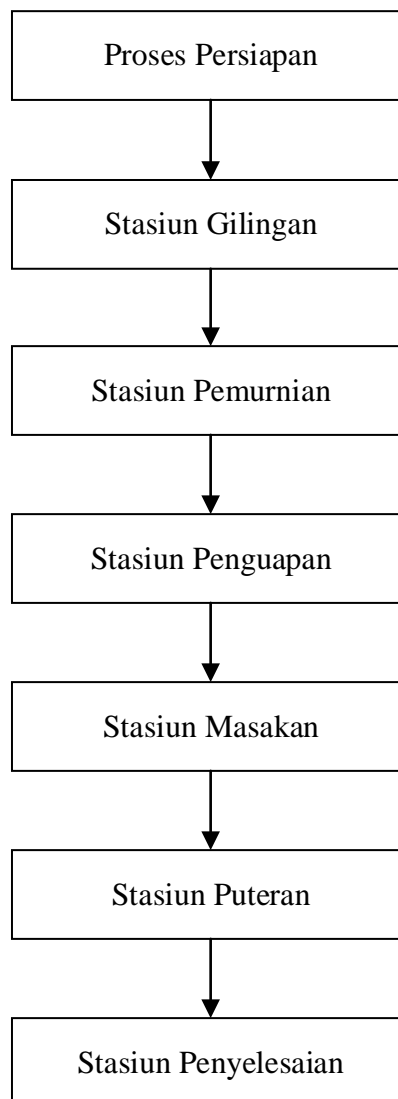


## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Uraian Proses

Diagram alir dari keseluruhan proses produksi gula di PT. Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo yaitu sebagai berikut



Gambar II. 1 Diagram alir produksi gula PT.PG. Candi Baru Sidoarjo

#### II.1.1 Proses Persiapan

Proses persiapan bertujuan untuk mempersiapkan tebu sebelum masuk ke proses giling sehingga pemerahan nira dapat maksimal. Tebu yang baru masuk di pos penerimaan tebu dilakukan pemeriksaan kadar gula (brix) tebu terlebih dahulu



menggunakan refraktometer dan pemeriksaan pH tebu menggunakan pH meter oleh petugas serta bebas trash (daduk, pucuk, sogol, tebu mati). Selanjutnya tebu akan ditimbang di pos penimbangan. Pada pos penimbangan, terdapat dua jalur yang bisa digunakan untuk menimbang. Truk yang bermuatan tebu di timbang terlebih dahulu, dimana sistem penimbangannya dilakukan mandiri oleh supir truk dengan kartu akses yang sudah terdata oleh pabrik. Hasil timbangan truk beserta muatannya disebut bruto (berat kotor). Truk yang telah melalui proses pembongkaran ditimbang kembali untuk diperoleh berat truk kosong. Selisih dari berat truk bermuatan dan berat truk kosong disebut dengan netto (berat bersih dari muatan).

Tebu yang sudah ditimbang kemudian dibongkar pada pos pembongkaran. Pada pos pembongkaran, tebu dari truk dipindahkan ke lori (kereta pengangkut tebu) tebu menggunakan *cane crane* kemudian dipindahkan ke meja tebu. Setelah itu dilakukan proses persiapan yang terdapat 2 *cane carrier*. *Cane carrier* 1 digunakan untuk membawa tebu dari *cane leveller* menuju ke *cane cutter*, dimana pada *cane cutter* terjadi pemotongan tebu hingga ukurannya sekitar 30 cm. Setelah dipotong tebu dicacah kembali dengan *fibrizer* sehingga menghasilkan serat tebu yang halus dan siap dibawa dengan *cane carrier* 2 menuju stasiun gilingan.

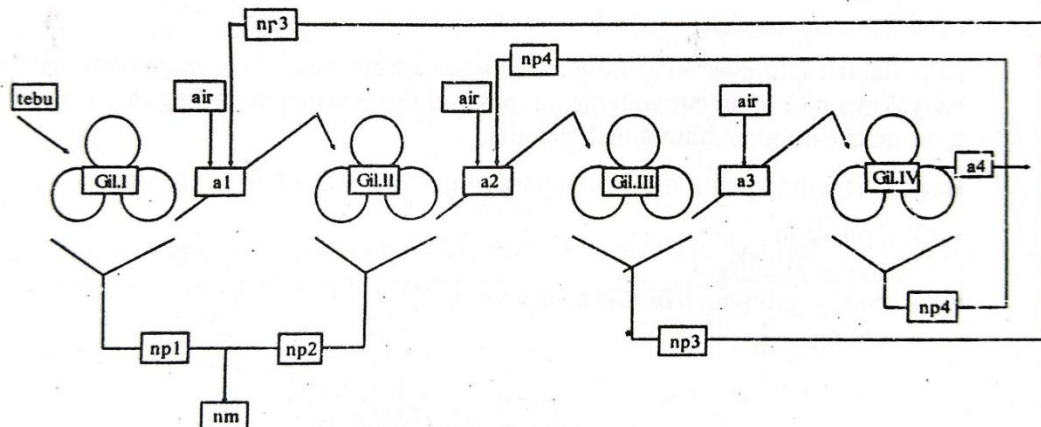
### II.1.2 Stasiun Gilingan

Tujuan dari stasiun gilingan yaitu untuk pemerahan nira mentah semaksimal mungkin dari batang tebu dengan meminimalkan kandungan nira pada ampas hasil gilingan. Tebu mengandung tiga komponen yaitu, sabut, padatan yang terlarut (Brix), dan air. Tebu akan terperah dan menghasilkan nira serta ampas ketika diperah dibawah tekanan tinggi antara rol-rol gilingan yang berpasangan secara berturut-turut (Rein, 2007). Tiap gilingan terdiri dari 3 buah silinder (rol), pada permukaan rol terdapat saluran – saluran agar gilingan tidak selip dan nira mudah mengalir, sehingga pemerahan dapat berjalan dengan baik (Mardhia, 2008). Pada stasiun gilingan terdapat 4 mesin gilingan dan setiap gilingan II-IV ditambahkan air imbibisi untuk memudahkan nira keluar dari ampas sehingga resiko kehilangan gula dari ampas dapat diperkecil dan efisiensi pemerahan nira meningkat. Keuntungan pemberian air imbibisi yaitu sebagai berikut :

