

BAB III

PROSES PRODUKSI

III.1 Bahan Baku



Gambar III. 1 Tebu

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum*. L) dimanfaatkan sebagai bahan baku utama dalam industri gula. Bagian lainnya dapat pula dimanfaatkan dalam industri jamur dan hijauan pakan ternak. Tanaman tebu biasanya tumbuh baik pada daerah yang beriklim panas dengan kelembaban untuk pertumbuhan adalah $>70\%$. Pada tanaman tebu terdapat sakarosa yang merupakan bahan baku untuk membuat kristal-kristal gula. Terdiri dari 20% zat kering dan 80% nira. Tebu ini termasuk jenis rumput-rumputan. Tanaman tebu dapat tumbuh hingga 3 meter di kawasan yang mendukung. Umur tanaman sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih satu tahun. Tanaman tebu merupakan tanaman perkebunan semusim, yang mempunyai sifat tersendiri, sebab di dalam batangnya terdapat zat gula. Tebu termasuk jenis rumput-rumputan seperti halnya padi, jagung, bambu dan lain-lain. Batang tanaman tebu beruas-ruas, dari bagian pangkal sampai pertengahan, ruasnya panjang-panjang sedangkan di bagian pucuk ruasnya pendek. Tanaman tebu merupakan tanaman perkebunan semusim, yang mempunyai sifat tersendiri, sebab

di dalam batangnya terdapat zat gula. Berikut merupakan sifat-sifat fisik dari tanaman tebu antara lain :

1. Daun

Daun tebu merupakan daun tidak lengkap karena terdiri dari pelepah dan beberapa helaian daun, tulang daun sejajar, daun tidak bertangkai panjang dan memiliki panjang daun 1 – 2 meter. Terdapat bulu – bulu daun dan telinga daun serta berwarna hijau muda hingga tua.

2. Akar

Tebu berakar tanaman berserabut, tunggang dengan panjang 20-30 cm dan dapat menembus permukaan tanah sekitar 20 cm

3. Batang

Tebu memiliki batang tanaman berbentuk bulat dengan diameter batang 4 – 10 cm. Tumbuh tegak dengan jarak buku – buku 3 – 5 cm serta mempunyai panjang batang 3 – 5 cm.

4. Bunga

Tebu termasuk bunga majemuk panjangnya sekitar 70 – 90 cm dan memiliki 3 daun kelopak, 1 daun mahkota, 3 benang sari, 2 kepala putik.

(Irwanda, 2022)

Terdapat 5 kriteria penilaian mutu tebu yang ada pada PG Tjoekir sebelum masuk ke Stasiun Penggilingan. Penilaian mutu tebu dilihat berdasarkan keadaan fisik dari tebu tersebut. Beberapa kriteria penilaian mutu tebu yaitu:

Tabel III. 1 Kriteria Mutu Tebu

No	Mutu Tebu	Gambar	Keterangan
1	Mutu A		Tidak ada sogolan, tidak ada pucukan, tidak ada daduk, tidak ada tanah

2	Mutu B		Tidak ada sogolan, tidak ada pucukan, tidak ada tanah
3	Mutu C		Tidak ada tanah
4	Mutu D		Ada tanah
5	Mutu E		Tebu terbakar

III.1.2 Bahan Baku Penunjang

Bahan baku penunjang adalah bahan-bahan yang dapat membantu proses produksi dan meningkatkan kualitas gula. Beberapa bahan baku penunjang adalah sebagai berikut :

1. Desinfektan

Penambahan desinfektan ke dalam saluran air bertujuan untuk membunuh kuman yang terdapat dalam nira mentah pada stasiun penggilingan.

2. Air

Air ini digunakan sebagai air imbibisi pada penggilingan yang terletak di carrier setelah gilingan

3. Imbibisi



adalah proses dimana air atau nira dimasukkan ke ampas guna membantu pengeluaran nira pada gilingan berikutnya, sehingga kehilangan gula dalam ampas dapat di minimalisir.

4. Kapur.

Kapur biasanya digunakan dalam bentuk susu kapur (CaO) untuk proses pemurnian nira mentah. Larutan ini harus sehomogen mungkin guna mencapai suatu reaksi yang sempurna.

5. Belerang

Belerang digunakan dalam bentuk SO untuk proses pemurnian nira mentah, yaitu pada proses sulfitasi. Selain itu belerang juga digunakan untuk proses bleaching nira kental. Pemberian gas SO di stasiun pemurnian bertujuan untuk menetralkan kelebihan pemberian susu kapur dan mendapatkan endapan CaSO_4 . Pembuatan gas SO dimulai dengan membakar belerang padat yang dilelehkan terlebih dahulu pada tempat pelelehan kemudian dimasukkan pada ruang pembakaran. Belerang cair yang dibakar dihirup udara kering dari ketel angin terjadilah reaksi dengan gas belerang menjadi gas SO_2

6. Asam Fosfat(H_3PO_4)

Fosfat digunakan untuk membantu proses pemurnian nira mentah. Penambahan phosphat cair bertujuan untuk memudahkan terjadinya gumpalan yang dapat mengikat zat-zat bukan gula terutama zat warna dalam nira mentah, sehingga zat-zat bukan gula ini dapat dengan mudah dipisahkan serta membantu reaksi pengendapan kotoran dengan susu kapur.

7. Flokulan

Flokulan ini berfungsi membentuk gumpalan-gumpalan kalsium phosphat sekunder. Flokulan digunakan untuk mempercepat proses pembentukan flok sehingga proses pengendapan akan lebih cepat.

8. Fondant



Fondant merupakan inti kristal gula yang sudah ditumbuk menjadi halus dan sengaja diberikan agar kristal gula yang terbentuk memiliki ukuran yang sama. Inti ini dapat dibuat dengan menggiling kristal yang kasar sehingga menjadi kristal yang halus. Bibit fondant tersebut dapat dibuat di luar pan masakan. Fondant digunakan untuk bibit masakan D.

(Intan, 2019)

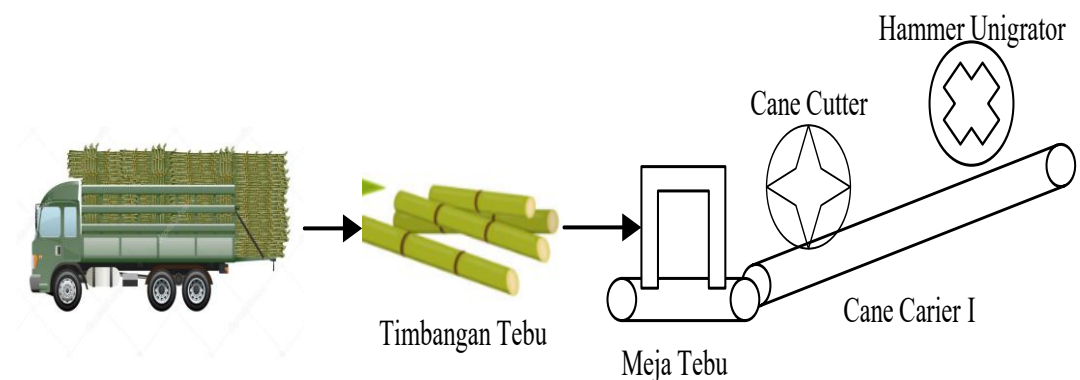
III.2 Uraian Proses Produksi

III.2.1 Stasiun Persiapan

Proses produksi dimulai dengan Stasiun ini, berfungsi untuk mempersiapkan tebu yang akan masuk ke dalam pabrik, antara lain: mencatat asal tebu, dan menyeleksi kelayakan tebu. PG Tjoekir memiliki 2 emplasemen yaitu emplasemen selatan dan utara. Truk yang datang langsung menuju ke emplasemen selatan sesuai antrian untuk melakukan pengecekan tebu oleh core sampler. Selanjutnya melakukan penimbangan tebu dengan menimbang tebu bersama lori pengangkut, dengan tujuan untuk mengetahui berat netto tebu sehingga diketahui kapasitas giling, jumlah bahan baku dan jumlah gula kristal. Penimbangan tebu di Pabrik Gula Tjoekir mempunyai lima unit timbangan yaitu tiga timbangan truk, satu timbangan lori, dan jembatan timbangan material dengan salah satu timbangan truk tidak beroperasi. Keempat timbangan telah dilengkapi peralatan elektronik Load Cell dengan komputer lengkap yang memiliki software Simp Pro (Sistem Informasi Produksi).

