

**LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANG II
PENGENALAN ALAT PROSES PENGOLAHAN GULA
DI PT. GENDHIS MULTI MANIS (GMM) – BULOG**



**Disusun oleh :
NOVI WAHYU RAHMADANI
(19.01.010)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK LPP YOGYAKARTA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANG II
PROSES PENGOLAHAN GULA
DI PT. GENDHIS MULTI MANIS (GMM) - BULOG

Telah diperiksa dan disetujui
Yogyakarta, Oktober 2021

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Dosen Pembimbing Dan Penguji



(Ir.Kunthi Widvasih, S.T., M.Eng)

NIDN. 0529098203

(Anugrah Perdana R, S.T., M.Eng.)

NIDN. 0017037301

LEMBAR PENGESAHAN

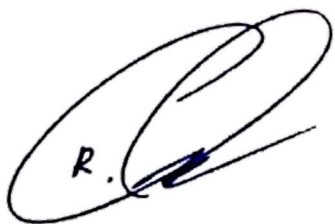
LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN I
PENGENALAN ALAT DAN PROSES PENGOLAHAN GULA
DI PT. GENDHIS MULTI MANIS (GMM) - BULOG

Disusun Oleh:

NAMA : NOVI WAHYU RAHMADANI
NIM : 1901010
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA

Mengetahui dan Mengesahkan
Blora, 24 September 2021

Pembimbing Lapangan



(Rahmatullah Dwi W.W)

Manager Pengolahan



(Rio Panji Wicaksono Amd.T)

SURAT KETERANGAN SELESAI PKL



SURAT KETERANGAN

No. 804 /BLR-DK/LT-SKET/X/2021

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : KRISNA MURTIYANTO
Jabatan : Direktur Operasional
Perusahaan : PT. Gendhis Multi Manis
Alamat : Jl. Raya Kunduran-Todanan Km.7, Todanan, Biora

Menerangkan bahwa,

Nama : NOVI WAHYU RAHMADANI
NIM : 1901010
Institusi : POLITEKNIK LPP

Telah melaksanakan Praktik Kerja Lapangan di PT Gendhis Multi Manis di Departemen Engineering mulai tanggal 16 AGUSTUS 2021 sampai dengan 25 SEPTEMBER 2021.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Biora, 11 Oktober 2021

KRISNA MURTIYANTO
Direktur Operasional

LEMBAR PERNYATAAN

Saya mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Politeknik LPP Yogyakarta,

Nama : Novi Wahyu Rahmadani

NIM : 1901010

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Kerja Praktek yang telah saya buat dengan judul **“PROSES PENGOLAHAN GULA”** adalah :

1. Dibuat dan dilaksanakan sendiri, dengan menggunakan data-data hasil pelaksanaan prkatek di lokasi PKL
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis



(Novi Wahyu Rahmadani)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan Hidayah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Praktek Kerja Lapang (PKL) II Politeknik LPP Yogyakarta Program Studi Teknik Kimia Tentang “Pengenalan Alat dan Proses Pengolahan Gula di PT. GMM – BULOG”

Dalam menyusun Laporan Praktek Kerja Lapang tentu saja penulis menemui kesulitan dan hambatan. Penyusunan laporan ini tidak akan terwujud tanpa bantuan dan bimbingan dari semua pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Ibu dan seluruh kerabat saya yang tidak pernah berhenti memberikan semangat, doa dan dukungannya.
2. Bapak Ir. M. Mustangin, S.T., M.Eng., IPM selaku Direktur Politeknik LPP
3. Ibu Ir. Kunthi Widhyasih, S.T., M.Eng., IPM selaku Kepala Program Studi Teknik Kimia
4. Bapak Anugrah Perdana Rahmanta, S.T., M.Eng selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia dan selaku pembimbing yang telah memberi masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Laporan Praktek Kerja Lapang I
5. Dewan Direksi PT. GMM yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan PKL I di PT. GMM – BULOG
6. Bapak Bambang Subekti Selaku General Manager PT. GMM – BULOG
7. Bapak Rahmatullah Dwi W.W selaku Manager Pengolahan PT. GMM – BULOG
8. Seluruh Supervisor dan Staff di PT. GMM – BULOG
9. Bapak Rio Panji Wicaksono Amd.T
10. Rekan - rekan PKL yang selalu memberi dukungan serta menjadi partner diskusi dalam penyusunan Laporan Praktek Kerja Lapang II ini

Penulis menyadari bahwa laporan ini terdapat banyak kekurangan karena keterbatasan ilmu yang dimiliki penulis. Oleh sebab itu, penulis berharap adanya

kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Akhir kata, semoga laporan PKL II ini dapat bermanfaat serta menambah ilmu pengetahuan bagi pembaca.

Blora, 24 September 2021

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Novi Wahyu Rahmadani', with a horizontal line underneath.

Novi Wahyu Rahmadani

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| SURAT KETERANGAN SELESAI PKL | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR TABEL | xv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| I.1 Latar Belakang | 1 |
| I.2 Tujuan Penyusunan Laporan | 1 |
| I.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| I.4 Metodologi Penyusunan Laporan..... | 2 |
| BAB II | 3 |
| II.1. Profil dan Sejarah PT GMM | 3 |
| II.2. Lokasi Perusahaan..... | 3 |
| II.3. Stuktur Organisasi Perusahaan..... | 4 |
| II.4. Visi dan Misi Perusahaan | 14 |
| II.4.1 Visi :..... | 14 |
| II.4.2 Misi : | 14 |
| II.5. Nilai Perusahaan..... | 14 |
| II.6. Corporate Values..... | 15 |
| II.7. Jenis Produk Pabrik | 15 |
| BAB III..... | 17 |
| III.1. Halaman Pabrik | 17 |
| III.1.1. Timbangan Tebu | 18 |
| III.1.2. Pengangkat Tebu (Unloading Crane / Cane Crane)..... | 20 |
| III.1.3. Tipper | 21 |
| III.2. <i>Mill station</i> (Stasiun Gilingan)..... | 23 |
| III.2.1. Cane Carrier | 24 |

| | | |
|-----------|--|----|
| III.2.2. | Cane Tumbler, Kicker dan Leveler | 26 |
| III.2.3. | HDHS (Heavy Duty Hummer Shredder) | 27 |
| III.2.4. | Penyetelan gilingan | 31 |
| III.2.5. | Imbibisi | 31 |
| III.2.6. | Mekanisme Kerja Tekanan Hidrolik | 32 |
| III.2.7. | Aliran dan Penyaringan | 33 |
| III.2.8. | Sanitasi Gilingan | 34 |
| III.3. | Raw House | 36 |
| III.3.1 | Timbangan Nira Mentah | 38 |
| III.3.2 | Pemanas Nira (Juice Heater)..... | 40 |
| III.3.3 | Static Mixer | 44 |
| III.3.4 | Clarifier | 47 |
| III.3.5 | Bagacillo Mud Mixer | 48 |
| III.3.6. | Rotary Vacuum Filter..... | 49 |
| III.3.7. | Bahan Pembantu Proses | 51 |
| III.3.8. | Badan Penguapan | 54 |
| III.3.9. | Alat Pengeluaran Air Embun | 57 |
| III.3.10. | Kondensor | 58 |
| III.4. | Vacuum Pan Station (Stasiun Masakan) | 59 |
| III.4.1. | Evaporator Double Effect | 62 |
| III.4.2. | Pan Masak | 73 |
| III.4.3. | <i>Receiver</i> (Palung)..... | 79 |
| III.4.4. | Vertical Crystallizer | 80 |
| III.4.5. | Re-Heater | 82 |
| III.5. | <i>Purification Station</i> (Stasiun Purifikasi) | 84 |
| III.5.1 | Raw Sugar Handling | 85 |
| III.5.2 | Weighing Scale | 87 |
| III.5.3 | Raw Sugar Bin | 89 |
| III.5.4 | Weighing Screw Conveyor Raw Sugar..... | 90 |
| III.5.5 | Mingling Syrup | 91 |
| III.5.6 | Mingler..... | 92 |

| | | |
|----------------|--|------------|
| III.5.7 | Affination Run-Off Receiving Tank | 94 |
| III.5.8 | Centrifugal Affination..... | 95 |
| III.5.9 | Melter | 97 |
| III.5.10 | Remelter Receiver tank | 100 |
| III.5.11 | Direct Contact Heater..... | 100 |
| III.5.12 | Liming Mixing Tank..... | 101 |
| III.5.13 | Carbonator..... | 103 |
| III.5.14 | RPLF | 111 |
| III.5.15 | Filter Press..... | 119 |
| III.6. | Stasiun Puteran dan Penyelesaian | 125 |
| III.6.1 | Centrifugal..... | 126 |
| III.6.2 | Penyelesaian (Drying & Packing)..... | 132 |
| III.6.3 | Dryer Cooler..... | 135 |
| III.6.4 | Storage Bin..... | 136 |
| III.6.5 | Packing..... | 138 |
| BAB IV. | UTILITAS..... | 142 |
| IV. | Gudang Gula | 142 |
| IV.2. | Laboratorium..... | 144 |
| IV.2.1 | Tujuan Analisa..... | 144 |
| IV.2.2. | Macam-macam Analisa | 145 |
| IV.2.3. | Lokasi dan Cara Pengambilan Sample | 148 |
| IV.2.4. | Pembuatan Laporan 15 Harian | 149 |
| IV.2.5. | Problematika dan Cara Menanganinya..... | 149 |
| IV.3. | Boiler..... | 150 |
| IV.3.1. | Air Pengisi <i>Boiler</i> | 151 |
| IV.3.2. | Syarat Air Boiler dan Air Pengisi Boiler..... | 151 |
| IV.3.3 | Pengolahan Air Pengisi <i>Boiler</i> dan Air <i>Boiler</i> | 152 |
| IV.4. | Power House | 160 |
| IV.4.1 | Turbin Alternator..... | 161 |
| IV.4.2. | Turbin Alternator..... | 162 |
| IV.4.3. | Governor..... | 165 |

| | |
|--|------------|
| IV.5. Unit Pengolahan Limbah..... | 170 |
| IV.5.1. Limbah padat | 171 |
| IV.5.2. Limbah Gas..... | 172 |
| IV.5.3. Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)..... | 173 |
| IV.5.4. Limbah Cair | 175 |
| BAB V..... | 178 |
| KESIMPULAN..... | 178 |
| V.1. Kesimpulan | 178 |
| V.2. Saran..... | 179 |
| DAFTAR PUSTAKA | 181 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. Logo Perusahaan | 3 |
| Gambar 2. Layout PT. GMM-BULOG..... | 4 |
| Gambar 3. Struktur Organisasi Bagian 1 | 4 |
| Gambar 4. Struktur Organisasi Bagian 2 | 5 |
| Gambar 5. Struktur Organisasi Bagian 3 | 5 |
| Gambar 6. Struktur Organisasi Bagian 4 | 6 |
| Gambar 7. Struktur Organisasi Bagian 5 | 6 |
| Gambar 8. Halaman pabrik | 17 |
| Gambar 9. Timbangan Tebu | 19 |
| Gambar 10. Unloading Crane | 20 |
| Gambar 11. Tipper | 22 |
| Gambar 12. Bagian-bagian Tipper..... | 22 |
| Gambar 13. Flow Diagram Mill Station | 23 |
| Gambar 14. Cane Carrier | 25 |
| Gambar 15. Cane Cutter..... | 26 |
| Gambar 16. HDHS (Heavy Duty Hummer Shredder) | 27 |
| Gambar 17. Bagian-bagian HDHS..... | 27 |
| Gambar 18. Skema Alur Gilingan..... | 29 |
| Gambar 19. Roll Gilingan..... | 31 |
| Gambar 20. Skema Air Imbibisi | 31 |
| Gambar 21. Skema Aliran Tekanan Hidrolik | 32 |
| Gambar 22. Rotary Vacuum Filter dan DSM Screen | 33 |
| Gambar 23. Flow Stasiun Raw House | 36 |
| Gambar 24. Flow Stasiun Pemurnian..... | 37 |
| Gambar 25. Flow Stasiun Pemurnian..... | 37 |
| Gambar 26. Timbangan Nira Mentah | 39 |
| Gambar 27. Juice Heater | 40 |
| Gambar 28. Static Mixer | 44 |
| Gambar 29. Flash Tank | 46 |
| Gambar 30. Clariffier | 47 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 31. Clariffier Juice Screen | 48 |
| Gambar 32. Bagacillo Mud Mixer | 49 |
| Gambar 33. RVF (Rotary Vacuum Filter) | 49 |
| Gambar 34. Skema Pembuatan Susu Kapur | 51 |
| Gambar 35. Flokulan Tank | 52 |
| Gambar 36. Flow Sistem Penguapan | 53 |
| Gambar 37. Badan Evaporator | 54 |
| Gambar 38. Alat Pengeluaran Air Embun | 58 |
| Gambar 39. Skema Masak Recovery | 60 |
| Gambar 40. Skema Masak Refenery | 61 |
| Gambar 41. Sketsa Vacuum Pan | 64 |
| Gambar 42. Sirkulasi Nira Dengan Penambahan Stirer | 65 |
| Gambar 43. Sketsa Alat Receiver | 79 |
| Gambar 44. Skema Alat Vertical Cylindrical Tank | 81 |
| Gambar 45. Sketsa Re-Heater | 82 |
| Gambar 46. Stasiun Purifikasi | 85 |
| Gambar 47. Bucket Elevator | 86 |
| Gambar 48. Buffer Bin | 87 |
| Gambar 49. Weighing Scale | 88 |
| Gambar 50. Raw Sugar Receiver | 89 |
| Gambar 51. Weighing Screw Conveyor | 90 |
| Gambar 52. Mingling Syrup | 91 |
| Gambar 53. Sketsa Mingler | 92 |
| Gambar 54. Mingler | 92 |
| Gambar 55. Affination Run-Off Receiver Tank | 94 |
| Gambar 56. Centrifugal Affinasi | 95 |
| Gambar 57. Sketsa Melter | 97 |
| Gambar 58. Alat Melter | 98 |
| Gambar 59. Remelter Receiving Tank | 100 |
| Gambar 60. Direct Contact Heater | 100 |
| Gambar 61. Skema Alat pada Liming Tank | 102 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 62. Liming Unit | 102 |
| Gambar 63. Sketsa Carbonator | 105 |
| Gambar 64. Carbonator | 105 |
| Gambar 65. Tanki Carbonated Liquor | 106 |
| Gambar 66. Alur proses karbonatasi | 106 |
| Gambar 67. Proses Karbonator | 109 |
| Gambar 68. Alur CO2 Preparation | 110 |
| Gambar 69. Alat CO2 Preparation | 110 |
| Gambar 70. Sketsa RPLF | 112 |
| Gambar 71. Alat RPLF | 112 |
| Gambar 72. Tangki Brown Liquor 1 | 113 |
| Gambar 73. Tangki Brown Liquor | 113 |
| Gambar 74. Alur RPLF | 114 |
| Gambar 75. Tangki Pre-Coating | 116 |
| Gambar 76. Sketsa Alat Filter Press | 120 |
| Gambar 77. Filter Press | 120 |
| Gambar 78. Alur Proses Filter Press | 121 |
| Gambar 79. Flow drying dan Packing | 126 |
| Gambar 80. Centrifugal di PT. GMM-BULOG | 128 |
| Gambar 81. Centrifugal HGF | 129 |
| Gambar 82. Sketsa Centrifugal LGF | 131 |
| Gambar 83. Centrifugal LGF | 131 |
| Gambar 84. Pre-Dryer | 133 |
| Gambar 85. Vibrating Screen | 134 |
| Gambar 86. Sketsa Dryer Cooler | 135 |
| Gambar 87. Dryer Cooler | 136 |
| Gambar 88. Sugar Bin | 137 |
| Gambar 89. Gudang Gula | 142 |
| Gambar 90. Penyusunan Gula | 144 |
| Gambar 91. Skema Pelaporan | 149 |
| Gambar 92. Laboratorium | 150 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 93. Skema Air Boiler..... | 154 |
| Gambar 94. Water Treatment Station | 155 |
| Gambar 95. Boiler Coal | 155 |
| Gambar 96. Boiler Bagase | 156 |
| Gambar 97. Turbin Alternator Shinko | 162 |
| Gambar 98. Bagian Utama Turbin Alternator..... | 163 |
| Gambar 99. Governor..... | 165 |
| Gambar 100. Power Balance..... | 169 |
| Gambar 101. Skema Alur Pengolahan Limbah Cair di PT. GMM-BULOG..... | 176 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|-----|
| Tabel 1. Parameter Masakan..... | 61 |
| Tabel 2. Standar Operasional Evaporator Double Effect..... | 62 |
| Tabel 3. Spesifikasi Vacuum Pan | 66 |
| Tabel 4. Spesifikasi Receiver..... | 80 |
| Tabel 5. Standar Operasional Vertical Crystalillizer | 82 |
| Tabel 6. Standar Operasional Re-Heater..... | 83 |
| Tabel 7. Spesifikasi Alat Sugar Handling..... | 87 |
| Tabel 8. Spesifikasi Weighing Scale..... | 89 |
| Tabel 9. Spesifikasi Raw sugar Receiver..... | 89 |
| Tabel 10. Spesifikasi Mingling Syrup..... | 91 |
| Tabel 11. Standar Operasional Mingler | 94 |
| Tabel 12. Spesifikasi Mingler | 94 |
| Tabel 13. Standar Operasional Centrifugal Affinasi..... | 96 |
| Tabel 14. Spesifikasi Centrifugal Affinasi..... | 96 |
| Tabel 15. Standar Operasional Remelting | 99 |
| Tabel 16. Spesifikasi Remelting | 99 |
| Tabel 17. Spesifikasi DCH..... | 101 |
| Tabel 18. Standar Operasional Liming Unit | 103 |
| Tabel 19. Spesifikasi Alat Lime Mixing Tank..... | 103 |
| Tabel 20. Standar Operasional Carbonator | 109 |
| Tabel 21. Spesifikasi Carbonator | 109 |
| Tabel 22. Standar Operasional RPLF..... | 119 |
| Tabel 23. Spesifikasi RPLF | 119 |
| Tabel 24. Standar Operasional Filter Press | 123 |
| Tabel 25. Spesifikasi Filter Press | 123 |
| Tabel 26. Parameter Gula Kristal Putih | 137 |
| Tabel 27. Spesifikasi Alat Stasiun Penyelesaian..... | 138 |
| Tabel 28. Analisa Tiap 1 Jam..... | 145 |
| Tabel 29. Analisa Tiap 2 Jam..... | 145 |
| Tabel 30. Analisa tiap 4 jam | 146 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 31. Analisa tiap 8 jam | 146 |
| Tabel 32. Analisa tiap strike..... | 147 |
| Tabel 33. Syarat Mutu Air Pengisi Boiler..... | 152 |
| Tabel 34. Syarat Mutu Air Boiler | 152 |
| Tabel 35. Spesifikasi Turbin Alternator..... | 161 |
| Tabel 36. Spesifikasi Turbin dan Generator | 162 |
| Tabel 37. Standar Maintenance Turbin..... | 167 |

ABSTRAK

Pabrik gula Gendhis Multi Manis (GMM) merupakan pabrik gula di kabupaten Blora Jawa Tengah yang mempunyai kapasitas giling 4000 TCD. Pada pabrik GMM dalam membuat gula menggunakan beberapa tahapan yaitu melalui Stasiun Gilingan, Raw House, Stasiun Kristalisasi, Stasiun Purifikasi, Sugar Drying and Cooler, dan packing. Proses pengolahannya menggunakan sistem DRK (Defekasi Remelt Karbonatasi). Pada prosesnya tebu masuk ke alat kerja pendahuluan menggunakan double cane cutter dan HDHS (*Heavy Duty Hummer Shredder*) yang berfungsi untuk membuka sel-sel tebu. Sebelum itu tebu yang masuk dianalisa brix oleh pos brix kemudian ditimbang. Setelah itu tebu dibongkar menggunakan *truk tipper* dan *unloading crane*. Tebu masuk kedalam stasiun gilingan untuk dicacah sehingga menghasilkan nira mentah. Nira mentah masuk kedalam raw house untuk dimurnikan dengan *static mixer*, dimana *static mixer* merupakan tempat nira yang ditambahkan dengan susu kapur. Nira mentah dikentalkan dengan cara diuapkan dalam evaporator dengan menghasilkan brix 65%. Nira kental dikristalkan di stasiun masakan dengan menggunakan sistem masak W,A,B,C sehingga menghasilkan gula kristal. Nira kental dimasak dalam vacuum pan A untuk menghasilkan gula A sebagai bahan masak di vacuum pan W sebelum itu gula A diremelt dengan *raw sugar*. Hasil dari *remelt* masuk kedalam purifikasi dengan penambahan CO₂ setelah itu menjadi fine liquor dan hasil sampingnya adalah blotong. *Fine liquor* sebagai bahan masak di vacuum pan W untuk menghasilkan *masscuite white*. Kemudian diputar dalam centrifugal untuk memisahkan molasses dan gula kristal putih. Gula kristal putih dikeringkan dengan *sugar dryer*. Setelah gula kering, gula di packing dengan kemasan 50 kg dan siap didistribusikan

Kata Kunci : Tebu, Nira, *Raw syrup*, Hasil samping, *Fine liquor*, Gula kristal putih

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sejak tahun 1967 Indonesia menjadi negara pengimpor gula untuk memenuhi kebutuhan gula dalam negeri. Dengan pertimbangan utama untuk memperkuat ketahanan pangan dan mencanangkan target swasembada gula yang sampai saat ini belum tercapai. Untuk mencapai target tersebut salah faktor yang menentukan keberhasilan program swasembada gula adalah membangun pabrik gula di Indonesia.

Untuk memenuhi kebutuhan gula di Indonesia, perlu adanya pengolahan Sumber Daya Alam (SDA) dengan baik dan Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkompeten dalam pengolahan gula. Oleh karena itu, Politeknik LPP Yogyakarta mempunyai program belajar terjun langsung ke lapangan yaitu Praktek Kerja Lapangan (PKL). Untuk hal ini Politeknik LPP bekerja sama dengan industri-industri gula yang ada di Indonesia guna mempersiapkan mahasiswa siap kerja di industri gula.

Dalam praktek kerja lapang untuk memperoleh pengalaman kerja dan menambah ilmu pengetahuan sesuai dengan profesi kerja, dengan praktek kerja lapang mahasiswa/i dapat memecahkan masalah yang terjadi di industri. Dengan mengikuti pembelajaran praktek kerja lapang mahasiswa akan mengetahui berbagai teknologi yang mendorong industri untuk meningkatkan kualitas dan produktivitasnya.

Pelaksanaan PKL memuat tugas-tugas yang diberikan oleh pembimbing PKL di pabrik maupun petunjuk PKL yang diberikan oleh kampus. Sehingga dapat memotivasi mahasiswa mengembangkan kemampuan, penerapan ilmu yang didapatkan dari kampus, dan dapat bersosialisasi dengan lingkungan dunia kerja.

I.2 Tujuan Penyusunan Laporan

Adapun tujuan Praktek Kerja Lapangan (PKL) adalah :

1. Untuk memahami alat yang digunakan sebagai proses pembuatan gula di PT. GMM – BULOG
2. Mengenal operasi alat pengolahan gula di PT. GMM – BULOG
3. Memahami proses pengolahan gula dari awal hingga akhir (tebu menjadi gula)
4. Menambah dan meningkatkan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang kimia dalam pabrik gula sehingga bermanfaat bagi penulis
5. Mendalami ilmu teori dan mempraktikkannya dilapangan terutama tentang proses pengolahann gula

I.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan materi yang terlalu luas, maka penulis memberikan batasan masalah dalam penyusunan laporan PKL 1 di PT. Gendhis Multi Manis sebagai berikut :

1. Mempelajari dan memahami diagram alir proses pengolahan tebu menjadi gula
2. Mempelajari dan memehami semua alat proses pengolahan gula yang meliputi bagian-bagian, fungsi, cara kerja, pengoperasian, dan penanganan alat
3. Mengenal berbagai analisa, pengambilan sampel, dan pengolahan laboratorium di pabrik gula
4. Mempelajari kesulitan-kesulitan selama proses pengolahan

I.4 Metodologi Penyusunan Laporan

Dalam penyusunan laporan penulis menggunakan cara penyusunan dan perolehan data sebagai berikut :

1. Observasi, yaitu metode pengambilan data dengan cara melihat, mengamati, dan memahami secara langsung alat pengolahan gula
2. Wawancara, yaitu metode pengambilan data dengan cara bertanya dan berdiskusi dengan pembimbing, chemiker, mandor dan operator yang ada di pabrik
3. Training, yaitu metode pengambilan data dengan cara melaksanakan tugas yang diberikan oleh pembimbing PKL

BAB II

TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN

II.1. Profil dan Sejarah PT GMM



Gambar 1. Logo Perusahaan

PT Gendhis Multi Manis didirikan pada tanggal 15 Oktober 2010 tertuang pada Akta Notaris Agustinus Andi Toryanto, S.H. nomor 51 tanggal 15 Oktober 2010, yang disahkan oleh Keputusan Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Nomor AHU-54145.AH.01.01. Tahun 2010 tanggal 18 November 2010. Diubah dengan Akta Notaris Agustinus Andi Toryanto, S.H nomor 85 tanggal 30 Mei 2012, yang disahkan oleh Keputusan Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Nomor AHU-31834.AH.01.02. Tahun 2012 tanggal 12 juni 2012

Terhitung sejak 18 November 2016, PT GMM diambil alih kepemilikannya Perum Bulog sebagai majority shareholder. PT GMM berubah status menjadi anak perusahaan Perum Bulog yang beroperasi dalam industri pergulaan serta diberi amanat untuk turut serta dalam usaha pemerintah dalam mencapai swasembada gula nasional PT GMM saat ini dan kedepannya akan lebih dikenal sebagai PT GMM-BULOG yang merupakan representasi Perum Bulog dalam bidang industri pergulaan nasional.

II.2. Lokasi Perusahaan

Lokasi kegiatan PT Gendhis Multi Manis berada di wilayah Desa Tinapan, Kecamatan Todanan – Kabupaten Blora, Provinsi Jawa Tengah. PT GMM terletak pada lokasi yang tepat untuk melakukan produksinya, dikarenakan :

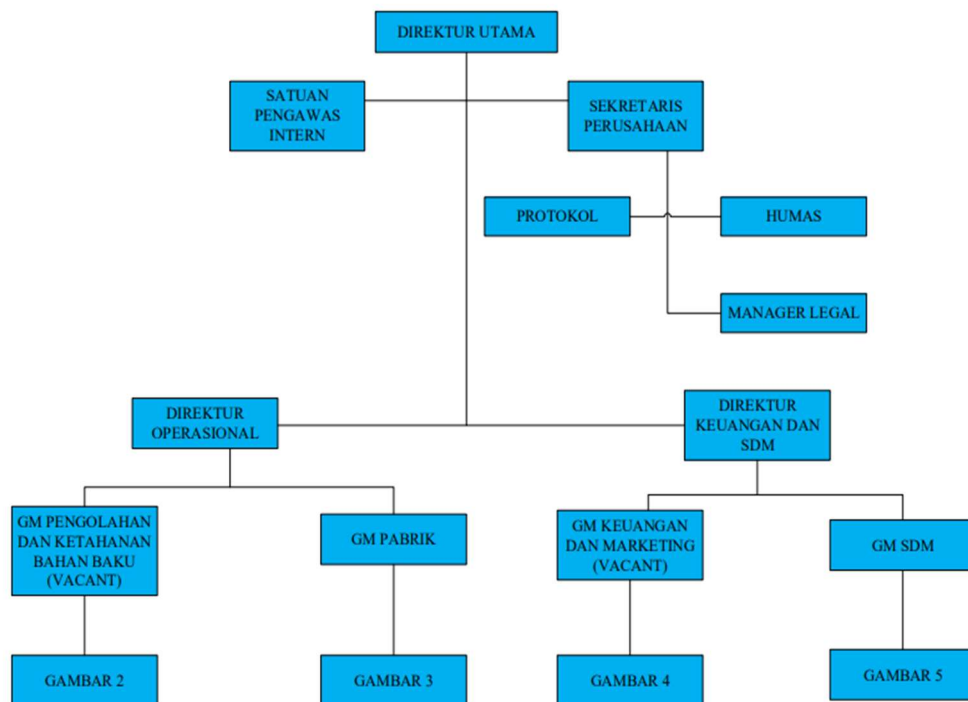
1. Berada pada daerah pedesaan yang jauh dari keramaian
2. Kondisi pertanian yang cocok digunakan untuk menanam tebu sebagai bahan baku

- Kondisi pertanian yang cukup disekitar pabrik karena dekat dengan pemukiman

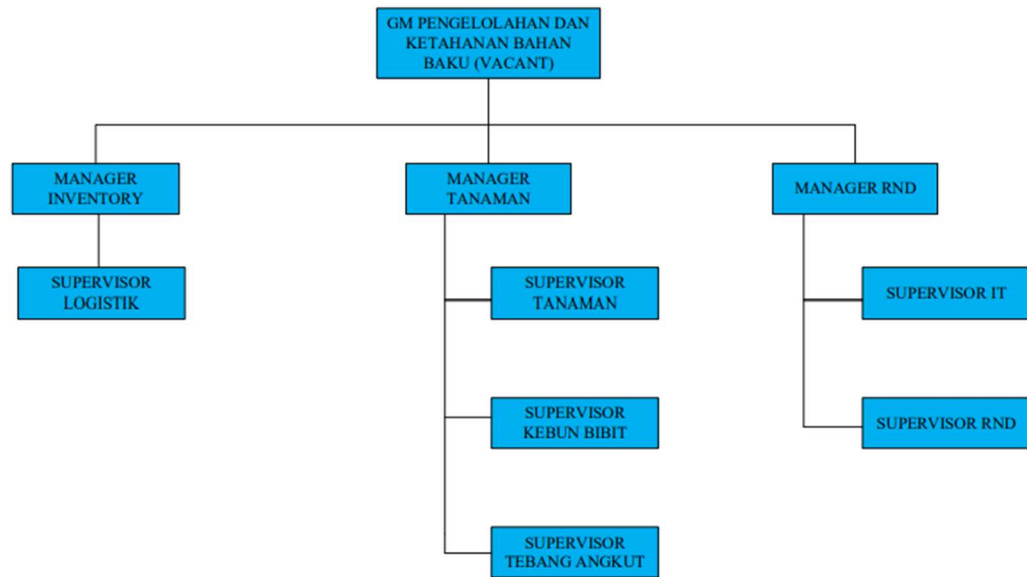


Gambar 2. Layout PT. GMM-BULOG

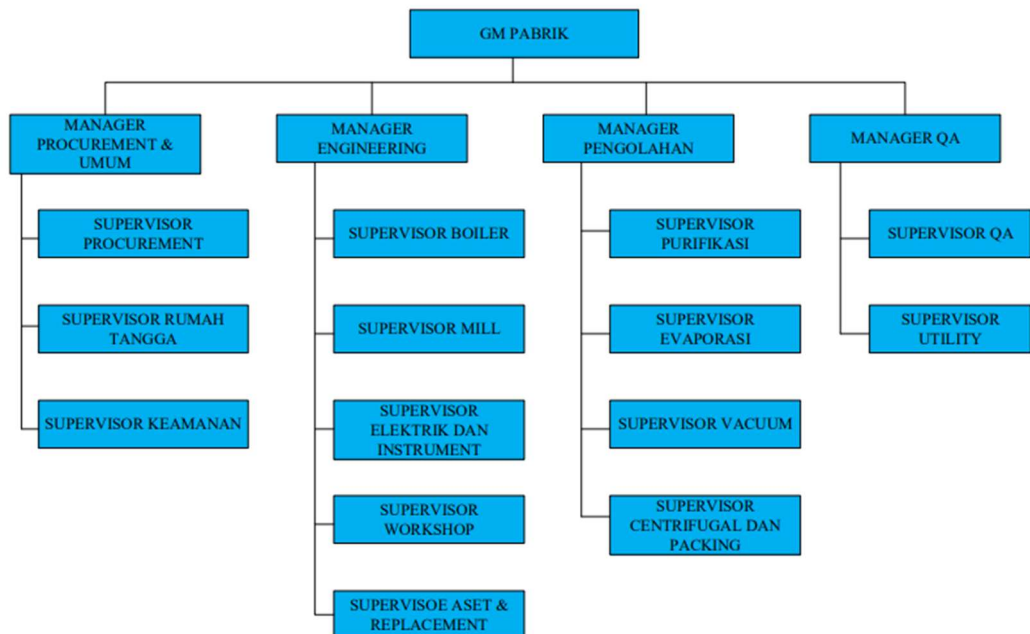
II.3. Stuktruk Organisasi Perusahaan



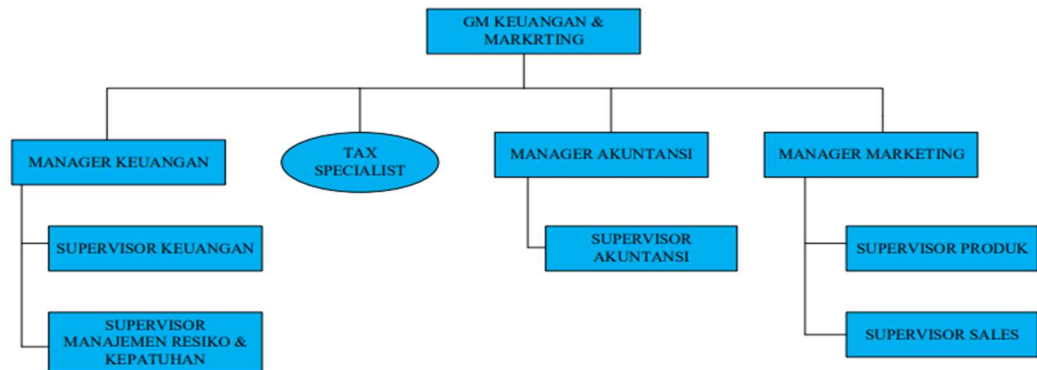
Gambar 3. Struktur Organisasi Bagian 1



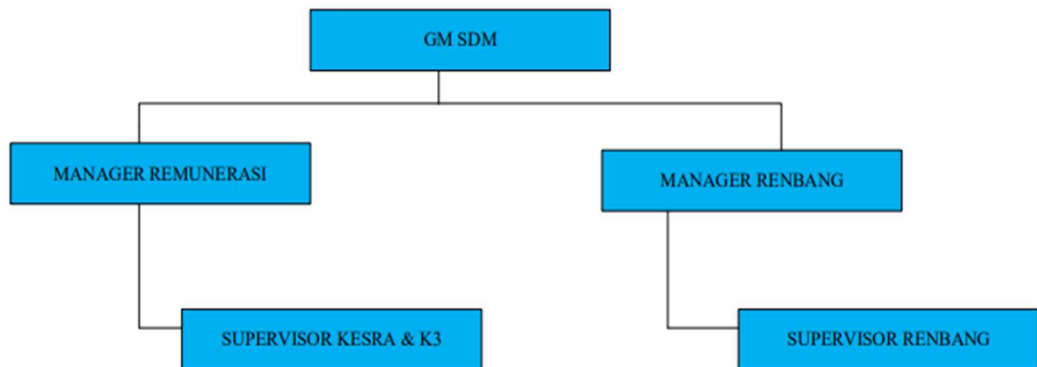
Gambar 4. Struktur Organisasi Bagian 2



Gambar 5. Struktur Organisasi Bagian 3



Gambar 6. Struktur Organisasi Bagian 4



Gambar 7. Struktur Organisasi Bagian 5

Deskripsi Pekerja yang ada pada PT. GMM-BULOG meliputi sebagai berikut :

1. Dewan komisaris
 - Mengawasi setiap kebijakan yang diambil oleh direksi agar sesuai dengan visi dan misi perusahaan
2. Direksi
 - Mengkoordinasi dan membuat kebijakan bidang keuangan dan operasional perusahaan
 - Menyusun rencana kerja jangka panjang yang berkesinambungan
 - Menyusun strategi untuk kemajuan perusahaan
 - Melaksanakan tugas-tugas yang diberikan dewan komisaris
3. General Manager

- Memutuskan sasaran dalam kerangka tujuan yang telah ditetapkan
- Menetapkan strategi untuk mencapai sasaran perusahaan
- Membantu direksi dalam menyusun rencana jangka panjang perusahaan
- Melaksanakan kebijakan direksi dalam bidang keuangan, HRD, teknik, dan umum
- Melaksanakan tugas lain-lain yang ditentukan direksi

4. Satuan Pengawas Internal (SPI)

- Mempersiapkan informasi dan dokumen pendukung sebagai bagian dari perencanaan awal pelaksanaan *review* atas kegiatan operasional dan keuangan di bagian yang akan di *review*
- Melakukan konfirmasi dan konsolidasi bukti-bukti hasil *review* terhadap kegiatan operasional dan keuangan.
- Melaporkan hasil *review* kegiatan operasional dan keuangan kepada direksi
- Memberikan bukti-bukti pendukung atas *review* yang dihasilkan atas indikasi adanya kelemahan dalam pengendalian internal.
- Memastikan (verifikasi) bahwa bukti-bukti tersebut cukup, relevan, dan dapat dipertanggungjawabkan.

5. Sekretaris Perusahaan (Setper)

- Memberikan masukan dari aspek hukum kepada direksi, berkaitan dengan operasional dan pengembangan usaha perusahaan
- Mengkoordinasi pengurusan izin-izin perusahaan
- Menyelenggarakan data base dan penyimpanan dokumen asli perusahaan
- Membangun kerjasama yang saling menguntungkan dengan berbagai stake holder perusahaan

- Menyiapkan laporan perusahaan sesuai peraturan yang berperilaku dan penerapan *Good Corporate Governance* (GCG)
- Mengkomunikasikan kebijakan perusahaan dan atau pemerintah kepada pihak internal dan eksternal
- Melaksanakan kegiatan kesekretariatan perusahaan
- Adapun bagian yang dinaungi oleh Sekretaris Perusahaan (Setper)
 - a. Supervisor *Public Relation* (PR)
 - b. Supervisor Legal
 - c. Kesekretariatan

6. Manager Umum dan *Purchasing*

- Menyediakan barang dan jasa yang dibutuhkan perusahaan
- Melakukan negoisasi harga pembelian kepada supplier
- Mengawasi dan melaksanakan kebersihan perusahaan
- Menjaga dan melaksanakan ketertiban perusahaan
- Mengawasi kebersihan dan perawatan kantor, rumah tinggal karyawan dan direksi
- Memonitor keamanan perusahaan
- Adapun bagian yang dinaungi oleh Manager Umum dan *Purchasing* :
 - a. Supervisor Rumah Tangga
 - b. Supervisor Keamanan
 - c. Supervisor *Purchasing*

7. Manager Akuntansi

- Penyelenggaraan pelaksanaan pengolahan data akuntansi untuk menghasikan informasi keuangan bagi pihak-pihak yang memerlukan.
- Penyelenggaraan dokumentasi transaksi keuangan perusahaan.
- Penyajian laporan keuangan perusahaan.
- Sebagai counterpart auditor internal dan eksternal.

- Menaungi bagian Supervisor Akuntansi
8. Manager Sumber Daya Manusia (SDM)
- Melaksanakan perekrutan pegawai sehingga dihasilkan SDM yang sesuai visi dan misi perusahaan
 - Mengawasi pelaksanaan peraturan dan tata tertib perusahaan sehingga kondisi kerja berjalan kondusif.
 - Menyelenggarakan perencanaan dan pelaksanaan pengembangan SDM.
 - Menyelenggarakan perencanaan dan pelaksanaan pengembangan karir.
 - Menyelenggarakan evaluasi kinerja karyawan serta pelaporannya ke Direktorat yang membidangi.
 - Memonitor pelaksanaan training dalam setahun bagi karyawan.
 - Melakukan pengelolaan data dan system informasi SDM.
 - Pengusulan rotasi, mutasi dan promosi karyawan
 - Mengelola administrasi dan kesejahteraan karyawan.
 - Menyelenggarakan penerapan hubungan industrial dan program K3LH
 - Adapun badan yang dinaungi oleh Manager SDM (Sumber Daya Manusia)
 - a Supervisor Kesejahteraan Karyawan & Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)
 - b Rencana Pengembangan (Renbang)
9. Managemen Keuangan dan Pajak
- Merencanakan peredaran keuangan dan memantau realisasi serta mengadakan analisis atas penyimpangannya.
 - Melaksanakan pengolahan data akuntansi untuk menghasilkan informasi keuangan bagi pihak-pihak yang memerlukan.

- Melaksanakan kebijakan penggajian karyawan, kesejahteraan, pelayanan kesehatan dan keselamatan kerja sejalan dengan peraturan yang berlaku.
- Menyusun rencana anggaran yang akan diusulkan kepada direksi.
- Melaksanakan penerimaan, pengeluaran dan penyimpanan keuangan perusahaan.
- Penyelenggaraan administrasi dan polaporan.
- perpajakan. Penyelenggaraan analisis resiko bisnis perusahaan
- Adapun badan yang dinaungi oleh Managemen keuangan dan pajak
 - a. Supervisor Keuangan
 - b. Supervisor Pajak
 - c. Supervisor Manajemen *Risk* dan Kepatuhan

10. Manager Produk, *Marketing*, dan *sales*

- Memonitor perolehan order untuk memastikan kapasitas produksi terisi secara optimal.
- Memonitor jumlah *stock* untuk memastikan umur *stock* perusahaan tidak melebihi target yang telah ditentukan.
- Menganalisa dan mengembangkan strategi marketing untuk meningkatkan jumlah pelanggan.
- Melakukan evaluasi kepuasan pelanggan dan hasil survey untuk memastikan tercapainya target kepuasan pelanggan yang ditentukan.
- Penyelenggaraan penjualan produk
- Melakukan riset pasar guna penetrasi dan pengembangan pasar.
- Adapun badan yang dinaungi oleh Manager Produk, *Marketing*, dan *Sales*
 - a Supervisor Produk dan Marketing
 - b Supervisor *Sales*

11. Manager *Procurement*

- Penyelenggaraan, perencanaan, pengendalian, dan administrasi pengadaan bahan baku.
- Penyelenggaraan, perencanaan, pengendalian, dan administrasi pengadaan bahan penunjang.
- Penyelenggaraan perencanaan, pengendalian, dan administrasi pengadaan sarana produksi budidaya tebu
- Menaungi Supervisor *Procurement*

12. Manager Logistik

- Merencanakan sistem logistik agar berjalan maksimal sehingga mendukung kinerja yang baik dalam perusahaan.
- Mengkoordinasi penerimaan, penyimpanan, dan administrasi raw sugar, bahan baku, bahan penolong, bahan bakar dan spare parts.
- Mengkoordinasi *handling* pengaturan, penempatan dan pemeliharaan barang.
- Mengkoordinasi penerimaan, penyimpanan dan pendistribusian barang jadi (gula), *molasses & bagasse*.
- Manager logistik menaungi Supervisor Logistik

13. Manager *Engineering*

- Penyelenggaraan pengoperasian dan pengendalian kegiatan *milling*
- Penyelenggaraan pengoperasian dan pengendalian kegiatan Boiler
- Penyelenggaraan pengoperasian dan pengendalian kegiatan elektrik dan instrumentasi
- Penyelenggaraan pengoperasian dan pengendalian kegiatan mekanik
- Penyelenggaraan inventarisasi dan penggantian asset produksi
- Penyelenggaraan perawatan sarana dan prasarana *engineering*

- Penyelenggaraan pengoperasian dan pengendalian kegiatan *workshop*
- Penyelenggaraan pemeliharaan gedung dan asset perusahaan
- Adapun beberapa badan yang dinaungi oleh manager *engineering*:
 - a. Supervisor Boiler
 - b. Supervisor *Mill*
 - c. Supervisor Elektrik dan Instrumen
 - d. Supervisor Mekanik
 - e. Supervisor *asset dan Replacement*

14. Supervisor Workshop Manager Pengolahan

- Melakukan perencanaan dan pengorganisasian jadwal produksi.
- Melakukan pengelolaan penhal kebutuhan raw matenal, bahan pendukung yang berhubungan dengan produksi.
- Melakukan pengecekan kelengkapan dan kesiapan semua unsur yang berhubungan dengan operasional produksi.
- Mengorganisir perbaikan dan pemeliharaan rutin peralatan produksi.
- Adapun bagian yang dinaungi dari manager pengolahan :
 - a. Supervisor Purifikasi
 - b. Supervisor Evaporasi
 - c. Supervisor *Vaccum*
 - d. Supervisor *Centrifugal dan Packing*

15. Manager Tanaman

- Mengkoordinir rencana areal, produktivitas dan target produksi tebu.
- Penyelenggaraan perencanaan dan pengendalian produksi tebu.
- Penyelenggaraan kegiatan penylapan bibit
- Penyelenggaraan kegitan penanaman dan pemeliharaan tebu

- Penyelenggaraan kegiatan panen dan proses tebang angkut hasil panen
- Menyusun RKAP tanaman
- Membuat petunjuk dan pelaksanaan pekerjaan penanaman
- Mengkoordinir laporan areal, produksi dan kemajuan pekerjaan
- Adapun badan yang dinaungi oleh Manager Tanaman
 - a. Supervisor Tanaman
 - b. Supervisor Tebang Angkut
 - c. Supervisor Kebun Bibit

16. Manager *Quality Assurance*

- Penyelenggaraan penjaminan mutu dan kontrol atas mutu bahan baku, proses produksi, produk, dan manajemen limbah industri
- Penyelenggaraan bahan penunjang proses produksi yang optimal
- Adapun badan yang dinaungi oleh Manager *Quality Assurance* :
 - a. Supervisor *Quality Assurance*
 - b. Supervisor *Utility*

17. Manager *Riset & Development (R&D) dan Information & Technology (IT)*

- Penyelenggaraan penelitian dan pengembangan budidaya tebu, proses manufaktur, produk, dan IT.
- Pengembangan dan implementasi teknologi informasi
- Melakukan analisa terhadap pemakaian & jenis pupuk, masa tanam, masa panen nira mentah, nira kental, nira encer, hasil masakan dan gula.
- Mencari tahu berbagai informasi yang berkaitan dengan tebu secara intensif untuk memperkuat pengetahuan yang dapat menyokong implementasi dan perkembangan proyek dan riset- riset data.

