

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Sejarah Singkat Perusahaan

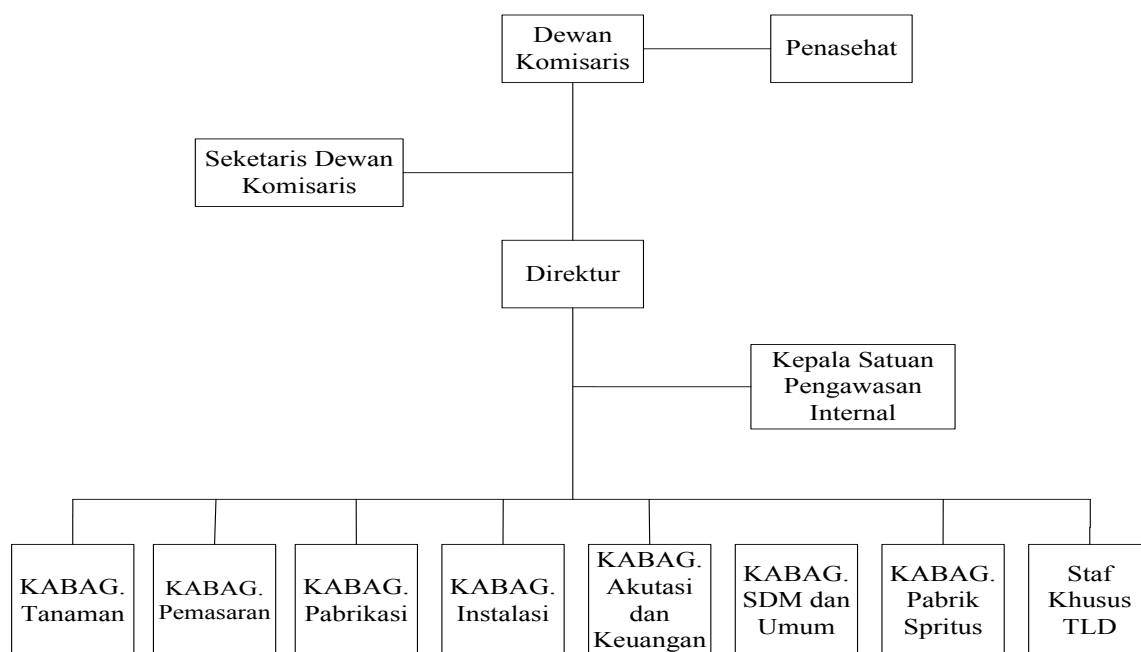
PG-PS Madukismo didirikan oleh Sri Sultan Hamengku Buwono IX dengan tujuan untuk memberikan kesejahteraan kepada masyarakat yang tidak memiliki pekerjaan. Pabrik gula ini didirikan pada 14 Juni 1955. Dimana PG-PS Madukismo memiliki 2 pabrik yaitu pabrik gula (PG) dan pabrik alkohol spirtus (PS) yang terletak di Desa Padokan Kelurahan Tortomolo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Setelah 3 tahun berdiri PG Madukismo akhirnya diresmikan oleh Presiden Soekarno pada tanggal 29 Mei 1958 dengan status perusahaan swasta atau PT. Pabrik gula ini mulai produksi pertama kali pada tahun 1958 sedangkan untuk pabrik alkohol spirtus baru berjalan setahun berikutnya yaitu pada tahun 1959. Status PT berubah menjadi Perusahaan Negara (PN) pada tahun 1962 saat Negara Indonesia mulai mengambil alih semua perusahaan yang ada di Indonesia. Pada Tahun 1966 PG Madukismo memutuskan untuk menjadi perusahaan swasta dengan PT. Madubaru membawahi PG Madukismo dan PS madukismo denangan susunan direksi yang dipimpin Sri Sultan Hamengku Buwono IX.

Berdasarkan kontrak yang ditandatanganinya pada tanggal 14 Maret 1984 kepemilikan PT. Madubaru dimiliki oleh Sri Sultan Hamengku Buwono X (Kraton) dan PT. Rajawali Nusantara Indonesia (PT. RNI) sebagai pemegang sero (saham) terbesar yaitu masing-masing sebesar 65% dan 35%. Pada saat masa produksi PT. Madubaru mempekerjakan

sebanyak ±1386 pekerja yang terbagi menjadi dua kelompok yaitu karyawan tetap dan karyawan tidak tetap.

4.1.1. Struktur Organisasi

Struktur organisasi berguna untuk menetapkan bagaimana tugas pekerjaan dikelompokkan, dibagi, dan dikoordinasikan secara formal terhadap masing-masing anggota di perusahaan. Struktur ini akan menunjukkan tingkat pendelegasian wewenang yang akan mempengaruhi sikap dan perilaku pekerja. Struktur organisasi pada PT. Madubaru dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. Madubaru

Sumber: PT Madubaru

4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan

Berikut visi dan misi yang dimiliki oleh PT. Madubaru:

- Visi
 “Menjadikan PT.Madubaru menjadi perusahaan Agro Industri yang unggul di Indonesia dengan menjadikan Petani sebagai mitra sejati”

- Misi
 1. Menghasilkan gula dan alkohol spirtus yang berkualitas guna memenuhi permintaan industri serta masyarakat Indonesia
 2. Mengembangkan bisnis-bisnis baru yang membantu bisnis utama.
 3. Menjalankan produksi dengan teknologi-teknologi maju dan ramah lingkungan secara profesional; dan inovatif, serta memberikan pelayanan maksimal kepada pelanggan dan mengutamakan mitra dengan petani.
 4. Menempatkan karyawan dan *stake holders* dalam bagian terpenting guna mencapai *share holders values* dan keunggulan perusahaan.

4.2. Proses Produksi PT. Madubaru

Proses produksi gula kristal pada PT. Madubaru (PG.PS.Madukismo) berjalan selama 6 bulan non-stop atau 24 jam, yang biasanya dimulai dari bulan Mei hingga bulan Oktober bergantung pada ketersediaan bahan baku utama yaitu tebu. Dimana pada 6 bulan berikutnya akan dilakukan proses *preventive maintenance* pada mesin-mesin dan area pabrik produksi seperti perbaikan, pengecatan, pembersihan, dan lain sebagainya. Proses produksi gula kristal yang berjalan di PT. Madubaru dapat dibagi menjadi 6 garis besar yang dapat dilihat pada lampiran A, yaitu penggilingan, pemurnian, penguapan, masakan, putaran, dan penyelesaian.