Setelah dilakukan penimbangan, tebu akan diangkut menuju stasiun penggilingan menggunakan cane crane yang dilengkapi DCS (Digital Crane Scale). Setelah itu, tebu diletakkan pada meja tebu untuk dilakukan pengecekan dimana tebu dapat diamati menggunakan bantuan kamera pengawasan untuk mengawasi kualitas tebu yang masuk. Pemerahan nira tebu adalah proses awal dalam mengolah tebu menjadi nira.

Tebu yang lolos dari selektor, akan dilakukan pengambilan nira sebanyak mungkin. Dengan alat Cane Crane, tebu diangkut dari truk dan lori menuju ke meja tebu sebagai proses pembongkaran tebu. Saat tebu dibongkar di meja tebu, akan dilakukan pengecekan mutu kualitas tebu secara visual dengan bantuan kamera pengawasan. Kemudian, tebu diumpankan dengan bantuan Cane Carrier I dengan tujuan ketinggian dan jumlah umpan tebu yang masuk akan diatur dan dipotong kecil-kecil oleh Cane Cutter yang mempunyai putaran berlawanan arah dengan umpan. Setelah itu, tebu akan dibawa ke alat hummer unigrator untuk memotong tebu dengan dicacah menjadi bagian kecil sehingga dapat membuka sel-sel tebu dan mudah dalam mengeluarkan nira sebelum masuk ke proses penggilingan.

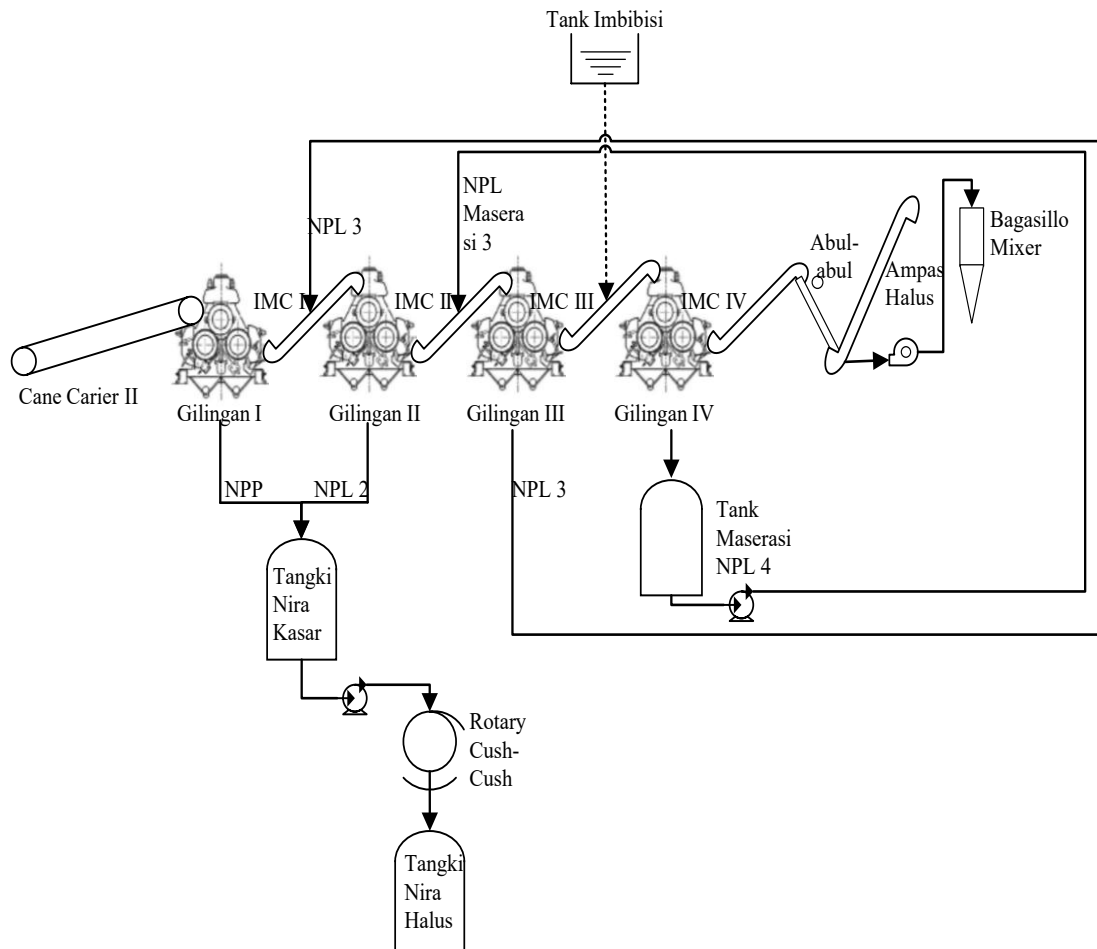


Gambar III. 2 Flowsheet Stasiun Gilingan

III.2.2 Stasiun Gilingan

A. Tujuan dan Fungsi Stasiun Gilingan

1. Mengatur tebu dan jumlah tebu yang akan digiling untuk memenuhi kapasitas produksi pabrik.
2. Menentukan kualitas tebu yang akan digiling.
3. Menggiling tebu dan mengekstrak nira dari dalam tebu sebanyak-banyaknya dengan persentase kehilangan sukrosa sedikit mungkin secara imbibisi majemuk.
4. Menghasilkan hasil samping berupa ampas kering yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler.



Gambar III. 3 Flowsheet Stasiun Gilingan

Pabrik Gula Tjoekir masing masing unit stasiun, memiliki 4 gilingan rol, dimana tiap-tiap unit berjumlah 3 buah rol gilingan yaitu rol muka, rol atas, rol belakang untuk menggiling dan mengekstrak nira dari tebu, dan tiap 1 unit gilingan rol pengumpan (feeding roll) untuk untuk mengumpankan sabut tebu ke unit gilingan untuk diperah dan menerima umpan tebu yang dibawa oleh konveyor (intermediet carrier). Namun pada gilingan pertama dipasang dua buah feeding roll, hal ini dikarenakan ampas yang akan masuk ke gilingan pertama masih mengandung banyak nira sehingga membutuhkan pengumpanan yang lebih maksimal.

B. Proses Pemerahan Sabut Tebu



Proses pemerahan sabut tebu dilakukan dengan alat penggilingan pada 1 unit stasiun. Sebelum dilakukan pemerahan, tebu dipreparasi terlebih dahulu dengan menggunakan cane cutter dan hammer unigrator. Sabut tebu yang sebelumnya dari meja tebu diarahkan menuju cane cutter dan hammer unigrator untuk dilakukan pengecilan ukuran. Preparasi dilakukan hingga tebu memenuhi PI (preparasi index), yaitu angka yang menentukan berapa banyak sel yang terbuka. Semakin tinggi nilai PI nya, maka semakin banyak sel yang terbuka sehingga ekstraksi yang terjadi lebih optimal. Hal ini akan membuat proses penggilingan dan ekstraksi menjadi lebih mudah dan diperoleh nira yang maksimal. Namun jika nilai PI terlalu tinggi, dapat menyulitkan pengaliran nira di roll gilingan karena cacahan yang terlalu halus. Selain itu juga berpotensi menyumbat lubang roll maupun saringan nira mentah.

