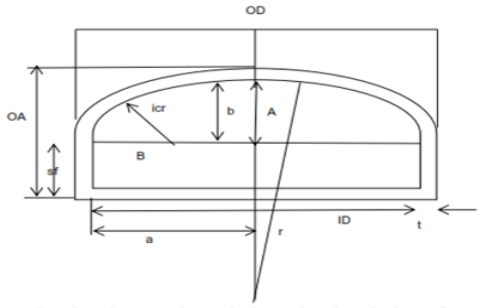
W = 143+905,50

= 1,76 in

Th = 0,147 in

Berdasarkan tabel 5.7 buku Brownell,tebal *head* pada ukuran 0,147 in mendekati nilai standar 3/16 atau 0,1875 in

f. Menghitung tinggi *head*



(Brownell & Young, 1959)

Gambar dimensi pada tutup reaktor

A = 44,81 in

B = 15,20 in

AB = 39,31 in

BC = 84,5 in

AC =74,8 in

OA/hHead =16,89 in

Pada tabel 5.6 buku brownell dengan nilai th 3/16 maka nilai sfnya adalah 3 in

$$h_{Reaktor} = 2\,h_{Head} + h_{Shell}$$

(Brownell & Young, 1959)

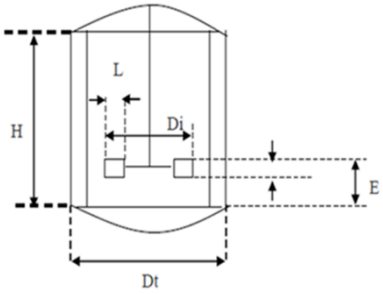
H reaktor = 3,03 m

8. Menghitung desain pengaduk

Viskositas campuran = 22,30 cP atau 0,11238 Ns/m^2

a. Dimensi pengaduk

Berdasarkan nilai Cp yang didapat yaitu 22,30 cP maka dapat digunakan pengaduk jenis flat six blade turbine dikarenakan bisa digunakan untuk campuran dengan nilai viskositas <100.000 Cp.



Keterangan

ID	:	diameter dalam pengaduk
Di	:	diameter pengaduk
L	:	panjang sudut pengaduk
W	:	lebar sudut pengaduk
E	:	jarak pengaduk dengan dasar tangki
J	:	lebar *baffle*
H	:	tinggi cairan

Diameter pengaduk (Di) = ID/3

= 2,17/3

= 0,72 m

= 2,37 ft

= 28,47 in

Tinggi pengaduk (W) =Di/5

= 0,72 m / 5

= 0,14 m

= 0,47 ft

= 5,69 in

Lebar pengaduk (L) = Di/4

= 2,17 m / 4

= 0,18 m

= 0,59 ft

= 7,11 in

Lebar baffle (B) = ID/12

= 2,17 / 12

= 0,18 m

= 0,59 ft

= 7,12 in

Jarak pengaduk dengan dasar tangki (E) = Di(0,75-1)

= 2,17 m x (1)

= 0,72 m

=2,37 ft

= 28,47 in

Tinggi cairan (ZL) = 2,17 m

= 7,12 ft

= 85,42 in

b. Menentukan jumlah pengaduk

Specific gravity = ρ fluidaρ air

= 0,91

$$N = \frac{600}{\pi Di}\sqrt{\frac{WELH}{2Di}}, WELH = Z_L x Sg$$

Dimana: N = kecepatan putar pengaduk, rpm
d = diameter pengaduk, ft
Z_L = tinggi cairan dalam tangki, m
Sg = *specific gravity*
WELH = *Water Equivalent Liquid Height*, ft

(Brownell & Young, 1959)

WELH = 2,17 m x 0,91

= 1,98 m

= 6,5 ft

Jumlah pengaduk = WELH/ID

= 1,98/2,17

=0,91 m

Jadi, jumlah pengaduk yang dipakai adalah 1 buah

c. Menentukan kecepatan putar pengaduk

N = 6003,14 x 0,721,98 m2 x 0,72

= 94,24 rpm

= 1,57 rps

d. Menentukan bilangan Reynolds

$$N_{Re} = \frac{NDi^2\rho}{\mu}$$

(Brownell & Young, 1959)

NRe = $\frac{1{,}57\ rps\ x\ 0{,}72^2 ft x 56{,}206 \frac{lb}{ft^3}}{0{,}01 \frac{lb}{ft}.s}$

=35675,74

e. Menghitung power pengaduk

$$P = \frac{Np \times \rho \times Ni^3 \times Di^3}{gc}$$

(Brownell & Young, 1959)

