

LEMBAR PENGESAHAN II

LAPORAN KERJA PRAKTEK PT. SINERGI GULA NUSANTARA
PABRIK GULA SEI SEMAYANG (PGSS)
JL.BINJAI KM 12,5 SEI SEMAYANG
DELI SERDANG
(05 Februari 2025 – 19 Maret 2025)

Disusun Oleh :

BINTANG SINAMBELA

228150085

Disetujui Oleh :

PT. SINERGI GULA NUSANTARA PABRIK GULA SEI SEMAYANG

Pembimbing Kerja Praktek

MUTAHAR
Manager Instalasi

Mengetahui

HOLDINAR ARITONANG
General Manager Pabrik PGSS

LAPORAN KERJA PRAKTEK
PT. SINERGI GULA NUSANTARA PABRIK GULA SEI
SEMAYANG (PGSS)
ANALISIS BEBAN KERJA MENTAL MENGGUNAKAN
METODE NASA-TLX PADA OPERATOR *WORKSHOP*
PERMESINAN

DISUSUN OLEH :
BINTANG SINAMBELA
228150085



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025

LEMBAR PENGESAHAN I

**LAPORAN KERJA PRAKTEK PT. SINERGI GULA NUSANTARA
PABRIK GULA SEI SEMAYANG (PGSS)**

Disusun Oleh :

BINTANG SINAMBELA

228150085

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I

REAKHA ZULVATRICIA,ST.M.Sc

(NIDN :0129119601)

Mengetahui :

Koordinator Kerja Praktek

NUKHE ANDRI SILVIANA, ST. MT

(NIDN : 0127038802)

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2025

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa berkat limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktek di PT. Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Sei Semayang yang berlokasi di Jl. Binjai KM 12,5 Sei Semayang Deli Serdang dengan baik. Penulisan laporan kerja praktek ini adalah salah satu syarat untuk mahasiswa dalam menyelesaikan studinya di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area. Dalam penyusunan laporan kerja praktek ini, penulis telah banyak memperoleh bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, Maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kepada Orangtua yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam segala hal.
2. Bapak Dr. Eng. Supriatno, S.T, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Nukhe Andri Silviana, ST. MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area.
4. Bapak Yudi Daeng Polewangi, ST. MT selaku Dosen Pembimbing.
5. Bapak Holdinar Aritonang, selaku General Manager PT. Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Sei Semayang yang telah memberikan kesempatan melaksanakan Kerja Praktek.
6. Bapak Mutahar selaku Manager Instalasi sekaligus pembimbing Kerja Praktek di Pabrik Gula Sei Semayang (PGSS).
7. Seluruh Mandor dan Karyawan di PT. Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Sei Semayang (PGSS) yang telah membantu dalam mengamati dan membimbing selama Kerja Praktek berlangsung.
8. sung.
9. Seluruh staf Teknik Universitas Medan Area, yang telah banyak memberikan bantuan kepada penulis.

10. Kepada rekan sekelompok kerja praktek, yang telah banyak memberikan saran dan masukan kepada saya.

Penulis mengharapkan didalam menyusun laporan ini kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan ini. Akhirnya penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa dapat membalas semua kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis. Semoga laporan kerja praktek ini dapat berguna bagi penulis dan pembaca yang memerlukannya.

Medan, Maret 2025

Bintang Sinambela



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DARTAR TABEL	x
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Kerja Praktek	1
1.2 Tujuan Kerja Praktek.....	3
1.3 Manfaat Kerja Praktek	3
1.4 Ruang Lingkup Kerja Praktek.....	4
1.5 Metodologi Kerja Praktek	5
1.6 Metode Pengumpulan Data	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II.....	8
GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN.....	8
2.1 Sejarah Pabrik Gula Sei Semayang	8
2.2 Visi dan Misi Perusahaan	9
2.2.1 Visi Perusahaan	9
2.2.2 Misi Perusahaan	9
2.3 Lokasi Perusahaan.....	9
2.4 Ruang Lingkup Bidang Usaha	10
2.5 Struktur Organisasi.....	10

2.6 Uraian Tugas dan Tanggung Jawab	12
2.7 Tenaga Kerja, Jam Kerja dan Sistem Pengupahan.....	23
2.7.1 Tenaga Kerja	23
2.7.2 <i>Schedulling</i> (Penjadwalan) Jam Kerja.....	24
2.7.3 Sistem Pengupahan dan Kesejahteraan Karyawan.....	25
2.8 <i>Safety and Fire Protection</i>	25
BAB III.....	27
PROSES PRODUKSI	27
3.1 Proses Produksi	27
3.1.1 Standard Mutu Bahan Baku	27
3.2 Bahan Baku dan Bahan Tambahan.....	27
3.2.1 Bahan Baku.....	27
3.2.2 Bahan Tambahan	29
3.3 Uraian Proses Produksi	31
3.3.1 Stasiun Penimbangan	31
3.3.2 Stasiun Penanganan (<i>Cane Handling Station</i>).....	32
3.3.3. Stasiun Gilingan.....	34
3.3.4 Stasiun Pemurnian	36
3.3.5 Stasiun Penguapan (<i>Evaporator Station</i>).....	42
3.3.6 Stasiun Masakan	43
3.3.7 Stasiun Putaran.....	45
3.3.8 Stasiun Penyelesaian (<i>finishing</i>)	47
3.3.9 Pengemasan dan Penggudangan Gula Produksi	48
3.4 Stasiun Pendukung Proses.....	50
3.4.1 Stasiun <i>Boiler</i>	50

3.4.2	Stasiun Listrik	53
3.4.3	<i>Workshop</i>	55
3.4.4	Stasiun Limbah	55
3.5	Kolam Pengendapan dan Kolam <i>Konvensional</i>	56
3.5.1	Kolam Pengendapan	56
3.5.2	Kolam <i>stabilisasi /Ekualisasi</i>	57
3.5.3	Kolam <i>Oksidasi</i>	58
3.5.4	Saringan Pasir (<i>Sand Filter</i>)	59
3.6	<i>Laboratorium</i>	61
3.7	Pengolahan Air (<i>Water Treatment</i>)	63
3.8	Bahan Kimia Pembantu	65
3.8.1	<i>Susu Kapur</i> ($\text{Ca}(\text{OH}_2)$)	65
3.8.2	<i>Gas SO₂</i>	66
3.8.3	<i>Safety And Fire Protection</i>	67
BAB IV	TUGAS KHUSUS	69
4.1	Pendahuluan	69
4.1.1	Latar Belakang Masalah	69
4.1.2	Rumusan Masalah	71
4.1.3	Tujuan Penelitian	71
4.1.4	Manfaat Penelitian	72
4.1.5	Batasan Masalah dan Asumsi	72
4.2	Landasan Teori	72
4.2.1	Ergonomi	73
4.2.2	Beban Kerja	74
4.2.3	Beban Kerja Mental	75

4.2.4 Metode NASA-TLX	76
4.3 Pembubutan.....	80
4.3 Pengeboran	81
4.5 Analisis.....	82
4.5.1 Perhitungan Pembobotan.....	84
4.5.2 Perhitungan <i>Rating</i>	85
4.5.3 Perhitungan Skor	86
4.5.4 Perhitungan WWL	89
4.5.5 Perhitungan Rata-Rata WWL	91
4.6 Interpretasi.....	83
4.6 Rekomendasi Perbaikan	85
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1 Kesimpulan.....	83
5.2 Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	1
FLOW SHEET PROSES RAW SUGAR.....	2
DENAH PABRIK GULA SEI SEMAYANG.....	89
STEAM BALANCE BALANCE PGSS.....	90
ELECTRIC BALANCE BALANCE PGSS.....	91
WATER BALANCE BALANCE PGSS.....	92
SERTIFIKAT KERJA PRAKTEK.....	93
SURAT KETERANGAN SELESAI KERJA PRAKEK	94
SURAT KETERANGAN KERJA PRAKTEK	95



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Denah Lokasi Pabrik Gula Sei Semayang.....	9
Gambar 2 Struktur Organisasi Pabrik Gula Sei Semayang.....	12
Gambar 3 Tanaman Tebu Perkebunan PGSS	29
Gambar 4 Timbangan.....	31
Gambar 5 Cane Lifter hilo	32
Gambar 6 Wheel Crane	32
Gambar 7 Cane Cutter I	33
Gambar 8 Cane Cutter II	33
Gambar 9 Stasiun Gilingan	34
Gambar 10 Skema Proses Penggilingan.....	36
Gambar 11 Juice Weighting Scale	37
Gambar 12 Pemanas NIRA I.....	37
Gambar 13 Tangki Marshall	38
Gambar 14 Tangki Defekasi	38
Gambar 15 Tangki Sulfitasi	39
Gambar 16 Juice Heater II	40
Gambar 17 Flash Tank	40
Gambar 18 Settling Tank	41
Gambar 19 Stasiun Pengupan	42
Gambar 20 Sketsa Proses Penguapan di Evaporator I	43
Gambar 21 Stasiun Masakan.....	44
Gambar 22 High Grade Centrifugal	45
Gambar 23 Low Grade Centrifugal.....	45
Gambar 24 Detail Stasiun Putaran	46
Gambar 25 Sugar Drier	48
Gambar 26 Pengemasan Gula	48
Gambar 27 Gudang Penyimpanan Gula.....	50
Gambar 28 Stasiun Boiler	52
Gambar 29 Stasiun Pembangkit Tenaga Uap.....	53

Gambar 30 Stasiun Workshop.....	55
Gambar 31 Stasiun Limbah.....	56
Gambar 32 Kolam Pengendapan.....	57
Gambar 33 Kolam Stabilisasi.....	58
Gambar 34 Kolam Oksida.....	59
Gambar 35 Tangki Anion dan Kation	65
Gambar 36 Alat Pemadam Kapur	66
Gambar 37 Tobong Belerang	67
Gambar 38 Proses Pembuatan.....	80
Gambar 39 Proses Pengeboran.....	81
Gambar 40 Contoh Penjadwalan Rotasi Tugas.....	85
Gambar 41 Pelatihan Keterampilan Operator	87
Gambar 42 Contoh Program Kesejahteraan Karyawan	88

DARTAR TABEL

Tabel 1 Standard Mutu Gula SHS	27
Tabel 2 Data Penyusutan Batang Tebu	28
Tabel 3 Perbandingan Kualitas Gula Produk dengan Standar SNI	49
Tabel 4 Tabel Material Balance PGSS dengan Kapasitas 4000 Ton Tebu Perhari	49
Tabel 5 Perbandingan Buangan Limbah PGSS dengan Standar Pemerintah	60
Tabel 6 Kualitas Produksi yang Optimum Meliputi Bahan Baku, Waktu dan Jenis.	61
Tabel 7 Data Responden	83
Tabel 8 Data Pembobotan Responden	84
Tabel 9 Data Rating Responden	85
Tabel 10 Perhitungan Skor	87
Tabel 11 Perhitungan WWL	89
Tabel 12 Penentuan Kategori Beban Kerja	83

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Kerja Praktek

Kerja Praktek adalah suatu bentuk kegiatan yang dilaksanakan dalam rangka merelevankan antara kurikulum perkuliahan dengan penerapannya di dunia kerja, mempelajari, mengidentifikasi dan menangani masalah-masalah yang dihadapi dengan menerapkan teori dan konsep ilmu yang telah di pelajari dibangku perkuliahan. Kegiatan kerja praktek ini nantinya diharapkan dapat membuka dan menambah wawasan berfikir tentang permasalahan-permasalahan yang timbul di industri dan cara menanganinya.

Program Studi Teknik Industri mempelajari banyak hal dimulai dari faktor manusia yang bekerja (sumber daya manusia) beserta faktor-faktor pendukungnya seperti mesin yang digunakan, proses pengerjaan,serta meninjaunya dari segi ekonomi, sosiologi, keergonomisan alat (fasilitas) maupun lingkungan yang ada. Program studi Teknik Industri juga memperhatikan segi sistem keselamatan dan kesehatan kerja yang wajib dimiliki, bagaimana pengendalian suatu sistem produksi, pengendalian (kontrol) kualitas dan sebagainya. Mahasiswa Program Studi Teknik Industri diwajibkan untuk mampu menguasai ilmu pengetahuan yang telah diajarkan kemudian mengaplikasikannya ke dalam kehidupan sehari-hari. Mahasiswa Program Studi Teknik Industri diharapkan mampu bersaing dalam dunia kerja dengan ilmu pengetahuan yang telah dimiliki. Tingginya tingkat persaingan dalam dunia kerja, khususnya dalam bidang industri,menuntun dunia pendidikan untuk menghasilkan sumber daya manusia yang unggul dan kompetitif dalam segala hal, sehingga mendukung segala aspek yang diperlukan untuk memberikan sumbangan pemikiran atau karya nyata dalam pembangunan nasional. Dalam hal ini dunia kerja menuntut untuk mendapatkan sumber daya manusia yang unggul dan kompetitif dalam persaingan dunia usaha, untuk itu sangat diperlukan tenaga kerja yang memiliki keahlian profesional yang baik untuk mengahdapi perkembangan dan persaingan global dimasa mendatang.

Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area (UMA) menyadari akan keterkaitan yang besar antara dunia pendidikan dan dunia usaha yang merupakan suatu tali rantai yang saling terikat, sehingga perlu diadakannya program kerja praktek.

Kerja Praktek merupakan suatu kegiatan yang harus dilaksanakan untuk memenuhi mata kuliah wajib yang terbuka pada semester 5 ataupun semester 6 dengan catatan mengambil mata kuliah Kerja Praktek dan sebagai salah satu persyaratan untuk kelulusan S1 Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Mata kuliah ini memiliki 2 sks. Syarat untuk mengambil mata kuliah ini yaitu harus lulus minimal 110 sks. Melalui kerja praktek ini, mahasiswa dapat mempraktekan dari apa yang telah mereka dapatkan dibangku perkuliahan dengan terlibat langsung ke lapangan, belajar bertanggung jawab atas pekerjaan yang diberikan. Selain itu, mahasiswa berkesempatan untuk menambah pengetahuan, pengalaman kerja dan mengembangkan cara berpikir, memberikan ide-ide yang kreatif dan berguna. Pengalaman kerja praktek mahasiswa di berbagai perusahaan atau instansi akan sangat berguna bagi mahasiswa untuk menambah kecakapan profesional, personal dan sosial mahasiswa.

Pabrik Gula Sei Semayang (PGSS) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri tebu menjadi gula. Perusahaan ini terletak di Jl. Binjai KM 12,5 Sei Semayang Deli Serdang Sumatera Utara. Produk yang dihasilkan dari perusahaan ini adalah gula yang berbahan dasarnya tebu. Proses produksi di Pabrik Gula Sei Semayang (PGSS) berlangsung cukup panjang dan memerlukan pengendalian yang cermat, dimulai dengan mengelola bahan baku sampai menjadi gula kasar atau gula murni hingga memiliki nilai jual yang tinggi. Aplikasi kegiatan Kerja Praktek diharapkan mampu mengembangkan dan meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam menghadapi dunia kerja nantinya, dimana adanya pengalaman dengan keterlibatan dalam kegiatan industri ini merupakan penerapan perbandingan ilmu pengetahuan yang diperoleh selama perkuliahan dengan kegiatan praktek kerja lapangan yang dapat diperoleh melalui kesempatan belajar dan bekerja di lapangan.

1.2 Tujuan Kerja Praktek

Pelaksanaan Kerja Praktek pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, memiliki tujuan :

1. Memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan jenjang program pendidikan tingkat strata satu (S-1) di Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Menerapkan pengetahuan mata kuliah ke dalam pengalaman nyata.
3. Mengetahui perbedaan antara penerapan teori dan pengalaman kerja nyata yang sesungguhnya.
4. Mengenal dan memahami keadaan di lapangan secara langsung, khususnya di bagian produksi.
5. Memahami dan dapat menggambarkan struktur masukan-masukan proses produksi di pabrik bersangkutan yang meliputi :
 - a) Bahan-bahan utama maupun bahan-bahan penunjang dalam produksi.
 - b) Struktur tenaga kerja baik di tinjau dari jenis dan tingkat kemampuan.
6. Sebagai dasar bagi penyusunan laporan kerja praktek.

1.3 Manfaat Kerja Praktek

Adapun manfaat kerja praktek adalah:

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Mahasiswa dapat membandingkan teori-teori yang diperoleh pada perkuliahaan dengan praktek dilapangan.
 - b. Mahasiswa memperoleh kesempatan untuk melatih keterampilan dalam melakukan pekerjaan dan pengaturan dilapangan.
 - c. Mahasiswa dapat lebih memahami dunia kerja sehingga diharapkan dapat mempersiapkan diri untuk menghadapi dunia kerja nantinya.

2. Bagi Program Studi

- a. Mempererat kerja sama antara Universitas Medan Area dengan Pabrik Gula Sei Semayang (PGSS).
- b. Sebagai studi banding tentang pengetahuan yang diperoleh di Pabrik Gula Sei Semayang (PGSS) dengan yang dipelajari di Studi Ilmu dan Teknologi Pangan.

3. Bagi Perusahaan

- a. Untuk menambah jumlah tenaga kerja terampil di Pabrik Gula Sei Semayang (PGSS) yang ahli di bidang produksi.
- b. Merupakan sarana pengenalan Pabrik Gula Sei Semayang (PGSS) kepada masyarakat khususnya pihak perguruan tinggi.
- c. Merupakan sarana untuk mempererat hubungan antara di Pabrik Gula Nusantara Sei Semayang (PGSS) dengan Universitas Medan Area.

1.4 Ruang Lingkup Kerja Praktek

Dalam pelaksanaan program kerja praktek ini mempunyai peranan penting dalam mendidik mahasiswa agar dapat melaksanakan tanggung jawab dari tugas yang diberikan dengan baik dan juga meningkatkan rasa percaya diri terhadap ruang lingkup pekerjaan yang dihadapi.

Program pelaksanaan kerja praktek yang dilaksanakan oleh setiap mahasiswa tetap berorientasi pada kuliah kerja lapangan. Sebagai mahasiswa dalam melaksanakan program kerja praktek tidak hanya bertumpu pada aktivitas kerja tetapi juga menyangkut berbagai kendala dan permasalahan yang dihadapi serta solusi yang diambil.

Dari program kerja praktek tersebut diharapkan mahasiswa menyelesaikan ilmu yang didapat dibangku kuliah. Dengan kerja praktek ini juga Mahasiswa di didik untuk bertanggung jawab dan mempunyai rasa percaya diri terhadap ruang lingkup pekerjaan yang diharapkan.

1.5 Metodologi Kerja Praktek

Didalam menyelesaikan tugas dari kerja praktek ini, prosedur yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan

Mempersiapkan hal-hal yang perlu untuk persiapan praktek dan riset perusahaan antara lain : surat keputusan kerja praktek dan peninjauan sepintas lapangan pabrik bersangkutan.

2. Studi Literatur

Mempelajari buku-buku, dan karya ilmiah yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi di lapangan sehingga diperoleh teori-teori yang sesuai dengan penjelasan dan penyelesaian masalah.

3. Peninjauan Lapangan

Melihat langsung cara dan metode kerja dari perusahaan sekaligus mempelajari aliran bahan, tata letak pabrik dan wawancara langsung dengan karyawan dan pimpinan perusahaan.

4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk membantu menyelesaikan laporan kerja praktek

5. Analisa dan Evaluasi Data

Data yang telah diperoleh akan di analisa dan dievaluasi.

6. Pembuatan *Draft* Laporan Kerja Praktek

Membuat dan menulis *draft* laporan kerja praktek yang berhubungan dengan data yang di peroleh dari perusahaan.

7. Asistensi Perusahaan dan dosen pembimbing

Draft laporan kerja praktek diasistensi pada dosen pembimbing dan perusahaan.

8. Penulisan Laporan Kerja Praktek

Draft laporan kerja praktek yang telah diasistensi diketik rapi dan dijilid.

1.6 Metode Pengumpulan Data

Untuk kelancaran kerja praktek di perusahaan, diperlukan suatu metode pengumpulan data sehingga data yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan dan kerja praktek dapat selesai pada waktunya. Pengumpulan data dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Melakukan pengamatan langsung.
2. Wawancara
3. Diskusi dengan pembimbing dan parakaryawan.
4. Mencatat data yang ada di perusahaan / instansi dalam bentuk laporan tertulis.

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan kerja praktek ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang, tujuan kerja praktek, manfaat kerja praktek, batasan masalah, tahapan kerja praktek, ruang lingkup kerja praktek, metodologi kerja praktek, metode pengumpulan data, waktu dan tempat pelaksanaan serta sistematika penulisan.

BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

Menguraikan secara singkat gambaran perusahaan secara umum meliputi sejarah perusahaan, ruang lingkup usaha, lokasi perusahaan, daerah pemasaran, organisasi dan manajemen, pembagian tugas dan tanggung jawab, jumlah tenaga kerja dan jam kerja.

BAB III PROSES PRODUKSI

Menguraikan tentang uraian proses produksi dan teknologi yang digunakan untuk proses produksi dari awal sampai akhir pembuatan Mesin.

BAB IV TUGAS KHUSUS

Bab ini berisikan pembahasan tentang kondisi atau fenomena yang terjadi di perusahaan. Adapun yang menjadi fokus kajian adalah *“Analisis Potensi*

Bahaya Pada Pekerja di Pabrik Gula Sei Semayang PT. Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Sei Semayang Menggunakan Metode Hazard And Operaablity Study (Hazop)”.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Menguraikan tentang kesimpulan dari pembahasan laporan kerja praktek di Pabrik Gula Nusantara Sei Semayang (PGSS) serta saran saran bagi perusahaan.



BAB II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 Sejarah Pabrik Gula Sei Semayang

Pada awalnya PT Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Sei Semayang merupakan perusahaan Belanda dengan nama *N.V. Veroning Dedeli Maatsenappij*, tetapi akhirnya tanggal 11 Januari 1958 seluruh perusahaan bangsa Belanda yang diambil alih kepemilikannya termasuk perusahaan perkebunan Belanda berdasarkan Undang-Undang No.84 Tahun 1958 tentang normalisasi perusahaan milik Belanda N.V.VDM yang terdiri dari 34 perusahaan.

Berdasarkan peraturan yang dikeluarkan oleh pemerintah No.143 Tahun 1961, maka pada tanggal 1 Juni 1961, Perusahaan Perkebunan Negara baru akan diubah menjadi Perusahaan Perkebunan Sumatera Utara I yang bergerak khusus di dalam bidang pengembangan tembakau. Selanjutnya pada Peraturan Pemerintah No.14 Tahun 1968 dan Lembaga Negara No.23 Tahun 1968 menyatakan bahwa Perusahaan Perkebunan Sumatera Utara I diubah menjadi Perusahaan Negara Perkebunan IX yang terdiri dari 23 perkebunan dengan luas areal 58.319,75 Ha.

Setelah melakukan penelitian maka dapat memenuhi ketentuan-ketentuan untuk diakhiri bentuknya menjadi perusahaan Perseroan karena adanya permasalahan dalam berbagai hal pengusaha tembakau dipasaran serta usaha pemanfaatan tanah secara khusus pada selang waktu penanaman tembakau, maka Proyek Pengembangan Industri Gula (PPIG) dirjen perkebunan dilakukan percobaan penanaman tebu pada tahun 1975 yang berlokasi di Tanjung Morawa, Batang Kuis dan Sei Semayang walaupun sebelumnya ini bukanlah termasuk daerah penerapan tanaman tebu.

Dengan dilakukan percobaan penanaman tebu, selanjutnya ditanami tembakau untuk usaha penekanan biaya umum perusahaan tembakau dari segi efektivitas dan manajemen dinilai cukup baik sehingga proyek pengembangan industri gula dan balai penelitian PTP IX sangat baik untuk masa depan yang cerah dan manfaat tanaman tebu dalam suatu proyek gula. Pada tahun 1978 dilakukan *Feasibility Study* dan juga telah diperoleh izin pengembangan proyek

gula PTPN IX, akhirnya pada tahun 1982 didirikanlah Pabrik Gula Sei Semayang (PGSS).

2.2 Visi dan Misi Perusahaan

2.2.1 Visi Perusahaan

Mengolah Bahan Baku Tebu dan atau Raw Sugar menjadi Gula Kristal Putih-I berkualitas SNI dan mendukung Program Pemerintah dalam swasembada Gula, Kelestarian Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja.

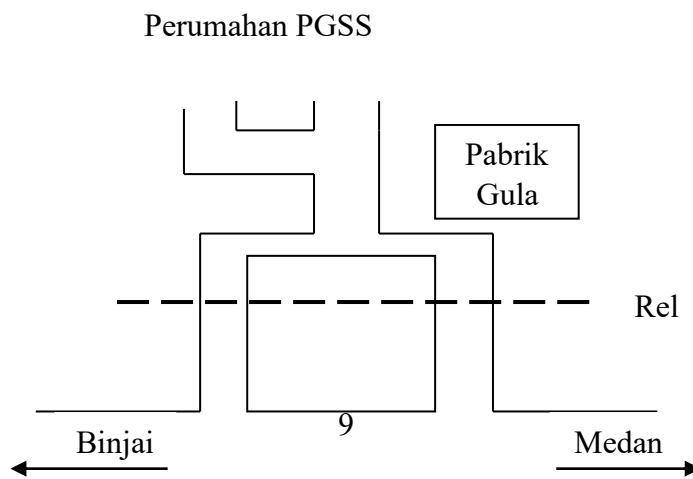
2.2.2 Misi Perusahaan

- 1 Mengoptimalkan Sumber Daya yang ada di Pabrik Gula untuk mencapai peningkatan Produksi yang baik dan bermutu SNI, Co-Generation, Konservasi Energi dan Pengembangan Industri Hilir.
- 2 Menjaga kelestarian Lingkungan dan Terpeliharanya sumber daya alam serta konservasi air dan tanah
- 3 Mengutamakan sehat selamat dan tetap menjaga sistim terpadu dan terintegrasi untuk kepentingan Perusahaan dan masyarakat.