Tebu yang telah keluar dari unigrator berbentuk cacahan diangkut dengan cane carrier II untuk diumpungkan masuk ke corong masukan ke gilingan I. Pemerahan pertama terjadi pada primer rol dan top rol. Dihasilkan nira yang keluar melewati trash plate dan ampas yang selanjutnya mengalami pemerasan kedua yang terjadi pada sekunder rol dengan top rol yang menghasilkan nira pemerahan pertama dan ampas gilingan I. Ampas akan jatuh ke bak penampungan dan diberi air imbibisi serta imbibisi nira dengan konsentrasi rendah dari gilingan 3. Ampas kemudian dibawa menuju gilingan II dengan Intermediate carrier.

Pada gilingan II, proses yang terjadi sama dengan pada gilingan I. Nira yang dihasilkan dari gilingan II dan I nantinya dialirkan ke rotary cush-cush agar ampas yang terbawa oleh nira mentah dapat tersaring. Nira mentah akan dibawa menuju ke saringan DSM (Dutch state mines). Sedangkan ampasnya akan dikembalikan dan dicampur dengan ampas gilingan I. Ampas dari gilingan II akan diberi air imbibisi dari imbibisi nira dengan konsentrasi rendah dari gilingan IV (NPL IV). Selanjutnya menuju gilingan III menggunakan intermediate carrier II. Pada gilingan III, nira yang



dihasilkan akan dikembalikan ke gilingan I sebagai imbibisi nira (NPL III). Sedangkan ampas tebu diberi air imbibisi dari tangki air imbibisi dengan suhu 90°C. Selanjutnya menuju gilingan IV menggunakan IMC III. Pada gilingan IV, nira yang dihasilkan akan ditampung di tangki maserasi IV (NPL IV) dan akan dikembalikan ke gilingan II sebagai imbibisi nira. Selanjutnya menuju gilingan IV menggunakan IMC IV. Pada gilingan IV, ampasnya akan dibawa menuju stasiun boiler menggunakan bagasse conveyor untuk dijadikan bahan bakar. Ampas yang dihasilkan memiliki kadar pol ampas 1,6-2% dan zat kering (ZK) >49%.

Pada setiap gilingan, terjadi pemerahan nira sebanyak satu kali. Pemerahan pertama terjadi antara rol atas dengan rol depan, pemerahan kedua terjadi antara rol atas dengan rol belakang. Digunakan empat unit gilingan sehingga total terjadinya pemerahan sebanyak 4 kali. Nira yang dihasilkan pada gilingan I merupakan yang terbanyak, yang semakin kebelakang jumlah nira yang diperoleh semakin sedikit. Setelah proses gilingan 1 dilakukan penambahan susu kapur 2° – 4° Be. Kandungan phospat optimum pada proses pemurnian sebesar 300 ppm, jika kadar nira mentah yang keluar dari stasiun gilingan memiliki kandungan asam phospat kurang dari 300 ppm, maka perlu adanya penambahan phospat. Pada PG Tjoekir penambahan phospat sebanyak 14%. Penambahan phospat digunakan sebagai agen pemurnian yang memiliki daya absorpsi tinggi untuk mengikat pengotor pada nira. Nira yang dihasilkan dari gilingan I dan II akan menuju rotatry cush-cush untuk dilakukan penyaringan. Saringan ini memiliki diameter lubang 0,8 mm. Nira yang lolos dari saringan akan menuju ke saringan DSM. Sedangkan ampas yang tidak tersaring akan dikembalikan ke gilingan I. Nira diumpankan ke saringan DSM yang memiliki diameter lubang 0,7 mm. Sedangkan ampas yang tidak tersaring akan dikembalikan ke gilingan I.



C. Angka Pengawasan

1. Pol Ampas	: < 2,2 %
2. Brix Nira Gilingan Akhir	: < 2 %
3. Zat Kering Ampas	: < 50
4. Suhu Air Imbibisi	: 90 ⁰ C
5. Jumlah air imbibisi	: 30-35%

III.2.3 Stasiun Pemurnian

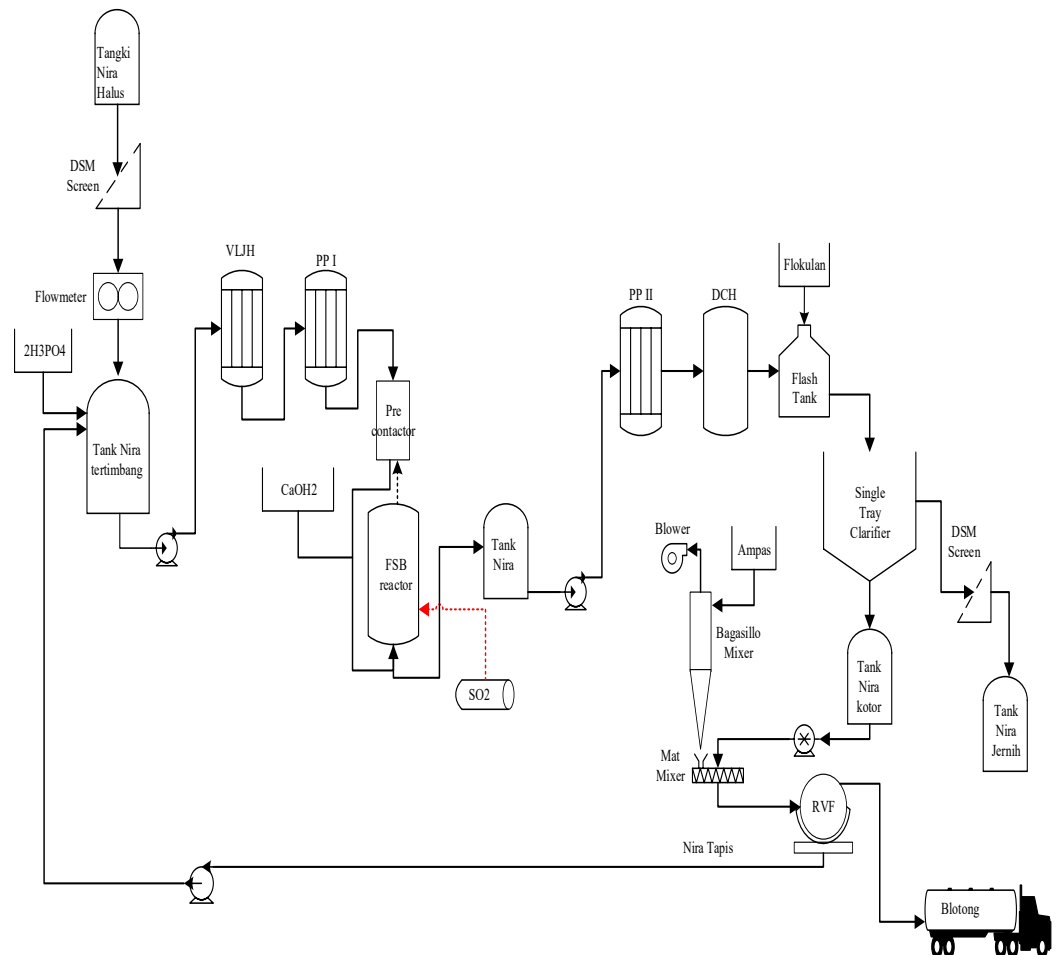
A. Tujuan dan Fungsi Stasiun Pemurnian

Pemurnian merupakan proses untuk menghilangkan unsur yang bukan gula tanpa menimbulkan kehilangan/kerusakan gula, sehingga diperoleh hasil nira murni. Nira mentah dari stasiun gilingan merupakan campuran dari NPP Nira perahan pertama, dengan nira perahan lanjut kedua, dan masih memiliki kandungan zat bukan gula atau pengotor, baik kotoran terlarut maupun yang tidak terlarut. Kandungan nira mentah terdiri dari komponen yaitu air, pol (gula), brix, dan bukan gula (kotoran). Kandungan dari nira mentah dapat mempengaruhi hasil kristal gula, sehingga proses pemurnian sangat penting dilakukan untuk menghindari terurainya sukrosa dan monosakarida pada nira yang dipengaruhi oleh faktor suhu, pH, dan waktu.

