

**LAPORAN KERJA PRAKTEK
PROSES PRODUKSI GONDORUKEM DAN TERPENTIN PERHUTANI PINE
CHEMICAL INDUSTRY**

PEMALANG – JAWA TENGAH

Periode 06 September – 06 November 2021

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Magang



Disusun Oleh :

SYIFA RANGGITA SABBILA

40040118650015

**PRODI TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

Naskah laporan magang oleh mahasiswa:

Nama : Syifa Ranggita Sabbila

NIM : 40040118650015


Judul Laporan Magang : Proses Produksi Gondorukem Dan Terpentin Perhutani
Pine Chemical Industry Pemalang – Jawa Tengah

Telah diperiksa dan dikoreksi dengan baik dan cermat. Oleh karena itu pembimbing menyetujui mahasiswa tersebut untuk diuji.

Semarang, Januari 2023

Dosen Pembimbing,

13


Anggun Puspitarini Siswanto, S.T., Ph.D
NIP. H.7. 198803152018072001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, Sholawat serta salam juga tetap tercurahkan kepada junjungan besar Nabi Muhammad SAW sehingga kami dapat melaksanakan Kerja Praktek dimasa pandemi ini dan menyelesaikan Laporan Kerja Praktek di Perhutani Pine Chemical Industry, Pabrik Pemalang dengan aman, selamat, lancar dan barokah.

Laporan ini kami susun berdasarkan data-data yang dapat dikumpulkan dan bimbingan dari pembimbing serta karyawan di Plant satu di Perhutani Pine Chemical Industry selama kegiatan Kerja Praktik di mulai pada tanggal 06 September s/d 06 November 2021. Dalam menyusun Laporan Kerja Praktik ini kami banyak mendapatkan saran, bimbingan serta bantuan baik langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Untuk itu kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua kami yang selalu mendukung dan mendoakan kami sehingga kami dapat melakukan kerja praktik dengan lancar tanpa ada halangan.
2. Bapak M. Endy Yulianto,S.T.,M.T selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
3. Ibu Anggun Puspitarini Siswanto, S.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah mengarahkan dan membantu dalam penyelesaian tugas Kerja Praktik ini.
4. Bapak Edi Cahyono, S.Si. selaku pembimbing lapangan atas petunjuk dan bimbingannya selama pelaksanaan kerja praktik di Perhutani Pine Chemical Industry.
5. Segenap karyawan Perhutani Pine Chemical Industry, Yang telah meluangkan waktu untuk memberi ilmu kepada kami.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Kerja Praktik ini masih jauh dari kata sempurna. Maka untuk itu kami membutuhkan saran maupun masukan yang bersifat membangun untuk kepentingan bersama, dan semoga laporan ini bisa memberikan manfaat serta menambah pengetahuan bagi semua pihak yang berkepentingan.

Semarang, 06 Maret 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Sejarah Singkat Perhutani Pine Chemical Industry (PPCI)	2
1.3 Lokasi.....	4
1.4 Tujuan Kerja Praktek	6
1.5 Organisasi.....	7
1.6 Kesehatan Dan Keselamatan Kerja	9
BAB II BAHAN BAKU DAN PRODUK.....	11
2.1. Bahan Baku Utama	11
2.1.1. Getah pinus.....	11
2.2. Bahan Penunjang.....	11
2.2.1 Terpentin.....	11
2.2.2. <i>Hot Water</i> (Air Panas)	12
2.2.3. Asam Oksalat.....	12
2.3. Produk	13
2.3.1. Produk Utama	13
2.3.2. Produk Samping	15
2.3.3 Produk Pabrik Fraksinasi Terpentin (PFT).....	15
2.3.4 Produk Pabrik Gliserol Rosin Ester (PGRE).....	17
2.3.5. Produk Pabrik Terpeneol (PTP)	18
2.3.6. Pengendalian Mutu	20
BAB III HASIL KEGIATAN MAGANG.....	23
3.1 Lingkup Kerja dan Aktivitas Magang.....	23
3.2 Tugas Khusus	26
I. PENDAHULUAN.....	26
II. TINJAUAN PUSTAKA	27
III. METODOLOGI.....	31

IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	37
V.	PENUTUP	49
BAB IV	PROSES OPERASI PABRIK	50
4.1	Bahan Baku dan Bahan Pembantu	50
4.2	Produk Utama.....	51
4.3	Deskripsi Proses	52
4.3.1	Persiapan Bahan Baku	53
4.3.2	Tahapan Proses	53
4.4	Neraca Massa	56
4.4.1	Neraca Massa Pada Melter	56
4.4.2	Neraca Massa Pada Scrubber	56
4.4.3	Neraca Massa Pada Soft Rosin Tank.....	56
4.4.4	Neraca Massa Pada Reactor Pemasak	57
4.4.5	Neraca Massa Pada Separator.....	57
4.4.7	Neraca Massa Overall.....	58
4.5	Diagram Alir Neraca Massa.....	59
4.6	Neraca Panas	60
4.6.1	Neraca Panas Melter.....	60
4.6.2	Neraca Panas Scrubber	60
4.6.3	Neraca Panas Reactor Pemasak.....	60
4.6.4	Neraca Panas Separator	61
4.6.5	Neraca Panas Overall.....	61
4.7	Diagram Alir Neraca Panas	63
4.8	Diagram Alir Proses Produksi Pabrik Gondorukem dan Terpentine (PGT).....	63
4.9	Spesifikasi Alat Utama Beserta Gambar dan Alat Pendukung	64
4.10	Utilitas	67
4.10.1	Unit Penyedia Air	68
4.10.2	Unit Penyedia Uap	70
4.10.3	Unit Penyedia Tenaga Listrik	71
4.10.4	Unit Penyedia Udara Tekan.....	71
4.11	Pengolahan Limbah.....	71
4.11.1	Unit Pengolahan Limbah Cair	72
4.11.2	Unit Pengolahan Limbah Padat	73
4.11.3	Unit Pengolahan Limbah B3	74

4.12	Laboratorium.....	75
4.12.1	Laboratorium.....	76
4.12.2	Alat-Alat Utama Laboratorium.....	81
BAB V	83
5.1	Kesimpulan.....	83
5.2	Saran.....	84
LAMPIRAN 1	87
LAMPIRAN II	PERHITUNGAN NERACA MASSA	92
LAMPIRAN III	PERHITUNGAN NERACA PANAS.....	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Logo Perhutani Pine Chemical Industry	5
Gambar 1. 2 Peta Lokasi Pabrik Perhutani Pine Chemical Industry	5
Gambar 1. 3 Peta Lokasi Pabrik Perhutani Pine Chemical Industry	5
Gambar 1. 4 Bagan Struktur Organisasi Pabrik Perhutani Pine Chemical Industry	7
Gambar 2. 1 Struktur α -Pinene.....	16
Gambar 2. 2 Struktur δ -Carene	17
Gambar 2. 3 Struktur Isomer Senyawa Terpeneol (a) α , (b) β , dan (c) γ - terpeneol.....	18
Gambar 2. 4 Struktur Senyawa α -Terpeneol.....	19
Gambar 3. 1 Gardner Liquid Color Standards.....	29
Gambar 3. 2 Skema Alat Titrasi.....	30
Gambar 3. 3 Alat Analisis Warna.....	32
Gambar 3. 4 Alat untuk Titrasi.....	33
Gambar 3. 5 Alat Analisa Softening Point	33
Gambar 3. 6 Oven untuk Analisa Sisa Penguapan	34
Gambar 3. 7 Cawan gooch untuk analisa KK	35
Gambar 3. 8 Alat untuk analisa Kadar Abu.....	35
Gambar 3. 9 Alat untuk analisa Bilangan Penyabunan	36
Gambar 3. 10 Alat Titrasi Untuk Analisa Bilangan Iod	36
Gambar 4. 1 Diagram Alir Neraca Massa	59
Gambar 4. 2 Diagram alir neraca panas	63
Gambar 4. 3 Diagram alir proses Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT).....	63
Gambar 4. 4 Melter (V-1102).....	64
Gambar 4. 5 Scrubber.....	65
Gambar 4. 6 Reactor.....	66
Gambar 4. 7 Separator.....	66
Gambar 4. 8 Filter	67
Gambar 4. 9 Skema penyediaan air cooling tower PPCI Pematang.....	69
Gambar 4. 10 Blok Diagram Pengolahan Limbah Cair.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Syarat Mutu Getah Pinus.....	11
Tabel 2. 2 Karakteristik Senyawa Air	12
Tabel 2. 3 Karakteristik Senyawa Asam Oksalat	13
Tabel 2. 4 Karakteristik Senyawa Gondorukem.....	14
Tabel 2. 5 Klasifikasi Mutu Gondorukem	14
Tabel 2. 6 Klasifikasi Mutu Terpentin	15
Tabel 2. 7 Syarat Umum Terpentin	15
Tabel 2. 8 Karakteristik Senyawa α -Pinene	16
Tabel 2. 9 Karakteristik Senyawa δ -Carene	17
Tabel 2. 10 Karakteristik Senyawa Gliserol Rosin Ester	18
Tabel 2. 11 Karakteristik Senyawa α –Terpineol	19
Tabel 2. 12 Karakteristik Senyawa Cineol	19
Tabel 3. 1 Aktivitas Kegiatan Magang	24
Tabel 3. 2 Karakteristik Senyawa Gondorukem.....	28
Tabel 3. 3 Klasifikasi Mutu Gondorukem	28
Tabel 3. 4 Syarat Umum Mutu Gondorukem	28
Tabel 3. 5 Syarat Khusus Mutu Gondorukem	29
Tabel 3. 6 Hasil Uji Warna Gondorukem.....	38
Tabel 3. 7 Nilai Bilangan Asam	39
Tabel 3. 8 Nilai Softening Point	39
Tabel 3. 9 Hasil Analisa Sisa Penguapan	40
Tabel 3. 10 Hasil Analisa Kadar Kotoran.....	42
Tabel 3. 11 Hasil Analisa Kadar Abu Gondorukem.....	43
Tabel 3. 12 Hasil Analisa Bilangan Penyabunan Gondorukem.....	44
Tabel 3. 13 Hasil Analisa Bilangan Iod Gondorukem.....	45
Tabel 3. 14 Hasil Z-Score Analisa Warna Gondorukem	45
Tabel 3. 15 Hasil Analisa Z-Score Bilangan Asam Gondorukem	46
Tabel 3. 16 Hasil Analisa Z-Score Bilangan Asam Gondorukem	46
Tabel 3. 17 Hasil Analisa Z-Score Bilangan Asam Gondorukem	46
Tabel 3. 18 Hasil Analisa Z-Score Kadar Kotoran Gondorukem.....	46
Tabel 3. 19 Hasil Analisa Z-Score Kadar Abu Gondorukem	47
Tabel 3. 20 Hasil Analisa Z-Score Bilangan Penyabunan Gondorukem.....	47
Tabel 3. 21 Hasil Analisa Z-Score Bilangan Iod Gondorukem	47
Tabel 4. 1 Komposisi getah pinus (Riwayati, 2005)	50
Tabel 4. 2 Standar Air (Perhutani, 2021).....	51
Tabel 4. 3 Standar Mutu Gondorukem (Perhutani, 2022)	51
Tabel 4. 4 Standar Mutu Terpentin (Perhutani, 2022).....	52
Tabel 4. 5 Neraca Massa Pada Melter	56
Tabel 4. 6 Neraca Massa Pada Scrubber	56
Tabel 4. 7 Neraca Massa Pada Soft Rosin Tank.....	56
Tabel 4. 8 Neraca Massa Pada Reactor Pemasak	57
Tabel 4. 9 Neraca Massa Pada Separator	57
Tabel 4. 10 Neraca Massa Overall	58

Tabel 4. 11 Neraca Panas Pada Melter	60
Tabel 4. 12 Neraca Panas Pada Scrubber	60
Tabel 4. 13 Neraca Panas Pada Reactor Pemasak	60
Tabel 4. 14 Neraca Panas Pada Separator	61
Tabel 4. 15 Neraca Panas Overall	61
Tabel 4. 16 Spesifikasi Filter.....	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang kian pesat menuntun kami menuju keberhasilan masyarakat dalam membangun negara yang maju dan mandiri di berbagai aspek. Sektor industri merupakan salah satu sektor yang mendukung perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta menjadi tolak ukur kemajuan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Di Indonesia, sektor industri merupakan tulang punggung perekonomian dan pembangunan negara. Sejalan dengan itu, akademisi perlu memberikan kontribusi bagi pembangunan industri Indonesia baik dalam bentuk inovasi, ide maupun sumbangan energi.

Perguruan Tinggi merupakan bagian dari akademisi yang dibina dan dikembangkan untuk mempersiapkan para mahasiswa menjadi Sumber Daya Manusia (SDM) yang memiliki hardskill dan softskill yang seimbang sekaligus tanggap terhadap kebutuhan pembangunan dan perkembangan IPTEK. Oleh karena itu hubungan yang terjalin antara perguruan tinggi dengan perusahaan atau industri perlu ditingkatkan, sehingga perguruan tinggi mampu menghasilkan calon tenaga kerja yang berkualitas dan perusahaan akan memperoleh tenaga kerja yang terampil, terdidik, terlatih, dan mampu memahami dunia kerja.

Berdasarkan hal tersebut, kami bermaksud untuk melaksanakan kegiatan Kerja Praktek (KP) di PT Perhutani Pine Chemical Industry Pemalang Jawa Tengah khususnya pada produksi gondorukem dan terpentin. Dengan magang ini, kami berharap dapat mempelajari lebih dalam mengenai proses produksi gondorukem dan terpentin dan menerapkan hasil studi (khususnya dari mata kuliah yang membahas tentang suatu produksi proses seperti mata kuliah Proses Industri Kimia, Perancangan Pabrik Kimia, Unit Operasi, Perancangan Alat Industri) yang telah kami ampu sebelumnya, serta dapat membangun hubungan Kerjasama yang baik antara Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Fakultas Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro dengan PT Perhutani Pine Chemical Industry Pemalang.

1.2 Sejarah Singkat Perhutani Pine Chemical Industry (PPCI)

Perum Perhutani adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) pengelola hutan di Pulau Jawa dan Madura yang memiliki peran strategis mendukung sistem kelestarian lingkungan, sosial budaya dan perekonomian masyarakat perhutanan nasional. Perhutani Pine Chemical Industry Pemalang adalah suatu industri kimia milik Perum Perhutani yang berstatus Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN) yang mengolah bahan baku berupa getah pinus menjadi produk gondorukem (gum rosin), terpentin, dan produk derivatifnya seperti, α -pinene, β -pinene, δ -carene, δ -limonene, α -terpineol, dan cineol, dan *Gliserol Rosin Ester*.

PPCI Pemalang didirikan bermula dari suatu proyek bernama Pabrik Derivat Gondorukem Terpentin (PDGT) Pemalang yang merupakan wujud komitmen pengembangan industri hilir hutan yang telah dirancang dalam *master plant roadmap* bisnis perusahaan dengan motto “*Become a DOMINANT PLAYER in Gum Rosin dan Turpentine Derivative*”.

PPCI Pemalang merupakan Kesatuan Bisnis mandiri (KBM) yang di bentuk oleh Perhutani dibawah Bagian Komersial Kayu dan Non Kayu yang di dalamnya terdapat beberapa divisi. PPCI Pemalang masuk ke dalam Divisi Gondorukem Terpentin Derivat dan Minyak Kayu putih yang dipimpin oleh kepala divisi. Divisi ini membawahi beberapa KBM diantaranya KBM Gondorukem dan Terpentin I Jawa Tengah, KBM Gondorukem dan Terpentin II Jawa Timur, KBM Minyak Kayu Putih dan KBM PPCI Pemalang.

Latar belakang pendirian PPCI Pemalang dikarenakan terdapat bahan baku serta bahan penunjang, berupa getah pinus yang melimpah. Proses yang sederhana dan kebutuhan pasar yang tinggi juga merupakan faktor yang penting karena nilai tambah produk yang tinggi dan kebutuhan dunia akan produk derivat dari terpentin dan gondorukem sangat tinggi. PPCI Pemalang merupakan pabrik terbesar pengolah hasil turunan dari terpentin dan gondorukem di kawasan Asia Tenggara.

Pada tahun 2001 bentuk pengusahaan Perum Perhutani ditetapkan oleh pemerintah sebagai BUMN berbentuk Perseroan Terbatas (PT) Perhutani melalui PP Nomor 14 tahun 2001. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tanggung

jawab sosial dan lingkungan yang dimiliki PT. Perhutani, bentuk perusahaan PT. Perhutani tersebut kembali menjadi BUMN dengan bentuk Perusahaan Umum berdasarkan PP Nomor 30 tahun 2003 yang selanjutnya dalam perjalannya Pengaturan Pemerintah tersebut digantikan menjadi Peraturan Pemerintah Nomor 72 tahun 2010 yang disahkan pada tanggal 22 oktober 2010.

1.2.1 Visi dan Misi Perhutani Pine Chemical Industry

Visi dan Misi Perhutani Pine Chemical Industry antara lain:

- Visi Perhutani Pine Chemical Industry

Menjadi pengelola hutan berkelanjutan dan bermanfaat bagi masyarakat.

- Misi Perhutani Pine Chemical Industry

- 1) Mengolah sumberdaya hutan secara lestari.
- 2) Peduli pada kepentingan masyarakat dan lingkungan.
- 3) Mengoptimalkan bisnis kehutanan dengan prinsip *good corporate governance* (GCG).

1.2.2 Nilai Perusahaan

- Amanah
Memegang teguh kepercayaan yang diberikan.
- Kompeten
Terus belajar dan mengembangkan kapabilitas.
- Harmonis
Saling peduli dan menghargai perbedaan.
- Loyal
Berdedikasi dan mengutamakan kepentingan bangsa dan negara
- Adaptif
Terus berinovasi dan antusias dalam menggerakkan ataupun menghadapi perubahan.
- Kolaboratif
Membangun kerja sama yang sinergis.

1.2.3 Logo Perusahaan



Gambar 1.1 Logo Perhutani

Adapun makna bentuk dan warna logo pada gambar 1.1 adalah sebagai berikut:

- Gambar “Tangan” melambangkan pemeliharaan Ibu Pertiwi.
- Gambar “Manusia dan Pohon” melambangkan hubungan kuat yang membawa harmoni.
- Gambar “Pohon kaya akan ragam daun” mewakili akan kekayaan, mimpi, hutan, produk alami dan manusia.
- Lingkaran Cincin Kayu Jati melambangkan lingkaran kehidupan.
- Gaya penulisan Perhutani melambangkan pondasi yang kuat untuk pertumbuhan.
- Warna “Hijau Hutan” melambangkan subur, alam, kekayaan, berkelanjutan, damai, dan permulaan yang baru.
- Warna “Hijau Limau” melambangkan penuh semangat, energi tinggi, kreativitas, kesegaran, dan keyakinan.

1.3 Lokasi

Adapun lokasi dari Perhutani Pine Chemical Industry bertempat di :

1. Kantor Pusat

Jl. Pahlawan No.15-17

Mugassari, Kec. Semarang Sel., Kota Semarang, Jawa Tengah

Kode Pos 50249

Telp [\(024\) 8413631](tel:(024)8413631)

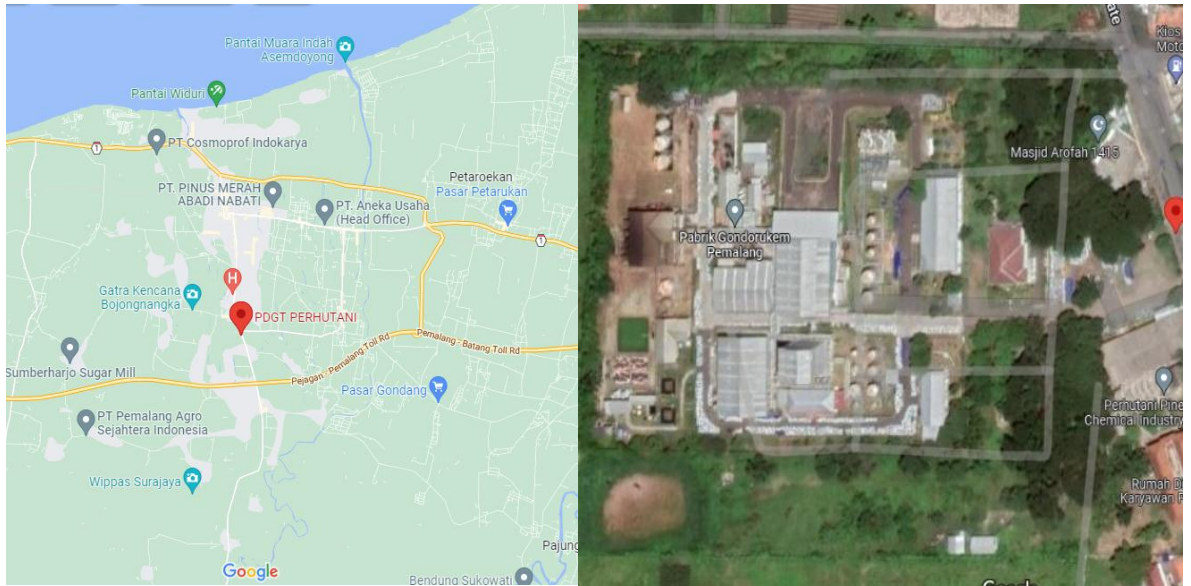
2. Perhutani Pine Chemical Industry

Saradan, kec Pemalang, Kabupaten Pemalang, Jawa Tengah

Kode Pos 52319

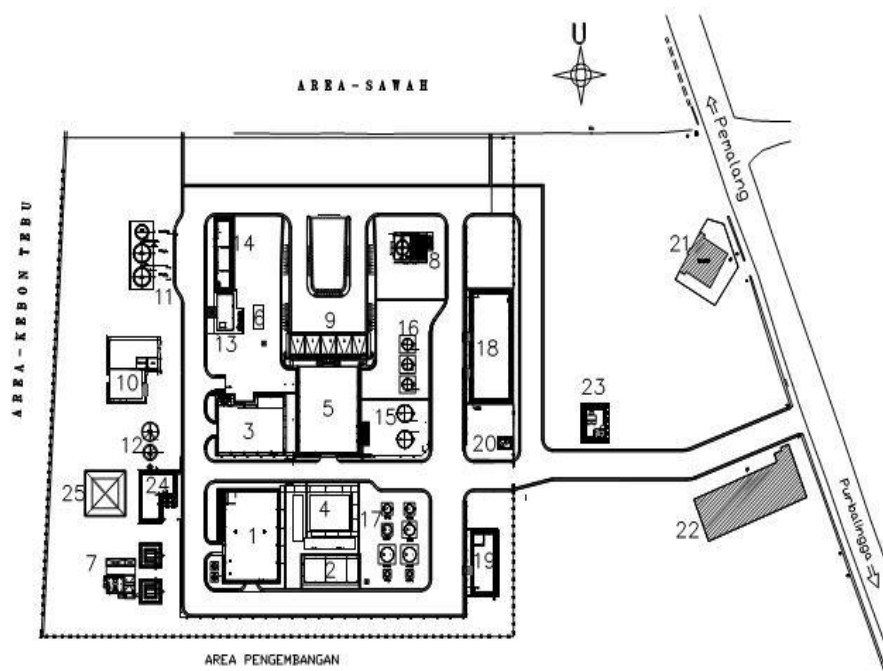
Telp [\(0284\) 322974](tel:(0284)322974)

Secara geografis PPCI Pemalang terletak di Jalan D. I. Panjaitan, Desa Saradan, Kecamatan Pemalang, Kabupaten Pemalang, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Peta lokasi dan layout pabrik dapat dilihat pada gambar 1.1. dan 1.2.



(GMaps, 2022)

Gambar 1.2 Peta Lokasi Pabrik Perhutani Pine Chemical Industry



(Perhutani Pine Chemical Industry, 2021)

Gambar 1.3 Lokasi dan Tata Letak Pabrik Perhutani Pine Chemical Industry

Keterangan gambar:

- | | |
|---|---------------------------|
| 1. Terpeneol Unit (pinen) | 14. Power House |
| 2. Laboratorium | 15. Product Tank 1 |
| 3. Glicerol Resin Ester Unit | 16. Terpentin Tank |
| 4. Unit Fraksinasi | 17. Product Tank 2 |
| 5. PGT Unit | 18. Gudang Bahan Penolong |
| 6. PGT Waste | 19. Warehouse/Workshop |
| 7. Waste Water Treatment | 20. Pos Security |
| 8. Cooling Tower | 21. Masjid |
| 9. Stasiun Penerima Getah | 22. Gudang |
| 10.Boiler House& TOH House | 23. Main Office |
| 11.Fuel Oil System | 24. Fire Hydrant Unit |
| 12.Water Treatment | 25. Water Pond |
| 13.Instrument Air and N ₂ Unit | |

1.4 Tujuan Kerja Praktek

Program kerja praktek ini bertujuan untuk mempelajari dan mendapatkan gambaran nyata mengenai hal-hal sebagai berikut :

- Di Bidang Teknik

Memahami proses produksi sebenarnya yang terjadi di pabrik beserta segala perangkat yang terlibat baik perangkat keras (peralatan proses) maupun perangkat lunak (alur proses).

- Di Bidang Manajemen

Memahami sistem pengorganisasian, pengolahan pabrik, segi ekonomi, dan peraturan kerja dalam pengoperasian sarana produksi.