2.3 Lokasi Perusahaan

Pabrik Gula Sei Semayang berlokasi kira-kira 12,5 km dari kota Medan, terletak di daerah Sei Semayang desa Mulyarejo Kecamatan Sunggal, Kabupaten Deli Serdang sebelah barat kota Medan, yang bersebelahan dengan Jalan Utara dan jalur kereta api Medan-Binjai. Secara geografis area pabrik gula Sei Semayang terletak diantara 98^0 Bujur Timur dan diantara garis 3^0 Lintang Utara. Ketinggian tempat antara 9-125 m diatas permukaan laut.

Adapun denah lokasi pabrik dapat dilihat pada Gambar 2.3.1.



Gambar 1 Denah Lokasi Pabrik Gula Sei Semayang

2.4 Ruang Lingkup Bidang Usaha

Berdasarkan pengelompokan perusahaan gula negara, Pabrik Gula Sei Semayang dikategorikan dalam golongan D pengelompokan sesuai dengan SK Menteri Pertanian No. 59/Kpst EKKU/10/1977 yang mengelompokkan pabrik gula berdasarkan kapasitas :

- a. Golongan A untuk pabrik dengan kapasitas 800-1200 ton.
Golongan B untuk pabrik dengan kapasitas 1200-1800 ton.
- b. Golongan C untuk pabrik dengan kapasitas 1800-2700 ton.
- c. Golongan D untuk pabrik dengan kapasitas 2700-4000 ton.

2.5 Struktur Organisasi

Pada sebuah perusahaan, organisasi dan struktur organisasi merupakan hal yang penting dalam menentukan keberhasilan dan pencapaian tujuan perusahaan. Dengan adanya organisasi disuatu perusahaan maka dapat dilihat suatu sistem birokrasi yang menggambarkan bagaimana setiap pekerjaan dilaksanakan dengan teratur dan dengan penuh tanggung jawab sehingga rencana-rencana kerja dapat dilaksanakan dengan baik serta pengawasan akan lebih mudah dilakukan. Struktur organisasi merupakan susunan yang terdiri dari fungsi-fungsi dan hubungan-hubungan yang menyatakan keseluruhan kegiatan untuk mencapai suatu tujuan. Secara fisik struktur organisasi dapat dinyatakan dalam bentuk gambar bagan yang memperlihatkan hubungan unit-unit organisasi dan garis-garis wewenang yang ada.

Dengan demikian struktur organisasi dapat didefinisikan sebagai ciri organisasi yang dapat dipergunakan untuk mengendalikan dan membedakan bagian-bagian organisasi, sehingga perilaku organisasi dapat secara efektif dan efisien tersalurkan dan terkendali arahnya untuk menuju tercapainya tujuan organisasi.

Pembagian struktur organisasi dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Organisasi Garis/*Lini*

Organisasi ini didasarkan atas wewenang langsung. Masing-masing manajer bertanggungjawab untuk mengumpulkan dan memproses informasi

yang akan dikeluarkan departemennya bersama-sama dengan sistem manajer dan bawahan lainnya.

2. Organisasi *Lini* dan *Staf*

Pada organisasi *lini* dan *staf*, merupakan perpaduan antara organisasi lini ditambah dengan staf personil yang memberikan pelayanan pada manajernya. Struktur organisasi ini tidak hanya ada garis komando dari atas ke bawah, tetapi juga ada garis koordinasi dan pengaduan dari staf ke atasannya.

3. Organisasi *Fungsional*

Struktur organisasi *fungsional* didasarkan atas kepercayaan bahwa setiap individu tidak akan menyediakan masing-masing tenaga ahli dalam enam gugus dari tiap tenaga kerja dengan enam supervisor tersendiri. Ide ini dikembangkan oleh F. Taylor.

4. Organisasi *Matriks*

Struktur organisasi *matriks* lebih banyak digunakan dalam organisasi proyek yang melibatkan beberapa spesialis ahli dari berbagai bidang untuk proyek yang sama.

Struktur organisasi pada Pabrik Gula Sei Semayang (PGSS) adalah struktur organisasi lini. Adapun alasan digunakan struktur organisasi lini adalah didasarkan atas wewenang langsung dimana masing-masing kepala dinas bertanggungjawab untuk mengumpulkan dan memproses informasi yang akan dikeluarkan departemennya bersama-sama dengan bawahan lainnya. Organisasi *lini* tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya yang diuraikan sebagai berikut :

Kelebihan struktur organisasi lini :

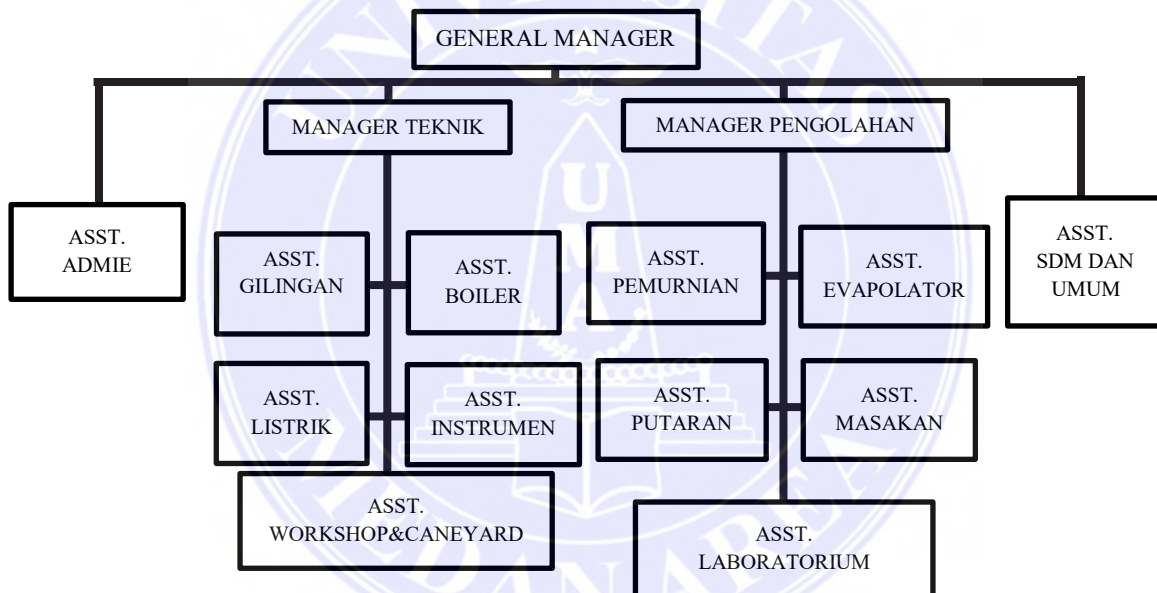
- a. Kesatuan komando terjamin sepenuhnya karena pimpinan berada pada satu tangan.
- b. Garis komando berjalan secara tegas, karena pimpinan berhubungan langsung dengan bawahan.
- c. Proses pengambilan keputusan cepat.

- d. Karyawan yang memiliki kecakapan yang tinggi serta yang rendah dapat segera diketahui, juga karyawan yang rajin dan malas. Rasa solidaritas tinggi.

Kekurangan struktur organisasi *lini* :

- Seluruh organisasi tergantung pada satu orang saja, apabila dia tidak mampu melaksanakan tugas maka seluruh organisasi akan terancam kehancuran.
- Adanya kecenderungan pimpinan bertindak secara otokratis.
- Kesempatan karyawan untuk berkembang terbatas.

STRUKTUR ORGANISASI MANAJEMEN PT. SINERGI GULA NUSANTARA PABRIK GULA SEI SEMAYANG.



Gambar 2 Struktur Organisasi Pabrik Gula Sei Semayang

2.6 Uraian

Dari gambar di atas dapat diuraikan tugas dan tanggung jawab dari masing-masing jabatan yang ada pada Pabrik Gula Sei Semayang. Uraian tugas dan tanggung jawab tersebut adalah sebagai berikut :

1. Manager Pabrik

Kewajiban :

- Membantu direksi melaksanakan tugas dan kebijaksanaan yang telah digariskan perusahaan.
- Melakukan perencanaan, pengorganisasian, pengendalian, dan pengawasan di pabrik, guna menunjang usaha pokok secara efektif dan efisien.
- Menyediakan informasi yang akurat dan *up to date* untuk kepentingan direksi dan pengambil keputusan.

Wewenang

- Menyusun dan membuat rencana kerja dan anggaran perusahaan pabrik.
- Menyusun program kerja di kebun yang berkaitan dengan upaya peningkatan kinerja pabrik.
- Melakukan pengawasan, penganalisaan, dan melakukan tindakan perbaikan dibidang pengolahan, administrasi dan keuangan.
- Melakukan konsultasi dan koordinasi dengan instansi terkait (Kepolisian, Militer, Pemuka Masyarakat) dalam pembinaan wilayah untuk pengamanan aset perusahaan.

Tugas :

- Dalam menjalankan tugasnya, manager dibantu dengan kepala dinas.
- Mengendalikan kegiatan operasional pabrik.
- Mengelola seluruh produksi yang dikirim dari kebun sesuai dengan kapasitas optimal pabrik dan menghasilkan produk yang berkualitas sesuai dengan standart yang telah ditetapkan (nasional maupun internasional).

Tanggung Jawab :

- Manager pabrik bertanggung jawab terhadap direksi.

2. Kepala Dinas Pengolahan

Kewajiban :

- Membantu manager pabrik melaksanakan tugas dan kebijaksanaan yang telah digariskan perusahaan.

- Melaksanakan perencanaan, pengorganisasian, pengendalian dan pengawasan dipabrik untuk menunjang pencapaian sasaran yang telah ditetapkan manager pabrik.
- Menyediakan data dan informasi yang akurat untuk kepentingan manager pabrik.

Wewenang

- Membantu rencana kerja jangka menengah dan jangka pendek untuk memelihara dan mengoperasikan mesin.
- Mengendalikan biaya operasional di pabrik agar kegiatan berjalan optimal.
- Memantau/mengevaluasi dan membantu tindakan perbaikan terhadap penyimpangan operasional.

Tugas

- Dalam melaksanakan tugas kepala dinas pengolahan harus berkoordinasi dengan kepala dinas teknik dan dibantu oleh asisten.
- Mengkoordinasi semua asisten yang dibawahinya untuk mencapai target/sasaran yang sudah ditentukan.
- Mengoptimalkan kerja mesin dan peralatan.

Tanggung Jawab :

- Kepala dinas pengolahan bertanggung jawab kepada manager.

3. Kepala Dinas *Laboratorium*

Kewajiban :

- Membantu manager pabrik dalam melaksanakan pekerjaan di bidang *laboratorium* sebagai alat kontrol.

Wewenang :

- Membuat rencana jangka pendek tentang operasional *laboratorium*.
- Membuat program perawatan alat-alat *laboratorium* dan unit pengolahan limbah.
- Melaksanakan analisa/kontrol terhadap hasil kerja pengolahan/peralatan.
- Memeriksa dan menguasai metode, pelaksanaan dan peralatan analisa.

- Pengawasan terhadap bahan-bahan pembantu/kimia.
- Pengendalian biaya *laboratorium*.

Tugas :

- Dalam melaksanakan tugas kepala dinas laboratorium harus berkoordinasi dengan kepala dinas teknik dan dinas pengolahan dibantu oleh asisten.
- Mengkoordinasi semua asisten yang dibawahinya untuk mencapai target/sasaran yang sudah ditentukan.
- Mengoptimalkan hasil analisis *laboratorium*.

Tanggung Jawab :

- Kepala Dinas *laboratorium* bertanggung jawab kepada *manager*.

4. Kepala Dinas Teknik

Kewajiban :

- Membantu manager pabrik melaksanakan tugas dan kebijaksanaan yang telah digariskan oleh perusahaan.
- Melaksanakan perencanaan, pengorganisasian, pengendalian, pengawasan pabrik untuk menunjang pencapaian sasaran yang telah ditetapkan oleh manager pabrik.
- Menyediakan data dan informasi yang akurat untuk kepentingan manager perusahaan.

Wewenang :

- Membuat rencana jangka pendek untuk pemeliharaan dan pengoperasian mesin dan instalasi.
- Mengendalikan biaya operasional di pabrik agar kegiatan berjalan *efektif* dan *efisien*.
- Memantau, mengevaluasi dan membuat tindakan perbaikan terhadap penyimpangan operasional di pabrik.
- Memberikan usul dan saran perbaikan pada manager pabrik yang dapat meningkatkan kinerja pabrik.

Tugas :

- Dalam menjalankan tugas, kepala dinas teknik harus berkoordinasi dengan kepala pengolahan dibantu oleh asisten.
- Mengkoordinasi seluruh asisten yang dibawahinya untuk mencapai target/sasaran yang tepat.
- Mengoptimalkan kerja mesin/peralatan agar proses produksi berjalan optimal.
- Membuat laporan pertanggung jawaban.

Tanggung Jawab :

- Bertanggung jawab kepada *manager* pabrik.

5. Kepala Dinas Tata Usaha

Kewajiban :

- Membantu manager pabrik dalam melaksanakan tugasnya dibidang administrasi.

Wewenang :

- Mengkoordinir seluruh kegiatan administrasi kantor.
- Bersama dinas/bagian lain menyusun rencana kerja tahunan.
- Pengawasan dan evaluasi pelaksanaan rencana kerja.
- Pengendalian sumber dana dan penggunaan dana.
- Menyimpan uang kas dan surat berharga milik perusahaan.
- Melakukan inspeksi ke kantor unit dalam lingkungan pabrik/kebun.
- Pengamanan terhadap aset perusahaan.
- Mengelola sumber daya yang ada pada perusahaan
- Mengelola perkoperasian perusahaan

Tugas :

- Administrasi pabrik/kebun dikelola oleh staff dengan dibantu tenaga administrasi. Bertugas mengelola administrasi pabrik/kebun secara menyeluruh

6. Asisten Pemurnian

Kewajiban :

- Membantu kepala dinas pengolahan melaksanakan pekerjaan dalam proses pengolahan pada stasiun pemurnian.

Wewenang :

- Membuat rencana jangka pendek tentang pengadaan, perbaikan dan pengoperasian peralatan pada stasiun pemurnian.
- Menyusun program perawatan peralatan.
- Melaksanakan standar fisik, biaya dan mutu.
- Melaksanakan inspeksi secara teratur dan membuat recording.
- Pengendalian biaya dan sistem kerja.

Tugas :

- Stasiun pemurnian di pimpin oleh seorang staff dibantu oleh mandor dan tenaga administrasi bertugas memaksimalkan rendemen, menekan kehilangan dengan kualitas sebaik mungkin secara efisien.

Tanggung Jawab :

- Asisten pemurnian bertanggung jawab terhadap kepala dinas pengolahan.

7. Asisten Masakan

Kewajiban :

- Membantu kepala dinas pengolahan melaksanakan pekerjaan dalam proses pengolahan pada stasiun masakan.

Wewenang :

- Membuat rencana kerja jangka pendek tentang pengadaan, perbaikan dan pengoperasian peralatan pada stasiun masakan.
- Menyusun program perawatan peralatan.
- Melaksanakan standar fisik, biaya dan mutu.

- Melaksanakan inspeksi secara teratur dan membuat recording.
- Pengendalian biaya dan sistem kerja.

Tugas :

- Stasiun masakan dipimpin oleh seorang staff dibantu dengan mandor dan tenaga administrasi, bertugas melakukan pemasakan nira hingga terbentuk kristal gula dengan menganut prinsip efisiensi.

Tanggung Jawab :

- Asisten masakan bertanggung jawab terhadap kepala dinas pengolahan.

8. Asisten Putaran

Kewajiban :

- Membantu kepala dinas pengolahan melaksanakan pekerjaan dalam proses pengolahan pada sistem putaran.

Wewenang :

- Menyusun program perawatan peralatan.
- Melaksanakan standar fisik, biaya dan mutu.
- Melaksanakan inspeksi secara teratur dan membuat recording.
- Pengendalian biaya dan sistem kerja.

Tugas :

- Stasiun putaran dipimpin oleh seorang staff dibantu oleh mandor dan tenaga administrasi bertugas memisahkan kristal dan melakukan pengeringan dengan prinsip efisien.

Tanggung Jawab :

- Asisten putaran bertanggung jawab terhadap kepala dinas pengolahan.

9. Asisten Laboratorium

Kewajiban :

- Membantu tugas Kepala Asisten Laboratorium dan pengawasan di laboratorium.

Wewenang :

- Mengkoordinir dan mengevaluasi kegiatan *laboratorium*.
- Menganalisa dan memperbaiki hasil kerja.
- Membuat rencana kerja tahunan dengan bagian lain.

Tanggung jawab :

- Asisten *laboratorium* bertanggung jawab langsung kepada Kepala Asisten *Laboratorium* dibantu seorang koordinator.

10. Asisten Listrik

Kewajiban :

- Membantu kepala dinas teknik dalam melaksanakan pekerjaan yang berhubungan dengan *layout*, perawatan, pengoperasian seluruh peralatan pabrik, kantor, perumahan, pembangkit yang berkaitan dengan listrik/instrument.

Wewenang :

- Membuat rencana jangka pendek dalam hal pengadaan, perbaikan dan penggunaan peralatan-peralatan listrik/*instrument*.
- Menyusun program perawatan peralatan listrik dan *instrument*.
- Melaksanakan standar baik biaya, fisik maupun mutu sesuai dengan ketentuan.
- Melakukan *inspeksi* secara teratur.
- Memantau menganalisa dan memperbaiki pekerjaan dibidang listrik/*instrument*.

Tugas :

- Bidang listrik/*instrument* dipimpin oleh seorang *staff* dan dibantu oleh mandor, bertugas mengolah peralatan listrik dan sumber daya lainnya yang berkaitan.

Tanggung Jawab :

- Asisten listrik/*instrument* bertanggung jawab terhadap kepala dinas teknik.

11. Asisten Gilingan

Kewajiban :

- Membantu kepala bidang teknik dalam melaksanakan pekerjaan yang berhubungan dengan perencanaan, perawatan, pengoperasian stasiun gilingan.

Wewenang :

- Membuat rencana jangka pendek tentang pengadaan perbaikan dan penanganan peralatan pada stasiun gilingan.
- Menyusun program perawatan/mesin/peralatan stasiun gilingan.
- Melaksanakan standar fisik, biaya, dan mutu yang telah ditetapkan.
- Melakukan inventaris fisik.
- Memantau, menganalisa, dan memperbaiki hasil kegiatan di stasiun gilingan.
- Membuat laporan pertanggung jawaban hasil kerja.

Tugas :

- Stasiun ini dipimpin oleh seorang staff yang bertugas mengelola peralatan dan tenaga kerja pada stasiun gilingan dengan melaksanakan tugasnya dibantu mandor.

Tanggung Jawab :

- Asisten gilingan bertanggung jawab terhadap kepala dinas teknik.

12. Asisten *WorkShop*

Kewajiban :

- Membantu kepala bidang teknik dalam melakukan pekerjaan mengolah *workshop*.
- Mewakili kepada bidang teknik bila tidak berada ditempat.

Wewenang :

- Membuat rencana jangka pendek dalam pengadaan perbaikan/modifikasi dan penggunaan mesin/peralatan *workshop*.
- Menyusun program perawatan peralatan *workshop*.
- Melaksanakan standar biaya, fisik, dan mutu.
- Memantau, mengevaluasi, dan memperbaiki hasil kerja *workshop*.

Tugas :

- *Workshop* dipimpin oleh seorang staff dan dibantu oleh mandor serta tenaga administrasi. Asisten *workshop* bertugas untuk melayani perbaikan, pembuatan peralatan suku cadang pabrik.

Tanggung Jawab :

- Asisten *workshop* bertanggung jawab kepada dinas teknik.

13. Asisten Cane Yard

Kewajiban :

- Membantu manager pabrik di *cane yard*.

Wewenang :

- Menentukan operasi *cane staker, forklift, traktor, dll*.
- Menyusun anggaran dan program perawatan peralatan yang dipergunakan di *cane yard* beserta keberhasilannya.
- Pengawasan dan pengendalian biaya serta operasi *cane yard*.
- Menjaga kebersihan halaman, lingkungan, jalan saluran air, pasar dan infrastruktur lainnya milik pabrik.

14. Asisten Gudang Hasil / Material

Kewajiban :

- Membantu Kepala Asisten Tata Usaha dalam mengawasi bagian gudang di pabrik.

Wewenang :

- Melakukan pemeriksaan di gudang material dan gudang hasil.
- Melakukan *inspeksi* secara teratur.

- Menyusun laporan mengenai jumlah barang masuk dan keluar.

Tanggung Jawab :

- Asisten gudang bertanggung jawab kepada Kepala Asisten Tata Usaha dalam melakukan pengawasan di gudang dibantu seorang koordinator.

15. Asisten Keuangan

Kewajiban :

- Membantu Kepala Tata Usaha dalam pengawasan di bagian akuntansi, *financial* dan perencanaan perusahaan.

Wewenang :

- Mengkoordinir semua kegiatan administrasi perkantoran .
- Bersama dinas/bagian lain menyusun rencana kerja tahunan.
- Pengawasan dan *evaluasi* pelaksanaan rencana kerja.
- Pengendalian sumber dana dan penggunaan dana.
- Menyimpan uang kas dan surat-surat berharga milik perusahaan.
- Melakukan inspeksi ke kantor unit dalam lingkup pabrik/kebun.
- Pengamanan aset perusahaan.

Tugas :

- Administrasi pabrik/kebun dikelola oleh seorang staff dan dibantu oleh tenaga administrasi. Bertugas mengolah administrasi pabrik/kebun secara menyeluruh.

Tanggung jawab :

- Bertanggung jawab langsung kepada Kepala Asisten Tata Usaha mengenai kondisi kantor dibantu seorang koordinator.

16. Asisten SDM dan Umum

Kewajiban :

- Membantu Kepala Tata Usaha dalam mengawasi bagian umum perusahaan.

Wewenang :

- Mengelola sumber daya yang ada pada perusahaan.
- Mengelola perkoperasian perusahaan.
- Sebagai hubungan masyarakat perusahaan.

Tugas :

- Membantu Kepala Asisten Tata Usaha melakukan pengawasan pada bagian umum seperti personalia dan koperasi.

17. Perwira Pengamanan

Kewajiban :

- Membantu manager pabrik/administrasi dalam melaksanakan tugasnya dibidang keamanan.
- Melakukan patroli/inspeksi secara sistematis.
- Pengamanan terhadap aset perusahaan, tenagakerja beserta keluarganya.
- Menganalisa dan memperbaiki serta meningkatkan hasil kerja dibidang keamanan.

Tugas :

- Menjaga keamanan pabrik dan aset-aset yang dimilikinya. Askam/Papam dipimpin oleh seorang bintangara /TNI-POLRI/ yang dibantu oleh hansip.

Tanggung jawab :

- Askam/ Papam bertanggung jawab kepada administrasi/ papam PTPN II dikantor direksi.

2.7 Tenaga Kerja, Jam Kerja dan Sistem Pengupahan

2.7.1 Tenaga Kerja

Adapun jumlah tenaga kerja yang ada di PGSS dalam melaksanakan kegiatan produksinya Pabrik Gula Sei Semayang mempekerjakan 673 orang karyawan. Tenaga kerja terbagi atas 5 tingkatan, yaitu :

- a. Pegawai Staff.
- b. Pegawai Non Staff.
- c. Karyawan Harian Tetap.
- d. Karyawan Lepas (untuk tenaga kerja pada saat pabrik beroperasi)

Bagi tenaga kerja yang mempunyai dasar ilmu yang tinggi diberikan kesempatan mengikuti ujian test ujian saringan ke LPP PAUP (Pendidikan Ahli Usaha Gula Perkebunan) di Yogyakarta. Selama pendidikan ditanggung oleh PT. Sinergi Gula Nusantara dengan gaji dan tunjangan dibayar penuh.

Status karyawan di perusahaan ini adalah sebagai berikut :

- A. Staff (Karyawan Pimpinan / Manajer) terdiri atas KTU. Ka. Dinas Teknik, Ka. Dinas Pengolahan, Ka. Laboratorium, Ass. Pengolahan dan Ass. Teknik.
- B. Karyawan bulanan dengan gaji atau upah dibayar sekali sebulan sesuai klasifikasi yang dibagi-bagi dalam golongan tertentu.
- C. Karyawan Tidak Tetap (KTT) dengan gaji atau upah dibayar sekali sebulan sama seperti karyawan bulanan tetap.
- D. Karyawan Harian Lepas (Buruh Harian Lepas).