- Menyediakan pelayanan teknologi informasi serta pemeliharaan aplikasi teknologi informasi.
- Adapun badan yang dinaungi oleh Manager *Riset & Development (R&D) dan Information & Technology (IT)*:
 - a. Supervisor *Riset & Development (R&D)*
 - b. Supervisor *Information & Technology (IT)*

Dalam Masa Giling (DMG) karyawan PT. GMM BULOG di bagi menjadi 3 Shift yaitu :

- a. Shift Pagi : jam 07.00 – 15.00 WIB
- b. Shift Siang : jam 15.00 – 23.00 WIB
- c. Shift Malam : jam 23.00- 07.00 WIB

II.4. Visi dan Misi Perusahaan

II.4.1 Visi :

Menjadikan PT. GMM Blora sebagai perusahaan pengolahan tebu terintegrasi yang efisien, menguntungkan dan mensejahterakan petani serta masyarakat sekitarnya.

II.4.2 Misi :

1. Mengelola usaha secara terintegrasi dan bernilai tambah.
2. Menjalankan perusahaan secara profesional dengan layanan prima.
3. Mengembangkan budaya perusahaan dan sumber daya manusia yang handal.
4. Menjalankan kegiatan usaha yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.
5. Mensejahterakan karyawan, petani, dan masyarakat sekitarnya
6. Menjadi benchmark industri gula nasional.

II.5. Nilai Perusahaan

1. Ramah lingkungan : gas buang CO₂ dari boiler dapat diolah kembali untuk digunakan sebagai proses pemurniaan gula (*carbonatasi*).
2. Kualitas gula tinggi : sistem pengolahan gula di pabrik gula Blora menggunakan sistem “*defekasi remelt karbonatasi*” yaitu melalui

- 2 pemurnian sedangkan pabrik gula yang lain hanya melalui 1 kali tahapan pemurnian.
3. Memiliki efisien tinggi : *overall recovery* dapat mencapai 85% sedangkan pabrik gula lain hanya sekitar 75%.
4. *Closed loop circulation water* : memiliki sistem pengolahan air tertutup sehingga semua limbah cair dapat diolah kembali sebagai bahan produksi.
5. Menggunakan sistem ERP
6. Jumlah karyawan 90% anak muda

II.6. Corporate Values

1. *Efficient* : Mengedepankan efisiensi dalam menjalankan usaha, sehingga kompetensi SDM merupakan syarat utama.
2. *Integrity* : Kesesuaian antara pikiran dan tindakan yang dilakukan dalam menjalankan pekerjaan, nilai ini yang ditanamkan pada seluruh Insan PT. GMM-BULOG Blora.
3. *Teamwork* : Interaksi sosial yang efektif baik di lingkungan internal dan eksternal dengan maksud pencapaian tujuan perusahaan.
4. *Excellence* : Semangat untuk menghasilkan output kerja yang terbaik, sehingga mengutamakan juga proses pencapaian yang baik.
5. *Respect* : Menghargai dan menghormati keragaman individualitas guna mencapai hasil kerja yang efektif.
6. *Accountability* : Setiap kegiatan perusahaan senantiasa memperhatikan administrasi untuk dapat dipertanggungjawabkan.
7. *Brilliant* : Bekerja cerdas untuk memperoleh hasil maksimal dan menjadikan PT. GMM unggul dalam segala bidang.
8. *Harmony* : Menjalin komunikasi serta pendekatan yang baik dengan semua pihak untuk mencapai tujuan perusahaan

II.7. Jenis Produk Pabrik

Pabrik gula PT. Gendhis Multi Manis ini mempunyai kapasitas giling tebu sebanyak 4000 TCD (*Tone Cane Day*) hingga 6000 TCD (*Ton Cane Day*) dengan desain proses yang digunakan adalah dengan menggunakan

pemurniaan defekasi remelt karbonatasi. Pabrik Gula Blora bisa memproduksi bisa memproduksi 3 macam Gula Produksi yaitu : GKM (Gula Kristal Mentah), GKP (Gula Kristal Putih), GKR (Gula Kristal Rafinasi). Sehingga pabrik ini menggunakan bahan blogistik selain tebu juga Raw Sugar dengan total produksi GKP dapat mencapai 186.225 ton/tahun.

BAB III

PERALATAN PROSES PENGOLAHAN GULA DI PT GMM

III.1. Halaman Pabrik



Gambar 8. Halaman pabrik

Halaman pabrik atau emplacement merupakan tempat parkir truk yang berisi tebu untuk menunggu giliran tebu masuk kedalam stasiun gilingan(mill station). Halaman pabrik harus memiliki luas yang mendukung untuk dapat menampung bahan baku tebu yang masuk untuk digiling. Halaman pabrik di PT GMM-BULOG ini mempunyai area yang luas sehingga memiliki kapasitas 500 truk cukup untuk menampung tebu sebanyak 4000 TCD.

Untuk menjamin kelancaran tebu yang akan digiling maka ditempatkan dijalur antrian yang sesuai dengan urutan kedatangannya. Hal ini dinamakan dengan sistem FIFO (*First In First Out*). Maksud dari sistem ini ialah tebu yang datang di awal maka akan digiling terlebih dahulu agar sukrosa tidak terjadi inversi bila terkena sinar matahari.

Tebu yang lama di halaman pabrik kemungkinan akan terjadi masuknya jasad renik ke dalam batang melalui luka potongan pada batang tebu. Jasad renik dapat merusak gula dan dapat menimbulkan zat baru yang merupakan tambahan kotoran nira yang dapat menyebabkan proses mengalami kesulitan. Zat baru yang terbentuk merupakan dextran, sehingga dapat menyebabkan kesulitan dalam proses. Dextran dapat menyebabkan meningkatnya viscositas dan kekeruhan pada nira serta dapat mengakibatkan kehilangan gula dalam blotong dan tetes meningkat, sementara itu untuk di proses selanjutnya lebih sulit sehingga dapat

menyebabkan kapasitas pabrik secara keseluruhan menurun. Untuk hal ini harus diusahakan agar waktunya sependek mungkin.

PT. GMM memiliki halaman pabrik yang disebut dengan parkir MBS dan cane yard. Parkiran MBS sebagai tempat parkir tebu sebelum ditimbang disini dilakukan analisa brix dengan menggunakan menggunakan refraktrometer dan juga handbrix. Tebu yang lolos dalam analisa brix yaitu tebu yang mempunyai brix lebih dari 18. Parkiran MBS terdapat menjadi 3 yaitu parkir M berkapasitas 65 truk, parkir B berkapasitas 72 truk dan parkir S berkapasitas 160 truk. Pemberian nama parkir MBS dikarenakan agar petani-petani tahu jika tebu yang siap giling harus memenuhi 3 syarat yaitu MBS (Manis, Bersih, dan Segar).

Setelah dari parkir MBS truk yang bermuatan tebu di timbang menggunakan jembatan timbangan untuk mengetahui bobot bruto dari truk. Kemudian truk tebu menuju cane yard untuk dibongkar setelah tebu terbongkar, truk yang kosong menuju jembatan timbang lagi untuk mengetahui bobot tebu yang dibongkar.

Beberapa hal yang harus dipenuhi pada halaman pabrik antara lain :

1. Mempunyai luas dan daya tampung tebu sesuai dengan kapasitas giling pabrik serta ada faktor keamanan
2. Area yang rindang agar tebu yang berada dalam halaman pabrik tidak terkena sinar matahari yang dapat menyebabkan turunnya kandungan kadar gula dalam batang tebu
3. Dilengkapi dengan alat penimbang tebu, untuk mengetahui berat tebu yang akan digiling

Beberapa peralatan pendukung yang ada di halaman pabrik sebagai berikut :

III.1.1. Timbangan Tebu

Pada pabrik gula PT. GMM memiliki 2 unit jembatan timbang, yang berguna untuk menimbang tebu dan truk yang keluar masuk pabrik. Tidak hanya tebu saja yang ditimbang tapi semua material yang keluar masuk pabrik, seperti gula, tetes, baggase, batu bara dan raw sugar. Data jembatan timbang yang dimiliki oleh PT. GMM ialah:
 Nama alat : jembatan timbang elektronik

| | |
|-----------|---|
| Merek | : Sartorius |
| Jumlah | : 2 unit |
| Kapasitas | : 50.000 kg |
| Daya baca | : 10 kg |
| Pemakaian | : semua material yang masuk/keluar pabrik |



Gambar 9. Timbangan Tebu

Fungsi dari masing-masing bagian :

1. Platform berfungsi sebagai tumpuan kendaraan angkut yang masuk atau keluar pabrik yang memuat bahan-bahan yang dibutuhkan pabrik. Seperti tebu, gula, tetes, dan solar
2. Load cell yang berfungsi sebagai mengubah gaya mekanik menjadi energi listrik. Yang berkerja berdasarkan prinsip elektro menjadi mekanik disebabkan adanya tegangan mekanik sehingga terjadi deformasi material
3. Proses Controler berfungsi mengubah sinyal analog yang diberikan oleh tranduser menjadi sinyal digital, yang kemudian ditampilkan dalam monitor

Alur menimbang tebu :

- a. Tebu yang diangkut dari kebun dilakukan sampling di pos brix, untuk diketahui kadar brixnya
- b. Truk yang bermuatan tebu masuk ke jembatan timbang untuk mengetahui berat truk
- c. Kemudian petugas mencatat hasil penimbangan yaitu bruto (berat truk yang berisi tebu)

- d. Setelah itu truk menuju truk tipper atau unloading crane untuk pembongkaran tebu
- e. Truk yang kosong menuju timbangan lagi untuk mengetahui berat tara (truk) kemudian hasil dari timbangan mulai dari bruto dan tara dihitung sehingga diketahui berat netto (tebu) kemudian dicetak.

III.1.2. Pengangkat Tebu (Unloading Crane / Cane Crane)

Unloading crane merupakan alat pembantu di halaman pabrik yang berfungsi untuk membongkar muatan tebu didalam truk. Unloading crane menggunakan crane untuk memindahkan tebu dari atas truk. Di pabrik gula GMM-BULOG menggunakan 2 unit crane, untuk memindahkan tebu setelah dibongkar muatannya PT GMM-BULOG menggunakan loader dengan cara mendorongnya hingga masuk ke cane carier..



Gambar 10. Unloading Crane

Spesifikasi Alat Unloading Crane di PT GMM-BULOG:

| | |
|-----------------|---------------------------------------|
| Tipe | : Unloading crane |
| Jumlah | : 2 unit |
| Daya angkat | : 16 ton |
| Jenis penggerak | : Electro motor dan transmisi gearbox |
| Kapasitas power | : 18 kW/crane |
| Tinggi | : 15 meter |

Cara kerja unloading crane yang pertama seling yang telah terpasang di truk dikaitkan pada pengait. Setelah terkait tebu diangkat dengan menggerakkan gearbox ke atas dan saat bersamaan truk maju. Kemudian, tebu diturunkan setelah terangkat semua dari truk. Tebu akan di dorong oleh loader menuju side cane.

Bagian-bagian unloading crane :

1. Motor listrik :Untuk menggerakkan transmisi (gearbox) untuk gerak naik turun maupun kanan kiri
2. Gearbox :Mentransmisikan gaya motor penggerak dan menggulung kabel seling
3. Kabel seling :Untuk menaikkan dan menurunkan tebu
4. Pengait :Untuk mengaitkan seling pada truk
5. Struktur :Sebagai penopang semua bagian dan menahan bobot tebu

Permasalahan yang sering terjadi dilapangan yaitu pengait terlepas pada seling ketika diangkat. Disebabkan karena kurang tepatnya pemasangan pengait. Cara mengatasinya dengan dipasangkan lagi pengait pada selingnya kembali dan pengangkatan dilakukan dengan perlahan.

III.1.3. Tipper

Truk tipper adalah alat pembantu di halaman pabrik yang berfungsi untuk membongkar muatan tebu di dalam truk. Tipper dioperasikan dengan menggunakan hidrolik.

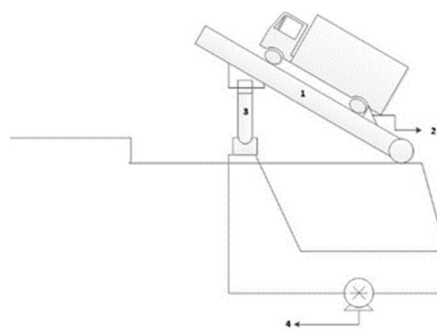


Gambar 11. Tipper

Spesifikasi alat Tipper di PT GMM-BULOG

| | |
|-----------|---------------------------------|
| Jenis | :Hydraulic truck dumper type |
| Kapasitas | : 50 ton |
| Ukuran | : 3,000 mm. (W) x 9,000 mm. (L) |
| Bahan | : Fabricated steel platform |

Operasional tipper dapat dilakukan dengan cara truk naik ke atas lantai tipper hingga terkena stopper dengan cara berjalan mundur. Gardan truk dikaitkan dengan lantai tipper menggunakan rantai. Pompa hidrolik dijalankan. Lantai tipper akan naik akibat hidrolik yang memanjang. Tebu dalam truk jatuh ke cane carier, Setelah tebu keluar semua, lantai tipper diturunkan. Rantai yang mengikat garden dan lantai tipper dilepas. Berikut gambar bagian-bagian tipper.



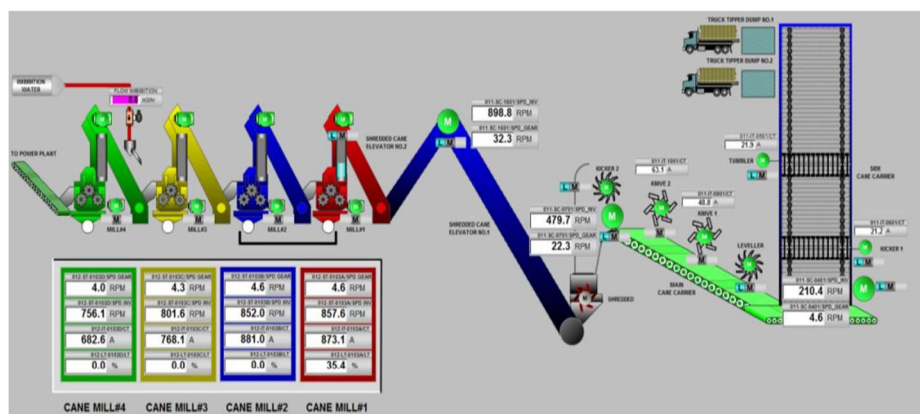
Gambar 12. Bagian-bagian Tipper

Bagian-bagian dari truk tipper :

1. Lantai tipper : Berfungsi sebagai tumpuan tempat truk
2. Stoper : Berfungsi untuk menahan truk saat hidrolik naik, supaya truk tidak ikut masuk bersama tebu
3. Hidrolik : Berfungsi untuk mengangkat lantai tipper saat proses bongkar.
4. Pompa hidrolik: Berfungsi untuk menggerakkan hidrolik supaya lantai tipper terangkat
5. Rantai pengait : Berfungsi untuk mengaitkan lantai tipper dengan gardan truk , supaya tidak terbalik saat hidrolik naik.

Permasalahan yang sering terjadi dilapangan yaitu tebu dalam truk tidak semua jatuh ke cane carrier, hal ini disebabkan karena jarak tipper dan dasar cane carrier terlalu dekat. Solusinya yaitu pembongkaran tebu dilakukan bergantian. Selain itu, permasalahan lainnya adalah terdapat benda keras yang masuk ke cane carrier yang disebabkan oleh keteledoran saat mengisi muatan truk. Solusinya dengan mengawasi proses muat tebu.

III.2. Mill station (Stasiun Gilingan)



Gambar 13. Flow Diagram Mill Station

Stasiun gilingan merupakan tahapan awal untuk mengolah tebu menjadi gula. Tahapan ini bertujuan untuk memerah nira yang terdapat pada sel dalam

batang tebu sebanyak mungkin, dan menekan kehilangan gula dalam ampas. Pemerahan tebu juga dipengaruhi oleh performa alat kerja pendahuluan.

Di stasiun pemerahan, sebelum tebu masuk ke dalam gilingan, tebu akan masuk ke bagian alat kerja pendahuluan (*cane preparation*) untuk memecah sel-sel di dalam batang tebu. Di PT GMM-BULOG alat kerja pendahuluannya menggunakan 2 unit cane cutter dan 1 unit HDHS (Heavy Duty Hummer Shredder). Serta untuk gilingannya sendiri menggunakan 6 buah roll gilingan tiap unit dengan 4 unit gilingan.

Alat kerja pendahuluan merupakan rangkaian alat yang digunakan di pabrik gula untuk membantu proses penggilingan nantinya dengan memecah atau membuka sel-sel di dalam tebu. Alat ini bertujuan untuk mempersiapkan tebu sebelum masuk ke dalam gilingan menjadi potongan yang kecil-kecil.

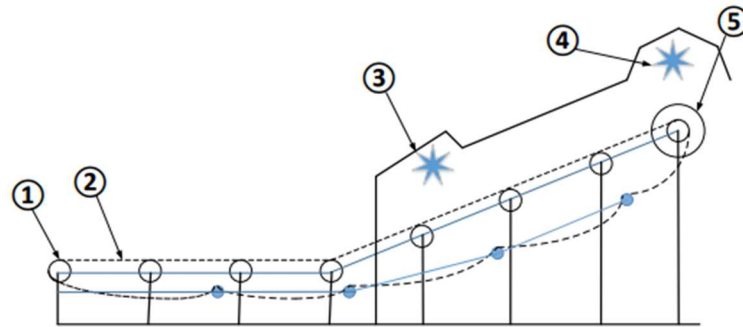
Dengan adanya alat kerja pendahuluan, dapat mengatur tebu yang masuk supaya teratur yang sebelumnya tebu dalam truk belum teratur. Berikut nilai bulk density tebu(E. Hugot:1986:23) :

- a) Batang tebu tak beraturan = 9 lb/ft³ = 150 kg/m³
- b) Batang tebu beraturan = 10 lb/ft³ = 175 kg/m³
- c) Batang tebu setelah dicacah = 20 lb/ft³ = 300 kg/m³

Tebu yang masuk teratur dapat membuat bulk density tebu menjadi seragam. Dan dengan seragamnya tebu yang masuk akan membuat sel-sel terbuka meningkat. Dengan harapan pada gilingan nantinya dapat meningkatkan hasil pemerahan dan memudahkan kerja gilingan.

III.2.1. Cane Carrier

Cane carrier adalah rangkaian alat yang berfungsi untuk membawa tebu yang masuk baik yang dari tipper maupun dari unloading crane menuju cane cutter dan HDHS. Cane carrier terdiri dari side feed cane carrier yang membawa tebu menuju ke alat kerja pendahuluan dan main cane carrier yang membawa cacahan tebu menuju ke gilingan. Cane carrier bekerja secara continou menggunakan penggerak motor listrik.



Gambar 14. Cane Carrier

Keterangan :

1. Roll penahan
2. Plat Hantaran
3. Cane Tumbler
4. Cane Kicker
5. Rantai

Berikut merupakan spesifikasi alat pada cane carrier yang ada di PT. GMM-BULOG

a. Cane carrier 1 (side cane)

| | |
|------------------|-----------------------|
| Lebar bak | : 4.212 mm |
| Panjang bak | : 27.580 mm |
| Kecepatan rantai | : 10 m/menit |
| Sudut kemiringan | : 21° |
| Penggerak | : elektro motor 75 KW |
| Speed recuder | : 1 : 35 |

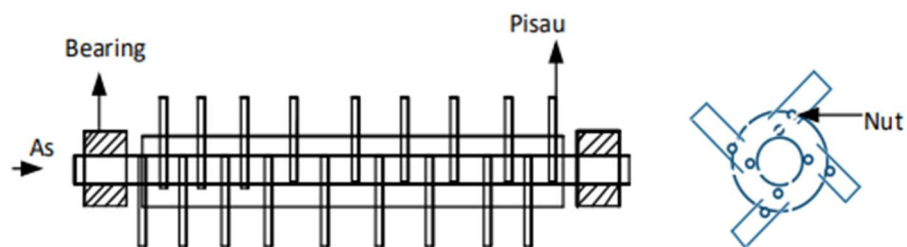
b. Cane carrier 2 (main cane)

| | |
|------------------|-----------------------|
| Lebar bak | : 1.800 mm |
| Panjang bak | : 31.825 mm |
| Kecepatan rantai | : 20 m/menit |
| Sudut kemiringan | : 19,5° |
| Penggerak | : elektro motor 75 KW |
| Speed reducer | : 1 : 25 |

III.2.2. Cane Tumbler, Kicker dan Leveler

Cane cutter atau pisau tebu adalah alat yang digunakan untuk memotong dan mengoyak (mencacah) batang tebu menjadi potongan kecil sebelum masuk ke gilingan. Dengan ukuran ampas yang semakin halus setelah melewati cane cutter berharap supaya pada gilingan dapat memerah nira tebu dengan maksimal.

Di PT GMM pisau pada cane cutternya memiliki 2 mata pisau (bagian tajam), jadi ketika di salah satu sisi pisaunya tumpul dapat dibalik. Cane cutter yang digunakan juga memiliki komposisi bahan yang berbeda yang dibuat khusus untuk cane cutter. Untuk desain cane cutter ini telah dipatenkan dengan nama BCC (Bagyo Cane Cutter).



Gambar 15. Cane Cutter

Gambar 17. Cane Cutter

Spesifikasi alat cane cutter di PT GMM-BULOG :

| | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Pembuat | : PT Sutech Consultant |
| Jumlah pisau | : 168 buah |
| Penggerak | : AC motor 500 W |
| Putaran | : 590 per menit |
| Jarak antar pisau | : 20 cm |
| Arah putaran | : searah jarum jam |
| Jarak pisau dari cane carrier | : 20 – 25 cm |
| Umur pakai | : setelah mencacah 120.000 ton |

Bagian-bagian cane cutter dan fungsinya :

1) Elektro motor : Untuk mengubah energi listrik menjadi energi

mekanik supaya menggerakkan cane cutter

- 2) Trush bearing : Untuk menahan gaya radial dan axial yang disebabkan putaran rotor
- 3) Rotor pisau : Sebagai penerus daya motor dan tempat kedudukan pisau
- 4) Mata pisau : Sebagai alat pemotong tebu

Beberapa hal yang perlu diperhatikan:

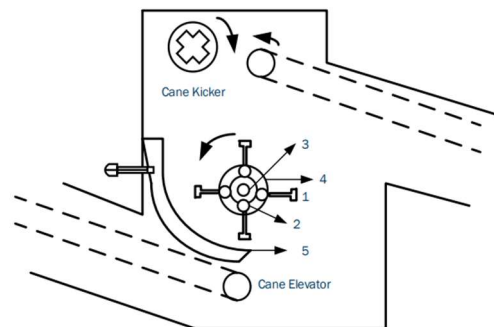
- 1) Pemasangan pisau harus seimbang
- 2) Pemeriksaan rutin pada baut-baut pisau
- 3) Pergantian pada pisau yang rusak
- 4) Membaik cane cutter ketika salah satu sisi pisau rusak

III.2.3. HDHS (Heavy Duty Hummer Shredder)



Gambar 16. HDHS (Heavy Duty Hummer Shredder)

HDHS adalah alat kerja pendahuluan lanjutan yang memiliki fungsi untuk memecah sel-sel dalam tebu dengan cara memukul-mukul tebu hingga tebu hancur dan menjadi serabut. HDHS ini merupakan lanjutan cane cutter dimana cane cutter yang mencacah tebu dan HDHS yang menghancurkannya, namun tidak terjadi pemerahan. Dengan demikian pada proses giling menjadi lebih mudah.



Spesifikasi alat HDHS di PT GMM-BULOG

| | |
|-----------------|--------------|
| Jenis penggerak | : turbin uap |
| Daya | : 1200 kW |
| Putaran | : 900RPM |
| Berat hummer | : 22 kg |

Bagian-bagian HDHS dan fungsinya :

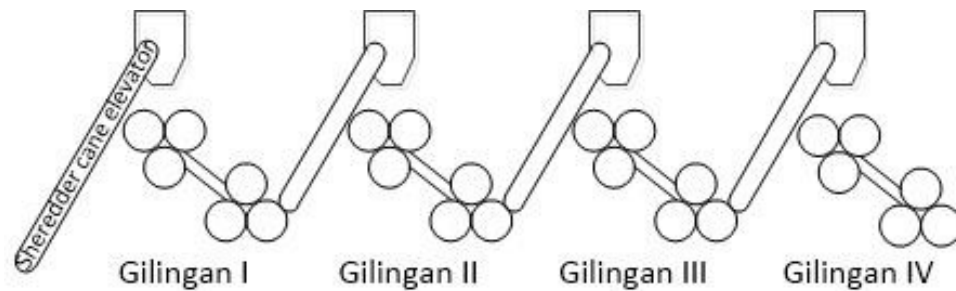
- 1) Hummer : Pemukul tebu yang telah tercacah
- 2) As hummer : Tempat dudukan hummer pada disc ke unit pemerahan
- 3) As sheredder : Dudukan disc
- 4) Disc : Tempat dudukan as sheredder
- 5) Grid bar : Landasan tempat hammer memukul

Cara kerja HDHS :

- 1) Tebu masuk akan bersinggungan langsung dengan hummer
- 2) Putaran hummer yang berlawanan akan membuat tebu terlempar terus-menerus hingga menjadi serabut.

Alat kerja pendahuluan memiliki parameter untuk mengetahui kinerjanya. Parameter yang digunakan adalah PI (*Preparation Indeks*). Permasalahan yang biasanya terjadi pada alat kerja pendahuluan adalah masuknya benda benda asing (sabit, tali besi, dan lainnya) pada alat kerja pendahuluan sehingga menyebabkan alat kerja pendahuluan tidak berjalan semestinya. Solusi yang dilakukan diberhentikan di bagian *mill station* dan di perbaiki secara manual oleh para pekerja.

Pemerahan nira adalah proses pemerahan cacahan tebu dari alat kerja pendahuluan dengan tujuan memisahkan antara nira dan sabut tebu. Di PT GMM memiliki 4 unit gilingan 6 rol gilingan di setiap unitnya. Dari 6 rol tersebut, tiga rol berfungsi sebagai rol penampang dan tiga rol lainnya berfungsi sebagai roll pemerah nira.



Gambar 18. Skema Alur Gilingan

Spesifikasi alat gilingan di PT GMM-BULOG

| | |
|--------------|-------------------------------------|
| Jumlah rol | : 6 buah/set |
| Penggerak | : motor dengan variable speed drive |
| Diameter rol | : 935 mm |
| Panjang rol | : 1800 mm |
| Putaran rol | : 3-6 rpm |
| Power | : 750 kW |

Bagian-bagian gilingan dan fungsinya :

- 1) Elektro motor : merupakan alat penggerak gilingan yang kecepatannya dapat diatur dengan variable speed drive
- 2) Rol gilingan : untuk menekan/memerah tebu
- 3) Roda gigi : untuk menggerakkan rol yang satu dan yang lainnya
- 4) Gearbox : untuk memindahkan tenaga penggerak dari motor rol gilingan
- 5) Bantalan : sebagai tumpuan as rol
- 6) Coupling : sebagai penghubung gearbox dengan motor penggerak dan gearbox dengan rol gilingan
- 7) Rol atas : sebagai pemberi tekanan pada ampas di atas rol

muka, plat ampas, dan rol belakang

8) Rol muka : sebagai pemerah nira dari ampas yang masuk

9) Rol belakang : sebagai pemerah nira lanjutan

Cara kerja gilingan :

1. Tebu yang telah selesai melewati alat kerja pendahuluan, kemudian akan dibawa oleh cane elevator masuk ke rol pengumpan (*Feeding roll*)
2. Setelah itu ditekan/diperah diantara rol atas dan rol muka
3. Nira akan turun dan ampas ditekan kembali diantara rol atas dan rol belakang.
4. Ampas yang keluar akan dibawa ke unit gilingan berikutnya.

Beberapa hal yang dapat mempengaruhi kapasitas gilingan, yakni alat kerja pendahuluan, dimensi dan kecepatan rol, jumlah rol, kadar sabut, kedalaman alur, penukaran alur, system feeding dan sumber daya manusia (SDM). Keberhasilan dari proses pemerahan nira dapat dipengaruhi oleh beberapa factor berikut :

- 1) Persiapan umpan, ini dipengaruhi oleh kinerja alat kerja pendahuluan dalam membuka sel-sel di dalam batang tebus sehingga bulk density meningkat
- 2) Permukaan rol gilingan, dipengaruhi oleh besarnya daya cengkram rol gilingan dalam menarik sabut untuk diperah, untuk itu rol dibuat kasar dan diberi lekukan (*groove*).
- 3) Pengaliran nira, dipengaruhi oleh kelancaran aliran nira hasil pemerahan. Ampas mempunyai kemampuan menyerap cairan 5 – 10 kali berat keringnya, agar nira hasil pemerahan tidak terserap lagi oleh ampas maka nira dialirkan. Agar nira dapat mengalir dengan baik, perlu dibuat alur – alur pengaliran yang baik.
- 4) Ketepatan setelan gilingan, dipengaruhi oleh posisi 3 (tiga) rol gilingan terhadap plat ampas sesuai perhitungan penyetulan sehingga ekstraksi maksimal dan disesuaikan dengan kapasitas giling.

- 5) Derajat kompresi, merupakan perbandingan antara serat dalam posisi ditekan dengan serat sebelum ditekan yang dipengaruhi oleh sifat tebu (kadar sabut). Digunakan sebagai dasar penyetelan gilingan

III.2.4. Penyetelan gilingan



Gambar 19. Roll Gilingan

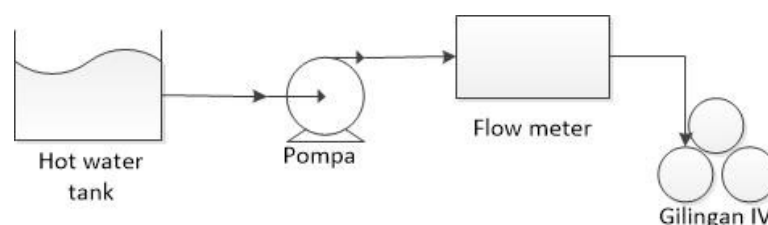
Penyetelan

gilingan dilakukan bertujuan untuk mengatur posisi paling atas baik 3 rol dan plat ampas. Supaya mendapatkan kerja gilingan yang baik dan agar kapasitas tercapai, salah satu faktornya adalah perhitungan penyetelan gilingan. Berikut dasar-dasar dalam membuat penyetelan gilingan :

1. Kapasitas
2. Kadar sabut
3. Kepadatan sabut
4. Tinggi kenaikan top rol dalam batas aman
5. Putaran rol tiap jam untuk kapasitas normal dan memaksimalkan kerja hidrolik gilingan

III.2.5. Imbibisi

Daya serap ampas yang cukup tinggi membuat harus terdapat penambahan air imbibisi, untuk menekan kehilangan tersebut ditambahkan oleh air imbibisi sebagai pengencer dengan menggunakan hot water dengan suhu 70-75°C



Gambar 20. Skema Air Imbibisi

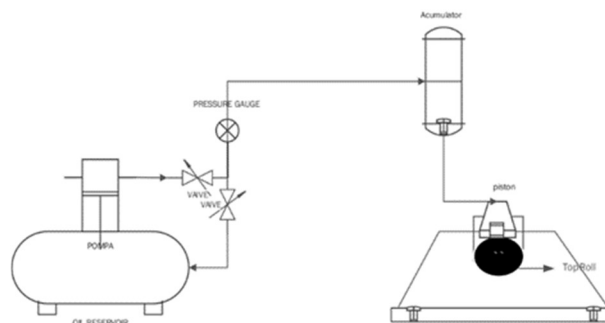
Gambar 22. Alur Air Imbibisi

Sistem imbibisi di PT GMM menggunakan system compound imbibisi, yaitu tidak hanya air panas sebagai pengencer namun juga digunakan nirasebagai pengencer. Nira gilingan III akan dialirkan ke ampas gilingan I yang nantinya akan masuk ke gilingan II dan nira gilingan IV akan dialirkan ke ampas gilingan II yang nantinya akan masuk ke gilingan III. Sedangkan air imbibisi digunakan pada ampas gilingan II dan III.

Jumlah air imbibisi yang diberikan akan dihitung terlebih dahulu. Jumlah pemberian air imbibisi yang diperhitungkan dengan sasaran imbibisi %sabut, sabut %tebu dan nira % tebu. Sehingga air imbibisi perannya optimal di dalam proses giling, dan dapat menyelamatkan sukrosa yang terikut di dalam ampas.

III.2.6. Mekanisme Kerja Tekanan Hidrolik

Di PT GMM menggunakan tekanan hidrolik dalam cap top untuk unit gilingannya. Hidrolik ytersebut terdiri atas tabung yang berisi nitrogen yang akan mengembang pada saat hidrolik naik dan mengempis pada saat hidrolik turun. Hidrolik akan naik maupun turun tergantung pada ketebalan ampas yang melewati rol gilingan.



Gambar 21. Skema Aliran Tekanan Hidrolik

Bagian bagian top cap dan fungsinya :

- 1) Piston : merupakan penerus tekanan minyak

- 2) As rol atas : merupakan bagian yang menerima tekanan oleh metal atas
- 3) Ruang minyak : sebagai tempat minyak untuk menahan tekanan
- 4) Manometer : sebagai alat ukur tekanan pada rol gilingan
- 5) Pompa : sebagai pemompa minyak
- 6) Acumulator : merupakan tempat gas nitrogen dan gas

Cara kerja top cap

- 1) Minyak yang dipompa akan membuka klep membuat tangki terisi penuh
- 2) Ampas yang melewati gilingan akan mengangkat rol atas karena adanya tekanan dari ampas
- 3) Metal akan menekan bantalan penerus tekanan ke ruang minyak setelah metal terkena tekanan keatas
- 4) Klep minyak akan membuka sehingga menekan tangki gas nitrogen
- 5) Niterogen akan menekan balik minyak sehingga rol atas menekan ampas.

III.2.7. Aliran dan Penyaringan

Nira yang keluar dari gilingan I dan II atau biasa yang disebut dengan mix juice, akan dialirkan ke saringan nira mentah, karena mix juice masih mengandung ampas halus yang perlu untuk di saring sebelum masuk proses berikutnya. Penyaringan dilakukan dua kali, pertama di rotary juice screen dan kedua DSM screen.



Gambar 22. Rotary Vacuum Filter dan DSM Screen

Penyaringan pada rotary filter berguna untuk memisahkan kotoran kasar yang terdapat pada mix juice. Saringan yang digunakan yakni berukuran 0,7 mm (25 mesh). Setelah itu mix juice akan di saring kembali oleh DSM screen. Pada DSM screen penyaringan untuk ampas yang ukurannya lebih kecil dimana saringan yang digunakan berukuran 0,35 mm (45 mesh). Ampas hasil dari rotary filter dan DSM screen akan dikembalikan ke gilingan II untuk diperah kembali

III.2.8. Sanitasi Gilingan

Tebu yang masuk berasal dari kebun yang masih terdapat kotoran seperti daun kering, akar, rumput dan kotoran yang tak terlihat (mikroorganisme, jamur dan bakteri). Suasana asam dapat menurunkan kandungan dan kemurnian gula serta dapat menghasilkan bahan lain yang mempersulit proses.

Faktor yang mempengaruhi besar kecilnya kerusakan nira di gilingan :

- 1) Kebersihan gilingan
- 2) Adanya nutrien yang menjadi tempat hidupnya jasat retnik
- 3) Jumlah Mikroorganisme

Pencegahan yang dilakukan untuk mengurangi risiko kerusakan akibat bakteri yaitu dengan cara sanitasi. Sanitasi yang dapat dilakukan sebagai berikut :

- 1) Penyemprotan dengan steam tekanan tinggi, yang dilakukan dua kali per shift
- 2) Penyemprotan bahan kimia (desinfektan) pada rumah-rumah rol gilingan setiap dua jam
- 3) Melaksanakan preleming dengan susu kapur 2°Be

Pada PT GMM-BULOG hanya melakukan proses penyemprotan dengan steam, namun jarang dilakukan karena hasil gilingannya sudah bagus.

Kehilangan gula tidak hanya diakibatkan oleh terikutnya nira dalam ampas, tetapi ada pula faktor lain. Faktor itu adalah aktivitas mikroba *Leconostoc Masentereodes* dan juga dikarenakan pH yang terlalu rendah dan terlalu tinggi. Faktor tersebut dapat mengakibatkan terjadinya inversi. Untuk mencegah inversi yang terjadi, maka dilakukan peninjauan sanitasi stasiun gilingan :

- a. Ampas di bawah rol-rol gilingan dibersihkan secara rutin (2 jam sekali)
- b. Memberikan bahan kimia pada nira
- c. Gilingan dilakukan penyemprotan dengan steam setiap 1-2 jam

Permasalahan yang sering terjadi pada stasiun gilingan yang ada di PT GMM-BULOG beserta solusinya yakni :

- 1) Motor penggerak trib akibat overload tebu di cane cutter

Solusi : Mematikan turbin sherreder terlebih dahulu lalu mengurangi beban tebu di depan rotor canecutter dan untuk mengantisipasi terjadinya overload adalah dengan memberi feeding tebu dari side cane secara rata.

- 2) Rotor tidak balance kerana pisau cane cutter putus.

Solusi : Memeriksa motor penggerak cane cutter dan turbin sherreder, kemudian mengganti pisau yang putus yang memiliki berat yang sama agar balance.

- 3) Turbin Sherreder trip

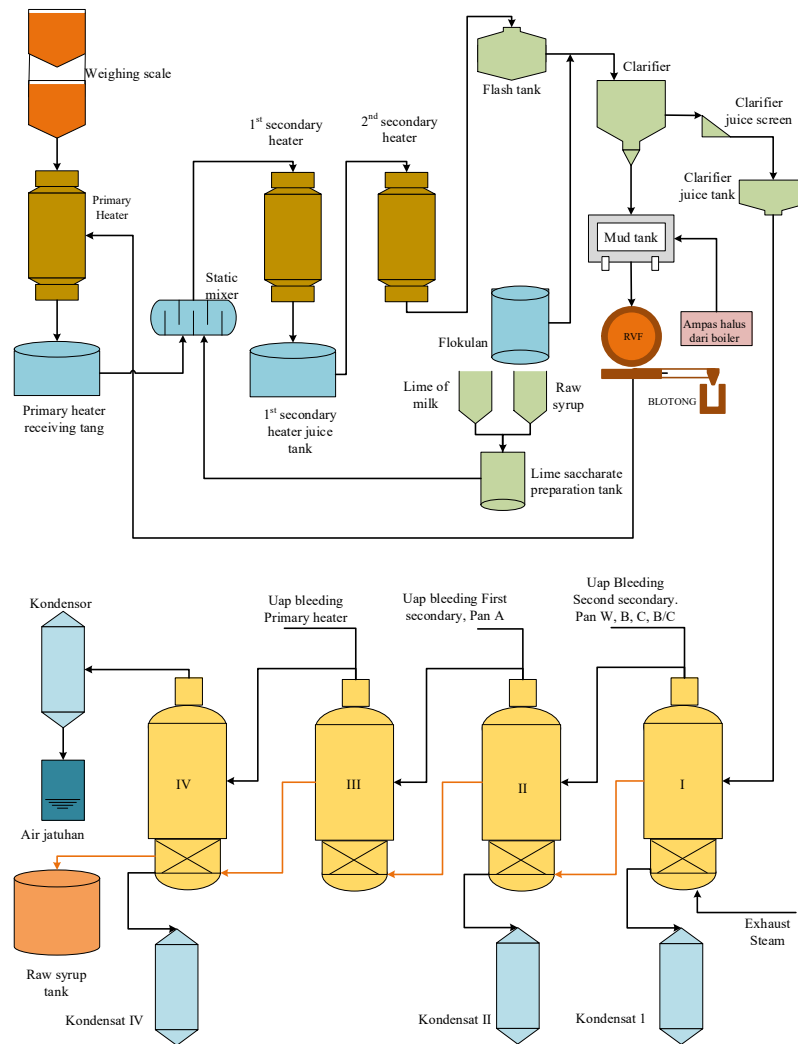
Solusi : Menutup main steam valve terlebih dahulu dan kemudian periksa handle trip. Apabila turbin trip di bawah setting, perlu dilakukan pengurangan ganjal plate latone sehingga menambah kecepatan putaran turbin.

- 4) Tebu slip pada donally chute

Solusi : Intermediate carrier dimatikan terlebih dahulu, kemudian menekan ampas tebu di mulut donally chute hingga masuk ke bukaan kerja rol gilingan.