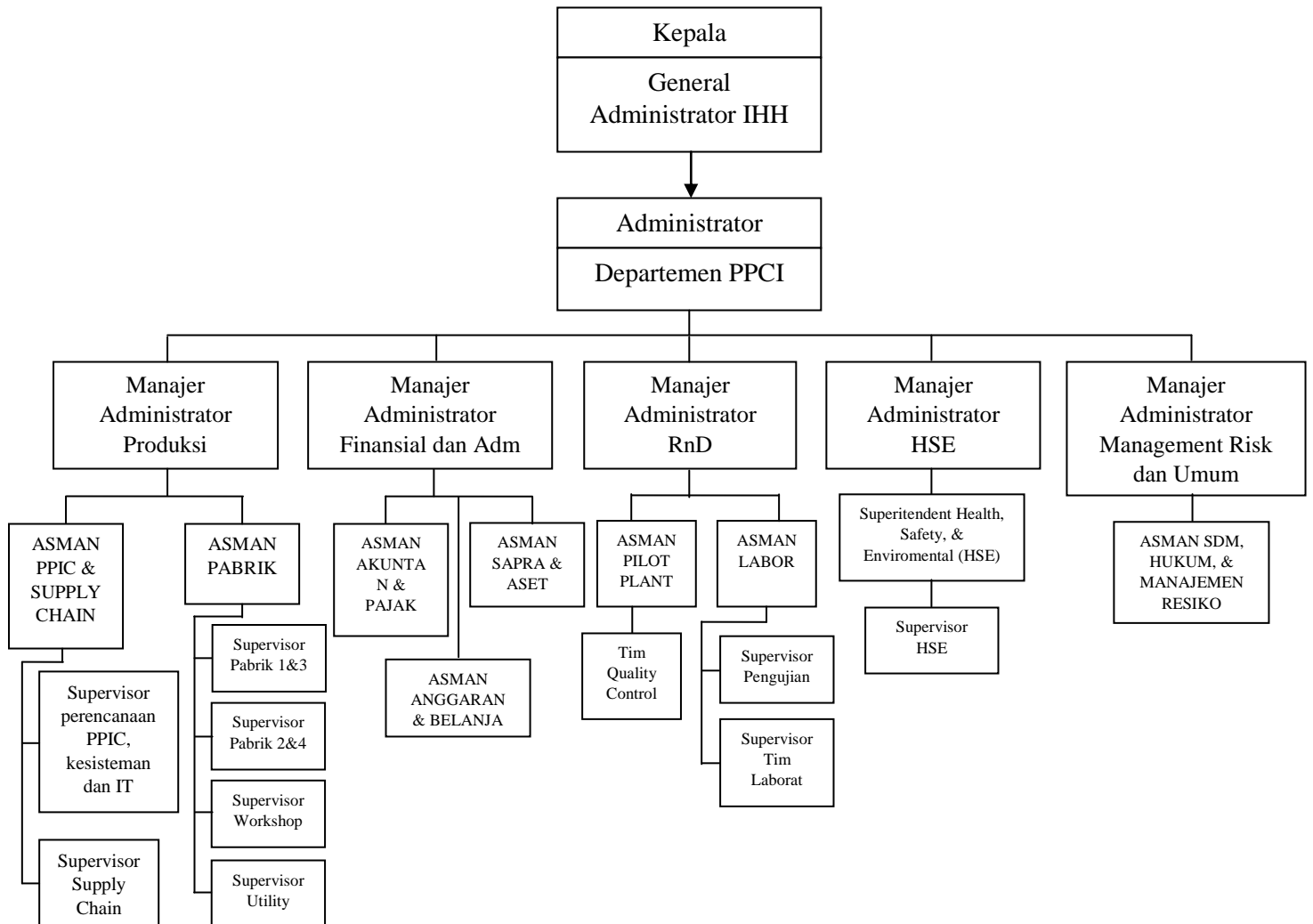
Secara umum:

- 1) Mengetahui gambaran secara umum pabrik Perhutani Pine Chemical Industry Pematang
- 2) Mempelajari proses pembuatan gondorukem dan terpentin dari getah pohon pinus sampai produk siap dipasarkan.
- 3) Mendapatkan gambaran secara nyata bentuk – bentuk instrumentasi dan peralatan proses.

- 4) Menerapkan ilmu yang diperoleh dari bangku kuliah dan mengetahui bagaimana ilmu tersebut diterapkan di lapangan kerja.

1.5 Organisasi

Bentuk dan susunan organisasi di lingkungan PPCI Pemalang dipimpin oleh seorang *General Manager* yang dalam melaksanakan tugasnya dibantu oleh lima orang *Manager Department*. Tugas masing – masing bidang meliputi:



Gambar 1.4 Bagan Struktur Organisasi Pabrik Perhutani Pine Chemical Industry

1. Departemen Produksi

Departemen produksi memiliki tanggung jawab terhadap kegiatan produksi agar lancar dan efisien dalam memenuhi target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Departemen produksi dipimpin oleh seorang manajer produksi.

2. Departemen Marketing

Departemen marketing bertanggung jawab atas segala yang berhubungan dengan pemasaran produk dalam perusahaan sampai ke konsumen. Departemen marketing dipimpin seorang manajer marketing.

3. Departemen Finansial dan Administrasi

Departemen finansial dan administrasi mempunyai tugas melaksanakan urusan kepegawaian, rumah tangga, ketatausahaan, dan keuangan PPCI yang dipimpin oleh seorang manajer finansial dan administrasi. Departemen finansial dan administrasi mempunyai tugas menyelenggarakan fungsi :

a. Pelaksanaan urusan ketatausahaan, kearsipan, perlengkapan, rumah tangga, kepegawaian, organisasi, tata laksana, hukum, hubungan masyarakat, serta keprotokolan.

b. Pelaksanaan urusan keuangan dan administrasi barang milik negara.

4. Departemen Research and Development

Departemen *research and development* (RnD) di suatu perusahaan bertanggung jawab untuk segala aktivitas riset dan pengembangan di perusahaan tersebut. Departemen RnD juga bertanggung jawab untuk memastikan kualitas performansi dalam perusahaan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan perusahaan. Departemen RnD dipimpin oleh seorang manajer RnD. Departemen RnD mempunyai tugas bertanggung jawab mengelola sejumlah dana tertentu yang telah dianggarkan perusahaan untuk riset dan pengembangan. RnD melakukan tes dan tak jarang membuat alat tes sendiri dan terus mengembangkan teknologi baru untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan perusahaan.

5. Departemen *Health Safety and Environment* (HSE)

HSE (*health, safety, environment*) atau di beberapa perusahaan juga disebut EHS, HES, SHE, K3LL (Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lindung Lingkungan), dan SSHE (*security, safety, health, environment*). Semua itu adalah suatu departemen atau bagian dari struktur organisasi perusahaan yang mempunyai fungsi pokok terhadap implementasi sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3) mulai dari perencanaan, pengorganisasian, penerapan dan pengawasan serta pelaporannya. Sementara, di perusahaan yang mengeksploitasi sumber daya alam ditambah dengan peran terhadap lingkungan (lindungan lingkungan).

6. Departemen *Management Risk and Document Control*

Pengendali dokumen (*document controller*) dalam sistem manajemen mutu adalah orang atau tim yang ditunjuk untuk mengurus masalah penerbitan, pengesahan, pendistribusian, penyimpanan, pengendalian, dan pemusnahan dokumen. Tugas pengendali dokumen pada dasarnya membantu wakil manajemen (*management representative*) dalam menerapkan persyaratan pengendalian dokumen. Pada penerapannya di lapangan, pengendali dokumen bisa menerapkan sistem sentralisasi dimana seluruh dokumen baik format maupun rekaman mutu disimpan terpusat pada satu lokasi dan dikendalikan oleh pengendali dokumen atau bisa juga desentralisasi dimana pengendali dokumen hanya mengurus masalah penerbitan, pembaruan, dan pendistribusian dokumen dan format sedangkan rekaman mutunya disimpan oleh bagian terkait.

1.6 Kesehatan Dan Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan tanggung jawab seluruh pekerja, artinya mempunyai pengertian usaha mengubah kondisi kerja yang tadinya tidak aman menjadi aman. Untuk tercapainya hal itu maka pekerja dituntut untuk mentaati peraturan-peraturan keselamatan kerja yang berlaku. Peraturan-peraturan yang berkenaan dengan keselamatan kerja, dalam hal ini di Perhutani Pine Chemical Industry Pemasang didasarkan pada:

Unit keselamatan dan kesehatan kerja (Department HSE) dibentuk dengan tujuan untuk mencegah dan menanggulangi segala sesuatu yang menyebabkan

kecelakaan kerja baik yang secara langsung berpengaruh terhadap proses produksi maupun terhadap keselamatan dan kesehatan karyawan yang bekerja, sehingga sumber- sumber produksi dapat digunakan secara efisien dan produksi dapat berjalan lancar tanpa adanya hambatan yang berarti.

1.6.1 Struktur Departemen HSE

Departemen HSE dipimpin oleh seorang HSE *superintendent* yang membawahi seorang *supervisor* dan 4 orang *safety officer*.

Unit Departemen HSE mempunyai tugas yang meliputi:

1. Tugas rutin:
 - a) Melakukan *Safety Briefing* sebelum karyawan bekerja.
 - b) Menyusun rencana pencegahan terhadap kecelakaan kerja dan pencemaran lingkungan.
 - c) Melakukan inspeksi secara berkala atau khusus.
 - d) Melakukan pemeriksaan alat-alat pemadam kebakaran.
 - e) Melakukan *safety patrol* untuk mengawasi kesehatan, keselamatan dan pengawasan lingkungan.
 - f) Memantau kondisi lingkungan agar tetap aman.
2. Tugas Non-rutin:
 - a) Mengadakan *safety training* baik kepada personil pemadam api dan keselamatan kerja maupun karyawan biasa.
 - b) Memberikan permit atau izin kerja khusus kepada karyawan yang ingin menjalankan kegiatan pekerjaan khusus.
 - c) Mempersiapkan dan menyediakan alat penunjang keselamatan yang sewaktu waktu dibutuhkan segera.
3. Tugas Darurat:
 - a) Memberikan pertolongan atau penanggulangan terhadap terjadinya kecelakaan kerja.
 - b) Memadamkan api jika terjadi kebakaran baik di lingkungan PPCI Pemalang yang dibantu oleh ERT (*Emergency Responce Team*) dimana anggotanya adalah karyawan di setiap unit yang sudah diberikan pelatihan khusus mengenai keadaan darurat.

BAB II

BAHAN BAKU DAN PRODUK

2.1. Bahan Baku Utama

2.1.1. Getah pinus

Bahan baku dalam proses pengolahan getah pinus di pabrik Perhutani Pine Chemical Industry Pemalang, berupa getah dari tanaman pinus (pinus merkusi). Getah pinus termasuk golongan oleoresin berwarna kuning pucat serta tidak larut dalam air. Getah pinus memiliki karakteristik *hydrophobic* (tidak suka air), dapat larut dalam pelarut netral atau pelarut non polar seperti etil eter, hexan, dan pelarut minyak (Kencanawati, 2017). Getah pinus termasuk jenis oleoresin (perpaduan resin dan minyak pohon) yang mengandung senyawa terpenoid, hidrokarbon dan senyawa netral bila didestilasikan akan menghasilkan 15-25% terpentin ($C_{10}H_{16}$) dan 70-80% gondorukem dan 5-10% kotoran (Riwayati, 2005). Campuran bahan tersebut larut dalam *alcohol*, bensin, *ester*, dan sejumlah pelarut organik lainnya, tetapi tidak larut dalam air. Syarat mutu getah pinus dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2. 1 Syarat Mutu Getah Pinus (SNI 7837:2016)

Karakteristik	Mutu				
	SP	P	I	II	TU
Warna	Putih	Putih	Putih	Putih- Kecoklatan	Putih- Kecoklatan
Kadar kotoran	0<	5<	0<	5<	
(kk) dan kadar air (ka) (%)	kk+ka ≤5	kk+ka ≤10	k+ka ≤14	kk+ka ≤10	kk+ka ≤18

2.2. Bahan Penunjang

2.2.1 Terpentin

Terpentin merupakan senyawa hidrokarbon yang mudah menguap, berwarna (jernih), dan berbau khas. Terpentin terkandung dalam oleoresin getah pinus. Terpetin didapatkan dari penyulingan getah pinus sebagai komponen *volatile* dan gondorukem sebagai komponen *non volatile* (Stonecipher, 1970). Komposisi terpentin bervariasi berdasarkan sumber dan metode untuk memperolehnya. Analisis komposisi terpentin

dilakukan secara gas kromatografi (Zubyk *and* Conner, 1960). Komponen terpenin menurut Stonechiper (1970) terdiri dari mono dan bisiklis monoterpen dan sebagian kecil komponen lain. Kandungan utama dari minyak terpenin seperti α pinene, β pinene, 3 – carene, camphene, dipentene, dan terpinolen (Haneke, 2002; Lindmark, 2003; Vanek,2005).

Terpenin pada pembuatan gondorukem dan terpenin ini berfungsi sebagai pelarut getah pinus menjadi *soft rosin* agar mudah dalam perlakuan transfer dan proses antar setiap unit prosesnya. Selain itu, terpenin ini dapat memisahkan antara konten kotoran dan kadar air pada getah agar tidak menurunkan produk kualitas warna gondorukem.

2.2.2. Hot Water (Air Panas)

Hot Water ini berfungsi pada proses pemisahan kadar kotoran halus pada *soft rosin* sebelum dilakukan pemasakan / pemisahan gondorukem dan terpenin pada *soft rosin*.

Tabel 2. 2 Karakteristik Senyawa Air (Patnaik, 2003)

Komponen	Keterangan
Rumus Molekul	H ₂ O
Berat Molekul	18,02 g/mol
Kenampakan	Cairan tidak berwarna
Densitas	1 g/cm ³
Titik Didih	100 °C
Titik Beku	0 °C
Viskositas (20°C)	1,002 N.s/m ²

2.2.3. Asam Oksalat

Asam oksalat terdistribusi secara luas dalam bentuk garam potasium dan kalsium yang terdapat pada daun, akar dan rhizoma dari berbagai macam tanaman. Asam oksalat juga terdapat pada urine manusia dan hewan dalam bentuk garam kalsium yang merupakan senyawa terbesar dalam ginjal. Kelarutan asam oksalat dalam etanol pada suhu 15,6°C dan etil eter pada suhu 25°C adalah 23,7 g/100g solvent dan 1,5 g/100 g solvent. Makanan yang banyak mengandung asam oksalat adalah coklat, kopi, strawberry, kacang, bayam (Kirk, R. E. & Othmer, 2007).

Tabel 2. 3 Karakteristik Senyawa Asam Oksalat (National Center for Biotechnology Information, 2022)

Komponen	Keterangan
Rumus molekul	C ₂ H ₂ O ₄
Berat molekul	90,04 g/mol
Kenampakan	Berbentuk Kristal, berwarna putih
Densitas	1,897 g/cm ³
Titik leleh	187 °C

2.3. Produk

2.3.1. Produk Utama

Produk utama pada unit Pabrik Gondorukem Terpentin (PGT) pada Perhutani Pine Chemical Industry (PPCI) adalah gondorukem. Gondorukem (*gum rosin*) merupakan produk bawah pemisahan getah pinus menjadi terpentin yang merupakan hasil atas pemasakan getah pinus. Gondorukem yang merupakan hasil bawah nantinya dapat diolah lebih lanjut membentuk Gliserol *Rosin Ester* (GRE). Gondorukem dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, antara lain untuk bahan campuran cat, vernis, politur kayu, lem, kosmetik, ban, batik, tinta, plastik, kembang api, kertas, sabun, industri semen dan bahan lapisan kabel.

Gondorukem merupakan resin padat yang mengandung campuran kompleks dari resin acid dan sejumlah kecil komponen non-acid yang terjadi secara alami dari getah (oleoresin) pohon pinus (*Pinus Sp.*) berbentuk padatan dengan variasi warna kuning pucat sampai merah kecoklatan dengan mp 700°C (Fiebach, 1993). Gondorukem umumnya bersifat tembus cahaya, rapuh pada suhu ruangan, sedikit berbau terpentin, larut dalam pelarut organik seperti *etil alcohol*, *etil eter*, *benzene*, dan terpentin serta tidak larut dalam air (Enos, 1969).

Gondorukem berdasarkan sumber bahan bakunya dibagi menjadi tiga macam yaitu gondorukem getah (*gum rosin*) diperoleh dari residu penyulingan getah hasil sadapan pohon pinus, gondorukem kayu (*wood rosin*) yang diperoleh dari hasil ekstraksi batang kayu dengan bahan pelarut organik kemudian larutan disuling, dan gondorukem *tall oil* (*tall oil rosin*) yang merupakan hasil samping industri *pulp* yang berbahan baku kayu pinus (Enos, 1969).

Tabel 2. 4 Karakteristik Senyawa Gondorukem (Susan, 1996)

Komponen	Keterangan
Rumus molekul	$C_{19}H_{29}COOH$
Bentuk fisik	Massa lengket, tidak tembus cahaya
Kenampakan	Berwarna kekuningan
Titik lunak	70-80 °C
Bilangan asam	160-190 mg KOH/g
Bilangan penyabunan	170-220 mg KOH/g
Bilangan iod	5-25 m/yod
Kelarutan dalam air	Tidak larut
Bau	Memiliki bau yang khas

Tabel 2. 5 Klasifikasi Mutu Gondorukem (SNI 01-5009:2001)

Klasifikasi mutu	Tanda mutu	
	Dokumen	Kemasan
Utama (U)	X	X
Pertama (P)	WW	WW
Kedua (D)	WG	WG
Ketiga (T)	N	N

Keterangan :

X (*Rex*) : warna kuning paling jernih

WW (*Water White*) : warna kuning

WG (*Windows Glass*): kuning agak coklat

N (*Nancy*) : warna kecoklatan dan seterusnya untuk warna yang lebih gelap

Mutu terbaik pada PPCI Pemasang adalah mutu XB (lebih baik dari mutu X). Pengujian warna dengan metode *Gardner* dilakukan dengan melarutkan gondorukem dengan pelarut *toluene* kemudian dicocokkan dengan standar warna *Gardner* pada *liquid colour illuminator*. Faktor yang mempengaruhi warna suatu gondorukem yaitu jumlah pengotor dan suhu pemasakan getah pinus.

2.3.2. Produk Samping

Terpentin adalah nama yang diberikan pada Sebagian besar oleo resin *semi-fluid* yang diperoleh dari pohon pinus. Zat yang diperoleh dari pohon ini terdiri dari 75 – 90% resin dan 10 – 25% minyak. Jika didistilasi, substansi ini akan menghasilkkan terpentin ($C_{10}H_{16}$). Kegunaan terpentin adalah untuk bahan baku industri kosmetik, minyak cat, campuran bahan pelarut, *antiseptic*, kamper dan farmasi.

Terpentin, eksudat resin atau ekstrak yang diperoleh dari pohon konifer, terutama dari genus pinus. Terpentin adalah zat setengah cair yang terdiri resin dilarutkan dalam minyak atsiri. Campuran ini dapat dipisahkan dengan berbagai teknik distilasi menjadi bagian yang mudah menguap disebut minyak terpentin dan bagian yang tidak menguap disebut resin (Panduan Pelaksanaan Laboratorium Instruksional).

Tabel 2. 6 Klasifikasi Mutu Terpentin (SNI 7633:2011)

Mutu	Tanda mutu	
	Dokumen	Kemasan
Utama	A	A
Pertama	B	B

Tabel 2. 7 Syarat Umum Terpentin (SNI 7633:2011)

Persyaratan	Keterangan
Rumus molekul	$C_{10}H_{16}$
Bentuk	Cair
Bau	Memiliki bau khas terpentin
Berat jenis ($25^{\circ}C$)	0,848 - 0,865 g/cm^3
Indeks Bias ($20^{\circ}C$)	1,464 - 1,478
Titik didih awal	150 - 160 $^{\circ}C$
Titik nyala	33 - 38 $^{\circ}C$

2.3.3 Produk Pabrik Fraksinasi Terpentin (PFT)

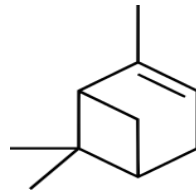
(i) *α -Pinene*

Senyawa *α -pinene* merupakan senyawa organik dari golongan senyawa terpen dan termasuk ke dalam senyawa alkena yang mengandung cincin reaktif

karena adanya ikatan rangkap dan dapat ditemukan pada berbagai minyak pohon jenis konifer terutama pinus.

Senyawa α -pinene didapatkan dari hasil isolasi minyak terpenin dengan distilasi pengurangan tekanan. Kandungan α -pinene yang terdapat di dalam terpenin sekitar 81-83 % (Wiyono *et al.*, 2006)

Penggunaan utama α -pinene adalah *flavor* dan *fragrans* yang dapat menghangatkan dan memberi bau seperti pinus. Senyawa α -pinene mempunyai aktivitas anti-inflamasi di tingkat sel dan juga mempunyai aktivitas dalam penghambatan pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Eschericia coli*. Senyawa α -pinene dalam industri merupakan bahan dasar untuk sintesis senyawa-senyawa yang memiliki harga jual tinggi, seperti *terpineol*, *camphor*, *bornil klorida*, dan *kamfena*.



Gambar 2. 1 Struktur α -Pinene

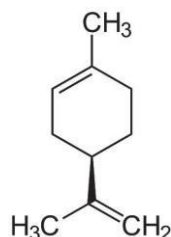
Tabel 2. 8 Karakteristik Senyawa α -Pinene (National Center for Biotechnology Information, 2022)

Komponen	Keterangan
Rumus Molekul	$C_{10}H_{16}$
Berat molekul	136,23 g/mol
Kenampakan	Tidak berwarna
Densitas (20 °C)	0,858 g/mL
Titik lebur	-64 °C, 209 K, -83 °F
Titik didih	155 °C, 428 K, 311 °F
Titik nyala	33 °C
<i>Specific Gravity</i>	0,859 g/cm ³
Tekanan kritis	27,6 bar
Volume kritis	0,502 m ³ /kg
Temperature kritis	358,85 °C
Kelarutan dalam air	Tidak larut

Indeks bias	1,4656
-------------	--------

(ii) *δ-Carene*

δ-Carene merupakan senyawa hidrokarbon siklik yang terjadi secara alami sebagai unsur dari terpenin, dengan kadar setinggi 8-12 % (Amini *et al.*, 2014). *δ-Carene* digunakan dalam industri parfum dan bahan baku pembuatan resin.



Gambar 2. 2 Struktur *δ-Carene*

Tabel 2. 9 Karakteristik Senyawa *δ-Carene* (National Center for Biotechnology Information, 2022)

Komponen	Keterangan
Rumus Molekul	C ₁₀ H ₁₆
Berat molekul	136,24 g/mol
Kenampakan	Cairan tidak berwarna
Titik nyala	45 °C
Titik beku	<25 °C
Titik didih	169-174 °C
<i>Specific gravity</i>	0,86 g/cm ³
Tekanan kritis	2890,51 KPa
Volume kritis	0,48 m ³ /Kg
Temperatur kritis	654,83 K
Kelarutan dalam air	Tidak larut

2.3.4 Produk Pabrik Gliserol Rosin Ester (PGRE)

Gliserol rosin ester merupakan derivat gondorukem. *Gliserol rosin ester* memiliki stabilitas panas yang baik. Digunakan dalam berbagai perekat karena stabilitas dan kompatibilitas polimer yang sangat baik. Terutama digunakan pada industri perekat (*pressure sensitive adhesive, hot melt adhesive*), *coating*, permen karet, rokok, emulsifier makanan, pewangi, dan aroma.

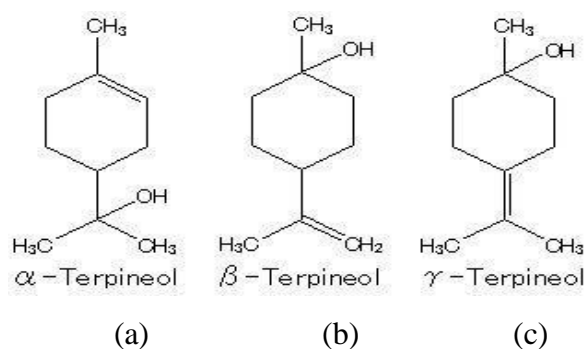
Tabel 2. 4 Karakteristik Senyawa Gliserol Rosin Ester (National Center for Biotechnology Information, 2022)

Komponen	Keterangan
Rumus Molekul	C ₂₃ H ₃₂ O ₂
Berat molekul	340 g/mol
Titik Leleh	102 °C
Bentuk	Padat
Warna	Kuning cerah
Bau	Tidak menyengat
Kelarutan dalam air	Tidak larut

2.3.5. Produk Pabrik Terpeneol (PTP)

(i) Terpeneol

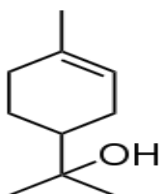
Terpeneol atau *2-(4-metil-1-sikloheks-3-enil) propan-2-ol* termasuk ke dalam golongan alkohol monoterpen yang diisolasi dari berbagai sumber seperti minyak kayu putih, minyak pinus, dan minyak biji-bijian. Senyawa ini memiliki 3 isomer yaitu, α , β , dan γ -*terpeneol* yang dibedakan berdasarkan letak ikatan rangkapnya. Gambar berikut merupakan struktur isomer *terpeneol*.



Gambar 2. 3 Struktur Isomer Senyawa Terpeneol (a) α , (b) β , dan (c) γ - terpeneol

α -terpeneol tergolong ke dalam senyawa alkohol monoterpen monosiklik yang diperoleh melalui proses hidrasi *α -pinene* dalam suasana asam menghasilkan campuran kompleks berupa monoterpen alkohol dan hidrokarbon. Selain itu *α -terpeneol* adalah suatu produk yang digunakan secara luas pada industri kosmetik sebagai parfum, dalam industri farmasi sebagai anti jamur dan anti serangga, desinfektan, sabun dan lain-lain. Akhir-akhir ini *α -terpeneol* sedang diteliti lebih lanjut untuk dikembangkan sebagai senyawa anti kanker. Struktur dari *γ -terpeneol*

disajikan dalam Gambar 2.4 Karakteristik dari senyawa α -terpineol disajikan dalam Tabel 2.13



Gambar 2. 4 Struktur Senyawa α -Terpineol

Tabel 2. 5 Karakteristik Senyawa α –Terpineol (National Center for Biotechnology Information, 2022)

Komponen	Keterangan
Rumus Molekul	C ₁₀ H ₁₈ O
Berat molekul	154,25 kg/kmol
Kenampakan	Cairan tidak berwarna
Densitas (20 °C)	0,9338 g/cm ³
Titik didih	219 °C
Titik leleh	37 °C
Kelarutan dalam air	Sedikit larut

(ii) **Cineol**

Cineol merupakan terpenoid yang banyak dikandung pada minyak atsiri, getah pinus serta berbagai rempah-rempah, karena aromanya yang menenangkan, cineol banyak dipakai sebagai campuran obat, parfum, serta berbagai produk pendukung kesehatan.

Tabel 2. 6 Karakteristik Senyawa Cineol (Irvan & Sasmitra, 2015)

Komponen	Keterangan
Berat molekul	154,25 g/mol
Kenampakan	Cairan tidak berwarna
Titik nyala	49 °C
Titik leleh	1,5 °C
Titik didih	174-177 °C

Densitas (20 °C)	0,925 g/cm ³
Kelarutan dalam air (20 °C)	3,5 g/l

2.3.6. Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu di PPCI Pemalang dilaksanakan di laboratorium. Analisa yang dilakukan meliputi Uji Kualitas Bahan Baku, Uji Produk Derivatif Gondorukem dan Terpentin, Uji Kualias Air Proses dan Limbah. Laboratorim di PPCI Pemalang bertugas untuk melakukan pengawasan terhadap proses produksi mulai dari bahan baku sampai menjadi produk yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).

a. Laboratorium

Sarana yang tersedia di PPCI Pemalang adalah laboratorium penguji produksi yang terdiri dari :

1) Laboratorium penguji kualitas bahan baku

Laboratorium ini bertugas untuk menganalisis secara rutin mengenai kualitas bahan baku sebelum dilakukan proses produksi untuk mengetahui spesifikasi bahan baku sehingga penurunan dan penyimpangan kualitas produksi dapat segera diketahui dan diatasi.