4.2.1. Stasiun Penggilingan

Penggilingan merupakan stasiun pengolahan pertama terhadap bahan baku tebu dimana stasiun ini bertujuan untuk mengekstrak atau memeras nira yang terkandung didalam tebu semaksimal mungkin. Dimana pada stasiun ini akan menghasilkan dua output yaitu nira mentah dan ampas tebu. Nira mentah akan diproses hingga menjadi produk gula siap jual (SHS) dan ampas tebu kasar akan dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk pembangkit tenaga pada Stasiun Ketel dan Boiler sedangkan ampas tebu halus akan dicampurkan pada dengan nira kotor hasil pengendapan yang akan dimasukkan kedalam rotary vacuum hingga terpisah antara nira tipis dan blotong yang berguna sebagai pupuk tanaman pada kebun tebu.

Proses pada staisun ini diawali dengan penimbangan tebu yang kemudian maka dilanjutkan dengan pengangkutan tebu menggunakan *cane crane* menuju meja tebu yang berfungsi mengatur jumlah tebu yang akan diolah. Selanjutnya tebu akan melewati *leveler* yang berguna membuat tebu menjadi rata saat melewati *cane carrier I* menuju *unigerator*. Pada *unigerator* terdapat dua alat pengolahan, yang pertama yaitu *cane cutter* yang berfungsi mencacah atau memotong tebu, yang kedua yaitu *cane hammer* yang berfungsi memukul-mukul potongan bambu hingga menjadi serpihan lembut dengan tujuan memudahkan kinerja gilingan.

Tebu yang sudah dalam bentuk serpihan atau pecahan akan dibawa menggunakan *cane carrie II* menuju mesin gilingan. Mesin gilingan pada PT. Madubaru terdiri atas 5 unit gilingan yang dipasang secara seri. Pada gilingan I menghasilkan nira murni atau Nira Perahan Pertama (NPP), pada gilingan II sampai IV proses penggilingan dicampur dengan hasil nira pada mesin selanjutnya, dan pada gilingan II sampai V ditambahkan air imbibisi bersuhu 80°C yang berfungsi mengurangi tingkat kehilangan gula dan memperlancar proses penggilingan. Pada penggilingan II juga ditambahkan Ca(OH)_2 yang berguna mengatur pH menjadi sekitar 6,2 guna mencegah mikroorganisme masuk kedalam gula. Setiap nira yang dihasilkan setiap unit gilingan kemudian akan dikumpulkan dalam bak penampungan guna dilanjutkan pada proses selanjutnya. Sehingga inti utama proses ini adalah pemotongan, penumbukan, dan penggilingan tebu guna mendapatkan nira mentah.

4.2.2. Stasiun Pemurnian

Stasiun ini bertujuan memisahkan komponen gula dan bukan gula yang terkandung didalam nira mentah hasil penggilingan guna menekan kerusakan sukrosa dan monosakarida. Dalam nira mentah terdapat berbagai komponen seperti air, sukrosa, monosakarida, asam organik, protein, bahan lilin, bahan anorganik, dan kotoran (pasir, tanah, dan lain-lain). Dalam proses ini mampu menghilangkan 10-25% kotoran yang ada. Proses pemurnian ini dilakukan menggunakan *system* sulfikasi alkalis kontinyu.

Proses pada stasiun ini diawali dengan penyaringan nira mentah guna memisahkan kotoran berat (pasir dan tanah) dengan cara memompa nira ke *door clone* yang kemudian

nira mentah bersih akan ditampung dalam bak nira mentah yang kemudian akan dipompa menuju timbangan nira mentah (RWS I). Timbangan *bolougne* bekerja secara otomatis pada ukuran 5 ton dimana setiap sudah mencapai 5 ton klep tempat nira masuk akan menutup secara otomatis, selain untuk mengetahui jumlah nira yang masuk juga berguna untuk memudahkan dalam penyesuaian nira mentah yang masuk dengan bahan tambahan lainnya pada penambungan selanjutnya (RWS II) diaman pada RWS II nira mentah akan ditambahkan dengan larutan asam phospat (H_3PO_4) yang dialirkan secara kontinyu guna mempercepat proses pengendapan pada nira kotor. Selanjutnya akan dilakukan pemanasan (*voorwarmer*) I hingga nira mencapai suhu $65-75^{\circ}C$ dengan tujuan menghilangkan sifat koloid, membunuh mikroorganisme, dan menghambat terjadinya inversi sukrosa.

Setelah pemanasan I akan dilanjutkan dengan proses defekasi yaitu reaksi pencampuran (diaduk) antara zat kapur yang diberikan dengan komponen nira yang terjadi di defekator, hal ini dilakukan guna menetralkan nira agar tidak asam. Setelah tercampur secara homogen dilanjutkan dengan proses sulfikasi yang dilakukan dengan benjana sulfitir nira mentah dengan penambahan gas belerang yang bertujuan menetralsir kelebihan zat kapur hingga pH menjadi netral serta membentuk endapan garam untuk menyelubungi endapan yang sudah terbentuk dalam proses defekasi sebelumnya. Setelah tercampur maka akan dilakukan pemanasan II dengan panas sekitar $95-100^{\circ}C$ guna menyempurnakan reaksi sulfikasi sebelumnya. Setelah pemanasan akan dilakukan proses pengendapan nira hasil sulfitasi alkalis yang berguna untuk mengendapkan kotoran-kotoran yang menggumpal selama proses sebelumnya, dilakukan pada *door clarifier*. Nira jernih yang berada dibagian atas akan dipompa masuk kedalam bak nira jernih, sedangkan nira kotornya juga dipompa keluar agar menjadi blotong dan digunakan sebagai pupuk pada tanaman tebu. Nira jernih yang telah ditampung kemudian akan melalui proses pemanasan III pada suhu sekitar $100-150^{\circ}C$ berguna agar nira mendekati titik temperatur *steam* sehingga mempercepat proses penguapan (evaporator).