- 5) Rake lepas dari rantai karena rake intermediate carrier putus

Solusi : mematikan motor penggerak intermediate carrier terlebih dahulu, kemudian barulah baut rake dipasang Raw House

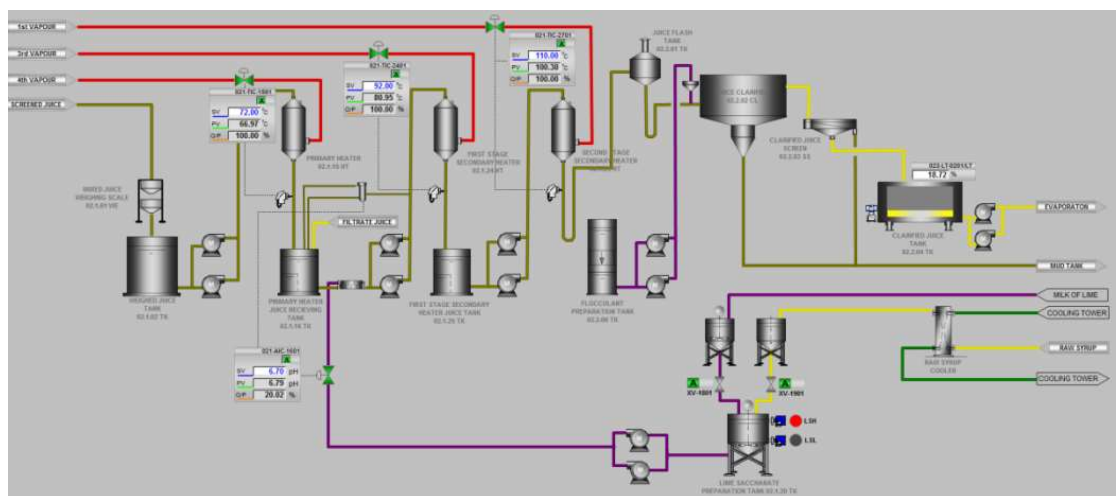


Gambar 23. Flow Stasiun Raw House

Stasiun *raw house* merupakan stasiun yang menjadikan nira mentah dari *mixed juice tank* menjadi *raw syrup* dengan proses penggabungan 2 stasiun. Stasiun yang terdapat pada *raw house* diantaranya yakni stasiun pemurnian dan stasiun penguapan (*evaporator*). Proses pemurnian yang diterapkan oleh PT GMM-Bulog yakni proses pemurnian DRK (Defekasi Remelt Karbonatasi). Pada stasiun *raw house* ini, terdapat pemurnian secara defekasi. Sedangkan, untuk pemurnian karbonatasi terdapat pada stasiun *purity* dengan penggabungan proses

remelt. Tujuan dari stasiun *raw house* adalah untuk mendapatkan *raw syrup* dengan brix 64.

Defekasi merupakan proses pemurnian yang paling sederhana, seperti halnya pemurnian yang lain. Pada defekasi juga menggunakan bahan pembantu kapur dalam bentuk cair atau lazim disebut dengan susu kapur. Susu kapur berfungsi sebagai pengikat zat-zat bukan gula, agar dapat dengan mudah dipisahkan dari zat gulanya (Toat.2009). Pada PT GMM penambahan susu kapur



Gambar 25. Flow Stasiun Pemurnian

dilakukan dengan mencampurkan susu kapur dengan *raw syrup*. Berikut flow pemurnian defekasi pada PT.GMM-BULOG :

Proses pemurnian pada PT. GMM dimulai dari nira mentah yang telah tersaring oleh *rotary filter* dan *DSM screen*. Hasil penyaringan masuk kedalam *Mixed Juice Tank*, pada *Mixed Juice tank* ini terdapat penambahan fosfat yang bertujuan untuk mempermudah susu kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ untuk membentuk inti endapan. Nira mentah yang telah melalui *Mixed Juice Tank* ditimbang pada timbangan nira mentah (*Weighed Juiced Tank*). Selanjutnya, nira mentah masuk ke *primary heater* untuk dilakukan pemanasan pertama. Setelah dari *primary heater*, nira akan ditambahkan bahan pembantu proses yang dilakukan pada *static mixer*. Alurnya selanjutnya yaitu pemanasan 2 dan 3 yang dilakukan pada *first secondary heater* dan *secondary heater*. Pemanasan akhir nira mencapai suhu 105°C yang selanjutnya nira tersebut masuk ke *flash tank* untuk menghilangkan

gas-gas yang ada pada nira. Setelah nira melewati *flash tank* nira dilanjutkan untuk proses pengendapan yang ada pada *Clarifier*. Nira yang akan masuk pada *clarifier* sebelumnya di injeksikan bahan flokulan untuk membantu mengikat partikel kotoran agar membentuk flok-flok. Nira jernih dialirkan pada *screen* dan ditampung pada *tank* nira jernih sebelum dilakukan proses penguapan. Nira kotor yang keluar dialirkan menuju *mud tank* dan dilakukan penyaringan pada *Rotary Vacuum Filter (RVF)* sehingga menghasilkan nira tapis yang diumpukan pada peti nira mentah dan blotong yang diharapkan pol blotong <2%. Alat alat yang digunakan dalam proses pemurnian dapat dilihat pada penjelasan berikut:

III.3.1 Timbangan Nira Mentah

Pengukuran aliran massa nira dilakukan dengan tujuan untuk mengontrol kinerja pabrik. Mengukur jumlah sukrosa yang masuk ke sistem sangat diperlukan, memungkinkan untuk memperkirakan perolehan dan kehilangan saat diproses. Bahkan, kerugian sepersekian persen dapat diperhitungkan. Hal ini dikarenakan kerugian sepersekian persen memiliki konsekuensi finansial yang besar bagi pabrik gula, sehingga pengukurannya harus dilakukan secara akurat (Piter. 2007).

Timbangan nira yang digunakan di PT GMM adalah timbangan sistem batch. Timbangan sistem batch umumnya timbangan yang memiliki pengukuran dengan ketelitian akurasi yang cukup tepat. Hal ini dikarenakan, timbangan dengan sistem lain tidak mendekati akurasi yang sama. Timbangan umumnya akan terbaca sekitar 0,05% dengan akurasi dalam pengoperasiannya berada dalam 0,1%.



Gambar 26. Timbangan Nira Mentah

Spesifikasi alat timbangan di PT GMM :

- 1) Jenis Alat : *Automatical batch weighing scale*
- 2) Kapasitas : 250 ton/jam
- 3) Bahan : *Stainless steel construction tank with valves for feeding and draining of tanks*
- 4) Jumlah Alat : 1 unit

A. Cara Kerja Timbangan Nira :

Pengoperasiannya pertama menyalakan power weighing scale. Buka valve compressor dan pastikan pressure udara compressor yang ada di regulator ± 6 bar. Atur switch pada posisi AUTO. Pastikan mesin printer dalam posisi ON dan kertas terpasang pada mesin printer. Secara otomatis data penimbangan akan tercatat pada kertas printer tiap satu jam sekali. Tiap akhir shift print out data penimbangan diambil dan diberikan kepada supervisor jaga.

B. Permasalahan

Ada sejumlah masalah praktis yang harus dipertimbangkan dalam memastikan akurasi dari timbangan:

1. Tangki suplai tidak boleh dibiarkan meluap dan melewati hopper timbang ke dalam tangki penerima. Luapan harus dialihkan kembali ke tangki dari mana ia disuplai dan jika perlu, diberikan pengingat seperti alarm tingkat tinggi dalam alur pompa pasokan.
2. Nira harus dimasukkan ke dalam timbangan secara bertahap untuk mencegah tidak over kapasitas pada sel beban. Hal ini penting dan mudah dicapai dengan menyesuaikan kecepatan pengoperasian katup (*valve*) yang menerima nira.
3. Pipa keluar dari tangki suplai atau Pipa keluar dari hopper timbang tidak boleh melebihi cairan di tangki di bawah. Hal ini menyebabkan kesalahan penimbangan.

4. Katup- katup harus terlihat sehingga dapat dengan mudah diperiksa untuk kebocoran.
5. Struktur yang menopang timbangan harus cukup kaku dan kuat untuk memastikan penentuan massa yang akurat dan sebaiknya bebas dari getaran.

Timbangan dengan sistem apapun harus sering dikalibrasi dan diperiksa untuk mempertahankan angka yang akurat. Pemeriksaan rutin dengan bobot uji harus dilakukan sebaiknya seminggu sekali. Tangki timbangan juga harus dibersihkan secara menyeluruh saat pabrik tidak beroperasi.

III.3.2 Pemanas Nira (Juice Heater)



Gambar 27. Juice Heater

Nira mentah yang telah ditimbang harus secepatnya dipanaskan dari zat-zat bukan gula dan bakteri-bakteri yang mungkin terdapat didalamnya, karena bila tidak gula akan dapat dengan mudah terpecah (Toat. 2009). Selain itu, tujuan dari pemanasan nira adalah untuk memanaskan nira hingga suhu tertentu, beberapa derajat diatas titik didih tepat sebelum nira masuk pada flash tank yang kemudian lanjut pada clarifier. Hal ini dikarenakan, agar nira yang masuk pada clarifier memiliki suhu selalu konstan dan penghilangan gas pada nira dapat berlangsung efektif.

Pemanasan nira yang digunakan di PT GMM adalah pemanas nira dengan tipe *batch* (kontak langsung). Pemanas kontak langsung memiliki

desain yang mirip dengan kondensor yang berkontak langsung dengan arus yang berlawanan. Dalam 2 proses, uap dikondensasi dan cairan dipanaskan dalam proses. Namun, dengan pemanasan nira, cairan yang akan dipanaskan adalah nira mentah, dan uap yang digunakan untuk pemanasan didapat dari evaporator dan tekanan yang digunakan berada di atas tekanan atmosfer. Berikut merupakan gambar umum pemanas nira dengan tipe kontak langsung (*batch*).

Cara Kerja *Juice Heater* yang ada pada PT GMM:

Persiapan :

1. Tes kebocoran semua peralatan, *valve-valve*, pipa-pipa pemanas, dimana seluruhnya harus tidak bocor.
2. Isolasi bejana dan semua pipa *exhaust steam* harus baik.
3. Bejana *juice heater* siap dioperasikan.
4. Pastikan semua *valve drain juice heater* dalam posisi tertutup.
5. Pastikan semua *valve drain juice heater* dalam posisi tertutup.

Pengoperasian *Juice heater* :

1. *Raw Juice* dipompa menuju *primary heater I* untuk pemanasan pendahuluan
2. Buka valve jalur bleeding dari evaporator badan satu hingga temperatur mencapai 75°C. (Jika temperatur yang diperoleh kurang dari 75°C, tambahkan steam dengan membuka valve exhaust steam).
3. Buka *valve amoniak*
4. Atur pH *raw juice* 7-7,5 pada *primary juice receiving tank* dengan setting auto menggunakan DCS yang ada di *control room evaporator*.
5. Pompa *raw juice* menuju *first stage secondary heater*
6. *Control* temperatur pada suhu 95 °C secara auto menggunakan DCS yang ada di *control room evaporator*.
7. Pompa *raw juice* menuju *second stage secondary heater*
8. *Control* temperatur pada suhu 105 °C secara auto menggunakan DCS yang ada di *control room evaporator*. Jika *primary heater*, *first stage*

secondary heater dan second heater kurang dari parameter yang diinginkan bisa disuplai dengan membuka valve exhaust steam.

A. Pemanas Nira Pertama

Spesifikasi *Primary Heater* di PT GMM:

Jenis : *Direct contact type heater*

Uap bleeding : Pemanas uap badan 3 (*Heat by 3rd vapor*)

Material : *stainless steel*

Pemanas nira pertama (*Primary Heater*) merupakan pemanas nira pertama yang langsung digunakan untuk memanaskan nira, setelah nira melalui timbangan nira mentah. Pemanasan pada *primary heater* dilakukan hingga nira mencapai suhu 75°C. Pemanasan nira pada *primary heater* ini dilakukan dengan tujuan :

- 1) Untuk menghilangkan jasad renik, mencegah tumbuhnya mikroba.
- 2) Menyempurnakan reaksi dan mempermudah pembentukan kalsium fosfat.
- 3) Suhu 75°C merupakan suhu dimana kerusakan gula minimum.

Pada pemanas nira pertama jika telah mencapai suhu 75°C, selanjutnya nira mengalir ke *Primary Heater Juice Receiving Tank* kemudian menuju static mixer untuk dilakukan bahan pembantu tambahan.

Dalam pengoperasiannya secara aktual dipabrik gula, terdapat beberapa kemungkinan terjadi masalah pada pengoperasian alat. Berikut beberapa permasalahan yang dapat terjadi di pabrik saat beroperasi di PT GMM beserta solusinya:

- 1) Suhu tidak tercapai pada *primary heater* karena kurangnya suhu dari uap bleeding dari badan 3. Solusi yang dapat diterapkan yakni harus menggunakan uap bekas (*exhusr steam*).
- 2) Pengerakan yang tebal didalam alat. Solusi yang dapat dilakukan adalah perawatan yang dilakukan sebelum dan sesudah operasi giling. Perawatannya dengan cara memukul bagian kerak, nantinya kerak akan runtuh dengan sendirinya.

B. Pemanas Nira Kedua Pertama (*First Stage Secondary Heater*)

Spesifikasi *First Stage Secondary Heater* di PT GMM:

Jenis : *Direct contact type heater*

Uap bleeding : Pemanas uap badan 2 (*Heat by 2rd vapor*)

Material : *stainless steel*

Pemanasan nira kedua pertama (*First Stage Secondary Heater*) merupakan pemanas nira lanjutan. Pemanasan nira kedua ini berfungsi untuk memanaskan nira dari static mixer, dengan suhu pemanasan yaitu 90-95°C. Adapun tujuan dari pemanasan nira kedua pertama yakni :

1. Pemanfaatan bleeding pada evaporator badan 2
2. Meringankan alat selanjutnya dalam beroperasi.
3. Menyempurnakan reaksi antara nira dengan lime sacharat (*kapur+ raw syrup*)
4. kecepatan reaksi antara nira dengan kapur akan dipengaruhi oleh suhu (semakin tinggi suhu saat reaksi pencampuran berlangsung akan semakin cepat reaksi pembentukan inti endapan)

Setelah, dilakukan pemanasan nira kedua pertama nira mengalir ke *Primary Heater Juice Receiving Tank*. Adapun untuk permasalahan saat beroperasi sama halnya seperti pemanas nira pertama (*Primary Heater*).

C. Pemanas Nira Kedua (*Secondary Stage Heater*)

Pemanasan nira kedua merupakan pemanasan nira lanjutan dari pemanasan nira kedua pertama. Pemanasan ini dilakukan dengan uap pemanas badan I hingga suhu mencapai 105 °C. Berikut

Spesifikasi *Secondary Stage Heater* di PT GMM:

Jenis : *Direct contact*

Uap bleeding : Pemanas uap badan 1 (*Heat by 1rd vapor*)

Material : *stainless steel*

Adapun tujuan dari pemanasan kedua yakni:

1. Menekan kehilangan gula ke nira kotor.
2. Mempermudah reaksi saat pencampuran flokulan nira menuju di flash tank.
3. Menurunkan fiskositas nira sehingga memperbaiki kecepatan pengendapan.
4. Mempermudah pengeluaran gas-gas dari dalam nira yang dapat mengganggu pengendapan.

Setelah nira melalui pemanas nira kedua nira mengalir menuju proses selanjutnya yaitu falsh tank. Adapun permasalahannya sama halnya dengan pemanas nira pertama. Hal ini dikarekan sistem kerjanya yang sama.

III.3.3 Static Mixer



Gambar 28. Static Mixer

Spesifikasi alat *static mixer* di PT. GMM:

Kapasitas : 200 m³/hr.

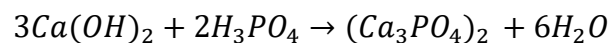
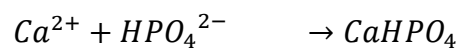
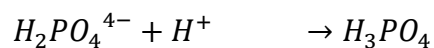
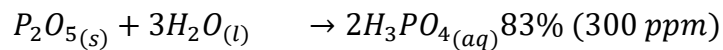
Bahan : *Stainless Steel Fabricated*

Lime saccharate merupakan bahan pembantu proses yang digunakan pada proses pemurnian defekasi. Bahan pembantu proses ini merupakan campuran dari susu kapur 10°Be dan *raw syrup* brix 60-63° dengan komposisi 1:1. Dimana, komposisi tersebut dapat diperhitungkan dengan metode *Jar Test* yang dilakukan oleh Pabrik. Pencampuran *mixed juice* dan *saccharate* terjadi di *static mixer*.

Static mixer merupakan alat pertama proses pemurnian dengan proses pemurniannya dengan cara menghilangkan asam dari nira yaitu dengan menetralkan asam tersebut dengan menambahkan basa. Penambahan *lime saccharate* dilakukan setelah *mixed juice* mencapai suhu 75°C setelah melewati *primary heater*. Penambahan *lime saccharate* ditambahkan hingga mencapai pH 6,7-7,2. Untuk memastikan pH *mixed juce* agar selalu stabil digunakan alat control pH otomatis.

Di dalam *static mixer* terjadi gerakan turbulen yang di akibatkan karena bentuk *static mixer* yang terdiri dari sekat-sekat. Dengan adanya gerakan ini di harapkan *lime saccharate* dapat tercampur sempurna dengan nira. Sehingga akan dapat meminimalkan kerusakan sukrosa akibat pH. *Static mixer* ini terletak setelah nira keluar dari *primary heater* menuju *first secondary heater*. Dari reaksi ini akan terbentuk garam anorganik yang mengendap (ca- phospat) dan sekaligus akan mengikat butiran koloid.

Proses rekasi yang akan terjadi pada pencampuran *lime saccharate* ini adalah sebagai berikut :



Adapun dalam pengoperasian dari *static mixer*, praktek lapangnya tidak menemui permasalahan.

III.3.3. *Flash Tank*



Gambar 29. *Flash Tank*

Spesifikasi alat *flash tank* di PT GMM-BULOG

Jenis : Vertical cylindrical tank

Luas *Flash* : 5.3 m² approx.

Ukuran : 2,600 mm. (D) x 1,800 mm. (H)

Bahan : Mild steel fabricated

Pembantu : *vapour exhaust pipe, drainage pipe, distribution box and juice outlet pipe*

Flash Tank merupakan bejana pengembang yang berfungsi untuk melepaskan gas-gas yang masih terlarut dalam mixed juice yang dapat mengganggu proses pengendapan dan didesain sedemikian rupa sehingga nira yang keluar dari flash tank memiliki aliran yang selaminer mungkin sebelum masuk ke unit pengendapan single tray clarifier. Nira masuk ke flash tank secara turbulen dan arah alirannya tangensial terhadap dinding bejana. Pemberian flokulan langsung setelah nira keluar dari flashtank. Dosis untuk penambahan flokulan adalah 3,5 ppm. Flokulan berfungsi untuk mengikat inti endapan (flok) sehingga membentuk endapan yang lebih besar dan mempercepat proses pengendapan.

III.3.4 Clarifier



Gambar 30. Clarifier

Spesifikasi alat *clarifier* di PT.GMM -BULOG

| | |
|---------------|---|
| Jenis | : Continuous flow trayless type with scraper |
| Kapasitas | : 150 m ³ |
| Ukuran | : 8,000 mm. (D) x 4,500 mm. (H) |
| Waktu Tinggal | : 45 minutes |
| Pendukung | : Agitator with supporting arms and central drive |
| Penggerak | : Electric motor 1.5 Kw |

Nira masuk kedalam *single tray clarifier* secara laminar. Dari feed box, nira masuk kedalam clarifier melalui talang – talang yang melingkar didalam clarifier, talang – talang ini mengarahkan nira yang masuk kebagian bawah dari clarifier, hal ini bertujuan agar nira yang baru masuk kedalam clarifier tidak tercampur dengan nira jernih yang akan overflow, selain itu juga kotoran mudah mengendap karena lebih dekat pada dasar clarifier. Agar masuknya nira dibagian bawah ini tidak mengganggu endapan yang sudah terbentuk dipasang deflektor plate. Endapan yang sudah terbentuk dibagian bawah clarifier secara kontinyu diarahkan menuju outlet mud menggunakan skraper. Pengeluaran mud juga dilakukan dengan sistem over flow pada bagian bawah clarifier. Mud secara kontinyu dialirkan ke tangki mud untuk di tapis dengan menggunakan Rotary Vacuum Filter. Hasil pengendapan dinilai baik dapat

dilihat dari turbidity nira $\leq 150-200$ ntu. Pengawasan yang perlu dilakukan pada single tray clarifier :

1. Mengendalikan kecepatan giling agar tidak terjadi fluktuasi aliran nira
2. Menjaga suhu nira stabil, sehingga tidak terjadi selisih suhu yang akan mengakibatkan arus konveksi dalam nira dalam bejana pengendap
3. Mengendalikan pH nira masuk bejana sehingga tidak terjadi reaksi lanjut yang akan mempengaruhi proses pengendapan
4. Penambahan flokulan secara kontinyu dosis 3-4 ppm
5. Pondasi terpisah dari alat lain, sehingga bejana bebas getaran yang dapat mengganggu proses pengendapan.



Gambar 31. Clarifier Juice Screen

Spesifikasi Alat *Clarifier Juice Screen* di PT GMM-BULOG :

- Jenis : Stationary wire meshed
 Ukuran : 2,800 mm. (W) x 3,800 mm. (L)
 Material : Mild steel fabricated structure with stainless steel screen 100 mesh.

III.3.5 Bagacillo Mud Mixer



Gambar 32. Bagacillo Mud Mixer

Spesifikasi alat Bagacillo Mud Mixer di PT GMM-BULOG:

- Jenis : U-shape with paddle type agitator
- Kapasitas : 12 m³ (approx.)
- Ukuran : 1,800 mm. W x 3,660 mm. L x 2,000 mm. H
- Bahan : Mild steel fabricated
- Penggerak : Electric motor drive with speed reducer 5.5 kW/75 rpm.

Bagacillo Mud Mixer adalah alat yang digunakan untuk mencampurkan nira kotor dari clarifier dengan ampas halus dari stasiun gilingan. Tujuan dari penambahan ampas halus ialah nantinya untuk menempelkan kotoran pada nira saat berada pada penyaringan di bagian RVF (Rotary Vacuum Filter). Dalam pengoperasiannya Bagacillo Mud Mixer tidak ada permasalahan yang signifikan ketika beroperasi.

III.3.6. Rotary Vacuum Filter



Gambar 33. RVF (Rotary Vacuum Filter)

Spesifikasi alat RVF (Rotary Vacuum Filter) di PT GMM-BULOG

| | |
|----------------|--|
| Jenis | : Continuous vacuum filter |
| Luas Filtrasi | : 628 ft ² |
| Ukuran | : 10 ft. x 20 ft. |
| Prnggerak | : Drum driven by speed variator 1.5 kW |
| Alat Penunjang | : Fixed screen, scraper discharge complete set |

Rotary Vacuum Filter (RVF) merupakan alat penapisan mud yang keluar dari clarifier. Proses penapisan ini bertujuan untuk memisahkan endapan kotoran dari mud yang masih terikat pada blotong. Mud hasil proses pengendapan sebanyak 15 - 25% volume nira mentah. Hal-hal yang mempengaruhi proses penapisan :

1. Tekanan Vacuum
2. Air Siraman / pencuci serta suhu air siraman
3. Kecepatan Putaran RVF

Penggunaan baggasilo Baggasilo di peroleh dari boiler, baggasilo dari boiler di kirim dari boiler dengan menggunakan blower. Kemudian bagasilo masuk ke baggasilo fan dan turun ke tanki baggasilo mud mixer. Di tanki baggasilo mud mixer, baggasilo di campur mud dengan perbandingan 1:1 dan diaduk sampai homogen. Mud kemudian di kirim ke RVF untuk di tapis. Penapisan di RVF 42 menggunakan sistem vacuum.

Pada RVF terdapat 3 daerah vacuum yaitu low vacuum (200-300mmHg), high vacuum (450-550 mmHg) dan no vacuum (0 mmHg). Saat proses penapisan mud di spray dengan hot water dengan tujuan agar sukrosa yang terbawa oleh blotong dapat di tekan seminimal mungkin. Keberhasilan dari proses penapisan dapat di ketahui dari pol blotong yang diperoleh. Baiknya pol blotong ≤ 2 %. Apabila pol blotong tinggi berarti proses penapisan tidak berjalan dengan baik. Dalam proses penapisan dimana kotoran akan tertahan pada dinding penyaring (karena ukuran kotoran lebih besar dari lobang saringan). Penapis hampa yang digunakan (RVF) bekerja secara kontinyu sehingga tidak diperlukan waktu untuk memasang dan membongkar saringan.

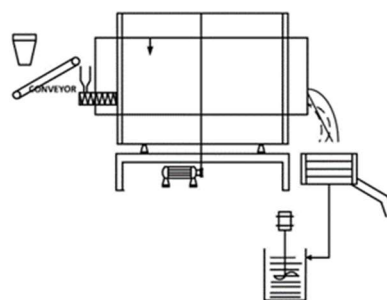
III.3.7. Bahan Pembantu Proses

Dalam proses pemurnian terdapat bahan pembantu proses agar mendapatkan hasil yang maksimal. Hal ini dikarenakan, syarat utama bahan pembantu proses pemurnian adalah dapat memberikan efek pemurnian (menghilangkan kotoran), tidak merusak gula, mudah didapat dan harganya murah. Beberapa bahan pembantu proses:

A. Kapur Tohor

PT. GMM - BULOG tidak mellogistikkan pembakaran batu kapur sendiri, hanya membeli CaO langsung dari penyedia lokal.

Pembakaran kapur membutuhkan pengawasan yang lebih rumit selain itu membutuhkan peralatan dan areal tersendiri. Kapur tohor yang didatangkan harus memenuhi kriteria mutu yang diinginkan pabrik, hal ini berkaitan dengan pengaruh mutu bahan kapur terhadap hasil pemurnian nira yang diharapkan. Kualitas kapur tohor yang baik harus mengandung 90 - 95% CaO, sedangkan kapur hidrat yang baik minimal harus mengandung 76 % CaO. PT. GMM - BULOG menggunakan kapur tohor (CaO) untuk membuat susu kapur. Pembuatan susu kapur ini dilaksanakan pada unit pemadam kapur yang dimiliki oleh PT. GMM - BULOG. Berikut skema pembuatan susu kapus yang ada di PT GMM-BULOG.



Gambar 34. Skema Pembuatan Susu Kapur

Susu kapur yang dibuat di PT. GMM - BULOG memiliki kekentalan 9 - 10°Be untuk proses defekasi dan remelt karbonatasi. Semakin encer susu kapur yang dibuat akan bereaksi lebih cepat dengan nira dan menghasilkan butiran endapan yang lebih banyak sehingga

memperbaiki pengendapan. Tetapi artinya air yang digunakan akan semakin banyak, dan semakin besar pula uap yang dibutuhkan untuk menguapkan tambahan air tersebut

B. Phosphat

Pada stasiun gilingan dilakukan penambahan asam fosfat sebanyak 100 ppm (105 kg/shift untuk giling 3.600-4000 TCD) yang bertujuan untuk menambah kadar fosfat dalam nira, karena reaksi yang terbentuknya endapan adalah fosfat dengan susu kapur. Selain itu susu kapur yang akan bereaksi dengan Phosphate yang ada pada nira mentah membentuk endapan Calcium phosphate. Phosphate (P_2O_5) yang ada pada nira mentah, baik yang berasal dari tebu maupun hasil penambahan pada nira mentah di peti tunggu nira mentah akan bereaksi dengan air membentuk asam phosphate (H_3PO_4). Asam phosphate yang telah terbentuk bereaksi dengan ion-ion Ca^{2+} susu kapur membentuk endapan Calcium phosphate $Ca_3(PO_4)_2$.

C. Flokulan



Gambar 35. Flokulan Tank

Spesifikasi alat Flokulan Tank di PT GMM-BULOG:

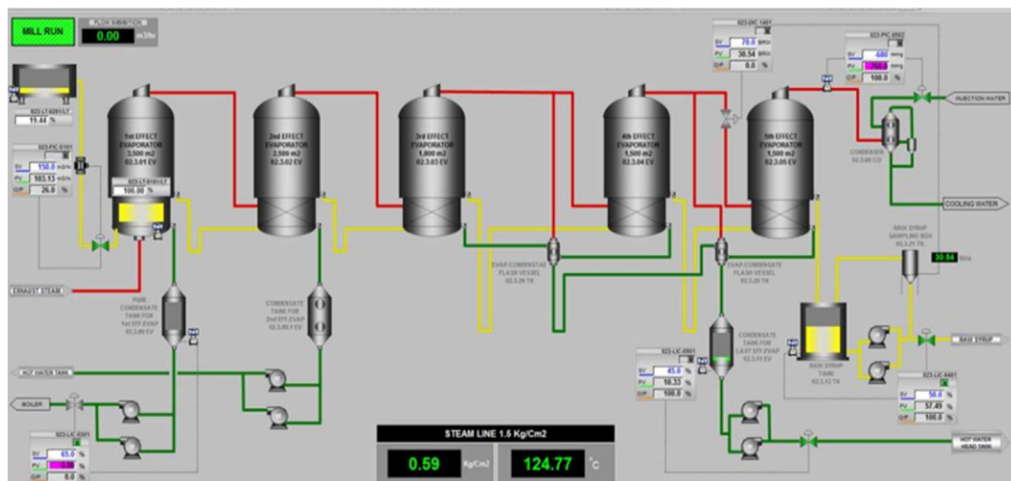
Jenis : Vertical cylindrical tank/2 compartments Upper part for flocculant solution preparation and lower compartment for holding tank.

Kapasitas : 12 m³ (approx.)

Ukuran : 1,940 mm. D x 4,500 mm. H

Bahan : mild steel fabricated

Floculant adalah suatu polyelektrolit yang dalam jumlah sedikit dapat membantu proses flokulasi, menghasilkan pengendapan yang lebih cepat, volume endapan yang lebih solid (kompak), dan tidak mempengaruhi pH. Cara Pembuatan floculant dimulai dengan mengisi air ke tangki tampungan pelarutan floculant 6 m³ , atur gelombang udara pada tank floculant sampai bubble udaranya merata. Ambil 3-4 kg floculant, tebarkan floculant merata kedalam tanki floculant pelan – pelan sampai habis. Tunggu sampai minimal 2 jam, baru floculant bisa digunakan untuk proses pemurnian di clarifier (tanki pengendapan) dengan menggunakan dosing pump, atur speed dosing pump floculant sesuai dengan kapasitas giling. Fungsi floculant adalah untuk menjaring kotoran dalam mixed juice.



Gambar 36. Flow Sistem Penguapan

Pada proses pemurnian telah dilakukan dan didapat nira jernih (clear juice) maka dilanjutkan proses penguapan untuk didapat raw syrup dengan brix 64°. Tujuan dari proses penguapan adalah untuk mengurangi kadar air dalam nira encer sampai mendekati titik jenuh dan diperoleh Raw Syrup dengan densitas 30 – 32°Be atau 60 – 64 % brix. Penguapan ini dilakukan pada temperatur 60 – 110 °C. Setiap evaporator dilengkapi dengan separator atau juice catcher yang berguna untuk menangkap percikan nira yang terbawa oleh uap. Berikut flow evaporator :

Dalam proses penguapan diupayakan tidak terjadi kerusakan gula. Proses penguapan dalam nira dilakukan dalam dua tahap, yaitu:

1. Penguapan dimana terjadi kenaikan konsentrasi sampai mendekati jenuh, tahap ini dilakukan di stasiun penguapan.
2. Penguapan lanjut dimana kenaikan konsentrasi sampai melewati titik kejenuhan dan akan terbentuk Kristal. Tahap ini dilakukan di stasiun kristalisasi (Soejardi, 1985)

III.3.8. Badan Penguapan

Pada PT GMM memiliki 5 badan evaporator dimana sistem penguapan yang digunakan ialah quadruple interchange effect dimana sistem ini menggunakan 4 badan untuk proses penguapannya akan tetapi terdapat satu badan yang digunakan untuk cleaning. Sistem ini juga disebut juga sistim multiple effect (lebih dari 1 badan penguap), yang berarti 1 bagian uap dapat menguapkan 4 bagian air sehingga 1 bagian air hanya butuh 1 /4 bagian uap.



Gambar 37. Badan Evaporator

1st Effect Evaporator

Jenis : *Rising film annular space overflow*

Luas pemanas : 3,500 m²

Ukuran pipa: 38.1 mm. (OD) x 1.5 mm. (thk)

Panjang Pipa: 3.040 mm.

Tekanan: 4 kg/cm²

2nd Effect Evaporator

Jenis: *Rising film annular space overflow*

Luas pemanas: 2,500 m²

| | |
|------------------------------|--|
| | Ukuran pipa: 38.1 mm. (OD) x 1.5 mm. (thk) |
| | Panjang pipa: 3.040 mm. |
| | Tekanan: 4 kg/cm ² |
| | Complete with accessories |
| <i>3rd Effect Evaporator</i> | Jenis: <i>Rising film annular space overflow</i> |
| | Luas pemanas: 1,800 m ² |
| | Ukuran pipa: 38.1 mm. (OD) x 1.5 mm. (thk) |
| | Panjang pipa: 3.040 mm. |
| | Tekanan: 4 kg./cm ² |
| | <i>Complete with accessories</i> |
| <i>4th Effect Evaporator</i> | Jenis: <i>Rising film annular space overflow</i> |
| | Luas Pemanas: 1,500 m ² |
| | Ukuran pipa: 38.1 mm. (OD) x 1.5 mm. (thk) |
| | Tube lenght: 3.040 mm. |
| | Calandria design pressure: 4 kg./cm ² |
| | <i>Complete with accessories</i> |
| <i>5th Effect Evaporator</i> | Jenis: <i>rising film annular space overflow</i> |
| | Luas pemanas: 1,500 m ² |
| | Ukuran pipa: 38.1 mm. (OD) x 1.5 mm. (thk) |
| | Panjang pipa: 3.040 mm. |
| | Tekanan: 4 kg/cm ² |
| | <i>Complete with accessories</i> |

Cara Kerja *Evaporator* yang ada pada PT GMM:

A. Membuat *vacuum*

1. Nyalakan power pada panel MCC 5
2. Nyalakan pompa injeksi dari cooling tower MCC 1
3. Start pompa vacuum
4. Pastikan semua valve evaporator tertutup rapat, kecuali valve condensate dan amoniak
5. Buka valve pompa vacuum perlahan hingga tercapai vacuum - 650 mmHg

B. Pengoperasian alat

1. Badan lima evaporator harus dalam keadaan vacuum 600-650 mmHg
2. Badan empat evaporator ± 350 mmHg
3. Badan tiga evaporator ± 200 mmHg
4. Isi air badan 1 s/d 5 sebanyak 30% atau sepertiga dari badan evaporator.
5. Buka sedikit valve buangan amonia
6. Buka full valve kondensat
7. Buka valve exhaust steam perlahan sampai tekanan 1.0-1.5 bar dan temperatur 110°C - 125°C
8. Setelah air kondensat keluar karna proses pemanasan jalankan pompa kondensat
9. Kirim air kondensat ke kondensat tank atau hot water
10. Lakukan ini kurang lebih 3-4 jam
11. Setelah 3-4 jam drain air yang ada di badan dua, tiga, empat dan lima. Sisakan masing-masing $\pm 10\%$
12. Jalankan pompa clear juice di panel MCC 8
13. Buka valve input bahan di evaporator badan pertama
14. Jaga level bahan sepertiga dari badan evaporator atau satu sight glass
15. Untuk evaporator badan dua sampai lima bukakan valve input bahan menyesuaikan level bahan masakan di badan pertama
16. Cek brix yang ada di badan kelima evaporator
17. Jika brix sudah sesuai spesifikasi yaitu 60-65 kirim raw syrup menuju raw syrup head tank dengan menjalankan pompa raw syrup di MCC 5
18. Jika brix kurang dari 60 sirkulasi kembali raw syrup di badan lima ke badan empat evaporator sampai didapatkan brix 60-65
19. Jaga agar operational proses berjalan continue

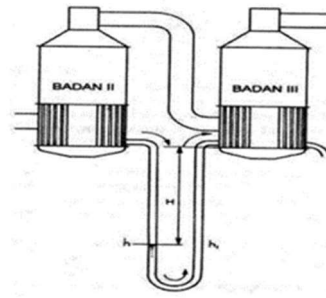
20. Lakukan pencatatan parameter operasional dalam form evaporation station

C. Cara mematikan

1. Tutup valve exhaust steam
2. Matikan pompa clear juice dengan menekan off pada switch di panel MCC 8 sampai indikator lampu berwarna merah
3. Tunggu sampai bahan dalam calandria evaporator badan 1-5 habis
4. Buka valve drain evaporator untuk menghabiskan sisa raw syrup di badan evaporator dan kirim menuju raw syrup head tank
5. Bilas pakai air panas dengan membuka valve washing evaporator kurang lebih 1 menit dan pompa menuju raw syrup head tank
6. Matikan vacuum dengan menutup valve injection water dan stop pompa vacuum dengan cara menekan switch off pompa vacuum for evaporator di MCC 5
7. Buka valve vacuum breaker

Permasalahan yang ada pada stasiun penguapan adalah salah satu badan penguapan tidak beroperasi dalam kehampaan yang biasa, selalu lebih rendah. Cara mengatasinya adalah memeriksa kondensor apakah ada kesalahan. Gangguan pengeluaran gas/udara atau air embun. Brix Raw Syrup tidak tercapai akibat adanya hambatan transfer panas (pemanas kurang). Cara mengatasinya dengan memeriksa pengeluaran air kondens dan menaikkan tekanan uap pemanas. Kadar kerak (pengerakan) yang tinggi pada bahan akhir yang diakibatkan oleh kepekatan nira yang tinggi. Cara mengatasinya dengan melakukan pembersihan (scrub) secara rutin dan bergantian.

III.3.9. Alat Pengeluaran Air Embun



Gambar 38. Alat Pengeluaran Air Embun

Kelancaran air embun merupakan indikasi kapasitas penguapan, karena setelah uap melepaskan panas latennya akan segera berubah fase menjadi air embun, air embun ini harus segera dikeluarkan karena air embun didalam tromol akan mengurangi bidang kontak uap terhadap pipa-pipa pemanas yang berarti memperkecil luas pemanas yang semestinya. Pipa pengeluaran air embun terletak di bagian bawah dari ruang pemanas. Air embun atau air kondensat dari badan penguapan pertama digunakan sebagai air pengisi boiler karena suhu air embun ini masih tinggi dan belum mengandung gula, sedangkan untuk air embun dari badan penguapan kedua dan seterusnya digunakan menjadi hot water sebagai air siraman imbibisi, air cucian masakan, puteran dan RVF. Namun tidak menutup kemungkinan apabila air embun dari badan penguapan kedua dan ketiga digunakan sebagai air pengisi boiler apabila tidak mengandung gula, sehingga perlu dilakukan analisa. Pengeluaran air kondensat dari badanbadan penguapan yang bekerja dengan tekanan hampa yaitu menggunakan siphon. Siphon ini berupa pipa kondensat berbentuk U yang memanjang kebawah, yang bertujuan untuk meningkatkan gaya tarik pada air kondensat agar air kondensat lebih mudah untuk keluar dari evaporator. Dan untuk badan akhir menggunakan alat Equaliting yang membantu penarikan air kondensat agar lebih optimal.

III.3.10. Kondensor

Kondensor merupakan alat yang di gunakan untuk menciptakan keadaan *vacuum*. Sistem kerja alat ini adalah dengan memanfaatkan air

injeksi untuk mengembunkan uap yang di hasilkan dari badan penguapan. Di GMM terdapat 11 unit kondensor yang digunakan untuk vacuum pan, *quadruple evaporator*, *double evaporator*, dan RVF.

Kondensor di GMM memiliki ketinggian sekitar 20 meter dari permukaan tanah. Dengan ketinggian itu maka kecepatan alir air injeksi yang jatuh dari kondensor cukup tinggi, yang mengakibatkan terjadinya kondisi 60 *vacuum* pada badan penguapan. Kondensor pada pabrik gula adalah suatu alat yang digunakan untuk mengkondensasikan uap nira yang dihasilkan oleh badan penguapan badan akhir melalui proses kondensasi. Di PT. GMM - BULOG kondensor yang dipakai adalah tipe Barometris. Sebagai alat pembuat hampa (*vacuum*), pada kondensor diberi air pendingin atau air injeksi yang dimasukkan dari atas dan membentuk tirai air dengan bantuan sekat-sekat pada badan kondensor yang berfungsi untuk memperluas permukaan pendingin. Uap nira akan mengembun dan jatuh bersama air injeksi sebagai air jatuhan. Kondensasi merupakan perubahan uap air atau benda gas menjadi benda cair pada suhu udara di bawah titik embun. sedangkan gas – gas yang tak terembunkan yang. Pada proses pembentukan hampa melalui jalan kondensasi, uap yang telah mengembun diharapkan turun jatuh ke bawah bersama air injeksi, karena adanya perbedaan tekanan antara ruang kondensor dengan tekanan udara luar, maka air jatuhan kondensor akan sulit turun kebawah. Dengan demikian perlu dilakukan penghilangan efek tekanan (± 1 atm) yang ada di kondensor dengan cara meletakkan kondensor pada ketinggian bebas tekanan atmosfer

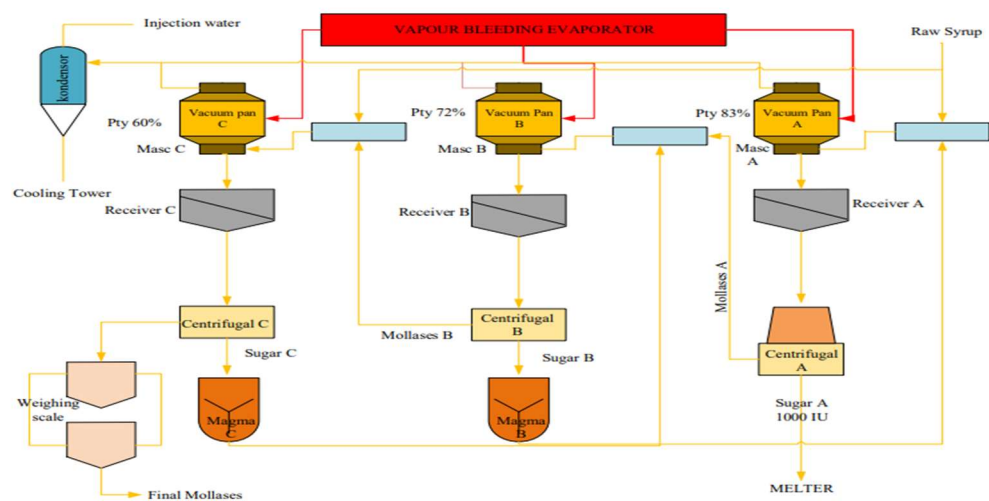
III.3. Vacuum Pan Station (Stasiun Masakan)

Stasiun *vacuum pan* merupakan pengambilan molekul-molekul sukrosa yang terdapat dalam nira kental melalui proses penjenuhan dan proses penempelan. Stasiun vacuum pan juga bertugas membesarkan kristal gula/sukrosa (dengan BJB/MA standart) dengan cara mengambil sukrosa

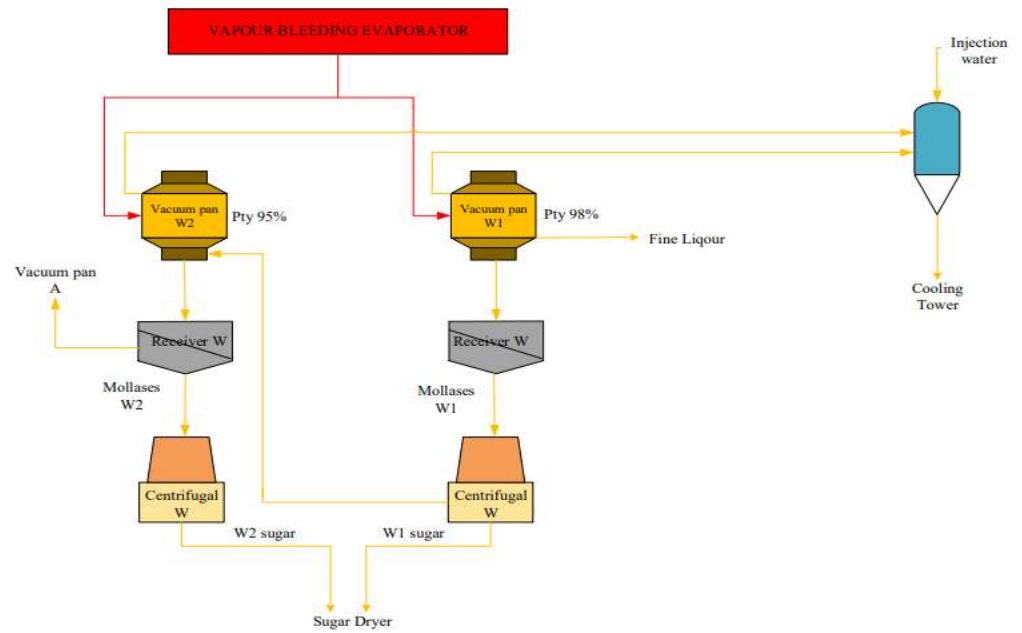
dalam nira kental yang dimasak dalam pan masak untuk membuat bahan masak menjadi lewat jenuh pada kondisi vacuum.