Analisis yang dilakukan menggunakan prosedur dan alat-alat yang sesuai dengan

standard ASTM (American Society for Testing and Materials).

- Analisis *density*
- Analisis kadar kotoran
- Analisis kadar terpentin

2) Laboratorium Penguji Kualitas Produk Derivatif Gondorukem dan Terpentin

Laboratorium ini bertugas untuk menganalisa secara rutin mengenai kualitas produk yang dihasilkan baik dari unit distilasi dan *wax plant* sebelum dipasarkan untuk diketahui spesifikasinya sehingga penurunan dan penyimpangan kualitas produksi dapat segera diketahui dan diatasi.

Analisis yang dilakukan menggunakan prosedur dan alat-alat yang sesuai dengan

standard ASTM (American Society for Testing and Materials).

- Analisis *softening point*
- Analisa warna
- Analisis *Volatile Oil Content (VOC)*
- Analisis *Acid value*
- Analisis indeks bias
- Analisis GCMS
- Analisis normalitas

3) Laboratorium Penguji Kualitas Air

Laboratorium ini bertugas mengontrol kualitas air yang akan diolah di unit utilitas secara rutin. Laboratorium ini menganalisis air umpan *boiler* dan dari *deep well*. Adapun jenis-jenis yang di analisis adalah :

- Analisis pH
- Analisis *total solid* (Padatan total)
- Analisis *turbidity* (kekeruhan)
- Analisis konduktivitas
- Analisis *spektrofotometri*

b. Alat - alat Utama laboratorium

1) Laboratorium Penguji Bahan Baku

Alat-alat utama yang digunakan pada laboratorium analisis bahan baku, diantaranya :

- *Filter 100 mesh*, baskom *stainless steel* gelas ukur digunakan untuk analisis kadar kotoran dalam getah.
- *Hot Plate, Termometer, Spatula/Agitator*, digunakan untuk melarutkan getah dalam terpentin.
- *Cawan Stainless Steel, Oven*, neraca, daigunakan untuk kadar terpentin.

2) Laboratorium Penguji Produk Gondorukem dan Terpentin

Alat-alat utama yang digunakan pada laboratorium untuk menganalisis gondorukem antara lain :

- *Lico 620* (HACH LANGE), digunakan untuk analisis warna.
- Buret, digunakan untuk analisis bilangan asam.
- *Ring and Ball Aparatus*, digunakan untuk analisis *softening point*.

Alat-alat utama yang digunakan pada laboratorium analisa terpentin antara lain :

- Buret, digunakan untuk analisis bilangan asam dengan cara titrasi.
- *Oven*, cawan *stainless steel*, digunakan untuk analisi *volatile oil content* (VOC) / sisa penguapan.
- *Refractometer* (ATAGO), digunakan untuk analisis indeks bias.
- *Piknometer* digunakan untuk analisis berat jenis.

3) Analisis Produk Derivat Terpentin

Alat-alat utama yang digunakan pada laboratorium untuk menganalisis derivat terpentin antara lain :

- *Shimadzu GCMS-QP2010S*, digunakan untuk analisis kadar α -pinene, β -pinene, δ -carene, β -limonen.
- Buret, digunakan untuk analisi normalitas dengan cara titrasi.

4) Laboratorium Penguji Air

Alat-alat utama yang digunakan pada laboratorium untuk menganalisis air antara lain :

- Spektrofotometer (*spectroquantpharo 300*), digunakan untuk analisis zat yang terkandung dalam air proses dan air limbah.
- Multimeter (HANNA HI 9811-5), digunakan untuk analisis pH, TDS, *conductivity* (mengenai tingkat keasaman dan kebasaan air).
- Turbidimeter (TU-2016), digunakan untuk analisi *turbidity* (mengetahui tingkat kekeruhan yang dinyatakan dalam Nu)
- COD reactor (*Spectroquant TR 320*) digunakan untuk memanaskan sampel yang akan dianalisis kadar COD
- *Incubator* FTC 90E, digunakan untuk menyimpan sampel dalam botol *winkler* menghidupkan bakteri yang terkandung dalam sampel.

BAB III

HASIL KEGIATAN MAGANG

3.1 Lingkup Kerja dan Aktivitas Magang

Pelaksanaan kegiatan magang dimulai pada 06 September – 06 November 2021 pada PT Perhutani Pine Chemical Industry Pemalang, Jawa Tengah. Berikut ini adalah informasi yang menyangkut kegiatan magang.

3.1.1 Lingkup Kerja

a) Profil Peserta Magang

Profil singkat peserta kegiatan magang sebagai berikut :

Nama : Syifa Ranggita Sabbila

NIM : 40040118650015

Program Studi : S- Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Angkatan : 2018

b) Profil Perguruan Tinggi Asal

Profil singkat perguruan tinggi asal mahasiswa peserta magang yang telah disebutkan diatas sebagai berikut:

Nama Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro

Alamat : Jl. Prof. Soedarto, S.H., Tembalang, Semarang

Telepon : 024-7465403

E-mail : humas@live.undip.ac.id

c) Profil Perusahaan

Profil singkat perusahaan tempat pelaksanaan kegiatan magang adalah sebagai berikut :

Nama Perusahaan : PT Perhutani Pine Chemical Industry

Alamat Kantor : Saradan, Kec Pemalang, Kab. Pemalang, Jawa Tengah

Telepon : (0284) 322974

Jenis Usaha : BUMN

d) Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Tempat dan waktu pelaksanaan kegiatan magang adalah sebagai berikut :

Tempat : Pabrik Gondorukem dan Terpentin PT PPCI

Periode : 06 September – 06 November 2021

Pembimbing :

- Anggun Puspitarini Siswanto, S.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Magang di Program Studi S-Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri
- Edi Cahyono, S.Si Selaku Pembimbing Lapangan Magang di Pabrik Gondorukem dan Terpentin PT Perhutani Pine Chemical Industry

3.1.2 Aktivitas Kegiatan Magang

Pelaksanaan kegiatan magang Perhutani Pine Chemical Industry dilakukan secara offline dengan melakukan kunjungan pabrik yang berlokasi di Saradan, Kec Pemalang Kab Pemalang, Jawa Tengah. Dalam pelaksanaannya, peserta magang didampingi oleh Pembimbing Lapangan pada minggu pertama dan selanjutnya dilakukan kunjungan pabrik secara mandiri dan diawasi oleh penanggung jawab pabrik.

Pada sub bab ini berisi aktivitas yang dilakukan peserta magang ketika mengikuti kegiatan Kerja Praktek PT Perhutani Pine Chemical Industry mulai tanggal 06 September sampai 06 November 2021, yang mana dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 3. 1 Aktivitas Kegiatan Magang

NO	Minggu Ke-	KEGIATAN YANG DILAKUKAN	KETERANGAN
1	1	<ul style="list-style-type: none">• Pengenalan program magang secara umum.• Pengenalan pabrik secara garis besar oleh pembimbing lapangan• Penempatan pabrik seluruh peserta kerja praktek• Kunjungan Pabrik Gondorukem dan Terpentin	<i>Offline</i>
2	2	<ul style="list-style-type: none">• Melakukan komunikasi dan diskusi pengolahan gondorukem dan terpentin dengan Supervisor Pabrik• Melakukan komunikasi dan diskusi Bersama Staff Pabrik Gondorukem dan Terpentin	<i>Offline</i>

3	3	<ul style="list-style-type: none"> • Bimbingan dengan pembimbing lapangan mengenai Tugas Khusus 	<i>Offline</i>
4	4	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan kunjungan pabrik Gondorukem dan Terpentin untuk memperoleh data data pabrik 	<i>Offline</i>
5	5	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan kunjungan laboratorium Gondorukem dan Terpentin untuk memperoleh data data produk • Melaksanakan Tugas Khusus di Laboratorium PPCI 	<i>Offline</i>
6	6	<ul style="list-style-type: none"> • Melaksanakan Analisa Produk untuk penyusunan Tugas Khusus di Laboratorium PPCI 	<i>Offline</i>
7	7	<ul style="list-style-type: none"> • Penyusunan laporan pabrik dan laporan tugas khusus • Bimbingan Laporan dengan Pembimbing Lapangan dan penilaian 	<i>Offline</i>
8	8	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pamitan terhadap staff laboratorium dan staff pabrik 1 serta membantu proses penyortiran produk di laboratorium sebagai sesi terakhir kerja praktek 	<i>Offline</i>

3.2 Tugas Khusus

Analisa Produk Gondorukem pada Pabrik 1 Unit Gondorukem dan Terpentin

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perum Perhutani merupakan salah satu BUMN yang bergerak di bidang kehutanan dan mengelola sumber daya dari hutan kayu dan bukan kayu. Perhutani Pine Chemical Industry (PPCI) merupakan pabrik milik Perum Perhutani yang memproduksi gondorukem, terpentin dan turunannya dari getah pinus. Produk yang dihasilkan dari PPCI Pemalang ini antara lain gondorukem, terpentin, α -pinene, δ -carene, gliserol resin ester, terpineol, dan cineol.

PPCI terdiri dari 4 pabrik utama, salah satunya adalah Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) dan Pabrik Fraksinasi Terpentin (PF). Proses pengolahan pada pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) ini dimulai dari persiapan bahan baku, proses melting, proses pencucian dan proses pemasakan.

Analisis produk sangat penting dilakukan untuk menyesuaikan dengan standar SNI sehingga produk yang dihasilkan dapat dipasarkan secara global. Pengendalian mutu di PPCI Pemalang dilaksanakan di laboratorium kualitas produk derivative gondorukem dan terpentin maupun kualitas air proses beserta limbah air proses. Adapun parameter analisis kuantitatif maupun kualitatif yang dilakukan untuk analisa produk gondorukem meliputi analisa warna, analisa bilangan asam, analisa softening point, analisa sisa penguapan, analisa kadar kotoran, analisa kadar abu, analisa bilangan penyabunan, dan analisa bilangan iod.

1.2 Rumusan Masalah

1.2.1 Bagaimana syarat mutu/standar produk yang digunakan pada Pabrik Gondorukem dan Terpentin?

1.2.2 Bagaimana cara menganalisis produk gondorukem pada Pabrik Gondorukem dan Terpentin?

1.3 Tujuan

1.3.1 Mengetahui syarat mutu/standar dari produk yang digunakan pada Pabrik Gondorukem Terpentin

1.3.2 Mempelajari cara menganalisis produk

1.4 Manfaat

1.4.1 Dapat memahami mengenai syarat mutu/standar yang digunakan pada pabrik gondorukem dan terpentin

1.4.2 Dapat memahami mengenai cara analisa produk gondorukem pada pabrik gondorukem dan terpentin

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gondorukem (*Gum Rosin*)

Gondorukem atau gum rosin merupakan hasil bawah pemisahan getah pinus, sedangkan terpentin merupakan hasil atas pemasakan getah pinus. Gondorukem dapat diolah lebih lanjut membentuk Gliserol Rosin Ester (GRE). Gondorukem dapat dimanfaatkan dalam berbagai keperluan antara lain untuk bahan campuran cat, vernis, politur kayu, lem ban, kosmetik, batik, tinta, plastik, kembang api, kertas, sabun, industry semen dan bahan lapisan kabel. Gondorukem yang dihasilkan di PPCI Pematang memiliki standar sesuai dengan SNI 7837:2016.

Gondorukem non modifikasi banyak digunakan sebagai bahan pengisi pada kertas, tinta cetak, varnis, resin sintetik, insulator listrik dan perekat (Enos, *et al.*, 1969). Penggunaan gondorukem non modifikasi yang paling besar adalah untuk *sizing agent* (bahan pengisi) pada pabrik kertas untuk mengurangi sifat higroskopis kertas (untuk mengurangi sifat daya serap kertas akibat kelembaban). Beberapa manfaat gondorukem adalah sebagai berikut :

a. Industri kertas

Penggunaan gondorukem di industri kertas digunakan untuk paper sizing.

b. Industri varnis

Gondorukem dimodifikasi dalam bentuk ester gum dengan cara esterifikasi dengan gliserol.

c. Industri inks

Penggunaan Ca, Mg, dan Zn rosinat banyak digunakan untuk formulasi printing ink.

Tabel 3. 2 Karakteristik Senyawa Gondorukem (SNI 001-5009.12:2011)

Komponen	Keterangan
Rumus molekul	$C_{19}H_{29}COOH$
Bentuk fisik	Massa lengket, tidak tebus cahaya
Kenampakan	Berwarna kekuningan
Titik lunak	70-80°C
Bilangan asam	160-190 mg KOH/g
Bilangan penyabunan	170-220 mg KOH/G
Bilangan iod	5-25 m/yod
Kelarutan dalam air	Tidak larut
Bau	Memiliki bau yang khas

Tabel 3. 3 Klasifikasi Mutu Gondorukem (SNI 001-5009.12:2011)

Klasifikasi Mutu	Tanda Mutu	
	Dokumen	Kemasan
Utama (U)	X	X
Pertama (P)	WW	WW
Kedua (D)	WG	WG
Ketiga (T)	N	N

Tabel 3. 4 Syarat Umum Mutu Gondorukem (SNI 01-5009.12:2011)

Jenis Uji	Persyaratan Mutu
Bilangan Asam	160-190

Bilangan Penyabunan

170-220

Bilangan Iod

5-25

Tabel 3. 5 Syarat Khusus Mutu Gondorukem (SNI 01-5009.12:2011)

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan Mutu			
		U	P	D	T
Warna Metode <i>Lovibond</i>	-	X	WW	G	N
Warna Metode <i>Gardner</i>	-	≤ 7	≤ 7	≤ 8	≤ 9
Titik Lunak	$^{\circ}\text{C}$	≥ 78	≥ 78	≥ 76	≥ 74
Kadar Kotoran	%	$\leq 0,02$	$\leq 0,05$	$\leq 0,07$	$\leq 0,10$
Kadar Abu	%	$\leq 0,02$	$\leq 0,04$	$\leq 0,05$	$\leq 0,08$
Komponen Menguap	%	≤ 2	≤ 2	$\leq 2,5$	≤ 3

2.2 Gardner Liquid Color Standards

Gardner Liquid Color Standards merupakan warna standar yang berkisar dari putih air hingga berwarna kuning tua. Cairan standar pada nomor 1 hingga 8 merupakan larutan potassium chloroplatinate, sedangkan cairan standar nomor 9 hingga 18 merupakan larutan ferric chloride dan cobalt chloride yang memiliki warna lebih gelap.

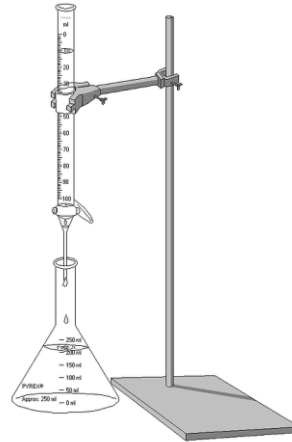


Gambar 3. 1 Gardner Liquid Color Standards

2.3 Titrasi

Titration is a chemical analysis method used to determine the concentration of an analyte. Titration can also be defined as a gradual change in the concentration of a solution whose concentration is known.

dengan tepat pada larutan lain yang konsentrasinya tidak diketahui sampai reaksi kimia di antara kedua larutan itu selesai. Karena pengukuran volume memainkan peranan penting dalam titrasi, maka teknik ini juga dikenal dengan analisa volumetrik.



Gambar 3. 2 Skema Alat Titrasi

Macam macam titrasi antara lain :

a. Titrasi Asam Basa

Titrasi asam basa merupakan proses penentuan kadar sebuah larutan basa dengan larutan asam yang sudah diketahui kadarnya atau sebaliknya yang didasarkan dari reaksi netralisasi. Titrasi sendiri harus dilakukan hingga sampai ke titik ekuivalen yakni kondisi asam dan basa tepat habis bereaksi secara stoikiometri dan titik ekuivalen sendiri biasanya bisa ditandai dengan perubahan warna pada indikatornya. Macam macam titrasi asam basa :

- Titrasi antara asam kuat dengan basa kuat
- Titrasi antara asam kuat dengan basa lemah
- Titrasi antara asam lemah dengan basa kuat
- Titrasi antara asam lemah dengan basa lemah

b. Titrasi Redoks

Merupakan jenis titrasi untuk menetapkan kadar reduktor atau oksidator berdasarkan reaksi reduksi oksidasi. Macam macam titrasi redoks :

- Iodometri dan Iodimetri

Titrasi Iodometri dan iodimetri merupakan titrasi redoks yang menggunakan iodium. Iodometri adalah titrasi tidak langsung yang

menggunakan iodium sebagai reduktor, di mana iodium yang dilepas akan dititrasi menggunakan larutan tiosulfat. Sementara itu, iodimetri adalah titrasi langsung yang dilakukan dalam kondisi pH netral atau sedikit asam, di mana iodium digunakan sebagai oksidator.

- Permanganometri

Jenis titrasi redoks ini menggunakan kalium permanganat (KMnO_4) sebagai titran dan oksidator.

c. Titrasi Kompleksometri

Kompleksometri adalah suatu analisis volumetri berdasarkan reaksi pembentukan senyawa kompleks antara ion logam dengan zat pembentuk kompleks (ligan) atau ligan adalah suatu unsur yang memiliki pasangan elektron bebas untuk di donorkan pada logam. Ligan yang banyak digunakan adalah dinatrium etilen, dianida tetraasetat ($\text{Na}_2 \text{EDTA}$).

Kompleksometri juga merupakan jenis titrasi dimana titran dan titrat saling mengkompleks, membentuk hasil berupa kompleks. Titrasi kompleksometri adalah titrasi berdasarkan pembentukan senyawa kompleks antara kation dengan zat pembentuk kompleks. Salah satu zat pembentuk kompleks yang banyak digunakan dalam titrasi kompleksometri adalah garam dinatrium etilendiamina tetraasetat (dinatrium EDTA). Titrasi dapat ditentukan dengan adanya penambahan indikator yang berguna sebagai tanda tercapai titik akhir titrasi.

d. Titrasi Argentometri

Titrasi argentometri merupakan jenis titrasi yang digunakan khusus untuk reaksi pengendapan. Prinsip umumnya ialah mengenai kelarutan serta juga tetapan hasil kali kelarutan dari reagen-reagen yang bereaksi.

III. METODOLOGI

3.1 Metodologi Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam tugas khusus ini diperoleh dengan cara melakukan tanya jawab dengan pekerja laboratorium mengenai analisa produk yang dihasilkan dari Pabrik Gondorukem Terpentin (PGT). Pengumpulan data juga didukung dengan melakukan kegiatan analisa dari produk yang dihasilkan

serta didapat dari data mingguan analisa produk gondorukem yang terdapat di laboratorium.

3.2 Metodologi Analisa Produk Gondorukem

Prosedur kerja yang dipakai pada analisis produk derivative gondorukem dan terpentin untuk gondorukem sendiri adalah sebagai berikut :

a. Analisa Warna

Tujuan : Untuk menganalisis kualitas warna pada gondorukem.

Alat : Lico, tabung reaksi

Prosedur : Mengambil 5 gr sampel ditambah dengan 5 gr toluen. Kemudian diaduk sampai larut semua. Sampel diambil dan dimasukkan ke dalam kuvet. Masukkan kuvet ke dalam Lico, kemudian atur alat tersebut dan hasil akan terbaca secara otomatis dalam monitor.



Gambar 3. 3 Alat Analisis Warna

b. Analisa *Acid Value* (Bilangan Asam)

Tujuan : Untuk menganalisis nilai bilangan asam pada gondorukem

Alat : Buret, erlenmeyer

Prosedur : Menimbang sampel 4 gr sampel, masukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian tambahkan etanol netral 100 mL dan 3 tetes indikator PP. Titrasi dengan menggunakan larutan KOH 0,5 N.



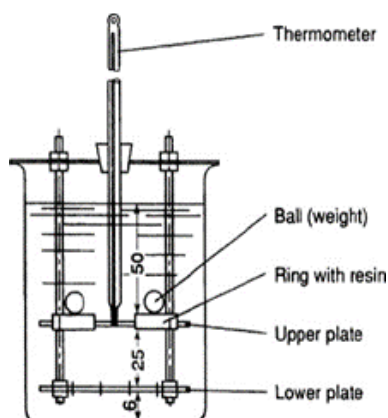
Gambar 3. 4 Alat untuk Titrasi

c. Analisa *Softening Point* (Titik Lunak)

Tujuan : Mengetahui analisis nilai softening point dari gondorukem

Alat : Heater, ring and ball apparatus, thermometer

Prosedur : Memanaskan sampel sampai meleleh, kemudian cetak dalam ring/cincin yang tersedia sampai sampel mengeras dalam cincin. Memanaskan aquadest dalam gelas beaker sampai 40°C. Merangkai alat ring and ball apparatus, kemudian letakkan bola tersebut diatas gondorukem yang sudah mengeras dalam cincin. Memasukkan rangkaian alat ketika suhu air 40°C, tunggu hingga bola menembus padatan gondorukem yang meleleh. Ketika bola menebus sampel mencapai dasar alat, suhu yang dicapai saat itu juga menunjukkan softening point yang didapatkan.



Gambar 3. 5 Alat Analisa Softening Point

d. Analisa Volatile Oil Content (VOC) / Sisa Penguapan

Tujuan : Menganalisis kadar gondorukem yang masih tersisa

Alat : Cawan stainless steel, oven

Prosedur : Mengambil 10gram sampel, menempatkannya pada cawan stainless steel. Kemudian panaskan dalam oven pada suhu 154°C selama 1 jam. Hasil sisa penguapan didapat dari pengurangan berat cawan sebelum dan sesudah dipanaskan.



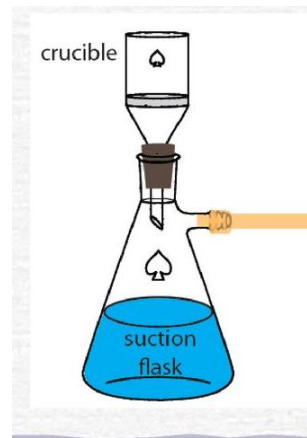
Gambar 3. 6 Oven untuk Analisa Sisa Penguapan

e. Analisa Kadar Kotoran (KK)

Tujuan : Mengetahui kadar kotoran dalam gondorukem

Alat : Erlenmeyer, cawan Goach G-3, oven

Prosedur : Mengambil 10 gram sampel dan dilarutkan dengan toluen hingga volumenya 40 mL. Kemudian saring menggunakan cawan Goach dan dioven pada suhu 154°C selama 1 jam.



Gambar 3. 7 Cawan gooch untuk analisa KK

f. Analisa Kadar Abu (KA)

Tujuan : Mengetahui kadar mineral atau organik pada gondorukem

Alat : Cawan porselen, furnace

Prosedur : Menimbang 5gram sampel dalam cawan porselen yang sudah diketahui beratnya. Kemudian dimasukkan kedalam furnace pada suhu 625°C selama 1 jam.



Gambar 3. 8 Alat untuk analisa Kadar Abu

g. Analisa Bilangan Penyabunan (*Saponification Value*)

Tujuan : Mengetahui jumlah asam yang terdapat pada gondorukem

Alat : Erlenmeyer, buret

Prosedur : Mengambil 4gram sampel ke dalam Erlenmeyer serta tambahkan 50 mL etanol netral dan 50 mL KOH 0,5 N. Campuran kemudian di-waterbath selama 1 jam pada suhu $65-80^{\circ}\text{C}$. Tambahkan 3 tetes PP sebagai indikator dan di titrasi dengan HCL 0,5 N.



Gambar 3. 9 Alat untuk analisa Bilangan Penyabunan

h. Analisa Bilangan Iod

Tujuan : Mengetahui banyaknya ikatan rangkap atau ikatan tidak jenuh dalam gondorukem,

Alat : Erlenmeyer, buret

Prosedur : Mengambil 1 gram ke dalam Erlenmeyer serta tambahkan 20 mL Chloroform dan 25 mL Wijs Solution. Simpan larutan di tempat yang gelap selama 30 menit. Campuran ditambahkan 25 mL larutan KI 10% dan diencerkan dengan 10 mL aquadest. Titrasi larutan dengan Tio 0,1 N hingga warna kuning hilang. Tambahkan 1 tetes indikator amilum dan lanjutkan titrasi hingga warna biru hilang.