4.2.3. Stasiun Penguapan

Stasiun ini bertujuan menghilangkan kandungan air yang terdapat dalam nira jernih dengan cara menguapkan kandungan air yang ada didalam nira menjadi uap guna

menekan peluangnya kehilangan gula sekecil mungkin. Dimana nira jernih yang telah melalui pemanasan II masih memiliki banyak kandungan air didalamnya. Proses penguapan ini berjalan secara kontinyu dengan kecepatan tinggi dan waktu yang singkat guna mencegah karamelisasi. Pada proses ini akan merubah kepekatan nira yang awalnya $\pm 15^0$ brix menjadi minimal 60^0 brix.

Pada proses ini PT Madubaru menggunakan 5 evaporator yang disusun secara seri (4 digunakan 1 *stand by*). Dimana suhu pada evaporator I sekitar 120^0C , evaporator II sekitar 110^0C , evaporator III sekitar 100^0C , dan evaporator IV sekitar 90^0C , dimana perbedaan suhu inilah yang membuat nira dapat mengalir dari evaporator I hingga evaporator IV. Dengan efisien penggunaan evaporator I dan II adalah 11 hari, evaporator III adalah 6 hari, dan evaporator IV adalah 2 hari. Dikarenakan sistem yang kontinyu uap hasil pemanasan dalam evaporator sebelumnya akan digunakan pada evaporator selanjutnya. Nira kental yang keluar dari evaporator IV kemudian akan disaring dan ditampung dalam diskap tersulfitasi guna menuju proses selanjutnya.

4.2.4. Stasiun Masakan

Stasiun ini bertujuan untuk mengkristalkan sukrosa yang ada pada nira kental dengan cara menguapkan air yang terkandung dalam nira sehingga dihasilkan kristal gula dengan sendirinya. Pada tahap awal ini nira kental akan direaksikan dengan gas SO_2 pada peti sulfikasi guna mengatu pH nira kental agar bekisar antara 5,5 sampai dengan 5,6 guna menaikkan kualitas produk, mengurangi viskositas nira, dan melancarkan proses kristalisasi. Setelah proses sulfikasi nira kental akan di masukan kedalam tangki (*pan*) yang bertekanan tinggi.

PT Madubaru memiliki 12 *pan* masakan yang mempunyai tugas yang berbeda-beda dikarenakan perusahaan menggunakan sistem ACD. Pan nomor 1-2 digunakan untuk memasak bibit A, nomor 3-5 digunakan untuk memasak gula A, nomor 6-7 digunakan untuk memasak gula D, nomor 8 digunakan untuk memasak bibit C, nomor 9 digunakan untuk memasak bibit D, dan nomor 10-12 digunakan untuk memasak gula C. Dimana gula A merupakan gula produk yang akan dijual sedangkan gula C dan D akan berfungsi sebagai bibit (*seed*). Setelah kristal gula jadi akan diturunkan ke palung pendingin untuk

didinginkan, dan kemudian siap untuk dilanjutkan ke proses putaran. Hasil pada proses adalah kristal gula dan larutan caramel (*stroop*).

4.2.5. Stasiun Putaran

Stasiun ini bertujuan untuk memisahkan kristal gula dengan larutan caramel (*stroop*) hasil dari proses pemasakan. Pemisahan tersebut dilakukan dengan sentrifugal sehingga bahan padat akan terlempar menjauhi titik pusat dan tertahan oleh saringan dan larutannya akan menerobos lubang saringan. Seperti halnya pemasakan pada proses putaran juga terbagi menjadi 4 pemrosesan yang berbeda yaitu pemisahan kristal masakan A, pemisahan kristal gula A, pemisahan kristal masakan C, dan pemisahan kristal masakan D.

Pada pemisahan kristal masakan A, kristal yang telah ditampung pada talang akan diturunkan pada ketebalan tertentu kedalam alat putaran yang berputar dengan kecepatan rendah (0-200 rpm) dan akan dipercepat mencapai 370 rpm saat bahan masuk dan diputar sampai pada kecepatan maksimal (870-1000 rpm). Pada saat kecepatan maksimal itu lah akan dicampur air dan up bertekanan 2,5-3 Kg/cm² guna proses pencucian secara bergantian. Setelah selesai akan dilakukan scrapping menggunakan pisau khusus yang ada pada sentifugal. Hasil dari proses tersebut adalah gula A dan *stroop* A. *Stroop* A akan digunakan kembali pada proses pemasakan sedangkan gula A akan turun ke talang getar untuk dicapur dengan gula pada mixer A. Kemudian gula A akan diputar kembali dimana pada pemisahan kristal gula A bertujuan untuk menghilangkan kotoran pada kristal gula sehingga gula yang dihasilkan memiliki tingkat kemurnian yang lebih tinggi dan bewarna lebih putih dari sebelumnya. Pada proses ini dilakukan penyemprotan uap panas bertekanan 3 kg/ cm² selama kurang lebih 15 detik dengan kecepatan putaran berkisar 1000 rpm, dimana akan menghasilkan gula SHS dan klare SHS. Dimana gula SHS akan diturunkan ke talang getar menuju proses selanjutnya, sedangkan klare SHS akan menuju peti tunggu pada stasiun masakan.

Pada pemisahan kristal masakan C, hasil masakan C akan diturunkan dengan jumlah tertentu pada alat putaran dengan ditambah air bersuhu 60-70⁰C yang kemudian akan diputar pada kecepatan 1600 rpm. Pada proses ini akan menghasilkan gula C dan *stroop* C, dimana bibit C akan digunakan sebagai bibit pada masakan A dan *stroop* C akan masuk

kedalam peti tunggu pada stasiun masakan. Pada proses pemisahan kristal masakan D, memiliki tingkat kesulitan yang lebih tinggi dikarenakan kekentalan yang tinggi. Oleh karena itu ditambahkan penambahan tetes (*strop*) pada hasil masakan D pada proses pendinginan pada palung talang bawah. Dan kemudian akan dimasukan pada alat putar dan diputar pada kecepatan 1900-2175 rpm. Hasil dari proses ini adalah gula D₁ dan tetes, tetes pada hasil ini kemudian akan digunakan pada pabrik spiritus dengan ditambah air sampai pada ukuran brik tertentu sedangkan gula D akan diputar kembali karena masih banyak mengandung kotoran. Untuk memudahkan pemisahan akan ditambahkan air bersuhu 40⁰C dan klare D yang akan diputar dengan kecepatan 2210 rpm. Dari putaran tersebut akan menghasilkan D₂ dan *klare D*, *Klare D* akan dimasukan pada peti tunggu stasiun masakan, sedangkan gula D digunakan sebagai bibit pada pemasakan gula C.