B. Proses Pemurnian

Proses pemurnian nira pada PG Tjoekir diawali pada proses Defekasi. Setelah nira disaring pada luaran hasil stasiun gilingan menggunakan rotary cush-cush dan DSM screen, nira akan melewati flowmeter dan akan ditampung pada peti nira mentah tertimbang dan ditambahi dengan asam fosfat. Kemudian, nira dipanaskan pada VLJH (Vapor Line Juice Heater) dengan bantuan uap bekas hingga suhu 40-45°C dengan tujuan untuk memudahkan proses pemanasan pada juice heater. Tujuan pemanasan bertahap dari alat VLJH sebelum masuk stasiun pemurnian adalah untuk meningkatkan efisiensi penggunaan uap, memanfaatkan sisa uap pemanas

sebagai bahan pemanas dan memudahkan kinerja dari alat pemanasan pendahuluan I (PP I).



Gambar III. 4 Flowsheet Stasiun pemurnian

Proses dilanjutkan dengan mengalirkan nira mentah menuju alat pemanas pendahuluan I. Pada alat PP I, nira mentah dipanaskan hingga suhu 75-80°C dengan tujuan untuk mempersiapkan nira yang akan bereaksi dengan susu kapur. Sebelum masuk ke FSBB reaktor, nira dikontakkan dengan uap dari SO₂ kemudian, nira masuk ke FSB reaktor yang berfungsi sebagai peti reaktor susu kapur dengan nira tertimbang. Pada defekator dilakukan penambahan Ca(OH)₂ dengan 6° Be hingga nira mencapai pH 7 pengecekan pH menggunakan indikator BTB (Bromothymol Blue). Pada FSB reaktor terjadi reaksi antara susu kapur dengan fosfat.



Nira yang telah terdefekasi akan dikirim menuju pemanas pendahuluan II (juice heater) dengan suhu pemanas hingga 105°C, dimana pemanasan dilakukan sebagai katalis reaksi antara susu kapur dengan phospat pada nira sehingga terjadi pengikatan kotoran. Selain sebagai katalis, pemanasan pada juice heater ke II dilakukan untuk menurunkan viskositas dari nira. Nira yang telah dipanaskan kemudian dialirkan menuju ke flashtank yang bertujuan untuk memisahkan uap dan buih hasil pemanasan PP II agar mempermudah proses pengendapan di single tray clarifier. Selain itu, flashtank berfungsi mengubah aliran yang sebelumnya turbulen menjadi laminar agar dapat langsung memasuki proses pengendapan.

Sebelum memasuki single tray clarifier, nira ditambahkan larutan flokulan yang akan mengikat kotoran yang terbentuk dari reaksi susu kapur dan phospat sehingga berat jenis kotoran akan naik dan membentuk endapan pada single tray clarifier. Output dari single tray clarifier ada dua yaitu nira encer jernih dan endapan kotoran nira mentah. Nira encer akan disaring menggunakan DSM screen (Dutch State Mines) dan dilanjutkan menuju stasiun penguapan. Sedangkan endapan kotoran nira mentah akan diumpangkan mud mixer, untuk dicampur dengan ampas halus (bagacillo mixer) yang berfungsi sebagai media penapis untuk meningkatkan porositas (filtrat yang terserap bisa maksimal) dan memperkecil pori-pori permukaan penapisan pada rotary vacuum filter. Setelah penambahan bagacillo mixer, nira kotor akan masuk pada rotary vacuum filter yang akan melakukan penapisan, nira akan disemprotkan air panas yang bertujuan mengambil kandungan pol pada nira kotor sehingga diperoleh blotong dan nira tapis yang akan diumpangkan menuju peti nira mentah dan diolah kembali ke stasiun pemurnian. Blotong yang keluar dari rotary vacuum filter (RVF) diharapkan memiliki pol blotong berkisar <5%.

C. Angka Pengawasan

1. Suhu PP I : 70 – 80 °C



2. Suhu PP II	: 105 °C
3. pH FSB reaktor	: 7
4. °Be susu kapur	: 6 – 7 °Be
5. Suhu SO ₂	: 180-200 °C
6. Warna NE	: Kuning keemasan mengkilat
7. Pengendapan di single tray	: Cepat dan Kompak
8. Endapan single tray	: Kompak
9. Pol blotong	: <5 %
10. Zat kering blotong	: 30%
11. Low Vacum RVF	: 20 – 35 cmHg
12. Hight Vacum HGF	: 40 – 45 cmHg
13. Air siraman RVF	: Panas dan merata (mengkabut)
14. Pemakaian flokulan	: 3 ppm (21 Kg/hari)