Gambar 3. 10 Alat Titrasi Untuk Analisa Bilangan Iod

3.3 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dengan mengadakan pengamatan langsung dari lapangan. Data primer merupakan data rata-rata dari pengumpulan data selama dilakukan magang. Data primer yang tersedia adalah sebagai berikut:

- Rekap Hasil Uji Gondorukem Bulan September 2021

Batch	HASIL PENGUJIAN GONDORUKEM								
	GRADE	Color	SP	Kadar Kotoran (%)	Bil. Asam	Bil. Penyabunan	Bil. Iod	Kadar Abu (%)	VOC (%)
303	WW	6,5		0,0184	188,61	179,48	23,64	0,0099	0,54
304	WW	6,3	78	0,009	182,34	170,43	20,25	0,015	0,61
305	WW	6,3	78	0,011	180,473	170,22	20,23	0,0169	0,87
306	WW	6,6	78	0,0139	181,94	177,7	20,77	0,0149	0,70
307	WW	6,3	78	0,0219	183,11	175,43	20,92	0,0109	1,07
308	WW	6,1	78	0,0199	183,35	176,75	24,56	0,0159	0,71
309	WW	6,4	78	0,0174	185,58	175,44	20,24	0,0099	0,62
310	WW	6,7	78	0,0125	184,12	178	20,43	0,004	0,98
311	WW	6,4	78	0,0135	185,71	179,55	20,36	0,02	0,54
312	X	5,8	78	0,0169	189,21	171,95	21,02	0,0129	0,68
313	X	5,9	78	0,0174	187,07	173,61	20,7	0,0119	0,75
314	WW	6,6	78	0,0175	185,75	172,07	20,7	0,005	1,00
315	WW	6,8	78	0,0175	186,92	172,81	20,55	0,0199	0,56
316	WW	6,9	78	0,029	187,55	174,35	20,54	0,011	0,39
317	WW	6,7	78	0,0154	188,54	172,91	20,95	0,0119	0,44
318	X	6	78	0,0159	182,64	203,34	24,29	0,0099	0,78
319	X	6	78	0,014	184,74	213,25	24,53	0,008	0,68
320	X	5,9	78	0,02	185,1	212,07	24,78	0,016	1,35
321	WW	6,7	78	0,017	184,01	214,68	24,16	0,0177	0,90
5	X	5,6	78	0,01	179,65	180,12	23,98	0,012	0,51
6	X	5,5	78	0,0169	188,39	179,23	20,51	0,0089	0,52
7	X	5,8	78	0,0139	187,37	180,62	20,93	0,0119	0,64
322	x	5,9	78	0,01282	189,56	183,89	20,58	0,004	0,76
323	WW	6,1	78	0,0145	186,41	186,8	22,72	0,019	0,82
324	X	5,9	78	0,01	187,73	188,13	22,74	0,0169	0,75
325	X	6	78	0,01	182,98	192,95	23,13	0,01	0,75
326	WW	6,3	78	0,0148	189,97	194,35	23,49	0,0149	1,07
327	WW	6,8	78	0,0205	187,58	197,14	23,12	0,01	1,05
328	WW	6,7	78	0,0125	189,26	194,97	23	0,015	1,05
329	WW	6,1	78	0,0135	189,72	196,96	23,87	0,015	0,76
330	WW	6,1	78	0,0205	186,56	192,93	20,66	0,01	1,10
331	WW	6,6	78	0,0225	183,81	194,28	22,57	0,0129	1,02
332	WW	6,6	78	0,0145	189,63	195,78	22,79	0,017	0,95
333	XB	4,6	78	0,01	183,06	175,88	23,06	0,0178	1,21
334	WW	6,2	78	0,0105	187,59	192,63	22,84	0,011	1,06
335	WW	6,6	78	0,0219	165,17	199,62	22,97	0,0119	0,65
336	WW	6,3	78	0,0194	160,55	197,43	22,41	0,0159	1,16
337	WW	6,3	78	0,022	160,4	195,81	23,58	0,013	1,05
338	WW	6,4	78	0,0245	161,55	194,82	23,31	0,01	1,02
339	WW	6,4	78	0,019	160,68	175,11	22,03	0,012	1,02
340	X	6	78	0,0114	181,14	174,57	21,59	0,0139	0,61
341	X	5,9	78	0,02	177,08	176,26	22,31	0,0099	1,29
342	X	5,8	78	0,016	177,7	176,78	22,2	0,01	1,03
343	X	5,7	78	0,0147	178,91	174,42	20,69	0,01	1,01
344	X	5,6	78	0,0105	177,2	199,16	21,33	0,018	0,63
345	X	5,8	78	0,0154	178,55	201,25	21,57	0,0109	0,47
346	WW	6,5	78	0,0154	177,9	198,98	21,77	0,0119	0,80
347	WW	6,50	78	0,0185	178,43	197,24	21,07	0,011	0,79
348	WW	6,1	78	0,008	183,83	173,91	22,75	0,015	0,78

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pembahasan Analisa Gondorukem

4.1.1 Analisa Warna Gondorukem

Penentuan analisa warna dilakukan menggunakan alat Lico dengan 5 sampel yang terdiri dari 5 batch yaitu batch 343, 344, 345, 346, dan 347 pada tanggal 26 september 2021. Berikut hasil analisa warna :

Tabel 3. 6 Hasil Uji Warna Gondorukem

Jenis Uji	Batch	Nilai
Warna Metode Gardner	343	5,8
Warna Metode Gardner	344	5,7
Warna Metode Gardner	345	5,7
Warna Metode Gardner	346	6,4
Warna Metode Gardner	347	6,4

Berdasarkan hasil analisa warna pada gondorukem dengan metode gardner di tetapkan bahwa warna dengan nilai ≤ 6 digolongkan menjadi golongan X (Utama), nilai ≤ 7 digolongkan menjadi golongan WW (Pertama), nilai ≤ 8 digolongkan menjadi golongan WG (Kedua) dan nilai ≤ 9 digolongkan menjadi golongan N (Ketiga). Dari data diatas diperoleh nilai masing masing 5,8 ; 5,7 ; 5,7 ; 6,4 dan 6,4 sehingga pada 5 batch ini telah sesuai dengan standar pabrik dan standar SNI yaitu golongan X dan WW.

4.1.2 Analisa Acid Value (Bilangan Asam) Gondorukem

Produk gondorukem dikatakan bagus jika memiliki bilangan asam yang sudah ditentukan sebagai standar produk. Perhitungan bilangan asam sampel gondorukem diambil dari data tanggal 26 September 2021.

Diketahui :

$$\text{Std KOH } 0,5 \text{ N} = 0,4484 \text{ N}$$

$$\text{Berat Sampel (w)} = 4 \text{ gram}$$

Rumus :

$$\text{Bilangan Asam (SV)} = \frac{V_{\text{KOH}} \times N_{\text{KOH } 0,5 \text{ N}} \times Mr}{w}$$

- Batch 1

$$\text{Volume KOH} = 28,6 \text{ mL}$$

$$\text{Bilangan Asam (SV)} = \frac{28,6 \text{ mL} \times 0,4484 \text{ N} \times 56,11 \text{ gram/mol}}{4 \text{ gram}}$$

$$\text{Bilangan Asam (SV)} = 179,89 \frac{\text{mg KOH}}{\text{gr sampel}}$$

Tabel 3. 7 Nilai Bilangan Asam

Sampel	Berat sampel (w)	Volume KOH (V)	Bilangan asam (SV)
343	4,0	28,6	179,89
344	4,0	28,2	177,38
345	4,0	29,1	183,04
346	4,0	28,0	176,12
347	4,0	28,2	177,38

Berdasarkan hasil Analisa dari bilangan asam gondorukem yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa nilai bilangan asam sesuai dengan standar pabrik yang telah ditentukan sesuai dengan standar SNI gondorukem. Nilai bilangan asam berada di antara 160-190 mg KOH/gr sampel sesuai dengan standar nilai bilangan asam pada pabrik dan pada SNI yaitu antara 160-190 mg KOH/gr sampel. Nilai bilangan asam tertinggi terdapat pada sampel 345 yaitu sebesar 183,04 mg KOH/gr sampel dan nilai bilangan asam terendah terdapat pada sampel 344 dan 347 yaitu 177,38 mg KOH/gr sampel.

4.1.3 Analisa Softening Point (Titik Lunak)

Analisa titik lunak dilakukan dengan ring and ball apparatus dan dilakukan pencatatan suhu saat bola apparatus menembus padatan gondorukem yang meleleh. Data suhu yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 8 Nilai Softening Point

Batch	Softening Point
343	78
344	78
345	78
346	78
347	77

Berdasarkan dari data yang diperoleh saat analisis nilai softening point dapat dilihat bahwa suhu yang diperoleh sampel per batch yaitu 77-78. Dengan demikian SP dari data

telah sesuai dengan standar pabrik serta standar SNI dimana syarat nilai softening point yang lulus uji adalah 70-80°C .

4.1.4 Analisa VOC / Sisa Penguapan

Produk gondorukem dikatakan bagus (grade A) apabila memiliki kadar sisa penguapan sebesar $\leq 2\%$. Analisis sisa penguapan dapat dihitung dengan mengambil 10 gram gondorukem, menempatkannya pada cawan stainless steel. Kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 154°C selama 1 jam. Hasil sisa penguapan didapat dari pengurangan berat cawan sebelum dan sesudah dipanaskan.

Rumus :
$$\text{Sisa Penguapan} = \frac{w_2 - w_0}{w_1} \times 100\%$$

W0 = Massa Cawan Kosong

W1 = Massa Sampel Gondorkem

W2 = Massa cawan + sampel setelah di oven

Diketahui =

W0 = 150 gram

W1 = 10 gram

Perhitungan =

- Sampel 343

W2 = 157,2 gram

$$\text{Sisa Penguapan} = \frac{w_2 - w_0}{w_1} \times 100\%$$

$$\text{Sisa Penguapan} = \frac{157,2 - 150}{10} \times 100\%$$

$$\text{Sisa Penguapan} = \frac{7,2}{10} \times 100\%$$

$$\text{Sisa Penguapan} = 0,72 \%$$

Tabel 3. 9 Hasil Analisa Sisa Penguapan

Batch	W0	W1	W2	Sisa Penguapan
343	150	10	157,2	0,72 %
344	150	10	158,1	0,81 %
345	150	10	156,3	0,63 %
346	150	10	155,6	0,56 %
347	150	10	156,8	0,68 %

Berdasarkan data dari tabel hasil sisa penguapan menunjukkan bahwa gondorukem sesuai dengan standar pabrik dan standar SNI dimana nilai sisa penguapan gondorukem dikatakan baik apabila bernilai $\leq 2\%$. Nilai sisa penguapan dari batch 343 yaitu 0,72% ; batch 344 yaitu 0,81% ; batch 345 yaitu 0,63% ; batch 346 yaitu 0,56% dan batch 347 yaitu 0,68% sehingga semua batch produksi telah sesuai dengan standar.

4.1.5 Analisa Kadar Kotoran

Analisa kadar kotoran pada gondorukem dilakukan untuk mengetahui kadar kotoran yang mungkin terkandung dalam produk gondorukem sebelum di pasarkan. Analisa kadar kotoran dilakukan dengan mengambil 10gram sampel gondorukem kemudian dilarutkan dengan toluene sampai volumenya menjadi 40 ml kemudian di lakukan penyaringan menggunakan cawan gooch dan dioven pada suhu 154°C selama 1 jam.

- Batch 343

Diketahui =

Berat Cawan (w_0) = 13,446 gram

Berat sampel setelah disaring + cawan (w_1) = 13,663 gram

Berat cawan+sampel setelah di oven (w_2) = 13,592 gram

$$\text{Kadar Kotoran} = \frac{w_2 - w_0}{w_1} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Kotoran} = \frac{13,592 - 13,446}{13,663} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Kotoran} = \frac{0,146}{13,663} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Kotoran} = 0,01067 \%$$

Tabel 3. 10 Hasil Analisa Kadar Kotoran

Batch	W0 (gram)	W1 (gram)	W2 (gram)	Kadar Kotoran (%)
343	13,446	13,663	13,592	0,0107 %
344	13,446	13,727	13,613	0,0112 %
345	13,446	13,703	13,682	0,0172 %
346	13,446	13,757	13,693	0,0179 %
347	13,446	13,786	13,675	0,0167%

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai kadar kotoran gondorukem pada batch 343 sampai 347 telah sesuai dengan standar pabrik dan standar SNI yang digunakan. Hal ini dikarenakan nilai kadar kotoran pada SNI disebutkan $\leq 0,02\%$ baru dapat dikatakan baik. Nilai kadar kotoran pada batch 343 sampai 347 bernilai kurang dari 0,02% sehingga produk sudah memenuhi standar.

4.1.6 Analisa Kadar Abu

Produk gondorukem dikatakan bagus jika memiliki kadar abu yang sudah ditentukan sebagai standar produk. Perhitungan kadar abu gondorukem diambil dari data tanggal 26 September 2021.

Diketahui :

$$\text{Cawan Kosong (W0)} = 23,8803 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Sampel (W1)} = 5 \text{ gram}$$

- Batch 1

$$\text{Berat Blanko (W2)} = 23,9569 \text{ gram}$$

Rumus :

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{w_2 - w_0}{w_1} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{(23,9569 - 23,8803) \text{ gram}}{5 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Abu (\%)} = 0,0154 \text{ gram}$$

Tabel 3. 11 Hasil Analisa Kadar Abu Gondorukem

Batch	Cawan kosong (w0)	Berat (w1)	Blanko (w2)	Kadar Abu (%)
343	23,8803	5,0	23,9569	0,0154
344	23,8803	5,0	23,9795	0,0198
345	23,8803	5,0	23,9389	0,0117
346	23,8803	5,0	23,9308	0,0101
347	23,8803	5,0	23,9634	0,0166

Berdasarkan hasil Analisa dari kadar abu gondorukem yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa kadar abu telah sesuai dengan standar pabrik yang telah ditentukan yaitu untuk $X \leq 0,02\%$ dan $WW \leq 0,04\%$. Kadar abu tertinggi terdapat pada sampel 344 yaitu sebesar 0,0198% dan Kadar abu terendah terdapat pada sampel 346 yaitu 0,0101%.

4.1.7 Analisa Bilangan Penyabunan (*Saponification Value*)

Produk gondorukem dikatakan bagus jika memiliki bilangan penyabunan yang sudah ditentukan sebagai standar produk. Perhitungan bilangan penyabunan gondorukem diambil dari data tanggal 26 September 2021.

Diketahui :

$$\text{Berat Sampel (w)} = 4 \text{ gram}$$

$$\text{Volume titrasi blanko (V2)} = 50,1 \text{ ml}$$

$$\text{Std HCl 0,5 N} = 0,4116 \text{ N}$$

Penyelesaian :

Batch 1

$$\text{Volume titrasi sampel (V1)} = 19,2 \text{ ml}$$

$$\text{Bil. Penyabunan (SV)} = \frac{(V2 - V1) \times N \text{ HCL } 0.5 \text{ N} \times BE \text{ KOH}}{w}$$

$$\text{Bil. Penyabunan (SV)} = \frac{(50,1 \text{ ml} - 19,2 \text{ ml}) \times 0,4116 \text{ N} \times 56,11 \text{ gram/mol}}{4}$$

$$\text{Bil. Penyabunan (SV)} = \frac{30,9 \text{ ml} \times 0,4116 \text{ N} \times 56,11 \text{ gram/mol}}{4}$$

$$\text{Bil. Penyabunan (SV)} = 178,41 \text{ mg KOH/g minyak}$$

Tabel 3. 12 Hasil Analisa Bilangan Penyabunan Gondorukem

Sampel / Batch	Berat Sampel (w)	Volume HCl (V1)	B. Penyabunan (SV)
343	4 gram	19,2 ml	178,41
344	4 gram	15,6 ml	199,19
345	4 gram	15,4 ml	200,35
346	4 gram	15,8 ml	198,04
347	4 gram	16,1 ml	196,31

Berdasarkan hasil Analisa dari bilangan penyabunan gondorukem yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa nilai bilangan penyabunan telah sesuai dengan standar pabrik yang telah ditentukan yaitu diantara 170-220. Nilai bilangan penyabunan tertinggi terdapat pada sampel batch 345 yaitu sebesar 200,35 dan nilai bilangan penyabunan terendah terdapat pada Minggu batch 343 yaitu sebesar 178,41.

4.1.8 Analisa Bilangan Iod

Produk gondorukem dikatakan bagus jika memiliki bilangan iod yang sudah ditentukan sebagai standar produk yaitu memiliki nilai 5-25 mg Tio/gr sampel. Perhitungan bilangan iod gondorukem diambil dari data tanggal 26 september 2021.

Diketahui :

$$\text{Berat Sampel} = 1 \text{ gram}$$

$$\text{Volume Titration Blanko (V2)} = 38,7 \text{ ml}$$

$$\text{Std TiO } 0,1 \text{ N} = 0,1020 \text{ N}$$

Penyelesaian :

Batch 343

$$\text{Volume Titration Sampel (V1)} = 23,1 \text{ ml}$$

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(V2 - V1) \times N \text{ TiO } 0,1 \text{ N} \times Mr \text{ TiO}}{w}$$

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(38,7 \text{ ml} - 23,1 \text{ ml}) \times 0,1020 \text{ N} \times 12,69 \text{ gram/mol}}{1 \text{ gram}}$$

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{15,6 \text{ ml} \times 0,1020 \text{ N} \times 12,69 \text{ gram/mol}}{1 \text{ gram}}$$

$$\text{Bilangan Iod} = 20,19 \frac{\text{mg TiO}}{\text{gr Sampel}}$$

Tabel 3. 13 Hasil Analisa Bilangan Iod Gondorukem

Sampel/Batch	Berat Sampel (w)	Volume TiO (V1)	Bil. Iod
343	1 gram	23,1 ml	20,19 mg/gr
344	1 gram	22 ml	21,61 mg/gr
345	1 gram	22,2 ml	21,35 mg/gr
346	1 gram	22,6 ml	20,84 mg/gr
347	1 gram	21 ml	22,91 mg/gr

Berdasarkan hasil Analisa dari bilangan iod gondorukem yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa nilai bilangan iod sesuai dengan standar pabrik yang telah ditentukan. Nilai bilangan iod tertinggi terdapat pada sampel batch 347 yaitu sebesar 22,91 mg TiO/gr sampel dan nilai bilangan iod terendah terdapat pada sampel batch 343 yaitu 20,19 mg TiO/gr sampel.

4.2 Analisis Perhitungan Z-Score Uji Banding Gondorukem dengan Pabrik

4.2.1 Analisa Warna

Tabel 3. 14 Hasil Z-Score Analisa Warna Gondorukem

Laborat	Analisa Warna					Mean (Xi)	Z-Score
	Batch						
	343	344	345	346	347		
personal	5,8	5,7	5,7	6,4	6,4	6	-0,70711
PPCI Pernalang	5,7	5,6	5,8	6,5	6,5	6,02	0,707107

4.2.2 Analisa Bilangan Asam

Tabel 3. 15 Hasil Analisa Z-Score Bilangan Asam Gondorukem

Analisa Bilangan Asam							
Laborat	Batch					Mean (Xi)	Z-Score
	343	344	345	346	347		
Personal PPCI	179,89	177,38	183,04	176,12	177,38	178,762	0,707107
Pemalang	178,91	177,2	178,55	177,9	178,43	178,198	-0,70711

4.2.3 Analisa Softening Point

Tabel 3. 16 Hasil Analisa Z-Score Bilangan Asam Gondorukem

Analisa Softening Point							
Laborat	Batch					Mean (Xi)	Z-Score
	343	344	345	346	347		
Personal	78	78	78	78	77	77,5	-0,70711
PPCI Pemalang	78	78	78	78	78	78	0,707107

4.2.4 Analisa Sisa Penguapan

Tabel 3. 17 Hasil Analisa Z-Score Bilangan Asam Gondorukem

Analisa Sisa Penguapan							
Laborat	Batch					Mean (Xi)	Z-Score
	343	344	345	346	347		
Personal	0,72	0,81	0,63	0,56	0,68	0,68	-0,70711
PPCI Pemalang	1,01	0,63	0,47	0,8	0,79	0,74	0,707107

4.2.5 Analisa Kadar Kotoran

Tabel 3. 18 Hasil Analisa Z-Score Kadar Kotoran Gondorukem

Analisa Kadar Kotoran							
Laborat	Batch					Mean (Xi)	Z-Score
	343	344	345	346	347		
Personal	0,0107	0,0112	0,0172	0,0179	0,0167	0,01474	-0,70711

PPCI							
Pemalang	0,0147	0,0105	0,0154	0,0154	0,0185	0,0149	0,707107

4.2.6 Analisa Kadar Abu

Tabel 3. 19 Hasil Analisa Z-Score Kadar Abu Gondorukem

Analisa Kadar Abu							
Laborat	Batch					Mean (Xi)	Z-Score
	343	344	345	346	347		
Personal PPCI	0,0153	0,0198	0,0117	0,0101	0,0166	0,0147	0,707107
Pemalang	0,01	0,018	0,0109	0,0119	0,011	0,01236	-0,70711

4.2.7 Analisa Bilangan Penyabunan

Tabel 3. 20 Hasil Analisa Z-Score Bilangan Penyabunan Gondorukem

Analisa Bilangan Penyabunan							
Laborat	Batch					Mean (Xi)	Z-Score
	343	344	345	346	347		
Personal PPCI	178,41	199,19	200,35	198,04	196,31	194,46	0,707107
Pemalang	174,42	199,16	201,25	198,98	197,24	194,21	-0,70711

4.2.8 Analisa Bilangan Iod

Tabel 3. 21 Hasil Analisa Z-Score Bilangan Iod Gondorukem

Analisa Bilangan Iod							
Laborat	Batch					Mean (Xi)	Z-Score
	343	344	345	346	347		
Personal PPCI	20,19	21,61	21,35	20,84	22,91	21,38	0,707107
Pemalang	20,69	21,33	21,57	21,77	21,07	21,286	-0,70711

Berdasarkan hasil dari analisa gondorukem baik itu yang dilakukan oleh PPCI Pemalang maupun yang dilakukan individu menunjukkan bahwa nilai yang

diperoleh hampir sama dan telah sesuai dengan standar SNI maupun standar pabrik. Hal ini diketahui dari nilai SNI yang ditetapkan pada masing masing uji dimana standar SNI oleh analisa warna metode gardner yaitu nilai ≤ 6 digolongkan menjadi golongan X (Utama), nilai ≤ 7 digolongkan menjadi golongan WW (Pertama), nilai ≤ 8 digolongkan menjadi golongan WG (Kedua) dan nilai ≤ 9 digolongkan menjadi golongan N (Ketiga) dengan standar pabrik dan standar SNI yaitu golongan X dan WW. Standar SNI oleh analisa softening point yaitu syarat nilai softening point yang lulus uji adalah 70-80°C. Standar SNI oleh analisa Kadar Kotoran disebutkan $\leq 0,02\%$ baru dapat memenuhi standar. Standar SNI oleh analisa bilangan asam yaitu berada di antara 160-190 mg KOH/gr sampel. Standar SNI oleh Analisa bilangan saponifikasi yaitu diantara 170-220 mg KOH/gr sampel. Standar SNI oleh analisa bilangan iod yaitu berkisar diantara 5-25 mg Tio/gr sampel. Standar SNI oleh analisa kadar abu yaitu untuk X $\leq 0,02\%$ dan WW $\leq 0,04\%$. Selanjutnya yang terakhir yaitu standar SNI oleh Analisa sisa penguapan (VOC) yaitu apabila bernilai $\leq 2\%$.

Selain itu, untuk nilai z-score yang diperoleh sudah sesuai dengan standar SNI karena syarat nilai z-score yang diterima apabila Z-score ≤ 2 atau batas maksimal diterima adalah $2 \leq Z\text{-score} \leq 3$. Dari data Analisa antara personal dan pabrik sudah sesuai karena memenuhi kriteria.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan Analisa yang telah dilakukan pada sampel gondorukem dalam satu hari (5 batch) diperoleh kesimpulan bahwa :

5.1.1 Syarat mutu yang digunakan pada produk gondorukem di pabrik gondorukem dan terpentin adalah sesuai dengan SNI 01-5009.12:2011

5.1.2 Hasil Analisa gondorukem yang dilakukan telah sesuai dengan standar pabrik yang digunakan dimana mengacu pada standar SNI

5.1.3 Perbandingan hasil Analisa gondorukem yang dilakukan oleh pabrik dan dilakukan oleh individu memiliki nilai yang hampir sama mengingat sampel yang digunakan terdapat di batch yang sama dan untuk masing masing sampel telah sesuai dengan standar pabrik yang digunakan dimana mengacu pada standar SNI 01-5009.12:2011.

5.1.4 Hasil Analisa Z-score diterima dan sesuai SNI apabila $Z\text{-Score} \leq 2$ atau batas maksimal diterima adalah $2 \leq Z\text{-score} \leq 3$. Dari data Analisa antara personal dan pabrik sudah sesuai karena memenuhi kriteria.

5.2 Saran

5.2.1 Perlu dilakukan peninjauan ulang terhadap produk-produk yang dihasilkan agar tetap sesuai dengan standar yang telah digunakan.

5.2.2 Perlu dilakukan peninjauan ulang terhadap peralatan yang digunakan serta meningkatkan kebersihan, sehingga tidak terjadi kontaminasi dengan bahan lain.

5.2.3 Peningkatan pengawasan kepada karyawan terhadap penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) di lingkungan pabrik.

BAB IV

PROSES OPERASI PABRIK

4.1 Bahan Baku dan Bahan Pembantu

4.1.1 Bahan Baku Utama

4.1.1.1 Getah pinus

Bahan Baku dalam proses pengolahan getah pinus di KBM-IHH PPCI Perum Perhutani Pemalang, berupa getah dari tanaman pinus (*pinus merkusii*). Unsur-unsur terpenting yang menyusun getah pinus adalah asam pimaric dan asam abietic pada gondorukem serta senyawa terpen pada terpenin.

Tabel 4. 1 Komposisi getah pinus (Riwayati, 2005)

Komposisi	Nilai
Asam abietic dan	70-80%
Asam pimaric	
Asam terpen	18-25%
Kotoran	5-10%

Getah pinus diklasifikasikan menjadi 5 golongan yaitu mutu super premium, mutu premium, mutu 1, mutu 2, dan getah tolak uji. Selanjutnya getah mutu super premium, mutu premium, mutu 1, dan mutu 2 dituang ke dalam bak penampung getah dengan kapasitas total 180ton sedangkan getah tolak uji dikembalikan ke Tempat Pengolahan Getah (TPG) masing – masing. Getah yang masuk ke Bak Penampung Getah (BPG) dialirkan secara gravitasi melalui saluran terbuka menuju bak (talang) getah.

4.1.2 Bahan Baku Pembantu

4.1.2.1 Terpenin

Terpenin pada pembuatan gondorukem berfungsi sebagai pelarut getah pinus menjadi *soft rosin* agar mudah dalam perlakuan transfer dan proses antara setiap unit prosesnya. Dilakukan penambahan terpenin sebanyak 40% dari berat getah. Selain itu, terpenin ini dapat memisahkan antara konten kotoran dan kadar air pada getah agar tidak menurunkan produk kualitas gondorukem baik warna maupun kadar uap.

4.1.2.2 Hot Water (Air Panas)

Hot Water ini berfungsi pada proses pemisahan kadar kotoran halus pada *soft rosin* sebelum dilakukan pemasakan/pemisahan gondorukem dan terpentin pada *soft rosin*.

Tabel 4. 2 Standar Air (Perhutani, 2021)

Komponen	Keterangan
Wujud	Cair
Warna	Tidak berwarna
Temperature	40°C-50 °C

4.1.2.3 Asam Oksalat

Asam oksalat ini berfungsi untuk membersihkan getah dari zat pengotor terutama unsur besi pada saat dilakukan penyadapan getah pinus dari pohonnya dan menjernihkan larutan getah. Asam oksalat yang digunakan sebanyak 0,15% dari berat getah.

4.2 Produk Utama

Produk utama pada unit Pabrik Gondorukem Terpentin (PGT) pada Perhutani Pine Chemical Industry (PPCI) adalah gondorukem. Gondorukem (gum rosin) merupakan produk bawah pemisahan getah pinus menjadi terpentin yang merupakan hasil atas pemasakan getah pinus. Gondorukem yang merupakan hasil bawah nantinya dapat diolah lebih lanjut membentuk Gliserol Rosin Ester (GRE). Gondorukem dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, antara lain untuk bahan campuran cat, vernis, politur kayu, lem, kosmetik, ban, batik, tinta, plastik, kembang api, kertas, sabun, industri semen dan bahan lapisan kabel.