4.2.6. Stasiun Penyelesaian

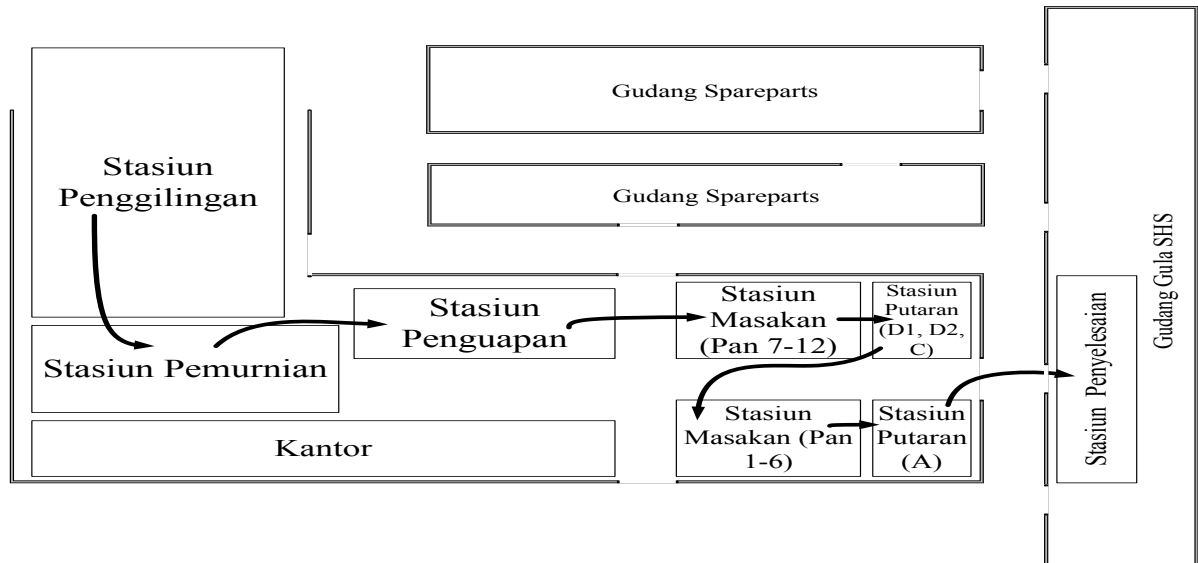
Pada stasiun ini akan terbagi menjadi 3 proses pengolahan yaitu tahap pengeringan dan penyaringan, proses pengemasan, dan proses penyimpanan gudang. Tahap pengeringan dan penyaringan bertujuan untuk mengeringkan gula yang keluar dari stasiun putaran dikarenakan gula yang keluar masih lembab dan masih mengandung air dimana dapat menyebabkan gula lebih mudah rusak dibandingkan dengan gula kering. Pada talang goyang dibuat suatu gerakan yang membuat gula kontak dengan udara sehingga proses pengeringan dan pendinginan berjalan dengan optimal, kemudian gula akan dimasukan kedalam *elevator* dengan hembusan udara panas (uap) bersuhu 80⁰C dengan tekanan 2,5-3 kg/cm² kemudian akan disaring pada talang getar II dengan ukuran saringan 4X4 lubang/inch agar hanya gula yang sesuai standar yang tertahan (menggumpal). Sedangkan gula yang lolos dari saringan kemudian dileburkan. Kemudian gula yang memenuhi standar akan dilakukan seperti pada proses sebelumnya pada *elevator II* dan *elevator III* untuk pengeringan kembali dan disaring kembali pada talang getar III dan IV dimana memiliki saringan dengan masing-masing ukuran yaitu 23X23 lubang/inch dan 22X23 lubang/inch. Dimana untuk saringan talang getar IV gula yang lolos saringanlah yang memenuhi standar dan akan turun ke *cillo* sedangkan gula yang tertahan akan dibawa ke benjana pelemburan. Gula yang turun ke *cillo* lah yang siap untuk dikemas dan dipanaskan sedangkan gula yang masuk kedalam pelemburan akan dipompa menuju bak

diksap I (nira sebelum proses sulfikasi). Pada talang IV dilengkapi penyedot debu gula yang berguna memindahkan gula yang agak basah ke talang I dan yang sangat basah pada talang yang menuju mixer A.

Pada proses pengemasan dilakukan pada bagian dasar *cillo* dimana terdapat timbangan otomatis pada berat 50 kg, tetapi PT Madubaru juga terdapat kemasan ukuran 1 Kg dengan mesin *Filvo Vertical Fiil and Seal Machine*. Kemudian gula yang telah ditimbangan akan dikemas dalam karung dan plastik kemudian dijahit, sebelum penjahitan terdapat proses penimbangan ulang guna pengecekan berat. Untuk gula yang cacat seperti bewarna kuning atau basah akan dileburkan kembali dan diolah. Selanjutnya gula yang sudah dikemas akan disimpan dalam gudang. PT Madubaru memiliki beberapa gudang, yaitu: gudang A dan B guna menampung gula yang sudah siap dipasarkan dengan kapasitas masing-masing yaitu 170.000 kuintal dan 340.000 kuintal, dan gudang C yang berguna menyimpan gula kotor dan yang belum sempurna yang akan digunakan pada periode produksi berikutnya, gudang ini berkapasitas 2.000-3.000 kuintal. Guna menjaga kualitas penyimpanan dilakukan dengan kondisi gudang dijaga agar tidak lembab, tumpukan berjarak 1,5 m dari dinding, tumpukan dibuat rapat dengan tinggi maksimal 50 tumpukan, dan dasar tumpukan tidak langsung menyentuh lantai.