Pada proses stasiun *vacuum pan* dilakukan dalam alat yang bernama vacuum pan (ruang hampa) agar tidak terjadi kerusakan sukrosa pada suhu tinggi dan mempercepat proses kristalisasi. Waktu kristalisasi diusahakan sesingkat mungkin dan kristal yang terbentuk mudah dipisahkan dengan *mollasesnya* dengan menekan kehilangan gula seminimal mungkin. Hal ini agar kristal yang dihasilkan memenuhi syarat yaitu (kering, putih, dan kasar) Adapun tujuan dari proses kristalisasi :

- 1) Mengkristalkan gula atau sukrosa sebanyak mungkin yang memenuhi standart dalam nira kental melalui proses kristalisasi (penempelan dan pembesaran kristal dalam larutan induknya) sehingga menghasilkan kristal gula yang masih bercampur dengan *mollases*
- 2) Menekan kehilangan gula seminimal mungkin selama prosesnya. Seperti terjadi inversi, terikut dalam air jatuhan, terjadi karamelisasi, dan terikut dalam tetes
- 3) Proses kristalisasi dilakukan dalam waktu sependek-pendeknya, dengan biaya rendah tanpa mengesampingkan kualitas produk sehingga efisiensi pabrik dapat tercapai.



Gambar 39. Skema Masak Recovery



Gambar 40. Skema Masak Refenery

Tabel 1. Parameter Masakan

| Masakan | Waktu masak (jam) | Purity | Brix masakan | Ukuran kristal | Cristal content | Color masakan |
|---------|-------------------|--------|--------------|----------------|-----------------|---------------|
| W | 2-2,5 | 96-98 | 88-92 | 0,8-1,2 | $\geq 45\%$ | 3000-600 |
| A | 2,5-3 | 82-85 | 92-94 | 0,7-1,0 | $\geq 50\%$ | 15000-26000 |
| B | 5 | 72-75 | 94-96 | 0,4-0,5 | $\geq 50\%$ | 25000-35000 |
| C | 6 | 58-60 | 96-97 | 0,3-0,4 | $\geq 60\%$ | 35000-50000 |

Tekanan exhaust steam : 0,2-0,5 bar

Temperatur exhaust steam : 120-125°C

Tekanan vapour bleeding : 0,1-0,3 bar

Temperatur vapour bleeding : 115-120 °C

Temperatur masakan : 60-70°C

PT. GMM – BULOG menggunakan sistem DRK atau *Defekasi Remelt Karbonatasi* yang menghasilkan produk gula kristal putih I (GKP I) dengan ICUMSA 81 – 200 IU.

III.4.1. Evaporator Double Effect

Evaporator double effect merupakan alat untuk memekatkan larutan dengan menguapkan pelarutnya (air) menggunakan dua badan evaporator, umumnya menggunakan uap yang dihasilkan dari penguapan dalam efek pertama, dimana uap terkondensasi dalam elemen pemanas untuk memberikan panas pada penguapan efek kedua dengan tekanan yang lebih rendah.

Di PT. GMM – BULOG, *brown liquor* yang dihasilkan stasiun purifikasi akan di uapkan di *evaporator double effect*.

Tabel 2. Standar Operasional Evaporator Double Effect

| | |
|------------------|---------------------------|
| Tekanan vacuum | 50-65 cmHg |
| Brix | 70-72° |
| Suhu | 60-65°C |
| Kecepatan liquor | 30-50 m ³ /jam |

cara kerja :

A. Membuat *vacuum*

1. Koordinasi dengan bagian listrik untuk mensuplai *power* pada panel MCC 6
2. Buka *valve* input pompa air injeksi dari *cooling tower* dan nyalakan pompa dengan menekan tombol ON pada panel MCC 1 hingga lampu indikator menyala hijau.
3. Buka *valve output* pompa perlahan dan pastikan air injeksi sudah mengalir
4. *Start* pompa *vacuum* sesuai instruksi kerja pengoperasian pompa *vacuum*.

5. Pastikan semua *valve* evaporator tertutup rapat, kecuali *valve condensate* dan amoniak.
6. Buka *valve* pompa *vacuum* perlahan hingga tercapai *vacuum* 500-650 mmHg.
7. *Setting* DCS di *control room vacuum pan* untuk *vacuum* pada posisi AUTO.

B. Pengoperasian

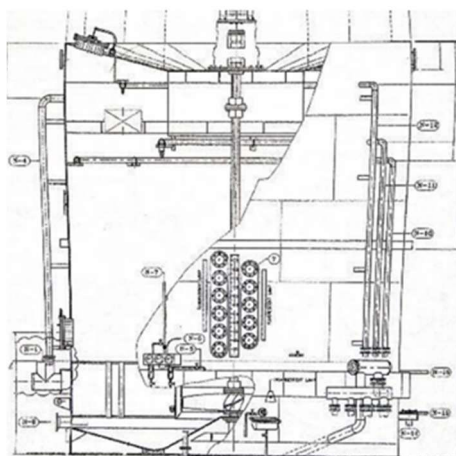
1. *Start* pompa sentrifugal atau *brown liquor pump* untuk mengirimkan material
2. Buka *valve feeding* bahan evaporator
3. Atur *flow liquor* 30-50 m³ /jam dengan cara *setting* AUTO
4. Tunggu hingga bahan terisi 30% dari badan evaporator no 1
5. Mulai buka *valve exhaust* steam perlahan.
6. Larutan gula/*liquor* akan mendidih dan *overflow* menuju evaporator badan dua.
7. Buka *valve leveller sight glas* agar bahan dalam evaporator satu seimbang dengan bahan yang ada di evaporator dua.
8. Jaga level bahan sepertiga dari badan evaporator
9. Jaga agar brix yang didapatkan dalam limit angka 70-72°.
10. Jika brix kurang dari 70 dapat menambah *valve* bukaan *steam* atau mengurangi *flow rate brown liquor 2*
11. Catat parameter operasional pada *Form Fine Liquor Evaporation Station*

C. Cara Mematikan

1. Tutup *valve exhaust steam*
2. Matikan pompa *brown liquor 2* dengan menekan *switch off* di panel MCC 8 dan tutup *valve feeding* bahan pada evaporator atau pompa *brown liquor 2* tetap nyala tapi langsung di *by pass* menuju *Front Liquor Head Tank*
3. Tunggu sampai bahan dalam calandria evaporator habis.

4. Bilas menggunakan *hot water* dengan membuka *valve washing* evaporator kurang lebih 1 menit dan biarkan air cucian tersebut mengalir menuju evaporator badan dua untuk membersihkan sisa-sisa larutan gula dalam pipa, *purity* dan *brix* di *evaporator double effect* sangat tinggi sehingga rawan terjadi *blocking* jadi jalur bahan harus benar – benar bersih saat *stop*
5. Buka *valve drain* evaporator
6. Matikan *vacuum* dengan menutup *valve vacuum* yang menuju *double effect evaporator*.
7. Buka *valve vacuum breaker*.

PT GMM BULOG, proses kristalisasi menggunakan pan masak tipe *calandria*. Pan masak yang digunakan yaitu jenis pan masak *batch*. Pada PT. GMM menggunakan sistem masak W,A,B,C yaitu *massecuite* A diputar di dalam pan A akan menghasilkan gula A, gula A di *remelt* atau dilebur dan masuk kedalam stasiun purifikasi untuk dimurnikan dengan sistem karbonatasi sehingga menghasilkan *fine liquor*. *Fine liquor* inilah yang akan dikristalkan dengan menggunakan pan masak W untuk menghasilkan Kristal GKP I

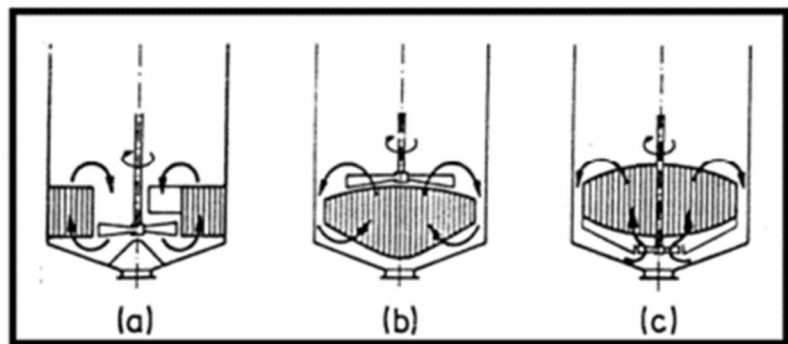


Gambar 41. Sketsa Vacuum Pan

Bagian-bagian *vacuum pan* :

- Pipa *steam* : berfungsi sebagai pemanas *vacuum pan*

- *Calandria* : berfungsi sebagai pentransfer panas dari pemanas menuju bahan yang dipanaskan
- *Agitator* : berfungsi untuk mengaduk bahan masakan agar masakan homogen
- *Sight glass* : berfungsi sebagai kaca yang digunakan untuk mengamati bahan masakan yang ada di dalam pan
- *Valve* tarikan bahan : berfungsi sebagai *valve input* bahan masakan
- Corong : berguna untuk tempat memasukkan fondan pada pan
- Sogolan *sample* : berfungsi untuk mengambil sampel masakan
- Pipa amoniak : berfungsi untuk mengeluarkan gas-gas terembunkan yang dibawa didalam *steam*
- Pipa *cutting* : berfungsi sebagai jalur untuk memotong masakan
- Jalur pan *washing* : berfungsi untuk mencuci pan ketika pan selesai memasak
- Jalur *steam* : berfungsi untuk *steaming* bahan pan saat pan selesai turun agar sisa masakan yang menempel di dinding pan dapat larut
- Jalur *condensor* : berfungsi sebagai jalur keluarnya air kondensat pada pan
- *Juice cather* : berfungsi untuk menangkap nira yang terbawa uap



Gambar 42. Sirkulasi Nira Dengan Penambahan Stirer

Tabel 3. Spesifikasi Vacuum Pan

| Nama | Jumlah | Keterangan |
|-------------------------|--------|---|
| <i>Vacuum Pan</i> | | |
| <i>White Vacuum Pan</i> | 2 unit | <p><i>Batch type vacuum pan with stirrer and calandria type heating element.</i></p> <p><i>Capacity: 70 m³ of massecuite</i></p> <p><i>Heating surface: 535 m²</i></p> <p><i>Material: Stainless steel heating element, carbon steel fabricated shell with interior stainless steel lining.</i></p> <p><i>Stirrer driven by 55 kw</i></p> |
| <i>A-Vacuum Pan</i> | 2 unit | <p><i>Calandria type with agitator</i></p> <p><i>Capacity: 60 m³</i></p> <p><i>Heating surface area: 396 m²</i></p> <p><i>Tube size: 101.6 mm. (OD) x 1.066.8 mm. (L)</i></p> <p><i>Tube thickness: 1.5 mm</i></p> |
| <i>B-Vacuum Pan</i> | 1 unit | <p><i>Calandria type with agitator</i></p> <p><i>Capacity: 80 m³</i></p> <p><i>Heating surface area: 540 m²</i></p> <p><i>Size: 6.000 mm. (D) x 7.100 mm. (H)</i></p> <p><i>Tube size: 101.6 mm. (OD) x 1.066.8 mm. (L)</i></p> <p><i>Tube thickness: 1.5 mm</i></p> |
| <i>C-Vacuum Pan</i> | 1 unit | <p><i>Calandria type with agitator</i></p> <p><i>Capacity: 80 m³</i></p> <p><i>Heating surface area: 540 m²</i></p> <p><i>Size: 6.000 mm. (D) x 7.100 mm. (H)</i></p> <p><i>Tube size: 101.6 mm. (OD) x 1.066.8 mm. (L)</i></p> |

| | | |
|-------------------|--------|---|
| | | <i>Tube thickness: 1.5 mm.</i> |
| B/C-Vacuum Pan | 1 unit | <i>Calandria type with agitato</i> <i>Capacity: 80 m³</i> <i>Heating surface area: 540 m²</i> <i>Size: 6.000 mm. (D) x 7.100 mm. (H)</i> <i>Tube size: 101.6 mm. (OD) x 1.066.8 mm. (L)</i> <i>Tube thickness: 1.5 mm.</i> |

Proses kristalisasi merupakan suatu proses pengambilan sukrosa semaksimal mungkin. Pengambilan sukrosa dari fase cair menjadi fase padat (kristal) dengan menekankan kehilangan sukrosa seminimal mungkin dengan cara dimasak menggunakan *vacuum pan*. Cara masaknya yaitu hingga konsentrasi lewat jenuh dalam pan masak yang *vacuum*. Proses pengkristalan gula dilakukan secara bertahap sesuai dengan standart. Maka masak gula dapat dilakukan dengan cara :

- a) 4 tingkat (A,B,C,D) untuk *mixed juice* yang memiliki *purity* diatas 85%

- b) 4 tingkat (W,A,B,C) untuk proses pemurnian menggunakan *remelt* (DRK/DRP)
- c) 3 tingkat (A,B,D atau A,C,D) bagi *mixed juice* yang memiliki *purity* 74-84%
- d) 2 tingkat (A,D) dilakukan bagi nira mentah yang memiliki *purity* dibawah 73%

Hal-hal yang berpengaruh dalam mengendalikan proses memasak yaitu :

a. Kelarutan Sukrosa

Sukrosa memiliki kelarutan yang berbeda – beda yang didasarkan pada suhu, tekanan vacum, dan konsentrasi yang menunjukkan kejenuhan dari larutan sukrosa

b. Skema kristalisasi dan metode kristalisasi

Pemilihan skema dan metode kristalisasi memiliki peran yang sangat penting karena menentukan kualitas kristal masakan dan gula produk, kualitas *syrup/stroop* dan tetes sebagai hasil samping dari proses pemutaran, dan waktu proses kristalisasi.

c. Peralatan yang digunakan untuk proses kristalisasi

Biasanya untuk mempermudah proses homogenisasi bahan yang memiliki HK tinggi dan kecepatan kristalisasi dalam pan masakan diberikan *stirer* atau pengaduk untuk menghindari proses pengendapan Kristal di bagian bawah pan

d. Sifat komponen non sukrosa

Dengan banyak hadirnya komponen non sukrosa dalam larutan induk dapat mengganggu dan menghambat proses kristalisasi sehingga waktu tinggal masakan dalam pan semakin lama. Komponen non sukrosa akan mengganggu kemurnian kristal dan menghambat penempelan sukrosa pada inti kristal.

e. Suhu dan vacum dalam pan masakan

Dengan diberikannya vacum maka proses pemanasan dapat berjalan dengan cepat. Hal ini dikarenakan vacum bersifat menurunkan titik didih. Suhu yang tinggi dan waktu yang lama dalam pan harus dihindari karena dapat

menyebabkan karamelisasi hingga pengerakan. Selain itu suhu yang tinggi dan waktu yang lama dapat menurunkan viskositas bahan

f. Bahan baku masakan

Apabila bahan yang dimasak memiliki kualitas kurang baik dapat menyebabkan sulitnya proses masak dan turunnya kualitas masakan yang turun. Tebu muda/tebu terbakar dapat menyebabkan bahan masak menjadi berlendir atau pliket sehingga harus ditambahkan bahan pembantu untuk menghilangkan lendir dalam bahan masak.

Sifat sukrosa adalah larut dalam air sampai konsentrasi tertentu, dan besar kelarutannya, juga dipengaruhi oleh suhu, dimana semakin tinggi suhu, maka kelarutan sukrosa akan semakin tinggi. *Herzfeld* merumuskan hubungan antara kelarutan sukrosa dengansuhu adalah sebagai berikut:

$$s = 64,18 + 0,134 t + 0,000531 t^2$$

dimana :

s = kadar sakarosa (%) (gram sakarosa/ 100 gram larutan)

t = suhu larutan (°C)

Alur Proses di stasiun Masakan/Kristalisasi

a. Proses masakan *C seed*

Masakan *C seed* menggunakan fondan untuk membuat bibitan *C seed*. Bahan utama yang digunakan untuk proses masak *C seed* adalah *raw syrup*. *Raw syrup* digunakan karena memiliki *purity* yang tinggi sehingga diharapkan bibit gula yang dibentuk lebih kuat dan tidak mudah larut saat di putar di LGF.

Proses memasak masakan *C seed* yaitu *raw syrup* dimasak hingga mencapai titik jenuh (brix 76-68) dengan volume 10 m³, volume tersebut berfungsi sebagai pembentukan benangan. Kemudian ditambah bibit fondan ±400 ml yang berfungsi untuk memicu terbentuknya kristal. Setelah fondan masuk dan terbentuk pasir kristal, lalu ditarikkan bahan *A mollasses* atau *raw syrup* hingga volume pan masakan 25 m³. Jika masakan sudah tua dan ukuran kristal gula mencapai ukuran yang diinginkan maka masakan siap diturunkan atau dioper. Waktu yang diperlukan untuk memasak *C seed* membutuhkan waktu kurang lebih 4 jam. Untuk Memanaskan gula dalam pan dengan

menggunakan kebutuhan bahan pemanas uap bleeding dari evaporator maupun *exhaust steam*. Tekanan bahan pemanas yang tercapai 0,3 – 0,45 kg/cm² untuk *exhaust steam* sedangkan bahan pemanas *vapor bleeding* badan I yang tercapai 0,05-0,2 kg/m². *Vacuum* dalam pan 650 mmHg dan suhu dalam pan masak 60°C.

Bibitan C yang turun akan ditarik dengan menggunakan *vacuum* menuju *C seed cutting tank* untuk di simpan. Kemudian dari *C seed cutting tank*, bibitan C di tarik ke *vacuum pan C* digunakan sebagai bibitan. Bibitan C yang di tarik ke *C seed cutting tank* maupun ke *vacuum pan C* brix nya tidak boleh melebihi 91%. Jika brix bibitan C lebih dari 91% maka bibitan akan susah untuk di oper atau di tarik ke tanki C seed atau pan masak.

Fondan terbuat dari gula pasir yang mempunyai kualitas baik (ukuran seragam dan warna putih) yang di campur dengan alkohol dengan komposisi 1:2 kemudian di hancurkan di ballmill selama sekitar 8 jam hingga memperoleh butiran kristal ukuran 8-12 mikron.

b. Proses Masakan C

Bahan masakan C ialah *C seed* dan *B mollasses*, jumlah bahan yang diberikan sesuai dengan kebutuhan. Awal pembuatan masakan C terdapat beberapa cara yaitu :

- sistem bombai, sistem bombai yaitu dengan menarik *syrup* terlebih dahulu kemudian *syrup* di kentalkan sampai mendekati titik jenuh. Setelah itu di masukkan *C seed* ke pan untuk dibesarkan kristal gula yang telah terbentuk. *Syrup* ditunggu hingga mendekati titik jenuh agar kristal gula yang ada pada *c seed* dengan cepat membesar
- sistem oper pasir, sistem oper pasir yaitu menarik *C seed* terlebih dahulu ke dalam pan hingga mencapai 1/3 dari volume. Kemudian *C seed* di panaskan sambil di cuci dengan air atau *sweet water* untuk menghilangkan kristal palsu yang terbentuk pada bibitan C
- sistem lebur jadi, yaitu menarik *C seed* dan air atau *sweet water* secara bersamaan ke dalam pan sampai mencapai 1/3 volume pan. Dengan begitu maka brix bibitan tetap terjaga dan tidak terbentuk kristal palsu

Setelah bibit masakan sudah jadi. Selanjutnya ialah fase *graining*, fase *graining* adalah membesarkan kristal gula yang sudah terbentuk hingga ukuran yang diinginkan. Pembesaran ukuran kristal ini dilakukan dengan cara menambah bahan masakan (B *moll*) ke dalam pan secara bertahap, sehingga brix masakan dapat terjaga sampai volume yang diinginkan yaitu 75 m³ (fase *footing*)

Fase berikutnya yaitu fase penuaan dan penurunan masakan atau biasa disebut dengan fase *discharging*. Pada fase ini masakan C di naikkan brixnya hingga brix 97%. Setelah brix tercapai maka masakan siap untuk di turunkan ke receiver

Pan masakan C menggunakan bahan pemanas *vapor bleeding* (UNI I) dari evaporator badan I. Untuk kebutuhan uap di *vacuum pan* C sekitar 8,3 ton/jam. Waktu tinggal masakan C dalam pan yaitu sekitar 6 jam. Sehingga kebutuhan uap untuk sekali masak di *vacuum pan* C adalah sekitar 50 *steam*.

c. Proses masakan B

Bahan utama masakan B adalah A *mollases* dan C magma, jumlah bahan yang diberikan disesuaikan dengan kebutuhan. Awal pembuatan masakan B biasanya diawali dengan menarik C magma ke dalam pan hingga volume 30 m³. Agar ukuran kristal segeram maka C magma di cuci menggunakan *sweet water* atau *hot water*. Ukuran kristal berseragam akan memudahkan putaran saat memutar masakan B. Setelah kristal gula rata, selanjutnya membesarkan kristal gula yang ada hingga ukuran yang ditentukan (sekitar 0,4 mm). Pembesaran ukuran kristal dilakukan dengan menambahkan A *mollases* ke dalam pan hingga volume yang ditentukan (75 m³). Penambahan A *mollases* dilakukan dengan cara sedikit demi sedikit secara bertahap agar brix masakan tetap terjaga.

Setelah volume masakan mencapai 75 m³ dan ukuran kristal mencukupi, sebelum di turunkan (*strike*) masakan harus di tuakan terlebih dahulu sampai brix yang ditentukan (brix 95%). Brix di naikkan sampai 95% agar *crystal content* dalam masakan lebih banyak, sehingga *mollases* yang di hasilkan tidak banyak. Setelah itu masakan di turunkan ke receiver B. Di *receiver* B

terdapat pengaduk yang berputar dengan kecepatan 0,7 rpm. *Massecuite* di aduk agar terus mengalami pergerakan untuk menghindari terjadinya *blocking* (*massecuite* mengeras). *Massecuite* di biarkan di receiver B selama 1-2 jam supaya kristal gula yang terbentuk di dalam *massecuite* menjadi lebih keras dan tidak mudah larut saat di putar di LGF B.

d. Proses Masakan A

Bahan utama membuat masakan A yaitu *Raw Syrup*, B magma dan W *mollases*. Untuk tarikan pertama saat masak A dapat di lakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan sistem bombay, tarik pasir atau dengan sistem lebur jadi.

Sistem bombay dengan menarik *raw syrup* atau W *mollases* terlebih dahulu hingga level 30 m³ atau 1/3 level pan. Kemudian *raw syrup* atau W *mollases* brix nya di naikkan sampai 76%. Setelah itu menarik B magma sampai kira – kira kristal gula mencukupi untuk 1 pan. Namun jika tidak ada B magma dapat mnggunakan fondan sebanyak sekitar 50 ml untuk 1 turunan masakan. Kemudian masakan di cuci dengan *hot water* untuk menseragamkan ukuran kristal yang ada.

Sistem tarik pasir yaitu dengan menarik B magma ke pan sampai 1/3 level pan. Dan kemudian masakan langsung naikkan sampai level yang diinginkan. Untuk sistem lebur jadi yaitu dengan menarik B magma dan *raw syrup* secara bersama – sama sampai 1/3 level pan. Kemudian masakan di cuci dengan *hot water* untuk menseragamkan ukuran kristal, selanjutnya masakan di naikkan sampai level yang di inginkan.

Level masakan di naikkan dengan menarik *raw syrup/w moll/A moll(boiling back)* dengan perlahan agar brix masakan tetap terjaga sampai level masakan penuh. Jika level masakan A sudah penuh namun ukuran kristal gula masih terlalu kecil (kurang dari 0,8 mm) maka masakan bisa di potong ke pan lain dengan mengoper setengah dari level masakan ke pan lain. Kemudian level masakan di naikkan lagi level nya sampai ukuran kristal mencukupi. Hal yang perlu diperhatikan dalam menarik bahan masakan adalah *purity* dari masing – masing bahan yang akan di tarik. *Purity* masakan A yang baik

berkisar 82-85%. Dengan purity tersebut maka color gula A yang akan di hasilkan berkisar 1000 IU.

Masakan yang turun diputar dalam putaran A atau HGF A sehingga Gula A dan A mollasses dapat terpisah. Gula A selanjutnya di lebur dalam remelter untuk di proses dalam stasiun purifikasi sedangkan A mollasses digunakan untuk bahan masak B.

e. Proses Masakan White

Masakan *white* dilakukan dengan cara membuat bibitan dari *fine liquor* dan fondan. *Fine liquor* dihasilkan dari hasil pemurnian di purifikasi (karbonatasi). Sedangkan fondan di hasilkan dari gula produk yang di campur alkohol dan di hancurkan di dalam ball mill.

Jumlah volume *fine liquor* yang digunakan untuk masakan white yaitu 30 m³ dan dituakan sampai brix 76-78%. Setelah tua atau terbentuk benangan maka ditambahkan bibit fondan 150 ml (untuk 3 turunan) dan jika kristal gula yang terbentuk dari fondan mulai membesar. Maka level masakan di naikkan dengan menggunakan W mollasses atau *fine liquor* hingga level 70 m³ . Kemudian masakan di potong ke pan lain. Selanjutnya masakan di naikkan lagi hingga level 70 m³ dan ukuran kristal mencukupi (0,8-1,2 mm). Setelah itu masakan di tuakan hingga brix 90%. waktu yang diperlukan untuk memasak masakan *white* yang dibutuhkan kurang lebih 2 jam setelah masakan dipotong. Bahan pemanas yang digunakan untuk vacuum pan *white* adalah *exhaust steam* atau *vapor bleeding* evap badan 1 dengan tekanan uap pemanas berkisar antara 0,4 – 0,5 kg/cm²

Saat masak di pan *white* hal yang perlu di perhatikan adalah color dari masing-masing bahan. Kalau *color massecuite* rendah maka kemungkinan besar *color* gula produk yang di hasilkan juga rendah.

III.4.2. Pan Masak

A. Operasi Kristalisasi

PT. GMM - BULOG memiliki 7 unit pan masak, 2 unit untuk pan masak W (no. 1 – 2), 2 unit untuk pan masak A (no. 3 – 4), 1 unit untuk pan masak B (no. 5), 1 unit untuk pan masak C (no. 6) dan 1

unit untuk pan masak B/C. Bentuk dari Vacum Pan identik dengan Evaporator yang dilengkapi dengan kalandria atau tromol uap dengan menggunakan bahan pemanas dari *bleeding* evaporator dan uap bekas. Namun, Vacum Pan merupakan pan yang bekerja secara *Single Effect*.

B. Persiapan Vacuum Pan

Setelah masakan turun, bersihkan pan masak dengan cara membuka *valve steam* krengsengan untuk membersihkan pan selama 10 – 15 menit, kemudian membuka *valve* air krengsengan. Air yang masuk akan menyembur di dalam pan selama beberapa saat dan akan membersihkan kristal gula yang tersisa dalam pan masak sebelumnya. Apabila kristal dalam pan tidak dibersihkan maka akan memicu terbentuknya ukuran kristal yang tidak seragam dan timbulnya kristal palsu pada masakan selanjutnya. Berikut ini adalah persiapan alat dan penarikan vacuum sebelum masak :

- a) *Valve discard*, *valve* buangan *vacuum*, *valve* pancingan *vacuum*, *valve* amoniak, *valve* uap bekas, *valve* tarikan bahan, *valve* air *discharge* semuanya harus dalam keadaan tertutup.
- b) Mengaktifkan pompa *vacuum* masakan, sementara itu *valve* pokok *vacuum* dalam keadaan tertutup
- c) Setelah *vacuum* pada pompa vacuum mencapai ± 70 cmHg buka *valve* pokok.

1. Tahap Tarikan Bahan

- a) Masakan bibitan W dibuat dari *Fine Liquor* dan fondan.
- b) Masakan W dibuat dari *Fine Liquor*, W mol dan bibitan W.
- c) Masakan A dibuat dari bahan B magma, *Raw Syrup*, dan W *molasses*.
- d) Masakan B dibuat dari bahan C magma, A *molasses* dan *Raw Syrup*.
- e) Masakan B/C (bibitan C) dibuat dari bahan *Raw Syrup* dan fondan.
- f) Masakan C dibuat dari bahan bibitan C dan B *molasses*

Raw Syrup yang dimasak memiliki brix $> 62\%$. Apabila terbentuk kristal palsu maka dapat dilakukan pencucian dengan diberi air panas $80 - 90^{\circ}\text{C}$ atau bisa juga dengan menggunakan *raw syrup* apabila brix *raw syrup* terlalu rendah.

2. Tahap Memasak

- a) Buka *valve* pokok tarikan bahan dan *valve* bahan. Tarik bahan yang akan dimasak (sesuai jenis masakan yang akan dibuat) sampai mencapai
- b) *Graining* volume dan kentalkan hingga tingkat kejenuhan yang dikehendaki.
- c) Kentalkan hingga tingkat kejenuhan yang dikehendaki dengan membuka *valve steam* sesuai kebutuhan (perhatikan kondisi *vacuum*)
- d) Memasukkan kristal bibitan dapat berupa fondan, bibitan yang telah dibuat dalam *vacuum* pan yang lain
- e) Pembesaran kristal dengan menarik bahan sampai mencapai volume efektif yang dikehendaki
- f) Pada volume efektif, tuakan masakan sampai mencapai brix yang dikehendaki. Pada kondisi ini masakan siap diturunkan

3. Pembuatan Bibitan

Sebelum memasak masakan A,B,C, dan W terlebih dahulu membuat bibitan yang dilakukan dengan membuat benangan terlebih dahulu, setelah itu masukkan magma masakan masing – masing sekitar 400 hL untuk skema A,B,C dan 150 Hl untuk skema W. Tarikan magma berfungsi sebagai bibitan inti kristal tempat melekatnya sukrosa pada kristal gula. Di dalam proses pembuatan bibit atau inti kristal (*seeding*) dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu *full seeding* (pembesaran kristal secara penuh), *shock seeding* atau kejutan, dan *boil to grain* atau pembentukan kristal dengan sendirinya. Dari ketiga cara ini *full seeding*lah yang lebih mudah

terkontrol karena dapat membentuk kristal serentak dengan ukuran yang seragam.

4. Pembesaran Kristal

Proses pembesaran inti kristal dilakukan dengan cara menarik bahan. Selama proses pembesaran kristal dijaga agar konsentrasi masakan tidak naik, sebab dapat memicu terbentuknya kristal kembar dan konglomerat, semakin tingginya konsentrasi akan menimbulkan terbentuknya kristal palsu. Selain itu konsentrasinya dijaga tidak boleh sampai konsentrasinya turun karena dapat melarutkan kembali kristal yang telah terbentuk. Selain itu kerapatan kristal harus dijaga karena apabila kristal dalam pan renggang akan memicu terbentuknya kristal palsu. Maka dari itu penarikan bahan, kondisi *vacuum*, dan pemakaian bahan pemanas harus diatur dan dijaga sesuai SOP.

5. Memasak Masakan Tua

Apabila besar kristal sudah memenuhi standart dan HK masakan telah tercapai maka tidak lagi ditarikkan bahan. Proses selanjutnya yaitu dengan menguapkan air yang terkandung dalam masakan sebanyak - banyaknya hingga diperoleh brix yang setinggi – tingginya dengan tetap menganalisa apakah terbentuk kristal palsu atau tidak dengan cara menyogok masakan dan dilihat dengan alat bantu kaca.

6. Menurunkan Masakan

Berikut ini adalah persyaratan menurunkan masakan:

- a) Ukuran kristal memenuhi syarat BJB dan memenuhi HK yang dikehendaki.
- b) Volume masakan mencapai kapasitas pan.

Kondisional contohnya apabila bahan habis dan keadaan di palung dan puteran tidak ada bahan, maka masakan ditampung di *vacuum pan seed*. Sedangkan untuk menurunkan masakan sebagai berikut :

- (1) *Valve steam* yang digunakan sebagai bahan pemanas ditutup.
- (2) *Valve* pipa yang menghubungkan pan masakan ke kondensor ditutup.
- (3) *Valve* pipa yang menghubungkan ruang nira ke udara luar dibuka (membuang *vacuum*) dengan menyisakan 20 cmHg sehingga mengakibatkan *vacuum* dalam pan turun dan tekanan naik.
- (4) *Valve discharge* dibuka untuk mengeluarkan masakan, masakan turun dan melewati talang di bawah pan kemudian masuk ke dalam receiver, jika masakan sudah turun semuanya maka pan masak dikrengseng untuk membersihkan sisa masakan atau kristal gula dalam pan.
- (5) Kemudian *valve discharge* ditutup lagi dan selanjutnya ditarik *vacuum* dan pan siap dioperasikan lagi untuk dipakai memasak.

7. Cara Oper Masakan Sistem Oper Pasir Antara *Vacuum Pan*

Persipan *vacuum pan* yang akan mengoper bahan masakan ke *vacuum pan* lain:

- a) Periksa dan tutup *valve* pemasukan bahan, air, uap pemanas, dan *valve discard*.
- b) Buka *valve* buang *vacuum*.
- c) Siapkan untuk dibuka *valve* operan masakan antar *vacuum pan*.

8. Persiapan *vacuum pan* yang akan mengoper menerima operan pasir masakan dari *vacuum pan* lain :

- a) Periksa dan tutup *valve-valve* pemasukan bahan, air, uap pemanas, dan *valve discard*, *valve* buangan *vacuum*.
- b) Jalankan pompa pancingan *vacuum* dan buka *valve* pancingan *vacuum* pada *vacuum pan*.
- c) Tarik *vacuum* sampai *vacuum* pada pan masak mencapai ± 40 cmHg.

- d) Buka *valve damplaiding vacuum pan* kemudian tutup *valve* pancingan *vacuum* dan matikan pompa pancingan *vacuum*.
- e) Siapkan untuk dibuka *valve* operan masakan antar *vacuum pan*.

9. Oper Masakan

- a) Buka *valve* operan masakan pada *vacuum pan* yang akan mengoper masakan.
- b) Buka *valve* operan masakan pada *vacuum pan* yang akan menerima masakan.
- c) Setelah masakan dioper sampai volume tertentu, tutuplah *valve* operan tersebut.

10. Oper Masakan Sistem Bombay

Pada dasarnya oper masakan sistem bombay ini sama. Perbedaannya adalah *vacuum pan* yang akan menerima dari *vacuum pan* lain terlebih dahulu telah melakukan proses masak bahan sampai tingkat kejenuhan yang dikehendaki. Sedang yang akan dioper sesuai kebutuhan (volume atau kerapatannya).

11. *Graining Volume Vacuum Pan*

Graining volume merupakan volume terkecil yang dapat memproses suatu masakan dalam pan masakan. Di PT. GMM - BULOG *graining* volumenya yaitu di atas pipa pemanas yaitu sekitar 200 – 250 hL atau sekitar 37,5 - 50% dari tinggi badan pan masakan. Proses memasak dilakukan diatas pemanas dengan tujuan yaitu:

- a) Menghindari terjadinya kerak dalam pipa pemanas.
- b) Mempercepat proses masak.
- c) Meningkatkan efisiensi kerja pan masak.

12. Tempat – Tempat Penambahan Air

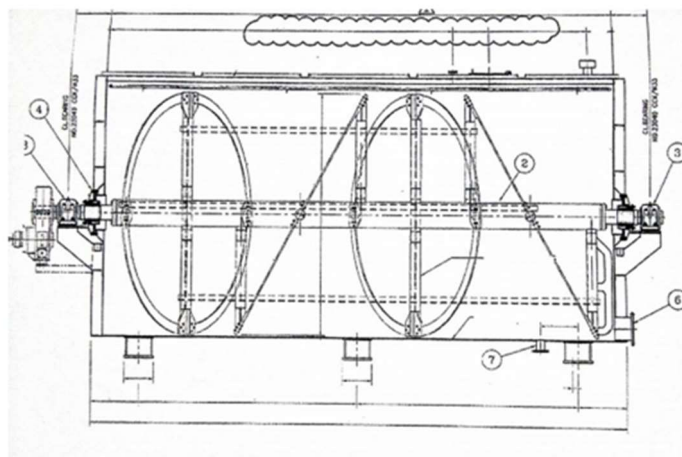
Dalam stasiun masakan biasanya diberikan air siraman maupun krengsengan yang bertujuan untuk :

- a) Membersihkan pan masakan saat masakan sudah turun.
- b) Mencuci atau menghilangkan kristal palsu.

- c) Membersihkan sisa-sisa masakan yang menempel pada pipa nira, *valve* masakan dan kaca penglihat.
- d) *Mixer* babonan D untuk bahan masak C, *mixer* babonan C untuk bahan masak A, *mixer* gula Affinasi menuju remelter
- e) Pemberian air dalam putaran untuk mempermudah proses pemisahan *stroop* dengan kristal gula.

III.4.3. Receiver (Palung)

Receiver merupakan tempat tampungan sementara untuk masakan turun dari vacuum pan. Di PG.GMM-Bulog sendiri terdapat 6 tanki *reciever* yang mempunyai kapasitas berbeda. Kontruksi *receiver* yang umum adalah berupa peti horizontal yang penampangnya berbentuk U (disebut model Blanchard) atau berbentuk silinder.



Gambar 43. Sketsa Alat Receiver

Bagian-bagian receiver :

- Badan receiver : sebagai tampungan masakan.
- Agitator : sebagai pengaduk masakan.
- Motor penggerak : sebagai sumber tenaga penggerak agitator
- Gear box : berfungsi untuk mengurangi kecepatan putaran motor.

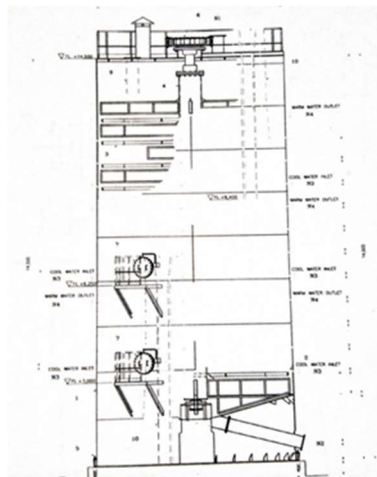
Tabel 4. Spesifikasi Receiver

| | |
|------------|---|
| W Receiver | <p>Jumlah 2 Unit</p> <p><i>U - Shape Horizontal Tank with agitator</i></p> <p><i>Capacity: 75 m³ (approx.)</i></p> <p><i>Size: 3.400 mm. (W) x 3.400 mm. H x 7.500 mm. (L)</i></p> <p><i>Material: Mild steel fabricated with stainless steel lining 2 mm.</i></p> <p><i>Driven by planetary/helical gear 5.5 kW</i></p> |
| A Receiver | <p>Jumlah 2 Unit</p> <p><i>U-shape horizontal tank with agitator</i></p> <p><i>Capacity: 68 m³</i></p> <p><i>Size: 3.000 mm. W x 3.400 mm. H x 7.500 mm. L</i></p> <p><i>Material: mild steel body and agitator</i></p> <p><i>Driven by planetary/helical gear 5.5 kW</i></p> |
| B Receiver | <p>Jumlah 1 Unit</p> <p><i>U-shape horizontal tank with stirrer</i></p> <p><i>Capacity: 90 m³</i></p> <p><i>Size: 3.400 mm. W x 3.700 mm. H x 8.000 mm. L</i></p> <p><i>Material: mild steel body and agitator</i></p> <p><i>Driven by planetary/helical gear 5.5 kW</i></p> |
| C Receiver | <p>Jumlah 1 Unit</p> <p><i>U-shape horizontal tank with stirrer</i></p> <p><i>Capacity: 90 m³ Size: 3.400 mm. W x 3.700 mm. H x 8.000 mm. L</i></p> <p><i>Material: mild steel body and agitator</i></p> <p><i>Driven by planetary/helical gear 5.5 kW</i></p> |

III.4.4. Vertical Crystallizer

Vertical crystallizer adalah tempat untuk menampung hasil masakan dari *vacuum pan* (masih dalam keadaan panas) untuk

didinginkan sampai mencapai suhu sekitar 45 – 50°C. Tujuan dari proses pendinginan ini yaitu diharapkan dengan adanya penurunan suhu, butir-butir gula yang telah berbentuk kristal dapat membesar akibat adanya proses penempelan larutan sukrosa pada lapisan kristal. Proses ini biasanya juga disebut sebagai Na-Kristalisasi atau kristalisasi lanjutan yang terjadi di luar pan masak. Untuk Na-kristalisasi di dalam *vertical crystallizer* pada masakan C membutuhkan waktu kurang lebih 1 kali 24 jam, Namun di GMM waktu tinggal masakan C di dalam *crystalizer* sekitar 1,5 hari. sedangkan Na-kristalisasi pada receiver yang digunakan setelah masakan turun memiliki waktu tinggal kurang lebih 1-2 jam.



Gambar 44. Skema Alat *Vertical Cylindrical Tank*

| | |
|-----------------|---|
| Jumlah | : 1 unit |
| Jenis | : <i>Vertical Cylindrical Tank With Agitator</i> |
| Capacity | : 300 m ³ |
| Size | : 6,700 mm. (D) × 10,500 mm. (H) |
| Agitator Driven | : <i>By hydraulic device 15 kW</i> |
| Bahan Alat | : <i>eldded steel sheets body reinforced by flat bars with stirring device, hydraulic drive</i> |

Bagian-bagian V Cristalizer :

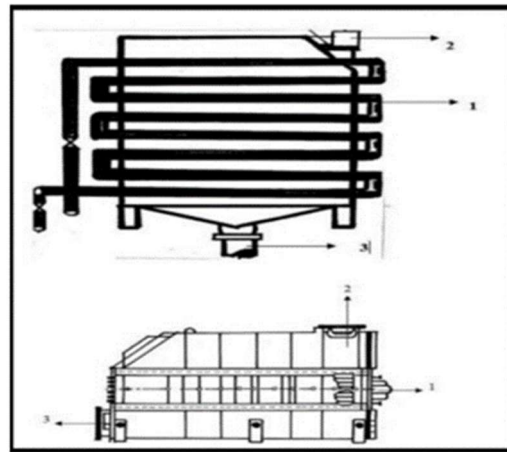
- Badan cristalizer : tempat menampung masakan C.
- Agitator : untuk mengaduk *massecuite*

- Motor hidraulik : motor penggerak pengaduk.

Tabel 5. Standar Operasional *Vertical Crystallizer*

| | |
|---------------|--------------|
| Suhu masuk | 65-70°C |
| Suhu keluar | 45-50°C |
| Waktu tinggal | 1,2 – 2 hari |
| Brix | 97-98 |

III.4.5. Re-Heater



Gambar 45. Sketsa *Re-Heater*

Re-Heater digunakan untuk memanaskan kembali masakan C yang sudah didiamkan di dalam *Vertical crystallizer* pada proses pembesaran kristal gula sampai dengan suhu 55°C, tujuan pemanasan kembali ini yaitu untuk menurunkan viskositas masakan agar memudahkan pemutaran masakan di dalam alat sentrifugal.

Jumlah : 1 Unit

Jenis : *Fin Tube Type Heater*

Heating surface : 96 m³ (800 m²)

Size : 1,100 mm (W) × 1,200 mm (L) × 5,000 mm (H)

Heating : by hot water

Tabel 6. Standar Operasional Re-Heater

| | |
|-----------------------|-----------|
| Suhu masecuite masuk | 45-50°C |
| Suhu masecuite keluar | 50-55°C |
| Suhu air panas | 100-105°C |
| Brix keluar | ≥70 |

Permasalahan yang ada di vacuum pan stasiun Kualitas bahan masakan kurang baik disebabkan oleh tebu yang digiling. Cara mengatasi hal ini adalah dengan memasak bahan pada tingkat masakan yang lebih rendah. Misal *raw syrup* yang seharusnya di masak pada pan A, karena *raw syrup* yang di hasilkan dari tebu yang terbakar maka *raw syrup* di masak di masakan B.