2.7.2 Schedulling (Penjadwalan) Jam Kerja

Dalam melaksanakan aktifitasnya PGSS memiliki jam kerja yang terbagi atas 3 bagian waktu yaitu :

A. Jam Untuk karyawan kantor (*Departemen Marketing*)

- 1) Hari Senin sampai Kamis
 - Mulai jam 07.30 s/d 12.30 WIB (Kerja Aktif)
 - Mulai jam 12.30 s/d 13.00 WIB (Istirahat)
 - Mulai jam 13.00 s/d 15.30 WIB (Kerja Aktif)
- 2) Hari Jumat
 - Mulai jam 07.30 s/d 12.00 WIB (Kerja Aktif)
- 3) Hari Sabtu
 - Mulai jam 07.30 s/d 12.30 WIB (Kerja Aktif)
 - Mulai jam 12.30 s/d 13.00 WIB (Istirahat)
 - Mulai jam 13.00 s/d 15.30 WIB (Kerja Aktif)

B. Jam Kerja untuk karyawan pabrik (*operasi*) dalam masa giling

- 1) Shift I mulai jam 07.00 s/d 15.00 WIB

- 2) Shift II mulai jam 15.00 s/d 23.00 WIB
- 3) Shift III mulai jam 23.00 s/d 07.00 WIB

C. Jam kerja untuk bagian *Security (Departemen Human Resources)*

- 1) Shift I mulai jam 07.00 s/d 15.00 WIB
- 2) Shift II mulai jam 15.00 s/d 23.00 WIB
- 3) Shift III mulai jam 23.00 s/d 07.00 WIB

Sesuai dengan ketentuan Depnaker bahwa jam kerja seorang karyawan adalah 40 jam per minggu, selebihnya perkiraan jam kerja lembur.

2.7.3 Sistem Pengupahan dan Kesejahteraan Karyawan

Gaji atau upah adalah suatu penerimaan sebagai imbalan dari perusahaan kepada karyawan untuk suatu pekerjaan yang telah dilakukan yang dinilai dalam bentuk perjanjian atau undang-undang. Banyak cara atau sistem pembayaran gaji atau upah yang digunakan oleh perusahaan. Setiap perusahaan mempunyai sistem yang berbeda-beda, dengan dasar sistem tersebut akan membawa keuntungan bagi perusahaan tanpa harus merugikan karyawan. Adapun sistem pengupahan di Pabrik Gula Sei Semayang meliputi :

- Gaji Pokok
- Tunjangan untuk Sewa Rumah
- Tunjangan Khusus
- Lembur
- Premi
- Tunjangan Air
- Tunjangan untuk Bahan Baku
- Dan lain-lain.

2.8 Safety and Fire Protection

Keselamatan pekerja adalah hal yang harus diperhatikan. Keselamatan kerja merupakan sarana utama untuk pencegahan kecelakaan kerja, cacat dan kematian yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja yang terjadi dapat

mengakibatkan hambatan-hambatan yang sekaligus juga merupakan kerugian baik secara langsung maupun tidak, seperti kerusakan mesin dan peralatan kerja, terhentinya proses produksi untuk beberapa saat, hal ini akan mengakibatkan bertambahnya biaya yang harus dikeluarkan oleh pabrik. Jadi salah satu upaya yang dilakukan yaitu dengan melengkapi pekerja dengan alat keselamatan kerja dan juga mesin-mesin yang dioperasikan haruslah dalam keadaan layak digunakan. Keselamatan kerja harus benar-benar diperhatikan pada saat perancangan dan bukan baru dipikirkan kemudian setelah pabrik didirikan. Namun terlepas dari penggunaan alat pelindung diri dan mesin dalam keadaan baik, pengawasan tetap penting untuk mencapai keselamatan kerja yang optimal.

Alat pelindung diri meliputi:

- Untuk melindungi badan pekerja dari panas sebaiknya menggunakan pakaian khusus yang tahan panas.
- Bagi pekerja yang berada di mesin penggiling sebaiknya menggunakan pelindung telinga.
- Untuk melindungi pekerja dari kecelakaan kerja yang disebabkan oleh benda berat menimpa kaki atau benda tajam menimpa kaki, maka sebaiknya menggunakan sepatu *safety*
- Untuk melindungi kepala dari benda yang jatuh diatas pekerja maka pekerja harus menggunakan helm.
- Untuk melindungi tangan pekerja dari benda tajam atau sengatan listrik, maka pekerja harus menggunakan sarung tangan.

BAB III

PROSES PRODUKSI

3.1 Proses Produksi

3.1.1 Standard Mutu Bahan Baku

PT. Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Sei Semayang memproduksi gula SHS I (*Superior High Sugar*) dan gula SHS II. Gula SHS I adalah gula SHS yang memenuhi standard mutu yang telah ditetapkan sedangkan SHS II adalah gula SHS yang tidak memenuhi standard, dan akan diolah kembali agar sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

Pihak pabrik PT. Sinergi Gula Nusantara telah menetapkan standard gula SHS I dengan standar sebagai berikut :

- Gula yang diproduksi harus berwarna putih dan juga bersih.
- Ukuran kristal gula standard yaitu 0,7 – 0,9 mm.
- Gula hasil produksi harus benar-benar kering agar tahan lama.
- Gula yang dihasilkan tidak berbau.

Tabel 1 Standard Mutu Gula SHS

STANDARD	SHS I		
	SHS I A	SHS I B	SHS I C
Warna	70	65	60
Kadar air	0,1	0,1	0,1
Berat jenis	0,9 – 1,0	0,9 – 1,0	0,9 – 1,0
Kadar C	99,8	99,6	99,5

3.2 Bahan Baku dan Bahan Tambahan

3.2.1 Bahan Baku

Bahan baku utama dalam pembuatan gula adalah tebu yang tergolong kepada *genus saccharum* dan diantara *genus saccharum* itu pada

abad XVII species *saccharum officinarum* telah dibudidayakan karena mengandung nira dan kadar serat yang cukup sehingga dapat diolah menjadi gula. Tanaman tebu dapat hidup di daerah tropis dan sub tropis bahkan sampai pada ketinggian 1400 m dari permukaan laut.

Pertumbuhan dan kualitas tanaman tebu sangat dipengaruhi oleh :

- a) Keadaan iklim
- b) Keadaan tanah
- c) Pengairan
- d) Pembibitan
- e) Penyakit tebu
- f) Cara penanaman tebu
- g) Pemakaian pupuk

Tanaman tebu ini dipanen setelah tanaman memiliki kadar gula yang cukup tinggi (umur 10 – 12 bulan). Tebu yang telah dipanen dapat menunggu untuk diperas selama maksimal 24 jam, apabila lebih dari 24 jam maka akan terjadi perubahan rasa tebu menjadi asam dan kadar *sukrosa* yang ada dalam tebu akan berkurang.

Komponen penyusutan tebu dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2 Data Penyusutan Batang Tebu

NO	Komponen	Persentase (%)
1	Gula Reduksi	0.5 – 1.5
2	Bahan Organik	0.5 – 1.5
3	Sabut (Selulosa, pentosa)	11 – 19
4	Asam Organik	0.5
5	Sukrosa	11- 19
6	Air	65 – 75
7	Bahan Lain (Lilin, Zat warna)	8 – 9

Sumber : Data Laboratorium Pabrik Gula Sei Semayang

Tebu yang masuk ke gilingan sebaiknya memiliki kualitas yang baik atau memenuhi kriteria manis, bersih dan segar (MBS).

- Manis artinya tebu dalam kondisi kemasakan optimal sehingga mengandung banyak sukrosa. Sukrosa dalam nira biasanya dinyatakan dalam % pol. Nilai pol pada nira berkualitas baik adalah lebih dari 10 %.
- Bersih berarti tebu bebas dari *trash* (daun, sogolan, pucukan, dll.), tanah dan kotoran lainnya. Kadar *trash* dan kotoran pada tebu giling harus dibawah 5%.
- Tebu segar menggambarkan bahwa tebu digiling dalam rentang waktu kurang dari 24 jam setelah ditebang. Tebu yang lambat tergiling biasanya mengandung pati dan dekstran dalam jumlah banyak sehingga akan mengganggu proses pemurnian dan menurunkan perolehan sukrosa.



Gambar 3 Tanaman Tebu Perkebunan PGSS

3.2.2 Bahan Tambahan

Bahan tambahan adalah bahan yang ditambahkan secara langsung ke dalam proses produksi dan merupakan komposisi produk untuk memudahkan dan menyempurnakan produk.

3.2.2.1 Susu kapur (Ca(OH)_2)

Susu kapur dibuat dari pembakaran batu kapur sehingga berubah menjadi kapur *tohor*, baru kemudian disiram dengan air panas, sehingga menghasilkan susu kapur. Pemberian susu kapur bertujuan untuk pemurnian air nira. Air panas ini berasal dari dari proses

kondensasi uap *evaporator*, yaitu air bersih dengan temperatur 60⁰C yang berfungsi sebagai:

- Pelarut kapur yang mempercepat terjadinya larutan susu kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).
- Air imbibisi pada stasiun gilingan untuk meningkatkan nira yang dihasilkan, dimana volume air yang dipakai adalah 20% dari kapasitas produksi.
- Siraman pada saringan hampa udara.
Kapur Tohor di buat menjadi susu kapur yang berfungsi untuk menaikkan PH nira menjadi 9,0 – 9,5

3.2.2.2 *Gas Sulfit (SO₂)*

Gas sulfit diperoleh dari pembakaran belerang di dalam tabung belerang, dimana awalnya memasukkan belerang yang sengaja dinyalakan, kemudian selanjutnya secara terus-menerus dialirkan ke udara kering.

Tujuan pemberian gas sulfit ini adalah:

- Menetralkan kelebihan air kapur pada nira yang terkapur, sehingga pH mencapai 7,2 – 7,4 dan untuk membantu terbentuknya endapan $\text{Ca}(\text{SO}_3)_2$
- Untuk memucatkan warna larutan nira kental yang akan berp
- engaruh pada warna Kristal dari gula.

3.2.2.3 *Flokulat*

Penambahan *flokulat* adalah dengan membentuk *flok* dari partikel kotoran terlarut yang terdapat pada nira sehingga lebih mudah disaring.

3.2.2.4 *Phospat*

Pemberian fosfat bertujuan untuk meningkatkan kadar fosfat yang terdapat pada nira jika kadar fosfat dalam nira mentah lebih kecil dari 300 ppm, akan tetapi jika kadar fosfat lebih dari 300 ppm maka tidak perlu lagi ditambahkan fosfat.

3.2.2.5 Bockom

Manfaat *bockom* antara lain adalah:

- Sebagai pengawet pada nira yang belum diolah.
- Untuk memisahkan butiran gula dengan yang lain.
- Untuk membuat Kristal gula lebih gampang dipisahkan.

3.2.2.6 Campuran $NaCl$, $NaOH$, Na_2SO_4

Campuran ini digunakan untuk membersihkan *heating tube* di stasiun *evaporator* (penguapan).

3.3 Uraian Proses Produksi

Gula yang diproduksi oleh Pabrik Gula Sei Semayang PTP. Nusantara II adalah gula tebu yang berbentuk sakarosa dengan rumus kimia sebagai berikut :



Proses pembuatan gula dari tebu pada Pabrik Gula Sei Semayang dibagi dalam beberapa stasiun. Adapun tahapan proses produksi dari awal sampai akhir pengolahan tebu menjadi gula kristal.

3.3.1 Stasiun Penimbangan

Stasiun penimbangan seperti ditunjukkan pada gambar 4:



Gambar 4 Timbangan

Tebu yang berasal dari perkebunan diangkat ke pabrik dengan truk. Sebelum sampai ke halaman pabrik, tebu beserta truk ditimbang terlebih dahulu kemudian setelah tebu ditimbang maka berat keseluruhan dikurangi berat truk

sehingga diperoleh berat bersih. Adapun jenis timbangan yang digunakan di PG. Sei Semayang, yaitu: Timbangan truk tebu, berfungsi untuk mengukur berat tebu yang masuk dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Bruto} = \text{berat truk} + \text{tebu}$$

$$\text{Tarra} = \text{berat truk}$$

$$\text{Netto (berat tebu)} = \text{Bruto} \pm \text{Tarra}$$

Truk yang berisi tebu dengan kapasitas 5-6 ton naik ke tripper dan dijangkitkan dengan tenaga pompa hidrolik sehingga tebu jatuh ke bagian pembawa tebu (*cane carrier*). Truk dengan kapasitas 10 – 12 ton yang dilengkapi dengan tali dengan menggunakan alat pengangkat tebu, mengangkat tebu ke bagian meja tebu dimana kabel pengangkat tebu dihubungkan dengan tali sling. Selanjutnya tenaga hidrolik digerakkan sehingga mengangkat tali sling dan tebu ditumpukkan ke bagian meja tebu, lalu tebu dimasukkan ke bagian pembawa tebu (*cane carrier*) sehingga dapat dikirim ke *cane cutter* (pencacah).

3.3.2 Stasiun Penanganan (*Cane Handling Station*)

Stasiun penanganan seperti ditunjukkan pada gambar 5 dan 6 :



Gambar 5 Cane Lifter hilo



Gambar 6 Wheel Crane

Pada proses selanjutnya *cane carrier* membawa tebu masuk ke *cane leveler* (bagian pengaturan tebu) guna mengatur pemasukan tebu menuju *cane cutter* I. Pada *cane cutter* I tebu dipotong-potong secara horizontal, dicacah dan dipotong-potong agar mempermudah proses penggilingan. Selanjutnya dibawa ke bagian *cane cutter* II.

a) *Cane cutter I*

Cane cutter I dapat dilihat dalam gambar seperti ditunjukkan pada gambar 7:



Gambar 7 Cane Cutter I

Cane cutter I berfungsi memotong tebu agar tebu terpotong-potong rata walaupun masih kasar, untuk mempermudah penggilingan.

b) *Cane cutter II*

Cane cutter II dapat dilihat dalam gambar seperti ditunjukkan pada gambar 8:

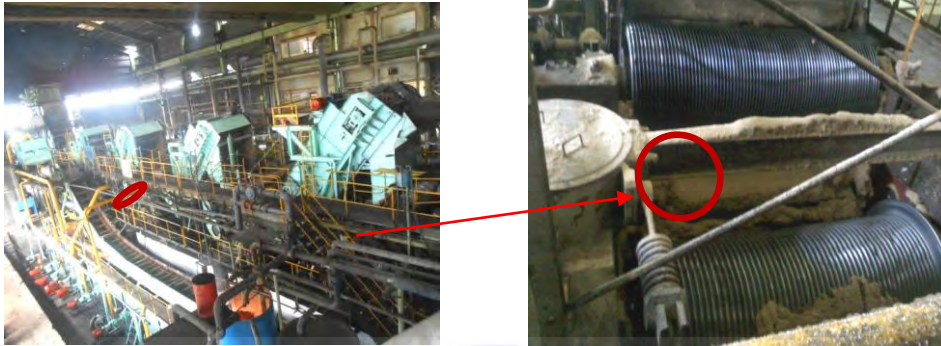


Gambar 8 Cane Cutter II

Tahap berikutnya tebu dimasukkan ke *cane cutter II* yang digunakan sebagai alat pencacah tebu yang telah dipotong-potong oleh *cutter I* supaya lebih halus dari *cutter I*, sehingga penggilingan berlangsung lebih mudah.

3.3.3. Stasiun Gilingan

Stasiun gilingan seperti ditunjukkan pada gambar 9:



Gambar 9 Stasiun Gilingan

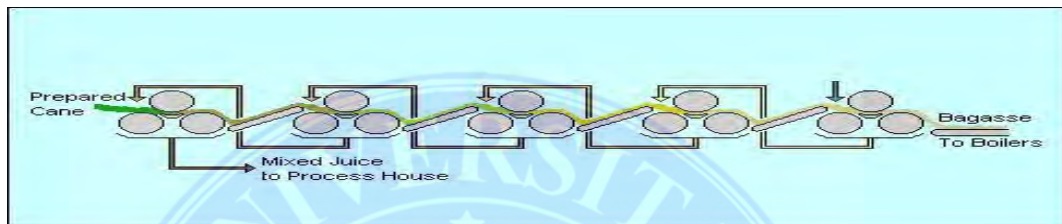
Pada stasiun gilingan tebu akan digiling yang bertujuan untuk mendapatkan air nira sebanyak mungkin. Penggilingan (pemerasan) dilakukan lima kali dengan unit gilingan (*Five Set Three Roller Mill*) yang disusun seri dengan memakai tekanan hidrolik yang berbeda-beda. Alat ini terdiri dari tiga buah roll yang terbuat dari (satu set) yang mempunyai permukaan yang beralur berbentuk V dengan sudut 30^0 yang gunanya untuk memperlancar aliran nira dengan mengurangi terjadinya slip. Jarak antara roll atas (*Top Roll*) dengan roll belakang (*bagasse roll*) lebih kecil daripada jarak antara roll atas dan roll depan (*feed roll*). Besarnya daya yang digunakan untuk menggerakkan alat penggiling adalah $150 - 200 \text{ Kg/cm}^2$ dengan putaran yang berbeda-beda antara gilingan I dengan gilingan yang lain. Putaran gilingan PG Sei semayang ± 5 putaran/menit.

Mekanisme kerja dari stasiun penggilingan ini adalah sebagai berikut :

- a. Tebu pada *cane cutter* I dibawa elevator ke mesin gilingan I. Air perasan (nira) dari gilingan I ditampung pada bak penampung I. Ampas dari mesin gilingan I masuk ke mesin gilingan II untuk digiling kembali. Air perasan (gilingan) yang diperoleh dari bak penampung I disebut *primary juice* masuk ke dalam bak penampung nira I.
- b. Nira yang berasal dari penggilingan I dan II ditampung pada bak penampung I masih mengandung ampas yang sama-sama disaring pada

- juice strainer* kemudian dimasukkan pada gilingan II dan nira yang disaring ditampung dalam tangki dan siap dipompakan pada stasiun pemurnian.
- c. Ampas tebu yang berasal dari penggilingan II dibawa ke penggilingan III untuk digiling kembali. Nira ditampung pada bak penampung II dan digunakan untuk menyiram ampas yang keluar dari gilingan I, agar penggilingan berjalan dengan lancar.
 - d. Ampas tebu dari penggilingan III dibawa ke penggilingan IV. Air perasan ditampung pada bak penampung III dan digunakan untuk menyiram ampas yang keluar dari gilingan II agar nira yang dikeluarkan semakin optimal.
 - e. Ampas tebu dari gilingan IV masuk ke gilingan V untuk digiling kembali. Air dari gilingan IV ditampung pada bak IV dan gunanya untuk menyiram ampas yang keluar dari gilingan III. Ampas dari gilingan IV diberi air imbibisi dengan temperatur sekitar 60 – 70 °C berasal dari kondensat evaporator badan IV dan V.
 - f. Ampas tebu (*bagasse*) dari gilingan V diangkut dengan satu unit *conveyor* melalui satu plat saringan, dimana ampas berserat kasar dilewatkan menuju boiler dan ampas halus dipisah untuk selanjutnya digunakan untuk membantu proses penyaringan pada alat *vacum filter* di stasiun pemurnian. Proses penggilingan sangat mempengaruhi kandungan nira tebu, dimana semakin banyak tebu mengalami penggilingan maka kadar niranya akan semakin sedikit. Ampas tebu dari gilingan V diangkut dengan satu unit *conveyor* melalui satu plat saringan dimana ampas kasar dibawa menuju gudang ampas sebagai cadangan bahan bakar. Ampas yang sudah halus dihisap dengan *bagasse fan* yang terdapat dibawa saringan dan dikirim lagi ke *bagacillo tank* untuk digunakan sebagai pencampur pada *rotary vacuum filter*. Air imbibisi yang diberikan pada ampas gilingan IV berfungsi melarutkan nira yang masih ada tertinggal pada ampas tersebut. Debit alir air imbibisi adalah 26 – 30 m³/jam dan suhu 70°C dengan perbandingan 19 – 24% dari berat tebu untuk kapasitas tebu per hari. Bila air imbibisi yang

diberikan terlalu banyak, maka akan gula yang dilarutkan semakin banyak, akan tetapi diperlukan waktu yang terlalu lama untuk menguapkannya. Jika nilai imbibisi kurang maka kadar gula akan tertinggal pada ampas yang cukup tinggi, karena itu perlu ditentukan jumlah air imbibisi yang optimum ditambahkan selama penggilingan berlangsung. Apabila persediaan telah habis sehingga stasiun penggilingan terhenti maka *roll mill* harus disemprot dengan larutan kapur yang berfungsi untuk mencegah perkembangan *mikroorganisme*.



Gambar 10 Skema Proses Penggilingan

3.3.4 Stasiun Pemurnian

Nira yang diperoleh dari stasiun gilingan yang ditampung dalam bak penampung selanjutnya dipompakan menuju stasiun pemurnian. Nira yang berasal dari stasiun penggilingan merupakan nira mentah, masih mengandung kotoran disamping gula, dapat dikatakan nira mentah ini hampir masih semua komponen/partikel yang terdapat pada tebu masih ada didalamnya. Proses pemurnian ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran dari dalam nira sehingga nira dihasilkan lebih murni mengandung sakarosa. Tujuan utama pemurnian ini adalah untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang terkandung dalam nira mentah. Ada beberapa tahap yang dilakukan didalam proses pemurnian yaitu:

a. Timbangan Nira Mentah (*Juice Weighting Scale*)

Timbangan Nira Mentah (*Juice Weighting Scale*) dapat dilihat pada gambar 11:



Nira yang berada di tangki penampungan dialirkan melalui pipa saringan dan dipompakan ke tangki nira mentah tertimbang. Sistem penimbangan nira mentah dapat *Gambar 11 Juice Weighting Scale* akan timbangan *Maxwelt Bolougne*. Prinsip kerja dari alat ini adalah atas dasar sistem kesetimbangan gaya berat bejana dan bandul, dimana akan berhenti secara gravitasi ke tangki penampungan. Berat timbangan diperkirakan mencapai 6,5 ton.

b. Pemanas Nira I (*Juice Heater I*)

Setelah nira mentah ditimbang, selanjutnya ditampung pada tangki penampung nira tertimbang. Kemudian dipompakan ke alat pemanas I (*primary heater*) yang memiliki 2 unit pemanas. Tujuan dari pemanas I adalah untuk menyempurnakan reaksi yang telah terjadi dan mematikan mikroorganisme, sehingga komponen yang ada dapat dipisahkan dari nira pada bejana pengendapan nanti. Pada badan pemanas I nira dipanaskan hingga suhu 70°C, kemudian nira dialirkan kedalam pemanas II dan dipanaskan hingga temperatur 75°C. Uap panas pada pemanas nira I merupakan uap bekas yang dihasilkan oleh evaporator I dan II, dengan demikian uap dapat dipakai seefektif dan seefisien mungkin.



Gambar 12 Pemanas NIRA I

c. Tangki Marshall

Nira yang keluar dari pemanas I dialirkan ke tangki marshall untuk penambahan susu kapur dengan pH 7,0 – 7,2. Susu kapur ini berfungsi untuk mengikat kotoran dalam nira, selain itu susu kapur juga berfungsi untuk menaikkan pH pada nira dan juga membentuk inti endapan.



Gambar 13 Tangki Marshall

d. Tangki Defekasi (*Defecator*)

Tangki defekasi (*Defecator*) seperti ditunjukkan pada gambar 3.3.4 d.