1. Melarutkan sukrosa yang tertinggal dalam ampas

2. Mencegah aktivitas mikroorganisme
3. Mematikan sel - sel dalam tebu sehingga permeabilitasnya hilang dan dapat terbuka secara mekanis dan ekstraksi akan lebih baik

(Mardhia, 2008)



Gambar II. 2 Skema Gilingan

Hasil gilingan I dan II disebut dengan Nira Perahan Pertama (NPP) dan hasil gilingan III dan IV dikembalikan ke gilingan I dan II untuk dibawa menuju ke *Dutch States Mines (DSM) Screen* untuk dipisahkan antara nira dan ampas yang masih terbawa. Sedangkan ampas hasil gilingan IV dibawa menuju ke stasiun ketel untuk menjadi bahan bakar *boiler*. Hasil keluaran nira dari *DSM Screen* disebut dengan nira mentah (NM).

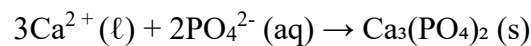
### II.1.3 Stasiun Pemurnian

Nira mentah secara kimiawi terdiri dari berbagai macam senyawa yaitu senyawa gula dan non gula. Bahan non gula disebut dengan bahan pengotor yang harus dipisahkan dari nira sebelum masuk ke proses pemurnian (Djasmari, 2022). Stasiun pemurnian didasarkan dengan membuang bukan gula semaksimal mungkin dengan kehilangan lebih sedikit pol yang terbawa oleh blotong (hasil samping). Prinsip dasarnya yaitu mengikat bukan gula dengan reagen tertentu menjadi endapan sehingga dapat dipisahkan. Semakin banyak endapan dibentuk akan semakin baik kinerja stasiun pemurnian. Terdapat tiga macam proses pemurnian yang digunakan oleh beberapa pabrik gula yaitu proses defekasi, sulfitasi, dan karbonatasi. Berikut ini penjelasan mengenai proses-proses tersebut :



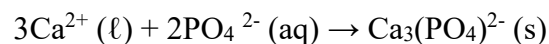
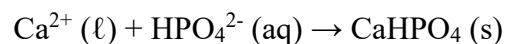
### 1. Proses Defekasi

Bahan pembantu pada proses ini adalah kapur tohor yang digunakan untuk menetralkan asam-asam yang terkandung didalam nira sehingga pH nira mentah meningkat dan memaksimalkan proses koagulasi. Pemurnian nira diawali dengan pemanasan terlebih dahulu pada suhu 70-75<sup>0</sup>C. Setelah itu Nira mentah hanya ditambahkan dengan kapur tohor saja sehingga terjadi proses defekasi. Proses defekasi antara susu kapur dan nira mentah ini terjadi didalam defekator. Susu kapur akan bereaksi dengan fosfat yang terkandung di dalam nira mentah sehingga akan terbentuk endapan Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. Reaksinya sebagai berikut :



### 2. Proses Sulfitasi

Proses sulfitasi menggunakan gas belerang (SO<sub>2</sub>) sebagai penetral kapur sehingga diperoleh garam kapur yang mudah mengendap. Garam-garam kapur tersebut meliputi garam kalsium dari pospat, sulfat, silikat, dan garam-garam organik. Gas SO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari pembakaran belerang harus bebas dari asam sulfat dialirkan ke tangki sulfitator. Fungsi gas SO<sub>2</sub> lainnya yaitu sebagai *bleaching* (pemucat) zat-zat warna dan menurunkan viskositas nira. Berikut reaksi dari proses sulfitasi yaitu sebagai berikut :



### 3. Proses Karbonatasi

Bahan pembersih (*clarifying agent*) pada proses ini yaitu karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Gas CO<sub>2</sub> dapat mengendapkan kelebihan kapur sehingga menjadi CaCO<sub>3</sub> dan bahan bukan gula akan terabsorpsi oleh CaCO<sub>3</sub> sehingga campuran endapan mudah untuk disaring. Reaksinya sebagai berikut :

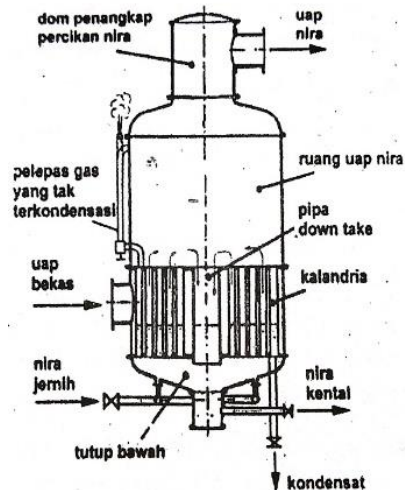


(Pratama, 2021)

Pada PT. PG. Candi Baru Sidoarjo menggunakan proses pemurnian sulfitasi dikarenakan gula SHS yang dihasilkan lebih putih dibanding dengan proses lain yang masih berwarna merah coklat. Proses sulfitasi lebih sempurna dibandingkan

dengan proses defekasi meskipun biayanya lebih mahal dikarenakan kandungan sulfur yang tinggi menyebabkan korosi pada peralatan proses.

#### II.1.4 Stasiun Penguapan



Gambar II. 3 Evaporator

Proses penguapan bertujuan untuk menghilangkan atau menguapkan air sebanyak mungkin yang terkandung di dalam nira encer sehingga konsentrasi dari nira mendekati konsentrasi jenuhnya. Alat yang digunakan pada proses ini adalah evaporator. Evaporator merupakan alat yang digunakan untuk memekatkan larutan yang beroperasi pada kondisi vakum sehingga menurunkan temperatur didih larutan. Kondisi vakum dibuat karena suhu operasi yang digunakan rendah sehingga bisa memekatkan bahan makanan yang sensitif terhadap suhu tinggi seperti nira. Nira tidak tahan terhadap suhu tinggi, sehingga tekanan dalam evaporator dinaikkan agar titik didih nira dapat diturunkan. Cara lain untuk menurunkan temperatur penguapan yaitu dengan mengalirkan uap panas dalam evaporator (Fitri, 2014).