Tabel 4. 3 Standar Mutu Gondorukem (Perhutani, 2022)

Grade	XB	X	WW	WG	N
<i>Softening Point</i>	78°C min	78°C min	78°C min	76°C min	74°C min
<i>Color (Colorimeter)</i>	5,0 max	6,0 max	7,0 max	8,0 max	9,0 max
<i>Insoluble Material Content in Toluene (%)</i>	0,02 max	0,02 max	0,05 max	0,07 max	0,10 max

<i>Acid Value</i>			160-200		
<i>Saponification Value</i>			170-220		
<i>Ash Content (%)</i>	0,02 max	0,02 max	0,04 max	0,05 max	0,8 max
<i>Volatile Oil Content (%)</i>	2,0 max	2,0 max	2,0 max	2,5 max	3,0 max

4.2.1 Produk Sampling

Produk sampling di unit PGT Perhutani Pine Chemical Industry adalah terpentin dan gondorukem tanpa uji (berwarna hitam). Terpentin adalah nama yang diberikan pada Sebagian besar oleo resin *semi-fluid* yang diperoleh dari pohon pinus.

Tabel 4. 4 Standar Mutu Terpentin (Perhutani, 2022)

Grade	A	B
<i>Specific Gravity at 25 °C (mg/L)</i>	0,848-0,865	
<i>Refractive Index at 20 °C</i>	1,464-1,478	
<i>Flash Point (°C)</i>	33-38	
<i>Residu after Evaporation (%)</i>	≤2	>2
<i>Color</i>	<i>Clear</i>	<i>Nor required</i>
<i>Alpha Pinen Content (%)</i>	≥80	<80
<i>Acid Value</i>	≤2,0	>2,0
<i>Optical Rotation at 27,5 °C</i>	+≥32	+<32

4.3 Deskripsi Proses

Pengolahan getah pinus pada pabrik KBM-IHH Perhutani Pine Chemical Industry (PPCI) Perum Perhutani Pemalang terdiri dari 4 pabrik utama. Pabrik yang pertama yaitu Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) dengan bahan baku getah pinus menjadi produk Gondorukem dan Terpentin. Pabrik Fraksinasi Terpentin (PFT) dengan bahan baku Terpentin menjadi produk α -Pinene dan Dipentene (δ - Carene). Pabrik *Glycerol Rosin Ester* (PGRE) dengan bahan baku Gondorukem menjadi produk *Glycerol Rosin Ester* (GRE). Pabrik yang terakhir adalah Pabrik Terpeneol Pinen (PTP) dengan bahan baku α -Pinene menjadi produk α -Terpeneol dan Cineol. Proses utama pada pabrik KBM-IHH PPCI Perum Perhutani Pemalang ini adalah pemisahan berdasarkan sifat fisik, reaksi esterifikasi, reaksi hidrasi dan reaksi dehidrasi dengan didukung oleh system

utilitas seperti *steam, hot oil, nitrogen supply, instrument air, process air, hot water, dan cooling water*. Sistem kontrol mencakup semua peralatan proses dan utilitas. Pada Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) menggunakan sistem operasi batch dengan kapasitas 2,5ton getah pinus.

4.3.1 Persiapan Bahan Baku

Penyiapan bahan baku dilakukan untuk membersihkan kotoran getah sebelum ditampung dalam Bak Penampung Getah. Pada penerimaan getah, dilakukan uji kualitas dan penimbangan getah agar sesuai dengan standar sortasi mutu Perhutani. Getah pinus diklasifikasikan menjadi 5 golongan, yaitu getah mutu Super Premium (SP), Premium (P), Mutu I, Mutu II, dan Tolak Uji (TU). Selanjutnya getah di tuang ke dalam Bak Penampung Getah. Getah dialirkan keluar dari secara gravitasi melalui saluran terbuka. Konstruksi saluran terbuat dari beton dan seluruh permukaan dilapisi dengan lantai keramik. Desain saluran terbuka untuk mengantisipasi sifat getah yang mudah menggumpal dan bisa menyumbat saluran. Getah selanjutnya dialirkan menuju talang getah secara gravitasi.

4.3.2 Tahapan Proses

Proses pembuatan gondorukem dan terpentin dari getah pohon pinus di Perhutani Pine Chemical Industry (PPCI) Pemalang dibagi menjadi beberapa tahap yaitu :

- 1) Pelarutan getah pinus dalam terpentin
- 2) Pemisahan (pencucian) pengotor yang terkandung dalam *soft rosin*
- 3) Pemasakkan larutan getah (*soft rosin*)
- 4) Proses pemurnian terpentin dan pengemasan (*canning*) gondorukem

4.3.2.1 Tahapan Proses

a) Pelarutan Getah Pinus Dalam Terpentin

Bahan baku getah pinus dari Bak Penampung Getah kemudian dialirkan menuju bak ukur (talang) getah dan kemudian dicampur dengan asam oksalat sebanyak 0,01% dari berat getah untuk menghilangkan kadar

besi pada getah. Selanjutnya larutan getah tersebut dialirkan menuju tangki *melter* (V-1102) sebanyak 2,4ton dan dilakukan penambahan terpentin sebanyak 46% dari berat getah dan dipanaskan hingga temperatur 60°C – 80°C dengan menggunakan steam dengan tekanan paling maksimal 4 barg. Steam yang digunakan di tangki melter adalah *open steam*. Setelah suhu tercapai maka steam dihentikan. Penambahan terpentin bertujuan untuk mengencerkan dan memudahkan dalam melakukan handling terutama dalam proses transfer antar unit proses, selain itu untuk memudahkan dalam pemisahan kotoran serta air dari produk gondorukem dan terpentin. Pencampuran getah pinus dengan terpentin merupakan proses pengenceran menjadi larutan getah dan pemisahan kotoran sebelum ditransfer ke *scrubber vessel*. Sebelum larutan getah masuk kedalam *scrubber*, larutan getah disaring melalui *filter* (F-1101) untuk memisahkan kotoran kasar yang masih terbawa.

b) Pemisahan (pencucian) Pengotor Yang Terkandung Dalam *Scrubber*

Larutan getah dari Tangki *Melter* dialirkan menuju Tangki *Scrubber* (V-1103). Setelah larutan getah masuk ke dalam Tangki *Scrubber*, ditambahkan *hot water* dengan temperatur 40°C – 50°C sebanyak 700 L. Di dalam *scrubber* dilakukan pengadukan selama 15 menit, selanjutnya didiamkan selama 90 menit untuk pengendapan kotoran. Pemisahan pengotor di dalam tangki *scrubber* dapat dilakukan selama dua kali tergantung dari kondisi larutan getah. Apabila larutan masih kotor dilakukan pencucian yang kedua menggunakan *hot water* sebanyak 500 L. Kemudian larutan getah di filtrasi menuju tangki penampung melewati *scrubber filter* (F-1102) untuk pemisahan kotoran halus. Larutan getah kemudian dialirkan tangki penampung (T-1101/1201). Kapasitas tangki penampung *soft rosin* yaitu 3 – 5 *batch* getah pinus bersih. Setelah 3 – 5 kali *batch* berlangsung kemudian larutan getah (*soft rosin*) dialirkan ke tangki pemasakan.

c) Pemasakan Larutan Getah (*soft rosin*)

Proses utama PGT ini adalah pemasakan getah bersih didalam tangki pemasakan (R-1101) untuk memisahkan gondorukem dari terpentin dan air. Proses pemasakkan getah menjadi gondorukem dan terpentin pada prinsipnya pemasakan getah bersih untuk memisahkan gondorukem dari terpentin dan air dengan tekanan vakum. Proses pemasakan ini dilakukan secara *batch*, diawali dengan pengisian (*filling*) larutan getah bersih dari tangki penampung *soft rosin* menuju ke dalam tangki pemasak melalui *gaf filter*. Selanjutnya *inlet* aliran getah dan *outlet* produk gondorukem ditutup dan dilakukan pemanasan getah bersih menggunakan *close steam* dan *open steam*. *Close steam* dialirkan ke *coil* yang berfungsi sebagai pemanas, sedangkan *open steam* berkontak langsung dengan *soft rosin* saat pemasakan yang berfungsi menghasilkan pergerakan *soft rosin* di dalam tangki pemasak. Kondisi tangki reaktor dipertahankan pada temperatur 76°C – 130°C dan bertekanan vakum (-0,8 barg s.d -0,9 barg) selama 3 – 4 jam. Dalam kondisi demikian, terpentin dan air akan menguap dan akan terkondensasi menjadi cairan, sedangkan gondorukem akan mengendap sebagai hasil bawah. Pada bagian bawah tangki pemasakan terdapat *sampling point* dari gondorukem yang dihasilkan.

d) Proses Pemurnian Terpentin dan Pengepakan (*canning*) Gondorukem

Uap terpentin dan uap air yang dihasilkan dari tangki pemasak akan dikondensasi secara dua tahap menggunakan *main* dan *after condenser*. Hasil kondensasi dari *main condenser* akan dialirkan menuju tangki *separator* sedangkan uap yang tidak terkondensasi pada *main condenser* akan dikondensasikan kembali pada *after condenser*. Hasil kondensasi dari *after condenser* dialirkan menuju tangki barometrik. Hasil kondensasi dari tangki barometrik dialirkan menuju tangki *separator*. Di dalam *separator*, terpentin dipisahkan dari air dengan cara pengeluaran air melalui bagian bawah tangki *separator* yang kemudian dialirkan menuju ke PGT *Waste*. Terpentin yang telah terpisah dari air selanjutnya dialirkan menuju tangki penampungan terpentin sementara. Di tangki penampungan terpentin sementara, sebagian lagi terpentine di *recycle* menuju tangki *melter* sebagai pengencer getah

pinus dan sisanya digunakan untuk dikirim ke pabrik unit 2 (Pabrik Derivat Terpentin). Pada proses *canning*, gondorukem sebagai hasil bawah akan dimasukkan ke dalam drum *packing* dengan berat netto 240 kg/drum. Sebelum dilakukan proses *canning*, gondorukem dilakukan *sampling point* untuk mengetahui kualitasnya.

4.4 Neraca Massa

Basis: 1 jam operasi dalam satuan kg

4.4.1 Neraca Massa Pada Melter

Tabel 4. 5 Neraca Massa Pada Melter

INPUT		OUTPUT	
Komponen	Massa (kg)	Komponen	Massa (kg)
C ₂₀ H ₃₀ O ₂	8.400	C ₂₀ H ₃₀ O ₂	12.899,29
C ₁₀ H ₁₆	2.082,6	C ₁₀ H ₁₆	3.198,104
SiO ₂	627	SiO ₂	17,9
H ₂ O	890	H ₂ O	6.061
C ₂ H ₂ O ₄	20,04	Blowdown Melter	1.823
Penambahan C ₁₀ H ₁₆	5.615		
Steam	6.364,8		
Jumlah	24.000	Jumlah	24.000

4.4.2 Neraca Massa Pada Scrubber

Tabel 4. 6 Neraca Massa Pada Scrubber

INPUT		OUTPUT	
Komponen	Massa (kg)	Komponen	Massa (kg)
C ₂₀ H ₃₀ O ₂	12.899,29	C ₂₀ H ₃₀ O ₂	12.899,29
C ₁₀ H ₁₆	3.198,104	C ₁₀ H ₁₆	3.198,104
SiO ₂	17,912	SiO ₂	8,96
H ₂ O	9.561	H ₂ O	9.274
		Blowdown Scrubber	295,7
Jumlah	25.676	Jumlah	25.676

4.4.3 Neraca Massa Pada Soft Rosin Tank

Tabel 4. 7 Neraca Massa Pada Soft Rosin Tank

INPUT		OUTPUT	
Komponen	Massa (kg)	Komponen	Massa (kg)
C ₂₀ H ₃₀ O ₂	12.899,29	C ₂₀ H ₃₀ O ₂	12.899,29
C ₁₀ H ₁₆	3.198,104	C ₁₀ H ₁₆	3.198,104

SiO ₂	8,96	H ₂ O	502,47
H ₂ O	9.274	Blowdown Soft	8.780
		Rosin	
Jumlah	25.380	Jumlah	25.380

4.4.4 Neraca Massa Pada Reactor Pemasak

Tabel 4. 8 Neraca Massa Pada Reactor Pemasak

INPUT		OUTPUT	
Komponen	Massa (kg)	Komponen	Massa (kg)
C ₂₀ H ₃₀ O ₂	12.899,29	C ₂₀ H ₃₀ O ₂	8.400
C ₁₀ H ₁₆	3.198,104	C ₁₀ H ₁₆	7.697,4
H ₂ O	502,47	H ₂ O	3.894,92
Steam	3.392,45		
Jumlah	19.992,32	Jumlah	19.992,32

4.4.5 Neraca Massa Pada Separator

Tabel 4. 9 Neraca Massa Pada Separator

INPUT		OUTPUT	
Komponen	Massa (kg)	Komponen	Massa (kg)
C ₁₀ H ₁₆	7.697,4	C ₁₀ H ₁₆	8.344,96
H ₂ O	3.894,92	H ₂ O	3.247,36
Jumlah	11.592	Jumlah	11.592

4.4.7 Neraca Massa Overall

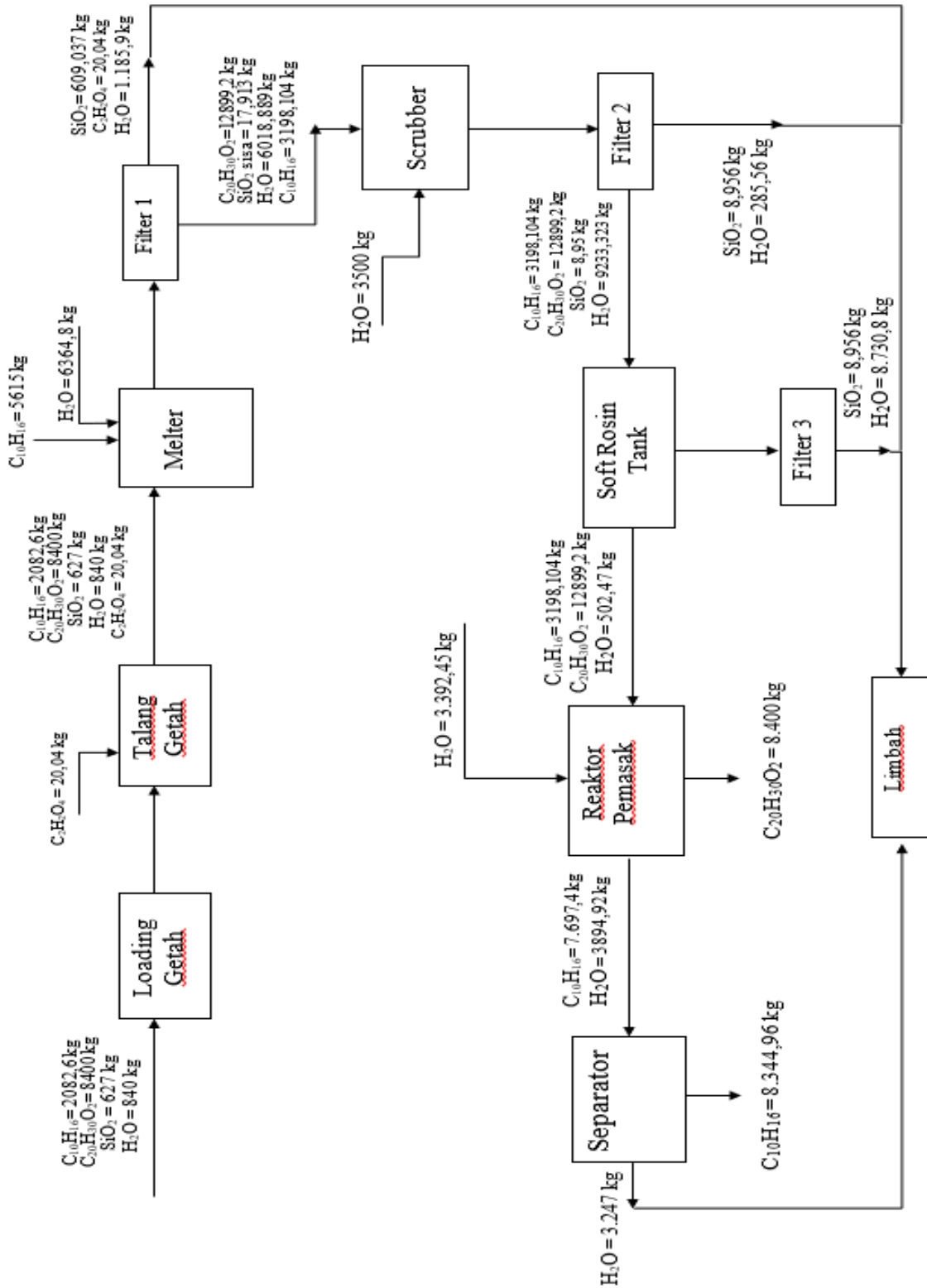
Tabel 4. 10 Neraca Massa Overall

Komponen	INPUT (kg)	OUTPUT (kg)
Melter		
C ₂₀ H ₃₀ O ₂	8.400	-
C ₁₀ H ₁₆	7.697	-
SiO ₂	627	609
H ₂ O	7.254	1.194
Scrubber		
H ₂ O	3.500	286,8
SiO ₂	-	8,95
Soft Rosin Tank		
SiO ₂	-	8,95
H ₂ O	-	8.771
Reactor Pemasak		
C ₂₀ H ₃₀ O ₂	-	8.400
H ₂ O	3.392	-
Separator		
C ₁₀ H ₁₆	-	8.344
H ₂ O	-	3.247,36
Total	30.872	30.872

Efisiensi Neraca Massa

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi} &= \frac{\text{massa produk}}{\text{massa bahan baku}} \times 100\% \\ &= \frac{16.745}{17.614} \times 100\% \\ &= 95 \%\end{aligned}$$

4.5 Diagram Alir Neraca Massa



Gambar 4. 1 Diagram Alir Neraca Massa

4.6 Neraca Panas

Basis 1 jam operasi dalam satuan kJ/kg

4.6.1 Neraca Panas Melter

Tabel 4. 11 Neraca Panas Pada Melter

INPUT		OUTPUT	
Komponen	Q Input (kJ/kg)	Komponen	Q Output (kJ/kg)
Q C ₂₀ H ₃₀ O ₂	1.107.573	Q C ₂₀ H ₃₀ O ₂	36.124.429
Q C ₁₀ H ₁₆	4.710.867	Q C ₁₀ H ₁₆	1.998.559
Q H ₂ O	2.692.528	Q H ₂ O	4.268.108
Q SiO ₂	2.380	Q SiO ₂	1.434
Q C ₂ H ₂ O ₄	12.960	Q Limbah Melter	48.774
Q Steam	33.974.477		
Jumlah	42.500.789	Jumlah	42.500.789

4.6.2 Neraca Panas Scrubber

Tabel 4. 12 Neraca Panas Pada Scrubber

INPUT		OUTPUT	
Komponen	Q Input (kJ/kg)	Komponen	Q Output (kJ/kg)
Q Feed Scrubber	41.690.000	QLimbah Scrubber	480
Q H ₂ O	5.861.363	Q C ₂₀ H ₃₀ O ₂	24.175.467
		Q C ₁₀ H ₁₆	1.346.411
		Q H ₂ O	3.813.708
		Q SiO ₂	480
		Q Loss	18.241.815
Jumlah	47.551.364	Jumlah	47.551.364

4.6.3 Neraca Panas Reactor Pemasak

Tabel 4. 13 Neraca Panas Pada Reactor Pemasak

INPUT		OUTPUT	
Komponen	Q Input (kJ/kg)	Komponen	Q Output (kJ/kg)
Q Feed Reaktor	78.683.340	Q C ₂₀ H ₃₀ O ₂	118.217.968
Q H ₂ O	42.877.470	Q C ₁₀ H ₁₆	35.695.397
Q Steam	35.315.695	Q H ₂ O	2.963
Jumlah	156.876.505	Jumlah	156.876.505

4.6.4 Neraca Panas Separator

Tabel 4. 14 Neraca Panas Pada Separator

INPUT		OUTPUT	
Komponen	Q Input (kJ/kg)	Komponen	Q Output (kJ/kg)
Q Feed Separator	999.650	Q C ₁₀ H ₁₆	30.048.586
Q Steam	30.972.665	Q H ₂ O	1.923.729
Jumlah	31.972.315	Jumlah	31.972.315

4.6.5 Neraca Panas Overall

Tabel 4. 15 Neraca Panas Overall

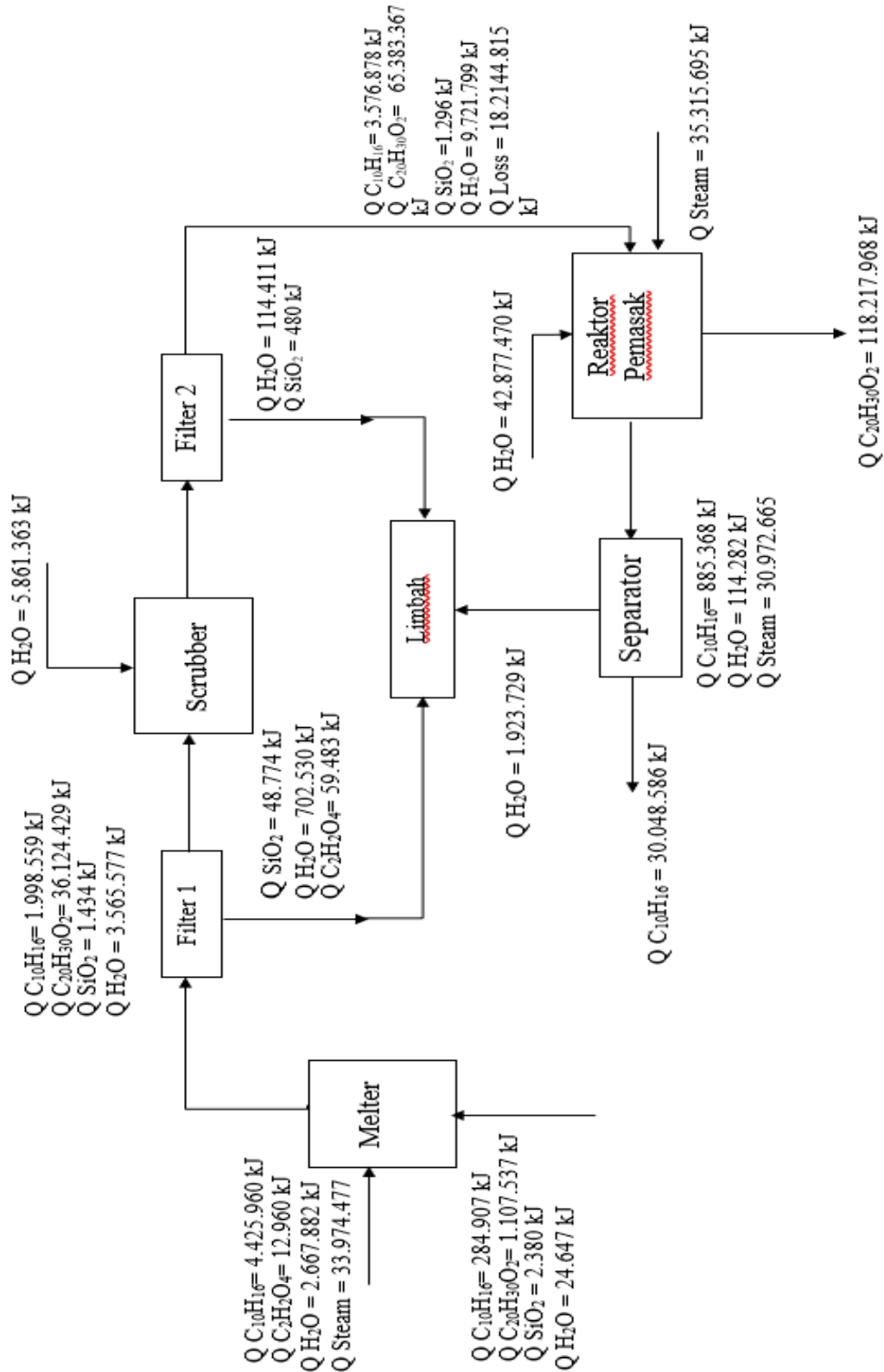
Komponen	INPUT (kJ/kg)	OUTPUT (kJ/kg)
Melter		
Aliran 1 (Q umpan bahan)	1.419.508	-
Aliran 2 (Q umpan bahan)	7.106.803	-
Aliran 3 (Q limbah melter)	-	810.788
Aliran 4 (Q Melter ke Scrubber)	-	41.690.000
Q Steam	33.974.477	
Scrubber		
Aliran 1 (Q dari melter)	41.690.000	-
Aliran 2 (Q dari hot water)	5.861.363	-
Aliran 3 (Q limbah scrubber)	-	114.891
Aliran 4 (Q scrubber ke reactor pemasak)	-	29.221.656
Q Loss	-	18.214.815
Reactor Pemasak		
Aliran 1 (Q dari scrubber)	78.683.340	-
Aliran 2 (Q water)	42.877.470	-
Aliran 3 (Q gondorukem)	-	118.217.968
Aliran 4 (Q reactor ke separator)	-	38.658.537
Q Steam	35.315.695	-
Separator		
Aliran 1 (Q dari Reaktor)	999,650	

Aliran 2 (Q terpentin)	-	30.048.586
Aliran 3 (Q H ₂ O)	-	1.923.729
Q Steam	30.972.665	
Total	278.900.975	278.900.975
Total Q Loss		18.214.815

$$\begin{aligned} \% \text{ Q Loss} &= \frac{\text{Total Q Loss}}{\text{Total Q Output}} \times 100\% \\ &= \frac{18.214.815}{278.900.975} \times 100\% \\ &= 7\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= 100\% - \% \text{ Q Loss} \\ &= 100\% - 7\% \\ &= 93,47\% \end{aligned}$$

4.7 Diagram Alir Neraca Panas



Gambar 4. 2 Diagram alir neraca panas

4.9 Spesifikasi Alat Utama Beserta Gambar dan Alat Pendukung

4.9.1 Spesifikasi Alat Utama Unit PGT

1. *Melter* (V-1102)

Fungsi : Pengenceran getah dengan terpentin

Jenis aliran : Turbulen

Tipe : *Vessel*

Kapasitas : 4.600 L

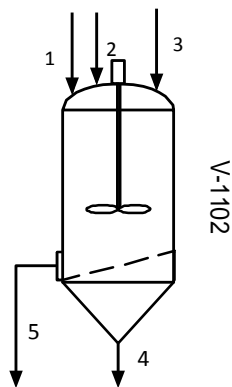
Tebal : ¼"

Dimensi : ID 1550 x 2440 T/T

Bahan : *SS-304*

Alat pendukung : *Motor Agitator, perforated plated*

Cara kerja : Getah pinus dialirkan melalui bak ukur (talang).