Kurangnya bahan masakan yang dapat memicu timbulnya kristal konglomerat atau kristal kembar. Cara mengatasinya adalah dengan mengenceri bahan dengan air panas, atau dengan cara mencucinya dengan air panas.

Timbulnya kristal palsu akibat kurangnya kerapatan kristal gula dalam pan masak. Cara mengatasinya yaitu dengan diberikan air siraman, pencucian dengan menarik bahan dan menurunkan *vacuum*, serta krengsengan uap.

Turunnya *vacuum* akibat dari suhu air injeksi yang terlalu tinggi serta tarikan air injeksi yang kurang mencukupi. Cara mengatasi hal ini adalah dengan make up air injeksi dengan menggunakan air yang lebih dingin. Atau dengan menambah jumlah pompa air injeksi dan pompa vacuum yang digunakan. Sehingga debit air injeksi akan bertambah dan air menjadi lebih dingin.

Terjadi *blocking* pada pipa tarikan bahan/operan jika hal ini terjadi maka hal yang perlu dilakukan adalah dengan memberi krengsengan ke pipa tarikan/operan sampai gula yang bloking di dalam pipa dapat larut

Suhu pemanas dan tekanan uap pemanas yang belum memenuhi kebutuhan yang mengakibatkan masakan lama dalam pan. Hal ini dapat disebabkan oleh 2 hal yaitu karena pembagian uap *bleeding* dari evaporator yang kurang baik atau karena *pressure* uap boiler yang turun. Untuk mengatasinya maka yang dapat dilakukan adalah dengan membagi *bleeding* evaporator dengan baik dan menaikkan *pressure* uap boiler

membagi *bleeding* evaporator dengan baik dan menaikkan *pressure* uap boiler

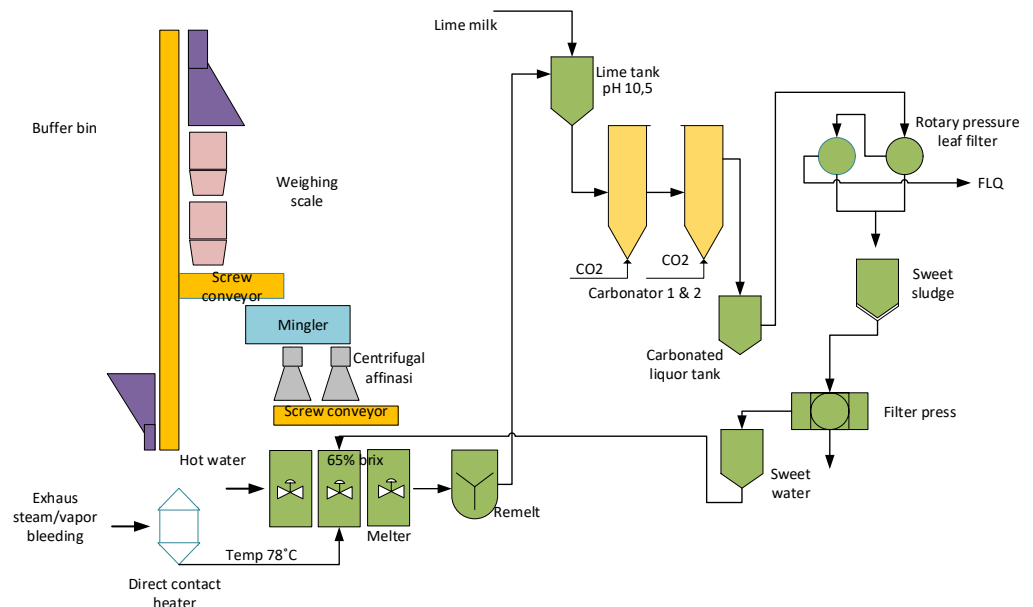
Terjadi *water hummer*, *water hummer* terjadi karena adanya beda tekanan yang cukup tinggi antara 2 bahan. Terkadang *water hummer* dapat terjadi pada air kondensat, hal ini disebabkan karena air kondensat susah untuk keluar dari pan. Kemudian air kondensat bertemu dengan uap pemanas yang mempunyai suhu lebih tinggi sehingga menyebabkan *water hummer*. Untuk mengatasinya maka air kondensat di *drain* terlebih dahulu sampai *water hummer* nya hilang

III.5. *Purification Station* (Stasiun Purifikasi)

Stasiun Purifikasi adalah stasiun yang berfungsi sebagai pemurnian liquor dengan menggunakan bahan pembantu susu kapur, gas CO₂ dan filter aid. Pada stasiun purifikasi PT. GMM - Blora terdapat proses affinasi dan remelt karbonatasi. Affinasi yaitu proses pembuatan gula semi rafinasi dengan menggunakan bahan baku Raw Sugar yang berasal dari hasil produk pabrik gula existing untuk proses pengolahan. Menurut Baikow (1978), raw sugar merupakan bahan baku pembuatan gula rafinasi. Raw sugar merupakan gula kristal mentah yang juga dihasilkan dari tebu, yang masih mengandung lapisan molasses yang menyelimuti kristal gula.

Keseragaman kualitas raw sugar sangat penting dikarenakan berpengaruh terhadap produk gula rafinasi yang dihasilkan. Jika raw sugar yang digunakan memiliki kualitas yang tidak baik, maka dapat dipastikan produk gula yang dihasilkan pun akan berkualitas kurang baik. Selain itu, bahan baku didapatkan dari pan masakan A (Vacuum pan A) yang

menghasilkan gula A dan A molasses. Gula A akan lanjut ke proses remelt dan menghasilkan fine liquor sebagai bahan masak untuk pan masakan W (Vacuum pan White).



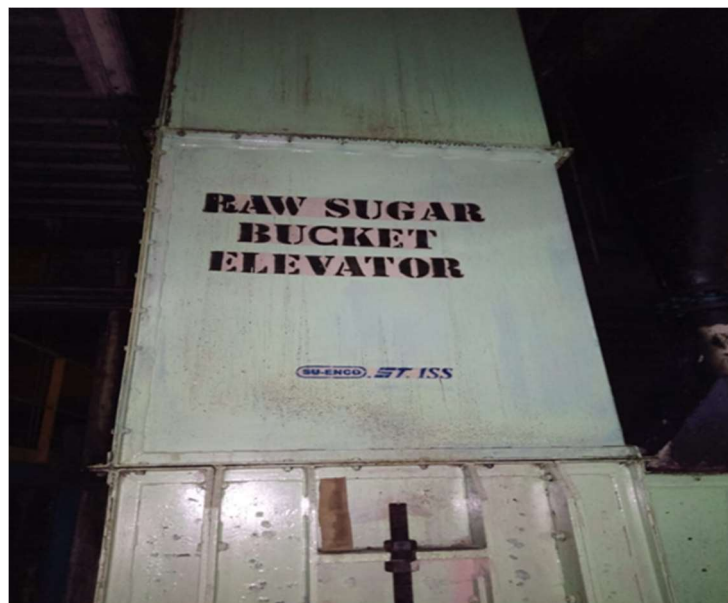
Gambar 46. Stasiun Purifikasi

III.5.1 Raw Sugar Handling

Raw sugar handling adalah proses untuk penanganan *raw sugar* sebelum dilakukan proses pengolahan *raw sugar*. Menurut Baikow (1978), *raw sugar* merupakan bahan baku pembuatan gula rafinasi. *Raw sugar* merupakan gula kristal mentah yang juga dihasilkan dari tebu, yang masih mengandung lapisan *molasses* yang menyelimuti kristal gula. Proses penanganan *raw sugar* meliputi gudang *raw sugar* sampai ke *weighing screw conveyor raw sugar*.

1. *Belt Conveyor*, dari gudang *raw sugar* dibawa menggunakan belt conveyor, PT. GMM memiliki 3 *belt conveyor* yaitu : *Belt conveyor* 1 menggunakan *bucket elevator* untuk mentransfer *raw sugar* menuju *belt conveyor* 2 yang selanjutnya melewati *belt conveyor* 3 menuju *raw sugar buffer bin*.

2. Dari *buffer bin* (tempat penampungan sementara), *raw sugar* turun menggunakan *bucket elevator* menuju ke timbangan *raw sugar*
 3. Setelah ditimbang *raw sugar* ditampung di *raw sugar receiver* untuk mengatur *flow sugar* dan *raw sugar* dibawa menggunakan *weighing screw conveyor raw sugar* menuju *mingler*.
 4. Pada *weighing screw conveyor raw sugar* ditambahkan *run off molasses/hot water* bersuhu 40-60°C untuk mempercepat laju transportasi *raw sugar* menuju *affination mingler*.
- Adapun gambar alat pada proses *Raw sugar handling* sebagai berikut.



Gambar 47. *Bucket Elevator*



Gambar 48. Buffer Bin

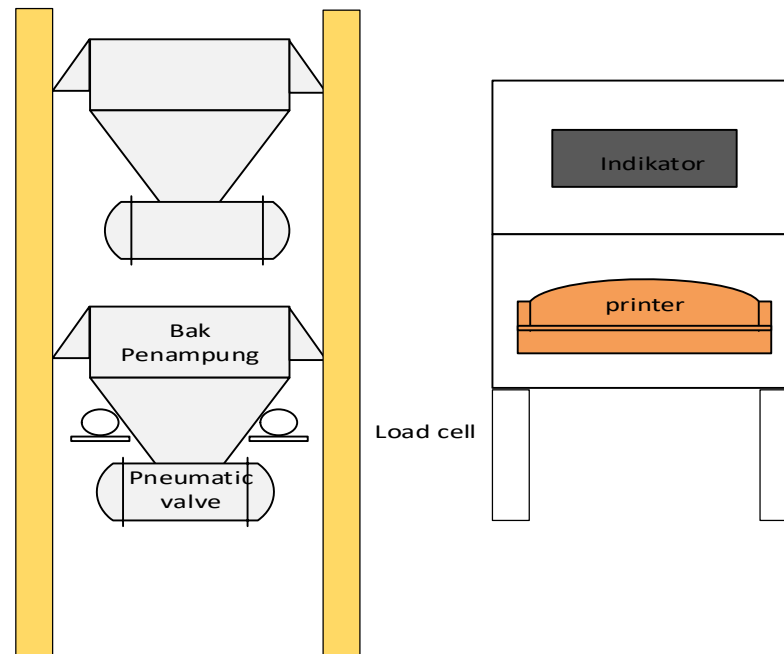
Tabel 7. Spesifikasi Alat Sugar Handling

| | |
|-----------------------------|--|
| <i>Raw sugar Buffer bin</i> | <i>Vertical cylindrical tanks with conical bottom</i> <i>Capacity: 150 tons each</i> <i>Size: 5,800 mm (D) x 8,500 mm (H)</i> <i>Material: Mild steel fabricated with flapper type sugar distributor.</i> |
| <i>Bucket elevator</i> | <i>Double strands chain and bucket type</i> <i>Capacity: 60 tons/hr.</i> <i>Elevator height: 21,930 mm</i> <i>Driven by 11 kW 45 rpm electric geared motor</i> |

III.5.2 Weighing Scale

Weighing Scale merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui berat *raw sugar* yang akan diolah. Sebelum ke *weighing screw conveyor*, *raw sugar* dari *buffer bin* yang berkapasitas 150 ton dibawa menggunakan *bucket elevator* untuk ditimbang. Timbangan *raw sugar* tiap satu siklusnya dapat menimbang 300 kg *raw sugar*. Setelah

ditimbang, *raw sugar* masuk ke *raw sugar receiver* dengan kapasitas 5 m³. Flow *raw sugar* jika giling stabil yaitu 25 m³/jam



Gambar 49. Weighing Scale

Bagian *Weighing Scale* dan fungsinya :

- 1) Printer
Alat untuk mencatat hasil penimbangan *raw sugar* setiap jam
- 2) Bak penampung
Untuk menampung *raw sugar* yang akan ditimbang
- 3) *Load cell*
Sensor pembacaan timbangan *raw sugar*
- 4) *Valve compressor*
Untuk membuka dan menutup valve *raw sugar* secara otomatis
- 5) Indikator
Untuk membaca hasil penimbangan *raw sugar* tiap siklus

Cara Kerja:

1. Nyalakan power *weighing scale raw sugar*
2. Buka valve compressor
3. Pastikan *pressure* udara compressor yang ada di regulator ± 6 bar
4. Atur *switch* pada posisi *AUTO*

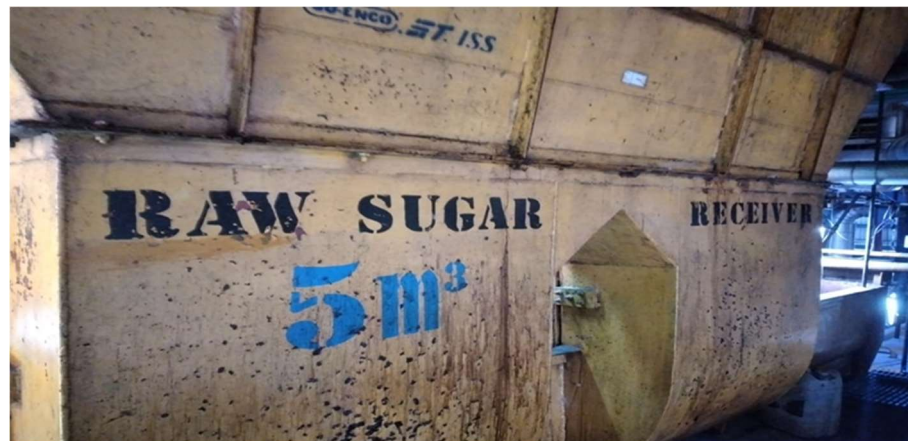
5. Start mesin printer dan pasang kertas pada mesin printer
6. Secara otomatis data penimbangan akan tercatat pada kertas printer tiap satu jam sekali
7. Tiap akhir *shift* diambil *print out* data penimbangan dan diberikan kepada supervisor jaga.

Tabel 8. Spesifikasi Weighing Scale

| | |
|----------------|---|
| Jenis | <i>Fully automatic, hopper type</i> |
| Kapasitas | 60 ton/jam |
| Tipe Timbangan | <i>Batch</i> , dengan indikator berat pada penghitung |
| Jumlah | 1 unit |

III.5.3 Raw Sugar Bin

Raw sugar receiver bin merupakan alat yang berfungsi sebagai tempat untuk menampung *raw sugar* yang keluar dari *weighing scale*. Setelah ditimbang *raw sugar* ditampung di *raw sugar receiver* untuk mengatur *flow sugar*, kemudian *raw sugar* dibawa menggunakan *weighing screw conveyor raw sugar* menuju *mingler*.



Gambar 50. Raw Sugar Receiver

Tabel 9. Spesifikasi Raw sugar Receiver

| | |
|-----------|---|
| Jenis | <i>Vertical cylindrical shape with conical bottom</i> |
| Kapasitas | 5 m ³ |

| | |
|----------------|-------------|
| Bahan/material | Baja ringan |
| Jumlah | 2 unit |

III.5.4 Weighing Screw Conveyor Raw Sugar

Weighing screw conveyor raw sugar berfungsi untuk membawa *raw sugar* dan *run off/hot water (pre-mingler)* dengan suhu 40-60°C, dimana penambahan bahan disesuaikan dengan kebutuhan. Biasanya pada awal produksi memakai *hot water* untuk mengencerkan *raw sugar*, tetapi jika *run off* (lapisan film yang masih menempel pada kristal gula yang di *spray/molasses* hasil cucian gula di puteran) sudah dihasilkan maka digunakan sebagai bahan utama pengenceran. Pada prosesnya setelah gula keluar dari *receiver bin*, *raw sugar* masuk ke *screw conveyor* yang membawa *raw sugar* ke *mingler*. Pada *screw conveyor raw sugar* ditambahkan *run off* atau *sweet water* sebanyak 10% dengan suhu 75°C, namun dapat juga ditambahkan *green molasses* dengan suhu 63-68°C, brix 74 -75 dan pH 7,2. Penambahan *green molasses* pada *screw conveyor* yaitu untuk membantu transportasi *raw sugar* menuju *mingler* agar waktu yang dibutuhkan lebih cepat.



Gambar 51. *Weighing Screw Conveyor*

Tabel 10. Spesifikasi *Weighing Screw Conveyor*

| | |
|-------|--|
| Jenis | <i>Helicoidal flight type conveyor</i> |
|-------|--|

| | |
|------------------|--------------------------|
| Kapasitas | 30 ton/jam |
| Ukuran | 600 mm (W) x 5300 mm (L) |
| Daya Dorong | 4 Kw |
| Kec. Putaran/mnt | 75 rpm |
| Jumlah | 1 unit |

III.5.5 Mingling Syrup

Mingling Syrup merupakan alat yang digunakan untuk mencampurkan *exhaust steam* dengan *green molasses*. Tujuan pencampuran *raw sugar* dengan pelarutnya (*mingling syrup*) adalah menurunkan viskositas dan melunakkan lapisan *molasses* pada permukaan kristal sehingga mudah dipisahkan dari kristal dengan menggunakan mesin *centrifugal*.



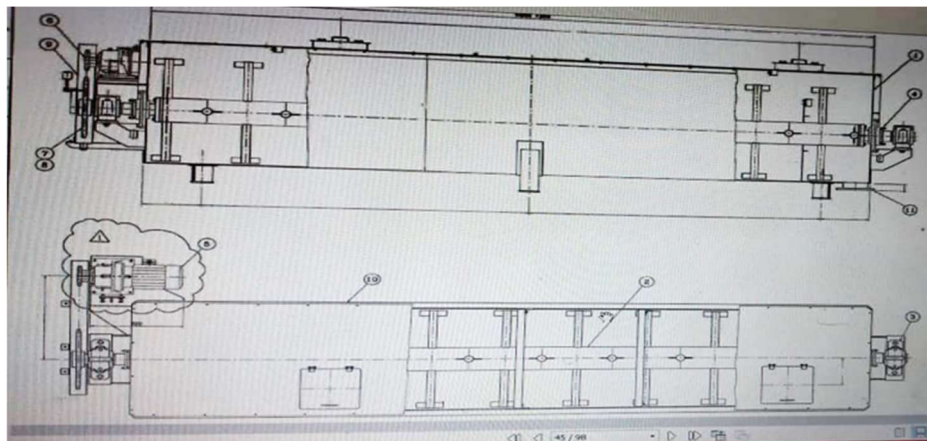
Gambar 52. Mingling Syrup

Tabel 10. Spesifikasi Mingling Syrup

| | |
|--------------------|---|
| Jenis | <i>Vertical Cylindrical tank with stirrer</i> |
| Kapasitas | 3,7 m ³ |
| Ukuran | 1450 mm (D) x 2250 mm (H) |
| Penggerak pengaduk | Motor gigi roda listrik 1,5 Kw |
| Jumlah | 1 Unit |

III.5.6 Mingler

Mingler merupakan alat untuk mencampur *raw sugar* dengan *sweet water/hot water* hingga menghasilkan magma dengan brix ± 90 . Pada *mingler* ditambahkan *sweet water/hot water* pada saat *run off* belum dihasilkan. Suhu di *mingler tank* dijaga pada suhu $75-80^{\circ}\text{C}$ dengan volumenya 70% atau setara magma diatas poros. Proses di *mingler tank* bertujuan untuk mencampur *raw sugar* dan *sweet water/run-off* hingga menjadi *raw magma* dengan brix 90%. *Mingler* berfungsi untuk menurunkan viskositas lapisan tetes/*molasses*, menghindari terjadinya penggumpalan, menjaga kestabilan suhu, konsentrasi, homogenitas magma untuk dilakukan pemutaran di mesin sentrifugal. Setelah dari *mingler*, magma diputar di sentrifugal affinasi untuk menghasilkan gula affinasi.



Gambar 53. Sketsa *Mingler*



Gambar 54. *Mingler*

Bagian-bagian *Mingler* dan fungsinya:

1) Pengaduk

Untuk mengaduk *raw sugar* dan *hot water* yang masuk ke dalam *mingler* supaya dapat melebur dengan baik

2) Gear besar

Gear yang disatukan dengan gear kecil menggunakan rantai untuk menghantarkan tenaga dari turbin supaya dapat menggerakkan pengaduk di dalam *mingler*.

2) Gear kecil

Gear yang disatukan dengan gear besar menggunakan rantai untuk menghantarkan tenaga dari turbin supaya dapat menggerakkan pengaduk di dalam *mingler*.

3) Rantai

Untuk menghubungkan gear besar dan gear kecil

4) *Input Raw sugar*

Untuk menghubungkan gear besar dan gear kecil

5) *Input Hot water*

Tempat masuknya aliran *hot water* ke dalam *mingler*

6) *Output magma*

Tempat untuk keluarnya magma dari *mingler*

Cara Kerja:

1. Persiapkan peralatan *mingler* dengan baik seperti, pengaduk, pipa-pipa aliran dan gear maupun rantai.
2. Tekan tombol “ON” untuk menggerakkan sprocket supaya pengaduk dalam *mingler* dapat bergerak.
3. *Raw sugar* dari *weighing scale* masuk ke dalam *mingler* yang dibawa dengan *screw conveyor*.
4. Buka arah aliran *hot water* ke dalam *mingler*.
5. *Raw sugar* dan *hot water* akan dilebur dengan pengaduk di dalam *mingler* menjadi magma yang akan di teruskan menuju *affination centrifugal*.

Tabel 11. Standar *Operasional Mingler*

| Parameter | Kriteria |
|-------------------|---------------|
| Brix magma | 90 % |
| Suhu magma | 40 – 60°C |
| Homogenitas magma | tetap terjaga |

Tabel 12. Spesifikasi *Mingler*

| | |
|--------------|--|
| Jenis | <i>U-shape horizontal trough woth screw type</i> |
| Ukuran | 1400 mm (W) x 7000 mm (L) |
| Penggerak | Motor listrik 4 Kw |
| Kec. Putaran | 58 rpm |
| Jumlah | 1 Unit |

III.5.7 Affination Run-Off Receiving Tank

Affination Run-Off Receiving Tank merupakan alat yang berfungsi untuk meyimpan *run-off* atau lapisan film yang masih menempel pada kristal gula yang di *spray/molasses* hasil cucian gula di sentrifugal (puteran). Di dalam tangka penyimpanan terdapat pengaduk untuk mengaduk *run off* yang masuk ke dalam tangki. *Run-off* akan digunakan sebagai bahan utama untuk mengencerkan *raw sugar*. *Run-off* akan ditambahkan ke dalam *mingling tank* melalui bantuan pompa. Pompa yang digunakan adalah pompa jenis *Centrifugal pump* yang digerakkan oleh motor listrik 1,5 kW dengan kapasitas 20 m³/jam.

Gambar 55. *Affination Run-Off Receiver Tank*

III.5.8 Centrifugal Affination

Penyiraman dengan air. Mudah tidaknya proses pemisahan tergantung pada brix magma. Jika kurang dari angka brix standar maka akan melarutkan gula namun jika berlebih akan sulit mengalir, karena terlalu kental.



Gambar 56. *Centrifugal Affinasi*

Bagian *Centrifugal Affinasi* dan fungsinya :

- 1) Basket : tempat tampungan bahan yang di putar
- 2) haft as : puteran yang memutar bahan yang diputar.
- 3) *Upper & lower valve* : tempat input bahan
- 4) Distributor : tampungan sementara bahan yang akan diputar.
- 5) *Spray hot water* : untuk membersihkan gula dari mother liquornya.
- 6) *Spray steam* : untuk memutihkan gula yang di putar.
- 7) *Peller* : untuk menyekrap gula di dalam basket.
- 8) *Buttom cover* : tutup bawah HGF (jalur keluar gula)
- 9) *Screen* : saringan pada basket puteran.
- 10) Rem puteran : berfungsi untuk mengurangi putaran HGF.
- 11) Jalur *molasses* : jalur pengeluaran *molasses* hasil pemisahan dari puteran.

Cara kerja :

- 1) Puteran dalam keadaan kosong, di putar perlahan dengan rpm 170, kemudian di *spray* air untuk pembersihan alat.
- 2) Untuk pengisian bahan, valve pengisian dibuka sampai volume dan ketebalan tertentu
- 3) Valve pengisian ditutup setelah volume masakan cukup
- 4) Putaran dipercepat hingga rpm 1200, dan pada kecepatan putar ± 800 rpm dilakukan penyemprotan dengan *hot water* suhu 90°C selama beberapa saat sampai gula sudah bersih dari *molasses*
- 5) Kristal gula akan tertahan saringan, sedangkan *molasses* akan keluar melalui saringan
- 6) Setelah pemisahan antara kristal gula dengan *molasses* karena adanya gaya sentrifugal, maka rpm diturunkan dengan mengerem perlahan - lahan.
- 7) Setelah putaran menurun hingga 70 rpm, katup pengeluaran akan dibuka menggunakan *pneumatic*.
- 8) Kemudian gula yang ada di dalam basket di skrap dengan *peller* yang ada di puteran dengan menekan tombol *peller rotation* dan *peller down* pada layar puteran HGF.

Tabel 13. Standar Operasional *Centrifugal Affinasi*

| Parameter | Kriteria |
|--|--------------|
| Penghilangan warna | 60-70 % |
| Purity gula affinasi | $\geq 99,5$ |
| Kandungan gula invert/ | $\leq 0,1$ % |
| Kandungan abu | $\leq 0,1$ % |
| Berat gula affinasi terhadap gula mentah | 85-90 % |

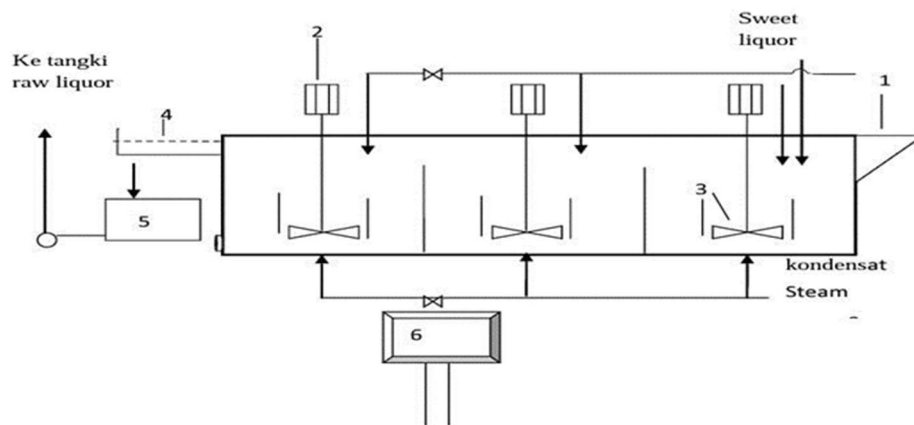
Tabel 14. Spesifikasi *Centrifugal Affinasi*

| | |
|-------------------|---|
| Jenis | Batch type fully automatic centrifugals |
| Kapasitas | 1250 kgs massecuite/charge |
| Jumlah siklus/jam | 24 |

| | |
|-----------|--------------------------------------|
| Penggerak | Motor vertical dengan system control |
| Jumlah | 2 unit |

III.5.9 Melter

Didalam pabrik gula rafinasi stasiun ini disebut Stasiun Afinasi (*Affination Station*). Pada proses peleburan gula terdapat 2 alat yaitu *melter* dan *Remelt*. Gula A hasil dari putaran A (cukup diputar satu kali), A Sugar dihasilkan dengan *color* (warna) ± 1200 IU, melalui screw conveyor langsung dilebur dalam *sugar melter* (Instalasi Peleburan Gula) sampai mencapai kekentalan sama dengan Nira Kental $\pm 65-70\%$ brix. Proses peleburan menggunakan air panas (*Hot Water*) dan *sweet water*, dipanaskan sampai $70 - 80^{\circ}\text{C}$ dengan menggunakan media pemanas uap bekas. Leburan gula A ini disebut *Raw Liquor*. Pelaksanaan proses peleburan dikendalikan oleh operator, untuk mengatur suhu dan kekentalan (*density*) *Raw Liquor* yang dihasilkan



Gambar 57. Sketsa Melter



Gambar 58. Alat Melter

Bagian *Melter* dan Fungsinya :

- 1) Magma Inlet
Tempat untuk masuknya *raw sugar*
- 2) Motor Penggerak
Untuk menggerakkan pengaduk
- 3) Pengaduk
Untuk mengaduk *raw sugar*
- 4) Magma Outlet
Tempat untuk keluarnya *raw liquor* dan disaring agar kotoran tidak terikut
- 5) Peti *raw liquor*
Untuk menampung *raw liquor*
- 6) Layar otomatis brix dan pH
Untuk mengetahui brix dan pH secara otomatis
- 7) *Drain*
Untuk mengetap melter

Cara kerja :

1. Siapkan alat *remelter* dengan baik, seperti pengaduk, pipa *input*, pipa *output*, dan layar pengecek brix dan pH.
2. Gula A dari hasil putaran A melalui *screw conveyor* akan dibawa menuju *remelter*.

3. *Raw sugar* dari proses sentrifugal affinasi dibawa dengan *screw conveyor* masuk ke dalam *remelter*
4. Setelah gula A dan *raw sugar* masuk ke dalam remelter, proses selanjutnya yaitu peleburan dengan menggunakan pengaduk yang ditambahkan *hot water/sweet water* hingga mencapai suhu 70 - 80°C dengan menggunakan media pemanas uap bekas.
5. Hasil dari proses peleburan akan keluar melalui jalur pipa outlet. Hasil peleburan tersebut adalah *Raw liquor*.
6. *Raw liquor* akan menuju proses selanjutnya ke *carbonator*

Tabel 15. Standar Operasional *Remelting*

| Parameter | Kriteria |
|------------------|-----------------|
| Brix | 60-68° brix |
| Color | < 1500 IU |
| Suhu | 80-85°C |

Tabel 16. Spesifikasi *Remelting*

| | |
|---------------|--|
| <i>Melter</i> | U-shape with agitator Capacity: 18.5 m ³ Size: 2,000 mm. (W) x 5,000 mm. (L) Driven by electric motor 11 kW |
| <i>Remelt</i> | Rectangular tank with screen Capacity: 7.2 m ³ Size: 1,200 mm (W) x 3,000 mm (L) x 2,000 mm (H) Material: Mild steel fabricated/stainless steel screen |

III.5.10 Remelter Receiver tank

Raw Liquor mengalir ke *remelt tank* untuk disaring dengan menggunakan saringan ukuran 100 mesh. Keluar dari tanki *remelt*, *raw liquor* di pompa ke *liming unit* untuk di tambahkan susu kapur (*lime milk*). Proses peleburan gula akan meningkatkan warna gula yang dilebur $\pm 10\%$.



Gambar 59. Remelter Receiving Tank

III.5.11 Direct Contact Heater

Direct Contact Heater merupakan alat yang digunakan untuk mengontakkan panas secara langsung kepada bahan. Pada prosesnya DCH berfungsi untuk memanaskan gula A dengan bantuan steam (uap bekas) sampai dengan suhu 70 - 80°C.



Gambar 60. Direct Contact Heater

Tabel 17. Spesifikasi DCH

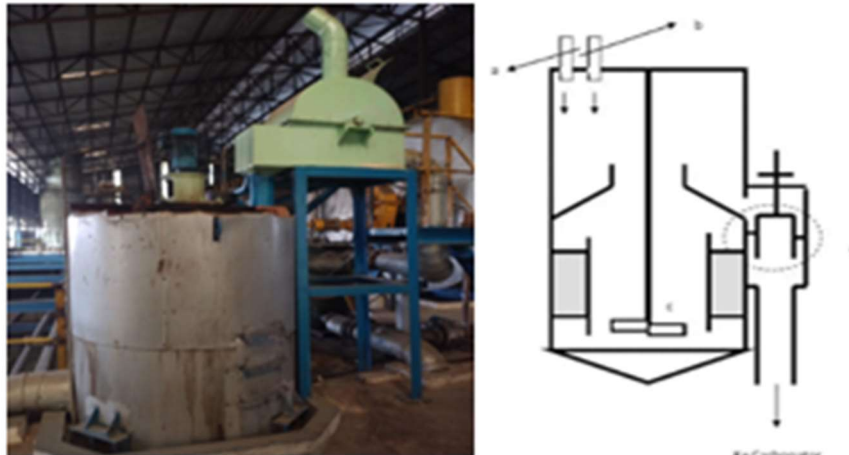
| | |
|----------------|--|
| Jenis | <i>Vertical cylindrical/internal partition</i> |
| Ukuran | 1800 mm x 3000 mm (H) |
| Material/bahan | 3CR12 |
| Jumlah | 1 unit |

III.5.12 Liming Mixing Tank

Merupakan tanki reaksi berpengaduk yang berfungsi sebagai tempat pencampuran raw liquor dengan susu kapur $\pm 10^\circ\text{be}$ yang diaduk secara homogen hingga diperoleh larutan dengan pH yang di jaga 10.5. Raw Liquor yang masih mengandung bukan gula (impurities) $\pm 4\%$ selanjutnya diproses di stasiun pemurnian remelt karbonatasi. Raw Liquor direaksikan dengan susu kapur Ca(OH)_2 di liming unit penambahan susu kapur sampai pH raw liquor mencapai 10,5. Selanjutnya limed liquor masuk ke tangki liming unit untuk menghomogenkan limed liquor. Penambahan susu kapur ini sekitar 1 kg kapur/ton gula A. Limed liquor masuk ke tanki karbonator. Susu kapur dengan kekentalan 10 be berasal dari pemadaman kapur tohor (CaO) dengan menggunakan air panas. Proses ini disebut sebagai lime mixing dan dari proses ini menghasilkan liming raw liquor dengan pH 10,5 – 11. Pencampuran larutan gula dan susu kapur yang control operasinya diatur oleh control valve masuk pada draft tube tanki kemudian secara axial keluar dari bottom draft tube dan overflow menuju karbonator. Agar reaksi berlangsung stabil, kekentalan susu kapur ini dikendalikan dengan menggunakan alat pengatur otomatis yang menjaga pH limed liquor. Sasaran :

1. Diupayakan waktu tinggal seminimal mungkin (30 – 40 detik). karena larutan bersifat sangat alkalis. Oleh kare
2. Larutan homogen disetiap bagiannya dengan tujuan agar ion Ca^{++} tersebar merata dalam larutan.

3. Terbentuknya ion Ca^{++} *excess* dalam larutan yang berikatan dengan molekul-molekul sukrosa membentuk ikatan basa kuat dan asam lemah yang sangat mudah tersubstitusi oleh gas CO_2 dalam karbonator. Itulah kadar gula reduksi pada raw liquor harus seminimal mungkin.



Gambar 61. Skema Alat pada *Liming Tank*



Gambar 62. *Liming Unit*

Bagian *Lime mixing tank* dan fungsinya :

- 1) Line susu kapur
Tempat masuknya susu kapur ke dalam *lime mixing tank*
- 2) *Line Raw Liquor*
Tempat masuknya *raw liquor* ke dalam *lime mixing tank*
- 3) Pengaduk

Untuk mengaduk *raw liquor* dengan susu kapur supaya homogen

4) *Telescope*

Untuk mengetahui kinerja masing-masing bagian

Tabel 18. Standar Operasional *Liming Unit*

| Parameter | Kriteria |
|---------------|-------------|
| pH | 10,5 |
| Waktu tinggal | ±30 menit |
| Susu kapur | 10,5-11° Be |

Tabel 19. Spesifikasi Alat *Lime Mixing Tank*

| | |
|--------------------|---|
| <i>Liming tank</i> | <i>Vertical cylindrical/stirrer</i> <i>Capacity: 1 m³</i> <i>Size: 1,200 mm. (D) x 1,300 mm. (H)</i> <i>Agitator driven by electric motor 1.5 kW with speed reducer</i> <i>Material: Mild steel fabricated</i> |
| <i>Lime unit</i> | <i>Rotary bucket (wheel) type</i> <i>Driven by 0.25 kW variable speed motor drive</i> <i>Material: welded mild steel construction</i> |

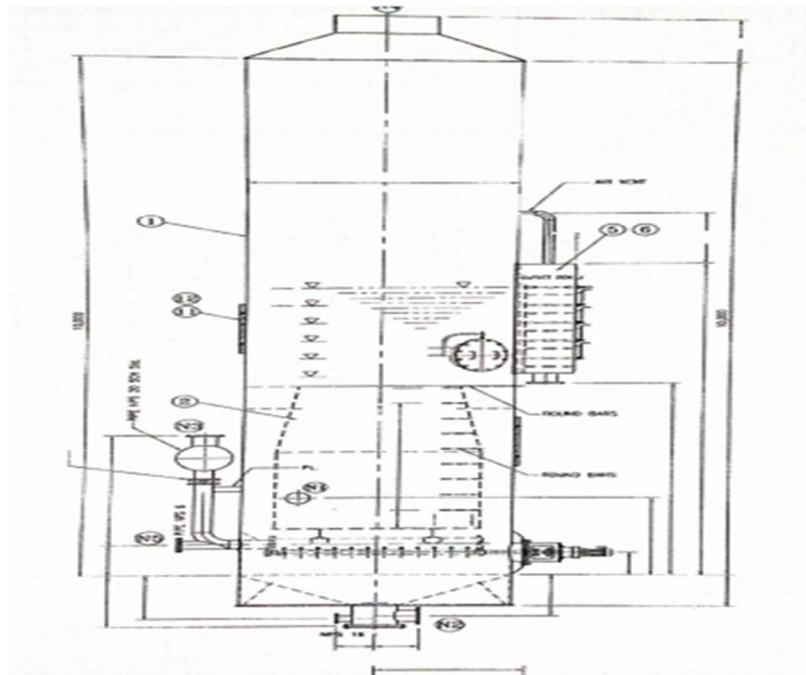
III.5.13 Carbonator

Merupakan reaktor tempat terjadinya reaksi antara susu kapur (ion Ca^{++}) yang di hembus dengan gas karbon dioksida ($\text{CO}_2(\text{g})$) secara *counter current* terhadap aliran *limed liquor* membentuk endapan CaCO_3 (s) yang berwarna putih dalam larutan yang bersifat mereduksi warna, memiliki daya absorpsi yang tinggi dalam mengikat koloid dalam larutan. Di GMM menggunakan sistem *double carbonator* dengan waktu tinggal *raw liquor* di dalam karbonator sekitar 45 menit. Di dalam *carbonator limed liquor* di tambahkan gas CO_2 yang di peroleh dari penyadapan CO_2 dari cerobong boiler. Reaksi antara CaO dan CO_2 ini menghasilkan

endapan CaCO_3 yang volumineus dan kristalen. *Limed liquor* dengan pH 10.0 – 11,0 (standar di *setting* pH 10,5) mengalir secara gravitasi ke tanki karbonator I. Karbonator dilengkapi dengan alat pemanas *type Coil* dengan media pemanas *exhaust steam*, suhu karbonator di jaga 60 – 65°C (suhu optimum reaksi absorpsi). Untuk meningkatkan adsorpsi fisik terhadap adsorben, untuk mengalirkan *liquor* ke karbonator 2 menggunakan gaya gravitasi. Keberhasilan reaksi adsorpsi di tandai dengan penurunan pH dan perubahan warna pada *limed liquor* yang diabsorpsi. *Liquor* dari tanki karbonator I dialirkan secara gravitasi menuju karbonator II dan disirkulasi hingga tercapai reaksi yang diinginkan pada pH dan suhu operasi optimumnya. Reaksi semakin sempurna dengan semakin banyaknya terbentuk endapan *calcium carbonat* yang secara fisis terjadinya perubahan warna pada larutan setelah reaksi (warna kopi susu) dan penurunan pH pada larutan. Reaksi Karbonatasi : Reaksi CO_2 (gas asam arang) dengan Ca^{++} :



Gas CO_2 tersebut di peroleh dari penyadapan CO_2 dari cerobong boiler. Reaksi antara CaO dan CO_2 ini menghasilkan endapan CaCO_3 . Susu kapur dengan kekentalan 10°Be berasal dari pemadaman kapur tohor (CaO) dengan menggunakan air panas. Tujuan dari proses tersebut untuk memurnikan kembali serta menurunkan warna *liquor*. Proses karbontasi ini dilakukan sebanyak 2 kali, sasaran pH karbonatasi I adalah 9,0-9,5 dan pH 7,0-8,5 untuk karbonatasi II.



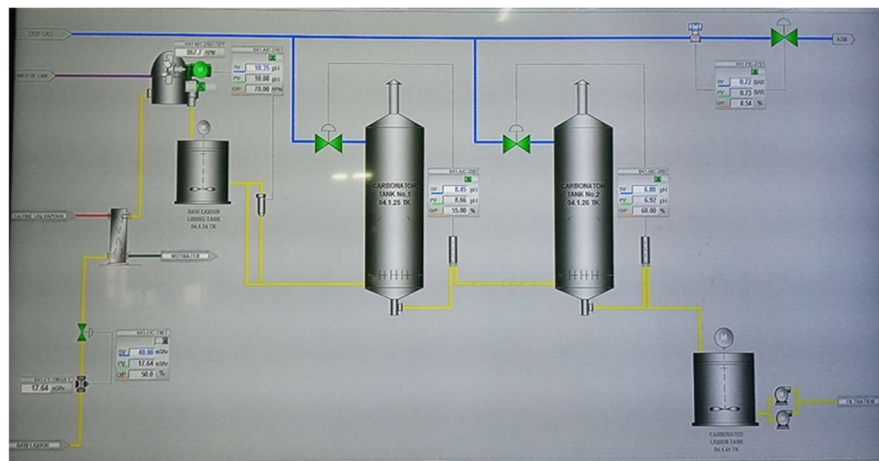
Gambar 63. Sketsa *Carbonator*



Gambar 64. *Carbonator*



Gambar 65. Tanki *Carbonated Liquor*



Gambar 66. Alur proses karbonatasi

Bagian Carbonator dan fungsinya :

- 1) Gas outlet
Tempat keluarnya gas CO₂
- 2) Juice outlet
Tempat keluarnya *raw liquor*
- 3) Juice inlet
Tempat masuknya *raw liquor*
- 4) Gas inlet CO₂

Tempat masuknya gas CO₂

5) *Steam inlet*

Tempat masuknya uap ke karbonator

6) *Steam outlet*

Tempat keluarnya uap ke karbonator

7) Sirkulasi masuk

Tempat masuknya sirkulasi *raw liquor*

8) Pipa pemanas

Sebagai jalan sirkulasi *raw liquor*

9) Termometer

Berfungsi untuk mengetahui suhu larutan pada karbonator

10) *Manhole*

Berfungsi sebagai lubang keluar masuknya orang untuk membersihkan karbonator

Cara Kerja:

1. Koordinasi dengan bagian *Utility* untuk menyiapkan susu kapur dengan Be 12° dan mengirimkan ke tangki *lime holding*.
2. Alirkan *raw liquor* dari remelt tank, stabilkan laju air dengan mengatur kecepatan aliran dengan DCS 25-50 m³/jam.
3. Jaga suhu *raw liquor* 70-85°C menggunakan plate heater.
4. Jalankan pengaduk Defekator/*liming tank*.
5. Alirkan susu kapur ke dalam tangki *liming unit* sampai pH10,5-11 (atur menggunakan DCS) pastikan dan bandingkan nilai pH pada DCS dengan kertas lakmus secara berkala. Jika terdapat perbedaan >1 lakukan pembersihan elektroda dengan larutan pencuci.
6. Alirkan CO₂, dan jalankan motor karbonator II. Setting pH menggunakan DCS, karbonator I pH 9,3-9,5 dan karbonator II 8,0- 8,3.
7. Apabila pH diluar standart cek apakah *supply* kapur berjala secara baik atau terjadi blocking pada pompa kapur, cek juga *supply* CO₂ yang menuju karbonator dengan melihat pressure dan kadar CO₂ (8%-10%),

terakhir *ajust setting open valve supply* CO₂ menuju karbonator secara manual sampai didapatkan pH yang diinginkan lalu setting secara auto.