#### II.1.5 Stasiun Masakan

Hasil dari stasiun penguapan disebut dengan nira kental. Kandungan brix pada nira kental sebesar 63-65%, agar nira kental mengkristal diperlukan proses pemasakan terlebih dahulu. Nira kental akan berkurang jumlahnya pada saat proses masakan karena sebagian besar mengkristal sebagai butir-butir gula dan ada zat cair sisa yang disebut sebagai sirup yang tidak dapat mengkristal. Terdapat beberapa



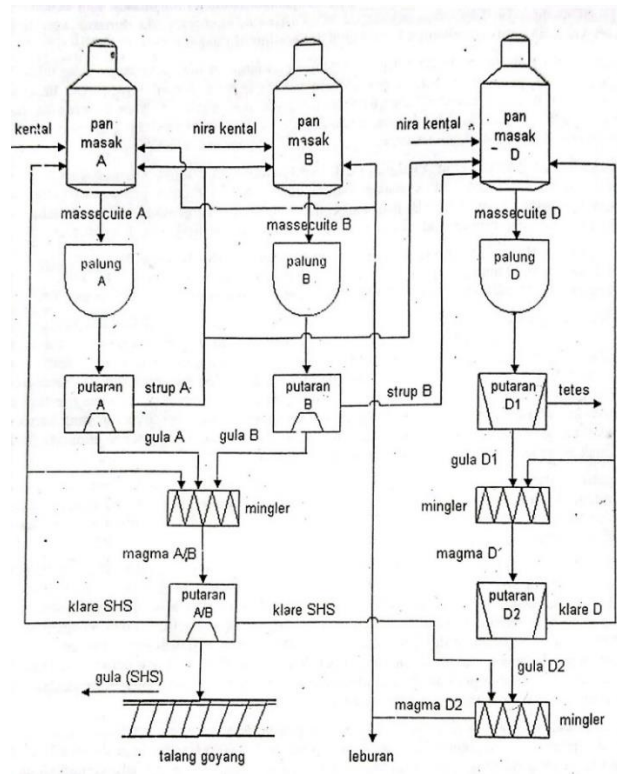
kali tingkatan masakan yang disebut dengan masakan A, masakan B, masakan C dan seterusnya tergantung pada kemurnian nira mentahnya. Berikut penjelasan mengenai tingkat masakan tersebut

4 tingkat (A,B,C,D) untuk nira mentah dengan kemurnian (HK) diatas 85%

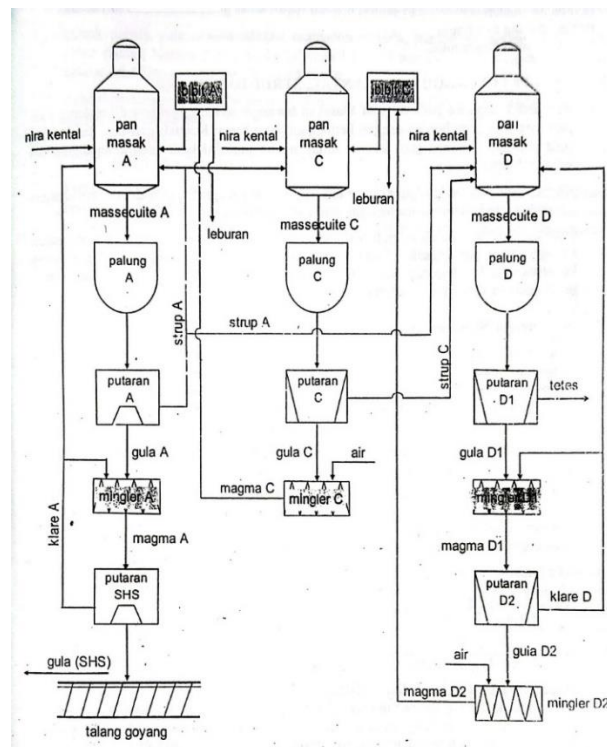
3 tingkat (A,B,D dan A,C,D) untuk nira mentah dengan kemurnian (HK) 74-85%

2 tingkat (A,D) tidak sering digunakan, untuk nira mentah dengan kemurnian (HK) dibawah 73%.

Cara masak yang banyak digunakan pada industri gula di Indonesia adalah 3 tingkat ACD karena uap yang digunakan lebih hemat dibanding dengan cara masak ABD. *Massecuite* A dan B merupakan masakan yang menghasilkan gula komersial(*commercial sugar*), sedangkan masakan C (*massecuite* C) disebut dengan masakan antara (*intermediate massecuite*) dimana gulanya digunakan untuk bibitan pan masakan A dan B. Terakhir adalah *massecuite* D yang merupakan hasil masakan akhir disebut dengan *final massecuite*. Proses masakan pada pan-pan masakan terjadi dengan proses penguapan yang dibantu dengan kondisi vakum. Kondisi vakum ini bertujuan agar suhu memasak rendah untuk menghindari perpecahan gula sehingga gula yang dihasilkan tidak berwarna gelap. Pada stasiun masakan berkaitan dengan stasiun putaran untuk menghasilkan gula produksi dan stroop-stroop untuk bahan pan masakan. Berikut ini merupakan skema cara masakan 3 tingkat yaitu ABD dan ACD:



Gambar II. 4 Skema masak ABD

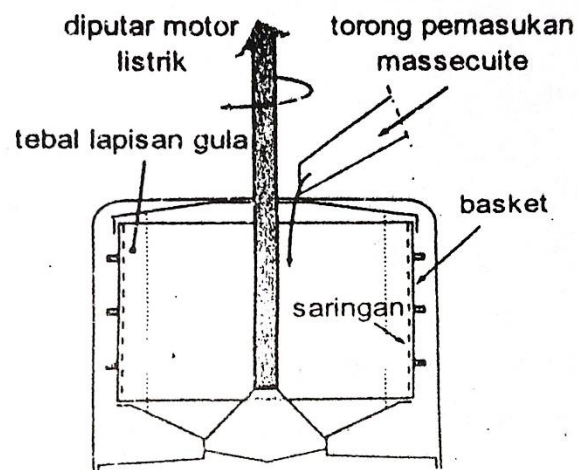


Gambar II. 5 Skema masak ACD

(Soemohandojo, 2009)

## II.1. 6 Stasiun Putaran

Proses pemutaran berfungsi untuk memisahkan kristal gula dari larutan induknya. *Massecuite* merupakan hasil dari masakan yang mengandung kristal gula dan larutan induk (*mother liquor*) yang biasa disebut dengan sirup atau stroop (Rein, 2007). *Massecuite* hasil keluaran dari palung pendingin selanjutnya dilakukan proses pemutaran dengan alat *centrifugal* sehingga terpisah antara kristal dan cairan pekat. Mesin pemutar gula terdiri dari drum atau keranjang (*basket*) yang terbuat dari besi pelat berlubang-lubang (*perforated sheet*) yang diputar oleh motor. *Basket* yang berputar akan menimbulkan gaya sentrifugal sehingga mendorong zat cair pekat yang melekat terpisah dari butir-butir kristal gula melalui lobang-lobang saringan pada *basket*.