Setelah penuh, isi talang dialirkan secara gravitasi ke tangki *melter*. Getah pinus (1) dialirkan ke tangki *melter* melalui pipa berdiameter 8 inch.

Proses pengenceran di dalam *melter* dilakukan dengan mencampurkan 2,5ton getah dengan terpentin (2) sebanyak $\pm 40\%$ (getah), kemudian dipanaskan dengan temperature 65-75^oC.

Gambar 4. 3
Melter (V-1102)

2. Scrubber (V-1103 A/B/C)

Fungsi : Proses pencucian dengan air panas

Jumlah : 3 unit

Jenis aliran : *Turbulen*

Tipe : *Vessel*

Kapasitas : 5.760 L

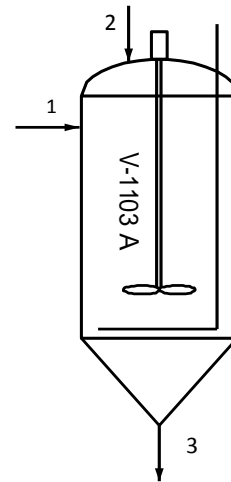
Dimensi : ID 1550 x 3050 T/T

Tebal : 5 m³

Bahan : SS-304

Alat pendukung : *Motor Agitator*

Cara kerja : Proses pencucian pada tangki *scrubber* berlangsung selama 1 jam dengan penambahan air panas $\pm 20\%$ (termasuk pengendapan 15 menit, dan transfer 20 menit). Kondisi operasi dipertahankan pada temperature 50-60°C menggunakan *steam* dengan tekanan 2 bar.



Gambar 4. 4 Scrubber
(V-1103 A/B/C)

3. Tangki Penampung Soft Rosin (T-1101)

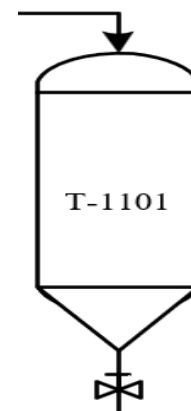
Fungsi : Tempat penampungan *soft rosin* sementara sebelum masuk reactor pemasak

Kapasitas : 33.560 L

Suhu : 70°C- 85°C

Design : *Full Liquid*

Dimensi : ID 2870 x 5190 T/T



Gambar 4. 6 Tangki Soft Rosin
(T-1101)

4. Reactor (R-1101)

Fungsi : Pemasak getah

Tipe : *Vessel*

Kapasitas : 23.390 l

Dimensi *shell* : ID 2550 x 4580 T/T

Tebal : 12 m³

Bahan : *SS-304*

Cara kerja : Proses pemasakan dilakukan dengan cara

pemasakan untuk memisahkan gondorukem (3), terpentin (4), dan air.

Proses pemasakan getah (1) masing-masing berlangsung secara *batch* selama 2-3 jam dengan temperatur 130-150°C dan tekanan

vakum (-0,7 sampai -0,9 bar). Pemanas untuk proses pemasakan

dilakukan secara tidak langsung (*indirect*) menggunakan *close steam*

(5) dan proses pemasakan secara langsung (*direct*) menggunakan

open steam (2). *Close steam* (*steam* tertutup) merupakan sistem

dimana tidak terjadi kontak langsung antara *steam* dengan getah.

Steam dialirkan dengan pipa spiral (*coil*) di bagian dalam *vessel*

pemasak. *Close steam* menggunakan *steam* bertekanan 6 bar.

Pemanasan di dalam reaktor mencapai 112°C. *Open steam* (*steam*

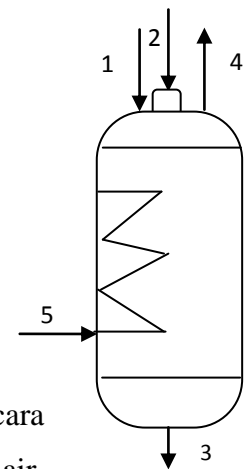
terbuka) merupakan *steam* yang dialirkan dari bagian bawah *vessel*

pemasak dengan menggunakan *steam diffuser*. Tujuannya untuk

mengusir oksigen dalam *vessel* (*blanketing*) dan membawa terpentin

menguap ke bagian atas *vessel*. *Open steam* yang digunakan

bertekanan 4 bar.



Gambar 4. 7 Reactor

5. Separator (V – 1104)

Fungsi : Tempat pemisah terpentin dari air

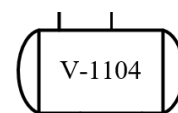
Jenis : *Vertical Separator*

Tekanan : Vacuum

Suhu : 60°C-75°C

Kapasitas : 1800 L

Dimensi : ID 970 x 2440 T/T

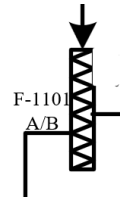


Gambar 4. 8 Separator

6. Filter

Fungsi : Proses penyaringan pada *filter*

1. Penyaringan sebelum masuk *scrubber unit*
2. Penyaringan sebelum masuk *soft rosin tank*
3. Penyaringan sebelum masuk unit *reactor*



Gambar 4. 9 Filter

Tabel 4. 16 Spesifikasi Filter

Uraian	<i>Melter Filter</i> (F-1201 A/B)	<i>Scrubber Filter</i> (F-1202 A/B)	<i>Gaf Filter</i> (F-1203 A/B)
Fungsi	Penyaringan sebelum masuk <i>Scrubber unit</i>	Penyaringan sebelum masuk <i>Washing unit</i>	Penyaringan sebelum masuk <i>Reactor unit</i>
Jenis	<i>Filter</i>	<i>Filter</i>	<i>Filter</i>
Jumlah	2	2	2
Ukuran	80 <i>mesh</i>	150 <i>mesh</i>	10 mikron
Material	SS-304	SS-304	SS-304
Kapasitas	200 kg	70 L	100 L

4.9.2 Spesifikasi Alat Pendukung Unit PGT

1. Pompa (P-1101) / (P-1102)

Fungsi : Transportasi getah dari *scrubber* ke *softrosin tank* dan ke reaktor

Tipe : *Horizontal pump*, T = 70°C

Daya : 20 HP

Frek : 50 Hz

Kec. Putar : 2900 rpm

Head : 40 m

Suction : 5 m

Kapasitas normal: 40.000 L/h

Kapasitas desain : 50.000 L/h

4.10 Utilitas

Sistem utilitas merupakan suatu sarana yang menunjang proses produksi dalam suatu industri. Sistem utilitas yang digunakan di KBM Perhutani Pine

Chemical Industry (PPCI) Perum Perhutani Pemalang meliputi unit-unit sebagai berikut:

1. Unit Penyedia Air
2. Unit Penyedia Uap
3. Unit Penyedia Tenaga Listrik
4. Unit Penyedia Udara Tekan

4.10.1 Unit Penyedia Air

Air yang digunakan di PPCI Pemalang berasal dari sumur *deepwall*. Air dari sumur dipompa dengan menggunakan pompa *submersible* (pompa dalam air) yang diletakkan 60meter dari permukaan air sumur sebanyak 3 buah. Total air yang dapat diperoleh dari sumur *deep well* sekitar 672 m³/hari. Sumber air baku di ambil dari sumur *deep well* yang berjumlah 2 unit dengan pertimbangan sumber air sungai dan laut tidak memadai, penggunaan air PDAM memerlukan biaya lebih mahal dan tidak bisa diandalkan bila sewaktu waktu mati, sumur *deep well* ditanam hingga kedalaman 100–150 meter sehingga tidak mempengaruhi kualitas dan kuantitas sumur warga, pengelolaan sumur *deep well* relatif mudah, air sumur *deep well* relatif jernih, dan ketersediaan air yang mencukupi.

Unit *water treatment* digunakan untuk keperluan teknis dan non teknis misalnya air pendinginan, air *boiler*, air proses, dan pemadam kebakaran.

a. Penyediaan air proses (*water treatment plant*)

Pada unit ini bertugas menghasilkan air bersih yang memenuhi persyaratan sebagai air proses yang terbebas dari zat kimia yang dapat mengganggu proses industri, termasuk air untuk umpan *boiler*. Secara umum proses pengolahan air proses pada unit melalui tahapan sebagai berikut:

1) Presedimentasi

Pada tahapan ini air dari sumur *deep well* di pompa menuju bak penampungan (*waterpond*) yang memiliki kapasitas 240 m³. Di dalam *waterpond* air didiamkan beberapa saat agar terjadi pengendapan kotoran yang tersuspensi misal lumpur, sampah ukuran kecil, dan lain-lain yang ada di dalam air sumur *deep well*. Selain itu di dalam bak penampungan di tambahkan *chlorine* yang berfungsi sebagai desinfektan untuk membunuh mikroba yang terkandung dalam air.

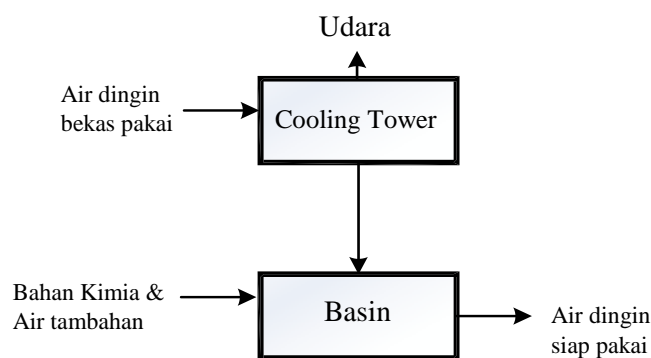
2) Filtrasi

Filtrasi yang dimaksudkan untuk menyaring kotoran yang masih terkandung dalam air. Pada proses ini menggunakan *multimedia filter* dengan media penyaring berupa karbon aktif dan resin.

Setelah melewati tahap – tahap tersebut, air proses kemudian di tampung di *water proses tank* yang kemudian di distribusikan untuk keperluan operasi di *service water plant* 60 m³/hari dan di *Make up Cooling Tower* 322,35 m³/hari serta sebagai bahan baku pengolahan air di umpan *boiler*.

b. Penyediaan Air Pendingin (*Cooling Water*)

Di unit proses air pendingin digunakan sebagai media pendingin pada kondensor, pendingin *flacker*, dan *cooler*. Penyediaan air pendingin berasal dari sumur *deep well* yang di pompa ke bak penampungan (*water pond*) kemudian ditampung di *water process tank*. Air yang telah digunakan sebagai media pendingin terdiri dari *cooling tower*, *basin*, pompa air pendingin, sistem injeksi bahan kimia, dan *induce draft fan counter flow*. Untuk selanjutnya di tampung di bak air pendingin (*basin*) dengan kapasitas 240m³ yang nantinya dikembalikan ke *water process tank*. Sistem injeksi bahan kimia pada *basin* digunakan untuk mengolah air pendingin untul mencegah korosi dan mencegah terbentuknya kerak di peralatan proses



Gambar 4. 5 Skema penyediaan air cooling tower PPCI Pemalang

c. Penyediaan Air Pemadam Kebakaran (*Fire Fighting*)

Penyediaan air untuk pemadam kebakaran berasal dari *water pond* memiliki kapasitas 240 m³. Air yang ada di dalam *water pond* dilakukan pengendapan dan penambahan *chlorine* sebagai desinfektan. Setelah pengotor-

pengotor mengendap, air akan di distribusikan menuju *hydrant-hydrant* yang ada di plant.

d. Penyediaan Air Umpan *Boiler*

Water treatment juga bertugas dalam penyedia air umpan *boiler*. Air umpan ini di peroleh dari hasil penyaringan, tetapi masih banyak mengandung pengotor-pengotor yang akan mengganggu proses.

4.10.2 Unit Penyedia Uap

Unit ini bertugas untuk menyediakan *steam* yang dibutuhkan untuk proses produksi. Proses penyediaan steam untuk kebutuhan di PPCI Pemalang menggunakan 2 unit *boiler* jenis *fire tube* dengan kapasitas masing-masing 4 ton/jam menggunakan bahan bakar *Marine Fuel Oil* (MFO). *Boiler* merupakan bejana tertutup yang digunakan untuk mengubah air demin menjadi *steam* menggunakan panas yang diperoleh dari proses pembakaran bahan bakar. Di dalam dapur *boiler*, pembakaran bahan bakar menghasilkan panas yang akan memanaskan permukaan bidang pemanas. Hal ini menyebabkan air yang terdapat di dalam *boiler* mendidih sehingga berubah menjadi *steam* pada keadaan *superheated steam* dan mempunyai suhu 185 °C dan tekanan ± 8 bar. Untuk menghindari akumulasi ion – ion terlarut dilakukan *blowdown* setiap satu jam sekali dengan parameter proses *boiler* yang diamati adalah kualitas air dan ketinggian air dijaga pada level 50 – 70% *steam* dari *boiler* ini digunakan untuk :

a. Kebutuhan utilitas

- 1) Media pemanas untuk *dearator*, yaitu untuk menghilangkan kandungan oksigen terlarut dalam air umpan *boiler*.
- 2) Media pemanas bahan bakar MFO yang dipanaskan hingga mencapai *flash point* agar mudah terbakar.
- 3) Proses *atomizing* untuk membuat kabut minyak bakar agar minyak bakar lebih mudah bekatok dengan oksigen sehingga menjadi lebih mudah terbakar.

b. Kebutuhan unit proses

- 1) Media transfer *soft rosin* pada unit PGT, karena viskositas cairan yang tinggi dan perlu pemanasan agar tidak mengental pada proses transfer.

- 2) Media pemanas pada *plant* satu dan *plant* tiga berupa tubing pada instalasi pipa yang bertujuan memanaskan sambungan pada pipa karena fluida yang di transfer bersifat mengeras jika pada suhu 40°C.

4.10.3 Unit Penyedia Tenaga Listrik

Sumber tenaga listrik di PPCI Pemalang adalah *Power house*. *Power house* bertujuan untuk menyediakan kebutuhan tenaga listrik di seluruh perusahaan PPCI Pemalang. Listrik yang dibutuhkan dipasok seluruhnya oleh PLN sebesar 20 kV. PPCI Pemalang juga memiliki *diesel engine generator* kapasitas 450 kVA menggunakan penggerak berupa mesin diesel dengan bahan bakar solar. *Diesel engine generator* hanya digunakan pada saat keadaan mati listrik dari PLN, namun hanya untuk penerangan *supply* listrik *main office* saja.

Kebutuhan listrik di PPCI Pemalang digunakan untuk keperluan :

1. Operasi pada *plant* 721 kW (36%) meliputi unit PGT (*Plant 1*) 141,5 kW, unit Fraksinasi Terpentin (*Plant 2*) 149,5 kW, unit Gliserol Rosin Ester (*plant 3*) 189,6 kW, unit terpineol (*Plant 4*) 185 kW, laboratorium 11 kW, dan *warehouse* 66,84 kW
2. *Utility* 1273 kW (64%) meliputi *Water Treatment Plant* 59 kW, *Boiler* 78 kW, *Cooling tower* 600 kW, TOH 170 kW, *Cooling oil* 36 kW, *Fuel system* 20 kW, Unit udara tekan 182 kW, *Water Waste Treatment Plant* (WWTP) 59 kW, *Fire hydrant* 69 kW

4.10.3 Unit Penyedia Udara Tekan

Perhutani Pine Chemical Industry menggunakan udara tekan yang dibangkitkan oleh compressor GE – 981 A/B yang kemudian ditampung dalam sebuah tangki compressor terlebih dahulu. Penampungan udara ini dilakukan dengan tujuan untuk menjaga kestabilan tekanan udara. Sebagian udara tekan digunakan untuk aerasi (pengadukan air limbah) dan sebagian lainnya digunakan sebagai instrument air. Instrument air digunakan menggerakkan instrumentasi yang bekerja secara *pneumatle*, seperti valve pada instrumentasi.

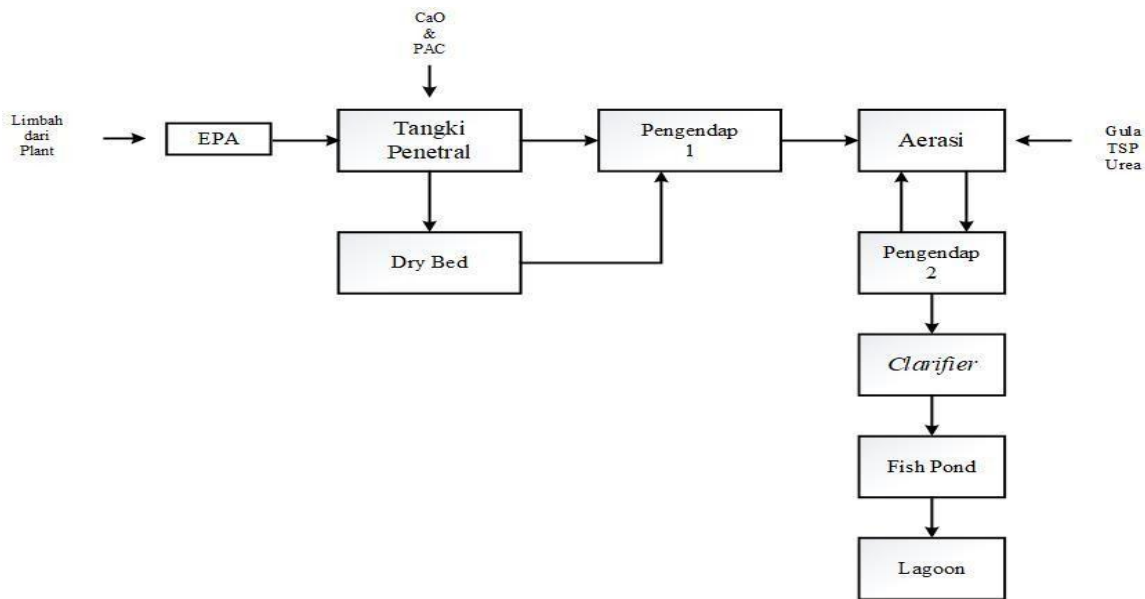
4.11 Pengolahan Limbah

Limbah merupakan suatu masalah yang ditimbulkan dari proses produksi yang memerlukan suatu penanganan khusus, agar tidak terjadi pencemaran di lingkungan sekitarnya. Pada dasarnya limbah KBM-IHH Perhutani Pine Chemical Industry (PPCI) Pemalang berupa :

1. Limbah cair
2. Limbah padat
3. Limbah B3

4.11.1 Unit Pengolahan Limbah Cair

Pengolahan limbah cair di PPCI Pemalang secara sederhana ditunjukkan oleh blok diagram berikut ini :



Gambar 4. 6 Blok Diagram Pengolahan Limbah Cair

Limbah cair yang berasal dari *plant* diolah dalam suatu tempat pengolahan limbah yaitu unit *Water Waste Treatment Plant* (WWTP). Dalam unit WWTP ada beberapa tahapan proses, Pengolahan limbah WWTP diawali dengan mengalirkan limbah cair dari *plant* ke *equalizer pond* yang berkapasitas 35 m³. Bak *equalizer* berfungsi sebagai tempat penampungan sementara sebelum dialirkan ke tangki penetral. Aliran limbah dari bak equalisasi sebelum ke bak aerasi dialirkan terlebih dahulu menuju tangki penetral untuk di tambahkan suspense kapur (CaO) sebanyak 3 kg dan PAC sebanyak 1 L. Penambahan kapur ini bertujuan untuk mengontrol pH limbah agar tidak asam, sedangkan PAC berfungsi sebagai koagulen untuk penjernihan limbah cair. Oleh karna itu pada tangki produk dilengkapi *agitator* yang berfungsi untuk mempercepat proses koagulasi dan floakulasi. Tangki penetral ini betkapasitas 25m³ yang berjumlah 3 tangki. Selanjutnya air limbah dari tangki produk dialirkan menuju tangki pengendap 1 dan endapan yang terdapat di dalam tangki bagian bawah dialirkan ke *dry bed* dengan gravitasi. Pada bak pengendap 1 ini berfungsi sebagai penampung air

limbah dari bak penetral sebelum masuk ke aerasi. Limbah dari Tangki Pengendap 1 yang berupa air dialirkan ke unit Aerasi berkapasitas 67,5 m³ yang bekerja sebagai aerob. Di dalam bak Aerasi ini di tambahkan bakteri aerob dan supply oksigen menggunakan blower. Fungsi penambahan bakteri adalah untuk mereduksi kandungan pengotor pada limbah secara biologis. Jenis bakteri yang digunakan tersebut membutuhkan oksigen agar bakteri dapat tetap hidup dan memecah pengotor – pengotor organik menjadi CO₂. Di dalam bak Aerasi juga ditambahkan 1,5 kg Gula, 1,2 kg Urea, dan 1,2 kg TSP sebagai makanan bagi bakteri tersebut. Bakteri yang mengendap di bawah akan di alirkan ke aerasi lalu air akan mengalir ke *clarifer*. *Clarifer* berfungsi untuk filtrasi sejumlah kecil partikel-partikel halus yang menghasilkan *liquid* yang jernih yang bebas partikel-partikel *solid* atau *suspense* ataupun bakteri yang masih terbawa. Partikel-partikel padatan yang mengendap di bawah bak penetral dan *clarifier* akan di transfer menuju *drying bed*. Pada bak ini terdapat filter untuk pemisahan kandungan air sisa dengan endapan lumpur. Air limbah kemudian dimasukkan ke dalam *lagoon* dengan waktu tinggal yang cukup lama agar terjadi pemurnian secara biologis alami sesuai dengan derajat pengolahan yang ditentukan. Jika air limbah masih mengandung COD yang tinggi akan dikembalikan lagi menuju bak *aerasi* untuk di proses ulang sampai kandungan COD pada *lagoon* sesuai dengan derajat pengolahan yang ditentukan. Jika kandungan COD pada final *lagoon* sudah dibawah angka 250, air limbah aman untuk dibuang ke lingkungan.

4.11.2 Unit Pengolahan Limbah Padat

Limbah padat yang ada di PPCI Pemalang berasal dari berbagai unit, baik dari aktifitas manusia, proses produksi, maupun yang terjadi secara alamiah. Limbah padat tersebut di antaranya adalah dedaunan, ranting, berbagai jenis plastik, kertas, kaleng- kaleng, botol bekas kemasan dan lain sebagainya. Limbah padat yang dihasilkan oleh PPCI Pemalang ditampung sementara pada tiga buah tong sampah dengan warna hijau, kuning, dan hitam yang diletakkan di seluruh area PPCI Pemalang. Adapun karakteristik dan jenis sampah yang dibuang ke dalam tong sampah sementara tersebut berbeda-beda sesuai dengan warna tong sampah tersebut, yaitu sebagai berikut :

1. Warna Hijau : untuk jenis sampah organik, berupa dedaunan, serta jenis sampah yang mudah terurai.

2. Warna Kuning : untuk jenis sampah anorganik, berupa plastik, kaleng, botol, serta jenis sampah yang tidak mudah terurai.
3. Warna Hitam : untuk jenis sampah yang mengandung B-3.

Setelah ditampung sementara pada tong sampah tersebut, maka dilakukan pengolahan sampah lebih lanjut untuk sampah yang dihasilkan pada PPCI Pemalang. Pengolahan sampah lebih lanjut tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Untuk sampah anorganik dan organik di buang ke TPS (Tempat Pembuangan Sementara) yang telah ada di pabrik. Dari TPS sampah organik dan anorganik di angkut oleh Pemda setempat menuju ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir) yang dilakukan setiap minggu sekali.
- b. Untuk sampah domestik yaitu limbah dedaunan dan ranting kayu keluaran dari
- c. *melter filter* dimanfaatkan oleh perusahaan lain untuk mengolah kapur.
- d. Selain metode pengolahan limbah padat di atas, dapat pula ditambahkan dengan metode pengolahan limbah yang lain yang dikenal dengan sebutan 3R yaitu *Reduce, Reuse, dan Recycle*. Berikut ini akan dijelaskan arti dari masing-masing istilah tersebut :
 - *Reduce* : Pengurangan sampah yang dimulai dari sumber sampah.
 - *Reuse* : Penggunaan ulang barang - barang yang akan dibuang atau sudah lama tidak digunakan untuk fungsi yang sama.
 - *Recycle* : Pendaur-ulangan sampah menjadi suatu barang atau produk baru yang bermanfaat.

4.11.3 Unit Pengolahan Limbah B3

Limbah B3 yang dihasilkan PPCI dari aktivitas produksi dan laboratorium. Limbah dari lingkungan laboratorium PPCI berupa limbah bekas kemasan bahan kimia, limbah sisa *reagent*, dan kemasan *reagent* yang bersentuhan langsung dengan bahan – bahan kimia yang berpotensi menjadi limbah B3. Sedangkan limbah B3 dari aktivitas produksi berasal dari getah resin yang tercecer dan tidak mendapat perlakuan untuk digunakan kembali. Disamping itu limbah yang dihasilkan juga dapat berupa sisa kemasan campuran / bahan penunjang yang digunakan untuk produksi. Limbah B3 juga dihasilkan dari penggantian oli genset, alat-alat produksi, serta kain majun yang digunakan dan bersentuhan dengan oli bekas, limbah batu baterai bekas, tisu

bekas lap tinta. Limbah B3 dari *workshop* berupa *sparepart* yang sudah tidak terpakai (rusak), kain majun pemeliharaan unit *plant*, penggantian aksesoris peralatan unit *plant*, dan lain - lain. Dari aktivitas IPAL, limbah B3 dihasilkan berupa dari lumpur *bash* / kering sisa pengolahan pada *sludge drying bed*.

Untuk menanggulangi limbah B3 PPCI Pernalang telah melakukan kegiatan pengelolaan B3 mulai dari pengumpulan, pewardahan, penyimpanan, dan pengangkutan. Penyimpanan sementara limbah B3 dilakukan di TPS B3 yang berlokasi di area lingkungan pabrik yang sudah diberi ijin. Pewardahan untuk limbah B3 cair berupa lumpur sisa pengolahan pada *sludge drying bed* yaitu dengan menggunakan drum-drum yang tertutup, sedangkan untuk limbah dari laboratorium di masukkan kedalam botol dan diletakkan pada rak-rak yang dikelompokkan sesuai jenisnya. Limbah B3 yang sudah di beri label sesuai jenis limbah, serta terdapat papan neraca limbah B3. Pengolahan B3 diserahkan pada pihak ketiga yaitu PT. Putra Restu Ibu Abadi. Namun untuk pengambilan limbah B3 di PPCI Pernalang tidak diberi batas waktu, tetapi pihak ketiga akan mengambil limbah B3 yaitu *Sludge drying bed* tersebut jika limbah B3 sudah mencapai 6 ton di TPS PPCI Pernalang.

4.12 Laboratorium

Pengendalian mutu merupakan salah satu aspek yang perlu dilakukan dalam suatu industri, karena dalam pengendalian mutu bias diketahui kualitas dari produk maupun bahan baku yang digunakan sehingga diharapkan bias menghasilkan produk yang sesuai dengan yang diinginkan oleh perusahaan.