Np = 6

P = 6x 56,2058lbft3 x 1,573rps x0,723ft32,178

= 3698,46 ft.lb/s

= 7,91 Hp

= 5,90 kW

Efisiensi motor = 83% (Peters & Timmerhaus, 1991)

Daya motor = P

= 7,910,83

= 9,53 Hp

Power motor standar = 10 Hp

9. Jaket pendingin

Reaksi yang berjalan di dalam reaktor adalah reaksi endotermis. Maka dari itu dibutuhkannya jaket sehingga suhu tetap 60°C.

a. Neraca panas pada reaktor

Komponen	**Masuk**	**Keluar**
	ΔH in (Kj/ jam)	**ΔH out (Kj/ jam)**
C57H104O9	217136,9001	10856,84501
C57H98O6	8342,08946	417,104473
C51H98O6	4352,901534	217,6450767
C19H36O3		195717,1671
C19H34O2		8626,784453

C17H34O2		4704,798387
CH3OH	83049,6716	43601,07759
NaOH	2045,002776	2045,002776
H2O	6466,382424	6466,382424
C3H8O3		22764,73951
ΔH Reaksi	-4500,992	
Q terserap		21474,409
Total	**316891,9555**	**316891,9555**

Qin total = 321392,9479 kJ/jam
Qout total = 295417,5468 kJ/jam

b. Kebutuhan air pendingin

$m = \frac{Q}{\Delta H}$

Q = 21474,409 kJ/jam

ΔH = 1222,3413 kJ/kg

$m = \frac{21474{,}409 \frac{kj}{jam}}{1222{,}3413 \frac{kj}{kg}}$

= 17,5683 kg/jam

c. Menghitung ΔT LMTD

$\Delta Tm = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2})}$

$= \frac{27\ F - 54\ F}{\ln(\frac{27}{54})}$

= 104,9055 F

Dari tabel.8 Kern didapatkan Overall heat transfer UD Nilai UD untuk heavy organics (hot) dan air (cold) sebesar 5-75 btu/ft2 .F untuk (Heavy Organics).

Viskositas = 22,2970 cP

Maka, ud yang dipilih adalah 75 btu/ft^2.F

d. Menentukan jenis pendingin

Luas perpindahan panas yang tersedia (luas selimut)

Do = 90 in

= 7,5 ft

Hs = 85,42 in

= 7,12 ft

A = luas selimut + luas penampang reaktor

A $= (\pi\ x\ Do.Hs) + \left(\left(\frac{\pi}{4}\right) x\ Do^2\right)$

= (3,14 x 7,5 ft x 7,12 ft) + $\left(\left(\frac{3,14}{4}\right) x\ 7,5\ ft^2\right)$

= 211,7901 ft^2

Luas perpindahan panas yang dibutuhkan

Luas transfer panas

A $= \frac{Q}{Ud\ x\ \Delta T}$

$= \frac{20353,8097 \frac{btu}{jam}}{75 \frac{btu}{ft^2}.Fx\ 104,9055\ F}$

=2,5869 ft^2

Luas selubung

Dr = 7,19 ft

hr = 7,19 ft

A^{Θ} = π x Dr x hr + $\frac{1}{4}$ π x Dr^2

= 3,14 x 7,19 ft x 7,19 ft + $\frac{1}{4}$ x 3,14 x $7,19^2$ft

=198,8756 ft^2

Jika luas transfer panas (A) < luas selubung maka menggunakan pendingin jaket

e. Menentukan luas transfer panas jaket

Volume pemanas = luas selimut x tebal jaket

D1 = OD + $\frac{OD}{42}$ + 2sf + $\frac{2}{3}$icr

=106,2024 in

= 2,6975 m

D2 = (OD -th)+ $\frac{(OD-th)}{42}$ + 2sf + $\frac{2}{3}$icr

= 106 in

= 2,6927 m

A total jaket = A shell + A head

A1 shell = 31177,70 in^2

A1 head = 17707,9448 in^2

A1 total jaket = 48885,64 in^2

A2 shell = 31116,80 in^2

A2 head = 17643,9873 in^2

A2 total jaket = 48760,79 in^2

A1 total- A2 total = 124,85 in^2

Maka, luas yang dialiri oleh *hot/cold* fluid = 124,85 in^2

f. Menghitung koefisien perpindahan panas antara reaktor dan jaket Kern,196

$\frac{hiDi}{k}$ $= 0{,}36\ (\frac{L^3N\rho}{\mu})^{\frac{2}{3}}(\frac{c\mu}{k})^{1/3}(\frac{\mu}{\mu w})^{0{,}14}$

hi $= 10264{,}8786$ btu/ft^2.h.F

h_{io} $= hi\,\frac{Ai}{A} = hi\,\frac{ID}{OD}$

h_{io} $= 9742{,}3500$ btu/ft^2.h.F

ho $= 0{,}87\ (\frac{k}{d})(\frac{L^3N\rho}{\mu})^{\frac{2}{3}}(\frac{c\mu}{k})^{1/3}(\frac{\mu}{\mu w})^{0{,}4}$

ho $= 146{,}0403$ btu/ft^2.h.F

g. Menghitung clean overall coefficient (Uc) dan designed overall coefficient (Ud)