Gambar II. 6 Pemutar Gula

Proses putaran untuk masakan 3 tingkat ACD memiliki peralatan utama yaitu Pemutar A, Pemutar C dan Pemutar D. Gula A diputar 2 kali pada pemutaran pertama menghasilkan Stroop A dan gula A. Gula A kemudian sedikit diencerkan dengan klare A (klare SHS) pada mingler menjadi magma A yang akan masuk ke pemutar kedua dan menghasilkan gula SHS dan klare SHS. Sedangkan Stroop A hasil pemutar pertama dijadikan sebagai bibitan pada masakan A, masakan C, dan masakan D. Pemutaran Massecuite C dilakukan satu kali dengan pemutar kontinu sehingga menghasilkan gula C dan Stroop C. Stroop C yang dihasilkan digunakan sebagai bibitan pada masakan D sedangkan gula C nya sedikit diencerkan dengan air panas menjadi magma C. Magma C sebagian digunakan sebagai bibitan





masakan A dan sisanya ditampung di peti leburan. Pemutaran *massecuite D* dilakukan dua kali, pada pemutar pertama menghasilkan gula D1 dan tetes. Gula D1 digunakan untuk menjadi magma D1 dengan cara diencerkan terlebih dahulu dengan klare D pada *mingler*. Magma D1 selanjutnya diputar untuk kedua kalinya sehingga menghasilkan gula D2 dan klare D. Gula D2 diencerkan dengan air panas sehingga menjadi magma D2 untuk bibitan masakan C dan sisanya ditampung di peti leburan. Sedangkan klare D digunakan untuk pengencer pada *mingler D1* dan bibitan pada masakan D sendiri. Tetes sebagai hasil samping dijual untuk diolah menjadi alkohol, spiritus dan MSG (Soemohandojo, 2009).

### II.1.7 Stasiun Penyelesaian

Stasiun penyelesaian bertujuan untuk mengendalikan kualitas produk (Dhani, 2020). Diketahui bahwa gula SHS hasil keluaran dari puteran masih dalam kondisi yang agak basah. Kadar air yang ditentukan harus dibawah 0,25%. Sehingga, gula agak basah tersebut harus melewati proses pengeringan terlebih dahulu dengan cara menguapkan air agar gula menjadi kering. Akan tetapi, pada proses pemanasan dengan suhunya  $60^{\circ}\text{C}$  maka pada proses tersebut harus diiringi dengan pendinginan juga. Alat yang digunakan untuk proses pengeringan sekaligus pendinginan yaitu *sugar dryer and cooler*. Prosesnya yaitu udara panas bertekanan dihembuskan dari bawah hamparan gula yang disalurkan ke dalamnya, saat melewati hamparan gula dihembuskan udara dingin yang menghasilkan gula pada kondisi dingin. Gula yang dingin selanjutnya diayak pada *sugar screen* dengan ukuran ayakan 0,8 – 1 mm yang bergetar untuk memperoleh gula halus dan krikilan (gumpalan gula). Ayakan atas dengan ukuran 1 mm akan menyaring gula ukuran 1 mm ke bawah sehingga diperoleh krikilan yang selanjutnya akan dilebur untuk ditambahkan pada magma A. Ayakan bawah akan menyaring gula yang berukuran dibawah 0,4 mm (gula halus) yang akan diproses dengan leburan sehingga akan menjadi bibitan pada masakan A dan D. Gula SHS yang dihasilkan dari pengayakan selanjutnya disimpan di *sugar bin* yang selanjutnya akan ditimbang sesuai dengan ukuran pengemasan gula. Gula dari timbangan secara gravitasi akan langsung masuk ke kemasan gula dan menuju ke mesin jahit pengemasnya (Soemohandojo, 2009).



## II.2 Uraian Tugas Khusus

### II.2.1 Latar Belakang

Stasiun masakan merupakan salah satu tahap penting dalam proses pembuatan gula tebu. Stasiun masakan bertugas memasak nira kental tersulfitasi dari stasiun penguapan. Proses ini mengubah nira menjadi kristal-kristal gula dengan ukuran yang sesuai. Proses masakan pada pan-pan masakan dibantu dengan kondisi vakum. Kondisi vakum ini bertujuan agar suhu memasak rendah untuk menghindari perpecahan gula sehingga gula yang dihasilkan tidak berwarna gelap. Nira kental akan berkurang jumlahnya pada saat proses masakan karena sebagian besar mengkristal sebagai butir-butir gula dan ada zat cair sisa yang disebut sebagai sirup yang tidak dapat mengkristal. Pada stasiun masakan berkaitan dengan stasiun putaran untuk menghasilkan gula produksi dan stroop-stroop untuk bahan pan masakan. Neraca massa adalah metode untuk menghitung aliran massa masuk dan keluar dari suatu sistem. Neraca massa di stasiun masakan melibatkan perhitungan jumlah masukan dan keluaran. Neraca massa mencakup berapa banyak nira kental yang dimasukkan dan berapa banyak gula kristal yang dihasilkan. Faktor-faktor seperti kehilangan massa selama proses, kualitas bahan baku, dan efisiensi peralatan juga mempengaruhi neraca massa di stasiun masakan. Oleh karena itu, dibutuhkan perhitungan neraca massa pada stasiun masakan untuk diketahui berapa aliran masuk dan keluar pada setiap pan masakan.