III.2.4 Stasiun Penguapan

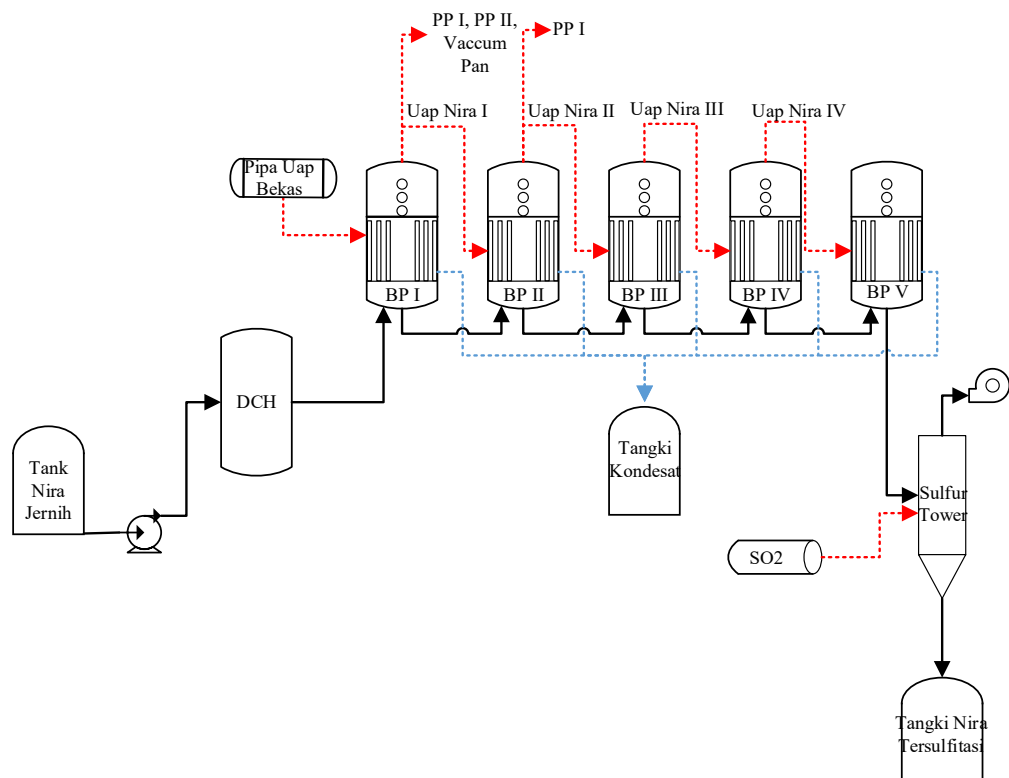
A. Tujuan dan Fungsi Stasiun Penguapan

Kandungan nira jernih yang keluar dari stasiun pemurnian terdiri dari air (pelarut) dan gula (terlarut). Nira encer memiliki kadar air 88% - 90%, yang artinya memiliki kadar brix antara 10% - 12%. Dalam brix nira, terdapat sukrosa yang nantinya akan dijadikan kristal. Untuk memudahkan pengambilan sukrosa, maka kadar air dalam nira perlu dihilangkan. Untuk itu, dilakukan proses penguapan (evaporation) untuk menghilangkan kandungan air yang ada pada nira. Resiko kehilangan gula pada proses ini juga sangat kecil. Pada stasiun penguapan, kadar brix akhir diharapkan berkisar 62-72%. Hasil dari stasiun penguapan ini berupa nira kental.

B. Proses Penguapan

Proses penguapan pada PG Tjoekir dilakukan dalam dua tahapan. Tahapan pertama pada stasiun penguapan dengan tujuan menghilangkan kadar air dalam nira sebanyak mungkin hingga mendekati kondisi jenuh, sedangkan tahapan kedua merupakan penguapan lanjutan pada nira hingga

membentuk kristal sukrosa pada stasiun Masakan. Pada tahapan pertama, kadar air pada nira dihilangkan hingga mendekati jenuh, dengan kadar brix yang terkandung berkisar 60-64%. Nira dengan kandungan brix dengan kisaran tersebut pada Pabrik Gula disebut nira kental. Penguapan yang terjadi pada nira memiliki 2 jenis, yaitu penguapan karena nira memasuki suhu yang lebih tinggi dari titik didih nira akibat kondisi vacuum, sehingga nira yang masuk akan menguap sendiri (flash chamber), dan penguapan karena terdapat selisih suhu karena suhu uap pemanas lebih tinggi dibandingkan titik didih nira.



Gambar III. 5 Flowsheet Stasiun Penguapan

Pada stasiun penguapan, alat yang digunakan berupa evaporator dan kondensor. Terdapat 5 badan evaporator pada PG Tjoekir dengan 1 badan sebagai cadangan. Stasiun penguapan menggunakan sistem penguapan quintuple effect dengan cara paralel pada rangkaian badan evaporator I. Evaporator I menggunakan uap bekas sebagai pemanas dengan tekanan 0,5-0,6 kg/m², kemudian uap nira hasil evaporator I akan digunakan sebagai



pemanas (bleeding) pada PP I, PP II, stasiun masakan, dan evaporator berikutnya. Proses bleeding juga berlaku dan dilakukan pada setiap badan evaporator selanjutnya. Hasil nira kental dari badan evaporator V akan dipompa menuju peti nira kental dan diumpankan ke stasiun Masakan.

Pada proses penguapan terjadi perpindahan panas yang membuat air dalam nira dapat teruapkan. Bahan pemanas yang digunakan berupa uap, karena mudah dikendalikan dengan mengatur tekanannya. Perpindahan panas dapat berlangsung apabila terdapat selisih suhu antara pemanas dengan nira yang akan dipanaskan. Semakin besar selisih suhunya, maka semakin banyak air yang dapat diuapkan. Dalam proses penguapan, yang diinginkan yaitu hanya menguapkan air yang ada pada nira. Namun suhu pada proses ini tidak boleh terlalu tinggi karena suhu yang tinggi dapat merusak komponen nira. Oleh karena itu, tekanan dalam alat evaporator akan diubah.

Pada alat evaporator, tekanan udara diubah menjadi dibawah 1 atm (hampa). Dengan cara ini, titik didih nira encer akan menurun. Hal ini dilakukan agar komponen nira tidak rusak akibat inversi sukrosa yang disebabkan suhu yang tinggi. Air pada permukaan juga akan lebih mudah menguap ketika tekanannya lebih besar dari tekanan ruang sekitar. Pengaturan tekanan udara dilakukan dengan menghubungkan ruang nira ke alat pembuat hampa. Lalu setiap badan penguapan disusun secara seri bertingkat dimana masing-masing memiliki temperatur dan tekanan hampa yang berbeda sehingga dihasilkan brix nira yang berbeda dan semakin tinggi. Tekanan pada badan penguapan akhir berkisar 65 cmHg. Meskipun begitu, proses ini akan membuat nira mengalami kenaikan warna (standar $\pm 5\%$). Hal ini disebabkan karena terjadi reaksi pembentukan warna yang terjadi, yaitu karamelisasi dan destruksi monosakarida.

C. Angka Pengawasan

1. Tekanan Uap Bekas : 0,5 – 0,6 kg/cm²
2. Suhu Uap Bekas : 115 – 120 °C



- | | |
|--|--------------------------------|
| 3. Tekanan Uap Nira I | : 0,2 – 0,5 kg/cm ² |
| 4. Suhu Uap Nira I | : 125 °C |
| 5. Tekanan Uap Nira II | : 0,5 kg/cm ² |
| 6. Suhu Uap Nira II | : 105°C |
| 7. Suhu Nira Encer | : > 100 °C |
| 8. Tekanan Vacum Badan Akhir | : ± 65 cmHg |
| 9. Suhu Badan Akhir | : 60 °C |
| 10. Kekentalan (⁰ BE) Nira Kental | : 30 – 32 °Be |
| 11. Suhu Air Injeksi | : < 30 °C |
| 12. Suhu Air Jatuhan | : < 40 °C |
| 13. Air Kondensat Tidak Mengandung Gula Ke Stasiun Ketel | |
| 14. Air Kondensat Mengandung Gula Ke Proses Dan Imbibisi | |

III.2.5 Stasiun Masakan

A. Tujuan dan Fungsi Stasiun Masakan dan Puteran

Stasiun Masakan merupakan stasiun yang memiliki fungsi untuk mengambil dan melakukan proses pembesaran kristal gula/sukrosa (sesuai standart BJB/Besar Jenis Butir) dengan cara mengambil sukrosa pada nira kental yang dimasak dalam pan masak sehingga nira menjadi lewat jenuh pada kondisi vacum.