Gambar 14 Tangki Defekasi

Setelah nira dipanaskan pada pemanas nira kemudian dipompakan ke tangki defekasi dan diberikan susu kapur dengan fungsi untuk mengubah pH nira menjadi 8 – 9,5. Pemasukan susu kapur diatur dengan *control valve* yang dikendalikan oleh *pH indicator controller*.

e. Tangki Sulfitasi

Tangki *sulfitasi* dapat dilihat seperti ditunjukkan pada gambar 15 :



Gambar 15 Tangki Sulfitasi

Tangki sulfitasi berfungsi untuk mencampur nira terkapur dari tangki defekasi dengan gas SO_2 dari tabung belerang. Sedangkan sekat parabolis berfungsi untuk membantu proses pencampuran dapat berjalan dengan kontinu. Penambahan gas SO_2 dengan maksud agar nira terkapur mengalami penurunan pH menjadi 7.0 – 7,2 pada suhu 70°C – 75°C dengan waktu lima (5) menit. Pada tangki sulfitasi ini diharapkan pada kelebihan susu kapur akan bereaksi dengan gas SO_2 . Selanjutnya dinetralkan kembali pada *neutralizing Tank* sehingga pH tercapai 7,0 – 7,2. Dengan terbentuknya CaSO_3 , yang terbentuk endapan yang berfungsi untuk menyerap koloid-koloid yang terkandung dalam nira, dimana endapan yang terbentuk menyerap kotoran-kotoran lain yang lebih halus, hal inilah yang disebut dengan efek pemurnian.

f. Pemanas Nira II (*Juice Heater II*)

Pemanas Nira II (*Juice Heater II*) dapat dilihat seperti ditunjukkan pada gambar 16 :



Gambar 16 Juice Heater II

Pemanas nira II ini prinsip kerjanya sama dengan pemanas nira I. Nira dari tangki tunggu dipompa dengan mesin pompa sentrifugal ke pemanas II yang memiliki 2 unit badan pemanas. Pada badan pemanas nira II dipanaskan sampai temperatur 105°C . Tujuan dari pemanas II ini adalah untuk membantu penguapan gas yang ada dalam nira, menyempurnakan reaksi defikasi dan sulfitasi, melepaskan gas yang terlarut dalam nira serta mempercepat pengendapan di *clarifier*.

g. Tangki Pengembangan (*Flash Tank*)

Fungsi tangki pengembang adalah untuk menghilangkan udara dan gas-gas yang terlarut dalam nira. Bila udara dan gas-gas terlarut dalam nira tidak dihilangkan, maka akan mengganggu atau menghambat pemisahan kotoran-kotoran dari nira di tangki pengendapan. Selain itu dengan adanya tangki pengembang dapat menghemat energi dan dapat menghilangkan gaya-gaya yang bekerja sehingga memberikan aliran yang bergejolak. Nira yang berasal dari tangki pengembang selanjutnya dialirkan ke tangki pengendapan.



h. Tangki Pengendapan

Tangki pen, *Gambar 17 Flash Tank* erti ditunjukkan pada gambar 18 :



Gambar 18 Settling Tank

Didalam tangki pengendapan ini nira jernih dan nira kotor dipisahkan. Nira yang jernih (bagian atas) dan nira kotor (bagian bawah). Nira yang jernih dialirkan ke stasiun penguapan (*evaporator*), sedangkan endapan nira atau nira kotor di bagian bawah dibawa ke *Mud Feed Mixer* untuk dicampur dengan ampas halus yang berasal dari stasiun penggilingan. tangki pengendapan bekerja secara kontinu dan memiliki empat *kompartment* yang dipergunakan untuk mempermudah proses pengendapan. Endapan yang terbentuk disapu dengan *scrap* yang bergerak lambat. Endapan jatuh ke tepi-tepi tiap peralatan. Selanjutnya dipompakan ke *Mud Feed Mixer*, sedangkan nira jernih keluar secara *over flow* melalui pipa-pipa yang dipasang pada tiap *kompartment*. Untuk mempercepat pengendapan, maka ditambahkan *floculant* kedalam tangki pengendapan. pencampuran ini bertujuan membantu pada saat penyaringan (*vacuum filter*) yang memisahkan nira dengan kotoran. Saringan yang digunakan adalah saringan hampa (*rotary vacuum filter*). Nira hasil saringan selanjutnya dikembalikan ke tangki penimbangan nira mentah, sedangkan endapan kotoran yang tersaring disebut dengan blotong yang selanjutnya dibuang atau dijadikan pupuk. Jadi dapat kita ketahui secara jelas bahwa tangki pengendapan berfungsi untuk memisahkan endapan yang terbentuk dari hasil reaksi dengan larutan yang jernih.

3.3.5 Stasiun Penguapan (*Evaporator Station*)

Stasiun Penguapan (*Evaporator Station*) seperti ditunjukkan pada gambar 19 :



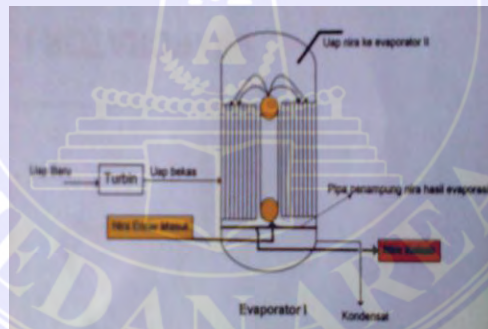
Gambar 19 Stasiun Penguapan

Stasiun Penguapan digunakan untuk menguapkan air yang terkandung dalam nira encer, sehingga nira akan lebih mudah dikristalkan dalam proses selanjutnya. Stasiun penguapan pada proses pengolahan gula di Pabrik Gula Sei Semayang menggunakan empat unit, yang disebut *Quadruple Evaporator* dan memakai cara *Forward Feed* yang bertujuan untuk menguapkan air dan nira yang menggunakan proses pemvakuman. Penguapan dilakukan pada temperature 50 - 100⁰C dan untuk menghindari kerusakan sukrosa maupun monosakarida dilakukan penurunan tekanan didalam *evaporatore* sehingga titik didih nira turun.

Evaporator yang tersedia ada lima unit yaitu empat unit beroperasi dan satu unit sebagai cadangan bila ada pembersihan. Selama proses berlangsung temperatur dari masing-masing *evaporator* berbeda-beda. Untuk menghemat panas yang diperlukan maka media pemanas untuk evaporator I digunakan uap bekas yang berasal dari *Pressure vessel*, sedangkan media pemanas *evaporator* yang lain memanfaatkan kembali uap yang terbentuk dari *evaporator* sebelumnya. Hal ini disebut *vapour temperature* pada evaporator I sebesar 110⁰C dan berangsur-angsur turun sampai temperature 50 – 55⁰C pada evaporator IV.

Hal ini dapat dilakukan dengan jalan menurunkan tekanan yang berbeda-beda dari *evaporator I* sampai dengan *evaporator IV*. Uap yang mengalir dari *evaporator I* ke *evaporator II* disebabkan pada *evaporator I* setelah masuk kedalam bagian *shell* pada *evaporator II* akan melepaskan panas sehingga mengembun. Terkondensasinya uap menyebabkan terjadinya penurunan tekanan dalam *shell* sehingga uap air nira *evaporator I* dapat mengalir ke *evaporator II* dan seterusnya. Uap nira *evaporator IV* masuk kedalam kondensor untuk diembunkan (dikondensasikan) dan dijatuhkan bersama air injeksi, sedangkan uap-uap yang tidak terkondensasikan dibiarkan keluar ke udara. Peristiwa mengalirnya nira dari *evaporator I* ke *evaporator II* dan seterusnya disebabkan oleh adanya perbedaan tekanan vakum pada masing-masing *evaporator*. Nira encer yang masuk pada setiap *evaporator* akan bersirkulasi sampai mencapai titik tertentu dan secara otomatis *valve* akan terbuka sehingga nira mengalir menuju *evaporator* selanjutnya, begitu seterusnya hingga *evaporator IV*.

Berikut ini merupakan sketsa *evaporator* yang di gunakan (*evaporator I*)



Gambar 20 Sketsa Proses Penguapan di *Evaporator I*

3.3.6 Stasiun Masakan

Stasiun masakan seperti ditunjukkan pada gambar 21 dibawah ini:



Tujuan dari stasiun pemasakan adalah untuk mempermudah pemisahan gula kristal dengan kotorannya dalam pemutaran sehingga diperoleh hasil yang memiliki kemurnian *Gambar 21 Stasiun Masakan* ; sesuai dengan standar kualitas yang ditentukan dan diperlukan untuk mengubah sukrosa dalam larutan menjadi kristal agar pembentukan gula setinggi-tingginya dan hasil akhir dari proses produksi yaitu tetes yang mengandung gula sangat sedikit, bahkan diharapkan tidak ada gula sama sekali. Pada stasiun masakan di Pabrik Gula Sei Semayang PTPN II ada tiga proses masakan yaitu :

a. Masakan A

Masakan A adalah masakan paling awal yang menghasilkan gula A dan *stroop* A (mengandung sukrosa). Pada masakan A terdapat dua buah *fan* masakan yang dapat mengkristalkan 68% dari nira kental yang masuk. Dimana *stroop* A akan diproses kembali agar mengkristal dan dapat menghasilkan gula B

b. Masakan B

Stroop A yang berasal dari masakan A akan dimasak kembali di masakan B dimana proses pemasakan ini menghasilkan Kristal gula B dan *stroop* B. Pada masakan B terdapat satu buah *fan* masakan yang dapat mengkristalkan 62% dari nira kental yang masuk. Kemudian *stroop* B akan diproses kembali pada masakan D

c. Masakan D

Stroop B yang berasal dari masakan B akan dimasak kembali di masakan D dimana proses masakan ini menghasilkan Kristal gula D dan klare D dengan menggunakan bahan dasar *stroop* A, *stroop* B dan klare D. Pada masakan D terdapat dua buah *fan* masakan yang dapat mengkristalkan 58% dari nira kental yang masuk.

3.3.7 Stasiun Putaran

Stasiun pemutaran berfungsi untuk memisahkan kristal gula dari *stroop* dan tetes yang terdapat dalam masakan. hasil pengkristalan dalam pemasakan adalah campuran antara kristal gula, *stroop* dan tetes. Alat pemutar bekerja berdasarkan gaya sentrifugal. Untuk mendapatkan kristal dalam bentuk murni dilakukan pemisahan campuran dengan menggunakan kekuatan gaya sentrifugal. Alat putaran terdiri dari dua jenis, yaitu:

1. *High Grade Centrifugal* 1600 rpm, terdiri dari 9 unit putaran, yaitu 5 untuk memutar masakan gula A dan B, dan 4 unit untuk memutar gula produk.



Gambar 22 High Grade Centrifugal

2. *Low Grade Centrifugal* terdiri dari 12 putaran, yaitu 9 untuk memutar masakan D (gula D1) dan 3 untuk memutar masakan gula D2. Putaran bekerja berdasarkan gaya centrifugal yang menggunakan *full automatic discontinue*.



Gambar 23 Low Grade Centrifugal

a. Putaran A dan B

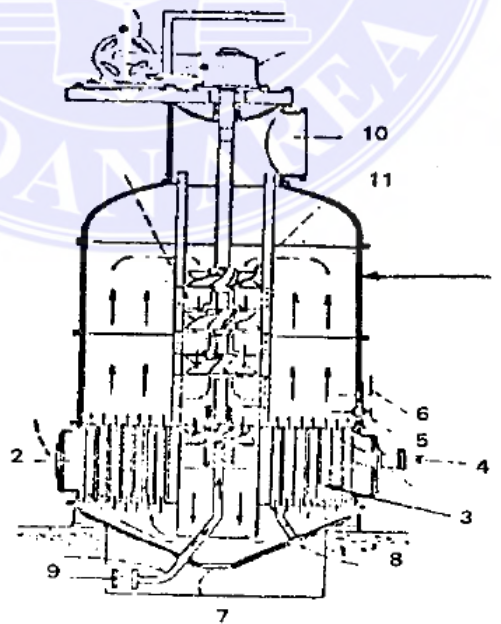
Nira kental yang berasal dari masakan dialirkan ke stasiun pemutaran dan diputar untuk mendapatkan kristal gula, dimana pada putaran ini juga terdapat saringan yang memisahkan antara *stroop* A dan kristal gula A pada putaran A dan *stroop* B dan kristal gula B pada putaran B.

b. Putaran D1 dan D2

Nira kental yang berasal dari putaran B dialirkan ke stasiun pemutaran D1 dan D2 diputar untuk mendapatkan kristal gula sebagai pembibitan gula pada masakan A. dimana pada putaran ini juga terdapat saringan yang memisahkan tetes dan kristal gula D.

c. Putaran SHS

Kristal gula yang dihasilkan dari putaran A dan B dibawa oleh *screw conveyor* ke *magma mingler*. Larutan gula yang ada pada putaran tangki A dan B akan terpisah tetapi masih ada larutan yang menempel pada kristal, maka untuk menghilangkan larutan tersebut dibantu dengan mencampurkan dengan air panas, selanjutnya diputar pada SHS sehingga memperoleh kristal gula yang berkualitas.



Gambar 24 Detail Stasiun Putaran

Keterangan:

1. Silinder Pengkristal
2. Saluran pemasukan uap panas
3. Peti Pemanas (Calendria)
4. Saluran penghubung dengan saluran vakum
5. Termometer
6. Alat pengontrol
7. Katup pengeluaran kristal
8. Saluran pengeluaran kondensat
9. Saluran pemasukan Sirop
10. Lubang pengeluaran uap
11. Alat pengaduk

3.3.8 Stasiun Penyelesaian (*finishing*)

Kristal gula yang berasal dari stasiun putaran dibawa ke sugar elevator dimana kondisi gula SHS masih dalam keadaan basah. Oleh karena itu dilakukan pengeringan dan pendinginan untuk mendapatkan gula SHS yang standar. Gula SHS tersebut dimasukkan kedalam *sugar dryer* dan *cooler* dimana sistem pemanasan dan pengeringan dilakukan dengan cara mekanis dan memberikan udara panas pada suhu kira-kira $70 - 90^{\circ}\text{C}$ yang dialirkan melalui *air dryer* langsung ke *dryer cooler*, kemudian gula tersebut dimasukkan ke *Bucket Elevator* dan diteruskan ke *vibrating screen*. Pada *vibrating screen* kristal gula SHS telah mencapai kekeringan dan pendinginan yang cukup. Dalam *sugar dryer* dan *cooler* dilengkapi dengan suatu alat pemompa yang berfungsi untuk menarik gula halus yang terkandung dalam proses pembuatan gula SHS. Gula halus dialirkan melalui pipa rangkap dan secara otomatis diinjeksikan dengan imbibisi oleh pemisahan nozel untuk menangkap partikel-partikel gula halus. Kemudian gula tersebut dimasukkan kedalam bak penampung dan dialirkan ke stasiun masakan untuk proses gumpalan-gumpalan gula yang dimasukkan kedalam tangki peleburan gula selanjutnya dikirim ke

stasiun masakan untuk diproses selanjutnya. Gula standar dimasukkan ke alat pembawa gula penyadap logam yang mana penyadap logam ini berfungsi untuk menangkap partikel-partikel logam yang terbawa atau tercampur dengan gula produksi.



Gambar 25 Sugar Drier

3.3.9 Pengemasan dan Penggudangan Gula Produksi

- Pengemasan gula seperti ditunjukkan pada gambar 26 :



Gambar 26 Pengemasan Gula

Penampungan kristal gula di Pabrik Gula Sei Semayang dilengkapi dengan dua alat pengisi gula secara otomatis dimana setiap alat pengisi mempunyai timbangan yang telah ditentukan oleh badan meteorologi dan bekerja sama dengan bulog untuk menjamin keamanan dan keselamatan produksi terbuat dengan ketentuan 50 kg/karung. Untuk menjaga keselamatan

produksi gula SHS ditetapkan oleh direksi dengan standar yang telah ditentukan.

Tabel 3 Perbandingan Kualitas Gula Produk dengan Standar SNI

Kriteria Uji	SNI*	PGSS**
Warna Kristal (Icumsa)	Maks 250	230
Besar Kristal (mm)	0.8-1.2	1.0
Susut Pengeringan (%b/b)	Maks 0.10	0.08
Abu <i>conductivity</i> (%b/b)	Maks 0.10	0.054
Bahan tambahan	-	-
SO ₂ (mg/kg)	Maks 30	25
Berat : 50 kg/karung		

(Sumber : Anonim, 2000)

(Sumber : Laboratorium PGSS, 2025)

Tabel 4 Tabel Material Balance PGSS dengan Kapasitas 4000 Ton Tebu Perhari

URAIAN	TON	% BRIX	% POL	HK
Tebu (T)	4,000.00			
Imbibisi (I) 28 %	1,120.00	13.00		
Nira Mentah (Nm) 96%	3,840.00	3.50	9.50	73.08
Ampas (A) 32%	1,280.00		2.30	65.71
Blotong (Bl) 4%	160.00	13.00	2.40	
Nira Encer (NE)	-	12.90	9.77	75.74
Nira Kental (NK)	-	65.00	49.23	75.74
Masakan A 20%	800.00	92.00	73.60	80.00
Stroop A		82.00	49.20	60.00
Gula A	-	94.00	90.00	95.74
Masakan C 7%	280.00	95.00	68.40	72.00
Stroop C	-	85.00	46.75	55.00

Gula C		91.00	82.00	90.11
Masakan D 15%	600.00	98.00	58.80	60.00
Tetes (M) 4,5%	180.00	85.00	29.50	34.71
Gula D	-	88.00	74.80	85.00
SHS	-	99.97	99.95	99.98

(Sumber : Data maal radiogram PGSS 2023-2024).

- **Penggudangan Gula Produksi**

Penggudangan gula produksi SHS yang telah dikemas dikirim ke gudang untuk penyimpanan sementara seperti ditunjukkan pada gambar 27 dibawah ini



Gambar 27 Gudang Penyimpanan Gula

Gula produksi ini disimpan dengan suhu gudang 30 – 40°C, dengan kelembaban udara dalam ruang sekitar 65%. Kapasitas maksimum gudang penyimpanan 20.000 ton. Untuk pendistribusian dan pemasaran gula produksi SHS ketentuannya diatur oleh pihak direksi dan bagian pemasaran PT. Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Sei Semayang.

3.4 Stasiun Pendukung Proses

3.4.1 Stasiun *Boiler*

Bagian ini menjelaskan secara singkat tentang *Boiler* dan berbagai alat pembantunya dalam ruang *boiler*. *Boiler* adalah bejana tertutup dimana panas

pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau *steam*. Air panas atau *steam* pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Jika air dididihkan sampai menjadi *steam*, volumenya akan meningkat sekitar 1.600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga boiler merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik. Sistem *boiler* terdiri dari: sistem air umpan, sistem *steam* dan sistem bahan bakar. Sistem air umpan menyediakan air untuk boiler secara otomatis sesuai dengan kebutuhan *steam*. Berbagai *valve* disediakan untuk keperluan perawatan dan perbaikan. Air yang diperlukan untuk pengisi boiler sumber utamanya adalah kondensat dari proses pabrikasi. Sistem *steam* mengumpulkan dan mengontrol produksi *steam* dalam boiler. *Steam* dialirkan melalui sistem pemipaan ke titik pengguna. Pada keseluruhan sistem, tekanan *steam* diatur menggunakan *valve* dan dipantau dengan alat indikator tekanan. Sistem bahan bakar adalah peralatan yang digunakan untuk menyediakan bahan bakar untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan. Peralatan yang diperlukan pada sistem bahan bakar tergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan pada sistem. Bahan bakar yang digunakan adalah ampas tebu dan residu.

Air yang disuplai ke boiler untuk dirubah menjadi *steam* (uap) disebut air umpan. Dua sumber air umpan adalah:

- (1) Kondensat atau *steam* yang mengembun yang kembali dari proses
- (2) Air *make up* (air baku yang sudah diolah) yang harus diumpankan dari luar ruang boiler dan plant proses.



Gambar 28 Stasiun Boiler

(a) Stasiun Boiler

(b) Ruang Kontrol Boiler

Syarat-syarat angka opsional ketel uap :

Temperatur uap	: 325 °C
Tekanan uap	: 20 kg/cm ²
Tekanan pompa air pengisi ketel	: > 30 kg/cm ²

Data Teknik Boiler Yoshimine

Merk	: Yoshimine Boiler
Type	: Water tube boiler H – 1600 SS
Jumlah	: 2 units
Tekan umpan max	: 24 kg/cm ²
Tekanan Kerja	: 20 kg/cm ²
Kapasitas	: @ 60 ton/jam
Temperatur uap	: 325 °C
Luas penampang	: 1600 m ²
Jumlah pipa air	: @ 1339 buah

3.4.2 Stasiun Listrik

Pada musim giling, uap yang dihasilkan oleh boiler digunakan sebagai tenaga penggerak mesin-mesin turbin, termasuk mesin pembangkit tenaga listrik turbin uap. Disamping generator listrik, turbin uap, pabrik gula juga menggunakan generator listrik diesel. Penggunaan generator ini terutama diluar masa giling untuk keperluan pabrik (*maintenance*, penerangan), kantor dan perumahan.



(a) Stasiun Pembangkit



(b) Ruang Kontrol Turbin

Gambar 29 Stasiun Pembangkit Tenaga Uap

a. Sumber Energi Listrik dengan Tenaga Uap

Sumber energi listrik tenaga uap ini digunakan pada saat pabrik berproduksi yang melayani kebutuhan listrik pabrik. Sedangkan pada saat tidak beroperasi digunakan tenaga *diesel* untuk melayani motor-motor listrik. Mesin *diesel* juga digunakan untuk penggerak mula *boiler* pada saat berproduksi.

Di dalam dapur *ketel* (*furnance*) air didalam drum diubah menjadi uap yang bertenaga tinggi dan uap ini dipanasi di *superheater* dengan temperatur 325°C dan tekanan 20 kg/cm^2 . *Steam High Pressure Superheat* (HPSH) atau uap kering (uap yang sudah dipanasi) dimanfaatkan untuk memutar sudu-sudu turbin sehingga dalam hal ini energi panas diubah menjadi energi mekanis. Dalam hal ini terjadi penurunan tekanan setelah uap menendang sudu-sudu turbin, sehingga uap tersebut bertekanan rendah atau disebut *Low Pressure Superheat* (LPSH). Kemudian uap bekas ini dimanfaatkan/dialirkan ke *evaporator* untuk memproses/menguapkan nira encer menjadi nira kental. Uap yang keluar dari

evaporator tersebut adalah kondensat dan didinginkan di kondensor untuk dirubah fasanya dari uap menjadi air. Setelah menjadi air kemudian dialirkan ke tangki *excess* dan tangki 1000 m³ kemudian ke tangki 200 m³. Dari tangki 200 m³ dialirkan ke boiler melalui *feed water pump* (pompa air umpan). Dari sini air siap dipanaskan kembali menjadi uap.

b. Sumber Energi Listrik dengan Tenaga *Diesel*

Di PGSS ada 2 unit PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga *Diesel*) dengan kapasitas masing-masing 400 kVA. Mesin diesel ini digunakan untuk melayani beban seperti motor-motor listrik dan penerangan di pabrik pada saat tidak beroperasi (*overhaul*). Pada PLTD ini paralel satu sama lain untuk melayani beban ,bila beban yang dilayani berkapasitas besar dan juga akan selalu bergantian saat beban tidak begitu besar.

Distribusi tenaga listrik keempat unit (*Turbo alternator & Diesel Alternator*) tersebut dapat dilakukan *Cyncron* dan sistem distribusi listrik adalah *Ring Main System* dengan tegangan 6000 Volt mempergunakan 5 unit *Transformer Step Down* 6000 V/380 – 220 Volt dengan terpasang secara lingkaran dengan masing-masing daya 1000 kVA untuk melayani keperluan pabrik dan 2 unit *transformer* lagi dengan daya 750 kVA dan 500 kVA *Step Down* 6000 V/380 – 220 Volt, untuk keperluan penggerak tersambung secara paralel. Keuntungan dari Distribusi *Ring Main System* adalah apabila terjadi gangguan pada salah satu *Ring Main*, maka pada sisi lainnya listrik tetap dapat disuplai sehingga kebutuhan listrik pada seluruh stasiun tetap dapat dipenuhi dan pada sisi yang mendapat gangguan dapat diperbaiki tanpa mengganggu suplai listrik pada seluruh stasiun

Pada *Ring Main* Distribusi juga dilengkapi dengan *interlock system*:

- gangguan pentanahan,
- *over current*, dan
- *over load*

Pada masa giling daya listrik tersedia 4500 kVA (3600 kW) *Installed Capacity* 6440,48 kW ($kW = kVA \times \cos.\alpha$) *Active Capacity* 4565,75 kW Istimate rata-rata daya 65-75% (pada indicator) 3424,31 kW .

3.4.3 Workshop

Workshop berfungsi untuk pelayanan teknis, produksi dan pelayanan jasa. PT. Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Sei Semayang memiliki *workshop* yang bertugas melayani perbaikan dan perawatan peralatan. Dalam pengoperasian, operator biasanya mendatangi tempat-tempat dimana terjadinya kerusakan peralatan ataupun diperbaiki di *workshop*, antara lain BPT (Bagian Pelayanan Teknis). Bagian ini berfungsi untuk melayani pekerjaan-pekerjaan di pabrik yang tidak biasa dilayani oleh *workshop*.



Gambar 30 Stasiun Workshop

3.4.4 Stasiun Limbah

Dari proses pengolahan gula menghasilkan gula pasir sebagai produk utama dan beberapa sisa pengolahan. Sisa pengolahan yang masih memiliki nilai ekonomis disebut hasil samping disebut ampas, *blotong*, dan tetes. Sedangkan yang tidak ekonomis lagi dinilai sebagai limbah yang kadang-kadang dapat menjadi sumber pencemaran kalau tidak ditangani secara serius, Hasil samping dapat menjadi limbah yang mencemari lingkungan di sekitar pabrik.

Penanggulangan limbah di Pabrik Gula Sei Semayang (PGSS) dilakukan tindakan *preventif (in house keeping)* dengan mengurangi debit limbah seminimal

mudahan, menekan intensitas pencemaran (beban pencemaran) dan pengendalian operasi pabrik agar kehilangan gula seminimal mungkin. Tindakan *preventif* bertujuan untuk meminimumkan kadar pencemaran dari limbah yang di keluarkan oleh setiap unit proses pengolahan pabrik gula.

Penangan limbah pada PGSS telah dapat dimanfaatkan. Ampas sebagai salah satu limbah padat diolah menjadi bahan bakar Ketel Uap (*Boiler*), sedangkan blotong dan abu ketel dimanfaatkan sebagai pupuk kompos yang baik untuk tanaman tebu.