### II.2.2 Tujuan

Tujuan dari tugas khusus kerja praktek ini antara lain :

1. Untuk menghitung neraca massa pada stasiun masakan
2. Untuk menghitung hasil masakan yang diperoleh pada setiap pan-pan masakan
3. Untuk mengevaluasi kinerja pan masakan pada PT.PG. Candi Baru Sidoarjo

### II.2.3 Manfaat

Berdasarkan analisis kuantitatif terhadap pan masakan pada PT.PG. Candi Baru Sidoarjo, diharapkan dapat menghitung komponen masuk dan produk keluar serta komponen yang hilang pada proses tersebut.

## II.2.4 Tinjauan Pustaka

### A. Pan Masakan

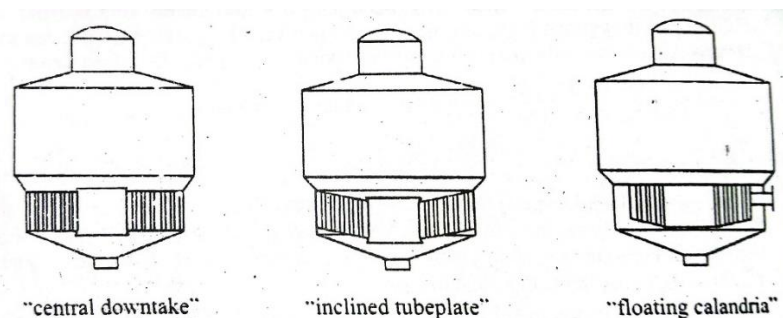
Pan masakan bekerja secara *single effect* yang dilengkapi tromol uap atau kalandria sebagai pemanas dan kondisi vakum diciptakan oleh kondensor. Fungsi pan masakan yaitu merubah nira kental menjadi kristal dengan proses penguapan. Nira kental akan semakin menjadi kental dan akhirnya akan mengkristal. Zat-zat yang tidak mengkristal terutama zat bukan gula (cairan) akan tetap bercampur dengan kristal sehingga hasil masakan (*massecuite*) akan seperti bubur berwarna coklat. Terdapat dua macam konstruksi pokok pan masakan yaitu :

#### 1. Pan masakan dengan *coil* (*serpentijn*)

Pipa yang digunakan pada pan masakan dengan coil biasanya memerlukan pipa yang panjang sekali dan digunakan uap bertekanan rendah ( $\pm 3$  atm), namun karena panjangnya pipa, bisa terjadi belum sampai ujung uapnya sudah mengembun. *Coil* ini bekerjanya sangat baik sehingga sirkulasi *massecuite* nya lancar, karena tidak banyak halangan pada aliran. Rasio volume dengan luas pemanasannya rendah, ialah sekitar 1: 4,9.

#### 2. Pan masakan dengan kalandria atau tromol uap

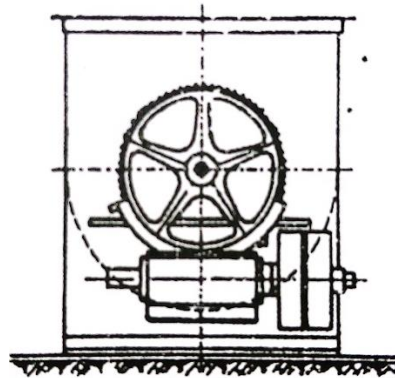
Pada pembuatan baru pan masakan sekarang tidak lagi menggunakan coil, tetapi memakai kalandria sebagaimana pembuatan pan penguapan. Rasio volume terhadap luas pemanasnya lebih besar, ialah sekitar 1 5,6 hingga 1: 6. Dengan demikian, terutama untuk masakan A, lama waktu memasaknya menjadi lebih singkat hanya sekitar 3-3,5 jam sekali masak.



Gambar II. 7 Macam-macam konstruksi tromol uap pada pan masak

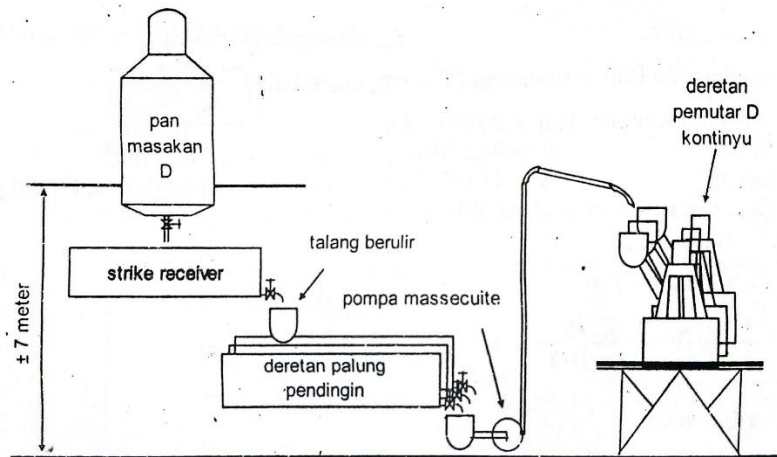
## B. Palung Pendingin

Hasil masakan (*massecuite*) dari pan masak (masih dalam keadaan panas) kemudian dikeluarkan/diturunkan ke palung-palung pendingin yang dalam bahasa Inggris disebut *crystallizer* atau dalam bahasa Belanda disebut *koeltrog* (baca "*kuitroch*"). Sasarannya agar butir-butir gula yang telah berbentuk kristal perlu didinginkan agar dapat menjadi lebih besar bentuk kristalnya dan suhunya turun menjadi sekitar  $40^{\circ}$ - $45^{\circ}$ C. Konstruksi palung pendingin yang umum adalah berupa peti horizontal yang penampangnya berbentuk U (disebut model *Blanchard*) yang dikembangkan sejak tahun 1925 atau peti horizontal yang berbentuk silinder.