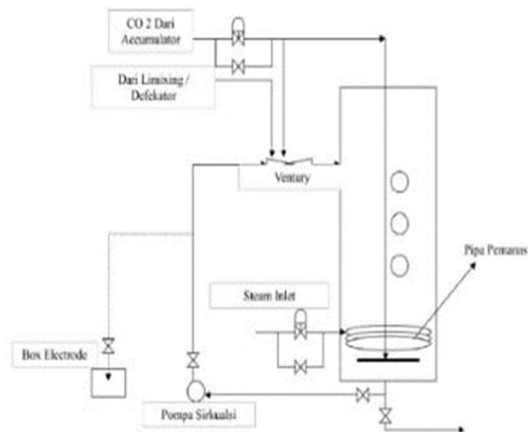
8. Jika pH belum sesuai akan tetapi analisa laborat menunjukkan pH yang normal maka lakukan kalibrasi pH meter dengan larutan buffer pH 6,3 dan pH 9,2.
9. Catat parameter operasional pada *Form Affination and melting station* dan *Form carbonator Report*

a. Karbonator I

1. Pembentukan endapan Kristal CaCO₃ (s) yang voluminous dan gelatinous (baikow)
2. Penggunaan 75 – 85 % dari total gas
3. Waktu tinggal 40 – 80 menit
4. Suhu 65 – 70°C
5. pH keluar dari karbonator I : 9.0 – 9.5
6. Gas tersebar merata dan ukuran gelembung kecil
7. Sirkulasi *liquor* minimal 1 kali (warna larutan cenderung masih coklat)
8. Effisiensi Absorpsi 30-35 % (bukaan valve CO₂ 55 – 65%)

b. Karbonator II

1. Terbentuk endapan kristal yang lebih seragam dan lebih besar
2. Mudah di tapis
3. Terjadi pengikatan senyawa abu dan kadar kapur < 300 ppm CaO
4. pH liquor dari karbonator 8.0 – 8.5
5. Suhu reaksi 70 – 75°C
6. Warna larutan seperti kopi susu kearah cream
7. Effisiensi absorpsi 10 – 15%.



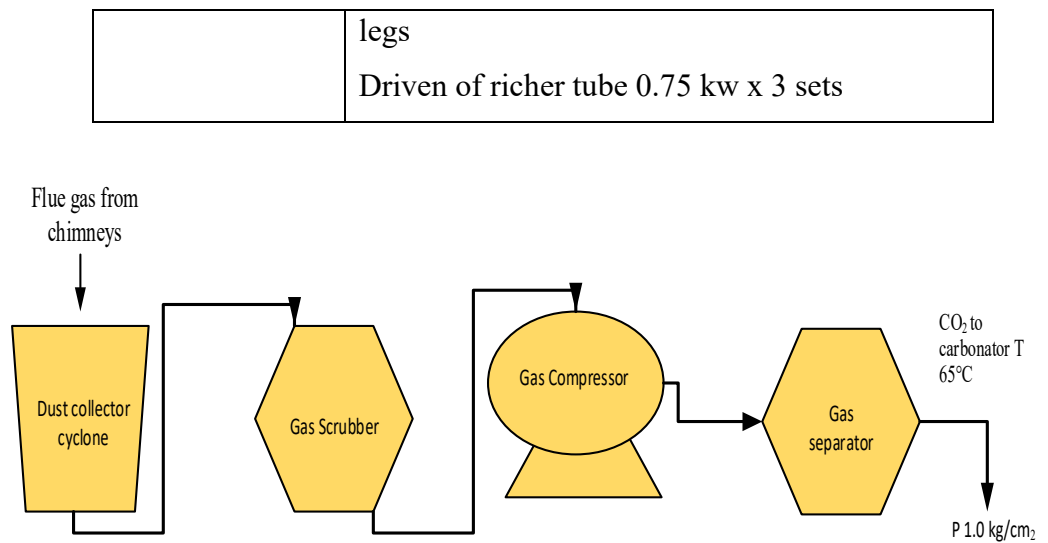
Gambar 67. Proses Karbonator

Tabel 20. Standar Operasional Carbonator

| Parameter | Kriteria |
|-----------------------|----------|
| pH carbonator I | 9,0-9,5 |
| pH carbonator II | 7,0-8,5 |
| Kadar CO ₂ | 8-12% |
| Suhu operasional | 65-85°C |

Tabel 21. Spesifikasi Carbonator

| | |
|---------------------|--|
| <i>Carbonator 1</i> | <p>Vertical cylindrical tank with self cleaning gas distributor</p> <p>Retention time: 45 minutes</p> <p>Size: 2,400 mm. (D) x 6,000 mm. (H) (approx.)</p> <p>Material: Mild steel fabricated with supporting legs</p> <p>Driven of richer tube 0.75 kw x 3 sets</p> |
| <i>Carbonator 2</i> | <p>Vertical cylindrical tank with self cleaning gas distributor</p> <p>Retention time: 45 minutes</p> <p>Size: 2,400 mm. (D) x 6,000 mm. (H) (approx.)</p> <p>Material: Mild steel fabricated with supporting</p> |



Gambar 68. Alur CO₂ Preparation



Gambar 69. Alat CO₂ Preparation

Gas buang yang berasal dari boiler masih banyak mengandung *impurities* (kotoran), sehingga perlu peralatan pendukung untuk memisahkan secara optimal antara *flue* gas dengan kotorannya :

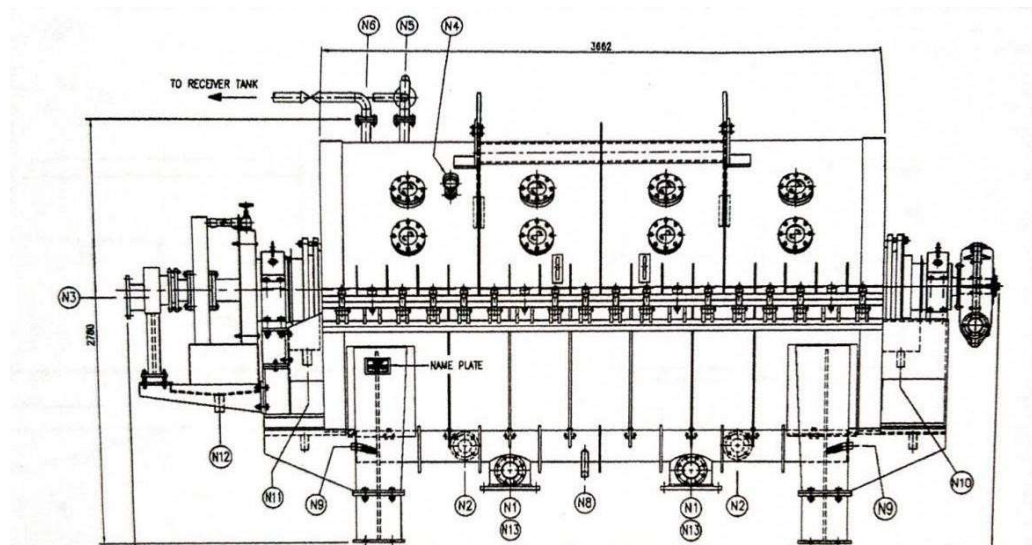
- ✓ *Flue Gas Dust Collector (Dry Cyclone)* : berfungsi untuk menangkap kotoran kasar dalam gas buang boiler serta dilengkapi dengan *rotary valve* yang berguna untuk membuang abu yang tertangkap.
- ✓ *Wet Gas Scrubber* : pada peralatan ini air pencuci dialirkan secara *counter current* terhadap aliran gas yang berasal dari cyclone separator yang berfungsi untuk menghilangkan senyawa sulphur dan bituminous yang masih terkandung dalam *flue* gas boiler.

- ✓ *Ventury Scrubber (gas Cooler)* : berfungsi untuk lebih memaksimalkan penangkapan abu yang masih terbawa oleh flue gas serta menurunkan suhu gas CO₂ hingga suhu 60°C setelah melewati *ventury* yang di *spray* dengan air dingin.
- ✓ *Mist Catcher (water Catcher)* : berfungsi untuk menangkap air yang mungkin terikut dalam gas CO₂ hasil dari *wet scrubber* maupun gas *cooler*.
- ✓ Dari *Mist Catcher*, gas CO₂ ditampung dalam *receiver* CO₂ gas kemudian dipompakan oleh *compressor* CO₂ (water ring Compressor) dengan 1 kg/cm². Gauge (60°C) menuju CO₂ *accumulator*.

Gas CO₂ yang telah dibersihkan dari *impurity*-nya dengan kadar 8-12 % volume, suhu gas CO₂ di *accumulator* di jaga 60 – 65°C (maksimal 70°C), tekanan diatur 0,5 – 0,7 kg/cm²g menggunakan *safety valve* sebagai *pressure controller*. Untuk menjaga kadar air yang terkandung, tekanan dalam *accumulator* CO₂, dilakukan pengetapan minimal 1x / 15 menit.

III.5.14 RPLF

Rotary Pressure Leaf Filter merupakan alat penapis yang berfungsi untuk memisahkan *Carbonated Liquor* menjadi *sweet sludge* dan *brown liquor*. Pada proses penapisan pertama diperoleh *brown liquor 1* kemudian penapisan kedua diperoleh *brown liquor 2*. Apabila kualitas filtrate tapis I sudah memenuhi sasaran yang diinginkan untuk kualitas *fine liquor* maka tapis II tidak diperlukan, *filtrate* tapis I (*brown liquor 1* setara *brown liquor 2*) langsung dimasukkan ke tanki *brown liquor*. Karena ukuran endapan koloid yang terbentuk sangat halus dan kecepatan pengendapan sangat rendah, maka perlu menggunakan media berupa filter aid yang berfungsi untuk melapisi 39 Daun Filter yang terbungkus oleh *cloth*.



Gambar 70. Sketsa RPLF



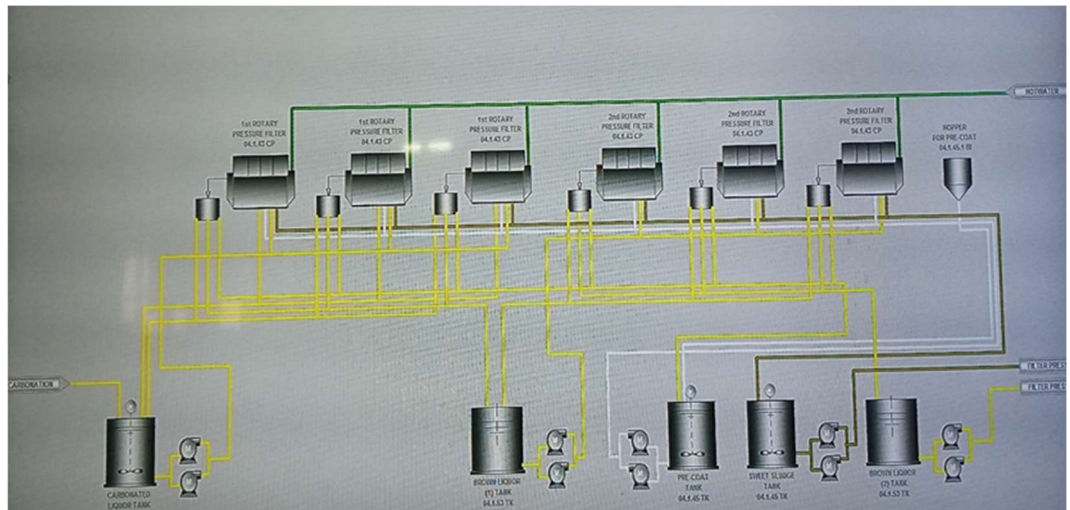
Gambar 71. Alat RPLF



Gambar 72. Tangki Brown Liqour 1



Gambar 73. Tangki Brown Liqour



Gambar 74. Alur RPLF

Bagian RPLF dan fungsinya :

- 1) *Ventilor*/buangan udara
Berfungsi untuk mengeluarkan gas-gas yang tidak larut
- 2) *Afsluiter*
Berfungsi untuk membuka dan menutup aliran nira
- 3) Manometer tekanan
Untuk mengetahui tekanan *sludge cake*
- 4) *Drain valve* induk
Untuk membuka dan menutup aliran material dalam bentuk cairan
- 5) Pipa dan *valve inlet carbonated liquor*
Untuk membuka dan menutup aliran masuknya *carbonated liquor*
- 6) Pipa dan *valve inlet brown liquor*
Untuk membuka dan menutup aliran masuknya *brown liquor*
- 7) Pipa dan *valve inlet pre-coating*
Untuk membuka dan menutup aliran masuknya *pre-coating*
- 8) Pipa dan *valve inlet* air panas (kondesat)
Untuk membuka dan menutup aliran masuknya air panas dari kondesat
- 9) *Sight glass*
Untuk melihat keruh dan tidaknya larutan

- 10) Pipa dan *valve* ke tangki *pre-coating*
Untuk membuka dan menutup aliran *pre-coating* dari RPLF ke tangki *pre-coating*
- 11) Pipa dan *valve* ke tangki *clear liquor*
Untuk membuka dan menutup aliran *clear liquor* dari RPLF ke tangki *clear liquor*
- 12) Pipa dan *valve* ke tangki *brown liquor*
Untuk membuka dan menutup aliran *brown liquor* dari RPLF ke tangki *brown liquor*
- 13) Pipa dan *valve* ke tangki *carbonated*
Untuk membuka dan menutup aliran *carbonated* dari RPLF ke tangki *carbonated*
- 14) Thermometer
Untuk mengetahui suhu larutan

Cara Kerja Mekanisme Penapisan dan operasional:

- a. Persiapan Operasi
 1. Cek kelengkapan peralatan seperti pompa, valve, pipa-pipa penghubung semua berfungsi dengan baik
 2. Cek sentral power pada panel pada posisi *ON* (lampu pada MCC 8 menyala)
 3. Buka *vent valve* di bagian atas filter
 4. Siapkan filter aid sebanyak 1 bag (± 20 kg) untuk tiap satu siklus filtrasi, masukkan ke dalam tangki PRC.
 5. Pada bak feeding filter aid, kemudian jalankan tangki sampai level 70% dengan
- b. *Precoating* (penempelan filter aid pada *filter cloth leaf filter*)
Tujuan melapisi daun filter dengan luas tapis masing-masing 160 m^2 dengan media tapis yang berguna untuk memperkecil ukuran pori-pori media saring dan sangat membantu proses penyaringan dengan waktu operasi berkisar 10 - 20 menit. Ada 2 jenis filter aid :
 - ✓ Tanah Diatomae : berasal dari fosil alga, berpori, ringan, inert

(tidak berpengaruh pada sifat fisika dan kimia filtrate

✓ Perlite : berasal dari biji perlite yang telah dilunakkan dan digiling

Cara Pengoperasian:

- 1) Larutkan media dengan air panas dan aduk hingga merata
- 2) Buka ventilasi *rotary pressure leaf filter*
- 3) Buka semua *valve* tiap daun filter dan buka *valve* induk arah tangki *precoating*
- 4) Jalankan elektromotor *leaf filter*
- 5) Jalankan pompa *precoating* dan sirkulasi media
- 6) Setelah *overflow*, tutup ventilasi dan amati hingga larutan yang melewati *sight glass* dan *valve* daun filter jernih. Larutan jernih artinya filter aid telah menempel
- 7) RPLF siap melakukan penyaringan



Gambar 75. Tangki Pre-Coating

c. *Sweetening On*

Filtrat Pertama dari hasil penapisan masih keruh, filtrat ini dialirkan kembali ke peti tunggu *carbonated liquor* atau *brown liquor*. Hal ini bertujuan untuk membentuk lapisan *filter cake* yang melekat pada permukaan *filter cloth* yang sebelumnya telah dilapisi filter aid. Adapun lama prosesnya berkisar 10 – 15 menit.

d. Penapisan

Bertujuan untuk menapis *carbonated liquor* hingga diperoleh *brown liquor* 1 pada tapis I dan menapis *brown liquor* 1 hingga diperoleh *brown liquor* 2 sebagai produk utama pada penapisan RPLF pada tapis II. Setiap tahap penapisan harus melalui tahap *precoating* yang berguna untuk menjaga agar kain tapis selalu dalam keadaan berpori sehingga kapasitas tapis menjadi besar. Kain tapis yang digunakan adalah kain tapis sintetis yang terbuat dari *Polypropilene* atau Monel.

Cara pengoperasian :

- 1) Buka *valve outlet* pompa CLQ ke tangki
- 2) Ubah posisi *valve inlet* dari *precoating* ke *carbonated liquor* pada tapis I, atau ke *brown liquor* pada tapis II dilanjutkan dengan menjalankan pompa. Hasil penapisan I dimasukkan ke tangki *precoating* terlebih dahulu hingga *sight glass* tampak jernih, hal ini bertujuan untuk menjaga tingkat kekentalan (% brix) dari *brown liquor* yang dihasilkan, pengisian air ke tangki *precoating* dapat diminimalkan.
- 3) Penapisan pertama arahkan ke tangki *precoating* sambil pengamatan pada *sight glass* hingga jernih. Setelah jernih arahkan *valve outlet* menuju *brown liquor* 1 atau *brown liquor* II.
- 4) Selama operasional daun filter terus diputar (kondisional). Penapisan berlangsung selama 3 – 4 jam untuk tapis I dan 12-16 jam untuk tapis II. Penapisan dihentikan setelah tekanan dalam RPLF $\geq 3 \text{ kg/cm}^2$, aliran *outlet filtrate* tampak sangat lambat atau warna pada *sight glass* sudah tampak keruh. Tutup *valve sight glass* jika terlihat salah satu diantaranya keruh.

e. Draining

Aliran *brown liquor* ditutup (penapisan dianggap selesai), sisanya yang masih ada dalam RPLF dan belum tertapis dikembalikan ke tangki *carbonated liquor*. Lama operasi berkisar 10 – 15 menit.

Cara Pengoperasian :

1. Tutup valve inlet CLQ
2. Tekan stop pada motor *Rotary filter*
3. Buka penuh *valve drain* ke tangki CLQ dan tutup kembali setelah bahan yang ada di dalam *filter* habis.
4. Pastikan valve buangan angin terbuka

f. *Sweetening Off*

Bertujuan untuk menurunkan kadar gula yang terkandung dalam sludge sebelum di *drain* ke *sweet sludge tank* (umpan pada *sludge filter press*) dengan menggunakan *hot water* tekanan rendah secara continue dan dihentikan bila larutan yang keluar dari *sight glass* RPLF mulai keruh dan encer. Produk dari *sweetening off* dimasukkan ke dalam tangki *sweet water* (brix 8% - 12 %) untuk pengenceran di *remelter* dan pencucian di *vacuum pan* A dan B.

Cara Pengoperasian :

- 1) Tutup *valve inlet carbonated liquor*
- 2) Buka valve air panas tekanan rendah
- 3) Arahkan pembilasan ke *clear liquor tank* dan amati tingkat kekentalan clear liquor
- 4) Jika sudah encer arahkan ke *sweet water tank*
- 5) Amati terus larutan yang keluar, jika sudah bening segera tutup valve air panas.
- 6) Hentikan putaran RPLF dan *sweetening off* selesai.

g. *Sludging*

Bertujuan untuk membersihkan sludge yang masih menempel pada *cloth leaf filter* dengan air panas hingga *filter cloth* mempunyai daya saring yang tinggi kembali. Sludge yang dihasilkan baik dari tapis I atau tapis II di tampung dalam tangki *sweet sludge* yang selanjutnya diproses di penapisan III menggunakan *filter press*.

Cara Pengoperasian :

- 1) Buka seluruh pipa air panas dengan tekanan tinggi.
- 2) Jalankan motor *rotary leaf filter*

- 3) Buka *valve drain* ke tangka *sweet sludge* untuk mengosongkan filter
- 4) Amati larutan yang keluar dari *sight glass* hingga bersih dan tekanan pada alat ukur turun ke nilai 0 kg/cm^2 .
- 5) Tutup *valve air air panas* dan *valve drain sweet sludge* setelah larutan yang keluar dari dari *valve* telah bersih, proses *sludging* selesai.

Tabel 22. Standar Operasional RPLF

| | Kriteria |
|-----------------------------|-----------------------------|
| <i>Brown liquor</i> | |
| a. pH | 7,5-8 |
| b. <i>Color</i> BLQ 1 | < 800 IU |
| c. <i>Color</i> BLQ 2 | < 400 IU |
| <i>Brix Sweet Sludge</i> | < 30° Brix |
| Waktu operasional | 5-25 menit |
| <i>Color removal</i> | 30-40% |
| Pemakaian <i>filter aid</i> | 25-50 kg/ <i>precoating</i> |
| Tekanan | Max 3 kg/cm ² |

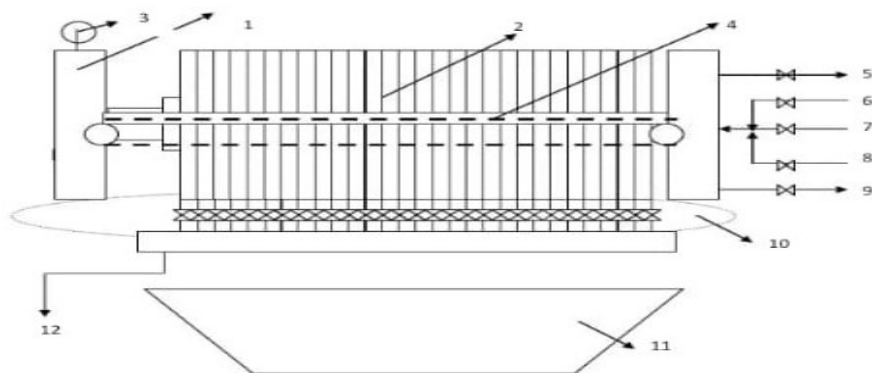
Tabel 23. Spesifikasi RPLF

| | |
|-------------------|---------------------------|
| Jenis | Rotary leaf filter type |
| Kapasitas | 20-30 m ³ /jam |
| Perk. penyaringan | 160 m ² |
| Penggerak | Motor roda gigi 2,2 Kw |
| Material/bahan | Baja ringan |
| Jumlah | 6 unit |

III.5.15 Filter Press

Filter press adalah mesin *press* yang terdiri dari frame-frame yang dilapisi oleh *cloth* dan disusun secara rapat. *Filter press* berfungsi untuk mengeluarkan air yang masih mengandung gula pada lumpur atau *sludge*.

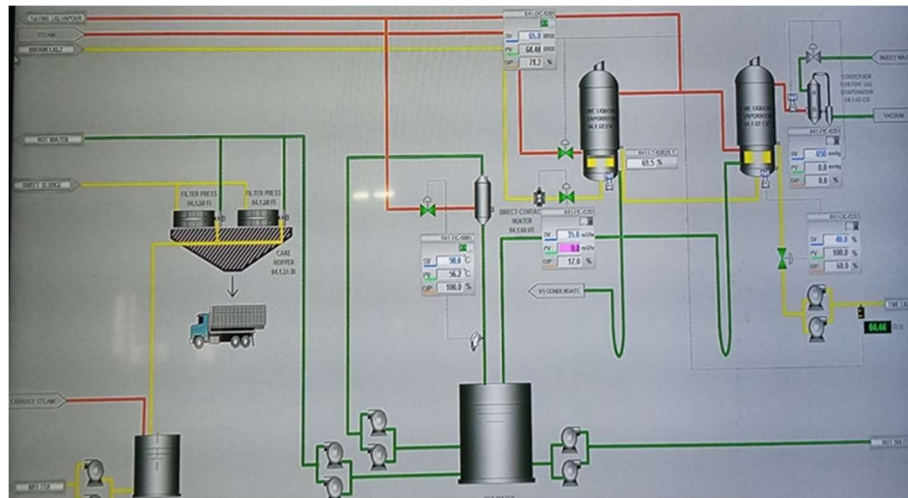
Pada proses penapisan di RPLF menghasilkan *Sweet sludge* yang masih mengandung gula dalam konsentrasi yang cukup tinggi, kandungan gula dalam *sweet sludge* harus di saring kembali dengan maksimal supaya terpisah. Fluida masuk dari bagian tengah secara continue dan mengalami penapisan pada frame, dimana sludge akan menempel pada permukaan *cloth* dan *filtrate* yang diinginkan keluar dari 4 buah lubang *outlet frame* berupa air gula yang dikenal sebagai *sweet water*.



Gambar 76. Sketsa Alat *Filter Press*



Gambar 77. *Filter Press*



Gambar 78. Alur Proses *Filter Press*

Bagian *Filter press* dan fungsinya :

- 1) *Box hidrolik*
Tempat untuk oli hidrolik dan penggerak yang digerakkan oleh kompresor
- 2) *Filter cloths* dengan *frame*
Untuk menyaring *sludge cake* sehingga meminimalkan kehilangan gula atau pol
- 3) *Manometer*
Untuk mengetahui tekanan
- 4) *Rantai penggerak frame filter cloths*
Menggerakkan *frame filter cloths* waktu membersihkan *sludge cake* yang menempel pada *filter cloth*
- 5) *Outlet filtrate*
Tempat untuk keluar nya filtrat dari *filter press*
- 6) *Steam kompresor*
Alat untuk menaikkan tekanan uap
- 7) *Inlet sludge*
Tempat untuk masuknya *sludge* ke dalam *filter press*
- 8) *Inlet kondensat*
Tempat untuk masuknya air kondensat ke dalam *filter press*
- 9) *Outlet filtrate*

Tempat untuk keluarnya filtrat setelah di proses

10) Kranis filtrate

Tempat untuk membuang kandungan air dari *filter press*

11) Penampungan sementara blotong

Tempat yang digunakan untuk menampung blotong yang keluar dari *filter press*

12) Talang *filtrate*

Tempat untuk menampung filtrat dan menjalankan filtrat

Cara Kerja :

a. Persiapan operasi

- 1) Cek kelengkapan peralatan, seperti pompa, valve, pipa – pipa penghubung semua berfungsi dengan baik.
- 2) Cek sentral power pada panel pada posisi “ON”.
- 3) Setting air compressor hingga bertekanan 4 bar.
- 4) *Setting interlock feeding* maksimum 6 bar meskipun ada spesifikasi alat mampu mencapai 8 bar.
- 5) Pastikan motor hidrolik bekerja dengan baik untuk menekan frame dan setting pada tekanan 200 bar akan berhenti secara otomatis.
- 6) Pastikan ada truk dibawah hopper yang akan membawa *cake* ke tempat pembuangan

b. Filtrasi

- 1) Pastikan tombol pada sistem mode operasi manual, kondisi hidrolik pada posisi RAM *forward* dan juga *drop tray* pada kondisi *close*.
- 2) Atur *timer feeding* selama 45-60 menit menyesuaikan tebal *cake* yang dihasilkan yaitu 5-10 cm. Jalankan pompa *sweet sludge* ke *filter press* dengan membuka *valve input* dan output pompa sesuai ampere pada panel MCC. Setelah alarm berbunyi menandakan pressure mencapai 6 bar lalu matikan pompa *sweet sludge*.
- 3) Atur *timer core blow* selama 5-10 menit untuk membersihkan jalur *sweet sludge* pada *center frame*.

- 4) Atur *timer cake wash* selama 20-25 menit agar mendapatkan kadar pol maksimal 2% kemudian jalankan pompa *hot water* ke *filter press* dengan membuka *valve input* dan *output* pompa sesuai pada panel MCC. Setelah alarm berbunyi lalu matikan pompa *hot water*.
- 5) Atur *timer air blow* selama 35-40 menit agar mendapatkan *moisture* pada *cake* maksimal 30%.
- 6) Setting tombol RAM *reverse* untuk menghilangkan tekanan pada frame kemudian arahkan tombol pada *drip tray open* untuk melakukan skrap secara manual. Untuk skrap secara *continue* arahkan tombol pada *shifter con*.
- 7) Lakukan proses filtrasi mulai dari step awal secara berulang dengan kondisi pada tangki *sweet sludge* volume minimal 30%.

Tabel 24. Standar Operasional *Filter Press*

| Parameter | Kriteria |
|-------------------------|------------------------|
| Pol cake | < 2% |
| Kadar zat kering | 30-35 |
| <i>Brix sweet water</i> | 8-12% brix |
| Suhu operasional | < 80°C |
| Tekanan operasional | < 4 kg/cm ² |

Tabel 25. Spesifikasi *Filter Press*

| | |
|------------------|----------------------|
| Jenis | Plate and frame type |
| Luas penyaringan | 40 m ² |
| Blotong/jam | 500-600 kg/jam |
| Jumlah | 2 unit |

Bahan Pembantu Proses Pada Sistem Karbonatasi

1. Kapur Tohor (CaO)
 - a. Pemakaian batu kapur untuk proses karbonatasi sebanyak 0,1% CaO per brix *raw liquor*.

- b. Susu kapur yang digunakan pada *lime mixing tank* 10 – 12°be.
- c. Dispersitas batu kapur > 90 %.
- d. Susu kapur dan *raw liquor* bercampur sempurna dalam *lime mixing tank*

2. Gas CO₂

- a. Fungsi dari gas CO₂ adalah untuk mengabsorpsi zat bukan gula (kotoran) sekaligus menurunkan kadar kapur pada nira.
- b. Diambil dari penyadapan *chimney boiler* (gas buang boiler) dengan kadar CO₂ 8 – 12%
- c. Tekanan diatur 0,8 kg/cm²
- d. Suhu maksimal 85°C, optimum pada 60 – 65°C
- e. Gas buang dari boiler dilewatkan *wet scrubber* dan unit *flue gas treatment device* lainnya untuk membersihkan gas dari kandungan abu, SO₂ serta *moisture content*. Boiler yang menggunakan bahan bakar gas (*packaged Boiler*) tidak memerlukan *wet scrubber* pada penyadapan gas buangnya (pengambilan CO₂).
- f. Untuk meningkatkan efisiensi adsorbs dalam *liquor* di karbonator, gas harus tersebar merata dan berukuran kecil yang di kontakkan secara *counter current* terhadap *liquor*.

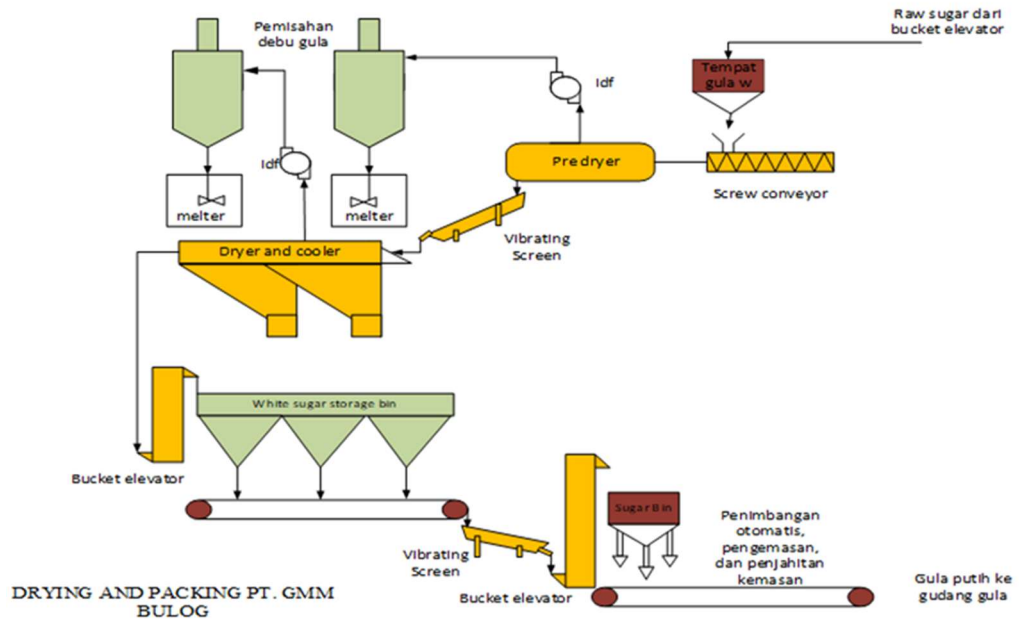
3. Filter Aid

- a. Jenis filter aid yang digunakan untuk mempermudah proses filtrasi di RPLF yang sistem kerjanya filter aid akan menempel pada dinding-dinding saringan dan memperkecil pori-pori penapisan sehingga endapan CaCO₃ tidak lolos proses filtrasi.
- b. Berfungsi untuk melapisi *cloth rotary leaf filter*.
- c. Filter aid yang digunakan berasal dari tanah diatomae merk Celatome (fosil alga/tanaman air bersel satu, berpori, ringan, inert terhadap sifat fisika dan kimia filtrate).
- d. Pemakaian filter aid 25-50 kg/*precoating*. Di PT. GMM setiap *precoating* ditambahkan 2 sack *celatome* (50 kg/sack) pada tanki dengan volume 15 m³ menggunakan air panas.

Pada stasiun purifikasi terdapat beberapa masalah pada alat dan cara mengatasinya sebagai berikut:

- a. Pada saat penimbangan tidak akurat dan cara mengatasinya dengan melakukan kalibrasi pada timbangan secara berkala
- b. Pada *mingler* apabila *brix raw magma* terlalu tinggi akan mengakibatkan pengaduk *overload/trip*, cara mengatasinya dengan mengencerkan magma dengan *hot water* sampai dengan *brix* yang ditentukan.
- c. Pada Melter terdapat saringan yang sering kemasukan benda-benda asing, seperti sampah plastik, cara mengatasinya dengan melakukan pembersihan pada saringan melter secara berkala
- d. Pada liming mixing tank, apabila pada proses pencampuran antara raw liquor dan susu kapur, cara mengatasinya dengan mengatur penambahan susu kapur sesuai dengan yang ditentukan agar pH normal dan pencampuran menjadi rata.
- e. Kualitas filter aid yang tidak bagus, karena kinerja pada RPLF sangat bergantung dari kualitas filter aid, filter aid yang tidak bagus akan menyebabkan penyaringan lambat dan tekanan naik, cara mengatasinya dengan mengganti filter aid dengan yang bagus supaya dapat menyaring impurity pada RPLF dan mengganti filter cloth yang sudah rusak atau sobek.
- f. Pada karbonator, kadar CO_2 yang kurang akan menyebabkan reaksi antara CO_2 dan CaO tidak maksimal, cara mengatasinya dengan Menambal atau melekatkan jalur gas CO_2 yang menjadi titik utama tempat hilangnya atau bocornya gas CO_2 .

III.6. Stasiun Puteran dan Penyelesaian



Gambar 79. Flow drying dan Packing

III.6.1 Centrifugal

Masseccuite merupakan campuran antara kristal gula dengan larutan induknya (*molasses*). Masseccuite akan masuk proses pemutaran namun sebelumnya didinginkan dan dibiarkan Kristal gula untuk membesar di palung pendingin. Proses pemutaran merupakan proses pemisahan kristal gula dengan molasses dengan menggunakan gaya *centrifugal*.

Proses pemisahan kristal dari larutan induknya dengan memanfaatkan gaya sentrifugal meliputi tahapan-tahapan proses yaitu:

- Larutan induk bebas (Mother Liquor) atau akan keluar lebih dahulu karena adanya gaya sentrifugal dengan melewati sela-sela kristal dan menerobos saringan basket.
- Pemisahan molasses yang menempel dan melapisi kristal dilakukan dengan gaya sentrifugal dan pencucian menggunakan air. Namun jumlah air pencuci harus optimal sesuai kebutuhan. Air pencuci atau 110 air siraman biasanya mempunyai suhu $\pm 100-105^{\circ}\text{C}$ untuk masakan W,A,B dan air

dingin untuk masakan C, dengan harapan kristal gula tidak banyak yang larut, sehingga purity final molasses dapat ditekan.

Suatu mesin pemutar gula terdiri dari basket (keranjang) atau drum yang terbuat dari *prtforated sheet* (besi plat bergelombang) yang diputar oleh motor listrik dan di dalamnya terdapat *massecuite*. Dengan diputarnya basket itulah, gaya *centrifugal* terjadi yang mendorong zat cair pekat (*molasses*) terpisah dari kristal gula. Menurut Hugot, 1986

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemutaran :

a. Ukuran dan kerataan Kristal

Ukuran Kristal dan kerataannya ditentukan di stasiun kristalisasi. Ukuran disesuaikan dengan jenis masakannya :

- 1) Gula white : 0,8 - 1,2 mm
- 2) Gula A : 0,6 - 1 mm
- 3) Gula B : 0,4 - 0,6 mm
- 4) Gula C : 0,2 - 0,4 mm

Ukuran Kristal dalam masakan harus rata. Kalau ukuran tidak merata maka proses pemutaran akan sulit dilaksanakan. Ukuran Kristal yang halus (Kristal palsu) akan bias menyumbat lubang saringan, sehingga molasses tidak dapat keluar melewati saringan.

b. Viskositas larutan

Viskositas larutan (kekentalan larutan) dari *massecuite* sangat berpengaruh terhadap kelancaran proses pemutaran. Karena jika larutan semakin viskos *massecuite* molasses yang terdapat di dalamnya susah untuk dipisahkan karena menempel kuat di sisi-sisi Kristal gula. Untuk membantu menurunkan viskositas maka dilakukan pemanasan pada *massecuite* sebelum diputar, karena semakin rendah suhu *massecuite* dan semakin tinggi brix maka *massecuite* semakin viskos.

c. Pencucian

Pemberian air siraman pada kristal dilakukan tergantung dari lapisan molasses di sekitar kristal. Pemberian air siraman di PT GMM dilakukan dengan manual. Penyiraman ini dilakukan dengan menyiramkan air pada Kristal sehingga Kristal memperoleh mutu yang yang baik. Air siraman biasanya memiliki suhu 70oC dengan harapan supaya Kristal gula tidak ikut terlarut meskipun kemungkinannya relative kecil.

Di PT GMM puteran yang digunakan ada 2 jenis, yakni piteran *High Grate Fugal* (HGF) yang bekerja secara *discontinue* (*batch*) dan puteran *Low Grate Fugal* (LGF) yang bekerja secara *continue*.

1. Puteran *High Grate Fugal* (HGF)

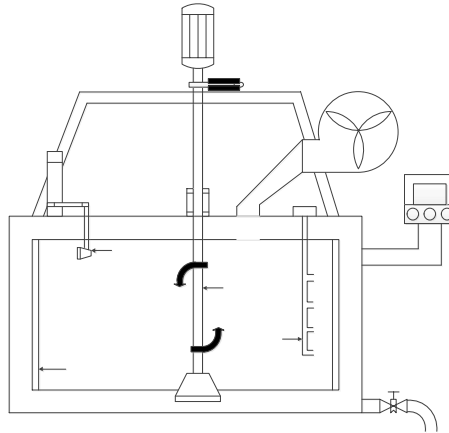
Puteran HGF merupakan alat untuk memutar masakan dengan tingkat kemurnian tinggi. Di PT GMM puteran HGF digunakan untuk memutar masakan white, A dan affinasi yang bekerja secara *batch* (*discontinue*). Disini puteran HGF terdapat 7 buah yang masing-masing terdiri dari 3 buah puteran *massecuite white*, 2 buah puteran *massecuite A* dan 2 buah puteran *massecuite Affinasi*.



Gambar 80. Centrifugal di PT. GMM-BULOG

Masakan diputar secara automatic *discontinue* yang akan terus berputar disaat setelah menurunkan Kristal. Bahkan disaat masakan memasuki sentrifugal basket masih dalam keadaan berputar. Setelah

bahan memasuki putaran kecepatan berputarnya pun semakin cepat disertai dengan penambahan air cucian untuk memisahkan molasses yang masih terikat dengan Kristal.



Gambar 81. Centrifugal HGF

Berikut data alat *Centrifugal HGF*

| | |
|----------------|---|
| Type | : RRI XJZ 1300 –N ,CHINA |
| Jumlah | : 7 Unit (3 unit untuk White, 2 unit untuk A, dan 2unit untuk affinasi) |
| ID Basket | : 1.400 mm |
| Volume Isi | : 1200 kg <i>massecuite/cycle</i> |
| Tinggi | : 1020 mm |
| Rpm | : 1.200 rpm (max. speed) |
| Jenis saringan | : <i>Perforated Brass Screen</i> |
| Jumlah lubang | : 16 mesh |
| Waktu 1 siklus | : 3 menit |
| Penggerak | : Motor Listrik 132 kw. |

Bagian-bagian *Centrifugal HGF* dan fungsinya :

- 1) Basket : sebagai tempat tampungan bahan putaran
- 2) Shaft : putaran yang memutar bahan
- 3) Upper & lower valve : imput bahan
- 4) Distributor : sebagai tampungan sementara bahan yang diputar
- 5) Spray hot water : untuk membarsihkan gula dari mother

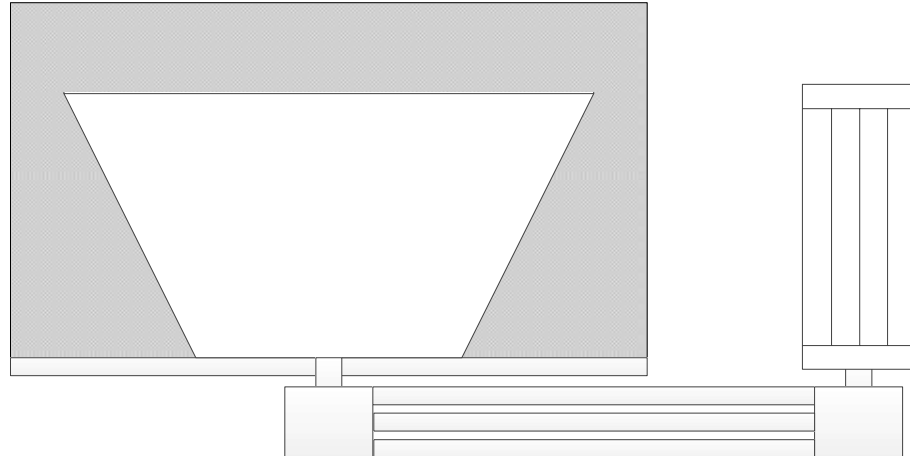
- liquornya
- 6) Spray steam : memutihkan gula yang diputar
 - 7) Peller : untuk menyekrap gula di dalam basket
 - 8) Bottom Cover : tutup bawah sentrifugal (jalur keluar gula)
 - 9) Screen : saringan pada basket pemutar
 - 10) Rem puteran : untuk mengurangi kecepatan basket
 - 11) Jalur molases : jalur pengeluaran molases

Cara kerja alat *Centrifugal* HGF:

- 1) Puteran di semprot air untuk pembersihan dalam keadaan masih berputar di kecepatan 170 rpm
 - 2) Dengan kecepatan yang sama pengisian bahan dilakukan, dengan cara membuka valve pengisian (upper valve dan lower valve) sampai volume dan ketebalan tertentu.
 - 3) Valve ditutup setelah volume masakan cukup.
 - 4) Putaran dipercepat (akselerasi) hingga kecepatan 1200 rpm.
 - 5) Pada saat kecepatan putar ± 800 rpm dilakukan penyemprotan dengan air panas suhu 90°C selama beberapa saat hingga gula bersih dari molases.
 - 6) Pemisahan terjadi akibat gaya sentrifugal kristal gula akan tertahan saringan, dan sedangkan molasesnya menerobos saringan menuju keluar.
 - 7) Pengereman dilakukan untuk mengurangi kecepatan puteran
 - 8) Setelah puteran menurun hingga mencapai sekitar 70 rpm, bottom cover (katup pengeluaran) dibuka dengan menggunakan pneumatic.
 - 9) Kemudian gula yang ada di dalam basket di skrap dengan menggunakan peller yang ada pada puteran dengan menekan tombol peller rotation dan peller down pada layar puteran.
2. Puteran Low Grate Fugal (LGF)

Sentrifugal LGF (Low Grate Fugal) adalah puteran yang bekerja secara continue. Di PT GMM puteran jenis ini digunakan untuk

melakukan pemutaran masecuite B dan C. Dimana puteran LGF yang digunakan untuk memutar msakan B terdapat 3 buah dan puteran untuk memutar masakan C ada 3 buah juga.