Untuk limbah cair, biasanya berasal dari stasiun gilingan, *power house*, boiler serta dari daerah proses. Pada dasarnya, proses pengolahan air limbah PGSS dapat dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Kolam pengendapan dan kolam *konvensional*
2. Kolam *stabilisasi*
3. Kolam *oksidasi*
4. Saringan pasir (*sand filter*)



Gambar 31 Stasiun Limbah

3.5 Kolam Pengendapan dan Kolam *Konvensional*

3.5.1 Kolam Pengendapan

Air limbah PGSS berasal dari *boiler* dan proses produksi gula. Karakteristik inlet yang masuk ke IPAL sebagai berikut :

- pH = 6-8
- Temp = 32 °C

- BOD = 500 mg/l
- COD = 1000 mg/l

Air limbah dari proses produksi di endapkan dengan proses kimia yaitu dengan menambah kapur (*lime*) pada kolam pengendapan. Penambahan kapur ini berfungsi untuk meningkatkan pH. Beberapa logam berat dapat dihilangkan dengan kapur dan cukup efektif dalam pengendapan *cadmium*, *cooper*, *nikel*, *pb*, dan *cu*. Pada kolam pengendapan terdapat saringan kasar yang bertujuan mencegah agar bahan butiran kasar tidak masuk pada kolam stabilisasi. Air limbah dari boiler di endapkan pada kolam konvensional tanpa tambahan bahan kimia. Kolam ini terdiri dari 4 kolam yang di susun seri.



Gambar 32 Kolam Pengendapan

3.5.2 Kolam *stabilisasi* /*Ekualisasi*

Volume	= 1400 m ³
Daya	= 5,6 KW
Suplai	= 0,8 – 2,3 kg/jam
Kedalaman	= 8 – 9 m

Pada kolam stabilisasi terdapat 2 buah *spray aerator*. Dalam metode ini air dipancarkan melalui *nozzle* keatas dan selanjutnya dipecahkan menjadi butiran-butiran kecil yang akan terkontak di udara dengan atmosfer. Instalasi ini terdiri dari *spray* (baki) dan pipa yang sesuai dengan keluaran pada *nozzle*. Aerasi adalah suatu proses yang menghubungkan antara air dan udara untuk logam terlarut seperti besi (Fe) dan mangan (Mg). untuk menghilangkan dengan cepat gas

hidrogen sulfida dan bau yang ditimbulkan oleh dekomposisi zat organik atau mikroorganisme. Dalam pengolahan air, aerasi mempunyai kegunaan sebagai berikut :

1. Menambah oksigen kedalam air sehingga air menjadi lebih segar. Hal ini lebih bermanfaat bila sumber airnya adalah air sumur dalam yang biasanya kurang oksigen.
2. Menghilakan gas CO_2 , H_2S , dan zat – zat yang *volatile* penyebab rasa dan bau pada air
3. Untuk mengilangkan/mengendapkan senyawa besi (Fe) dan mangan (Mg) secara oksidasi.
4. Beberapa jenis bakteri berbahaya juga dapat dikurangi



Gambar 33 Kolam Stabilisasi

3.5.3 Kolam Oksidasi

Berbagai cara memasukan oksigen dalam air limbah. Semakin banyak kontak oksigen dengan air semakin banyak limbah menyerap oksigen. Pada kolam oksidasi ini menggunakan aerator mekanik sehingga air terangkat ke atas bersemburan. Tersemburnya air ke atas mengakibatkan terjadinya kontak air dengan udara yang berfungsi untuk menambah kadar oksigen dalam limbah, untuk membantu bakteri memakan zat-zat organik yang ada di permukaan air. Memasukan oksigen dilakukan juga melalui benda *porous* atau *nozzle* dengan menggunakan kompresor sebagai sumber udara bertekanan. Pipa yang dibuat

lubang-lubang diletakkan ditengah kolam sehingga saat udara dikontakan terjadi gelembung-gelembung.

Pada kolam dimasukan bakteri inola-221 yang berfungsi memakan zat-zat organik yang terdapat pada permukaan air. Dalam air limbah kadang-kadang tidak hanya satu jenis mikroorganisme yang hidup tapi ada berbagai macam. Bakteri adalah yang paling menonjol perannya sebagai pengurai karena bakteri digunakan untuk menguraikan atau merubah senyawa organik diperlukan suatu kondisi lingkungan yang baik, pertumbuhan dan perkembangannya harus memenuhi persyaratan hidup, penyebaran, temperatur, pH, air limbah, dan lainnya.

Bakteri inola-221 ini dikembangkan pada kolam bibit bakteri dengan cara memberikan makanan pada bakteri tersebut setiap harinya. Makanan yang diberikan berupa :

- Gula pasir = 3 kg
- TSP = 100 gr
- Urea = 600 gr

Untuk pernapasan bakteri menggunakan blower. Air pada bagian dasar masuk ke dalam kolam *clarifier* yang tersebar dari kotoran. Selanjutnya limbah dialiri melalui pipa dari bagian bawah ke saringan pasir untuk pengolahan lebih lanjut.



Gambar 34 Kolam Oksida

3.5.4 Saringan Pasir (*Sand Filter*)

Dimensi :

- Panjang = 25 m
- Lebar = 12 m

Susunan :

- Lapisan = semen
- Lapisan 1 = pasir
- Lapisan 2 = ijuk
- Lapisan 3 = pasir
- Lapisan 4 = ijuk

Penyaringan yang dimaksud di sini adalah penyaringan padatan halus yang tidak terendapkan meskipun sudah ditambah bahan kimia. Penyaringan ini menggunakan media pasir dan krikil. Penyaringan adalah salah satu cara untuk menghasilkan *effluent* limbah dengan efisiensi tinggi. Faktor yang perlu diperhatikan untuk menjaga efisiensi penyaringan adalah :

1. Menghilangkan partikulan dan koloid yang tidak mengendap setelah flokulasi biologis atau kimia
2. Meningkatkan kehilangan suspensi solid, kekeruhan, posfor, BOD, COD, logam berat, asbestos, bakteri, dan lain-lain.
3. Mengurangi biaya desinfektansi

Dari saringan pasir ini limbah dialirkan ke parit. Pengeluaran (*outlet*) tersebut dilakukan 1x24 jam dengan karakteristik :

- pH = 7,4
- air jernih

Masalah limbah pabrik gula sangat mendapat perhatian dari pemerintah sehingga diterbitkannya Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51/Men.LH/10/1995. Berikut ini merupakan perbandingan kualitas limbah dari IPAL PGSS dengan standar yang telah ditetapkan pemerintah.

Tabel 5 Perbandingan Buangan Limbah PGSS dengan Standar Pemerintah

No	Para meter	Control Limit*	Buangan Limbah PGSS**
----	------------	----------------	-----------------------

1	BOD	Maks 60 mg/ltr	11 mg/ltr
2	COD	Maks 100 mg/ltr	2,70 mg/ltr
3	TSS	Maks 50 mg/ltr	12 mg/ltr
4	Minyak dan Lemak	Maks 5 mg/ltr	4,8 mg/ltr
5	Sulfida (sebagai S)	Maks 0,05 mg/ltr	0,002 mg/ltr
6	pH	6-9	7,2
7	Debit Limbah	5,0 m ³ /ton produk gula	4,12 m ³ /ton produk gula

Sumber : IPAL PGSS, 2025

3.6 Laboratorium

Di pabrik gula Sei Semayang terdapat satu unit Laboratorium yang berfungsi sebagai pengawasan kendali mutu dengan melakukan analisa yang diperlakukan selama proses produksi berlangsung yang meliputi analisa bahan baku, bahan pembantu, hasil produksi, hasil kondensat serta limbah.

Kualitas produksi yang optimum diperoleh dengan adanya pengawasan mutu yang meliputi bahan baku, waktu dan jenis analisisnya. Secara lengkap dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 6 Kualitas Produksi yang Optimum Meliputi Bahan Baku, Waktu dan Jenis.

Nama Bahan	Jenis Analisa	Waktu analisa
Nira Gilingan I	% brix, % Pol, HK	1 x 1, 1 x 8 jam
Nira Gilingan II	% Brix	1 x 1 jam
Nira Gilingan III	% Brix	1 x 1 jam
Nira Gilingan IV	% Brix	1 x 1, 1 x 8 jam
Nira Gilingan V	% brix, % Pol, HK	1 x 1 jam
Nira Mentah	% brix, % Pol, HK, pH	1 x 2 jam
	Sakarosa, kadar abu	1 x 8 jam
Nira Jenis	% brix, % Pol, HK, pH	1 x 1jam
	Kadar abu, gula reduksi	1 x 1 jam
Nira Terkapur	pH	1 x 1 jam

Nira Terkapur	PH	1 x 1 jam
Nira Kental	% brix, % Pol, HK	1 x 1 jam
Nira Tersulfitasi	% brix, % Pol, HK, pH	1 x 8 jam
	Gula reduksi	1 x 2 jam
Ampas	% pol, Kadar zat kering	1 x 2 jam
Tebu	% Brix, % pol	1 x 24 jam
	Kadar zat kering, kadar sabut	1 x 2 jam
Blotong	% pol, kadar zat kering	Tiap masakan turun
Masaka A, B, D	% brix, % Pol, HK	1 x 4 jam
Stroop A,B	% brix, % Pol, HK	1 x 4 jam
Klare A/B dan D	% brix, % Pol, HK	1 x 8 jam
Magma	% brix, % Pol, HK	1 x 8 jam
Leburan	% brix, % Pol, HK	1 x 8 jam
Tetes	% brix, % Pol, HK	1 x 1 jam
	Kadar abu, gula reduksi	1 x 8 jam
Gula	% brix, % pol, warna	1 x 8 jam
	Kadar abu, sakarosa, SO ₂	1 x 8 jam
Air Kondensat	Kadar gula	1 x 1 jam

(Sumber : Lab PGSS, 2025)

a. Brix

Brix adalah zat kering terlarut (*semu*) dalam satu larutan sakarosa tidak murni yang penentuannya dipergunakan (didapat) dengan alat penimbang *brix* atau diperhitungkan dari berat jenis menurut cara yang sudah ditentukan.

Sedangkan % *brix* adalah berapa bagian zat kering (gula dan kotoran) terlarut dalam 100 bagian larutan yang penentuannya didasarkan atas berat jenis larutan dengan alat penimbang *brix*.

Cara perhitungan *brix* :

$$\% \text{ brix} = \text{angka brix tidak dikoreksi} + \text{koreksi suhu (Sartono, 1985)}.$$

Cara menentukan *brix* :

- ✓ Nira tebu dimasukkan ke dalam wadah pengukur *brix*
- ✓ Di ambil skala *brix hidrometer* kemudian dimasukan ke dalam wadah pengukur *brix* dan dibiarkan skala *brix hidrometer* berhenti mengapung
- ✓ Diamati angka *brix hidrometer* dan suhunya

b. Pol

Pol adalah angka yang ditunjukkan oleh larutan normal dari suatu zat yang harus diperiksa pada polarisasi tunggal menurut cara yang sudah ditentukan. Sedangkan % *pol* adalah berapa bagian gula (yang mempunyai rasa manis) dalam 100 bagian larutan yang penentuannya dilakukan pada polarisasi tunggal menurut cara yang telah ditetapkan.

Cara perhitungan *pol* :

$$\% \text{ pol} = \text{angka pol tidak dikoreksi} \text{ dihubungkan dengan brix (Sartono, 1985)}$$

Cara menentukan *pol*

- Nira tebu dimasukan kedalam labu ukur sebanyak 100 ml
- Ditambah ATB (*acetid timbal base*) dan *aquades* sehingga volumenya menjadi 110 ml dan diaduk hingga larutannya merata
- Disaring larutan dengan kertas saring tapis merang dan apabila bagian nira tebu sudah terasing, pipa polarisasi dibilas beberapa kali dengan *aquades* atau dengan nira tebu
- Selanjutnya pipa polarisasi di isi sampai penuh dan nira jernih yang dimasukan harus jernih tidak ada gelembung udara
- Diamati dan di baca skala *polarimeternya*.

3.7 Pengolahan Air (*Water Treatment*)

Tujuan pengolahan air adalah untuk:

1. Menghilangkan warna, gas-gas terlarut dan kegelapan air
2. Menghilangkan rasa yang tak enak dan bau dari air
3. Membunuh bakteri berbahaya
4. Menghilangkan sifat racun dan korosi terutama berkaitan dengan perpipaan

5. Membuat air aman diminum dan dapat dipakai untuk berbagai keperluan pabrik.

Air yang dibutuhkan untuk PGSS adalah berasal dari sungai Sunggal. Air sungai tersebut tidak langsung digunakan untuk proses produksi maupun air umpan ketel karena air sungai tersebut belum memenuhi persyaratan untuk digunakan. Sebelum air tersebut digunakan maka terlebih dahulu di tampung di suatu bak penampung yang disebut dengan *settling pond* yang berfungsi untuk mengendapkan lumpur tanpa bahan kimia kemudian air dialirkan ke *flokulator* yang berfungsi untuk mengendapkan lumpur dengan pemberian bahan kimia yaitu tawas (alum) karena tawas bersifat asam, maka untuk menaikkan pH air diberi soda abu. Tawas juga berfungsi sebagai desinfektan dan untuk mengikat flok-flok yang melayang.

Dari *flokulator*, air dialirkan kedalam *Clean Water Tank* dan selanjutnya dimasukkan kedalam *filter* proses yang berfungsi sebagai pembersih air dan penyaring flok-flok yang melayang. Selanjutnya dari *filter* proses, air dialirkan kedalam *overheat tank* yaitu penampungan air yang benar-benar bersih untuk *processing*, *power house* dan *mill station*. Sedangkan untuk *make up water boiler* menggunakan air lunak melalui regenerasi kation-anion, yaitu:

- Regenerasi *kation tank*
 1. Dialirkan *clean water* dengan pH 7,3 ke dalam tangki garam, kemudian ditambah NaCl sebanyak 150 kg.
 2. Sebelum melakukan regenerasi, tangki kation terlebih dahulu di-*back wash* sampai bersih.
 3. Dilakukan regenerasi (pengaktifan) kation dengan larutan garam selama 30 menit, kemudian diistirahatkan selama 5 menit. Selanjutnya dibilas hingga hasil analisa tercapai.
 4. Dilakukan analisa untuk cek kesadahan. Apabila kesadahan telah tercapai titik nol (warna biru) dilakukan regenerasi anion.
- Regenerasi *anion tank*

1. Air dari tangki kation dialirkan ke tangki soda kemudian ditambahkan soda kaustik (NaOH) sebanyak 40 kg/700 liter.
2. Sebelum melakukan regenerasi, tangki anion terlebih dahulu di-*back wash* sampai bersih.
3. Dilakukan regenerasi (pengaktifan) kation dengan larutan soda selama 30 menit, kemudian diistirahatkan selama 5 menit. Selanjutnya dibilas hingga hasil analisa tercapai.
4. Dilakukan analisa untuk mengetahui kesadahan.

Apabila dari hasil analisa tersebut diperoleh:

- ❖ pH : 8,0 – 9,0
- ❖ kesadahan : 0 – 0,05
- ❖ silica : 0 – 0,03

maka air tersebut telah memenuhi syarat untuk air pengisi ketel/boiler.



Gambar 35 Tangki Anion dan Kation

3.8 Bahan Kimia Pembantu

Bahan kimia pembantu yang di gunakan di PGSS adalah pada stasiun pemurnian . pada stasiun pemurnian digunakan *susu kapur* ($\text{Ca}(\text{OH}_2)$) dan gas *belerang disulfida* (SO_2).

3.8.1 *Susu Kapur* ($\text{Ca}(\text{OH}_2)$)

Sifat asam dari nira harus dapat segera dinetralkan. Untuk itu di butuhkan suatu basa. Di antara basa-basa yang dapat dipilih haruslah memenuhi persyaratan:

1. Basa tersebut harus mempunyai pengaruh pembersihan terhadap nira.
2. Basa harus muda didapat dan murah harganya.

Dengan memperhatikan persyaratan tersebut maka dipilihlah basa kapur. Basa kapur ialah suatu basa yang dibuat dengan memberi air kepada *kapur tohor* (kapur yang diperoleh dari hasil pembakaran batu gamping). *Kapur tohor* yang telah diberi air dan dihilangkan bagian-bagian yang kasar, di lingkungan PGSS disebut *susu kapur*. Bila *susu kapur* diberikan kedalam nira maka akan terjadi :

1. Penetralkan nira : nira yang semula memiliki pH sekitar 5,5 akan naik pH-nya sampai pH = 7 (menjadi netral).
2. Sebagai akibat penetralkan akan terbentuk ikatan-ikatan yang mengendap hingga dapat pula menarik partikel-partikel kecil yang berada didalam nira dan turut mengendap

Pembuatan susu kapur dilakukan pada suatu alat pemadam kapur. Densitas susu kapur harus selalu diamati didalam proses pabrikasi. Tinggi rendahnya densitas akan berpengaruh terhadap banyak sedikitnya air yang digunakan serta mempengaruhi daya reaktivitasnya. Reaktivitas susu kapur akan menggambarkan kecepatan reaksi dari susu kapur sedangkan susu kapur aktif akan menggambarkan kandungan kapur yang siap untuk bereaksi.

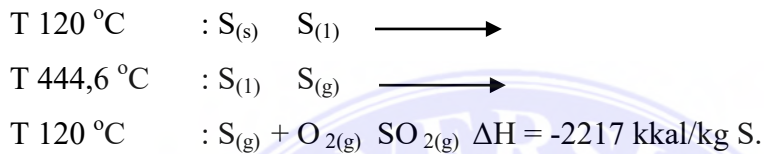


Gambar 36 Alat Pemadam Kapur

3.8.2 Gas SO_2

Gas sulfur dioksida adalah suatu gas yang diperoleh dari hasil pembakaran belerang dengan *oksigen*. SO_2 digunakan sebagai pembentuk endapan adalah dengan cara memberikan kapur berlebihan dibandingkan dengan kebutuhan untuk

penetralkan , kelebihan *susu kapur* akan dinetralkan kembali dengan asam yang terbentuk bila *gas SO₂* bertemu dengan air. Sebagai hasil dari proses reaksi penetralkan akan terbentuklah suatu endapan yang berwarna putih dan dapat menjerat kotoran-kotoran lembut yang terdapat didalam nira. Di PGSS, gas sulfur dioksida dibuat dalam suatu alat yang disebut dapur belerang atau tobong belerang. Tobong belerang merupakan suatu bejana tertutup dimana belerang dapat dimasukkan yang mula-mula sengaja dinyalakan. Mekanisme reaksi dalam pembutan gas SO₂ ini adalah sebagai berikut



Gambar 37 Tobong Belerang

3.8.3 Safety And Fire Protection

Keselamatan pekerja adalah hal yang harus diperhatikan. Keselamatan kerja merupakan sarana utama untuk pencegahan kecelakaan kerja, cacat dan kematian yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja yang terjadi dapat mengakibatkan hambatan-hambatan yang sekaligus juga merupakan kerugian baik secara langsung maupun tidak langsung seperti kerusakan mesin dan peralatan kerja, terhentinya proses produksi untuk beberapa saat, hal ini akan mengakibatkan tingginya biaya produksi. Jadi salah satu usaha untuk menekan biaya produksi adalah dengan menggunakan mesin-mesin yang dilengkapi dengan alat pelindung yang aman guna memperkecil akibat yang ditimbulkan mesin tersebut jika terjadi kecelakaan. Keselamatan kerja harus benar-benar diperhatikan

pada saat perancangan dan bukan baru dipikirkan kemudian setelah pabrik didirikan. Namun sekalipun pabrik sudah beroperasi, pengawasan tetap penting untuk mencapai standard keselamatan kerja yang tinggi. Untuk mencegah terjadinya kecelakaan dalam bekerja sebaiknya pekerja menggunakan peralatan pelindung yang sesuai pada jenis pekerjaan dilapangan. Alat-alat pelindung diri meliputi:

- Untuk melindungi badan pekerja dari panas sebaiknya menggunakan pakaian kerja khusus yang tahan panas.
- Bagi pekerja yang berada di mesin penggiling sebaiknya menggunakan pelindung telinga.
- Untuk melindungi pekerja dari kecelakaan yang disebabkan oleh benda berat yang menimpa kaki, benda tajam yang mungkin terinjak oleh kaki, pekerja harus menggunakan sepatu pengaman.
- Untuk melindungi kepala pekerja dari benda yang jatuh dari atas pekerja harus menggunakan helm.
- Untuk melindungi tangan dari tusukan, sayatan dan aliran listrik pekerja harus menggunakan sarung tangan. Untuk pengamanan arus listrik maka saklar-saklar harus ditempatkan pada posisi yang mudah dijangkau dan tertutup, sekering-sekering harus ditempatkan pada panel yang tertutup, kabel listrik harus terpasang dengan bagus agar tidak terjadi arus pendek bila terjadi hal-hal yang membahayakan keselamatan pekerja. Disamping itu, alat pelindung diri juga merupakan perlengkapan pelindung mekanis terutama mesin-mesin penggerak, bagian-bagian yang berputar, penghubung gerak roda gigi.

BAB IV

TUGAS KHUSUS

ANALISIS BEBAN KERJA MENTAL MENGGUNAKAN

METODE NASA-TLX PADA OPERATOR *WORKSHOP*

PERMESINAN

4.1 Pendahuluan

Tugas khusus ini merupakan bagian dari laporan kerja praktek yang menjelaskan tentang gambaran dasar mengenai tugas akhir yang akan disusun oleh mahasiswa nantinya, dengan judul Analisis Beban Kerja Mental Menggunakan Metode Nasa-Tlx Pada Operator Workshop Permesinan Di Pt. Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Sei Semayang.

4.1.1 Latar Belakang Masalah

Permintaan terhadap produk gula terus meningkat yang mengakibatkan meningkatnya kegiatan yang dilakukan oleh sebagian orang atau keseluruhan . Beban kerja adalah besaran pekerjaan yang harus dipikul oleh suatu jabatan atau unit organisasi . Beban kerja dapat dibagi menjadi dua, yaitu beban kerja fisik dan mental . Beban fisik mengarah pada beban yang diterima oleh seorang pekerja dalam suatu hanya pekerjaan yang berkaitan dengan kondisi fisiologisnya, seperti halnya getaran (vibrasi), kebisingan, ataupun kebersihan. Apabila kondisi kerja yang demikian cukup buruk, maka akan terjadi stres kerja dengan gejala fisik seperti tekanan darah tinggi, diare, obstipasi, dll. Pekerjaan yang berlebihan karena terbatasnya jumlah karyawan juga merupakan indikasi adanya beban kerja fisik yang berlebih. Sedangkan persepsi terhadap ketidaksesuaian kerja dan lingkungan kerja yang menimbulkan stres merupakan indikasi adanya beban kerja mental yang berlebih.

PT Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Sei Semayang (PGSS), khususnya di satuan kerja Rekayasa Enjiniring dan Manufaktur, telah menerapkan kebijakan di mana seluruh operator pada workshop permesinan diharuskan untuk bisa

menggunakan semua mesin yang ada di workshop tersebut, seperti mesin bubut, bor, dan lain-lain. Kebijakan ini, meskipun bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas dan produktivitas, berpotensi menambah beban kerja mental bagi operator. Operator diharapkan memiliki kemampuan multi-tasking yang tinggi serta keahlian yang luas dalam mengoperasikan berbagai jenis mesin. Selain itu, para operator sering kali harus bekerja lembur hingga malam hari. Salah satu faktor yang menyebabkan seringnya lembur ini adalah kekurangan jumlah operator pada workshop permesinan, dimana saat ini hanya terdapat 11 operator pada workshop permesinan dengan jam kerja yaitu 8 jam dalam satu hari. Kekurangan tenaga kerja menyebabkan beban kerja yang ada harus dibagi di antara sedikit operator yang tersedia, yang semakin meningkatkan tekanan dan beban kerja mereka.

Beban kerja mental yang berlebihan dapat berdampak negatif pada kinerja operator, mengurangi efisiensi kerja, meningkatkan risiko kesalahan, dan bahkan berdampak pada kesehatan mental mereka. Metode untuk mengukur beban kerja mental ada beberapa, seperti metode Subjective Workload Assessment Technique (SWAT), Rapid Survey Method for Evaluating Mental Workload (RSME), dan National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX). Metode NASA-TLX dan RSME memiliki korelasi yang baik dan dapat digunakan untuk menghitung beban kerja mental .

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) karena metode ini memiliki validitas yang tinggi dengan menggunakan enam dimensi untuk mengukur beban mental . Metode ini menggabungkan beberapa dimensi beban kerja mental, seperti beban mental, fisik, temporal, performa, usaha, dan frustrasi, untuk memberikan gambaran komprehensif tentang beban yang dirasakan oleh operator. Dengan menggunakan metode National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX), dapat diperoleh informasi yang lebih akurat mengenai tingkat beban kerja mental yang dihadapi oleh operator di workshop permesinan.

Operator pada workshop permesinan dituntut untuk mampu mengoperasikan semua mesin yang ada di workshop tersebut, sehingga operator harus menghadapi berbagai tugas seperti menggunakan mesin bubut, bor, dan lainnya. Hal ini menyebabkan beban kerja mental yang berlebihan, yang dapat berdampak negatif pada kesehatan mental dan produktivitas kerja. Oleh karena itu, diperlukan pengukuran beban kerja mental menggunakan metode National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) untuk mengetahui seberapa besar beban kerja mental yang dirasakan oleh operator. Hasil pengukuran ini dapat digunakan untuk mengembangkan strategi mengatasi stres, meningkatkan kesehatan mental pekerja, dan meningkatkan produktivitas kerja. Output dari pengukuran beban kerja mental menggunakan metode National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) adalah untuk meningkatkan kualitas hidup dan kesehatan mental pekerja, sehingga meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja di workshop permesinan.