Gambar II. 8 Palung pendingin model U dan model silinder (tampak depan)

Didalamnya terdapat pengaduk yang berbentuk ulir besar dan berputar pelan sekali. kurang lebih 1 putaran per menit. Dibagian luarnya dilengkapi dengan instalasi pendingin yang berupa curahan/percikan air yang disalurkan melalui pipa yang berlubang-lubang untuk mendinginkan badan palung bagian luar. Bentuk lain dari instalasi pendingin itu adalah dengan mengalirkan air ke dalam sudu-sudu pengaduk yang berputar dan porosnya berlubang (*hollow shaft*) untuk pemasukan dan pengeluaran air pendingin tersebut. Instalasi pendingin semacam ini juga diterapkan pada palung pendingin cepat atau yang disebut sebagai *rapid crystallizer*: seperti buatan Werkspoor (pabrik mesin di Belanda). Pada pabrik gula modern, dimana letak pan-pan masakannya tinggi, sekitar 20 meter di atas permukaan tanah, memungkinkan penempatan palung-palung pendingin secara bersusun dengan urutan seperti gambar berikut:



Gambar II. 9 Tata letak Stasiun Masakan dan Stasiun Pemutar Gula (modern)

Dengan demikian secara gravitasi instalasinya dapat tidak menggunakan pompa untuk mentransfer massecuite sejak dari pan masakan sampai ke mingler dan/atau talang di atas deretan centrifugal (mesin pemutar gula)-nya. Untuk mendinginkan massecuite D, terutama pada model biasa seperti Blanchard, diperlukan waktu antara 18-24 jam; tergantung dari besar kecilnya *heat transfer coefficient* (koefisien pemindahan panas) dari elemen pendinginnya. Palung pendingin kontinyu buatan Werkspoor koefisien pemindahan panasnya adalah yang paling baik, sehingga waktu pendinginan yang diperlukan hanya sekitar 13 jam. *Massecuite* dengan kemurnian (HK) yang lebih tinggi seperti *massecuite* A dan *massecuite* C membutuhkan waktu lebih pendek untuk mendinginkannya. Secara umum dapat dipakai ancar-ancar waktu pendinginan sebagai berikut:

*Massecuite* A: ± 3,5 jam

*Massecuite* C: ± 8,4 jam

*Massecuite* D: ± 20 jam

### C. Peti-Peti Tunggu Nira Kental, Strup Dan Klare

Peti-peti tunggu ini pada Stasiun Masakan biasanya terletak berderet dibelakang pan-pan masakan pada bordes dengan ketinggian yang sama, kecuali peti-peti itu terdapat pula peti-peti babonan atau leburan untuk menampung magma yang akan digunakan sebagai bibit. Khusus peti-peti yang digunakan untuk menampung magma, perlu dilengkapi dengan pengaduk



dan kadang pemanas, agar magmanya tidak mengeras. Jika tidak digunakan peti-peti penampung magma, maka yang terbaik adalah menggunakan pan masak bibitan atau yang lazim disebut sebagai *seed pan* yang konstruksinya lengkap dan sama seperti lazimnya pan masakan biasa, hanya ukurannya lebih kecil dari pan masakan lainnya.

#### 1. Peti Tunggu Nira Kental

Nira kental yang diperoleh dari Stasiun Penguapan dan telah disulfitor, selanjutnya dikirim ke Stasiun Masakan untuk dijadikan kristal pada pan-pan masakan A. Namun karena memasak nira kental di pan masakan A membutuhkan waktu sekitar 3-4 jam, maka diperlukan beberapa buah peti untuk menampung nira kental sebelum dimasak dalam pan-pan masakan itu (menunggu giliran).

#### 2. Peti Tunggu Strup A

Pada cara masak ACD, *massecuite (cuite)* A diputar dua kali, ialah pada putaran A dan putaran SHS. Stroop A diperoleh dari hasil pemutaran *cuite* A dan dijadikan salah satu bahan(bibit) pada masakan A. Seperti halnya nira kental, karena memasak pada masakan A memakan waktu 3-4 jam, maka diperlukan beberapa peti penampung sewaktu menunggu giliran untuk dimasak, sehingga dapat terdiri dari satu atau lebih peti yang berukuran sama dan lokasinya juga berdekatan dengan peti-peti tunggu nira bordes yang sama tinggi. Untuk pabrik gula contoh dengan rendemen = 10%, jumlahnya sekitar 13,5% tebu dengan kekentalan sekitar 86,4° Brix, berat jenis = 1,45 ton/m<sup>3</sup>.

#### 3. Peti Tunggu Klare A

Klare A merupakan cairan kental, dihasilkan oleh pemutar SHS dengan penyiraman uap. Banyaknya sekitar 12% tebu dengan kekentalan = 82,73° brix, berat jenis = 1,43 ton/m<sup>3</sup>. Klare A selain digunakan untuk mengencerkan gula A agar menjadi magma A pada alat yang dinamakan *mingler*; juga dijadikan sebagai bibit untuk masakan A. Jadi karena masakan A memerlukan waktu sekitar 3-4 jam, maka diperlukan peti-peti tunggu untuk menunggu giliran dimasak.



#### 4. Peti Tunggu Strup C

Strup C dihasilkan dari pemisahan gula pada pemutar gula C. Jumlahnya sekitar 3,5% tebu dengan kekentalan =  $87,8^{\circ}$  Brix, berat jenis =  $1,46 \text{ ton/m}^3$ .

#### 5. Peti Tunggu Klare D

Klare D dihasilkan dari pemutar  $D_2$  yang jumlahnya sekitar 1,1% tebu pada kekentalan  $88,65^{\circ}$  Brix, berat jenis =  $1,47 \text{ ton/m}^3$ .

(Soemohandojo, 2009)

#### D. Neraca Massa Pabrik Gula

Model neraca massa dikembangkan berdasarkan aliran proses dan kompartemen untuk menggambarkan proses produksi gula. Pengembangan model difokuskan pada perolehan model yang tepat untuk menggambarkan proses produksi gula yang sebenarnya. Input diperlakukan sebagai variabel bebas dan output sebagai variabel terikat. Neraca massa digunakan untuk mengidentifikasi dan menghitung jumlah produk sampingan yang berpotensi menyediakan sumber energi dan air untuk memenuhi kebutuhan proses produksi. Model ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan, sesuai dengan proses produksi aktual, menjadi dasar analisis dan perhitungan potensi energi produk sampingan untuk lebih mengembangkan proses produksi gula energi dan air yang mandiri (Bantacut & Novitasari, 2016).