4.3. Layout Produksi Gula SHS

Keseluruhan proses produksi gula SHS pada PT Madubaru dilakukan pada pabrik gula yang terbagi menjadi 3 pos stasiun besar yaitu stasiun pabrik depan, stasiun pabrik tengah, dan stasiun pabrik belakang. Dimana stasiun pabrik depan hanya terdiri dari proses penggilingan, stasiun pabrik tengah terdiri atas proses pemurnian dan proses penguapan, sedangkan stasiun pabrik belakang terdiri atas proses masakan, proses putaran, dan proses pengemasan yang dapat dilihat pada gambar 4.2. Proses dimulai dari datangnya bahan baku utama yaitu tebu dari ladang yang kemudian disusun dan diatur jumlah masuknya hingga akhirnya keluar menjadi kristal gula A atau gula SHS. Berikut *layout* produksi pada PT Madubaru:



Gambar 4.2 *Layout* Pabrik Gula PT. Madubaru

4.4. Pembuatan *Value Stream Mapping*

Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan maka dapat dilanjutkan dengan proses pembuatan *value stream mapping* dari produksi yang berjalan di PT Madubaru. Pembuatan *value stream mapping* meliputi SIPOC yaitu *supplier, input, process, output*, dan *customer*, dimana dengan penggambaran yang lengkap akan memberikan gambaran dari aliran proses produksi pada PT Madubaru dalam memproduksi gula SHS. Hal tersebut sesuai dengan tujuan *value stream mapping* yaitu menggambarkan keseluruhan proses bisnis (Lee, 2006). Dalam pembuatan VSM pada penelitian ini dibantu oleh orang-orang yang sangat memahami proses produksi gula SHS pada PT. Madubaru, seperti, staf instalasi, staf pabrikasi, dan mador-mandor pada setiap stasiun proses. Berikut langkah-langkah dalam pembuatan *value stream mapping*:

1. Membentuk rantai aktivitas

Proses produksi gula SHS pada PT. Madubaru terbagi menjadi 3 stasiun besar yaitu stasiun pabrik depan, stasiun pabrik tengah, dan stasiun pabrik belakang.

2. Menambahkan kotak data

Pada penelitian ini kotak data VSM terdiri atas jumlah operator, pembagian shift kerja, *cycle time*, target produksi, dan kualitas hasil produksi. Berikut rincian perhitungan pada kotak data:

a. Jumlah operator dan shift kerja

Pada PT. Madubaru proses produksi terbagi menjadi 3 shift pada setiap stasiun, dengan jumlah operator yang berbeda-beda pada tiap stasiun perharinya dengan rincian dapat dilihat pada lampiran B. Berikut total jumlah operator per shiftnya yang bekerja pada setiap stasiunnya:

- a. Stasiun penggilingan: 8
- b. Stasiun pemurnian : 6
- c. Stasiun penguapan : 4
- d. Stasiun masakan : 15
- e. Stasiun putaran : 22
- f. Stasiun Penyelesaian: 13
- g. Stasiun Ketel : 47

b. Target produksi

Pada 3 stasiun proses pada PT. Madubaru terdapat target atau jumlah pencapaian yang ingin dicapai yaitu pada stasiun:

- a. Stasiun gilingan : 35.000 kuintal/hari
- b. Stasiun penyelesaian : 2.450 kuintal/hari
- c. Stasiun ketel : 85 ton uap/jam

c. Kualitas hasil produksi

Dalam hal pengecekan hasil produksi hanya terdapat pada stasiun penyelesaian dimana sampel data kecacatan produk dapat dilihat pada lampiran C. Berdasarkan data yang dikumpulkan rata-rata hasil gulas SHS cacat sebesar 7,34% dengan kata lain produksi yang berjalan pada PT. Madubaru memiliki nilai quality rate sebesar 92,66%.

d. *Cycle time*

Dalam perhitungan *cycle time* pada penelitian ini dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara penggunaan pendapat ahli dan dengan cara perhitungan berdasarkan data yang ada, dikarenakan keterbatasan atau ketidaklengkapan data pada PT. Madubaru maka stasiun proses yang tidak memiliki pencatatan data akan dilakukan perkiraan *cycle time* menurut pendapat ahli (*expert*). Dikarenakan penelitian yang dilakukan bukan pada saat proses produksi maka perhitungan *cycle time* akan didasarkan pada rata-rata produksi pada setiap stasiun.

Stasiun yang tidak memiliki catatan data adalah stasiun pemurnian, stasiun penguapan, stasiun masakan, dan stasiun putaran. Berikut perhitungan *cycle time* keempat stasiun tersebut:

1) Stasiun pemurnian

Rata-rata produksi adalah 125 ton/jam atau 1250 kuintal/jam, maka akan didapatkan waktu *cycle time* sebagai berikut:

$$\text{Cycle time} = 3600/1250 = 2,88 \text{ detik/kuintal}$$

2) Stasiun penguapan

Rata-rata produksi adalah 250 kuintal/jam, maka akan didapatkan waktu *cycle time* sebagai berikut:

$$\text{Cycle time} = 3600/250 = 14,4 \text{ detik/kuintal}$$

3) Stasiun masakan

Rata-rata produksi adalah 550 kuintal/shift, maka akan didapatkan waktu *cycle time* sebagai berikut:

$$\text{Cycle time} = 28800/550 = 52,36 \text{ detik/kuintal}$$

4) Stasiun putaran

Rata-rata produksi adalah 700 kuintal/shift, maka akan didapatkan waktu *cycle time* sebagai berikut:

$$\text{Cycle time} = 28800/700 = 41,14 \text{ detik/kuintal}$$

Sedangkan untuk tiga stasiun lainnya yaitu stasiun gilingan, stasiun penyelesaian, dan stasiun keterl terdapat data tertulis di pabrikasi, dapat dilihat pada lampiran D, E, dan F. Dalam pengolahan data tersebut sebelumnya akan dilakukan pengujian kecukupan dan keseragaman data. Pengujian tersebut dilakukan dengan tujuan memastikan data yang digunakan cukup secara objektif dan memastikan data yang digunakan berasal dari sistem yang sama. Pengujian dilakukan dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 2. Hasil pengujian kecukupan dan keseragaman data terhadap ketiga data stasiun tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2.