4.1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana tingkat beban kerja mental yang dirasakan oleh operator di workshop permesinan berdasarkan enam dimensi penilaian metode NASA-TLX?
2. Dimensi beban kerja mental apa yang paling dominan dirasakan oleh operator workshop permesinan?

4.1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah di atas, tujuan dari pengamatan ini adalah sebagai berikut :

1. Mengukur beban kerja mental yang diterima oleh operator pada workshop permesinan.
2. Memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi beban kerja mental yang diterima oleh operator workshop permesinan.

4.1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat-manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Penulis, diharapkan penelitian ini mampu menjadi penambah pengetahuan, wawasan, dan pengalaman bagi penulis dengan menerapkan teori yang telah dipelajari selama studi.
2. Bagi Perusahaan, dapat digunakan sebagai rekomendasi dan informasi untuk melakukan analisis beban mental agar dapat menambah produktif kinerja karyawan di PT. PGSS.

4.1.5 Batasan Masalah dan Asumsi

Batasan masalah adalah ruang lingkup masalah atau upaya membatasi ruang lingkup masalah yang terlalu luas atau lebar sehingga penelitian itu lebih bisa fokus untuk dilakukan. Dan asumsi adalah dugaan-dugaan yang diterima sebagai dasar penelitian.

a. Batasan masalah

Agar penelitian dan proses pemecahan masalah menjadi lebih terfokus maka ditentukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilaksanakan di PT.PGSS
2. Penelitian ini menggunakan data lampau pada bulan Januari 2024 s/d Desember 2024
3. Penelitian ini dilakukan terhadap 11 pekerja atau karyawan PGSS.

b. Asumsi

Asumsi yang digunakan adalah pengamatan langsung, wawancara terhadap 11 pekerja atau karyawan pgss, mekanik dan operator di PT.PGSS Khususnya pada stasiun workshop.

4.2 Landasan Teori

Landasan teori adalah sebuah konsep dengan pernyataan yang tertata rapi dan sistematis memiliki variabel dalam penelitian karena landasan teori menjadi

landasan yang kuat dalam penelitian yang akan dilakukan.

4.2.1 Ergonomi

Ergonomi berasal dari Bahasa Latin yaitu terdiri dari ergo dan nomos, dimana ergo yang berarti kerja dan nomos hukum alam. Ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dan elemen-elemen lain dalam suatu sistem untuk mengoptimalkan kesejahteraan manusia dan kinerja sistem secara keseluruhan. Ergonomi mencakup penyesuaian lingkungan kerja dengan kebutuhan, kemampuan, dan keterbatasan pekerja agar dapat bekerja secara optimal. Ergonomi merupakan suatu upaya dalam bentuk ilmu, sistem, organisasi dan lingkungan dengan kemampuan, kebolehan dan batasan manusia sehingga tercapai suatu kondisi dan lingkungan yang sehat, aman, nyaman, efisien, dan produktif melalui pemanfaatan tubuh manusia secara maksimal dan optimal.

Ergonomi bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, nyaman, dan efisien dengan mempertimbangkan aspek fisik, kognitif, dan organisasi. Dengan diterapkannya ergonomi pada tempat kerja diharapkan pada tempat kerja dapat mencapai tujuannya bersama dengan karyawan. Manfaat diterapkan ergonomi pada pekerjaan antara lain dapat meningkatkan produktivitas dalam pekerjaan, kualitas produk dan proses menjadi lebih baik, dan meningkatnya keselamatan kerja. Ergonomi dapat berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi proses bisnis dan meminimalisasi biaya produksi.

Terdapat empat tujuan ergonomi yang utama yaitu memaksimalkan efisiensi karyawan, memperbaiki kesehatan keselamatan kerja, menganjurkan agar bekerja aman, nyaman, dan bersemangat serta memaksimalkan bentuk kerja yang meyakinkan. Menerapkan ergonomi dapat mencapai beberapa tujuan, antara lain :

1. Kesejahteraan fisik dan mental meningkat dengan cara mencegah cedera dan penyakit karena bekerja, beban kerja fisik dan mental menjadi turun, mengusahakan promosi dan kepuasan kerja.

2. Kesejahteraan sosial menjadi meningkat dengan peningkatan kualitas kontak sosial dan koordinasi kerja secara tepat, untuk peningkatan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif ataupun setelah tidak produktif.
3. Terciptanya keseimbangan rasional terhadap aspek teknis, ekonomis, dan antropologis dari masing-masing sistem kerja yang dilaksanakan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

4.2.2 Beban Kerja

Beban kerja merupakan tingkat usaha yang dibutuhkan oleh seseorang untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dalam rentang waktu tertentu. Beban kerja dapat diukur secara fisik, mental, dan emosional. Beban kerja mencakup semua aspek tuntutan pekerjaan yang dapat mempengaruhi kinerja dan kesejahteraan pekerja. Berdasarkan sudut pandang ergonomi, setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang untuk melakukan suatu pekerjaan harus disesuaikan dengan kemampuan fisik, kemampuan kognitif, maupun keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut, karena kemampuan bekerja seseorang berbeda satu dengan lainnya.

Beban kerja mulai dikenal sejak tahun 1970-an karena banyak ahli yang telah mengemukakan definisi beban kerja sehingga terdapat beberapa definisi yang berbeda mengenai beban kerja. Beban kerja dapat digolongkan dalam dua komponen utama yaitu beban kerja fisik dan beban kerja mental. Beban kerja fisik, terjadi jika terdapat perbedaan tuntutan pekerjaan, termasuk lingkungan kerja dan kemampuan pekerjaan untuk memenuhi tuntutan pekerjaan fisik. Aktivitas pekerjaan fisik adalah aktivitas yang dilakukan oleh para pekerja yang lebih banyak menyerap kemampuan fisiknya dibandingkan dengan kemampuan psikisnya.

Dampak negatif yang dapat timbul pada karyawan akibat peningkatan beban kerja yaitu :

1. Beban kerja yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kelelahan pada karyawan, yang kemudian dapat berujung pada masalah kesehatan dan tingkat absensi yang tinggi. Hal ini memiliki dampak negatif terhadap kelancaran operasional perusahaan dan kinerja keseluruhan organisasi.
2. Kualitas pekerjaan mengalami penurunan ketika karyawan merasa beban kerja yang mereka tanggung melebihi kemampuan mereka, sehingga menyebabkan kelelahan fisik dan penurunan dalam fokus, akurasi, dan pengawasan diri. Hasilnya adalah kualitas pekerjaan yang tidak memenuhi standar yang ditetapkan.
3. Karyawan akan menghadapi tekanan dari keluhan pelanggan sebagai dampak dari hasil kerja yang tidak memuaskan atau tidak sesuai dengan harapan pelanggan.

4.2.3 Beban Kerja Mental

Beban kerja mental adalah tubuh manusia yang dirancang untuk melakukan pekerjaan sehari-hari. Setiap pekerjaan merupakan beban bagi pelakunya, beban-beban tersebut tergantung bagaimana orang tersebut bekerja, sehingga disebut beban kerja. Beban kerja mental dapat berupa sejauh mana tingkat keahlian dan prestasi kerja yang dimiliki satu individu dengan individu lainnya, yang lebih menggunakan kemampuan otak sebagai sumber tenaganya. Beban kerja yang berlebihan atau diluar dari kemampuan pekerja dapat menyebabkan stress akibat pekerjaan.

Stress kerja merupakan kejadian-kejadian di sekitar kerja termasuk bahaya atau ancaman seperti halnya rasa cemas, rasa takut, rasa bersalah, sedih, marah, bosan hingga timbulnya stress kerja disebabkan beban kerja yang diterima dapat melampaui batas-batas pekerjaan (kapasitas kerja) yang berlangsung dalam periode waktu yang relatif lama pada situasi dan dalam kondisi tertentu. Kapasitas kerja seseorang dapat dipengaruhi oleh metode kerja, kondisi tubuhnya, pelatihan, juga kesehatannya. Asumsi yang diajukan oleh para peneliti ergonomi adalah

proses mental dapat dievaluasi secara kuantitatif dan hasilnya dapat digunakan untuk menentukan seberapa besar seorang operator terbebani oleh aktivitas non fisik, dan pada akhirnya sistem kerja dapat dirancang sedemikian rupa sehingga beban kerja mental menjadi tidak terlalu sedikit sehingga menyebabkan kebosanan yang tidak berlebihan sehingga dapat menurunkan performansi .

Ada beberapa gejala yang merupakan dampak dari kelebihan beban mental berlebih, yaitu :

1. Gejala fisik, yaitu sakit kepala, sakit perut, mudah terkejut, gangguan pola tidur lesu, kaku leher belakang sampai punggung, nafsu makan menurun dan lain-lain.
2. Gejala mental, yaitu mudah lupa, sulit konsentrasi, cemas, was-was, mudah marah, mudah tersinggung, gelisah, dan putus asa.
3. Gejala sosial atau perilaku, yaitu banyak merokok, minum alkohol, menarik diri, dan menghindar.

4.2.4 Metode NASA-TLX

Metode National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) dikembangkan oleh Sandar G. dari NASA research center dan Lowell E. Staveland dari San Jose State University pada tahun 1981. Metode National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) merupakan alat pengukuran subjektif yang dipakai untuk menilai dan menganalisis tingkat beban kerja mental individu. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur dan mengevaluasi secara objektif tingkat beban kerja mental .

4.2.4.1 Pembobotan

Pembobotan dalam National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) dilakukan dengan membandingkan enam dimensi beban kerja secara berpasangan. Pembobotan ini dilakukan dengan meminta responden untuk memilih dimensi mana yang lebih penting dalam setiap pasangan. Total pembobotan dari masing-masing dimensi diperoleh dari jumlah pilihan yang menunjukkan pentingnya dimensi tersebut dibandingkan dimensi

lainnya. Pada proses pembobotan dilakukan perbandingan masing-masing indikator, dimana indikator yang paling dominan menimbulkan beban kerja mental terhadap pekerjaan yang akan dipilih. Berikut tabel indikator pembobotan metode NASA-TLX :

Indikator Pembobotan		
<i>Effort or Performance</i>	<i>Temporal Demand or Frustration</i>	<i>Temporal Demand or Effort</i>
<i>Physical Demand or Frustration</i>	<i>Performance or Frustration</i>	<i>Physical Demand or Temporal Demand</i>

Indikator Pembobotan		
<i>Physical Demand or Performance</i>	<i>Temporal Demand or Mental Demand</i>	<i>Frustration or Effort</i>
<i>Performance or Mental Demand</i>	<i>Performance or Temporal Demand</i>	<i>Mental Demand or Effort</i>
<i>Demand or Physical Demand</i>	<i>Effort or Physical Demand</i>	<i>Frustration or Mental Demand</i>

4.2.4.2 Pemberian Peringkat (*Rating*)

Pemberian rating dilakukan setelah pembobotan, rating diberikan pada skala 0-100, di mana 0 menunjukkan beban kerja yang sangat rendah dan 100 menunjukkan beban kerja yang sangat tinggi. Masing-masing indikator memiliki kriteria sehingga rating akan diisi sesuai dengan beban kerja mental yang dirasakan oleh operator. Berikut ini merupakan indikator pemberian rating pada metode National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) :

Petanyaan	Skala
Seberapa besar tuntutan aktivitas mental dan perseptual yang dibutuhkan dalam pekerjaan anda (contoh: berpikir, memutuskan, melihat, dan mencari). Apakah pekerjaan tersebut mudah atau sulit, sederhana atau kompleks, longgar atau ketat?	<i>Mental Demand</i> <i>0-100</i>
Seberapa besar aktivitas fisik yang dibutuhkan dalam pekerjaan anda (contoh: mendorong, menarik, memutar, mengontrol, menjalankan, dan lainnya). Apakah pekerjaan tersebut mudah atau sulit, pelan atau cepat, tenang atau buru-buru?	<i>Physical Demand</i> <i>0-100</i>
Seberapa besar tekanan waktu yang anda rasakan selama pekerjaan atau elemen pekerjaan berlangsung? Apakah pekerjaan perlahan dan santai, atau cepat dan melelahkan?	<i>Temporal Demand</i> <i>0-100</i>
Seberapa besar keberhasilan anda di dalam mencapai target pekerjaan anda? Seberapa puas anda dengan performansi anda dalam mencapai target tersebut?	<i>Performance</i> <i>0-100</i>
Seberapa besar usaha yang anda keluarkan secara mental dan fisik yang dibutuhkan untuk mencapai level performansi anda?	<i>Effort</i> <i>0-100</i>
Seberapa besar rasa tidak aman, putus asa, tersinggung stres, dan terganggu dibanding dengan perasaan amanm puas, cocok, nyaman, dan kepuasan diri yang dirasakan selama mengerjakan pekerjaan tersebut?	<i>Frustration</i> <i>0-100</i>

4.2.4.3 Perhitungan Skor

Perhitungan skor National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) dihitung dengan mengalikan peringkat (rating) yang diberikan pada masing-masing dimensi dengan bobot yang diperoleh dari proses pembobotan. Hasil perkalian ini kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan total

$$\text{skor beban kerja skor} = \text{rating} \times \text{bobot factor}$$

4.2.4.4 Perhitungan Weighted Workload (WWL)

Weighted Workload (WWL) merupakan hasil perkalian antara peringkat (rating) dan bobot dari masing-masing dimensi beban kerja. WWL memberikan gambaran tentang kontribusi relatif dari setiap dimensi terhadap total beban kerja yang dirasakan oleh responden.

$$\text{WWL} = \sum \text{produk}$$

4.2.4.5 Perhitungan Rata-Rata WWL

Rata-rata Weighted Workload (WWL) diperoleh dengan menjumlahkan seluruh nilai Weighted Workload (WWL) dari setiap dimensi dan membaginya dengan jumlah dimensi. Rata-rata Weighted Workload (WWL) memberikan gambaran umum tentang tingkat beban kerja yang dirasakan oleh respon.

$$\text{rata - rata WWL} = \frac{\sum \text{produk}}{\text{jumlah dimensi}}$$

4.2.4.6 Interpretasi Dasar

Interpretasi skor National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) dilakukan dengan membandingkan total skor beban kerja dengan standar atau nilai ambang yang telah ditetapkan. Skor yang tinggi menunjukkan beban kerja yang tinggi, yang dapat mengindikasikan perlunya intervensi untuk mengurangi beban kerja dan meningkatkan kesejahteraan serta

kinerja pekerja. Skor dapat diinterpretasikan secara absolut atau relatif terhadap beban kerja dalam situasi lain atau tugas lain yang serupa. Skor beban kerja yang didapatkan terbagi dalam tiga bagian yaitu:

- a) Beban kerja tergolong sangat tinggi jika skor yang didapat > 80 .
- b) Beban kerja tergolong tinggi jika skor yang didapat 50-79.
- c) Beban kerja tergolong agak tinggi jika skor yang didapat 30-49.
- d) Beban kerja tergolong sedang jika skor yang didapat 10-29.
- e) Beban kerja tergolong rendah jika skor yang didapat < 10 .

4.3 Pembubutan

Proses pembubutan dimulai dengan analisis gambar teknik (gamtek) untuk memahami spesifikasi dan detail komponen yang akan dibuat. Setelah analisis selesai, langkah selanjutnya adalah menyiapkan benda kerja yang sesuai dengan material dan ukuran yang dibutuhkan. Setiap benda kerja disiapkan secara cermat untuk memastikan kesesuaian dengan mesin dan alat pemotong yang akan digunakan. .



Gambar 38 Proses Pembuatan

Gambar 38 merupakan proses pembubutan yang dilakukan penulis saat melakukan kerja praktik. Terlihat pada gambar bahwa penulis sedang menggunakan mesin bubut untuk menghasilkan suatu pekerjaan yang sesuai dengan *worksheet* dengan dipandu oleh operator.

4.3 Pengeboran

Proses pengeboran dengan mesin bor dimulai dengan menganalisis gambar



Gambar 39 Proses Pengeboran

Gambar 39 merupakan proses pengeboran yang dilakukan oleh penulis saat kerja praktik. Terlihat pada gambar bahwa penulis sedang mengoperasikan mesin bor dengan memperhatikan *worksheet* dan dipandu oleh operator.

4.4 Pengambilan Data Kuesioner

Pada minggu kelima kerja praktik, dilakukan pengambilan data dari kuisisioner beban kerja mental menggunakan metode *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index* (NASA TLX) yang ditujukan kepada 11 orang operator *workshop* permesinan. Kuisisioner ini bertujuan untuk mengevaluasi beban kerja mental yang dialami oleh operator dalam menjalankan tugas sehari-hari di *workshop*. Para operator diminta untuk memberikan penilaian pada enam dimensi beban kerja: tuntutan mental, tuntutan fisik, tuntutan temporal, kinerja, upaya, dan tingkat frustrasi. Data yang diperoleh dari kuisisioner ini akan dianalisis untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi beban kerja mental operator dan untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan.

4.5 Analisis

Di sektor industri manufaktur, efektivitas dan efisiensi kerja adalah faktor penting untuk menjamin kualitas dan kuantitas hasil produksi. Salah satu aspek krusial dalam proses produksi adalah bengkel permesinan, di mana operator menjalankan peran utama dalam mengoperasikan berbagai jenis mesin seperti mesin bubut, milling, dan CNC. Kegiatan ini memerlukan fokus yang tinggi, kehati-hatian, dan tanggung jawab besar sebab kesalahan sekecil apapun dapat berdampak serius pada hasil produksi maupun keselamatan kerja.

Selain tuntutan fisik, operator permesinan juga mengalami tekanan kerja mental yang cukup besar. Beban kerja mental meliputi stres psikologis seperti fokus yang terus-menerus, keputusan yang cepat, multitasking, dan keharusan untuk tetap siaga selama jam kerja. Beban mental yang terlalu berat dapat mengakibatkan turunnya kinerja kerja, meningkatnya kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja, serta masalah kesehatan jangka panjang seperti stres atau kelelahan mental.

Untuk mengevaluasi tingkat beban kerja mental yang dirasakan operator, dibutuhkan metode pengukuran yang objektif dan menyeluruh. Salah satu metode yang umum dipakai adalah NASA-TLX (Task Load Index), yang merupakan metode subjektif yang menilai beban kerja berdasarkan enam dimensi: beban mental, beban fisik, beban waktu, performa, usaha, dan tingkat frustrasi.

Proses pengukuran beban kerja mental dengan menggunakan metode National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) menggunakan data yang telah dikumpulkan dari responden. Responden merupakan operator pada Workshop Permesinan Satuan Kerja Rekayasa Di Pt. Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Sei Semayang.

Adapun data dapat dilihat pada berikut ini:

Tabel 7 Data Responden

No	Responden	Usia	Masa Kerja
1	Responden 1	32 tahun	5 tahun
2	Responden 2	20 tahun	8 bulan
3	Responden 3	41 tahun	6 tahun
4	Responden 4	27 tahun	4 tahun
5	Responden 5	37 tahun	1 tahun 11 bulan
6	Responden 6	21 tahun	1 tahun 11 bulan
7	Responden 7	33 tahun	5 tahun 2 bulan
8	Responden 8	24 tahun	2 tahun
9	Responden 9	28 tahun	6 tahun 9 bulan
10	Responden 10	37 tahun	7 tahun 3 bulan
11	Responden 11	24 tahun	5 tahun

Berdasarkan data responden padat tabel 7 yang menunjukkan data usia dan masa kerja responden, dapat dilihat bahwa usia responden bervariasi antara 20 hingga 41 tahun dengan masa kerja yang juga bervariasi antara 8 bulan hingga 7 tahun 3 bulan. Responden dengan usia tertua adalah Responden 3, yang berusia 41 tahun dan memiliki masa kerja 6 tahun. Sebaliknya, Responden dengan usia termuda adalah Responden 2, yang berusia 20 tahun dan memiliki masa kerja 8 bulan. Masa kerja tertinggi dimiliki oleh Responden 10, yaitu 7 tahun 3 bulan, dengan usia 37 tahun. Berdasarkan data responden akan dilakukan perhitungan beban kerja mental yang dirasakan oleh responden menggunakan metode *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index* (NASA-TLX).

4.5.1 Perhitungan Pembobotan

Adapun pemberian bobot yang telah dilakukan oleh responden dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8 Data Pembobotan Responden

Responden	Bobot						Total
	MD	PD	TD	OP	EF	FR	
Responden 1	4	3	3	2	2	1	15
Responden 2	4	2	2	3	4	0	15
Responden 3	3	2	1	5	4	0	15
Responden 4	2	3	2	5	3	0	15
Responden 5	4	2	1	5	3	0	15
Responden 6	3	3	1	4	2	2	15
Responden 7	2	2	2	5	3	1	15
Responden 8	1	3	2	4	5	0	15
Responden 9	3	2	1	5	4	0	15
Responden 10	4	2	1	3	5	0	15
Responden 11	4	3	1	2	5	0	15

Berdasarkan tabel 8 terdapat indikator pembobotan yaitu *Mental Demands* (MD), *Physical Demand* (PD), *Temporal Demand* (TD), *Own Performance* (OP), *Effort* (EF), dan *Frustration* (FR). Proses pembobotan ini meminta responden untuk *checklist* salah satu dari dua indikator yang dirasakan lebih dominan menimbulkan beban kerja terhadap pekerjaan tersebut. Kuisisioner diberikan berbentuk perbandingan berpasangan yang terdiri dari 15 perbandingan berpasangan. Metode ini membantu mengidentifikasi prioritas beban mental yang dirasakan oleh responden, sehingga memungkinkan analisis yang lebih mendalam terhadap faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap kesejahteraan dan produktivitas kerja mereka.

Dalam buku *Human Factors in aviation* (2008) Prof . Raja Pasuraman – George Mason University Skor bobot dari perbandingan berpasangan memberi indikasi dimensi beban kerja yang paling dominan, dan skala 0–5 digunakan untuk menunjukkan tingkat pengaruh relatif masing-masing indikator.

Keterangan Nilai Bobot pada Tabel 8 Antara Lain :

1. Dalam Skala 0 disebut tidak dominan sama sekali .
2. Dalam skala 1 disebut sangat rendah .
3. Dalam skala 2 disebut rendah .
4. Dalam skala 3 disebut sedang / cukup dominan .
5. Dalam skala 4 disebut tinggi .
6. Dalam skala 5 disebut sangat tinggi / paling dominan.

4.5.2 Perhitungan *Rating*

Setelah melakukan pembobotan, responden akan diminta mengisi *rating* pada setiap indikator yang ada pada kuesioner dengan skala 0 – 100. Adapun pemberian *rating* yang telah dilakukan oleh responden dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9 Data Rating Responden

Responden	Rating					
	MD	PD	TD	OP	EF	FR
Responden 1	80	70	30	90	80	10
Responden 2	80	60	35	80	80	25
Responden 3	50	60	0	100	100	0
Responden 4	90	100	60	90	100	30
Responden 5	90	40	80	100	80	50
Responden 6	100	40	80	100	100	60
Responden 7	70	60	70	80	70	50
Responden 8	100	90	40	100	100	10

Responden 9	70	30	20	80	70	10
Responden 10	70	50	55	70	65	35
Responden 11	75	70	40	80	70	25

Berdasarkan tabel 9 terdapat indikator *rating* yaitu *Mental Demands* (MD), *Physical Demand* (PD), *Temporal Demand* (TD), *Own Performance* (OP), *Effort* (EF), dan *Frustration* (FR). Proses pemberian *rating* ini melibatkan responden yang diminta memberikan *rating* pada setiap indikator beban mental. *Rating* yang diberikan oleh masing-masing responden bersifat subjektif, artinya penilaian tersebut didasarkan pada persepsi pribadi mereka terhadap intensitas dan frekuensi beban mental yang mereka alami. Hal ini memungkinkan adanya variasi penilaian di antara responden, karena setiap individu mungkin merasakan dan menginterpretasikan beban mental dengan cara yang berbeda, tergantung pada pengalaman kerja, kondisi fisik dan mental, serta lingkungan kerja yang dihadapi.

Keterangan nilai rating pada Tabel 9 antara lain :

- a) Beban kerja tergolong sangat tinggi jika skor yang didapat > 80 .
- b) Beban kerja tergolong tinggi jika skor yang didapat 50-79.
- c) Beban kerja tergolong agak tinggi jika skor yang didapat 30-49.
- d) Beban kerja tergolong sedang jika skor yang didapat 10-29.
- e) Beban kerja tergolong rendah jika skor yang didapat < 10 .