Gambar 82. Sketsa *Centrifugal LGF*



Gambar 83. *Centrifugal LGF*

Berikut data alat *sentrifugal LGF* :

| | |
|--------------|--|
| Type | : RRI IL1300 – N , CHINA |
| Jumlah | : 6 Unit (3 unit untuk B dan 3 unit ntk C) |
| Rpm maksimum | : 1800 rpm |

| | |
|------------------|-------------------------------------|
| Bahan saringan | : Cover Screen dari stainless steel |
| Kapasitas Design | : 8 - 10 ton/jam |
| Penggerak | : 75 kw (LGF B) dan 90 kw (LGF C) |

Bagian-bagian *sentrifugal* LGF dan fungsinya :

- 1) Basket : sebagai pemutar masecuit
- 2) Shaft : as puteran yang memutar bahan
- 3) Distributor : sebagai tampungan sementara bahan
- 4) Spray hot water/servis water : untuk membarsihkan gula dari mother liquornya
- 5) Screen : saringan pada basket pemutar
- 6) Jalur molases : jalur pengeluaran molases
- 7) Van belt : sebagai penerus gerakan yang diberikan motor ke basket puteran

III.6.2 Penyelesaian (Drying & Packing)

Penyelesaian merupakan tahapan akhir gula Kristal sebelum dilakukan pengemasan. Kristal gula yang dihasilkan dari puteran white masih sedikit agak basah, kandungan air di dalam Kristal gula masih sekitar 0,5% - 2,0%. Kandungan air itu dapat menimbulkan kerusakan jika Kristal gula langsung dilakukan pengemasan, yakni dapat menyebabkan perubahan warna pada gula akibat mikroorganisme. Untuk mengeringi kadar air di dalam Kristal gula maka perlu dilakukan perlakuan khusus pada kerystal tersebut hingga dapat menekan kandungan air dalam Kristal kurang dari 0,1%. Usaha yang dapat dilakukan untuk menghindari kerusakan tersebut dapat melakukan pengeringan Kristal sebelum dikemas dan di simpan dalam gudang.

Berikut tujuan dari pengeringan :

- 1) Menekan kadar air hingga kurang dari 0,1 %
- 2) Mencegah pertumbuhan mikoba
- 3) Menjaga kualitas gula selama penyimpanan

Sarana oprasional Gula Kristal Putih

| | |
|------------------|--|
| Kadar air | : $\leq 0,06\%$ |
| Polarisasi | : $> 99,5^\circ Z$ min |
| Color | : ≤ 300 IU |
| Partikel size | : MA : 0,8-1,2 CV : 25-40% |
| Kadar abu | : 0,15% maks |
| Pengecekan berat | : berat minimal netto : $50 \pm 0,05$ kg |

1. Pre-dryer

Pre-dryer adalah alat pengering gula yang memanfaatkan udara panas sebagai pengeringnya. Gula yang berada di atas screen akan ditiup angin panas dengan suhu $65^\circ C$ dimana udara tersebut merupakan udara dari FDF (Forced Draft Fan) yang campur dengan superheated steam dengan tekanan 1,5 bar dan temperature $145^\circ C$.

Adanya vibrator di dalam pre-dryer berguna untuk membawa gula keluar dari pre-dryer. Udara panas yang telah digunakan untuk mengeringkan gula akan disedot dengan IDF (Induced Draft Fan) dari atas dan akan dibuang ke dust separator cyclone. Di dust separator cyclone dilakukan spray air mana untuk menangkap debu gula yang terbawa. Larutan debu gula tersebut akan dibawa ke lump sugar melter, upaya ini dilakukan untuk menekan kehilangan gula pada proses pengolahan.



Gambar 84. Pre-Dryer

Sarana Oprasional pre-dryer :

| | |
|---------------------------|-----------|
| Suhu udara panas | : 65°C |
| Tekanan superheated steam | : 1,5 bar |
| Suhu superheated steam | : 145°C |
| Kadar air masuk | : 0,8-1% |
| Kadar air keluar | : < 0,2% |

2. Vibrating screen

Vibrating adalah alat di pabrik gula yang berupa ayakan bergetar untuk memisahkan gula produk (BJB 0,8-1,2 mm) dengan gula krikilan. Untuk memisahkan gula tersebut dilakukan dengan penyaringan berukuran 4 mesh. Gula yang lolos akan diteruskan, sementara gula halus yang terikut akan hilang ketika melewati dryer cooler dan akan ditangkap oleh separator yang kemudian dikontakkan dengan air panas sehingga menjadi sweet water. Sedangkan untuk gula krikilan yang tidak lolos akan dilebur ke melter dan akan menjadi magma.

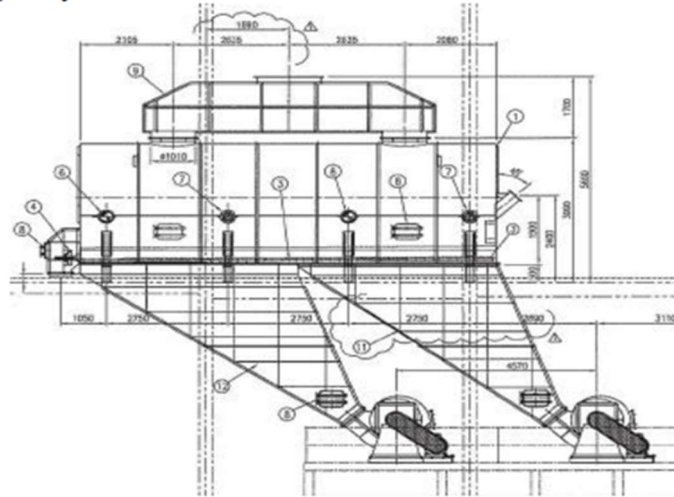


Gambar 85. *Vibrating Screen*

Ukuran dari vibrating screen ini adalah 2800 mm x 1195 mm. kemiringan kawat penyaring 16,8° dan ukuran saringan 4/9 mest

dengan tebal kawat 22 mm. alat ini digerakan dengan motor listrik dengan daya 2,4 kW.

III.6.3 Dryer Cooler



Gambar 86. Sketsa Dryer Cooler

Dryer cooler menggunakan FDF (*Forced Draft Fan*) dan IDF (*Induced Draft Fan*) sama halnya pada pre-dryer, hanya saja tidak terdapat vibrator. Untuk FDF ada 2 macam, yakni FDF untuk udara dingin dan FDF untuk udara panas. FDF udara panas menggunakan superheated steam sebagai pemanas anginnya hingga angin mencapai suhu 55°C. Kondensat hasil dari steam FDF akan dialirkan ke hot water tank. Sedangkan untuk FDF udara dingin hanya dengan menghembuskan angin dengan menggunakan blower ke ruang dryer cooler. Pemberian angin dingin ini bertujuan untuk menurunkan suhu gula hingga mencapai suhu ruangan (28°C).

Gula di dalam dryer cooler akan berjalan sendiri karena adanya dorongan dari angin FDF. Angin yang sebagai pengering tadi akan disedot dengan Idf dari bagian atas. IDF akan mengantar udara ke separator cyclone. Di dalam separator cyclone angin tersebut di semprot air panas untuk menangkap gula halus yang terikut, hasil dari penyemprotan itu adalah lump yang akan digunakan untuk pengencer di melter.



Gambar 87. Dryer Cooler

- a. Sasaran oprasional sugar dryer cooler
- | | |
|---------------------------|-------------|
| Suhu udara panas | : 55 – 60°C |
| Suhu udara dingin | : ± 27°C |
| Tekanan superheated steam | : 1,5 bar |
| Suhu superheated steam | : 145°C |
| Most content | : < 0,06% |
| Suhu gula keluar | : ≤ 30°C |

III.6.4 Storage Bin

Storage Bin adalah tempat penampungan gula sebelum di packing. Terdapat 2 unit storage bin di PT GMM, yaitu White sugar storage bin dan blended sugar storage bin. Tujuan utama storage bin ini adalah sebagai tempat penampungan sementara gula dan tempat untuk mencampur gula, sementara blended sugar storage bin berguna untuk penyaluran gula yang akan dikemas.



Gambar 88. Sugar Bin

Storage bin terbagi 3 bagian yang dipisahkan oleh sekat-sekat. Masing-masing sekat dapat menampung 1 turunan masakan. Tujuannya dari sekat tersebut adalah agar gula yang akan di packing dapat tercampur terlebih dahulu. Pencampuran dilakukan untuk meratakan gula dengan color yang berbeda antar turunan masakan, supaya memenuhi standart SNI.

Tabel 26. Parameter Gula Kristal Putih

| No | Parameter | GKP | Metode Analisa |
|----|--------------------------------|------------|-----------------|
| 1. | Polarisasi (Z, 20°C) | Min. 99,5 | Polarimetris |
| 2. | Susut pengeringan (%b/b) | Maks. 0,15 | Oven/IR drayer |
| 3. | Abu conductivity (%b/b) | Maks. 0,15 | Konduktrometris |
| 4. | Warna larutan (IU) | Maks. 300 | Spekrometris |
| 5. | Warna Kristal (CU) | 5-10 | Refleksi |
| 6. | Besar jenis butir (mm) | 0,8-1,2 | Ayakan |
| 7. | Belerang dioksida (mg/kg) | Mask. 30 | Iodometri |
| 8. | Bahan tambahan makanan (mg/kg) | - | Kualitatif |

Storage bin dilengkapi dengan 3 separator magnet yang berfungsi untuk menangkap logam yang terikat dengan gula. Posisi separator berada

pada jalur output storage bin. Gula keluar dari storage bin akan di kirim ke vibrating screen.

III.6.5 Packing

Packing adalah proses pengemasan gula yang menjadi proses terakhir di dalam pabrik. Proses pengemasan gula di PT GMM terdapat 2 macam cara yaitu pengemasan dengan berat 50 kg dan pengemasan dengan berat 1kg(etail). Kemasan gula 50 kg dikemas dengan karung plastik yang dilengkapi dengan inner bag uantuk menjaga kondisi gula di dalam. Dan gula kemasan 1 kg akan dikemas dalam kantung plastic yang tertutup. Gula yang dikemas dengan merk GENDHIS baik untuk kemasan 50 kg maupun 1 kg, namun untuk kemas 1 kg memiliki 1 merk lain yaitu MANIS KITA milik BULOG. PT GMM.

Tabel 27. Spesifikasi Alat Stasiun Penyelesaian

| Nama alat | Jumlah | Data Alat |
|--------------------------------------|---------------|---|
| White Sugar Pre Dryer | 1 Unit | Horizontal vibrating type Capacity: 30 Tons/hr. Driven by 2 units of motor |
| Forced Draft Fan for Pre-Dryer | 1 Unit | Turbo vane type Capacity: at 224 mm. Aq Driven by electric motor |
| Induced Draft Fan for Pre-Dryer | 1 Unit | Turbo vane type Driven by electric motor |
| Dust Separator Cyclone for Pre-Dryer | 1 Unit | Gas-solid separation type Size: 1.400 mm. (D) x 5.140 mm. (H) Material: Mild steel construction |
| White Sugar Vibrating Screen | 1 Unit | Horizontal vibrating/wire mesh Capacity: 30 Tons/hr. Size: 1.000 mm. (W) x 3.000 mm. (L) |

| | | |
|---|--------|---|
| | | Driven by vibrating motor 1,7 kW |
| White Sugar Lumps Melter for Pre-dry | 1 Unit | Vertical cylindrical/stirrer and sloped bottom Capacity: 1,5 m ³ Size: 1.450 mm. (D) x 1.540 mm. (H) Material: Mild steel fabricated Agitator driven by electric motor 1,5 kW with speed reducer |
| Spray Water Pump to Cyclone for pre-dry | 2 Unit | Centrifugal pump type Capacity: 22 m ³ /hr., TDH.: 40 m. Driven by electric motor |
| Strainer for Spray Water pump for Pre-Dyer | 2 Unit | Size: NPS 4" with screen |
| White Sugar Lumps Melter for Dryer cooler | 1 Unit | Vertical cylindrical/stirrer and sloped bottom Capacity: 1,5 m ³ Size: 1.450 mm. (D) x 1.540 mm. (H) Material: Mild steel fabricated Agitator driven by electric motor 1,5 kW with speed reducer |
| Spray Water Pump to Cyclone for dryercooler | 2 Unit | Centrifugal pump type Capacity: 70 m ³ /hr., TDH.: 40 m. Driven by electric motor |
| Strainer for Spray Water pump for Dyer-Cooler | 2 Unit | Size: NPS 4" with screen |
| White Sugar | 1 Unit | Horizontal fluidized bed type |

| | | | |
|---|--------|--|---|
| DryerCooler | | | Capacity: 30 Tons/hr. Complete with accessories |
| White Sugar DryerCooler | 1 Unit | | Turbo vane type Capacity: at 224 mm. Aq Material: Mild steel construction Driven by electric motor |
| Forced Draft Fan for Cooler | 1 Unit | | Turbo vane type Capacity: at 224 mm. Aq Material: Mild steel construction Driven by electric motor |
| Induced Draft Fan for Dryer-Cooler | 1 Unit | | Turbo vane type Material: Mild steel construction Driven by electric motor |
| Dust Separator Cyclone for Dryer and Cooler | 1 Unit | | Gas-solid separation type Material: Mild steel construction |

Adapun Masalah di stasiun puteran dan penyelesaian serta cara mengatasinya

- a. Gula yang turun dari puteran masih lembab sehingga menyebabkan tingginya beban kerja sugar dryer sehingga gula sulit untuk di keringkan, cara mengatasinya dengan pengawasan mutu masakan A turun dan control unit puteran terhadap perubahan kondisi cuite yang di olah.
- b. Terjadinya kebuntuan pada saluran udara pemanas akibat pengerakan, cara mengatasinya dengan operator sugar dryer untuk melakukan pembersihan saluran udara pemanas secara periodik (pada waktu tunggu gula).
- c. Operator sugar dryer untuk melakukan pembersihan saluran udara pemanas secara periodik (pada waktu tunggu gula), cara mengatasinya dengan menurunkan suhu angin FDF sampai tidak ada lagi gumpalan gula yang terjadi.
- d. Timbangan tidak akurat, cara mengatasinya dengan Mengkalibrasi ulang timbangan sampai hasil timbangan akurat.

- e. Jarum packing sering putus, akibat kualitas karung yang terlalu kaku, cara mengatasinya dengan Mengganti karung dengan karung yang lebih lentur.
- f. Packing retail tidak mau memotong secara otomatis, akibat pisau pemotong yang tumpu, cara mengatasinya dengan mengganti karung dengan karung yang lebih lentur.
- g. Timbangan retail tidak akurat, akibat teflon yang si gunakan sebagai seal timbangan aus, cara mengatasinya dengan mengganti teflon baru.

BAB IV. UTILITAS

IV. Gudang Gula

Gudang gula adalah ruangan yang digunakan untuk menyimpan dan menampung gula yang telah dikemas sebelum didistribusikan. Gudang gula tidak hanya sembarangan menyimpan gula, namun ada syarat standar yang perlu dipenuhi supaya gudang dapat menyimpan gula tanpa adanya kerusakan pada gula di dalam kemasan. Mulai dari lantai gudang, suhu dan kelembapan udara, cara penyusunan gula hingga alat-alat yang digunakan.



Gambar 89. Gudang Gula

Di PT GMM sendiri memiliki gudang gula dengan keadaan suhu di angka 40°C. Dengan suhu berikut diharapkan gula yang disimpan tidak akan menggupal karena suhu yang dingin dan tidak akan meleleh dikarenakan suhu ruang gudang terlalu tinggi. Untuk keadaan gudang lainnya seperti lantai yang terbuat dari coran yang kokoh dan kedap air dengan ketebalan 20cm dan diberikan terpal agar gula tidak menyentuh lantai secara langsung. Seta dijaga agar atap tidak ada kebocoran supaya gula tidak dalam keadaan basah. Gudang gula di PT GMM juga dilengkapi dengan alat-alat pembantu seperti :

1) Termometer

Di dalam gudang gula suhu di usahakan tidak terlalu dingin maupun panas supaya tidak terjadi kerusakan saat gula di simpan. Maka dari

itu diperlukan termometer supaya suhu gudang dapat di pantau dengan suhu yang diinginkan.

2) Hydrometer

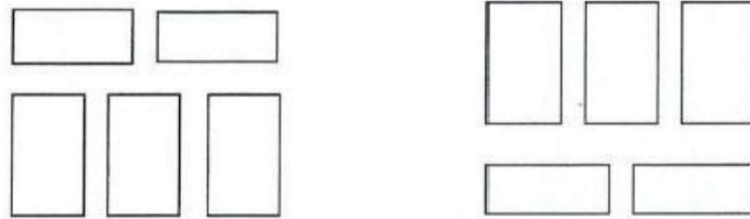
Hydrometer di dalam gudang berguna untuk membaca keadaan kelembapan gudang. Kelembapan ideal di ruangan gudang gula yaitu berkisar antara 50-75%

3) Konveyor

Konveyor di dalam gudang berguna untuk memudahkan pekerja dalam menyusun tumpukan gula dan saat memindahkannya ke dalam truk. Dimana conveyor ini memiliki roda supaya mudah dipindahkan saat digunakan.

Penyusunan karung gula tidak dapat sembarangan. Penyusunan karung gula ini diperlukan supaya tumpukan tidak mudah runtuh, saat perhitungan gula mudah untuk di hitung, sirkulasi udara dalam gudang mudah dan teratur, serta proses saat gula masuk dan keluar lebih mudah. Maka dari itu disusunlah gula dengan aturan berikut :

- 1) Di dalam gudang terdiri dari kapling(blok) yang terbagi lagi atas petak-petak
- 2) Satu petaknya terdiri dari beberapa karung yang tersusun mmbujur dan melintang secara berseling-seling. Ini dimaksudkan supaya antar tumpukan karung dapat saling mengunci dengan ketinggian maksimal 40 karung.
- 3) Tumpukan dimulai dari sisi dinding dengan jarak antara karung gula dan dinding 1-2 meter.
- 4) Garis batas antar kapling harus jelas batasnya, agar saat perhitungan mudah.
- 5) Menggunakan system FIFO(First In First Out), dimana gula yang masuk gudang duluan akan dikeluarkan duluan.



Gambar 90. Penyusunan Gula

IV.2. Laboratorium

Laboratorium adalah tempat dimana dilakukannya analisa-analisa di pabrik gula, meliputi analisa bahan baku, bahan pembantu proses, proses, produk dan hasil samping. Hasil dari analisa ini nantinya akan digunakan sebagai angka dasar acuan perhitungan pengawasan untuk mengendalikan proses pabrikasi sehingga dicapai hasil yang optimum, baik secara kuantitatif maupun kualitatif.

IV.2.1 Tujuan Analisa

Adapun tujuan dilakukannya analisa adalah:

- a) Untuk mengetahui seberapa besar gula yang diperoleh dari bahan baku yang masuk, sehingga kehilangan gula dapat ditekan.
- b) Untuk mengetahui efektivitas pemberian bahan pembantu proses.
- c) Untuk mengetahui apakah proses yang dilakukan sudah memenuhi ketentuan sehingga apabila terjadi penyimpangan segera dapat diketahui dan diatasi.
- d) Menjaga agar kualitas produksi sesuai yang diharapkan, sehingga dari hasil analisa tersebut juga akan diketahui efektivitas alat yang digunakan.

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan analisa agar mendapat hasil yang akurat antara lain :

- a) Cara pengambilan contoh
- b) Tempat pengambilan contoh
- c) Perlakuan terhadap contoh setelah diambil
- d) Cara analisa

IV.2.2. Macam-macam Analisa

Prosedur analisa dilakukan berdasarkan prosedur analisa yang disusun oleh P3GI Pasuruan dalam bentuk buku Penuntun Pengawasan Gilingan (Buletin 4) dan Penuntun Pengawasan Pabrikasi (Buletin 11). Berikut ini adalah analisa yang dilakukan di PT. GMM - BULOG berdasarkan frekuensi dan macam analisisnya.

Tabel 28. Analisa Tiap 1 Jam

| No | Bahan | Analisa |
|----|------------------------|--------------------------|
| 1. | <i>Baggase</i> | <i>Moisture</i> |
| 2. | <i>First Juice</i> | <i>Brix, Pol, Purity</i> |
| 3. | <i>Mixed Juice</i> | <i>Brix, Pol, Purity</i> |
| 4. | <i>Clarified Juice</i> | <i>Turbidity</i> |
| 5. | <i>Raw Syrup</i> | <i>Brix</i> |

Tabel 29. Analisa Tiap 2 Jam

| No | Bahan | Analisa |
|-----|----------------------------|--|
| 1. | <i>Affinated Sugar</i> | <i>Color, Pol, Moisture</i> |
| 2. | <i>Green Molasses</i> | <i>Brix, Pol, Purity, Color</i> |
| 3. | <i>Remelt Liquor</i> | <i>Brix, pH, Color</i> |
| 4. | <i>Limed Liquor</i> | <i>pH, %CaO</i> |
| 5. | <i>Carbonator Liquor 1</i> | <i>Color, pH, Brix</i> |
| 6. | <i>Carbonator Liquor 2</i> | <i>Color, pH, Brix</i> |
| 7. | <i>Brown Liquor 2</i> | <i>Color, pH, Brix, Pol, Purity, Turbidity, %CaO</i> |
| 8. | <i>Fine Liquor</i> | <i>Brix, Pol, Purity, Color</i> |
| 9. | <i>Baggase</i> | <i>Pol</i> |
| 10. | <i>Second Juice</i> | <i>Brix</i> |
| 11. | <i>Third Juice</i> | <i>Brix</i> |
| 12. | <i>Last Juice</i> | <i>Brix, Pol, Purity</i> |

| | | |
|-----|--------------------------|---------------------------------------|
| 13. | <i>Lime Juice</i> | pH |
| 14. | <i>Clarified Juice</i> | Brix, Pol, <i>Purity</i> |
| 15. | <i>Raw Syrup</i> | Pol, <i>Purity</i> |
| 16. | <i>Filter Cake (RVF)</i> | Pol, <i>Moisture</i> |
| 17. | <i>Final Molasses</i> | Brix, Pol, <i>Purity, Temperature</i> |
| 18. | <i>Condensate</i> | <i>Sugar Content</i> |

Tabel 30. Analisa tiap 4 jam

| No | Bahan | Analisa |
|-----|----------------------------|--|
| 1. | <i>Affinated Sugar</i> | <i>Color, Pol, Moisture</i> |
| 2. | <i>Green Molasses</i> | Brix, Pol, <i>Purity, Color</i> |
| 3. | <i>Remelt Liquor</i> | Brix, pH, <i>Color</i> |
| 4. | <i>Limed Liquor</i> | pH, %CaO |
| 5. | <i>Carbonator Liquor 1</i> | <i>Color, pH, Brix</i> |
| 6. | <i>Carbonator Liquor 2</i> | <i>Color, pH, Brix</i> |
| 7. | <i>Brown Liquor 2</i> | <i>Color, pH, Brix, Pol, Purity, Turbidity, %CaO</i> |
| 8. | <i>Fine Liquor</i> | Brix, Pol, <i>Purity, Color</i> |
| 9. | <i>Baggase</i> | Pol |
| 10. | <i>Second Juice</i> | Brix |
| 11. | <i>Third Juice</i> | Brix |
| 12. | <i>Last Juice</i> | Brix, Pol, <i>Purity</i> |
| 13. | <i>Lime Juice</i> | pH |
| 14. | <i>Clarified Juice</i> | Brix, Pol, <i>Purity</i> |

Tabel 31. Analisa tiap 8 jam

| No | Bahan | Analisa |
|----|----------------------------|-------------------------------------|
| 1. | <i>Raw Sugar</i> | <i>Color, Pol, Moisture</i> |
| 2. | <i>Brown Liquor 1</i> | <i>Color, Pol, Brix, Purity, pH</i> |
| 3. | <i>Refined Sugar (GKR)</i> | RS, <i>Ash</i> |

| | | |
|----|----------------------|----------|
| 4. | <i>W Sugar (GKP)</i> | RS, Ash |
| 5. | <i>Cane (Trash)</i> | %Trash |
| 6. | <i>Milk of Lime</i> | °Be |
| 7. | <i>Lump Melter</i> | Brix, pH |

Tabel 32. Analisa tiap strike

| No | Bahan | Analisa |
|-----------|---------------------------|--|
| 1. | <i>Filter Cake (RPLF)</i> | Pol, Moisture, Brix |
| 2. | <i>W Masecuite</i> | Brix, Pol, Purity, Color |
| 3. | <i>W Nutsch</i> | Brix, Pol, Purity, Drop, Crystal Content |
| 4. | <i>W Molasses</i> | Brix, Pol, Purity, Color |
| 5. | <i>W Centrifugal</i> | <i>Color, Moisture</i> |
| 6. | <i>W Sugar (GKP)</i> | <i>Moisture, Color, Pol, MA/CV</i> |
| 7. | <i>A Masecuite</i> | Brix, Pol, Purity |
| 8. | <i>A Suction Molasses</i> | Brix, Pol, Purity, Drop, Crystal Content |
| 9. | <i>A Sugar</i> | Pol, Moisture, Color |
| 10. | <i>A Molasses</i> | Brix, Pol, Purity, Color |
| 11. | <i>B Masecuite</i> | Brix, Pol, Purity |
| 12. | <i>B Suction Molasses</i> | Brix, Pol, Purity, Drop, Crystal Content |
| 13. | <i>B Sugar</i> | Pol, Color |
| 14. | <i>B Molasses</i> | Brix, Pol, Purity, Color |
| 15. | <i>C Seed</i> | Brix, Pol, Purity |
| 16. | <i>C Masecuite</i> | Brix, Pol, Purity |
| 17. | <i>C Nutsch</i> | Brix, Pol, Purity, Drop, Crystal Content |
| 18. | <i>C Sugar</i> | Pol, Color |
| 19. | <i>C Molasses</i> | Brix, Pol, Purity |

IV.2.3. Lokasi dan Cara Pengambilan Sample

Dalam pengambilan sample yang akan diuji atau dianalisa haruslah bersifat representatif atau mewakili dari keseluruhan bahan yang dianalisa.

a. Nira Gilingan

Nira Perahan Pertama dilakukan dengan menggunakan alat bantu sekop yang dihubungkan dengan rol depan, akibat adanya putaran rol gilingan maka sekop akan bergerak naik turun mengambil nira yang mengalir pada talang nira secara periodik. Contoh nira gilingan I, II, III, IV, diambil ditalang nira yang baru keluar dari masing-masing unit gilingan secara manual menggunakan ember.

b. *Mixed juice*

Mixed juice diambil melalui pipa sadapan. Setiap *mixed juice* yang keluar dari *rotary juice screen* akan di ambil sample setiap 1 jam sekali.

c. Ampas

Dengan memasang kotak contoh/ember yang diletakkan di bawah plat krepyak ampas yang menuju ke boiler dan telah diberi lubang

d. *Clear juice*

Pengambilan *sample clear juice* diambil dari nira yang keluar dari *Single Tray clarifier* atau di ambil pada tanki *clear juice*.

e. Blotong

Blotong diambil langsung dari *belt conveyor*.

f. *Raw Syrup*

Diambil dari luapan yang digunakan untuk mengontrol Be nira kental badan akhir.

g. Masakan

Diambil dari luapan yang digunakan untuk mengontrol Be nira kental badan akhir.

h. *Molasses*

molasses dari puteran di ambil dari masing-masing tanki tampungan sementara *molasses* (tanki tarik)

i. *Final Molasses*

molasses dari puteran di ambil dari masing-masing tanki tampungan sementara *molasses* (tanki tarik)

j. Gula

Sample gula diambil pada tempat contoh gula atau sogokan disetiap masing – masing puteran, gula produk diambil pada ujung akhir *sugar dryer*.

k. Air pengisi boiler

Contoh diambil dari valve sampling pada pompa condensat.

l. *Fine liquor*

Sample fine liquor di ambil dari output *double effect evaporator*, sebelum dikirim ke *vacuum pan*

IV.2.4. Pembuatan Laporan 15 Harian

Penyusunan laporan periode 15 harian membutuhkan data primer yang diambil dari data laporan harian. Untuk angka % pol dan % brix dilakukan perhitungan berat terlebih dahulu termasuk perhitungan *purity*/harkat kemurnian (HK) bahan.

Dari data-data harian dimasukkan dalam perhitungan sistem formula di MS. Excel. Lalu diambil rata-ratanya dan dibuat laporan periode terlampir.



Gambar 91. Skema Pelaporan

IV.2.5. Problematika dan Cara Menanganinya

Pengambilan sampel yang kurang representatif, sehingga menurunkan logistikasi hasil analisa yang menyebabkan hasil analisa harus diulang dengan mengambil sampel pada tempat yang dapat mewakili semua bahan.



Gambar 92. Laboratorium

IV.3. Boiler

Boiler adalah suatu alat penghasil tenaga uap dengan metode pembakaran bahan bakar untuk memanaskan air sampai menjadi uap. Di pabrik gula, uap digunakan untuk proses pengolahan gula dan sebagai sumber tenaga penggerak. Untuk menunjang kelancaran proses dalam giling, maka pengadaan kebutuhan uap di stasiun *boiler* harus memperhatikan baik kapasitas maupun mutu, sehingga mampu mencukupi kebutuhan proses dengan tetap memperhatikan faktor – faktor efesiensinya. Bahan bakar yang digunakan pada *boiler* di PT. GMM - BULOG yaitu *bagasse* (ampas) dan BBA (bahan bakar alternatif yaitu batubara), *boiler* yang di gunakan PT. GMM – BULOG adalah Jiang Xie Jiang Lian.

Bahan bakar *boiler* yang digunakan adalah ampas dari gilingan dan batubara (*coal*). Semua *boiler* tersebut merupakan pipa air yang beroperasi secara paralel dan uap yang dihasilkan digabung dalam *steam header* yang kemudian siap didistribusikan ke beberapa bagian yaitu *Power House*, Proses dan *Mill* sesuai kebutuhan operasional. *Boiler* beroperasi secara bersamaan pada saat giling tebu, jika sudah tidak giling boiler beroperasi I unit untuk proses melting.

Boiler yang beroperasi di PT. GMM - BULOG memiliki kapasitas sebesar 60 ton uap/jam untuk *boiler* batubara dan 60 ton uap/jam untuk *boiler* ampas. Untuk Turbin Penggerak dipakai uap baru dari *boiler*

dengan tekanan 32 kg/cm² dan temperatur 400°C, sedangkan untuk proses digunakan uap bekas yang berasal dari Turbin Penggerak dengan tekanan 1-1,5bar (jika full kapasitas) dengan temperatur ± 125°C. Uap sangat penting dalam proses industri gula sehingga kinerja alat pembangkit uap (*boiler*) harus optimal dan untuk menunjang kinerja tersebut salah satu faktornya yaitu penyediaan air pengisi boiler yang baik.

IV.3.1. Air Pengisi Boiler

Air pengisi *boiler* adalah air yang digunakan sebagai bahan utama pembuatan uap sebagai sumber energi / tenaga. Air pengisi *boiler* berfungsi untuk mengisi dan menggantikan air pada boiler yang telah mengalami proses pemanasan hingga menjadi uap. Air yang menjadi pengisi boiler diharapkan sudah memenuhi standarisasi parameter air umpan boiler yaitu pH, Conductivity, dan Turbidity agar tidak memberikan dampak pada proses pembuatan uap yang dilakukan oleh boiler.

IV.3.2. Syarat Air Boiler dan Air Pengisi Boiler

Air pengisi boiler merupakan bahan yang mempunyai peranan penting bagi pengoperasian boiler. Air pengisi boiler yang digunakan harus memenuhi persyaratan mutu. Jika mutu air tidak di penuhi dapat mengakibatkan:

- 1) Pengerakan karena air mengandung unsur kesadahan yang tinggi (ion Ca^{2+} dan ion Mg^{2+})
- 2) Korosi pada pipa *boiler* karena adanya oksigen dan bahan pemicu korosif lainnya yang terlarut dalam air.
- 3) *Carry over* karena peningkatan konsentrasi TDS dan silika dalam air boiler
- 4) Perapuhan karena soda atau silikat.

PT. GMM - BULOG menggunakan air pengisi boiler dari kondensat negatif (tidak mengandung organik volatile, asam organik, alkohol, dan kontaminan lainnya) yang berasal dari:

- 1) Kondensat Evaporator (Badan Penguapan)
- 2) Kondensat badan masakan

Air kondensat yang mengandung gula tidak digunakan untuk pengisi boiler tetapi digunakan untuk keperluan proses misalnya untuk siraman puteran, cucian masakan, remelter dan imbibisi. Sebagai tambahan atau pada saat start giling digunakan suplesi air hasil treatment yang sudah melalui proses internal maupun eksternal treatment.

Tabel 33. Syarat Mutu Air Pengisi Boiler

| Syarat Mutu | Air Pengisi Boiler |
|----------------------|--------------------|
| pH | 8-9 |
| <i>Hardness</i> | 0-2 ppm |
| <i>Turbidity</i> | 2-4 ntu |
| <i>Sugar Content</i> | Maks 30 ppm |

Tabel 34. Syarat Mutu Air Boiler

| Syarat Mutu | Air Boiler |
|---------------------|---------------|
| pH | 9-11 |
| <i>conductivity</i> | < 2000 (maks) |
| <i>Alkalinity</i> | < 250 ppm |
| Silika | 10 ppm |
| <i>Turbidity</i> | < 100 ntu |
| Phosphat | 5-15 ppm |
| Besi | ≤ 1 ppm |

IV.3.3 Pengolahan Air Pengisi Boiler dan Air Boiler

Pengolahan air umpan (pengisi) boiler umumnya dilakukan dengan *Internal Treatment* dan *Eksternal Treatment*. Pada proses pengolahan air dengan *Internal Treatment* dan *Eksternal Treatment*

itulah dilakukan penghilangan zat – zat yang terkandung dalam air dengan 2 cara yaitu:

- a) Cara kimia yaitu membersihkan zat – zat atau unsur – unsur yang terlarut dengan menggunakan bahan kimia (tawas), *ion exchanger* (resin penukar ion).
- b) Cara fisika yaitu mengendapkan gumpalan – gumpalan atau butiran– butiran asam garam dan asam padat serta menghilangkan gas–gas dengan cara pemanasan baik sebelum proses kimia dilakukan maupun setelah proses kimia terjadi. Usaha yang dilakukan untuk mencegah keburukan – keburukan dikarenakan kandungan air dalam *boiler* dapat dilakukan dengan *external treatment* dan *internal treatment*.

a. Proses *External Treatment*

Pengolahan air pengisi *boiler* dengan *External Treatment*, dimana air yang akan dimanfaatkan sebagai air pengisi *boiler* harus terlebih dahulu dihilangkan kotoran–kotorannya, baik kotoran yang kasar maupun kotoran yang terlarut. Caranya :

- Pengendapan kotoran dengan penambahan alum dan flokulan di clarifier
- Penyaringan di *sand filter*

Mula – mula air umpan dipompa ke clarifier untuk diendapkan kotorannya dengan bantuan alum dan flokulan. Setelah itu air permukaannya akan di pompa ke *sand filter* (saringan berisi ijuk, kerikil kasar dan kerikil halus). Disini dipisahkan komponen–komponen air penyebab kerak (lumpur/tanah), minyak dan air yang dihasilkan dari *sand filter*

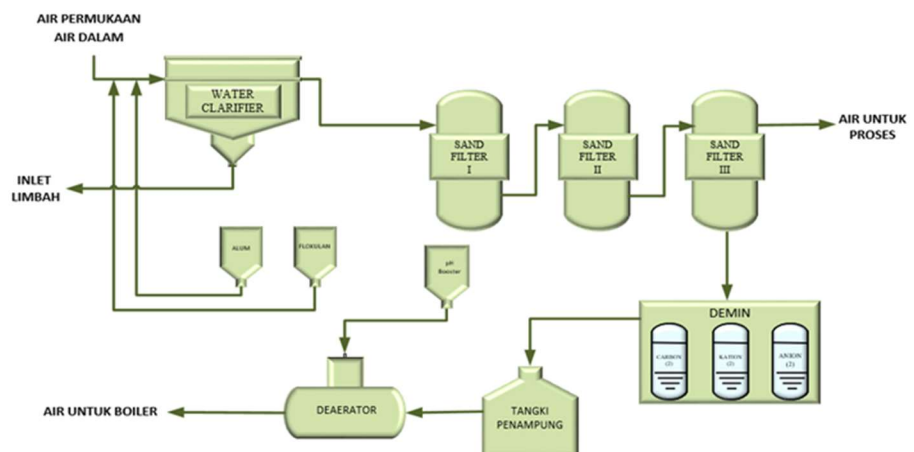
b. *Internal Treatment*

Sedangkan proses pengolahan dengan *Internal Treatment* dilakukan pada air yang telah masuk dan digunakan sebagai air pengisi boiler dengan cara :

- Pemberian bahan pencegah kerak yaitu upaya untuk mencegah terjadinya endapan garam – garam terlarut didalam *boiler* yang dapat meningkatkan kadar TDS (*Total Dissolve Solid* / kadar zat kering) sehingga akan mengakibatkan terjadinya *Carry Over*.
Bahan yang digunakan antara lain : *Protebo* dan *Proxy* (menghilangkan kadar oksigen dalam air)
 - Pengurasan (*Blow Down*)
- Untuk parameter analisa water boiler GMM :
- a) pH : 9,5 – 10,5
 - b) *Conductivity* : < 2000 ppm
 - c) *Turbidity* : < 100 ppm

Adapun jika parameter diatas terlampaui maka salah satu langkah penyelesaiannya adalah dengan *Blowdown* dan tentunya dengan memperhatikan kondisi – kondisi yang lainnya seperti ketersediaan air umpan *boiler* (kondensat)

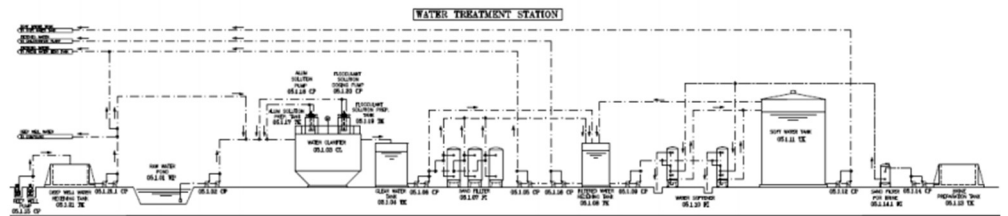
Urutan Proses air umpan boiler PT.GMM-Bulog



Gambar 93. Skema Air Boiler

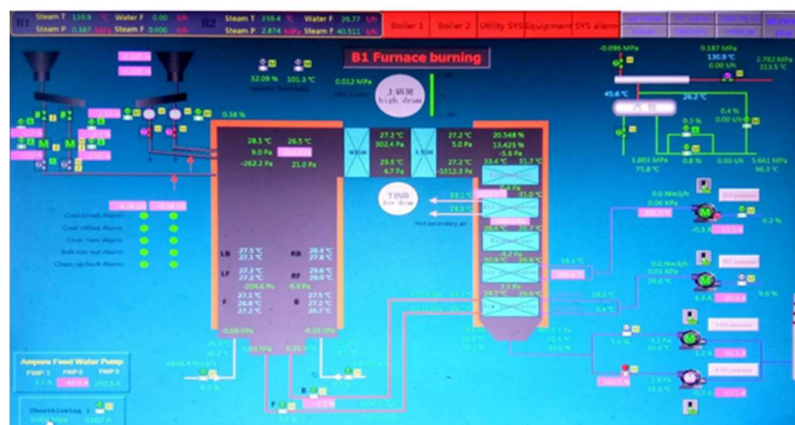
Pengurusan di PT. GMM-BULOG dilakukan sesuai dengan hasil analisa. Tujuannya untuk menghilangkan endapan kotoran yang terdapat dalam air *boiler* (didasar permukaan) dan busa yang terdapat di atas permukaan air

1. Analisa kandungan air kondensat guna mengetahui positif atau negatif mengandung gula.



Gambar 94. Water Treatment Station

Di demin, air filtrat akan masuk melewati *ion exchanger*. Air dari filtrat tank akan masuk ke *kation exchanger* yang berisi resin positif untuk mengikat ion positif. Setelah dari *kation exchanger*, air akan dialirkan ke *intermediet tank* untuk dikontakkan dengan oksigen yang ditarik oleh pompa dari udara luar. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan penguraian ion pada air untuk persiapan. Setelah dari *intermediet tank*, air akan masuk ke *anion exchanger* yang berisi resin negatif untuk mengikat ion negatif. Setelah dari *anion exchanger*, air akan masuk ke *mixed exchanger (mix bed)* yang berisi kombinasi resin kation dan anion. Setelah itu air akan masuk ke *demin tank* sebagai *supply* kondensat yang akan digunakan sebagai air umpan boiler.



Gambar 95. Boiler Coal

menampung air umpan dan selanjutnya mendistribusikan ke pipa air pembangkit uap (*water wall*).

d. *Header* uap

Berfungsi sebagai penampung uap dari pipa air pembangkit uap dan selanjutnya mendistribusikan ke drum uap (drum atas). Biasanya berbentuk bejana silinder, tetapi ada juga yang berbentuk persegi empat.

e. Tube air pembangkit uap (*generating pipe*)

Berfungsi mengubah air menjadi uap dengan pemanasan gas panas dari dapur/*furnace*. Tube air pembangkit uap dipasang disekeliling ruang dapur (*water wall*) dan diatas ruang dapur. Untuk menambah kapasitas uap, *tube* air pembangkit uap ini juga dipasang dibagian sebelah belakang dapur. Susunan pemasangan *tube* di *design* untuk dapat menerima panas semaksimal mungkin.

f. Pipa air turun (*downcomer pipe*)

Berfungsi mengalirkan umpan *boiler* dari drum atas ke *header* (*mechmar boiler*), drum atas ke drum bawah, drum bawah ke *header*. Pipa ini tidak mendapatkan pemanasan dari gas panas.

g. *Tube Superheater*

Berfungsi untuk menaikkan temperatur uap basah (*satured steam*) sampai temperatur uap *superheat* (280°C–300°C). *Tube superheater* berisi uap yang berasal dari drum atas lalu dipanaskan oleh gas panas ruang bakar. Kemudian di distribusikan ke *header* uap untuk digunakan oleh turbin. Biasanya berbelok-belok yang mana ujung awal dihubungkan dengan uap drum atas, sedang ujungnya berhubungan dengan *header steam*. Material pipa biasanya terbuat dari *Low carbon steel* dengan campuran *molybdenum*.

h. *Wet Scrubber*

Berfungsi menangkap material abu sisa pembakaran dan menurunkan temperatur gas panas dengan cara *spray water* menjadi $\pm 80^{\circ}\text{C}$.

i. Cerobong asap

Berfungsi membuang gas sisa pembakaran yang telah melewati *wet scrubber* dengan suhu gas dari $\pm 300^{\circ}\text{C}$ menjadi $\pm 80^{\circ}\text{C}$

j. *Economizer* untuk *Coal Boiler*

Berfungsi menaikkan temperatur air umpan dengan memanfaatkan sisa gas panas yang dialirkan melalui *heat exchanger* dan air umpan *boiler* dialirkan melalui peralatan ini.

Keuntungan : meningkatkan *effisiensi boiler*, mengurangi tegangan pada *boiler* pada saat air umpan dimasukkan (mengurangi perbedaan temperatur air umpan dengan air pada drum *boiler*), pemakaian bahan bakar yang lebih efisien.

k. Pemanas udara (*air heater*)

Berfungsi untuk menaikkan temperatur pembakaran pada dapur *boiler*. Sisa gas panas dari *economizer* kemudian dilakukan lagi melalui *heat exchanger* (penukar panas) yang dipasangkan pada *ducting forced draft fan* untuk menaikkan temperatur udara pembakaran yang dihembuskan pada dapur.

l. Isolasi

Berfungsi untuk mengurangi panas yang hilang yang disebabkan tingginya temperatur pada dapur *boiler* (1200°C) serta menjaga keamanan lingkungan dan *effisiensi boiler*.

m. Peralatan pemisah air dan uap

Berfungsi memisahkan butir-butir air yang masih terbawa oleh uap saat memasuki drum bagian atas yang terletak pada bagian dalam drum. Ada beberapa *type* yang umum digunakan :

1) *Dry pipe* bekerja dengan cara uap masuk secara tangensial, karena air lebih berat dari uap, pemisahan terjadi oleh gaya sentrifugal.