Uc $= \frac{h_{io}h_o}{h_{io}+ h_o}$

$= 143{,}8835$ btu/ft^2.h.F

Ud $= \frac{hd\ x\ Uc}{hd+Uc}$

Hd adalah 1/Rd

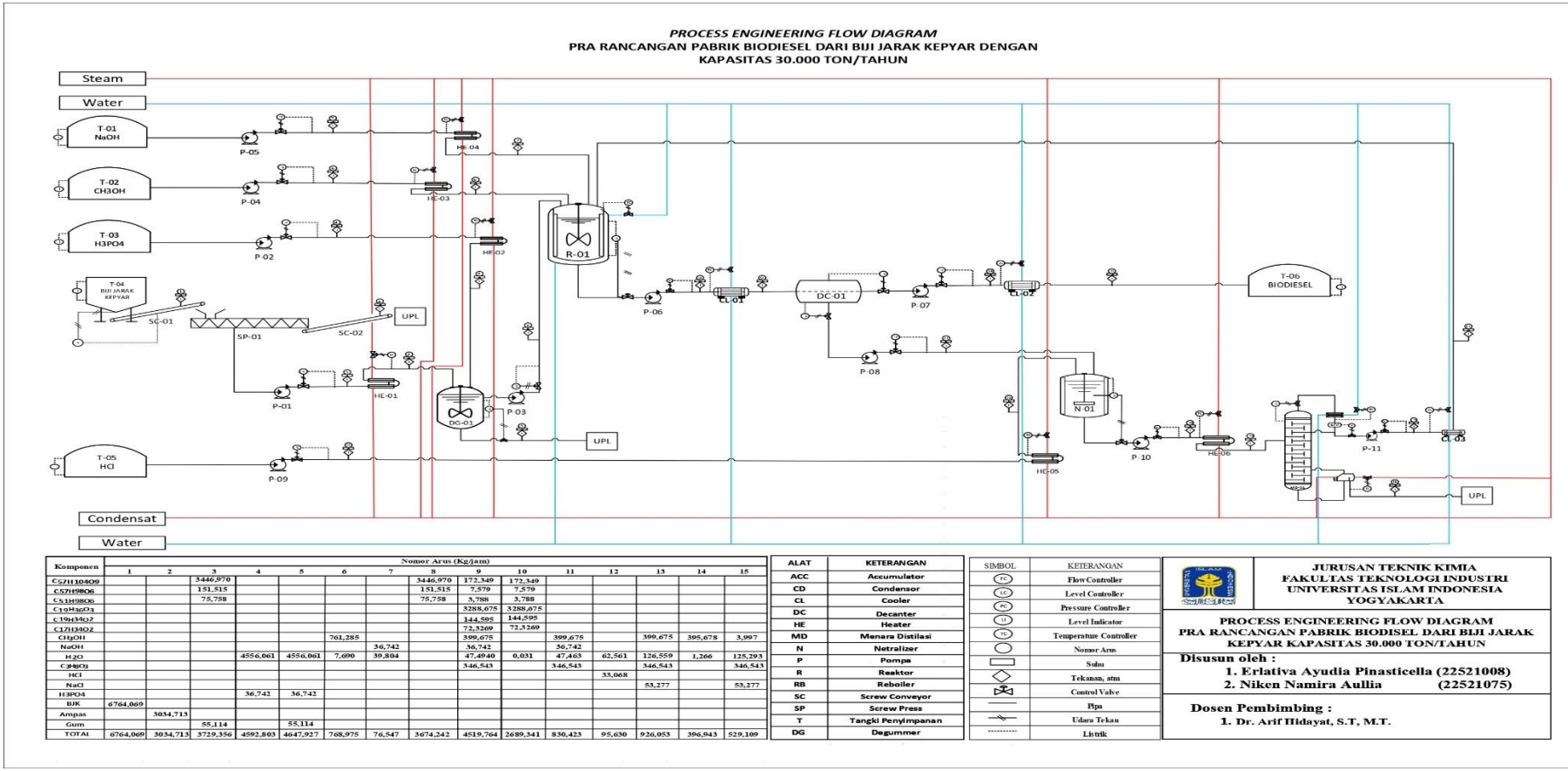
Rd adalah fouling factor yang diambil dari tabel 12 buku kern yaitu 0,003