4.5.3 Perhitungan Skor

Adapun perhitungan skor yang telah dilakukan pada masing-masing responden dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 10 Perhitungan Skor

No	Responden	Indikator	Rating	Bobot	Bobot x Rating
1	Responden 1	<i>Mental Demand</i>	80	4	320
		<i>Physical Demand</i>	70	3	210
		<i>Temporal Demand</i>	30	3	90
		<i>Performance</i>	90	2	180
		<i>Effort</i>	80	2	160
		<i>Frustration Level</i>	10	1	10
2	Responden 2	<i>Mental Demand</i>	80	4	320
		<i>Physical Demand</i>	60	2	120
		<i>Temporal Demand</i>	35	2	70
		<i>Performance</i>	80	3	240
		<i>Effort</i>	80	4	320
		<i>Frustration Level</i>	25	0	0
3	Responden 3	<i>Mental Demand</i>	50	3	150
		<i>Physical Demand</i>	60	2	120
		<i>Temporal Demand</i>	0	1	0
		<i>Performance</i>	100	5	500
		<i>Effort</i>	100	4	400
		<i>Frustration Level</i>	0	0	0
4	Responden 4	<i>Mental Demand</i>	90	2	180
		<i>Physical Demand</i>	100	3	300
		<i>Temporal Demand</i>	60	2	120
		<i>Performance</i>	90	5	450
		<i>Effort</i>	100	3	300
		<i>Frustration Level</i>	30	0	0
5	Responden 5	<i>Mental Demand</i>	90	4	360

		<i>Physical Demand</i>	40	2	80
		<i>Temporal Demand</i>	80	1	80
		<i>Performance</i>	100	5	500
		<i>Effort</i>	80	3	240
		<i>Frustration Level</i>	50	0	0
6	Responden 6	<i>Mental Demand</i>	100	3	300
		<i>Physical Demand</i>	40	3	120
		<i>Temporal Demand</i>	80	1	80
		<i>Performance</i>	100	4	400
		<i>Effort</i>	100	2	200
		<i>Frustration Level</i>	60	2	120
7	Responden 7	<i>Mental Demand</i>	70	2	140
		<i>Physical Demand</i>	60	2	120
		<i>Temporal Demand</i>	70	2	140
		<i>Performance</i>	80	5	400
		<i>Effort</i>	70	3	210
		<i>Frustration Level</i>	50	1	50
8	Responden 8	<i>Mental Demand</i>	100	1	100
		<i>Physical Demand</i>	90	3	270
		<i>Temporal Demand</i>	40	2	80
		<i>Performance</i>	100	4	400
		<i>Effort</i>	100	5	500
		<i>Frustration Level</i>	10	0	0
9	Responden 9	<i>Mental Demand</i>	70	3	210
		<i>Physical Demand</i>	30	2	60
		<i>Temporal Demand</i>	20	1	20
		<i>Performance</i>	80	5	400
		<i>Effort</i>	70	4	280
		<i>Frustration Level</i>	10	0	0

10	Responden 10	<i>Mental Demand</i>	70	4	280
		<i>Physical Demand</i>	50	2	100
		<i>Temporal Demand</i>	55	1	55
		<i>Performance</i>	70	3	210
		<i>Effort</i>	65	5	325
		<i>Frustration Level</i>	35	0	0
11	Responden 11	<i>Mental Demand</i>	75	4	300
		<i>Physical Demand</i>	70	3	210
		<i>Temporal Demand</i>	40	1	40
		<i>Performance</i>	80	2	160
		<i>Effort</i>	70	5	350
		<i>Frustration Level</i>	25	0	0

Berdasarkan table 10 dilakukan perhitungan bobot dikali dengan *rating*. Bobot dan *rating* yang diperoleh dari hasil kuesioner kemudian dikalikan untuk masing-masing responden.

4.5.4 Perhitungan WWL

Berikut adalah perhitungan *Weighted Workload* (WWL) dari kuesioner beban kerja mental operator *Workshop Permesinan* pada Satuan Kerja Rekayasa Enjiniring dan Manufaktur.

Tabel 11 Perhitungan WWL

No	Responden	MD	PD	TD	OP	EF	FR	WWL
1	Responden 1	320	210	90	180	160	10	970
2	Responden 2	320	120	70	240	320	0	1070
3	Responden	150	120	0	500	400	0	1170

	3							
4	Responden 4	180	300	120	450	300	0	1350
5	Responden 5	360	80	80	500	240	0	1260
6	Responden 6	300	120	80	400	200	120	1220
7	Responden 7	140	120	140	400	210	50	1060
8	Responden 8	100	270	80	400	500	0	1350
9	Responden 9	210	60	20	400	280	0	970
10	Responden 10	280	100	55	210	325	0	970
11	Responden 11	300	210	40	160	350	0	1060
Total		2660	1710	775	3840	3285	180	

Berdasarkan tabel 11 Rekapitulasi Nilai Subjektif Beban Kerja Mental Berdasarkan Metode NASA-TLX dari 11 Responden menyajikan data kuantitatif mengenai persepsi beban kerja mental dari 11 orang responden. Data ini diperoleh dengan menggunakan metode *NASA Task Load Index (NASA-TLX), yang mengukur enam dimensi utama beban kerja subjektif, yaitu:

1. Mental Demand (MD) Tuntutan mental yang dirasakan selama melakukan tugas. Nilai total untuk seluruh responden adalah 2.660 poin, menunjukkan bahwa dimensi ini paling tinggi .

2. Physical Demand (PD) Tuntutan fisik atau aktivitas tubuh selama pelaksanaan tugas sebesar 1.710 poin.

3. Temporal Demand (TD) Tekanan atau tuntutan waktu selama menyelesaikan tugas sebesar 775 poin.

4. Own Performance (OP) adalah Penilaian responden terhadap kinerja mereka sendiri. Total nilai OP adalah 3.840 poin, yang berarti banyak responden merasa kurang puas terhadap performanya sendiri karena semakin tinggi skor OP, semakin buruk persepsi terhadap performa.

5. Effort (EF) adalah Seberapa besar upaya atau tenaga (baik fisik maupun mental) yang dikeluarkan dalam menyelesaikan tugas. Skor totalnya mencapai 3.285 poin, menjadikannya salah satu dimensi yang paling membebani setelah OP.

6. Frustration Level (FR) Tingkat frustrasi, stres, atau ketegangan emosional yang dirasakan selama tugas. Menariknya, nilai total FR adalah yang paling rendah, yaitu hanya 180 poin, mengindikasikan bahwa sebagian besar responden tidak merasa terlalu frustrasi.

Dari keseluruhan data, disimpulkan bahwa dimensi Mental Demand (2.660), Effort (3.285), dan Own Performance (3.840) adalah tiga indikator yang paling tinggi, menunjukkan bahwa tugas yang dilakukan oleh responden lebih membebani secara mental, membutuhkan banyak upaya, dan belum memberikan rasa puas terhadap hasil kerja. Sebaliknya, Frustration Level (180) menjadi indikator terendah, yang bisa jadi menunjukkan bahwa beban kerja tinggi belum tentu menyebabkan stres emosional secara langsung.

4.5.5 Perhitungan Rata-Rata WWL

Berikut ini merupakan hasil perhitungan rata-rata *Weighted Workload* (WWL) dari kuesioner beban kerja mental operator *Workshop* Permesinan pada Satuan Kerja Rekayasa Enjiniring dan Manufaktur. Rumus yang digunakan untuk menghitung rata-rata *Weighted Workload* (WWL) yaitu:

$$\text{rata - rata WWL} = \frac{\sum \text{produk}}{\text{jumlah dimensi}}$$

a. Responden 1

$$\frac{WWL}{n} = \frac{970}{15} = 64,67$$

b. Responden 2

$$\frac{WWL}{n} = \frac{1070}{15} = 71,33$$

c. Responden 3

$$\frac{WWL}{n} = \frac{1170}{15} = 78$$

d. Responden 4

$$\frac{WWL}{n} = \frac{1350}{15} = 90$$

e. Responden 5

$$\frac{WWL}{n} = \frac{1260}{15} = 84$$

f. Responden 6

$$\frac{WWL}{n} = \frac{1220}{15} = 81.33$$

g. Responden 7

$$\frac{WWL}{n} = \frac{1060}{15} = 70.67$$

h. Responden 8

$$\frac{WWL}{n} = \frac{1350}{15} = 90$$

i. Responden 9

$$\frac{WWL}{n} = \frac{970}{15} = 64.67$$

j. Responden 10

$$\frac{WWL}{n} = \frac{970}{15} = 64.67$$

k. Responden 11

$$\frac{WWL}{n} = \frac{1060}{15} = 70.67$$

4.6 Interpretasi

Berdasarkan hasil identifikasi dengan menggunakan metode *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index* (NASA-TLX) selanjutnya akan dilakukan interpretasi skor dari rata-rata *Weighted Workload* (WWL) yang sudah diperoleh. Tujuan dari interpretasi skor adalah untuk mendapatkan kategori beban kerja yang diterima oleh masing-masing responden. Berikut adalah tabel interpretasi skor.

Tabel 12 Penentuan Kategori Beban Kerja

No	Responden	WWL	Rata-rata WWL	Kategori Beban Kerja
1	Responden 1	970	64,67	Tinggi
2	Responden 2	1070	71,33	Tinggi
3	Responden 3	1170	78	Tinggi
4	Responden 4	1350	90	Sangat Tinggi
5	Responden 5	1260	84	Sangat Tinggi
6	Responden 6	1220	81,33	Sangat Tinggi
7	Responden 7	1060	70,67	Tinggi
8	Responden 8	1350	90	Sangat Tinggi
9	Responden 9	970	64,67	Tinggi
10	Responden 10	970	64,67	Tinggi
11	Responden 11	1060	70,67	Tinggi

Berdasarkan tabel 12 perhitungan menggunakan metode *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index* (NASA-TLX), dapat dilihat bahwa ada variasi dalam beban kerja mental yang dirasakan oleh para responden. Rata-rata *Weighted Workload* (WWL) yang tinggi atau sangat tinggi dialami oleh semua responden, menunjukkan bahwa beban kerja di workshop permesinan cukup menuntut secara mental. Indikator *Performance* (OP) menunjukkan skor tertinggi yaitu sebesar 3840. Hal ini menunjukkan bahwa dari sudut pandang responden, kinerja pekerjaan merupakan faktor yang paling signifikan dalam beban kerja mental mereka. Sebaliknya, *Frustration* (FR)

memperoleh skor terendah yaitu sebesar 180, menunjukkan bahwa frustrasi bukanlah masalah utama yang dirasakan oleh responden dalam pekerjaan mereka. Indikator tertinggi kedua yaitu *Mental Demand* (MD) dengan total skor 2660, *Physical Demand* dengan total skor 1710, dan *Temporal Demand* (TD) dengan total skor 775.

Rata-rata *Weighted Workload* (WWL) untuk masing-masing responden menunjukkan variasi. Responden dengan nilai RWL diatas 70 termasuk dalam kategori sangat tinggi, yaitu responden 4, responden 5, responden 6, dan responden 8. Sementara itu, nilai rata-rata *Weighted Workload* (WWL) antara 50-79 masuk dalam kategori tinggi, yaitu responden 1, responden 2, responden 3, responden 7, responden 9, responden 10, dan responden 11. Perbedaan kategori menunjukkan perbedaan persepsi beban kerja mental di antara responden. Perbedaan persepsi ini dapat dipengaruhi oleh usia maupun masa kerja.

Responden 4 dan responden 8 memiliki rata-rata *Weighted Workload* (WWL) paling tinggi, yaitu 90. Hal ini menunjukkan beban kerja mental yang sangat tinggi dirasakan oleh responden 4 dan responden 8. Responden 4 berusia 27 tahun dengan masa kerja 4 tahun, sedangkan responden 8 berusia 24 tahun dengan masa kerja 2 tahun. Meskipun keduanya memiliki usia dan masa kerja yang berbeda, keduanya menghadapi beban kerja mental yang sama tinggi. Responden 1, 9, dan 10 memiliki rata-rata *Weighted Workload* (WWL) terendah yaitu 64,67 dan semuanya memiliki masa kerja yang lebih lama dibandingkan dengan responden dengan beban kerja sangat tinggi. Responden 1 berusia 32 tahun dengan masa kerja 5 tahun, responden 9 berusia 28 tahun dengan masa kerja 6 tahun 9 bulan, dan responden 10 berusia 37 tahun dengan masa kerja 7 tahun 3 bulan. Hasil ini menunjukkan bahwa pengalaman kerja yang lebih banyak mungkin berkontribusi pada penurunan beban kerja mental. Pengalaman yang lebih panjang dapat meningkatkan keterampilan, adaptasi terhadap lingkungan kerja, dan kemampuan untuk menangani tuntutan pekerjaan yang tinggi, sehingga beban mental yang dirasakan menjadi lebih rendah .

4.6 Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Rotasi tugas di antara operator, dilakukan dengan memastikan bahwa tugas mengoperasikan mesin satu dan mesin lainnya tidak dibebankan pada satu operator saja. Atur jadwal yang memungkinkan rotasi tugas di antara operator, sehingga beban kerja dapat lebih merata. Tugas atau pekerjaan yang dilakukan operator tidak jauh berbeda sehingga tingkat kemampuan pekerja pun dapat dikatakan sama, maka rotasi tugas untuk setiap operator dapat dilakukan. Saat ini, hanya beberapa operator saja yang dibebankan untuk mengoperasikan bermacam-macam mesin, sedangkan yang lain tetap hanya menggunakan satu mesin saja. Oleh sebab itu, perlu diatur agar rotasi tugas dilakukan secara merata di antara semua operator. Rotasi tugas akan membantu mengurangi kelelahan dan meningkatkan motivasi kerja karena variasi dalam pekerjaan.

Nama	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Jumlah Grup		Total Hari Kerja
						Bubut	Bor	
A	Bubut	Bubut	Bor	Bor	Bubut	3	2	5
B	Bor	Bor	Bubut	Bubut	Bor	2	3	5
C	Bubut	Bubut	Bor	Bubut	Bubut	3	2	5
D	Bor	Bubut	Bubut	Bor	Bor	2	3	5
E	Bubut	Bor	Bubut	Bor	Bubut	3	2	5
F	Bubut	Bubut	Bor	Bubut	Bor	3	2	5
G	Bor	Bor	Bubut	Bor	Bubut	2	3	5
H	Bubut	Bor	Bor	Bubut	Bor	2	3	5
I	Bor	Bubut	Bor	Bubut	Bot	2	3	5
J	Bor	Bor	Bubut	Bubut	Bubut	3	2	5
K	Bubut	Bor	Bubut	Bor	Bor	2	3	5

Gambar 40 Penjadwalan Rotasi Tugas

Berdasarkan pada gambar 40 penjadwalan kerja ini dirancang untuk 11 orang karyawan yang bekerja pada dua jenis mesin, yaitu mesin bubut dan

mesin bor, dengan sistem kerja 5 hari dalam seminggu (Senin hingga Jumat), masing-masing dengan durasi kerja 8 jam per hari, sehingga total waktu kerja setiap karyawan adalah 40 jam per minggu.

Dalam sistem ini, setiap karyawan dijadwalkan secara bergiliran untuk bekerja di kedua jenis mesin. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan kemampuan operator, memperluas penguasaan alat, dan mengurangi kejenuhan kerja akibat tugas yang monoton.

Untuk menjaga keseimbangan dan pemerataan keterampilan, setiap karyawan dijadwalkan bekerja selama:

- hingga 3 hari di mesin bubut, dan
- hingga 2 hari di mesin bor

dengan total tetap 5 hari kerja dalam seminggu.

Pada minggu pertama, 6 karyawan ditempatkan lebih dominan di mesin bubut dan 5 lainnya di mesin bor. Di minggu berikutnya, pembagian ini dirotasi, sehingga setiap karyawan mendapatkan kesempatan bekerja di kedua jenis mesin dalam frekuensi yang berimbang.

Karyawan A bekerja 3 hari di mesin bubut dan 2 hari di mesin bor.

Karyawan B sebaliknya, lebih banyak di mesin bor (3 hari), dan sisanya di mesin bubut (2 hari).

Hal serupa diterapkan ke semua karyawan dengan pola rotasi yang bervariasi tapi adil.

Rotasi ini tidak hanya menjaga keadilan dalam pembagian kerja, tetapi juga bertujuan untuk meningkatkan efisiensi tim, mengurangi risiko kelelahan spesifik tugas, dan mendukung program pelatihan silang (cross-training) antar mesin.

2. Pelatihan keterampilan untuk operator, dilakukan dengan memberikan pelatihan kepada operator yang kurang menguasai mesin bubut dan bor untuk meningkatkan keterampilan mereka. Pada saat ini masih terdapat operator yang hanya bisa mengoperasikan satu mesin saja sehingga perlu dilakukan pelatihan untuk bisa mengoperasikan mesin-mesin lainnya. Pelatihan yang dilakukan ini akan memberikan kemampuan pada operator

untuk mengoperasikan mesin-mesin tersebut dengan baik, sehingga jadwal rotasi dapat diberlakukan secara efektif dan efisien. Pelatihan ini membantu meningkatkan keterampilan operator dalam mengoperasikan mesin. Pelatihan ini juga dapat meningkatkan kepercayaan diri dan produktivitas operator.



Gambar 41 Pelatihan Keterampilan Operator

3. Penambahan jumlah operator, apabila memungkinkan tambahkan jumlah operator untuk mengurangi beban kerja individu. Saat ini hanya terdapat 11 operator pada *workshop* permesinan sedangkan mesin yang tersedia melebihi jumlah operator yang ada sehingga menyebabkan mesin-mesin tersebut menganggur. Dengan lebih banyak operator, tugas dapat dibagi lebih merata, mengurangi tekanan kerja, dan meningkatkan produktivitas serta kesejahteraan operator secara keseluruhan.
4. Program kesejahteraan untuk operator, program yang dapat dilakukan seperti senam ringan atau konseling untuk membantu mengatasi stres dan kelelahan yang dialami operator. Program-program ini akan membantu menjaga kesehatan fisik dan mental operator, sehingga mereka dapat bekerja dengan lebih optimal. Kesejahteraan yang baik akan meningkatkan kebahagiaan dan produktivitas kerja.



Gambar 42 Contoh Program Kesejahteraan Karyawan

Waktu istirahat yang cukup, memastikan operator mendapatkan waktu istirahat yang cukup untuk menjaga kondisi fisik dan mental tetap prima. Jadwal kerja yang seimbang dengan istirahat yang memadai akan membantu mengurangi risiko kellahan dan cedera kerja, serta meningkatkan konsentrasi dan kinerja operator. Dengan menerapkan rekomendasi-rekomendasi ini, diharapkan beban kerja operator pada *Workshop* Permesinan dapat berkurang, efisiensi kerja meningkat, serta kesejahteraan operator secara keseluruhan dapat terjaga dengan baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan pelaksanaan Kerja Praktik sebagai berikut:

1. Rata-rata responden memiliki beban kerja mental cukup tinggi dengan nilai beban kerja tertinggi yaitu 90 dan terendah yaitu 64,67. Indikator yang paling berpengaruh terhadap beban kerja mental adalah Performance (OP) dan indikator yang tidak terlalu berpengaruh terhadap beban kerja mental adalah Frustration (FR) di Workshop Permesinan.
2. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) diperoleh kategori beban kerja yang variatif. Responden yang memiliki beban kerja tinggi yaitu 63,64% dan responden yang memiliki beban kerja sangat tinggi yaitu 36,36%.
3. Rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan untuk Workshop Permesinan adalah membuat jadwal rotasi operator untuk menggunakan mesin bubut dan bor, menambah operator, memberikan pelatihan, dan membuat program kesejahteraan.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan setelah pelaksanaan Kerja Praktik di Satuan Kerja Rekayasa Enjiniring dan Manufaktur sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya akan lebih baik jika melakukan pengukuran beban kerja mental untuk seluruh karyawan yang ada di Satuan Kerja Rekayasa Enjiniring dan Mnaufaktur.
2. Pihak Satuan Kerja Rekayasa Enjiniring dan Manufaktur dapat menerapkan rekomendasi perbaikan yang diusulkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alviora, V. V., Indrayadi, M., & Pratiwi, R. (2000). Analisa Risiko Pada Pekerjaan Geoteknik Di Proyek Perpanjangan Runway Bandar Udara Supadio. *JeLAST :Jurnal Elektronik Laut, Sipil, Tambang*, 7(), 1–9.
- A. S. d. S. Y. Tama Maysuri, Sejarah Penambangan Batubara Bukit Asam di Tanjung Enim, Palembang: *HISTORIA: Jurnal Program Studi Pendidikan Sejarah* Volume 9 (1), 2021
- A. Soleman, Analisis Beban Kerja Ditinjau dari Faktor Usia Dengan Pendekatan Recommended Weight Limit, *ARIKA*, Vol. 05, No. 2, pp. 84- 98, 2011.
- Bismar, M. (2019). Pentingnya Kesehatan dan Keselamatan Kerja Bagi Perawat dan Rumah Sakit. 1–10.
- ”Di Teknik Industri Belajar Apa Saja?,” 4 Juli 2023. [Online]. Available: <https://industri.unjaya.ac.id/2023/07/04/di-teknik-industri-belajar-apa-saja/>
- D. H. S. Claudha Alba Pradhana, Analisis Beban Kerja Mental Menggunakan Metode NASA-TLX pada Bagian Shipping Perlengkapan di PT. Triangle Motorindo, *E-journal Universitas Dipenogoro*, 2018.
- D. Pratiwi, Pengukuran Beban Kerja Mental dengan Menggunakan Metode NASA-TLX di CV Maju Sejahtera Lestari, Medan: Fakultas Teknik Universitas Medan Area, 2022.
- E. Grandjean, *Fitting the Task to the Man: A Textbook of Occupational Ergonomics*, Taylor & Francis, 1988.
- E. Nurmutia, ”APBI-ICMA Ulas Pertambangan Batu Bara di Sumatera Selatan, Untuk Apa?,” *CNBC Indonesia*, 26 Juli 2024. [Online]. Available: <https://www.cnbcindonesia.com/news/20240726110544-4-557837/apbiicma-ulas-pertambangan-batu-bara-di-sumatera-selatan-untuk-apa>
- G. Santoso, *Ergonomi Manusia, Peralatan dan Lingkungan*, 2004.

- H. I. Yassierli, *Ergonomi Suatu Pengantar*, Bandung: PT Remaja Rosdakarya, hal 175, 2014.
- I. B. M. C. I. & M. F. I. Manuaba, *Pengantar Kuliah Obstetri*, Jakarta: Buku Kedokteran EGC, 2007.
- Ilmansyah, Y., Mahbubah, N. A., Widyaningrum, D., Studi, P., Industri, T., Gresik, U. M., & Bahaya, P. (2000). Penerapan Job Safety Analysis sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja dan Perbaikan Keselamatan Kerja di PT Shell Indonesia. *Profisiensi*, 8(1), 15–. <https://doi.org/https://doi.org/10.33373/profis.v8i1.51>
- Kerja (K3) Di Lingkungan Kerja Balai Inseminasi Buatan (Bib) Lembang. *Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Di Lingkungan Kerja Balai Inseminasi Buatan (Bib) Lembang*, 18(), 98–109.
- L. H. P. Retnowati, *Analisis Beban Kerja Sumber Daya Manusia*, 2015.
- M. A. E. H. S. S. A Ghanbrary Sartang, Evaluation of Rating Scale Mental Effort (RSME) effectiveness for mental workload assessment in nurses, *Journal of Occupational Health and Epidemiology* 5(4):211-217, 2016.
- M. E. Tarwaka PGDip. Sc., *Dasar-Dasar Keselamatan Kerja serta Pencegahan Kecelakaan di Tempat Kerja*, Surakarta: Harapan Offset, 2016.
- M. & M. E. Sanders, *Human Factors in Engineering and Design*, McGrawHill, 1993.
- M. R. O. d. R. A. Hidayati, Analisis Beban Kerja Mental Karyawan di Laboratorium PT. ABC Menggunakan Metode NASA-TLX, *Jurnal Ilmiah Manajemen*, vol. 5, no. 1, 2024.
- M. Z. A. Rizqiansyah, Hubungan Antara Beban Kerja Fisik dan Beban Kerja Mental Berbasis Ergonomi terhadap Tingkat Kejenuhan Kerja pada Karyawan PT Jasa Marga (PERSERO) Tbk Cabang Surabaya Gempol, Malang: *Jurnal Sains Psikologi*, Jilid 6, Nomor 1, hlm 37-42, 2017.
- N. B. Aranda, Analisis Beban Kerja Mental Operator Mesin Cetak Web dengan Target Pekerjaan Menggunakan Metode National Aeronautics and Space Administration Task Load Indes (NASA TLX) dan Rating Scale Mental Effort (RSME) Studi Kasus: PT Bawen Mediatama, Semarang: Faculty of Industrial Technology Sultan Agung Islamic University, 2021.