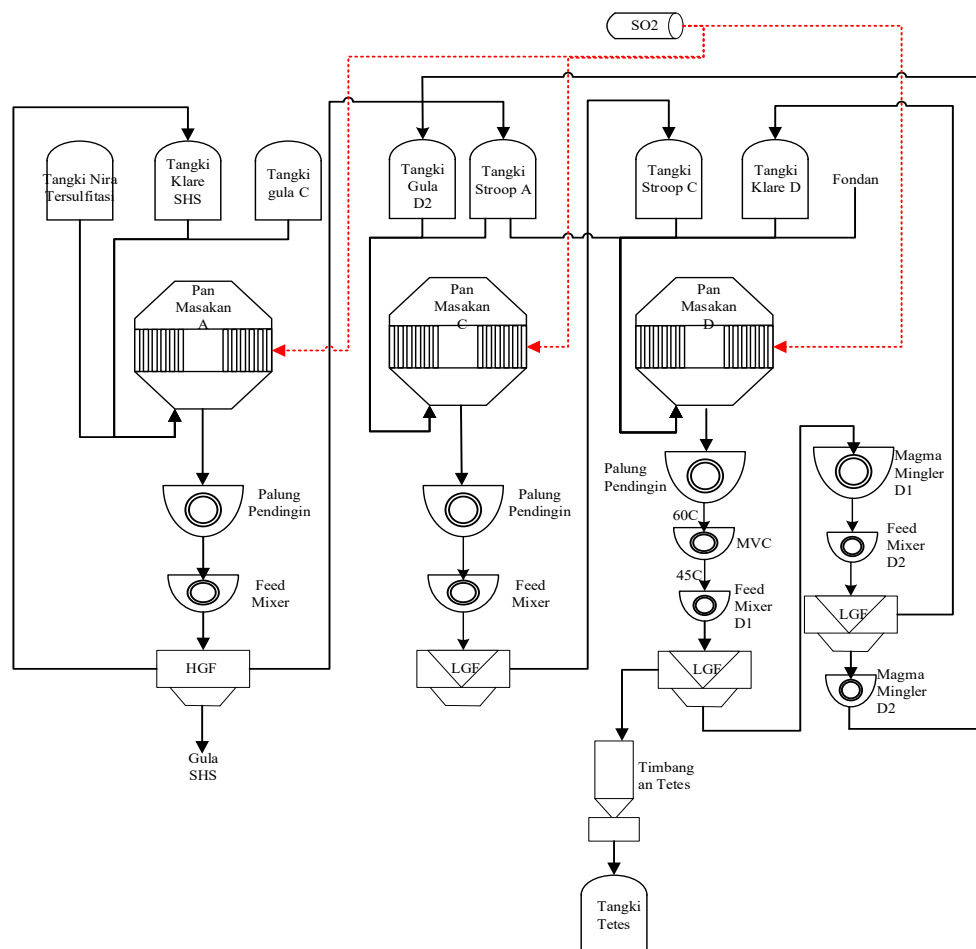
Stasiun Masakan memiliki tujuan utama yaitu :

1. Mengkristalkan gula sukrosa sesuai standart sebanyak mungkin dan menekan kehilangan sekecil mungkin
2. Melakukan pemisahan kristal dari kotoran pada proses pemutaran hingga diperoleh kristal gula dengan harkat kemurnian (HK) tinggi dan sisa gula dalam larutan tetes (final molases) sekecil mungkin.
3. Mengkristalkan gula dengan ukuran (0,9-0,11) dengan raw boiling sistem A-C-D dan diperoleh raw sugar dan refinery boiling sistem R1 dan R2, sehingga menghasilkan gula dengan kualitas tinggi (Warna gula < 100 ICUMSA)

4. Melakukan proses pengkristalan secara efisien dengan waktu sesingkat mungkin dan yang biaya rendah (low cost).

Stasiun puteran berfungsi untuk memisahkan kristal gula dari larutan induknya (stroop dan klare). Proses ini menggunakan penyaringan dengan tenaga putaran (gaya sentrifugal). Dengan adanya gaya sentrifugal, maka massa bahan akan terlempar menjauhi titik pusat. Pada bagian dinding terdapat saringan yang nantinya akan menahan kristal, sedangkan larutan akan menembus lubang-lubang saringan. Hasilnya, didapatkan kristal gula sebagai produk dan larutan jernih. Nantinya gula akan melalui tahap pengemasan untuk dikemas yang berguna untuk melindungi produk.

B. Proses Masakan



Gambar III. 6 Flowsheet Stasiun Pemasakan



Proses masakan dimulai dengan menguapkan air pada nira kental yang memiliki kekentalan $30^{\circ} - 32^{\circ}$ Be didalam pan masakan. Jika pada masakan terbentuk kristal palsu, maka segera ditambahkan air panas untuk menghilangkannya. Jika kristal palsu tidak dihilangkan, maka akan terikut hingga ke putaran dan menyumbat sehingga mengganggu proses penyaringan. Pada stasiun masakan terdapat pan masakan A, C, D, masing-masing dari pan ini memiliki palung dan putaran serta adanya sistem Continus Vakum Pan (CVP). Masakan A sebagai masakan utama akan menjadi produk dengan bahan utama nira kental sulfitasi dan klare SHS, sedangkan inti kristalnya dari gula C. Nira kental sulfitasi masuk ke pan A hingga mencapai Hakikat Kekentalan (HK) 80% agar gula dalam pan A tidak terlarut, selanjutnya nira turun ke palung A untuk proses pendinginan karena pH terlalu tinggi sehingga perlu di putar, setelah pH dari nira turun diputar dengan feed mixer A untuk dipisahkan antara klare SHS, stroop A, dan gula SHS menggunakan HGF (High Grade Fugal). Dari pan A akan menghasilkan stroop A yang akan dipompa menuju pan C sampai pan D. Pada Masakan C memiliki HK 70-74% sehingga menghasilkan gula C dan stroop C, dimana bahan masakannya adalah stroop A, dan gula D2 sebagai bahan inti kristalnya. Untuk masakan D memiliki HK 58-50%. Kemudian dicampur dengan fondan(sebagai inti kristal), Klare D, Stroop C, dan Stroop A. Hasil dari masakan D kemudian diputar di palung D, MVC, dan feed mixer D1 menghasilkan tetes(produk samping) ddan Gula D1. Hasil putaran D1 diputar kembali di magma mingler D1, Feed Mixer D2, dan LGF D2 untuk menghasilkan gula D2 yang akan dimasak di pan C..

a) Proses Masakan A

Pada masakan A digunakan nira kental sebagai awalan proses dalam masakan hingga volume 250 HL. Setelah berada pada keadaan meta mantap (sedikit kental), ditambahkan gula C sebagai inti kristal sebanyak 40 HL agar ukuran kristal bertambah hingga daerah intermediet (daerah pembentukan inti kristal baru) yang kondisinya



harus tetap dijaga. Penambahan nira kental dilakukan secara bertahap ketika kondisi masakan A telah pekat. Jika pada masakan mulai mengalami kondisi pertumbuhan kristal palsu, maka segera dilakukan pencucian dengan air panas. Proses penambahan air panas dilakukan berulang dengan tetap memperhatikan daerah pembesaran kristal. Setelah ukuran kristal sesuai target dengan volume 350-450 HL, maka dilanjutkan ke tahap memekatkan masakan A hingga brix 99-100%.

VP A memanaskan dengan bantuan pemanas uap nira (bleeding) dari evaporator badan 1 dengan tekanan 0,5– 0,6kg/cm² dan suhu uap nira 125°C, pan masakan A memiliki kondisi tekanan vacuum 65cmHg. Hasil pan masakan A akan turun menuju palung A untuk didinginkan dan dipompa ke feed mixer A. Kemudian diputar pada HGF (High Grade Fugal) sehingga menghasilkan klare SHS, stroop A, dan gula SHS. Gula SHS hasil dari HGF kemudian gula SHS dikeringkan ditalang goyang. Sedangkan untuk klare SHS (ditampung ditangki klare SHS sebagai bahan masakan A) dan stroop A (ditampung ditangki stroop A sebagai bahan masakan C dan D).

b) Proses Masakan C

Proses masakan C menggunakan bahan utama pada masakan berupa stroop A. Penambahan nira kental disesuaikan pada kebutuhan hingga mencapai volume 150 HL. Setelah keadaan nira sudah pada daerah meta mantap (benangan 3-4 cm), ditambahkan inti kristal D2 sebesar 40 HL sebagai inti kristal masakan C. Selanjutnya, saat pan C memiliki kondisi kristal pekat, akan ditambahkan stroop A dengan memperhatikan kondisi larutan tetap pada kondisi meta mantap. Proses tersebut diulang hingga mencapai BJB ($\pm 0,5 - 0,6$ mm) dengan target volume (± 300 HL). Jika telah mencapai target, akan dilanjut pada proses penuaan/pemekatan larutan hingga mencapai brix $\pm 97\%$, sehingga masakan C telah siap untuk turun. Tetapi jika ukuran kristal belum mencapai BJB dengan volume sudah mencapai 300 HL,



masakan belum boleh dikeluarkan dan harus dipotong terlebih dahulu dengan tujuan untuk memperbesar ukuran kristal.