Pengendalian mutu di Perhutani *Pine Chemical Industry* (PPCI) Pernalang dilaksanakan di laboratorium antara lain laboratorium kualitas produk derivative gondorukem dan terpentin maupun kualitas air proses beserta limbah air proses. Analisis air proses dan analisis limbah air proses dilakukan setiap *shift* yaitu setiap 8 jam sekali.

Analisis di laboratorium PPCI Pernalang meliputi uji kualitatif dan kuantitatif. Pengujian yang dilakukan antara lain uji kualitas bahan baku proses, uji produk derivative gondorukem dan terpentin, uji kualitas air proses dan limbah air proses. Adapun beberapa parameter analisis kuantitatif maupun kualitatif yang dilakukan seperti analisis uji kualitas getah, kadar kotoran, kadar abu, *spesific*

gravity, analisis *spektrofotometri*, viskositas, warna, *softening point*, *acid point*, dan uji sisa penguapan, kesadahan, konduktivitas, alkali, kebasaaan, kekeruhan, dan total padatan yang terkandung dalam air.

4.12.1 Laboratorium

Laboratorium merupakan salah satu unit penunjang yang penting dalam suatu pabrik atau industri termasuk juga industri derivative gondorukem dan terpentin. Laboratorium di PPCI Pemalang bertugas untuk melakukan pengawasan terhadap proses produksi mulai dari bahan baku sampai menjadi produk agar dapat memperoleh produk yang baik dan seragam serta memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh SNI.

Sarana yang tersedia di PPCI Pemalang adalah laboratorium pengujian produksi yang terdiri dari :

1. Laboratorium Pengujian Kualitas Bahan Baku

Laboratorium ini bertugas untuk menganalisis secara rutin mengenai kualitas bahan baku dan produk yang dihasilkan baik dari unit distilasi dan *wax plant* sebelum dipasarkan untuk diketahui spesifikasinya sehingga penurunan dan penyimpangan kualitas produksi dapat segera diketahui dan diatasi.

Analisis yang dilakukan menggunakan prosedur dan alat-alat yang sesuai dengan *standard SNI* (Standar Nasional Indonesia)

a. Analisis kadar kotoran dan air

Analisa kotoran dan air bertujuan untuk menentukan kadar kotoran dalam getah, sehingga mutu/ kualitas getah dapat diketahui. Alat yang digunakan adalah heater, gelas ukur, baskom stainless steel, dan agitator/spatula. Prosedur dari Analisa ini diawali dengan sampel getah di ambil sebanyak 1 kg dilarutkan dalam baskom stainless steel menggunakan 3 kg terpentin (1:3). Kemudian dipanaskan menggunakan heater dengan suhu 70- 80°C, usahakan temperatur tidak lebih dari 80°C karena akan menyebabkan Terpentin menguap. Selama pemanasan lakukan pengadukan menggunakan agitator agar getah cepat larut dalam terpentin. Setelah homogen dilakukan penyaringan menggunakan filter 100 mesh untuk menyaring kotoran kasar dan berukuran besar. Kemudian filtrat dimasukkan ke dalam gelas ukur 250 mL dan dilakukan pengendapan secara gravitasi.

Dalam pengamatan terdapat 3 lapisan yaitu air, jonjot (kotoran halus), dan softrosin.

b. Analisis kadar terpentin

Tujuan dari Analisa ini adalah untuk mengetahui kadar terpentin pada sampel getah. Alat yang digunakan itu sendiri meliputi cawan stainless steel, dan oven. Prosedur dimulai dengan sampel getah diambil 50 gr ditempatkan di dalam cawan stainless steel, kemudian di panaskan menggunakan oven dengan temperatur 100°C selama 1 jam. Ketika kadar air dalam getah telah menguap cawan didinginkan, selanjutnya dilakukan pemanasan kembali dengan temperatur 150°C selama 1 jam. Kadar terpentin didapat dengan menghitung selisih berat cawan setelah dan sebelum dilakukan pemanasan.

a. Analisa densitas getah

Tujuan dari Analisa densitas pada getah adalah untuk mengetahui masa jenis sampel getah. Prosedur yang dilakukan mula mula mengambil 5 gr sampel getah dimasukkan ke dalam gelas ukur 25 mL, kemudian menambahkan 10 mL aquadest ke dalam gelas ukur tersebut. Densitas didapatkan dengan:

- Tinggi total volum – volume aquadest = volume getah
- Massa getah / volume getah = densitas getah

2. Laboratorium Penguji Kualitas Produk Derivatif Gondorukem dan Terpentin

Laboratorium ini bertugas untuk menganalisis secara rutin mengenai kualitas produk yang dihasilkan baik dari unit distilasi dan *wax plant* sebelum dipasarkan untuk diketahui spesifikasinya sehingga penurunan dan penyimpangan kualitas produksi dapat segera diketahui dan diatasi.

Analisis yang dilakukan menggunakan prosedur dan alat-alat yang sesuai dengan *standard ASTM (American Society for Testing and Materials)*.

- Penguji Kualitas Gondorukem

a. Analisis warna

Tujuan : Untuk menganalisis kualitas warna pada gondorukem.

Alat : Lico, tabung reaksi

Prosedur : Mengambil 5 gr sampel ditambah dengan 5 gr toluen. Kemudian diaduk sampai larut semua. Sampel diambil dan dimasukkan ke dalam kuvet. Masukkan kuvet ke dalam Lico, kemudian atur alat tersebut dan hasil akan terbaca secara otomatis dalam monitor.

b. *Analisa Acid Value*

Tujuan : Untuk menganalisis nilai bilangan asam pada gondorukem

Alat : Buret, erlenmeyer

Prosedur : Menimbang sampel 4 gr sampel, masukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian tambahkan etanol netral 100 mL dan 3 tetes indikator PP. Titrasi dengan menggunakan larutan KOH 0,5 N.

c. *Analisis softening point*

Tujuan : Mengetahui analisis nilai softening point dari gondorukem

Alat : Heater, ring and ball apparatus, thermometer

Prosedur : Memanaskan sampel sampai meleleh, kemudian cetak dalam ring/cincin yang tersedia sampai sampel mengeras dalam cincin. Memanaskan aquadest dalam gelas beaker sampai 40°C. Merangkai alat ring and ball apparatus, kemudian letakkan bola tersebut diatas gondorukem yang sudah mengeras dalam cincin. Memasukkan rangkaian alat ketika suhu air 40°C, tunggu hingga bola menembus padatan gondorukem yang meleleh. Ketika bola menebus sampel mencapai dasar alat, suhu yang dicapai saat itu juga menunjukkan softening point yang didapatkan.

d. *Analisis volatile oil content (VOC)*

Tujuan : Menganalisis kadar gondorukem yang masih tersisa

Alat : Cawan stainless steel, oven

Prosedur : Mengambil 10gram sampel, menempatkannya pada cawan stainless steel. Kemudian panaskan dalam oven pada suhu 154°C selama 1 jam. Hasil sisa penguapan didapat dari pengurangan berat cawan sebelum dan sesudah dipanaskan.

e. *Analisa Kadar Kotoran (KK)*

Tujuan : Mengetahui kadar kotoran dalam gondorukem

Alat : Erlenmeyer, cawan Goach G-3, oven

Prosedur : Mengambil 10 gram sampel dan dilarutkan dengan toluen hingga volumenya 40 mL. Kemudian saring menggunakan cawan Goach dan dioven pada suhu 154°C selama 1 jam.

f. *Analisa Kadar Abu (KA)*

Tujuan : Mengetahui kadar mineral atau organik pada gondorukem

Alat : Cawan porselen, furnace

Prosedur : Menimbang 5 gram sampel dalam cawan porselen yang sudah diketahui beratnya. Kemudian dimasukkan kedalam furnace pada suhu 625°C selama 1 jam.

g. Analisa Bilangan Penyabunan (*Saponification Value*)

Tujuan : Mengetahui jumlah asam yang terdapat pada gondorukem

Alat : Erlenmeyer, buret

Prosedur : Mengambil 4 gram sampel ke dalam Erlenmeyer serta tambahkan 50 mL etanol netral dan 50 mL KOH 0,5 N. Campuran kemudian di-waterbath selama 1 jam pada suhu 65-80°C. Tambahkan 3 tetes PP sebagai indikator dan di titrasi dengan HCL 0,5 N.

h. Analisa Bilangan Iod

Tujuan : Mengetahui banyaknya ikatan rangkap atau ikatan tidak jenuh dalam gondorukem

Alat : Erlenmeyer, buret

Prosedur : Mengambil 1 gram ke dalam Erlenmeyer serta tambahkan 20 mL Chloroform dan 25 mL Wijs Solution. Simpan larutan di tempat yang gelap selama 30 menit. Campuran ditambahkan 25 mL larutan KI 10% dan diencerkan dengan 10 mL aquadest. Titrasi larutan dengan Tio 0,1 N hingga warna kuning hilang. Tambahkan 1 tetes indikator amilum dan lanjutkan titrasi hingga warna biru hilang.

• Penguji Kualitas Terpentin

a. Analisis Densitas

Tujuan : Mengetahui densitas dari terpentin

Alat : piknometer

Prosedur : Menimbang berat kosong dari piknometer. Kemudian masukan sampel ke dalam piknometer, kemudian menimbang berat sampel dan piknometer. Selisih berat piknometer isi dan piknometer kosong adalah berat sampel. Berat sampel kemudian dibagi dengan volume piknometer yang digunakan, maka akan didapatkan massa jenis dari sampel tersebut.

b. Analisis Indeks Bias

Tujuan : Mengetahui indeks bias pada terpentin

Alat : Refractometer

Prosedur : Membersihkan terlebih dahulu permukaan alat dengan ethanol, kemudian tetesi bidang pada refraktometer yang akan dilihat menggunakan terpentin, amati pengukuran alat dan suhu yang tertera. Kemudian melakukan perhitungan sebagai berikut

indeks bias = (angka hasil pengamatan + {(suhu pengamatan-20°C) x 0,0004}).

c. Analisis *Acid Value* (Bilangan Asam)

Tujuan : Untuk menganalisis nilai bilangan asam pada terpentin

Alat : Buret, erlenmeyer

Prosedur : Menimbang sampel 5 gr sampel, masukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian tambahkan etanol netral 25 mL dan 3 tetes indikator PP. Titrasi dengan menggunakan larutan KOH 0,1 N.

d. Analisis *Volatile Oil Content* (VOC)/Sisa Penguapan

Tujuan : Menganalisis kadar terpentin yang masih tersisa

Alat : Cawan stainless steel, oven

Prosedur : Mengambil 50 gram terpentin, menempatkannya pada cawan stainless steel. Kemudian panaskan dalam oven pada suhu 154°C selama 1 jam. Hasil sisa penguapan didapat dari pengurangan berat cawan sebelum dan sesudah dipanaskan.

e. Analisis Putaran Optik

Tujuan : Mengetahui besarnya putaran optik

Alat : Polarimeter

Prosedur : Mengambil sampel dan memasukkannya ke dalam polarimeter tube. Kemudian memasukkan besar densitas pada sampel. Besarnya nilai polari meter akan tertera pada layer polarimeter.

f. Analisis Kadar Minyak dalam Sampel

Tujuan : Untuk mengetahui komponen terpentin, α -pinene, β - pinene, δ -carene, δ -limonen, dan α -terpineol beserta kadar yang terkandung di dalam sampel.

Alat : GCMS

Prosedur : Sampel di ambil 0,1 mL dilarutkan dalam labu takar 10 mL menggunakan etanol P.A sampai tanda batas. Kemudian mengambil larutan yang telah di buat di masukkan ke dalam Vial dengan volume

secukupnya. Vial yang berisi larutan sampel di tempatkan dalam rak GCMS, kemudian analisis berjalan secara otomatis.

4.12.2 Alat-Alat Utama Laboratorium

1. Laboratorium Penguji Bahan Baku

Alat-alat utama yang digunakan pada laboratorium analisis bahan baku, diantaranya :

- a. *Filter 100 mesh*, baskom *stainless steel*, gelas ukur digunakan untuk analisis kadar kotoran dalam getah.
- b. *Hot Plate*, *Termometer*, *Spatula/Agitator*, digunakan untuk melarutkan getah dalam terpentin.
- c. Cawan *Stainless Steel*, *Oven*, neraca, digunakan untuk analisis kadar terpentin.

2. Laboratorium Penguji Produk Derivatif Gondorukem dan Terpentin

a. Analisis Produk Gondorukem

Alat-alat utama yang digunakan pada laboratorium analisis gondorukem antara lain :

- *Lico 620 (Hach Lange)*, digunakan untuk analisis warna.
- Buret, digunakan untuk analisis bilangan asam.
- *Ring and ball apparatus*, digunakan untuk analisis *softening point*.

b. Analisis Produk Terpentin

Alat-alat utama yang digunakan pada laboratorium analisis terpentin antara lain :

- Buret, digunakan untuk analisis bilangan asam dengan cara titrasi.
- *Oven*, cawan *stainless steel*, digunakan untuk analisis *volatile oil content (VOC) / Sisa Penguapan*.
- *Refraktometer (ATAGO)*, digunakan untuk analisis indeks bias.
- *Piknometer*, digunakan untuk analisis berat jenis.

c. Analisis Produk Derivatif Terpentin

Alat-alat utama yang digunakan pada laboratorium analisis derivative terpenin antara lain :

- *Shimadzu GCMS-QP2010S*, digunakan untuk analisis kadar α -pinene, β -pinene, δ -carene, β -limonen.
- Buret, digunakan untuk analisis normalitas dengan cara titrasi.

3. Laboratorium Penguji Air

Alat-alat utama yang digunakan pada laboratorium analisis air antara lain :

- a. Spektrofotometer (*spectroquantpharo300*), digunakan untuk analisis zat yang terkandung dalam air proses dan air limbah
- b. Multimeter (HANNA HI 9811-5), digunakan untuk analisis pH, TDS, *conductivity* (mengenai tingkat keasaman dan kebasaan air).
- c. Turbidimeter (TU-2016), digunakan untuk analisis *turbidity* (mengetahui tingkat kekeruhan yang dinyatakan dalam Ntu).
- d. COD reactor (*spectroquant TR 320*), digunakan untuk memanaskan sampel yang akan dianalisis kadar COD
- e. Incubator FTC 90E, digunakan untuk menyimpan sampel dalam botol *winkler* yang akan dianalisis kadar BOD. Disimpan selama 5 hari untuk menghidupkan bakteri yang terkandung dalam sampel.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Perum Perhutani *Pine Chemical Industry* (PPCI) Pemalang memiliki tujuan untuk menjadi *dominant player in gum rosin and turpentine derivative*. PPCI Perum Perhutani Pemalang mengolah getah pinus menjadi derivat gondorukem dan terpentin. PPCI Perum Perhutani Pemalang memiliki 4 pabrik utama yaitu Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT), Pabrik Fraksinasi Terpentin (PFT), Pabrik Gliserol Rosin Ester (PGRE) dan Pabrik Terpeneol.

Bahan baku utama dari unit PGT di PPCI Pemalang adalah getah pohon pinus dan terpentin sedangkan bahan penunjangnya adalah *hot water*, asam oksalat, dan garam industri. Produk utama unit PGT di PPCI Pemalang adalah gondorukem sedangkan produk sampingnya adalah terpentin. Tahapan proses di unit PGT di PPCI Pemalang adalah persiapan bahan baku, pelarutan getah pinus dalam terpentin, pemisahan pengotor yang terkandung dalam *soft rosin*, pemasakan larutan getah (*soft rosin*) dan proses pengemasan gondorukem (*canning*).

Dalam pembuatan Gondorukem dan Terpentin, bahan baku yang digunakan berupa getah pinus sebanyak 12.000 kg/jam. Produk yang dihasilkan berupa Gondorukem sebanyak 8.400 kg/jam dan Terpentin sebanyak 8.344 kg/jam. Presentase efisiensi energi yang digunakan dalam proses Pembuatan Gondorukem dan Terpentin sebesar 93% dengan presentase total panas hilang dalam proses sebesar 7% dari panas yang masuk.

Peralatan utama yang digunakan pada KBM-IHH PPCI Perum Perhutani Pemalang yaitu *melter*, *scrubber*, *evaporator*, kolom fraksinasi, reaktor esterifikasi dan *flacker*. Untuk memperlancar kegiatan operasi, dibutuhkan unit penunjang/ utilitas, yaitu unit penyediaan listrik, unit penyediaan air, unit penyediaan udara bertekanan, dan unit penyediaan *steam*. Kapasitas air yang disediakan di PPCI Perum Perhutani Pemalang sekitar 672 m³/hari dan kapasitas listrik yang disediakan sebesar 1.994 kW. PPCI Perum Perhutani Pemalang melakukan penanganan khusus terhadap limbah cair, limbah padat, dan limbah B3. Pengawasan terhadap proses produksi KBM-IHH PPCI Perum Perhutani Pemalang dilakukan di Laboratorium Penguji Kualitas Bahan Baku serta Laboratorium Penguji Kualitas Produk Derivatif Gondorukem dan Terpentin.

5.2 Saran

Saran yang dapat diambil setelah melakukan kerja praktek di pabrik Perhutani *Pine Chemical Industry* antara lain :

1. Data pada *control room* perlu langsung dimasukkan kedalam *softfile*, agar dapat digunakan sebagai arsip yang kedepannya dapat menjadi bahan evaluasi untuk Perhutani Pine Chemical Industry Perum Perhutani Pematang.
2. Meningkatkan kesadaran dan kedisiplinan terkait penggunaan APD di lingkungan pabrik.
3. Melengkapi *flowmeter* pada utilitas di pabrik untuk memudahkan dalam pengukuran dan pencatatan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Amini, R., Masruri, & Rahman, M. (2014). Analisis minyak terpentin (Pinus merkusii) hasil produksi perusahaan lokal dan perdagangan menggunakan kromatografi gas-Spektroskopi massa (KG-SM) serta metode pemurniannya. *Student Journal*, 1(1), 147–153.
- Badan Nasional Indonesia. (2011). SNI 7633:2011 (Minyak Terpentin). *Badan Nasional Indonesia*.
- Badan Nasional Indonesia. (2016). SNI GETAH PINUS, Pub. L. No. SNI 7837:2016. *Badan Nasional Indonesia*.
- Divisi Diklat Perhutani Pine Chemical Industry. (2017). Perhutani Pine Chemical Industry. *Presentasi Profil Perusahaan*.
- Google Maps. (2022). *Lokasi Perhutani Pine Chemical Industry PDGT*. <https://www.google.co.id>
- Green, D. W., & Perry, R. H. (2008). *Perry's Chemical Engineers' Handbook, Eighth Edition* (8th ed. /). McGraw-Hill Education.
- Irvan, P. B. M., & Sasmitra, J. (2015). Ekstraksi 1, 8-cineole dari minyak daun *Eucalyptus urophylla* dengan metode soxhletasi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(3).
- Kirk, R. E. & Othmer, D. F. (2007). Rosin dan Rosin Derivate. In *Encyclopedia of Chemical Technology* (21st ed.). The Interscience Encyclopedia. Inc.
- SNI Gondorukem, Pub. L. No. SNI 01-5009.12:2011 (2001).
- National Center for Biotechnology Information. (2022a). *PubChem Compound Summary for CID 17100, alpha-Terpineol*. PubChem.
- National Center for Biotechnology Information. (2022b). *PubChem Compound Summary for CID 443156, (+)-3-Carene*. PubChem.
- National Center for Biotechnology Information. (2022c). *PubChem Compound Summary for CID 6607, Dimethisterone*. PubChem.
- National Center for Biotechnology Information. (2022d). *PubChem Compound Summary for CID 6654, alpha-Pinene*. PubChem.
- National Center for Biotechnology Information. (2022e). *PubChem Compound Summary for CID 971, Oxalic acid*. Pubchem.Ncbi.Nlm.Nih.Gov.
- Patnaik, P. (2003). *Handbook of inorganic chemicals* (Vol. 529). McGraw-Hill New York.
- Rismana, E., & Nizar. (2014). Kajian Proses Produksi Garam Aneka Pangan menggunakan Beberapa Sumber Bahan Baku. *Chemistry Progress*, 7(1), 58–61.
- Riwayati, I. (2005). Pengaruh Jumlah Adsorben Karbon Aktif dan Waktu Proses Bleaching pada Pengolahan Gondorukem. *Majalah Ilmiah MOMENTUM*, 1(2).
- Susan, B. (1996). *Merck index 12th Edition, Merck & Co Abietic Acid*. Inc.
- Wiyono, B., Tachibana, S., & Tinambunan, D. (2006). Chemical compositions of pine resin, rosin and turpentine oil from west java. *Indonesian Journal of Forestry*

Research, 3(1), 7–17.

LAMPIRAN 1
PERHITUNGAN Z SCORE GONDORUKEM

a. Analisa Warna

Analisa Warna							
Nama Laboratorium	Batch					Mean (Xi)	Z-Score
	343	344	345	346	347		
Lab personal	5,8	5,7	5,7	6,4	6,4	6	-0,70711
PPCI Pemalang	5,7	5,6	5,8	6,5	6,5	6,02	0,707107

$$\text{Mean (xi)} = \frac{6+6,02}{2} = 6,01$$

$$\text{Standar Deviasi} = 0,014142$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Z Score Personal} &= \frac{xi-x}{\text{Standar Deviasi}} \\ &= \frac{6-6,01}{0,014142} \\ &= -0,70711 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Zscore PPCI} &= \frac{xi-x}{\text{Standar Deviasi}} \\ &= \frac{6,02-6,01}{0,014142} \\ &= 0,707107 \end{aligned}$$

b. Analisa Bilangan Asam

Analisa Bilangan Asam							
NAMA LABORATORIUM	Batch					Mean (Xi)	Z-Score
	343	344	345	346	347		
Personal	179,89	177,38	183,04	176,12	177,38	178,762	0,707107
PPCI Pemalang	178,91	177,2	178,55	177,9	178,43	178,198	-0,70711

$$\text{Mean (xi)} = \frac{178,762+178,198}{2} = 178,48$$

$$\text{Standar Deviasi} = 0,398808$$

$$\bullet \text{ Z Score Personal} = \frac{xi-x}{\text{Standar Deviasi}}$$

$$= \frac{178,762-178,48}{0,398808}$$

$$= 0,707107$$

- Zscore PPCI = $\frac{xi-x}{Standar\ Deviasi}$
 $= \frac{178,198-178,43}{0,398808}$
 $= -0,70711$

c. Analisa Softening Point

Analisa Softening Point							
NAMA LABORAT	Batch					Mean (Xi)	Z-Score
	343	344	345	346	347		
Personal	78	78	78	78	77	77,5	-0,70711
PPCI Pemalang	78	78	78	78	78	78	0,707107

$$\text{Mean (xi)} = \frac{77,5+78}{2} = 77,75$$

$$\text{Standar Deviasi} = 0,353553$$

- Z Score Personal = $\frac{xi-x}{Standar\ Deviasi}$
 $= \frac{77,5-77,75}{0,353553}$
 $= -0,70711$

- Z Score PPCI = $\frac{xi-x}{Standar\ Deviasi}$
 $= \frac{78-77,75}{0,353553}$
 $= 0,707107$

d. Analisa Sisa Penguapan

Analisa Sisa Penguapan							
NAMA LABORAT	Batch					Mean (Xi)	Z-Score
	343	344	345	346	347		
Personal	0,72	0,81	0,63	0,56	0,68	0,68	-0,70711
PPCI Pemalang	1,01	0,63	0,47	0,8	0,79	0,74	0,707107

$$\text{Mean (xi)} = \frac{0,68+0,74}{2} = 0,71$$

$$\text{Standar Deviasi} = 0,042426$$

$$\begin{aligned} \text{Z Score Personal} &= \frac{xi-x}{\text{Standar Deviasi}} \\ &= \frac{0,68-0,71}{0,042426} \\ &= -0,70711 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Z Score PPCI} &= \frac{xi-x}{\text{Standar Deviasi}} \\ &= \frac{0,74-0,71}{0,042426} \\ &= 0,707107 \end{aligned}$$

e. Analisa Kadar Kotoran

Analisa Kadar Kotoran							
NAMA LABORAT	Batch					Mean (Xi)	Z-Score
	343	344	345	346	347		
Personal	0,0107	0,0112	0,0172	0,0179	0,0167	0,01474	-0,70711
PPCI Pemalang	0,0147	0,0105	0,0154	0,0154	0,0185	0,0149	0,707107

$$\text{Mean (xi)} = \frac{0,01474+0,0149}{2} = 0,71$$

$$\text{Standar Deviasi} = 0,000113$$

- $$\begin{aligned} \text{Z Score Personal} &= \frac{xi-x}{\text{Standar Deviasi}} \\ &= \frac{0,01474-0,01482}{0,000113} \\ &= -0,70711 \end{aligned}$$

- $$\begin{aligned} \text{Zscore PPCI} &= \frac{xi-x}{\text{Standar Deviasi}} \\ &= \frac{0,0149-0,01482}{0,000113} \\ &= 0,707107 \end{aligned}$$

f. Analisa Kadar Abu

Analisa Kadar Abu							
NAMA LABORATORIUM	Batch					Mean (Xi)	Z-Score
	343	344	345	346	347		
Personal	0,0153	0,0198	0,0117	0,0101	0,0166	0,0147	0,707107
PPCI Pemalang	0,01	0,018	0,0109	0,0119	0,011	0,01236	-0,70711

$$\text{Mean (xi)} = \frac{0,0147+0,01236}{2} = 0,01353$$

$$\text{Standar Deviasi} = 0,001655$$

- Z Score Personal = $\frac{xi-x}{\text{Standar Deviasi}}$

$$= \frac{0,0147-0,01353}{0,000113}$$

$$= 0,707107$$

- Zscore PPCI = $\frac{xi-x}{\text{Standar Deviasi}}$

$$= \frac{0,01236-0,01353}{0,001655}$$

$$= - 0,70711$$

g. Analisa Bilangan Penyabunan

Analisa Bilangan Penyabunan							
NAMA	Batch					Mean (Xi)	Z-Score
LABORAT	343	344	345	346	347		
Personal	178,41	199,19	200,35	198,04	196,31	194,46	0,707107
PPCI							
Pemalang	174,42	199,16	201,25	198,98	197,24	194,21	-0,70711

$$\text{Mean (xi)} = \frac{194,46+194,21}{2} = 0,01353$$

$$\text{Standar Deviasi} = 0,176777$$

- Z Score Personal = $\frac{xi-x}{\text{Standar Deviasi}}$

$$= \frac{194,46-194,335}{0,176777}$$

$$= 0,707107$$

- Zscore PPCI = $\frac{xi-x}{\text{Standar Deviasi}}$

$$= \frac{194,21-194,335}{0,176777}$$

$$= - 0,70711$$

h. Analisa Bilangan Iod

Analisa Bilangan Iod							
NAMA	Batch					Mean (Xi)	Z-Score
LABORATORIUM	343	344	345	346	347		
Personal	20,19	21,61	21,35	20,84	22,91	21,38	0,707107

PPCI Pemalang	20,69	21,33	21,57	21,77	21,07	21,286	-0,70711
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	----------

$$\text{Mean (xi)} = \frac{21,38+21,286}{2} = 21,333$$

$$\text{Standar Deviasi} = 0,066468$$

- Z Score Personal = $\frac{xi-x}{\text{Standar Deviasi}}$

$$= \frac{21,38-21,313}{0,066468}$$

$$= 0,707107$$

- Zscore PPCI = $\frac{xi-x}{\text{Standar Deviasi}}$

$$= \frac{21,286-21,333}{0,066468}$$

$$= - 0,70711$$

Kriteria nilai Z-Score diterima bila

$Z \leq 2$	Diterima Batas Maksimal
$2 \leq Z \leq 3$	diterima
$Z \geq 3$	Tidak diterima

LAMPIRAN II

PERHITUNGAN NERACA MASSA

Berikut ini adalah data yang dibutuhkan untuk menyusun neraca massa :

1 hari = 5 batch
1 batch = 2,4 ton = 2400 kg
1 hari = 12 ton = 12.000 kg

- Komposisi Getah Masuk

Gondorukem ($C_{20}H_{30}O_2$) = 70%

Terpentin ($C_{10}H_6$) = 17,35%

Kotoran (SiO_2) = 5,23%

Air (H_2O) = 7,42%

- Massa Komponen Getah Masuk

Gondorukem = 70% x 12.000 = 8400 kg

Terpentin = 17,35% x 12.000 = 2082 kg

Kotoran = 5,23% x 12.000 = 627 kg

Air = 7,095% x 12.000 = 851 kg

a. Neraca Massa Loading Getah

Komponen	Input (kg/hari)	Output (kg/hari)
$C_{20}H_{30}O_2$	8400	8400
$C_{10}H_6$	2082	2082
SiO_2	627	627
H_2O	851	890
Total	12.000	12.000

b. Neraca Massa Melter

- Terjadi penambahan oksalat 4 kg per batch

1 hari = 4 x 5 = 20 kg

- Terjadi penambahan terpentin untuk pengenceran 1123 kg perbatch (diketahui dari logsheet)

1 hari = 1123 x 5 = 5615 kg

- Diketahui penambahan terpentin sebanyak $\pm 46\%$ dari berat getah, oksalat $\pm 0,15\%$ dari berat getah. Karena massa oksalat dan terpentin sudah diketahui, maka penambahan hot water dihitung dari sisa persen getah yang masuk.