Tabel 4.1 Hasil Uji Kecukupan Data

No	Data	N	N'	Keterangan
1	Gilingan	40	23,8	Cukup
2	Produksi (Penyelesaian)	45	19,31	Cukup
3	Ketel	40	15,57	Cukup

Tabel 4.2 Hasil Uji Keseragaman Data

No	Data	BKA	X	BKB	Keterangan
1	Gilingan	37882,40	Tidak ada yang melebihi	22872,15	Seragam
2	Produksi (Penyelesaian)	2410,57	Tidak ada yang melebihi	1534,01	Seragam
3	Ketel	91,69	Tidak ada yang melebihi	61,15	Seragam

(Grafik keseragaman data pada lampiran G)

Setelah didapatkan bahwa data yang digunakan telah seragam dan cukup maka dapat dilanjutkan dengan proses perhitungan *cycle time* yang didasarkan pada rata-rata hasil produksi pada setiap stasiun. Berikut perhitungan *cycle time* ketiga stasiun tersebut:

1) Stasiun gilingan

Rata-rata produksi adalah 30377 kuintal/hari, maka akan didapatkan waktu *cycle time* sebagai berikut:

$$\text{Cycle time} = 86400/30377 = 2,84 \text{ detik/kuintal}$$

2) Stasiun penyelesaian

Rata-rata produksi adalah 1984 kuintal/hari, maka akan didapatkan waktu *cycle time* sebagai berikut:

$$\text{Cycle time} = 86400/1984 = 43,55 \text{ detik/kuintal}$$

3) Stasiun ketel

Rata-rata produksi adalah 760 kuintal/jam, maka akan didapatkan waktu *cycle time* sebagai berikut:

$$\text{Cycle time} = 3600/760 = 4,77 \text{ detik/Kuintal}$$

e. *Accuracy production* (pencapaian target)

Mengacu pada tabel 4.3 PT. Madubaru hanya memiliki 3 stasiun yang mempunyai target atau jumlah pencapaian yang ingin dicapai yaitu pada stasiun gilingan, stasiun penyelesaian, dan stasiun ketel.

Tabel 4.3 Tingkat Pencapaian Target Produksi

No	Stasiun	Rata-rata Produksi (kuintal)	Target Produksi (kuintal)	Accuracy Production (%)
1	Gilingan	30377	35000	86,79
2	Penyelesaian	1984	2450	80,98
3	Ketel	760	850	89,91

3. Menambahkan *timeline*

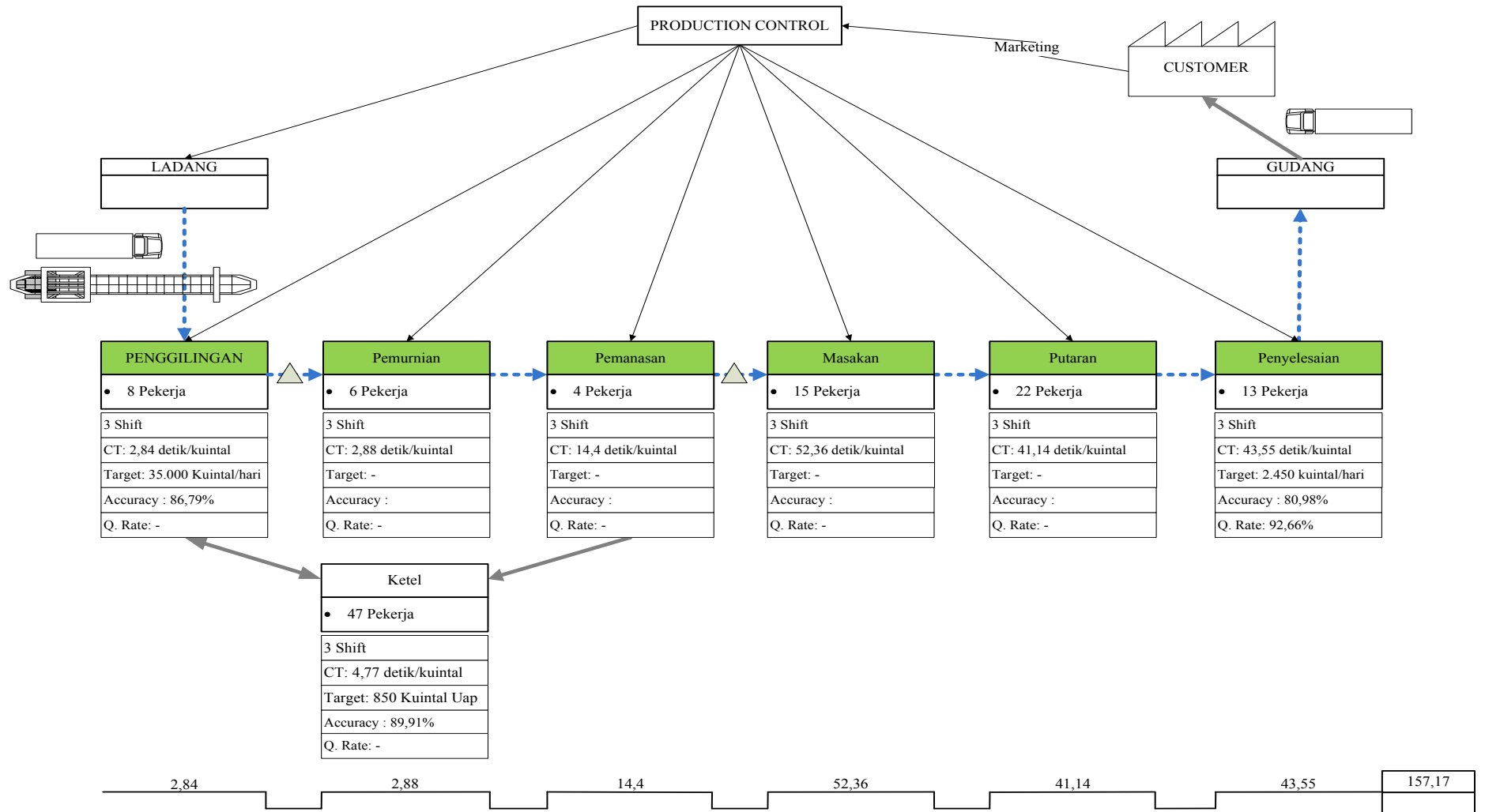
Dari perhitungan *cycle time* yang telah didapatkan akan ditambahkan pada garis *timeline* yang terletak dibagian paling bawah pada *value stream mapping*. Serta pemberian panah proses sesuai dengan alur proses produksi yang telah dijelaskan sebelumnya.