#### II.2.5 Uraian Tugas Khusus

Waktu Operasi = 1 Hari = 24 jam

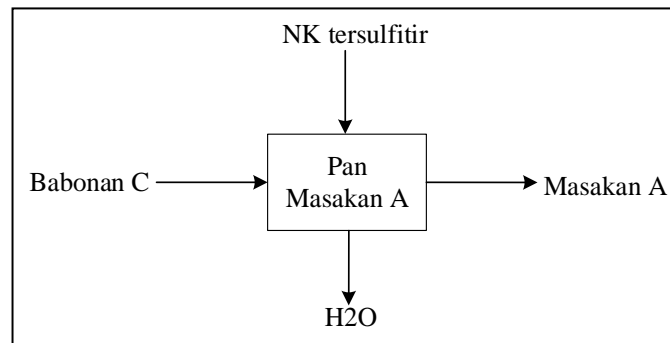
Kapasitas = 27.800 Ku/hari

KOMPONEN	% Brix	% pol	Massa jenis
Nira Kental Tersulfitir	60,74	48,06	1,2869
Masakan A	94,33	79,22	1,5058
Masakan C	96,45	69,04	1,5215
Masakan D	99,8	59,17	1,5455
Stroop A	85,68	50,98	1,4457
Stroop C	90,2	41,80	1,4768
Klare D	84,37	45,75	1,4369
Klare SHS	73,5	64,92	1,3652
Babonan C	93,25	86,80	1,4987



KOMPONEN	%Brix	%pol	Massa jenis
Babonan D	92,47	84,73	1,4930
Krikilan/gula basah	99,38	98,64	1,5425
Gula D	97,83	89,61	1,5310

### MASAKAN A



### Bibitan A2 (Sebagai bibitan untuk masakan A1)

Komponen	Volume (Hl)	Massa jenis (Ku/Hl)	Massa (Ku)
Babonan C	70	1,4987	104,9090
Nira Kental tersulfitir(ke-1)	80	1,2869	102,9480
Nira Kental tersulfitir(ke-2)	200	1,2869	257,3700

#### Tahap 1

Babonan C + Nira Kental Sulfitir(ke-1) → Bibitan A2 + H<sub>2</sub>O

m	104,909	102,948	0,000	0,000
r	104,909	102,948	138,571	69,286
s	0,000	0,000	138,571	69,286

#### Tahap 2

Bibitan A2 + Nira Kental Sulfitir(ke-2) → Bibitan A

m	138,571	257,370	0,000
r	138,571	257,370	395,941
s	0,000	0,000	395,941

Bibitan A yang diperoleh dibagi menjadi 2 untuk dimasak di pan 5&6 dengan massa yang sama

#### Pan 5

Komponen	Volume (Hl)	Massa jenis (Ku/Hl)	Massa (Ku)
Nira Kental tersulfitir(ke-3)	200	1,2869	257,3700
Bibitan A dibagi 2			197,9707





Reaksi:

$$\text{Bibitan A} + \text{Nira Kental tersulfitor(ke-3)} \rightarrow \text{Masakan A1} + \text{H}_2\text{O}$$

m	197,971	257,370	0,000	0,000
r	197,971	257,370	325,243	130,097
s	0,000	0,000	325,243	130,097

Pan 6

Komponen	Volume (Hl)	Massa jenis (Ku/Hl)	Massa (Ku)
Nira Kental tersulfitor(ke-4)	200	1,2869	257,3700
Bibitan A dibagi 2	-	-	197,9707

Reaksi:

$$\text{Bibitan A} + \text{Nira Kental tersulfitor(ke-4)} \rightarrow \text{Masakan A2} + \text{H}_2\text{O}$$

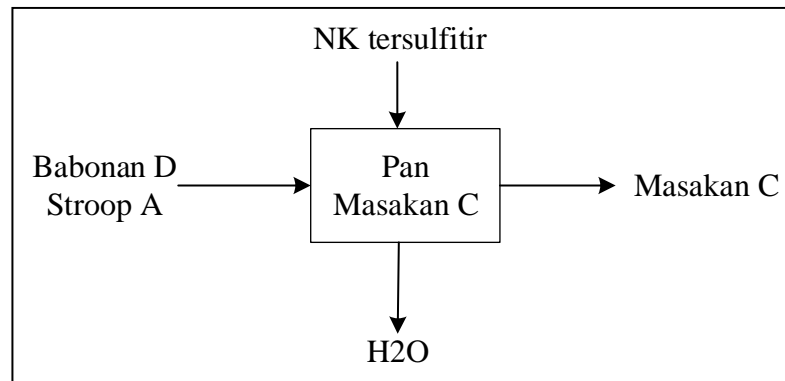
m	197,971	257,370	0,000	0,000
r	197,971	257,370	325,243	130,097
s	0,000	0,000	325,243	130,097

Tabel Neraca Massa Masakan A

Aliran masuk (ku/hari)		Aliran keluar (ku/hari)	
Aliran 1		Aliran 5	
Babonan C	104,9090	Bibitan A2	138,5713
Nira Kental tersulfitor(ke-1)	102,9480	H <sub>2</sub> O	69,2857
Aliran 2		Aliran 6	
Bibitan A2	138,5713	Bibitan A	395,9413
Nira Kental tersulfitor(ke-2)	257,3700		
Aliran 3		Aliran 7	
Nira Kental tersulfitor(ke-3)	257,3700	Masakan A1	325,2433
Bibitan A dibagi 2	197,9707	H <sub>2</sub> O	130,0973
Aliran 4		Aliran 8	
Nira Kental tersulfitor(ke-4)	257,3700	Masakan A2	325,2433
Bibitan A dibagi 2	197,9707	H <sub>2</sub> O	130,0973
1514,4797		1514,4797	



### MASAKAN C



Komponen	Volume (Hl)	Massa jenis (Ku/Hl)	Massa (Ku)
Babonan D	70	1,4930	104,51
Nira Kental tersulfitir	80	1,2869	102,948