Ud $= \frac{333{,}3333\ x\ 175{,}0667}{333{,}3333+\ 175{,}0667}$

$= 100{,}5018$ btu/ft^2.h.F

LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM (PEFD)



Komponen	Nomor Arus (Kg/jam)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$C_{57}H_{104}O_9$			3446,970					3446,970	172,349	172,349					
$C_{57}H_{98}O_6$			151,515					151,515	7,579	7,579					
$C_{51}H_{98}O_6$			75,758					75,758	3,788	3,788					
$C_{19}H_{36}O_3$									3288,675	3288,675					
$C_{19}H_{34}O_2$									144,595	144,595					
$C_{17}H_{30}O_2$									72,3269	72,3269					
CH_3OH						761,285			399,675		399,675		399,675	395,678	3,997
NaOH							36,742		36,742		36,742				
H_2O				4556,061	4556,061	7,690	39,804		47,4940	0,031	47,463	62,561	126,559	1,266	125,293
$C_3H_8O_3$									346,543		346,543		346,543		346,543
HCl												33,068			
NaCl													53,277		53,277
H_3PO_4				36,742	36,742										
BJK	6764,069														
Ampas		3034,713													
Gum			55,114		55,114										
TOTAL	6764,069	3034,713	3729,356	4592,803	4647,927	768,975	76,547	3674,242	4519,764	2689,341	830,423	95,630	926,053	396,943	529,109

ALAT	KETERANGAN
ACC	Accumulator
CD	Condensor
CL	Cooler
DC	Decanter
HE	Heater
MD	Menara Distilasi
N	Netralizer
P	Pompa
R	Reaktor
RB	Reboiler
SC	Screw Conveyor
SP	Screw Press
T	Tangki Penyimpanan
DG	Degummer

SIMBOL	KETERANGAN
FC	Flow Controller
LC	Level Controller
PC	Pressure Controller
LI	Level Indicator
TC	Temperature Controller
	Nomor Arus
	Suhu
	Tekanan, atm
	Control Valve
	Pipa
	Udara Tekan
	Listrik

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK BIODISEL DARI BIJI JARAK KEPYAR KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN

Disusun oleh :
1. Erlativa Ayudia Pinasticella (22521008)
2. Niken Namira Aullia (22521075)

Dosen Pembimbing :
1. Dr. Arif Hidayat, S.T, M.T.

LAMPIRAN C

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN
PRA RANCANGAN PABRIK

Kartu Konsultasi Bimbingan

Nama Mahasiswa 1	: Erlativa Ayudia Pinasticella
NIM	: 22521008
Nama Mahasiswa 2	: Niken Namira Aullia
NIM	: 22521075
Judul Pra Rancangan Pabrik	: Praracangan Pabrik Biodiesel Dari Minyak Jarak Kepyar Dengan Kapasitas 30.000 Ton/Tahun
Mulai Masa Bimbingan	: 15 September 2025
Selesai Masa Bimbingan	: 15 Maret 2026
Nama Dosen Pembimbing	: Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.

No	Tanggal	Konsultasi	Paraf Dosen
1	24 September 2025	Diskusi terkait judul	
2	3 Oktober 2025	Diskusi pergantian judul TA	
3	6 Oktober 2025	Diskusi terkait judul TA	
4	7 Oktober 2025	Pergantian judul TA	
5	14 Oktober 2025	Pergantian Judul TA	
6	21 Oktober 2025	Diskusi luaran 1	
7	29 oktober 2025	Diagram Kualitatif	
8	30 Oktober 2025	Luaran 3	
9	6 November 2025	Perhitungan Fraksi mol	
10	16 November 2025	Neraca massa	

No	Tanggal	Konsultasi	Paraf Dosen
11	25 November 2025	Neraca Massa	
12	12 Desember 2025	Neraca Massa	
13	17 Desember 2025	Penentuan Reaktor	
14	19 Desember 2025	Reaktor	
15	23 Desember 2025	Reaktor	
16	5 Januari 2026	Neutralizer	
17	6 Januari 2026	Neutralizer	
18	14 Januari 2026	Netralizer	
19	26 Januari 2026	Screw Press	
20	3 Februari 2026	Pompa dan heat exchanger	
21	24 Februari 2026	Utilitas	
22	26 Februari 2026	Evaluasi Ekonomi	

Yogyakarta, 20 Maret 2026

Dosen Pembimbing

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.