VP C menggunakan pemanasan dengan sumber sama seperti pada VP A yaitu dari uap bleeding yang diperoleh dari badan Evaporator 1. Proses masakan pan C membutuhkan waktu 3-4 jam yang tergantung pada kondisi tekanan uap dan konsentrasi bahan masakan. Hasil dari pan C akan diumpankan pada Low Grade Fugal C (continuous) dan menghasilkan sirup C dengan HK 52-55% dan gula C sebagai inti kristal untuk masakan A dengan HK 92-94 %.

c) Proses Masakan D

Proses masakan D memiliki 2 pan D1 dan D2. Pada VP D2, menggunakan bahan utama berupa stroop A dan low grade fondant, stroop C, klare D sebagai awalan masak disebut benangan hingga 150 HL. VP D2 kemudian akan memasuki kondisi meta mantap dengan penentuan timbul benangan 5-6 cm pada pengecekan ibu jari dan jari telunjuk, setelah itu ditambahkan fondan (FCS LG) yang berfungsi sebagai bibitan sebanyak 6 bungkus (± 300 ml). Setelah penambahan fondan, inti kristal yang memekat kemudian ditambahkan stroop A dan dilakukan pemasakan hingga mencapai BJB dan volume ± 300 HL dengan HK 64-66%, maka hasil dari D2 siap untuk dikeluarkan. Pan D2 menggunakan pemanas dari uap bleeding dengan tekanan 0,1-0,2 kg/cm². Setelah itu, hasil masakan D2 akan didinginkan pada palung sebelum menuju Continous Vacuum Pan (CVP)

Hasil pan D2 dari palung akan dikirim menuju CVP dengan pompa yang bertujuan untuk pembesaran kristal. Pemasakan CVP memakai bahan masakan berupa gula D2, stroop C dan MK (Melasse Klare) D. Gula D2 yang dilakukan pemasakan pada CVP disebut dengan bibitan D1. Hasil dari CVP atau D1 memiliki sasaran luar gula dengan brix 96-98%, HK 54-57 % dan tekanan vacuum $\pm 62-66$ kg/cm².



Gula D2 dari hasil pemasakan CVP kemudian diumpankan menuju crystallizer untuk dilakukan pembentukan kristal. Setelah kristal melalui proses pembesaran, akan dilakukan pemisahan pada putaran D1, sehingga menghasilkan gula D1 dan tetes dengan target HK < 34 %. Tetes akan dipompa kembali menuju CVP apabila HK pada CVP terlalu tinggi, jika tidak maka akan ditampung pada tangki sebagai produk samping pabrik, sedangkan gula D1 akan diputar kembali pada putaran D2 dan diperoleh bibitan D2 dan klare D (mollases klare-MK). Proses masakan D berfungsi untuk pengambilan sukrosa pada bahan masakan yang memiliki kandungan kadar bukan gula tinggi pada larutan induk, sehingga memiliki hasil samping berupa tetes. HK masakan D sebesar 54-57% dan jika terlalu tinggi, HK tetes juga tinggi yang mengakibatkan kerugian. Sedangkan, jika HK terlalu rendah, masakan akan sulit diputar dikarenakan viskositas tinggi. Sehingga, keberhasilan proses ditentukan pada pengaturan nilai HK pada masakan D.

Proses putaran dapat disebut dengan proses pemisahan kristal dari larutan induk. Proses ini dilakukan dengan bantuan saringan dan pemanfaatan gaya sentrifugal, tahapan pada proses putaran terdapat tiga yaitu :

1. Tahapan awal, stroop yang berada jauh dari kristal (larutan induk bebas) akan dikeluarkan terlebih dahulu dengan memanfaatkan gaya sentrifugal
2. Tahapan kedua, stroop yang bersama kristal akan dikeluarkan dengan cara melewati saringan dengan memanfaatkan gaya sentrifugal
3. Tahapan akhir, stroop yang telah melapisi kristal (film) disiram dengan air agar dapat larut keluar dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Air pencuci tersebut memiliki suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$, ditambahkan pada saat proses pemutaran berlangsung pada

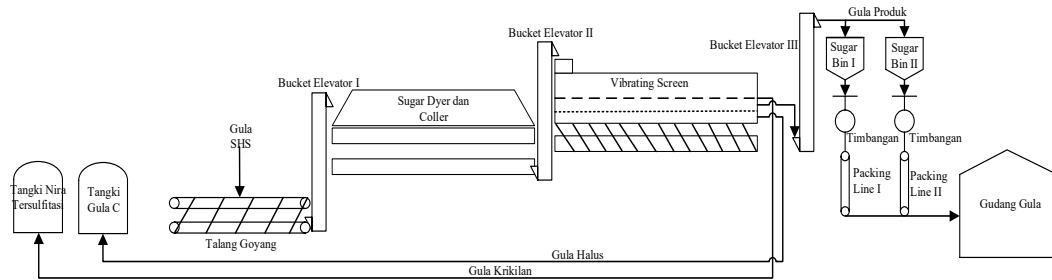


massquite dengan tujuan melepas lapisan film yang masih menempel pada kristal tanpa melarutkan banyak kristal gula.

Pada stasiun putaran, alat pemutar sentrifugal dibagi menjadi dua berdasarkan mutu masakan yang diputar yaitu LGF dan HGF. LGF (Low Grade Fugal) untuk pemutaran masakan dengan kemurnian rendah. LGF beroperasi secara continue yang bertugas memutar masakan hasil dari pan C dan D. Putaran LGF memiliki range rpm sebesar 2000-2200 rpm. Masakan C dilakukan pemutaran satu kali dan diperoleh gula C dan stroop C, sedangkan pada masakan D, pemutaran dilakukan dua kali. Pada putaran masakan D, putaran pertama berfungsi sebagai pemisah tetes pada massquite dan dihasilkan gula D1 dan tetes, sedangkan putaran kedua berfungsi sebagai pemisah tetes yang masih terkandung pada gula D1 dan dihasilkan gula D2 dan klare D.

HGF (High Grade Fugal) merupakan putaran untuk masakan dengan kemurnian tinggi. Putaran HGF dibagi menjadi 2 jenis operasi continue dan discontinue. Putaran HGF (High Grade Fugal) continue dilakukan pada pemutaran dengan kisaran putaran 1300-1400 rpm. Hasil putaran masakan A berupa gula SHS (raw sugar) dan stroop A, klare SHS. Pada putaran HGF (High Grade Fugal) discontinue digunakan pada putaran masakan A dengan 1 kali putaran (single curing) selama ± 3 menit. Putaran HGF discontinue diawali dengan kisaran putaran 200-300 rpm pada saat pemasukan bahan. Pada saat dilaksanakan proses penyiraman air panas, putaran akan dinaikkan berkisar 300-700 rpm. Pada saat putaran tinggi, dilakukan penyetruman dengan tujuan memberikan penguapan lebih cepat pada sisa air siraman yang masih melekat pada kristal dan membantu pengeringan gula, putaran ini berkisar 700-1000 rpm. Gula hasil putaran akan diumpankan pada talang goyang.