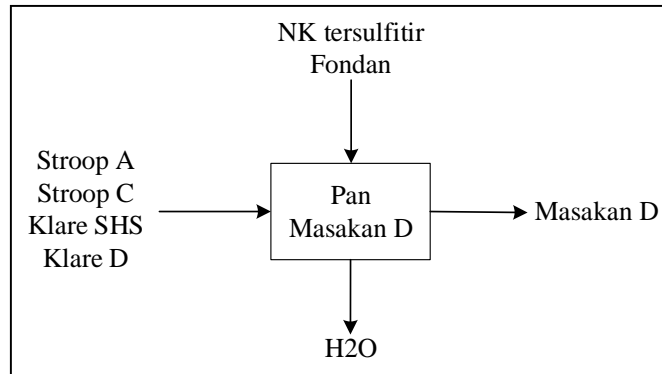
Reaksi:

	Babonan D	Nira Kental Sulfitir	Stroop A	Masakan C	H <sub>2</sub> O
m	104,510	102,948	289,140	0,000	0,000
r	104,510	102,948	289,140	425,655	70,943
s	0,000	0,000	0,000	425,655	70,943

Aliran masuk (ku/hari)		Aliran keluar (ku/hari)	
Aliran 1		Aliran 2	
Babonan D	104,5100	Masakan C	425,6554
Nira Kental tersulfitir	102,9480	H <sub>2</sub> O	70,9426
Stroop A	289,1400		
	496,5980		496,5980



**MASAKAN D**



**Bibitan PDC (Sebagai bibitan untuk masakan D)**

Komponen	Volume (Hl)	Massa jenis (Ku/Hl)	Massa (Ku)
Nira Kental Sulfitir	200	1,2869	257,37
Fondan (100 gr)	-	-	0,001
Klare SHS	50	1,3652	68,26
Klare D	50	1,4369	71,845
Stroop A	100	1,4457	144,57
Stroop C	100	1,4768	147,68

Tahap 1

Nira Kental Sulfitir(ke-1) → Nira Kental Sulfitir (ke-2) + H<sub>2</sub>O

m	257,370	0,000	0,000
r	257,370	193,028	64,343
s	0,000	193,028	64,343

Tahap 2

Nira Kental Sulfitir ( ke-2 ) + Fondan → Nira Kental Sulfitir(ke-3)

m	193,028	0,001	0,000
r	193,028	0,001	193,029
s	0,000	0,000	193,029

Tahap 3

Nira Kental Sulfitir (ke-3) + Stroop A + Stroop C + Klare D → PDC

m	193,029	144,570	147,680	71,845	0,000
r	193,029	144,570	147,680	71,845	557,124
s	0,000	0,000	0,000	0,000	557,124

PDC yang diperoleh dibagi menjadi 3 untuk dimasak di pan 1,2,3 dengan massa yang sama



## Pan 1

Komponen	Volume (Hl)	Massa jenis (Ku/Hl)	Massa (Ku)
PDC (ke-1)	133,3333	-	185,7078
Stroop A	88,8889	1,4457	128,5067
Stroop C	88,8889	1,4768	131,2711
Klare SHS	44,4444	1,3652	60,6756
Klare D	44,4444	1,4369	63,8622

Reaksi:

$$\text{PDC(1) + Stroop A + Stroop C + Klare SHS + Klare D} \rightarrow \text{Masakan D (ke-1) + H}_2\text{O}$$

m	185,708	128,507	131,271	60,676	63,862	0,000	0,000
r	185,708	128,507	131,271	60,676	63,862	427,518	142,506
s	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	427,518	142,506

## Pan 2

Komponen	Volume (Hl)	Massa jenis (Ku/Hl)	Massa (Ku)
PDC (ke-2)	133,3333	-	185,7078
Stroop A	88,8889	1,4457	128,5067
Stroop C	88,8889	1,4768	131,2711
Klare SHS	44,4444	1,3652	60,6756
Klare D	44,4444	1,4369	63,8622

Reaksi:

$$\text{PDC(2) + Stroop A + Stroop C + Klare SHS + Klare D} \rightarrow \text{Masakan D (ke-2) + H}_2\text{O}$$

m	185,708	128,507	131,271	60,676	63,862	0,000	0,000
r	185,708	128,507	131,271	60,676	63,862	427,518	142,506
s	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	427,518	142,506

## Pan 3

Komponen	Volume (Hl)	Massa jenis (Ku/Hl)	Massa (Ku)
PDC (ke-3)	133,3333	-	185,7078
Stroop A	88,8889	1,4457	128,5067
Stroop C	88,8889	1,4768	131,2711
Klare SHS	44,4444	1,3652	60,6756
Klare D	44,4444	1,4369	63,8622

Reaksi:

$$\text{PDC(3) + Stroop A + Stroop C + Klare SHS + Klare D} \rightarrow \text{Masakan D (ke-3) + H}_2\text{O}$$

m	185,708	128,507	131,271	60,676	63,862	0,000	0,000
r	185,708	128,507	131,271	60,676	63,862	427,518	142,506
s	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	427,518	142,506



Tabel Neraca Massa Masakan D			
Aliran masuk (ku/hari)		Aliran keluar (ku/hari)	
Aliran 1		Aliran 7	
Nira Kental tersulfitir(ke-1)	257,3700	Nira Kental tersulfitir(ke-2)	193,0275
		H <sub>2</sub> O	64,3425
Aliran 2		Aliran 8	
Nira Kental tersulfitir(ke-2)	193,0275	Nira Kental tersulfitir(ke-3)	193,0285
Fondan	0,0010		
Aliran 3		Aliran 9	
Nira Kental tersulfitir(ke-3)	193,0285	PDC	557,1235
Stroop A	144,5700		
Stroop C	147,6800		
Klare D	71,8450		
Aliran 4		Aliran 10	
PDC (1)	185,7078	Masakan D (1)	427,5175
Stroop A	128,5067	H <sub>2</sub> O	142,5058
Stroop C	131,2711		
Klare SHS	60,6756		
Klare D	63,8622		
Aliran 5		Aliran 11	
PDC (2)	185,7078	Masakan D (2)	427,5175
Stroop A	128,5067	H <sub>2</sub> O	142,5058
Stroop C	131,2711		
Klare SHS	60,6756		
Klare D	63,8622		
Aliran 6		Aliran 12	
PDC (3)	185,7078	Masakan D (3)	427,5175
Stroop A	128,5067	H <sub>2</sub> O	142,5058
Stroop C	131,2711		
Klare SHS	60,6756		
Klare D	63,8622		
2717,5922		2717,5922	