- "7 Negara yang Memiliki Cadangan Batu Bara Terbesar di Dunia," CNN Indonesia, 4 Agustus 2022. [Online]. Available: <https://www.cnnindonesia.com/edukasi/20220803113612-574-829675/7-negara-yang-memiliki-cadangan-batu-bara-terbesar-di-dunia>.
- Nurhadi, Pengukuran Beban Kerja Mental Mahasiswa Tingkat Akhir Jurusan Teknik Industri Agro di Masa Pandemi Covid 19, Makassar: Politeknik Ati Makassar, 2020.
- P. A. & M. N. Hancock, Human Mental Workload, Netherlands: Elsevier Science Publisher, 1998.
- Pipit Marfiana, Ritonga, H. K., & Mutiara Salsabiela. (2019). Implementasi Job Safety Analysis (JSA) Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja. Jurnal Migasian, 3(), 5–3.
- "Profil Perusahaan PT Bukit Asam," Bukit Asam, [Online]. Available: <https://www.ptba.co.id/tentang>. [Använd 29 Agustus 2024].
- R. & C. D. A. Irawati, Analisis Pengaruh Beban Kerja terhadap Kinerja Karyawan Operator pada PT Giken Precision Indonesia, Jurnal Inovasi Bisnis, 5(1), 51-58, 2017.
- S. A. Siregar, Analisis Beban Kerja Mental Dengan Menggunakan Metode NASA-TLX pada Bagian Operator di Lantai Produksi PT Socfindo Kebun Aek Loba, Medan: Universitas Medan Area, 2019.
- "Sejarah Perusahaan," Bukit Asam, [Online]. Available: <https://www.ptba.co.id/tentang/profil-perusahaan>.
- Sugiono, Ergonomi untuk Pemula Perinsif Dasar dan Aplikasinya, Malang: UB Press. Hal 15, 2018.
- Teknik Industri ITERA, <https://ti.itera.ac.id/>, 2021.
- "Tentang ITERA: Sejarah," 2021. [Online]. Available: <https://www.itera.ac.id/tentang-institut-teknologi-sumatera/>.
- "VISI DAN MISI TEKNIK INDUSTRI ITERA," 2024. [Online]. Available: https://ti.itera.ac.id/?page_id=1591.
- V. N. Setiawan, "Permintaan Ekspor Batu Bara RI Ke 3 Negara Naik, Ada Apa?," CNBC Indonesia, 7 May 2024. [Online]. Available:

<https://www.cnbcindonesia.com/news/20240507113424-4-536345/permintaan-ekspor-batu-bara-ri-ke-3-negara-naik-ada-apa>.

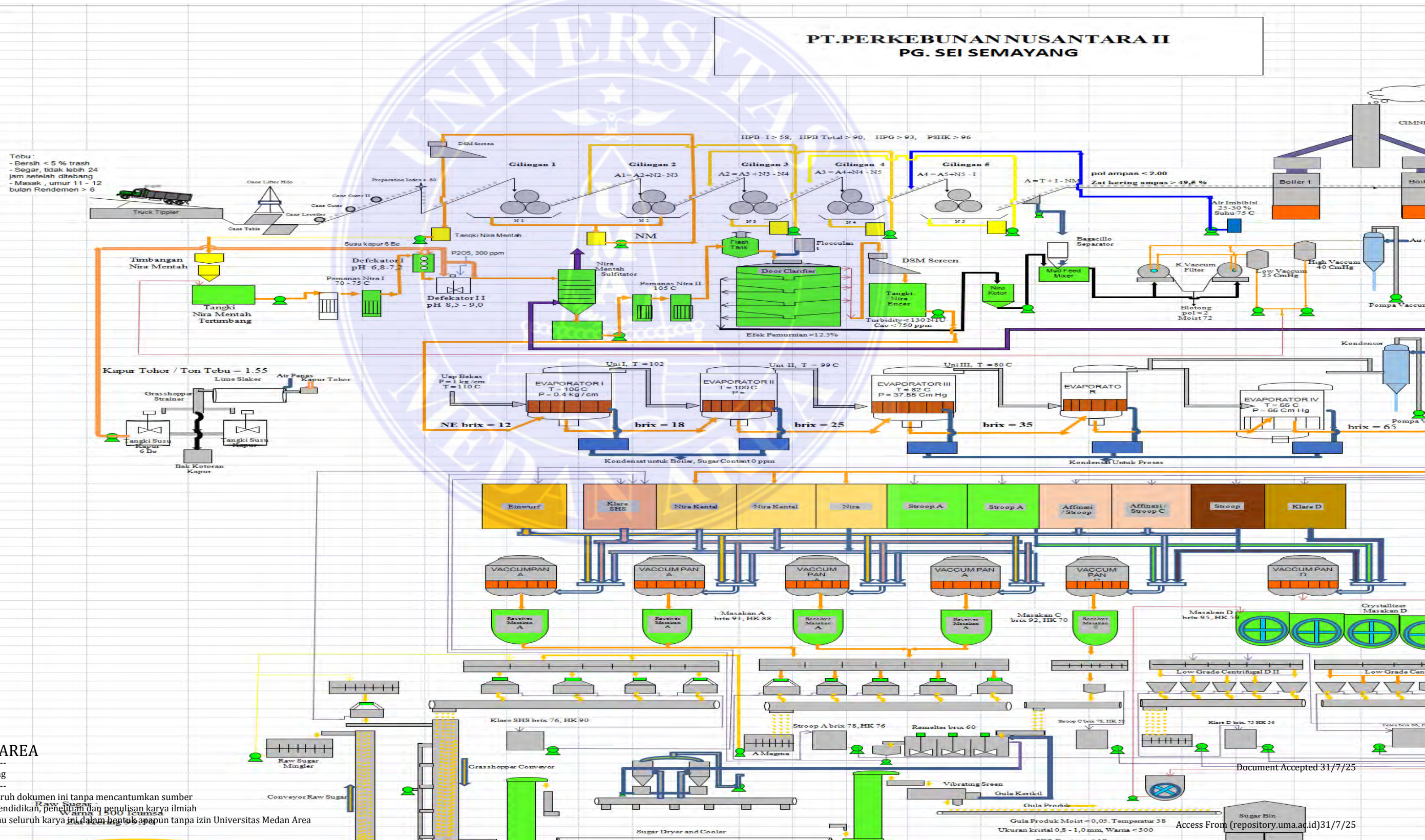
Wignjosoebroto, Ergonomi, Studi Gerak, dan Waktu: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja, University of Sumatera Utara Library, 2012.

Yuliandi, C. D., & Ahman, E. (2019). Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan

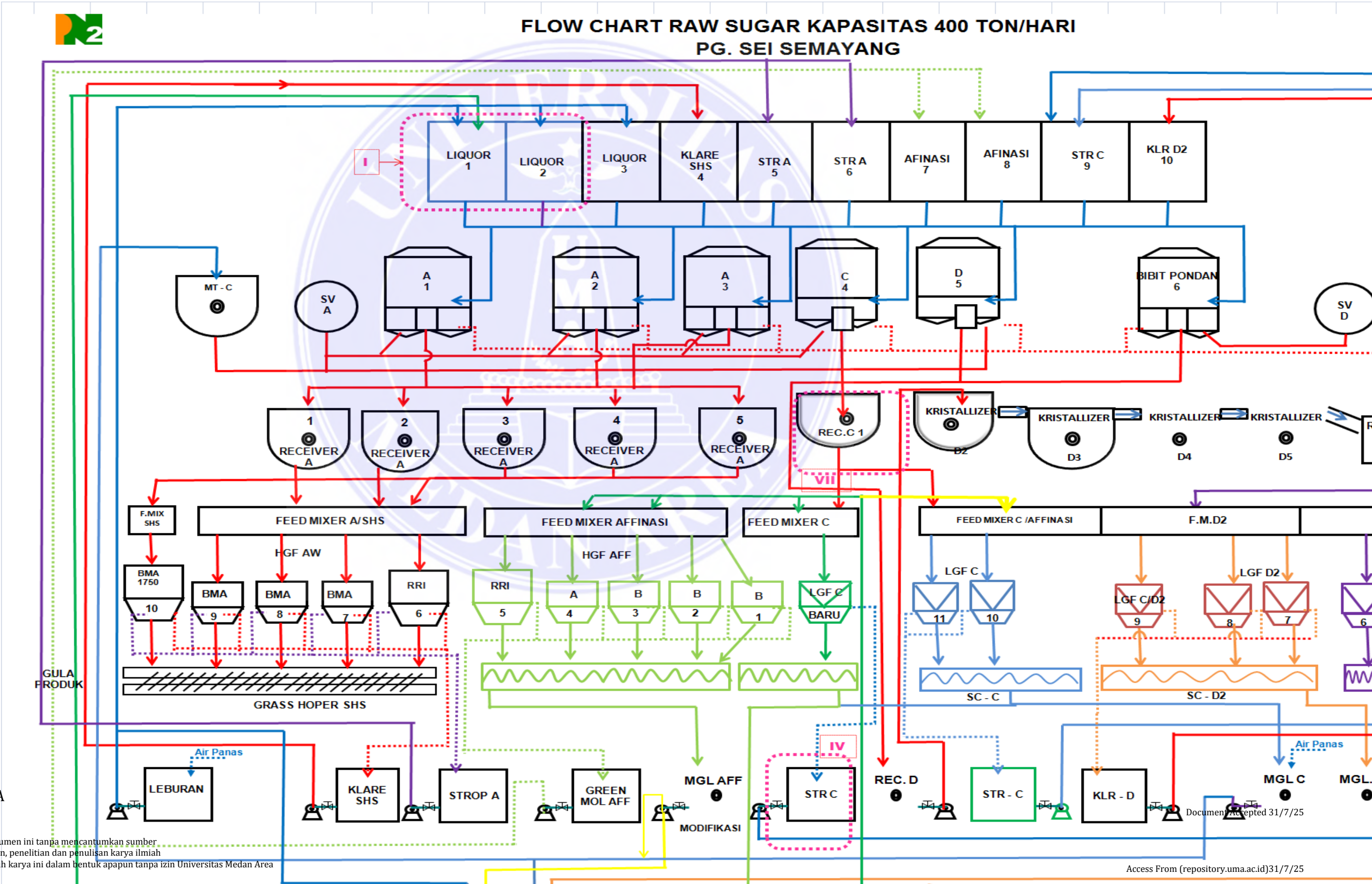


1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

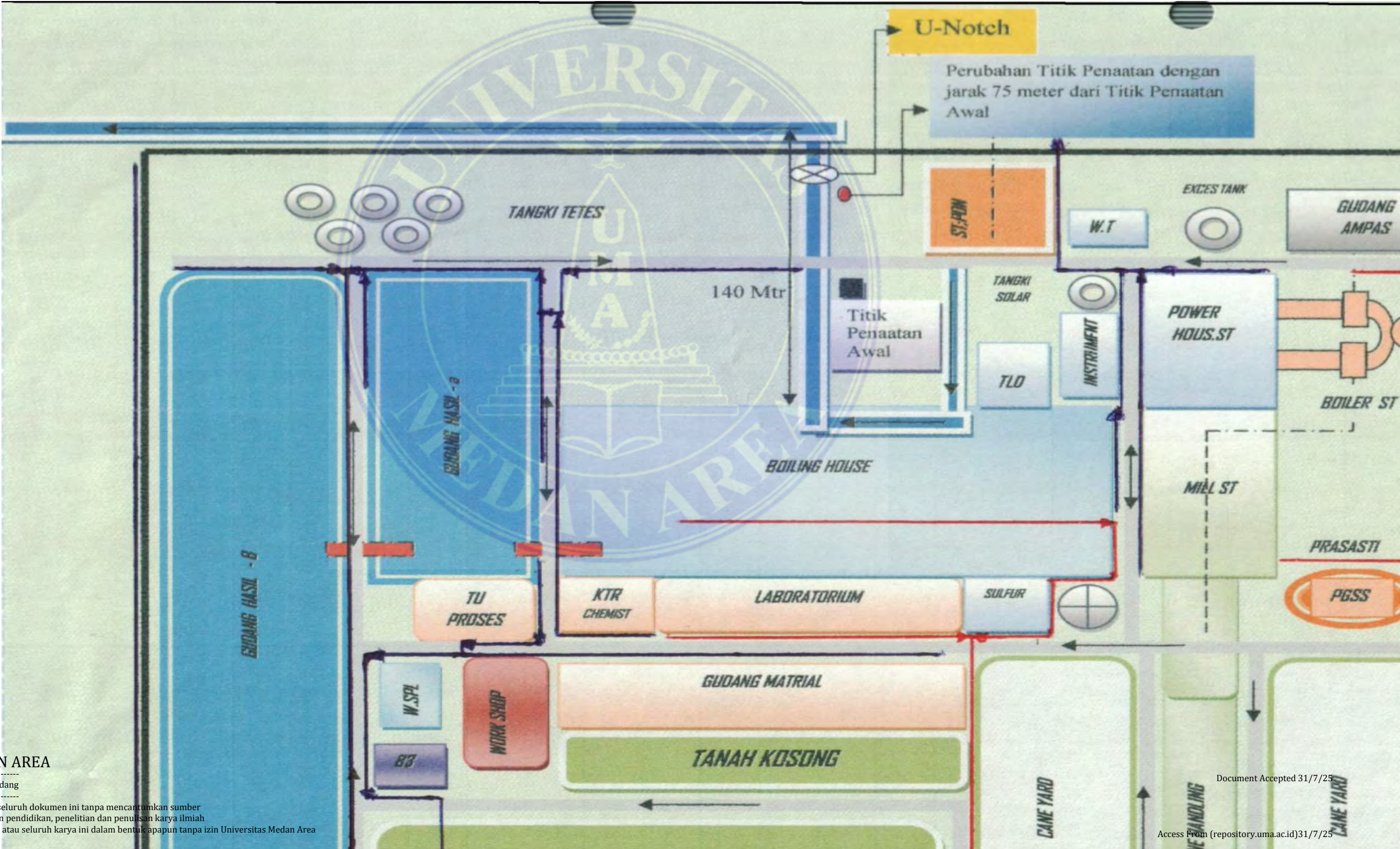
LAMPIRAN



FLOW SHEET PROSES RAW SUGAR



DENAH PABRIK GULA SEI SEMAYANG



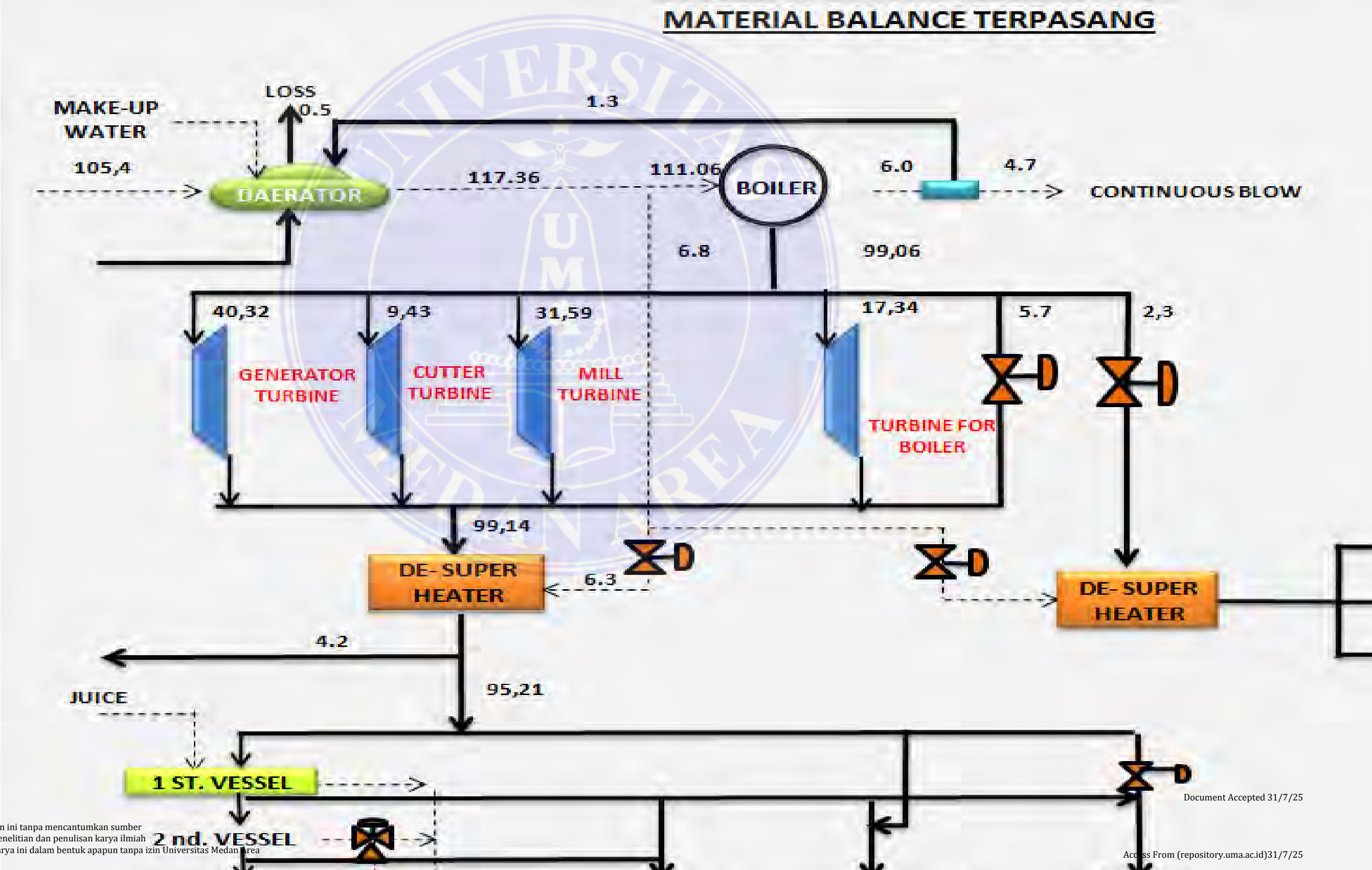
UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

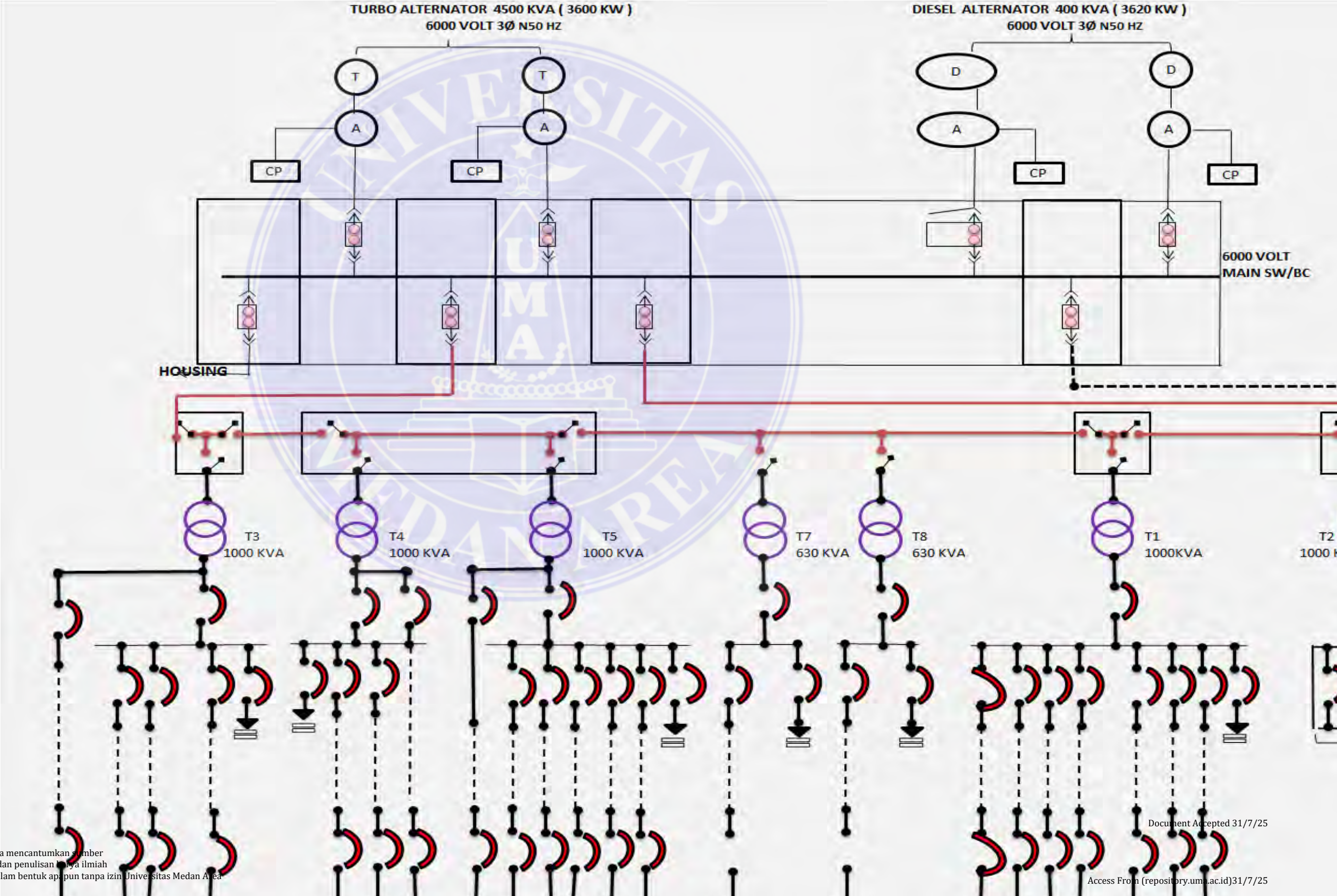
- 1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
- 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
- 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



STEAM BALANCE BALANCE PGSS
MATERIAL BALANCE TERPASANG

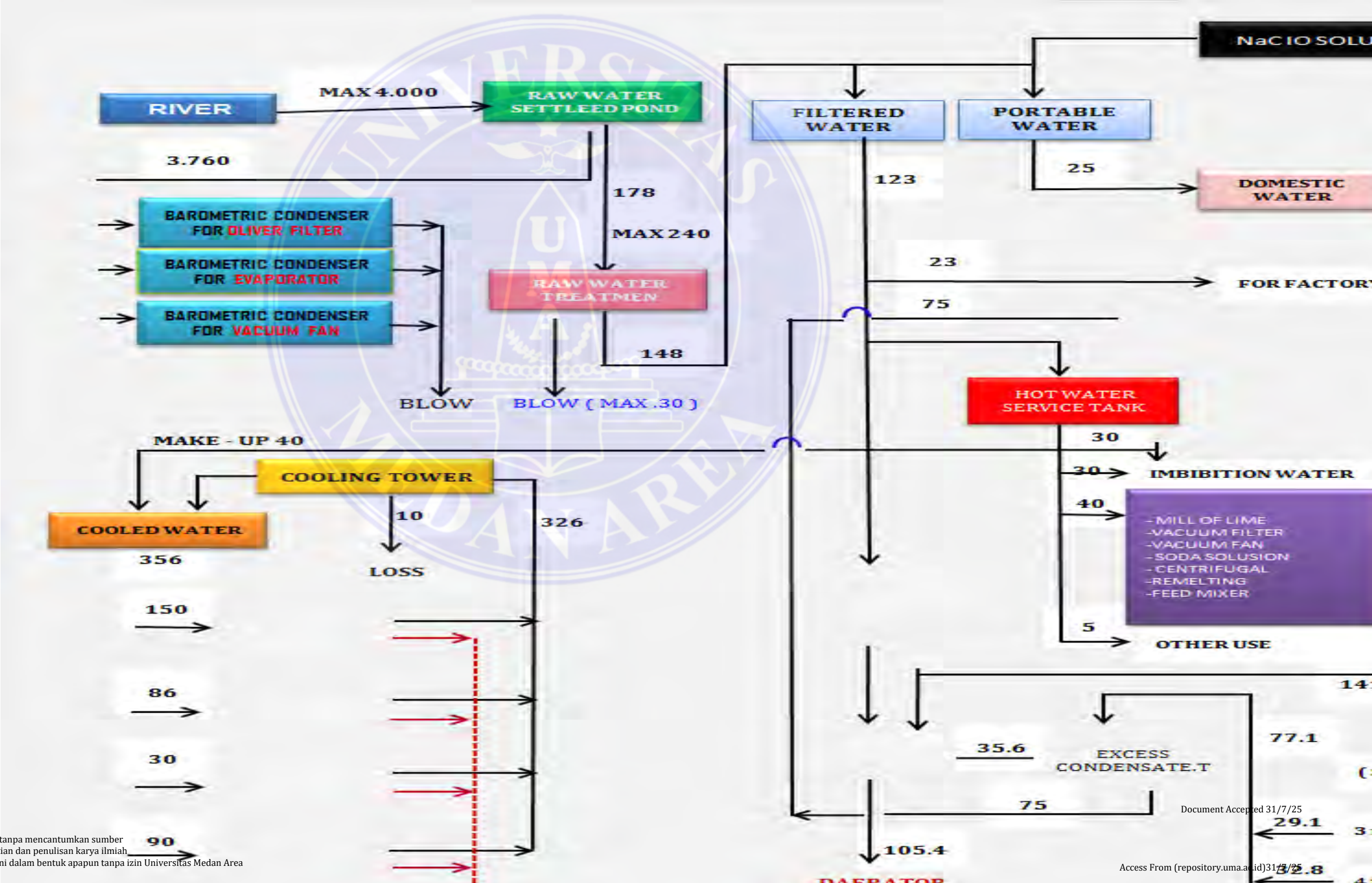


ELECTRIC BALANCE BALANCE PGSS





WATER BALANCE BALANCE PGSS



SERTIFIKAT KERJA PRAKTEK



SURAT KETERANGAN SELESAI KERJA PRAKEK



SURAT KETERANGAN KERJA PRAKTEK