III.2.6 Stasiun Penyelesaian



Gambar III. 7 Flowsheet Stasiun Penyelesaian

Produk gula yang telah dibuat di VP A dan telah dipisahkan dengan putaran HGF selanjutnya diumpankan ke talang goyang. Talang goyang berfungsi untuk mendinginkan gula, namun masih lembab. Pada talang goyang setelah melewati sugar dryer and cooler, terdapat saringan (Vibrating Screen) yang digunakan untuk memisahkan antara gula halus, kasar, dan gula produk. Gula halus dan kasar merupakan gula yang tidak memenuhi syarat mutu gula produk sehingga akan dilebur lagi dengan air panas yang kemudian dikembalikan ke tangki nira sulfitasi. Sementara gula produk dikirim ke tempat pengemasan untuk dikemas dengan karung, ditimbang, dan dimasukkan dalam gudang.

Karena gula pada talang goyang masih dalam keadaan lembab, maka pada salah satu talang goyang diberikan alat pengering gula (sugar dryer and cooler). Pada sugar dryer and cooler dialirkan udara panas dan dingin menggunakan blower. Selain dapat mengeringkan gula, hal ini juga menyebabkan debu gula ikut terbawa yang kemudian terhisap oleh alat penangkap debu gula. Selanjutnya masuk ke cyclone untuk dipisahkan antara debu gula dan udara. Debu gula dilebur kembali dengan air panas yang kemudian dikembalikan ke tangki nira sulfitasi. Suhu udara panas yang digunakan berkisar 70-80°C (optimalisasi sesuai keadaan, jika terlalu panas, diturunkan dengan suhu minimal 50 °C). Sedangkan suhu gula yang keluar dari sugar dryer sebesar 40°C (optimalisasi sesuai keadaan, jika terlalu panas, diturunkan dengan suhu minimal 36 °C). Kemudian, gula yang telah kering disaring untuk memisahkan gula kasar, gula halus, dan gula



produk dengan ukuran standar yaitu BJB 0,8-1,2 mm. Gula produk dibawa ke sugar bin I dan II menggunakan tangga bucket elevator. Gula kemudian melalui proses pengemasan dan penimbangan.

Gula yang telah melalui proses penyaringan dengan talang goyang, vibrating screen dan pengeringan (sugar dryer) dibawa menuju tempat pengemasan. Gula produk dikemas dalam karung untuk menjaga kebersihan dan kelembaban gula sehingga tidak mudah rusak dan meleleh. Gula ditimbang menggunakan timbangan digital dengan berat bersih 50 kg sebelum kemudian dijahit. Gula yang dihasilkan pada Pabrik Gula Tjoekir ini dikemas dengan dua ukuran kemasan, yaitu kemasan 50 kg dengan merek NUSAKITA.

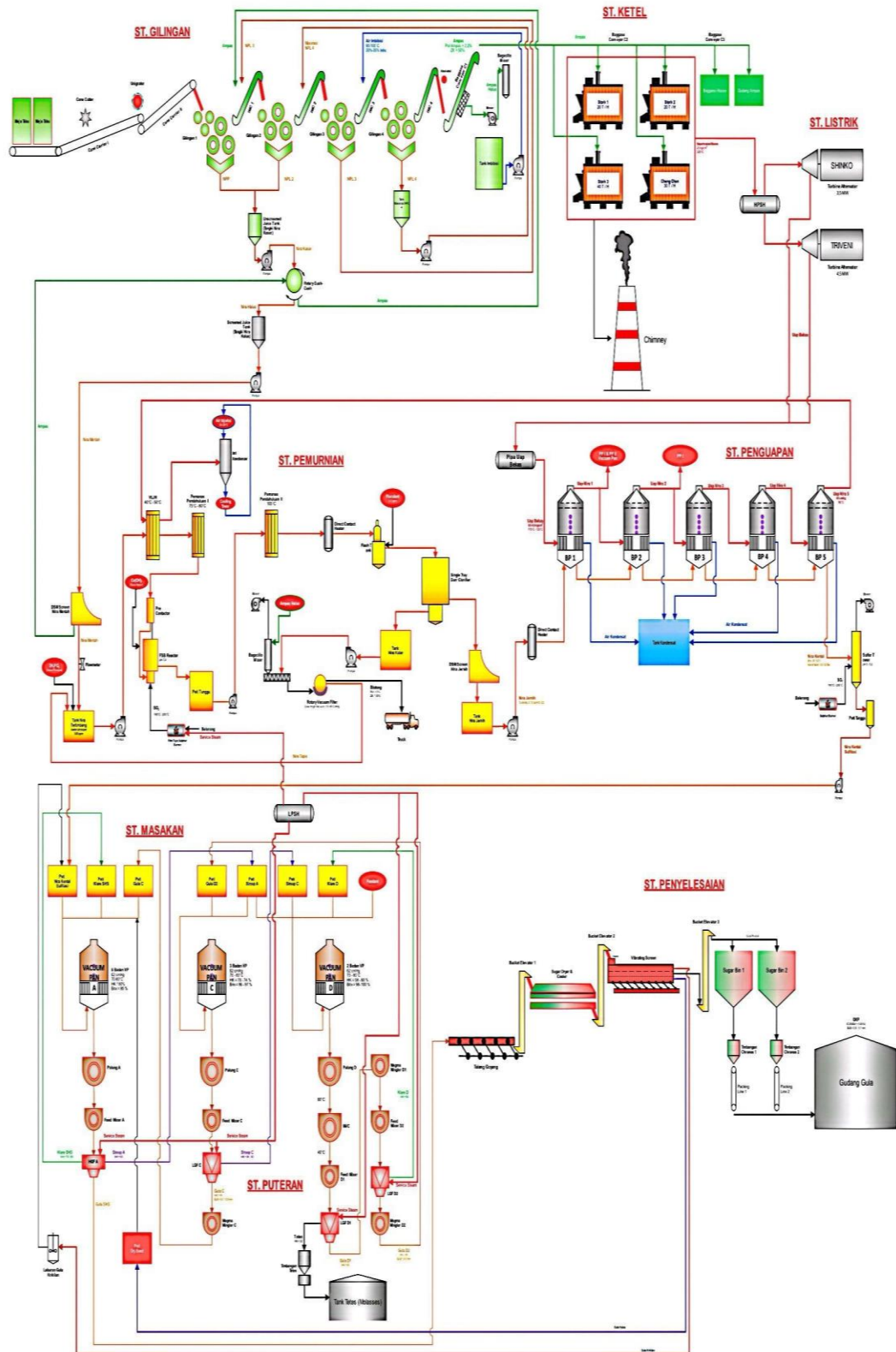
A. Angka Pengawasan

a) Stasiun Putaran

1. Suhu air pencuci = $\pm 70^{\circ}\text{C}$
2. RPM Putaran LGF = 2000-2200 rpm
3. Waktu putaran HGF = ± 3 menit
4. Putaran HGF continue = 1300-1400 rpm
5. Putaran HGF Awal = 200-300 rpm
6. Putaran HGF pengisian = 300-700 rpm
7. Putaran HGF Akhir = 700-1000 rpm

b) Stasiun Pengemasan

1. Suhu sugar dryer = $70-80^{\circ}\text{C}$
2. Suhu gula kering = 40°C
3. Ukuran gula (BJB) = 0,8-1,2 mm
4. Kadar air gula kering = $<0,1\%$
5. Berat bersih gula (karung) = 50 kg
6. Berat bersih gula (kemasan) = 1 kg



Gambar III. 8 Flowsheet Proses Produksi Pabrik Gula Tjoekir