4. Mengisi ringkasan garis waktu

Pada bagian ini akan dibuat sebuah kotak pada samping garis *timeline* yang berisi total waktu produksi atau waktu siklus yang didapatkan dari total pada *timeline*. Berikut perhitungan total waktu siklus:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Waku Siklus} &= \text{CT S.Gilingan} + \text{CT S.Pemurnian} + \text{CT S.Penguapan} + \text{CT} \\
 &\quad \text{S.Masakan} + \text{CT S.Putaran} + \text{CT.Stasiun Penyelesaian} \\
 &= 2,84 + 2,88 + 14,4 + 52,36 + 41,14 + 43,55 \\
 &= 157,17 \text{ detik/kuintal}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari perhitungan dan langkah-langkah yang telah dilakukan, akan dilanjutkan penggambaran *value stream mapping* dari proses produksi pada PT. Madubaru yang dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Value Stream Mapping PT. Madubaru

Berdasarkan *value stream mapping* yang terbentuk didapatkan total siklus produksi sebesar 157,17 detik/kuintal dengan waktu proses yang memakan waktu paling lama yaitu stasiun masakan dengan waktu siklus sebesar 52,36 detik/kuintal. Lama cepatnya proses produksi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kualitas bahan baku, tekanan uap, pelaksanaan proses, dan lain sebagainya. Proses di rantai produksi diawali pada stasiun penggilingan dimana tebu dimasukkan guna diperas niranya dengan target gilingan perharinya sebesar 3.500 quintal dengan waktu siklus perkuintalnya sebesar 2,84 detik. Pada stasiun ini menghasilkan 2 *output* yaitu nira kotor dan ampas tebu. Dimana ampas tebu akan digunakan sebagai bahan bakar pada stasiun ketel guna memproduksi tekanan uap baru sedangkan nira mentah akan dilanjutkan pada stasiun produksi selanjutnya yaitu pemurnian yang terlebih dahulu ditampung pada *buffer* ukuran 5 ton. Pada proses pemurnian bertujuan melakukan pembersihan pada nira kotor dengan pencampuran zat kapur dan zat belerang dimana proses ini memakan waktu sekitar 2,88 detik/kuintal.

Setelah nira bersih kemudian akan dilanjutkan pada stasiun pemasakan dimana nira akan dipanaskan hingga mencapai kekentalan yang telah ditentukan. Proses dilakukan melalui 5 pan evaporator dengan suhu yang berbeda-beda yang kemudian akan dimasukkan kedalam penampungan. Proses pemanasan memiliki waktu siklus sebesar 52,36 detik/kuintal. Penggunaan air mendidih pada proses pemanasan tidak dibuang tetapi akan dialirkan menuju stasiun ketel guna mempercepat proses pembuatan uap baru. Nira kental akan diambil secara bertahap oleh stasiun masakan sesuai dengan kebutuhan dimana pada stasiun masakan terbagi menjadi 4 yaitu pembuatan bibit D,C,A dan gula A. Pada stasiun ini memakan waktu yang paling lama dibandingkan stasiun proses lainnya dimana *output* dari proses ini berupa cairan *caramel* dan butiran kristal gula. *Output* tersebut kemudian akan diproses secara lanjut pada stasiun putaran guna memisahkan gula dan cairan tersebut, dengan waktu siklus pada proses ini sekitar 41,14 detik/kuintal. Butiran kristal yang telah sesuai ketentuan akan dikemas dan dikirim menuju gudang pada stasiun yang terakhir yaitu penyelesaian, dimana pada stasiun ini memiliki waktu siklus sebesar 43,55 detik/kuintal.

4.5. Identifikasi *Waste*

Dalam tahap ini bertujuan untuk menentukan pemborosan-pemborosan yang terjadi selama proses produksi gula SHS PT. Madubaru. Dalam penentuan *waste* ini akan dikategorikan berdasarkan *nine waste* menurut (Mostafa & Dumrak, Waste elimination for manufacturing sustainability, 2015), yaitu *defects, overproduction, waiting, non-utilized talent, transportation, motion wasted, extra-processing, dan enviromental waste*. Pengidentifikasian *waste* pada penelitian ini difokuskan pada rantai produksi gula SHS, yang dimana terbagi menjadi lima proses inti yaitu penggilingan, pemurnian, penguapan, masakan, putaran, dan penyelesaian. Dapat dilihat pada tabel 4.4 dari identifikasi *waste* yang telah dilikaukan pada kelima proses tersebut didapatkan sebanyak 10 *waste* yang terjadi di PT. Madubaru.

Tabel 4.4 Hasil Identifikasi *Nine Waste*

No	Jenis <i>Waste</i>	<i>Waste</i> yang ditemukan
1	<i>Defects</i>	Nira kental tidak mencapai ketentuan yaitu 58-60 Brik Hasil gula akhir yang basah, merah, kotor
2	<i>Overproduction</i>	-
3	<i>Waiting</i>	Waktu <i>set up</i> saat penggantian mesin Menghentikan proses produksi dikarenakan tekanan uap menurun Penampungan pabrik tengah penuh sehingga menurunkan atau menghentikan proses gilingan Pada awal proses operator putaran gula A menunggu sekitar 1 sampai 2 jam hingga gula datang dari ST Pemasakan
4	<i>Non Utilized Talent</i>	-
5	<i>Transportation</i>	-
6	<i>Inventory Excess</i>	Banyaknya mesin yang stand by tidak digunakan (cadangan)
7	<i>Motion Waste</i>	Merokok dan mengobrol
8	<i>Extra Processing</i>	Penyetelan mesin pada awal-awal proses (belum stabil)
9	<i>Environmental Waste</i>	Penggunaan pelumas pada mesin penggilingan

4.6. Analisa Risiko

Berdasarkan hasil identifikasi *waste* yang didapatkan, akan dilanjutkan dengan langkah penelitian risiko pada masing-masing *waste* yang teridentifikasi. Dimana dari hasil identifikasi *waste* sebelumnya didapatkan 10 *waste* dari 7 kategori *nine waste* yang digunakan. Pada tahap ini akan dilakukan penilaian *likelihood* dan *consequence* yang akan digunakan sebagai input dalam analisa risiko ini. Dalam penentuan nilai *likelihood* dan *consequence* ini akan dilakukan dengan cara menggunakan *expert judgment* yang berhubungan dengan bidang tersebut dimana *expert* disini adalah staf dari pabrikasi dan instalasi sebanyak 5 orang. Hasil dari penilaian *expert* untuk tingkat *likelihood* dan *consequence* dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Tingkat *Likelihood* dan *Consequence* Setiap *Waste*