2) *Chevron drier* : saat steam masuk, air yang terikut akan mengenai plate beralur dan mengalir ke bawah.

3) *Cyclone separator* : uap dimasukkan ke beberapa cyclone secara tangensial sehingga akibat kecepatan aliran air terpisah disebabkan oleh gaya centrifugal.

3. Problematika dan Cara Mengatasi

Berikut ini masalah atau problematika yang sering terjadi pada *boiler* di stasiun *boiler* dan cara mengatasinya:

1) Kondensat mengandung gula. Cara mengatasinya yaitu :

- a) Segera buang kondensat yang mengandung gula.
- b) *Supply* air *Demineralizer* ke tanki kondensat
- c) Cek air yang kemungkinan tercemar.
- d) Frekuensi proses *blow down* di tambah.
- e) Beri *caustic soda* ± 5 kg atau pH booster ± 10 liter.

2) Boiler Mengalami *Carry Over*

- a) Turunkan level air pada drum, apabila level terlalu tinggi lakukan *blow down* bila perlu.
- b) Periksa TDS air *boiler*, lakukan *blow down* melebihi batas yang di persyaratkan.

3) *Drum Level Rendah*

- a) Ubah pemasukan air dari auto ke manual.
- b) Bila air *dearator* habis ambil dari *storage tank*.
- c) Untuk *boiler* yang dilengkapi dengan *emergency stop*, fungsi otomatis agar difungsikan.
- d) Kurangi pemasukan bahan bakar/stop bahan bakar
- e) Apabila *boiler* tersebut mati, matikan *ID Fan* dan *Primary Fan*, *bagasse distributor fan* dan *secondary Fan*.
- f) Tutup *valve main steam header superheater*

4) Level Air dalam Drum Tinggi

- a) Kurangi udara pembakaran.
- b) Turunkan level air pada *level indicating control* bila *boiler* dilengkapi dengan *pneumatic level control*

- c) Lakukan *extra blow down* bila permukaan air tetap tidak terjadi penurunan.
 - d) Jika level air sudah normal, kembalikan posisi *level indicating control* pada posisi normal.
- 5) *Boiler* Mati karena Listrik Mati
- a) Pertahankan level drum, bila waktu lama tutup aliran uap ke *steam header*.
 - b) Bila *ID Fan* menggunakan motor listrik sebagai penggerak, alirkan gas asap lewat *by pass dumper* dengan tarikan alam.
 - c) Jalankan *FW pump* dengan penggerak menggunakan motor listrik tunggu sampai ada aliran listrik.
- 6) Kerusakan atau Kebocoran Pipa
- a) Hentikan segera pemasukan bahan bakar ampas dan minyak kedalam dapur *boiler*.
 - b) Matikan *Primary Fan, Secondary Fan & IDF*
 - c) Lakukan *Blowdown* sirkulasi untuk menurunkan temperatur
 - d) Buka pintu di depan *dapur/grate* untuk pengecekan kebocoran pada pipa
- 7) Temperatur Uap Basah Tidak Tercapai (Steam Basah)
- a) Buka *drain valve* pada saluran uap yang menuju turbin, kemungkinan terjadi kondensasi.
 - b) Cek level air dalam drum, turunkan bila terlalu tinggi.
 - c) Perbaiki sistem pembakaran dengan mengatur pemasukan bahan bakar dan udara agar terjadi pembakaran yang sempurna.
 - d) Periksa *Steam Flow*, bila *overload* kurangi pemakaian uap dan periksa beban tiap-tiap *boiler*, usahakan semua *boiler* bekerja optimal.

IV.4. Power House

Dalam pengaplikasiannya stasiun *power house* merupakan stasiun pusat yang mana dalam operasionalnya dikarenakan di dalamnya terdapat alat pembangkit, selain sebagai stasiun pembangkit tenaga listrik stasiun

power house juga berfungsi sebagai pengontrol tenaga seluruh pabrik. Di stasiun *power house* terdapat alat pembangkit tenaga listrik utama berupa *turbine alternator* 6 MW sebanyak 2 unit dan 2 unit genset 888 kW sebagai pembantu ketika terjadi trobel pada boiler ataupun turbin alternator.

Sebagai *main control panel distribution*, *power house* memegang kendali penuh atas semua pembagian tenaga di pabrik. Dalam artian jika salah satu stasiun mengalami masalah maka operator *power house* harus membuat keputusan yang cepat atau tepat agar tidak terjadi *black out* atau pabrik lumpuh total. Alat Utama dan Pendukung di Stasiun *Power House* sebagai berikut:

IV.4.1 Turbin Alternator

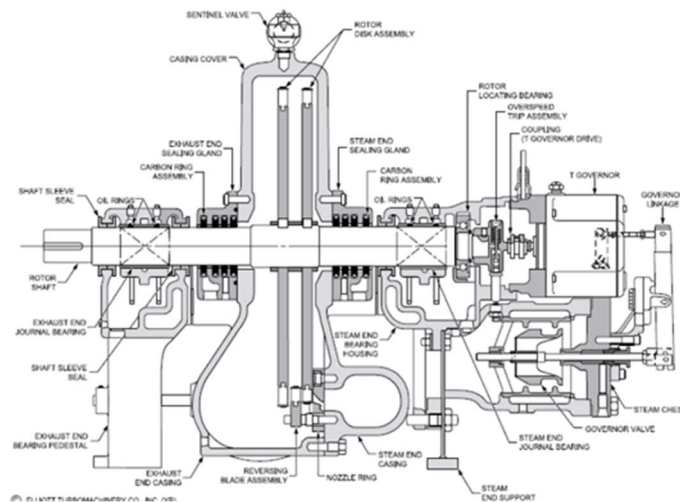
Turbin alternator merupakan alat pembangkit listrik utama dalam pabrik dengan cara kerja mengubah energi mekanik dari uap menjadi energi listrik. Di PT. GMM-BULOG menggunakan turbin Shinko dari dengan spesifikasi alat :

Tabel 35. Spesifikasi Turbin Alternator

| | | | |
|------------------------|--|--|--------------------|
| Type | Rateu 4 Stages, Impuls, Back Pressure Type | | |
| Quantity | 2 Sets | | |
| Generator Output | 6000 | | kW |
| Turbine Speed | 6946 | | Rpm |
| Output Shaft Speed | 1500 | | Rpm |
| Inlet steam flow | 55800 | | Kg/h |
| Extraction steam flow | - | | Kg/h |
| Inlet steam pressure | 30 | | Kg/cm ² |
| Inlet steam temp. | 390 | | °C |
| Exhaust steam pressure | 1,5 | | Kg/cm ² |
| Exhaust steam temp | 164 | | °C |
| Ambient Temp | Max 45 | | °C |
| Total | 2 | | Unit |
| Location | Indoor | | |

IV.4.2. Turbin Alternator

Turbine alternator merupakan peralatan elektromekanis yang mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik. Pada prinsipnya, turbine alternator bekerja dengan 2 (dua) prinsip yaitu, implus dan reaksi. Yang dimana implus merupakan perubahan energi potensial uap diubah menjadi energi kinetik dalam sudu tetap atau pipa pancar (*nozzle*) sementara disudu jalan (*moving blade*) diubah menjadi energi mekanik. Sedangkan yang dimaksud dengan reaksi adalah energi potensial pada uap diubah menjadi energi kinetik pada kedua tempat yaitu sudu tetap dan sudu gerak yang akan membuat perbedaan tekanan pada sudu tetap maupun sudu jalan. Kemudian dari energi mekanik yang dihasilkan dari proses implus dan reaksi akan diteruskan ke generator untuk diubah menjadi energi listrik. Dari sini dapat disimpulkan bahwa fungsi turbine adalah mengubah energi potensial menjadi energi mekanik lalu mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh genertor akan didistribusikan keseluruh pabrik untuk oprasional lewat pembagian tenaga yang sudah ditentukan.

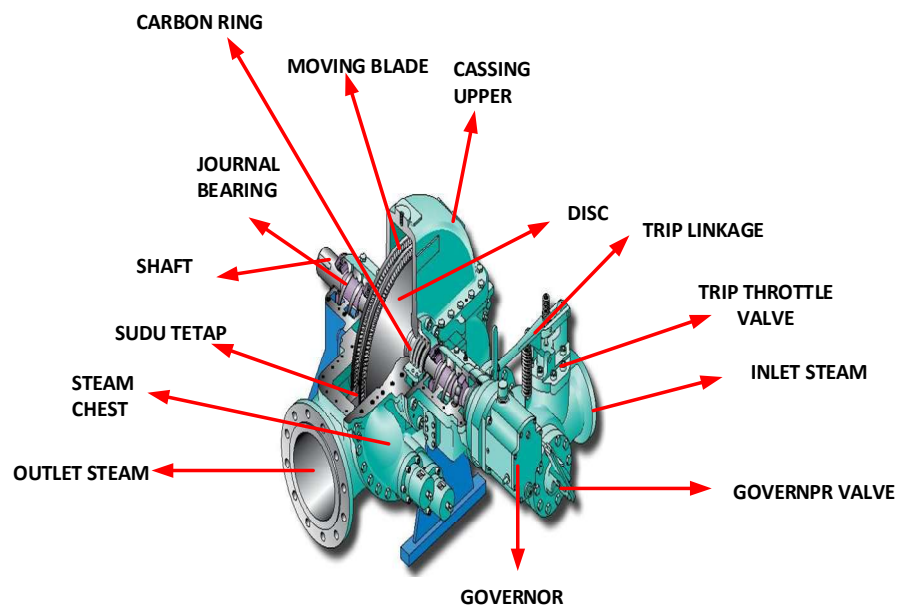


Gambar 97. Turbin Alternator Shinko

Tabel 36. Spesifikasi Turbin dan Generator

| | |
|------|--|
| Type | Rateu 4 Stages, Impuls, Back Pressure Type |
|------|--|

| Quantity | 2 Sets | |
|------------------------|--------|--------------------|
| Generator Output | 6000 | kW |
| Turbine Speed | 6946 | rpm |
| Output Shaft Speed | 1500 | rpm |
| Inlet Steam Flow | 55800 | kg/h |
| Extraction Steam Flow | – | kg/h |
| Inlet Steam Pressure | 30 | kg/cm ² |
| Inlet Steam Temp. | 390 | °C |
| Exhaust Steam Pressure | 1.5 | kg/cm ² |
| Exhaust Steam Temp. | 164 | °C |
| Ambient Temp. | Max 45 | °C |
| Total | 2 | Unit |



Gambar 98. Bagian Utama Turbin Alternator

Fungsi dari bagian utama turbine adalah sebagai berikut :

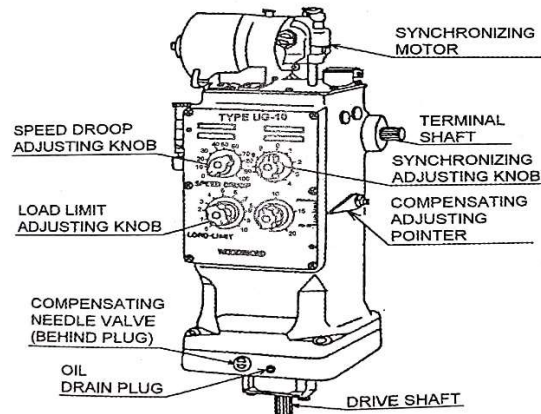
1. Journal bearing berfungsi untuk menerima gaya radial yang tegak lurus terhadap poros, umumnya karena berat ke bawah atau beban poros.

2. Thrust bearing memiliki dua fungsi yaitu sebagai titik referensi untuk menempatkan rotor pada casing dan untuk menahan atau menerima gaya aksial atau gaya sejajar terhadap poros turbin.
3. Shaft atau rotor berfungsi sebagai penerus tenaga transmisi ke difrential.
4. Sudu tetap (*Nozzle*) berfungsi untuk mengubah energi uap menjadi kinetik sebelum diteruskan menuju sudu jalan.
5. Sudu jalan (*moving blade*) mempunyai fungsi sebagai pengubah energi kinetik menjadi energi mekanik hingga sudu bergerak memutar rotor.
6. Bantalan atau bearing adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan.

Peralatan bantu turbine Alternator

1. *Turbine Valve* yang terdiri dari *Main Steam Valve* (MSV) dan *Governor Valve Main Steam Valve* (MSV) berfungsi sebagai penyearah uap, sehingga uap tidak kembali lagi ke demister ketika terjadi penurunan tekanan. *Governor Valve* berfungsi untuk mengatur jumlah aliran uap yang masuk ke turbin.
2. *Turning Gear (Barring Gear)* yang berfungsi untuk memutar poros turbin pada saat unit dalam kondisi stop atau pada saat pemanasan sebelum turbin start up agar tidak terjadi distorsi pada poros akibat pemanasan / pendinginan yang tidak merata.
3. Peralatan pengaman, yang berfungsi untuk mengamankan bagian-bagian peralatan yang terdapat dalam turbin jika terjadi gangguan ataupun kerusakan operasi pada turbin.
4. *Lube Oil* atau Minyak Pelumas dan *Control Oil* berfungsi untuk melumasi bantalan turbin, mengangkat poros pada saat turning gear.

IV.4.3. Governor



Gambar 99. Governor

Governor Valve adalah peralatan mekanis yang berfungsi untuk mengatur putaran turbine uap dengan cara mengatur jumlah aliran masuknya uap ke sudu-sudu turbine. Fungsi utama governor adalah untuk mengatur bukaan control valve yang bertujuan untuk mengatur dan menjaga kecepatan turbine. Sedangkan cara kerja governor sendiri adalah dengan mengandalkan putaran poros turbine itu sendiri. Governor terhubung dengan poros yang berputar. Piston hidrolis pada servo motor yang terhubung dengan rod dan *governor lever*, kemudian *governor* berfungsi untuk mengatur naik turunnya *governor valve*. *Steam Valve* akan mengatur aliran uap sesuai dengan kebutuhan untuk menjaga putaran turbine yang konstan.

1) Cara Start Turbine Alternator Shinko

1. Persiapkan cooling water turbine dan pastikan pompa bekerja dengan baik.
2. Maksimal temperatur *cooling water* 32 °C dengan tekanan 1,5 – 2,0 kg/cm².
3. Buka kran uap exhaust BPV (turbin). Pastikan saluran condensat BPV, *By Pass Condensate*, Turbin Condensat telah di buka dan semua air condensat telah di keluarkan sepenuhnya.

4. Buka drain-drain turbin dan uap separator, buka valve keluar (*outlet valve*) air injector. valve ini hendaklah senantiasa dibuka sampai Turbin beroperasi.
5. Hidupkan air dan pompa oli, buka valve masuk dan valve keluar bagi *oil cooler*.
6. Jalankan pompa minyak pelincir (L.O Pump) secara auto dengan memutar tombol (switch) kedudukan AUTO pada panel switch Turbin. Pastikan pressure minyak melebihi 0.3 kg/cm^2 .
7. Buka Valve EXHAUST sepenuhnya.
8. Resetkan ke semua Trip device dengan menekan butang reset dan dengan mengangkat kembali *Hand Trip knob*. Pastikan governor di setkan pada kelajuan yang minimum.
9. Panaskan turbin, buka kran uap masuk 10 – 15 kg. buka sedikit inlet steam valve untuk memanaskan Turbin selama 15 menit. Jalankan Turbin pada kecepatan 100-200 RPM. Periksa Turbin, gearbox dan alternator apakah terdapat bunyi kuat atau getaran.
10. Pastikan kesemua drain valve ditutup setelah kesemua air condensate dikeluarkan.
11. Tripkan turbin dengan menggunakan *Hand Trip Knob* untuk memastikan governor tertutup dengan sekaligus.
12. Jika sudah panas, kembali tutup valve uap masuk.
13. Naikkan alat trip,
14. Putar load limit posisi 4
15. Tekan reset yang berwarna kuning
16. Buka kran uap masuk turbin perlahan lahan sampai habis
17. Jangan lupa putar load limit penuh atau 10
18. Naikkan speed setting atau rpm turbin perlahan lahan sampai 1500 rpm
19. Pastikan suhu bearing tidak melebihi 80° C .
20. Tutup kran drain-drain di turbin dan separator
21. Pastikan tidak ada kebocoran di mana-mana.

22. Sinkronkan beban turbin sama genset

2) Cara Stop Turbine Alternator Shinko

- a. Kurangkan load turbin.
- b. Tutup steam inlet
- c. Apabila kelajuan turbin telah menurun dan tekanan minyak kurang dari pada $0.45 - 0.50 \text{ kg/cm}^2$.pastikan pump minyak oil (L.O pump) dijalankan secara auto untuk memastikan minyak oil selalu diberikan kepada bearing dan gear wheel.
- d. Setelah turbin berhenti total,tutup *EXHAUST* valve,dan buka kesmua drain valve untuk mengeluarkan steam condensate.
- e. Pastikan minyak oli (L.O Pump) dijalankan sekurang-kurangnya 10 menit setelah turbin stop.ini adalah untuk menyejukkan suhu bearing turbin.
- f. Tutup valve air masuk dan valve air keluar untuk air cooler.
- g. Turunkan hand trip knob dan tekan butang *emergency stop* untuk memberhentikan turbin sepenuhnya.

3) Standart Maintenance

Tabel 37. Standar Maintenance Turbin

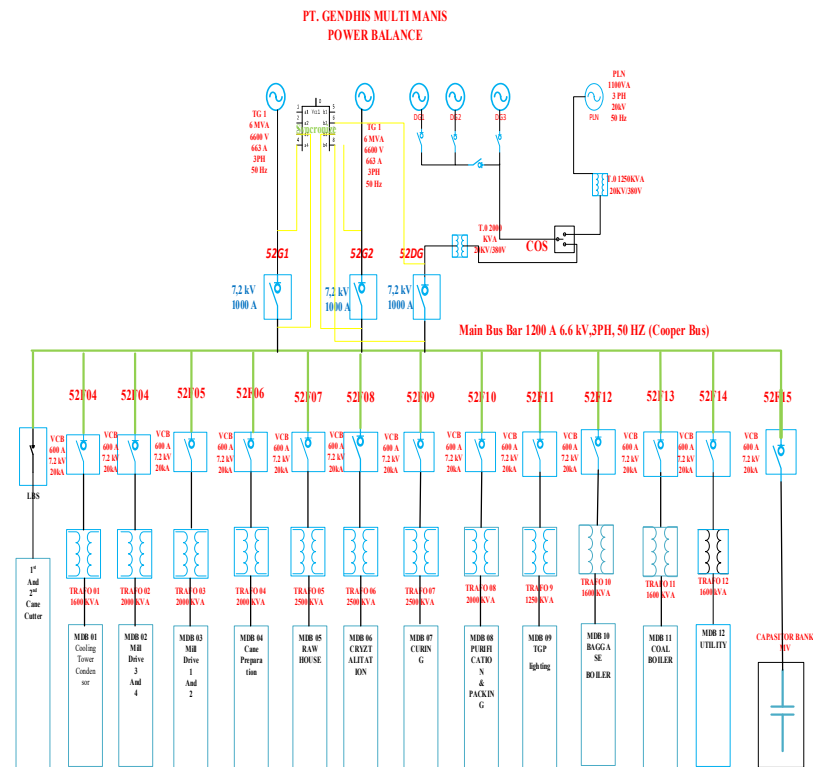
| Item | Inspeksi |
|--------------------------|---|
| Steam Pressure dan Temp. | Melakukan pemeriksaan secara periodik dilakukan setiap jam |
| Kontrol tekanan oli | Priksa tekanan oli pada 8.0 – 8.5 bar g |
| Tekanan dan Temp. L.O | Priksa tekanan oli pelumas pada 1.0 – 1.5 bar g dan temperatur untuk inlet 35 °C sedangkan temperature outlet 45 °C |
| Temp. Bearing | Pastikan temperatur bearing <75 °C, jika temp diatas 75 °C hentikan turbine priksa penyebabnya. |
| Oil Filter | Bersihkan Elemen pada filter jika tekanan pompa >0.5 bar g |

| | |
|--------------------|---|
| Aliran Oli Pelumas | Pastikan oli mengalir menuju bearing dengan melihat pada <i>sight glass</i> |
| Vibrasi dan Noise | Periksa apakah getaran pada turbine <0.040 dan noise 90 dB |

4) Standart Maintenance after Operation

- a. Bersihkan Oil Filter dari kotoran ataupun sludge
- b. Dalam sehari putar rotor turbine minimal 4 (empat) putaran
- c. Beri pelumasan pada turbine 2 atau tiga hari sekali
- d. Cek main steam valve apakah terjadi kebocoran atau sudah aman
- e. Selama turbine berhenti jagalah nozzle dan moving blade dari korosi dengan memberikan dengan udara kering atau anti karat.
- f. Jika turbine berhenti lama, buka chasing turbine apakah terdapat kotoran ataupun kerak menumpuk.
- g. Cek pompa cooling water dan pastikan saringan cooling water pump dibersihkan.

5) Power Balance



Gambar 100. Power Balance

6) Peralatan Control Panel Power House

a. *Transformer*

Trafo adalah alat yang memindahkan tenaga listrik antar dua rangkaian listrik atau lebih melalui induksi elektromagnetik. Prinsip kerja trafo berdasarkan prinsip elektromagnetik. Tegangan masukan yang membentangi lilitan primer menimbulkan fluks magnet dengan lilitan sekunder. *Fluks* bolak-balik ini menginduksi gaya gerak listrik (ggl) dalam lilitan sekunder. Ada dua jenis transformator yaitu *step-up* dan *step-down*

b. *Vacuum Circuit Breaker*

Vacuum Circuit Breaker adalah salah satu jenis pemutus kontak, vacuum digunakan sebagai peredam busur api, vacuum mempunyai isolasi yang tinggi sehingga mempunyai keunggulan dibandingkan menggunakan media lain. Prinsip kerjanya berbeda dengan dasar prinsip dengan jenis pemutus kontak yang lain karena tidak terdapat gas yang dapat berionisasi bila kontak-kontak terbuka, Ketika pemutus kontak dibuka

dalam ruang maka akan timbul percikan bunga api,elektron yang terlepas walau hanya sesaat maka dengan cepat diredam. Elektron dan ion yang dihasilkan pada saat pemutusan akan segera mengembun pada ruang hampa.

c. *Synchronize generator*

Synchronize generator berfungsi untuk mempararelkan dua buah atau lebih generator dengan mengatur tegangan, Frekuensi dan perbedaan fasa dan urutan fasa. Alat untuk melengkapinya antara lain; *Double Voltmeter*, *Double Frequency Meter* dan *synchroscope*.

d. *Auto Voltage Regulator*

Auto Voltage Regulator berfungsi untuk menstabilkan tegangan listrik dari generator, menghadapi beban listrik yang berubah-ubah.

Prinsip kerja dari AVR adalah mengatur arus penguatan (eksitasi) pada *Exciter*. Apabila tegangan output generator turun, maka AVR akan memperbesar arus penguatan (eksitulasi) pada *exciter*. Dan sebaliknya apabila tegangan output generator melebihi tegangan nominal generator maka AVR akan mengurangi arus penguat (eksitasi) pada *exciter*.

IV.5. Unit Pengolahan Limbah

Pengolahan limbah merupakan proses penghilangan kontaminan dari air limbah baik industri besar maupun industri rumah tangga. Hal ini meliputi proses fisika, kimia, dan biologi untuk menghilangkan kontaminan fisik kimia dan biologis. Hal ini memiliki tujuan untuk menghasilkan aliran limbah dan limbah padat atau lumpur yang cocok untuk pembuangan atau penggunaan kembali terhadap lingkungan *Khopkar, S. M. (2004)*.

PT GMM merupakan salah satu pabrik yang peduli dan bertanggung jawab atas limbah yang dihasilkan saat pabrik beroperasi. Dalam menerapkannya PT GMM mengupayakan agar limbah yang dihasilkan nantinya aman bagi lingkungan sekitar dan tidak berbahaya bagi kehidupan makhluk hidup sekitarnya. Dengan itu, PT GMM mengembangkan konsep pengolahan limbah secara ramah lingkungan, terkait hal ini limbah yang

dikelola di PT GMM terbagi menjadi 4 macam jenis limbah diantaranya yakni:

IV.5.1. Limbah padat

a. Ampas

Ampas tebu merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pemerahan tebu di stasiun gilingan, ampas tidak sepenuhnya dianggap sebagai limbah karena masih memiliki nilai ekonomis dan di pabrik gula dijadikan sebagai bahan bakar boiler untuk menghasilkan uap. Ampas dari gilingan akhir akan dibawa oleh *carrier* menuju boiler. Sebagai bahan bakar utama boiler.

b. Blotong atau Sludge

Timbulan limbah padat dari proses produksi tebu menjadi produk gula, meliputi blotong dari proses defeksi dan karbonatasi. Seperti uraian proses produksi, nira setelah dilakukan proses defekasi sehingga terbentuk endapan dari kotoran non-gula, dilakukan pemisahan di clarifier dan selanjutnya proses rotary vacuum filter, padatan yang dipisahkan disebut sebagai blotong. Untuk proses karbonatasi, raw liquor dinaikkan pHnya setelah itu dinetralkan sehingga terbentuk endapan non gula yang selanjutnya dilakukan proses penyaringan dengan alat filter press, hasil padatan yang dipisahkan disebut sebagai *Sludge* (Blotong Basah). Dalam penanganannya blotong dan *sludge* di PT. GMM tidak dikelola lebih lanjut namun hanya terdapat penampungan limbah tersebut, yang nantinya akan menjadi tumpukan seperti bukit blotong dan *sludge*. Akan tetapi, rencananya pabrik nantinya akan memanfaatkan limbah blotong dan *sludge* sebagai pembuatan kompos. Hal ini akan menjadi terobosan baru yang dapat dilakukan PT GMM untuk pengoptimalan pemanfaatan limbah

c. Abu Boiler

Abu boiler adalah limbah padat pabrik gula hasil dari sisa pembakaran ampas tebu dan batu bara di dalam mesin boiler. Ada 2 jenis abu boiler yang terbentuk selama proses produksi, yaitu:

- c.1. Limbah boiler (*battom ash*) Abu dari bahan bakar (*bagasse*) yang tertinggal dalam ruang bakar boiler. Dengan beroperasinya boiler yang menggunakan bahan bakar ampas (*bagasse*) akan menyisakan abu pembakaran. Abu boiler terdiri dari partikulat kasar dan halus, dimana partikulat kasar yang mengerak dibagian dasar dapur dibuang dengan cara disekrup (*manual*) atau otomatis dan ditampung pada lori untuk ditumpuk pada tumpukan limbah padat. Sedangkan untuk partikel halus akan di pisahkan di *wet scrubber*.
- c.2. Abu terbang (*fly ash*) 267 Abu halus yang terbawa bersama sisa udara dari ruang bakar boiler dan dipisah dari gas buang pada unit *wet scrubber*. Abu ini akan ditampung pada kolam dan di endapkan sehingga diperoleh air jernih yang dapat di umpankan lagi.

Abu boiler termasuk limbah padat yang dalam penanganannya dapat dibuat dengan beberapa inovasi produk. PT GMM dalam menangani limbah khususnya boiler, biasanya abu boiler yang telah ditampung digunakan untuk pembuatan paving pabrik sehingga nantinya dapat menekan biaya pemeliharaan pabrik. Hal ini dikarenakan, jika terdapat kerusakan jalan yang berpaving PT GMM dapat memproduksi sendiri paving yang akan digunakan.

IV.5.2. Limbah Gas

Limbah gas adalah limbah yang memanfaatkan udara sebagai media. Penambahan gas ke udara yang melebihi batas udara alami akan menurunkan kualitas udara. Limbah gas yang dihasilkan berlebihan dapat mempengaruhi udara serta dapat mengganggu kesehatan masyarakat. Zat pencemar melalui udara diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu partikel dan gas. Partikel adalah butiran halus dan masih mungkin terlihat dengan mata seperti uap air, debu, asap, kabut dan asap. Sedangkan pencemaran gas hanya dapat dirasakan melalui penciuman (untuk gas tertentu) atau akibat langsung.

Gas buang boiler merupakan asap yang keluar dari cerobong asap boiler. Asap ini akan membawa partikel – partikel padat yang merupakan

sisia pembakaran abu boiler. Untuk menangani gas buang boiler, semua boiler dilengkapi dengan Dust Collector Sistem basah untuk menangkap abu boiler yang terikat asap cerobong dengan cara sebelum asap keluar cerobong dispray dengan menggunakan air dalam wetscrubber. Abu boiler yang tertangkap diendapkan pada unit kolam pengendapan, secara periodik kolam pengendapan dikuras untuk membersihkan hasil pengendapan. Tidak semua asap yang dihasilkan oleh boiler dibuang ke udara bebas, namun sebagian didistribusikan menuju stasiun karbonatasi untuk dimanfaatkan kandungan CO₂-nya. Penyadapan CO₂ biasanya dilakukan pada separator cyclone.

Prinsip kerja dari *wet scrubber* Gas buang yang akan memasuki cerobong akan dispray dengan air sehingga partikel akan terikat bersama air. Selanjutnya air penangkap abu tersebut dialirkan ke bak pengendap abu dengan tujuan untuk memisahkan abu dengan air penangkapnya. Air jernih hasil pengendapan akan disirkulasi kembali sebagai *spray water*.

Cyclone separator adalah alat kontrol partikulat yang sangat umum digunakan pada banyak aplikasi, terutama partikel yang relatif besar yang perlu dikumpulkan. *Cyclone separator* termasuk perangkat yang sangat sederhana yang menggunakan gaya sentrifugal untuk memisahkan partikel dari aliran udara. *Cyclone separator* biasanya terbuat dari lembaran logam, meski bahan lainnya bisa digunakan. *Cyclone separator* memiliki biaya pembuatan yang rendah dan tidak memerlukan ruang yang besar serta tidak ada bagian yang bergerak. Tentu saja, perangkat eksternal seperti pipa penghubung dan *blower*, diperlukan untuk memindahkan aliran material yang terbawa oleh udara ke dalam *cyclone separator*

IV.5.3. Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)

Limbah B3 merupakan limbah yang dikategorikan sebagai limbah yang berbahaya dan beracun karena sifat atau konsentrasinya, jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemari atau merusak lingkungan hidup dan membahayakan lingkungan hidup,

kesehatan serta kelangsungan hidup manusia. Limbah B3 dapat diklasifikasikan menjadi :

- | | |
|---------------------------------|--------------------|
| 1. Mudah meledak atau explosive | 7. Gas bertekanan. |
| 2. Pengoksidasi atau oxidizing | 8. Irritant |
| 3. Mudah menyala atau flammable | 9. Korosif |
| 4. Beracun atau toxic | 10. Teratogenik |
| 5. Berbahaya atau harmful | 11. Mutagenik 1 |
| 6. Berbahaya bagi lingkungan | 12. Karsiogenik |

Sumber Limbah B3 pada umumnya di PG. GMM ini didominasi oleh :

a. Oli bekas

Proses pengolahan gula dari bahan baku tebu sebagian besar merupakan proses mekanis sehingga memerlukan pelumas/oli untuk kelancaran oprasinya. Pelumas yang dibutuhkan sekitar 100-150 liter 160 per musim giling. Selanjutnya pemusnahan limbah oli bekas bekerja sama dengan pihak ketiga yang memiliki izin dari Dinas Lingkungan Hidup.

b. Chemical cleaning

Pengelolaan chemical cleaning dapat dilakukan di dalam bak stabilisasi dan dialirkan sedikit demi sedikit ke kolam IPAL.

c. Accu bekas

Kandungan unsur timah dan senyawa H₂SO₄. Accu bekas untuk selanjutnya akan ditangani dan diproses oleh pihak ketiga untuk diambil timahnya, dimana kandungan timah untuk aki bekas kurang lebih sebanyak 65% dari berat netto aki bekas apabila diproses dengan menggunakan rotary furnace namun apabila diproses dengan menggunakan metode tradisional hanya akan mendapatkan 55% timah.

d. Lampu neon

limbah B3 karena mengandung logam berat seperti Cd, Pb, Ni, Zn, Hg dimana semua zat ini merupakan karsinogenik.

- e. Kertas saring digunakan untuk memisah penjernih kimia dalam analisa kadar gula. Kertas saring dan padatan yang mengandung Pb tersebut selama ini dikenal sebagai sumber limbah B3 di pabrik gula walau jumlahnya tidak terlalu besar. Analisa kadar gula dilakukan setiap 1-2 jam dengan kandungan padatan/endapan yang mengandung Pb sekitar 0,1 mg.

Pengelolaan Limbah B3 merupakan salah satu rangkaian kegiatan yang mencakup penyimpanan, pengumpulan, pemanfaatan, dan pengolahan limbah B3 termasuk penimbunan hasil pengolahan tersebut. PT GMM menangani limbah sebagai pelaku pengumpulan. Hal ini terlihat adanya Tempat penampungan limbah, yang nantinya terdapat instansi yang akan mengolahnya secara berkala.

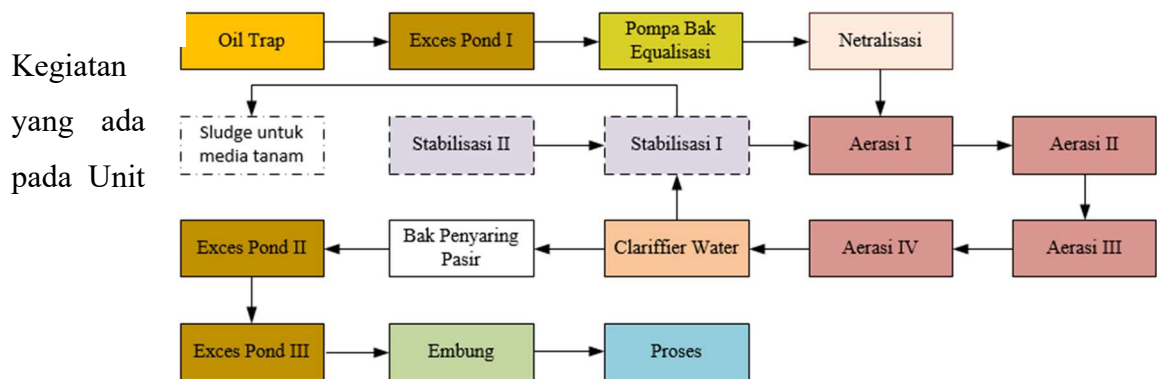
IV.5.4. Limbah Cair

Limbah cair adalah jenis limbah yang banyak dihasilkan dari kegiatan proses produksi sebuah industri sehingga limbah cair sangat identik dengan limbah industri. Pengolahan air limbah proses PT. GMM sendiri menggunakan Sistem Aerasi Lanjut (SAL) adalah salah satu sistem yang di gunakan untuk menurunkan kandungan senyawa organik dalam limbah dengan memanfaatkan bakteri aerob (Innola 221). Bakteri ini memiliki aktivitas dan daya degradasi terhadap polutan yang sangat baik. Dalam pertumbuhannya bakteri ini akan mengkonsumsi senyawa organik, membutuhkan oksigen dan nutrien dalam mempertahankan hidup. Pengolahan air limbah proses dilakukan dengan cara bertahap dimulai dari bak equalisasi, bak netralisasi, bak aerasi, dan bak clarifier. Selain itu juga terdapat bak saringan pasir, bak stabilisasi, dan bak bibitana mikroba.

Close Loop Water Circulation adalah sistim instalasi pemanfaatan air yang tertutup, proses pemanfaatan excess water menjadi air baku pada proses pengolahan (produksi) pabrik. Kelebihan dari penggunaan sistem ini adalah bisa memanfaatkan kembali air sisa produksi mengingat pabrik gula sangat banyak menggunakan air, sehingga akan menghemat biaya

yang sangat tinggi. Limbah yang sudah diolah melalui IPAL ditampung dalam suatu pond 2 dialirkan secara overflow kedalam pond 3 selanjutnya overflow ditampung ke embung bercampur menjadi satu dengan excess water dan siap digunakan sebagai air baku untu proses produksi. Alat pendukung Close Loop Water Circulation antara lain:

- a. Gutter 1: Untuk menampung air hujan
- b. Gutter 2 : Untuk menampung limbah dari proses pengolahan dan mill
- c. Gutter 3 : Untuk menampung air konde
- d. Oil trap : Sebagai penangkap minyak
- e. Pond 1 : Untuk menampung waste water yang akan ditreatment di IPAL
- f. Pond 2 : Untuk menampung air hujan, excess water dan output IPAL yang akan overflow ke pond 3.
- g. Pond 3 : Untuk menampung over flow dari pond 2 selanjutnya over flow menuju ke embung.
- h. Embung : Untuk menampung air yang berasal dari pond 3, digunakan sebagai air baku untuk proses produksi pengolahan.



Pengolahan Limbah dalam mengolah limbah cair sebagai berikut :

Gambar 101. Skema Alur Pengolahan Limbah Cair di PT. GMM-BULOG

1. Lakukan prosedur start-up (pembibitan) sesuai dengan pedoman sampai bak pengendapan
2. Lakukan sirkulasi endapan 100% sampai endapan terpisah dan cairan limbah menjadi jernih

3. Amati volume endapan dari setiap kolam aerasi setia hari dan ikuti pertumbuhan mikroba melalui perkembangan volume endapannya.
4. Apabila volume endapan sudah mencapai 20% , maka jumlah resirkulasi endapan dikurangi 50%

BAB V.

KESIMPULAN

V.1. Kesimpulan

Dari hasil mengamati, memahami, berdiskusi, dan mencari data yang dilakukan oleh penulis dalam praktek kerja lapang I di Pabrik Gula PT. Gendhis Multi Manis – BULOG dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pabrik Gula PT. Gendhis Multi Manis – BULOG merupakan salah satu industri gula yang menggunakan bahan baku utamanya yaitu tebu dan raw sugar untuk menghasilkan gula produk
2. Untuk menekan kehilangan gula sebelum di proses, dilakukan berbagai upaya antara lain dengan perencanaan tebang dan angkut yang memperhatikan data sisa tebu pagi. Dengan mengetahui sisa tebu pagi, maka dapat menentukan berapa tebu yang harus ditebang pada hari itu, sehingga jumlah tebu di emplasemen bisa dikendalikan. Kemudian untuk tebu yang akan masuk ke dalam proses giling dilakukan dengan sistem FIFO (*First In First Out*). Hal ini dilakukan untuk meminimalkan kerusakan tebu selama proses menunggu giling di emplasemen. Karena luas cane yard tidak mencukupi kapasitas giling, sehingga masalah ini diatasi dengan mengatur truk masuk dan keluar
3. Kapasitas giling Pabrik Gula PT.GMM-BULOG pada masa giling tahun 2021 yaitu 4000 TCD. Upaya-upaya yang dilakukan untuk mencapai sasaran tersebut adalah :
 - a. Sebelum dilaksanakan pemerahan harus dilakukan pekerjaan pendahuluan dengan sasaran Preparation Indeks (PI) $\geq 91\%$
 - b. Tebu yang masuk dijaga agar kontinyu
 - c. Penyetelan gilingan dilakukan secara periodik jika sewaktu-waktu kinerja gilingan kurang maksimal
 - d. Pemberian imbibisi yang tepat
 - e. Pengaturan RPM, rol gilingan, tekanan hidrolis dan elektromotor sesuai setelan kerja

- f. Dengan Mill Extraction (ME) 93%, moisture ampas $\leq 50\%$, pol ampas $\leq 1,75\%$, dan kehilangan 1-1,5
4. Tujuan dari Raw House adalah menghilangkan kandungan yang buka gula dalam nira mentah atau mix juice sebanyak-banyaknya dengan menekankan kehilangan gula seminimal mungkin dan biaya yang rendah sehingga menghasilkan Raw Syrup dengan brix $\pm 65\%$. Bahan pembantu yang digunakan dalam proses pemurnian di raw house antara lain susu kapur (saccarate) dan flocculant. Di raw house dilakukan pemanasan pendahuluan yang bertujuan untuk mempercepat terjadi reaksi dan mematikan oertumbuhan serta aktifitas bakteri dalam nira, menghilangkan gas – gas yang dapat mempersulit proses pengendapan dan juga mempersiapkan nira untuk di stasiun vacuum pan,
 - a. Pemanas primary dengan suhu 70 – 75
 - b. Penambahan saccarate sampai pH 6,8 – 7,2
 - c. Pemanas first secondary dengan suhu 90 – 92
 - d. Pemanas second secondary dengan suhu 105
 - e. Penguapan dengan 4 badan evaporator (*Quardruple*) dengan target brix 65 %
 5. Vacuum pan station yaitu dilakukan prose pengambilan sukrosa sebanyak-banyaknya dalam bentuk kristal, sedangkan untuk memisahkan molasses dengan kristal ini diputar dalam alat sentrifugal
 6. Stasiun purifikasi dilakukan pelebur raw sugar atau A sugar yang selanjutnya direaksikan dengan susu kapur dan gas CO₂ dengan hasil akhir adalah fine liqour yang selanjutnya dimasak dalam pan masak W hingga menghasilkan produk GKP I dan II ICUMSA 100-300 dengan BJB 0,8 – 1,2.

V.2. Saran

Setelah melaksanakan kegiatan praktek kerja lapangan, adapun saran yang dapat diberikan :

1. Pengawasan Proses pabrikasi pada tiap-tiap tahapan proses pengolahan tebu menjadi gula harus sesuai standar (SOP) sehingga giling dapat berjalan dengan lancar. Misalnya sanitasi gilingan perlu dilakukan
2. Diperlukan pengembangan karyawan secara sinergi dan terus menerus untuk peningkatan nilai kompetensi, disiplin, loyalitas dan dedikasi
3. Untuk memperoleh hasil gula yang baik kualitas maupun kuantitasnya maka perlu diperhatikan faktor-faktor produksi yang baik pula. Mulai dari bahan baku, peralatan kerja, dan tenaga kerja (SDM)
4. Membangun kesadaran serta motivasi kepada karyawan akan kondisi dan tantangan industri gula di Indonesia pada masa sekarang dan masa yang akan datang

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, Bsc. 2008. *Proses Pabrikasi Gula*. Yogyakarta: Lembaga Pendidikan Perkebunan Yogyakarta.
- Hugot, E. 1986. *Handbook of cane Engineering* 3rd. Amsterdam: Elsevier Pulishing Company.
- Ibnu, W. 2018. *Alat dan Proses Pengolahan Gula di PG. GMM-BULOG*. Blora: PG. GMM-BULOG.
- Khopkar, S. M. (2004). *Environmental Pollution Monitoring And Control*. New Delhi: New Age International. hlm. 299. [ISBN 8122415075](#). Diakses tanggal 2021-09-20.
- Rein, Peter. 2007. *Cane Sugar Engineering*. Germany: Verlag DR. Albert Bartens KG Berlin.
- Rio, P. W. 2018. *Alat dan proses Pengolahan Gula di PG. GMM-BULOG*. Blora: PG. GMM-BULOG.
- Sartono, J. 1988. *Dasar – Dasar Pabrikasi Gula*. Yogyakarta: Lembaga Pendidikan perkebunan.
- Soebagio. 1971. *Instalasi Gilingan Pabrik Gula*. Yogyakarta: Politeknik LPP Yogyakarta.
- Soerjadi. 2003. *Alat Pengolahan Gula*. Yogyakarta: Lembaga Pendidikan Perkebunan.
- Toat Soemohandojo. 2009. *Pengantar Injiniring Pabrik Gula*. Surabaya: Bintang Surabaya.
- Tempo, M. G. 2017. *Sejarah PG Blora*. <https://bisnis.tempo.co>bisnis>, diakses pada tanggal 25 September 2021.