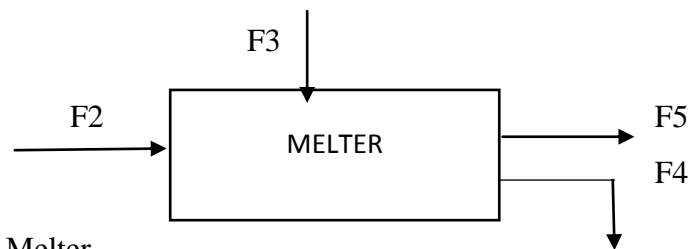
Oksalat = 0,167 %

Terpentin = 46,79 %

Hot Water = 53,04 %

Hot Water = 53,04% x 12.000 = 6364,8 kg

- Kotoran yang keluar 97%
- Air yang keluar ke PGT 16 % sisanya masuk ke melter

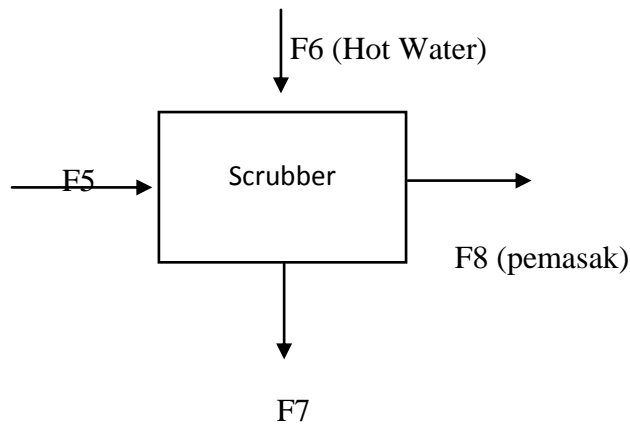


NM Komponen Melter

Komponen	Input (kg)	Output (kg)
F2		
Gondorukem	8400	-
Terpentin	2082	-
Kotoran	627	-
Air	890	-
F3		
Air	6364,8	-
Oksalat	20	-
Terpentin (l)	5615	-
F4		
Kotoran	-	609,036
Air	-	1194
Oksalat	-	20
F5		
Gondorukem	-	12899
Terpentin	-	3198
Kotoran	-	18
Air	-	6061
Total	23.999,6	23.999,6

c. Neraca Massa Scrubber

- Terjadi penambahan hot water sebanyak 3500 kg (data didapat dari logsheet)
- 1 batch = 700 kg
1 hari = 700 x 5 = 3500 kg
- Air yang keluar ke tangki pemasak sebanyak 97% dan sisanya masuk ke PGT
= (6061 + 3500) x 97%
= 9274,16kg



Komponen	Input (kg)	Output (kg)
F5		
	Gondorukem	12.899
	Terpentin	3.198
	Kotoran	18
	Air	6.061
F6		
	Hot Water	3.500
F7		
	Air	-
	Kotoran Halus	-
F8		
	Gondorukem	-
	Terpentin	-
	Air	-
	Kotoran Halus	-
Total	25.676,3	25.676,3

d. Neraca Massa Tangki Soft Rosin

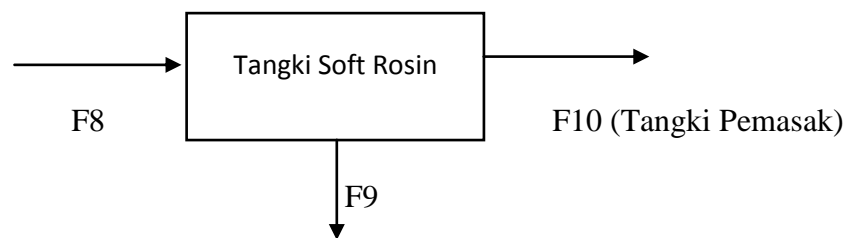
- Komponen yang keluar ke tangki pemasak = 16599,87
- Diketahui total komponen keluar ke PGT Waste ;

= komponen scrubber – komponen tangki pemasak

= 25.380,5 – 16.599,87

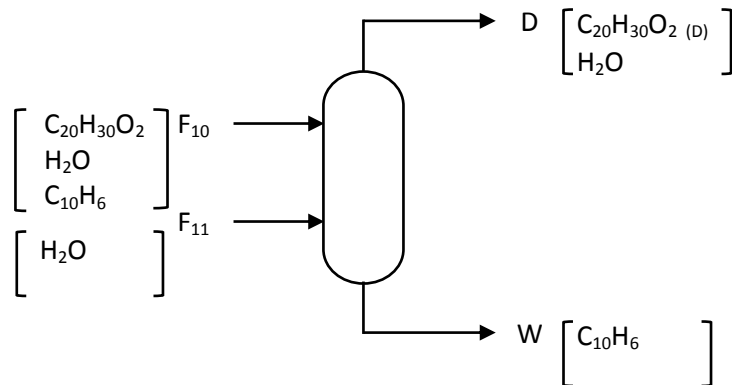
= 8.780,6 kg

- Kotoran halus dikeluarkan 100% menuju PGT Waste
- Air yang keluar ke PGT Waste = Total F9 – Kotoran Halus F9
= 8.780,65 – 8,95
= 8.771,69 kg
- Air yang masuk ke tangki pemasak
= 9.274,16 – 8.771,69
= 502



Komponen	Input (kg)	Output (kg)
F8		
Gondorukem	12.899	-
Terpentin	3.198	-
Air	9.274	-
Kotoran Halus	8,85	-
F9		
Air	-	8.771,69
Kotoran Halus	-	8,95
F10		
Gondorukem	-	12.899
Terpentin	-	3198
Air	-	502
Total	25.380,5	25.380,5

e. Neraca Massa Tangki Pemasak



1. Batch yang dimasak = 270cm
 1 cm = 61,481kg
 $F_{10} = 270 \times 61,481 = 16.599,87$
2. Jumlah total kaleng gondo = 35 kaleng
 1 kaleng = 240kg
 Total jumlah produk gondorukem (F_{12}) = $35 \times 240\text{kg} = 8400\text{kg}$
3. Jumlah H₂O dan Terpentin pada distilat
 Jumlah terpentin = 520cm, 1cm = 16,048kg
 Jumlah terpentin = $520 \times 16,048 = 8.345\text{kg}$
 Jumlah distilat = 172 cm, 1cm = 18,88kg
 Jumlah distilat = $172 \times 18,88 = 3.247,3 \text{ kg}$
 Jumlah distilat (F_{13}) = $8.345\text{kg} + 3.247,3\text{kg} = 11.592,3\text{kg}$
4. Jumlah Air pada (F_{11}) = Massa gondorukem + massa distilat – massa masuk tanki reactor
 $F_{11} = 11.592,32 + 8400 - 16.599,87$
 $F_{11} = 3.392,45$

Neraca Massa Komponen

	Komponen	Input (kg)	Output (kg)
F10	Gondorukem	12.899	-
	Terpentin	3.198	-
	Air	502,47	-
F11			

F12	Air	3.392,45	-
F13	Gondorukem	-	8.400
	Terpentin	-	3.198
	Air	-	3.895
	Distilat terpentin	-	4.499,2
Total		19992,32	19992,32

f. Neraca Massa Separator

- Diketahui Terpentin yang keluar dari data logsheet ;

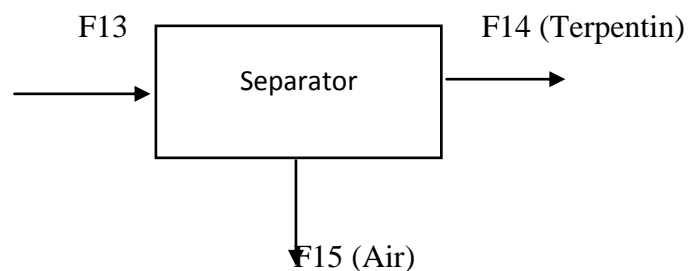
$$520 \text{ cm} \cdot 1 \text{ cm} = 16,048 \text{ kg}$$

$$= 520 \times 16,048$$

$$= 8345 \text{ kg}$$

- Air yang keluar = $11592,32 - 8344,96$

$$= 3247,36$$



Neraca Massa Komponen Separator

Komponen	Input (kg)	Output (kg)
F13		
Distilat Terpentin	4.499,2	-
Air	3.895	-
Terpentin	3.198	-
F12		
Terpentin	-	8344,96
F15		
Air	-	3247,36
Total	11.592,32	11.592,32

g. Neraca Massa Overall

Komponen	Input	Output
	kg/jam	kg/jam
Melter		
C ₂₀ H ₃₀ O ₂	8.400	
C ₁₀ H ₁₆	2.083	
SiO ₂	627	609
H ₂ O	890	1.187,7
Penambahan H ₂ O	6.364	-
Scrubber		
SiO ₂	-	8,95
H ₂ O	3.500	285,85
Tangki Pemasak		
C ₂₀ H ₃₀ O ₂	-	8.400
H ₂ O	3.392	-
Separator		
C ₁₀ H ₁₆	-	8.344,96
H ₂ O	-	3.247
Total	30.872	30.872

Efisiensi Neraca Massa

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi} &= \frac{\text{massa produk}}{\text{massa bahan baku}} \times 100\% \\
 &= \frac{16.745}{17.614} \times 100\% \\
 &= 95 \%
 \end{aligned}$$

LAMPIRAN III
PERHITUNGAN NERACA PANAS

Basis : 1 Jam Operasi

Satuan Operasi : kkal/h

Temperatur Basis : 25⁰C (298 K)

Data hasil perhitungan neraca massa kemudian digunakan untuk perhitungan neraca panas, rumus yang digunakan: $Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$

Di mana:

Q = jumlah kalor (kJ)

m = berat komponen (kg)

C_p = kalor jenis (kJ/kg.K)

ΔT = perbedaan suhu (K)

1. Neraca Panas Melter

$$T_{ref} = 298^0K$$

$$T_{in} = 35^0C = 308^0K \text{ maka}$$

$$\Delta T = 308 - 298 = 10 \text{ K}$$

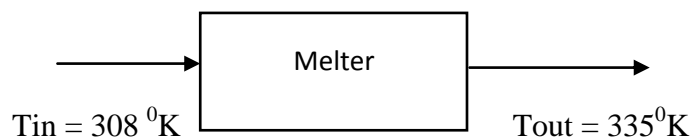
Data C_p Pada Suhu 308⁰K ;

$$\text{Gondorukem} = 13,1853 \text{ kJ/kg.K}$$

$$\text{Terpentin} = 3,04008 \text{ kJ /kg.K}$$

$$\text{Kotoran} = 0,37965 \text{ kJ/kg.K}$$

$$\text{Air} = 2,934133 \text{ kJ/kg.K}$$



Neraca Panas yang Masuk ke Melter =

Q1

Komponen	kg	CP (kJ/kg.K)	T (K)	$\Delta T(K)$	Q (kJ)
Gondorukem	8400	13,185398	308	10	1.107.573
Terpentin	2082	3,0400822	308	10	63.313
Kotoran	626,4	0,3796525	308	10	2.380
Air	891,6	2,9341337	308	10	26.126
Total					1.199.392

Q2

Komponen	kg	CP (kJ/kg.K)	T (K)	$\Delta T(K)$	Q (kJ)
Air	6364,8	41,9161	308	10	2.667.882
Oksalat	20	14,3721	308	10	2.880,17
Terpentin	5.615	17,5170	308	10	983.546,76
Total					3.654.309

Neraca Panas yang Keluar dari Melter =

$$T_{out} = 70^{\circ}C = 343^{\circ}K$$

$$\Delta T = 343 - 298 = 45 K$$

Data Cp Pada Suhu 343⁰K =

$$\text{Kotoran} = 1,77966 \text{ kJ/Kg K}$$

$$\text{Air} = 13,16439 \text{ kJ/Kg.K}$$

$$\text{Oksalat} = 65,960491 \text{ kJ/Kg.K}$$

$$\text{Gondorukem} = 62,23324 \text{ kJ/Kg.K}$$

$$\text{Terpentin} = 13,88711 \text{ kJ /Kg.K}$$

$$\text{Kotoran} = 1,77966 \text{ kJ Kg.K}$$

Q3

Komponen	kg	CP (kJ/kg.K)	T (K)	$\Delta T(K)$	Q (kJ)
Kotoran	609,03	1,77966	343	45	48.774,5
Air	1.194,2	13,16439	343	45	707.445
Oksalat	20	65,960491	343	45	59.483,17
Total					815.702,82

Q4

Komponen	kg	CP (kJ/kg.K)	T (K)	$\Delta T(K)$	Q (kJ)
Gondorukem	12.899,29	62,23324	343	45	36.124.429
Terpentin	3.198	13,88711	343	45	1.998.559
Kotoran	17,912	1,77966	343	45	1.434,55
Air	6.060,99	13,16439	343	45	3.590.520
Total					41.714.942,87

Panas kebutuhan steam = total output – total input

$$= 42.530.646 - 4.853.701$$

$$= 37.676.944,55 \text{ kJ}$$

Neraca Panas Melter

Komponen	In	Out
Q1	1.199.392	-
Q2	3.654.309	-
Q3	-	815.702,82
Q4	-	41.714.942
Qsteam	37.676.944	-
Total	42.530.646	42.530.646

2. Neraca Panas Scrubber

$$T_{ref} = 298^0K$$

$$T_{in} = 70^0C = 343^0K \text{ maka}$$

$$\Delta T = 323 - 298 = 25 \text{ K}$$

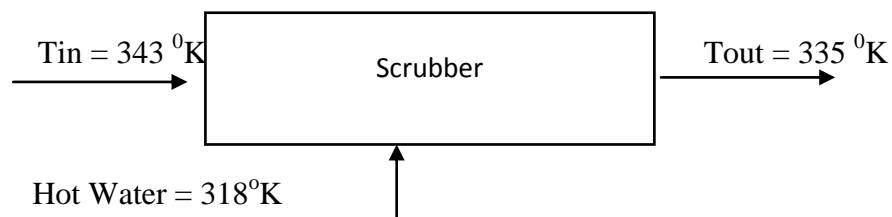
Data Cp Pada Suhu 323⁰K ;

$$\text{Gondorukem} = 62,23324 \text{ kJ/kg.kJ}$$

$$\text{Terpentin} = 13,88711 \text{ kJ/kg.kJ}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 13,16439 \text{ kJ/kg.kJ}$$

$$\text{Kotoran} = 1,77966 \text{ kJ/kg,kJ}$$



Neraca Panas yang Masuk Ke Scrubber :

Q1

Komponen	kg	CP (kJ/kg.K)	T (K)	$\Delta T(K)$	Q (kJ)
Gondorukem	12.899,29	62,23324	343	45	36.124.429
Terpentin	3.198	13,88711	343	45	1.998.559
Kotoran	17,912	1,77966	343	45	1.434,55
Air	6.060,99	13,16439	343	45	3.590.520
Total					41.714.942,87

Q2

Komponen	kg	CP (kJ/kg.K)	T (K)	$\Delta T(K)$	Q (kJ)
H ₂ O	3500	83,7337	318	20	5.861.363,86
Total					5.861.363,86

Neraca Panas yang keluar dari Scrubber ;

$$T_{ref} = 298^0K$$

$$T_{out} = 62^0C = 335^0K \text{ maka}$$

$$\Delta T = 335 - 298 = 37^0K$$

Data Cp pada suhu 335⁰K :

$$\text{Gondorukem} = 50,6532 \text{ kJ/kg.K}$$

$$\text{Terpentin} = 11,3784 \text{ kJ/kg.K}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 10,8282 \text{ kJ/kg.K}$$

$$\text{Kotoran} = 1,4501 \text{ kJ/kg.K}$$

Q3

Komponen	kg	CP (kJ/kg.K)	T (K)	$\Delta T(K)$	Q (kJ)
H ₂ O	287	10,8282	335	37	114.917,33
Kotoran Halus	8,956	1,4501	335	37	480,55
Total					115.397,88

Q4

Komponen	kg	CP (kJ/kg.K)	T (K)	$\Delta T(K)$	Q (kJ)
Gondorukem	12.899,29	50,6532	335	37	24.175.467,58
Terpentin	3.198	11,3784	335	37	1.346.411,4

H2O	9.274,16	10,8282	335	37	3.715.660,25
Kotoran	8,956	1,4501	335	37	480,55
total					29.238.019

$Q_{\text{loss}} = \text{Total Input} - \text{Total Output}$

$$= 47.576.306,73 - 29.238.091,77$$

$$= 18.222.889,08 \text{ kJ}$$

Neraca Panas Scrubber ;

Komponen	In	Out
Q1	41.714.942,87	-
Q2	5.861.363,86	-
Q3	-	115.3397,88
Q4	-	29.238.019,77
Qloss	-	18.222.889,08
Total	47.576.306,73	47.576.306,73

3. Neraca Panas Tangki Pemasak

$$T_{\text{ref}} = 298^{\circ}\text{K}$$

$$T_{\text{in}} = 85^{\circ}\text{C} = 358^{\circ}\text{K} \text{ maka}$$

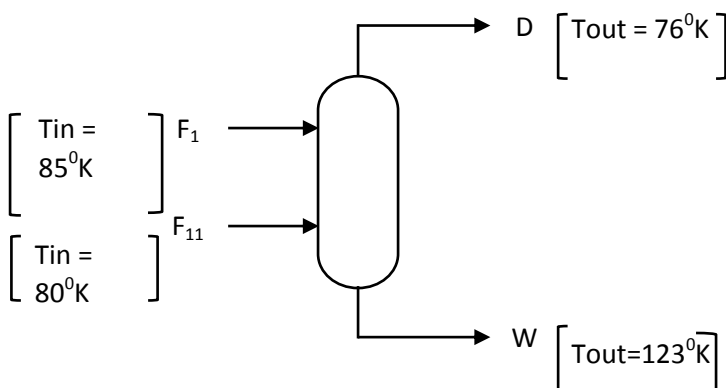
$$\Delta T = 358 - 298 = 60 \text{ K}$$

Data Cp Pada Suhu 358°K ;

$$\text{H}_2\text{O} = 17,548 \text{ kJ/kg.k}$$

$$\text{Gondorukem} = 84,4792 \text{ kJ/kg.k}$$

$$\text{Terpentin} = 18,6406 \text{ kJ/kg.k}$$



Neraca Panas yang Masuk Tangki Pemasak

F1

komponen	massa (kg)	CP (kJ/kg.K)	T (K)	ΔT(K)	Q (kJ)
Gondorukem	12.899,29	84,4792	358	60	65.383.367,04
Terpentin	3.198,104	18,6406	358	60	3.576.878,07
Air	9.274,16	17,548	358	60	9.764.801
Total					78.725.045,67

F2

komponen	massa (kg)	CP (kJ/kg.K)	T (K)	ΔT(K)	Q (kJ)
Air	3.392,45	229,8015	353	55	42.877.470,2
Total					42.877.470,2

Neraca Panas yang keluar dari Tangki Pemasak

D

komponen	massa (kg)	CP (kJ/kg.K)	T (K)	ΔT(K)	Q (kJ)
Terpentin (D)	4.499,29	90,9280	349	51	20.864.727,84
Terpentin	3.198,1	90,9280	349	51	14.830.669
Air	3894,92	14,91706	349	51	2.963.140
Total	11592,32				38.658.537

W

komponen	massa (kg)	CP (kJ/kg.K)	T (K)	ΔT(K)	Q (kJ)
Gondorukem	8400	143,6078	396	98	118.217.968
Total					118.217.968

$$Q \text{ kebutuhan steam} = D + W - Q1 - Q2$$

$$= 156.876.506 - 121.602.515$$

$$= 35.273.990$$

Neraca Panas Tangki Pemasak

Komponen	In	Out
Q1	78.725.045,67	-
Q2	42.877.470,2	-
QD	-	38.658.537,05
QW	-	118.218.968
Qsteam	35.273.990	-
Total	156.876.505	156.876.505

4. Neraca Panas Separator

$$T_{ref} = 298^{\circ}\text{K}$$

$$T_{in} = 35^{\circ}\text{C} = 308^{\circ}\text{K} \text{ maka}$$

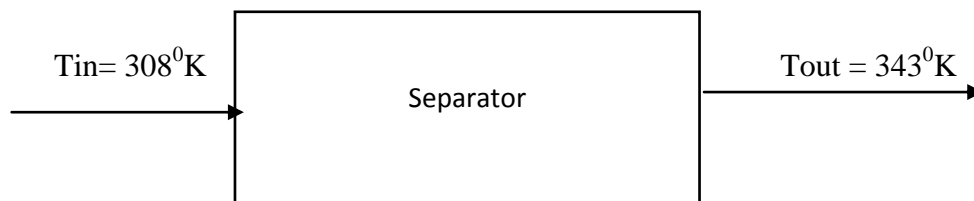
$$\Delta T = 308 - 298 = 10 \text{ K}$$

Data Cp ;

$$\text{Terpentin} = 3,04008 \text{ kJ/kg.k}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 2,9341 \text{ kJ/kg.k}$$

$$\text{Distilat Terpentin} = 17,51703 \text{ kJ/kg.k}$$



Neraca Panas yang masuk separator ;

Q1

Komponen	kg	CP (kJ/kg.K)	ΔT (K)	Q (kJ)
Masuk				
Terpentin (D)	4.499,2	17,51703	10	788.143,47
Terpentin	3.198	3,04008	10	97.224,99
Air	3894,92	2,9341	10	114.282
Total				999.650,63

Neraca Panas yang Keluar Separator ;

Q2

Komponen	kg	CP (kJ/kg.K)	T (K)	ΔT(K)	Q (kJ)
Keluar					
Terpentin	8.345	80,0179	343	45	30.048.586,39

Q3

Komponen	kg	CP (kJ/kg.K)	T (K)	ΔT(K)	Q (kJ)
H ₂ O	3247,36	13,16433	343	45	1.923.729,28

Q kebutuhan steam = Total Keluar – Total Masuk

$$= 31.972.315 - 999.650,63$$

$$= 30.972.665 \text{ kJ}$$

Neraca Panas Separator

Komponen	In	Out
Q1	999.650,63	-
Q2	-	30.048.586,39
Q3	-	1.923.729,28
Q serap	30.972.665	-
Total	31.972.315	31.972.315

5. Neraca Panas Overall

Komponen	Input (kJ/Jam)	Output (kJ/Jam)
Melter		
Aliran 1 (Q umpan bahan	1.199.392	-
Aliran 2 (Q umpan bahan	3.654.309,00	-
Aliran 3 (Q blowdown	-	815.702,82
Aliran 4 (Q Melter ke Scrubber	-	41.714.942,87
Qsteam	37.676.944,55	
Scrubber		
Aliran 1 (Q dari melter	41.714.942,87	-
Aliran 2 (Q dari hot water	5.861.363,86	-
Aliran 3 (Q blowdown scrubber	-	115.397,88
Aliran 4 (Q dari scrubber ke soft rosin tank	-	29.238.019,77
Q Loss	-	18.222.889,08
Reaktor Pemasak		
Aliran 1 (Q dari soft rosin tank	78.725.045,67	-
Aliran 2 (Q dari open steam	42.877.470,20	-
Aliran 3 (Q blowdown gondorukem	-	118.217.968,90
Aliran 4 (Q reaktor ke separator	-	38.658.537,05
Qsteam	35.273.990,07	
Separator		
Aliran 1 (Q dari reaktor pemasak)	999.650,63	-
Aliran 2 (Q blowdown terpentin)	-	30.048.586,39
Aliran 3 (Q blowdown air)	-	1.923.729,28
Q steam	30.972.665,05	-
Total		

278.955.774

278.955.774

Total Q loss

18.222.889,08

$$\begin{aligned}\% Q \text{ Loss} &= \frac{\text{Total } Q \text{ Loss}}{\text{Total } Q \text{ Output}} \times 100\% \\ &= \frac{18.214.815}{278.900.975} \times 100\% \\ &= 7\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi} &= 100\% - \% Q \text{ Loss} \\ &= 100\% - 7\% \\ &= 93,47\%\end{aligned}$$