No	<i>Waste</i> yang ditemukan	Kode	<i>Likelihood</i>	<i>Consequence</i>
1	Nira kental tidak mencapai ketentuan yaitu 58-60 Brik	W1	4	4
2	Hasil gula akhir yang basah, kekuningan, kotor	W2	2	4
3	Waktu <i>set up</i> saat penggantian mesin	W3	3	1
4	Menghentikan proses produksi dikarenakan tekanan uap menurun	W4	2	5
5	Penampungan pabrik tengah penuh sehingga menurunkan atau menghentikan proses gilingan	W5	3	5
6	Pada awal proses operator putaran gula A menunggu sekitar 1 sampai 2 jam hingga gula datang dari ST Pemasakan	W6	3	2
7	Banyaknya mesin yang stand by tidak digunakan (cadangan)	W7	1	2
8	Merokok dan mengobrol	W8	2	3
9	Penyetelan mesin pada awal-awal proses (belum stabil)	W9	3	2
10	Penggunaan pelumas pada mesin penggilingan	W10	3	3

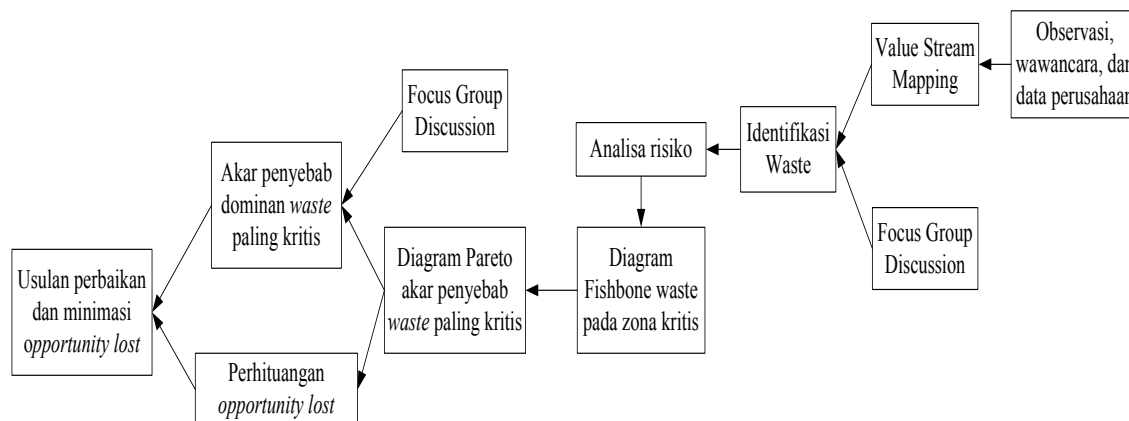
Berdasarkan dari nilai-nilai diatas kemudian akan dibuat peta risiko guna menggambarkan posisi-posisi risiko setiap *waste* yang terjadi. Mangacu pada tabel 4.6 terdapat 3 *waste* yang masuk kedalam zona kritis yaitu hasil gula akhir yang cacat (basah, merah, kotor), menghentikan proses produksi dikarenakan tekanan uap menurun, dan penampungan pabrik tengah penuh sehingga menurunkan atau menghentikan proses

gilingan. Ketiga *waste* tersebutlah yang kemudian akan diidentifikasi akar penyebabnya guna dapat melakukan perbaikan.

Tabel 4.6 Peta Risiko *Waste* pada PT. Madubaru

LIKELIHOOD	Almost Certain	1	W7			
	Likely	2		W8	W2	W4
	Possible	3	W3	W6, W9	W10	W5
	Unlikely	4			W1	
	Rare	5				
		1	2	3	4	5
		Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
		<i>Consequence</i>				

Ketiga *waste* tersebut dibilang kritis dikarenakan masuk ke dalam zona merah ke dalam kerangka toleransi risiko yang digunakan pada penelitian ini. Pada toleransi ini zona kritis dibatasi pada tingkatan tertentu, yaitu pada *likelihood* yang memiliki nilai dibawah sama dengan 4 untuk *consequence* tingkat *catastrophic* (5), pada *likelihood* yang memiliki nilai dibawah sama dengan 3 untuk *consequence* tingkat major (4), dan pada *likelihood* yang memiliki nilai sama dengan 1 untuk *consequence* tingkat moderate (1). Sehingga *waste* hasil gula akhir yang cacat (basah, merah, kotor) dengan nilai *likelihood* sebesar 2 dan *consequence* sebesar 4, dan *waste* penampungan pabrik tengah penuh sehingga menurunkan atau menghentikan proses gilingan dengan nilai *likelihood* sebesar 3 dan *consequence* sebesar 4 masuk kedalam zona kritis. Dan yang paling kritis yaitu *waste* menghentikan proses produksi dikarenakan tekanan uap menurun dimana *waste* tersebut memiliki nilai *likelihood* sebesar 2 dan *consequence* sebesar 5. Sehingga usulan perbaikan akan lebih baik dilakukan terhadap ketiga *waste* tersebut dikarenakan tingkat kejadian dan dampak yang tertinggi sehingga memiliki tingkat peluang tertinggi dalam merugikan perusahaan.



Gambar 4.4 Konseptual Penelitian

Dengan didapatnya hasil akhir pemborosan yang terjadi di PT. Madubaru sebanyak 10 *waste* dari 9 kategori yang digunakan dengan 3 diantaranya berada pada posisi kritis berdasarkan *framework* kategori risiko yang digunakan pada penelitian ini. Dari hasil tersebut kemudian akan dilakukan analisis guna mengidentifikasi akar penyebab ketiga *waste* tersebut agar dapat diberikan suatu usulan perbaikan. Seperti dapat dilihat pada gambar 4.4 dimana dari hasil identifikasi akar penyebab tersebut, akan dilanjutkan dengan penentuan akar dominan dari *waste* yang paling kritis yaitu tekanan uap yang turun sehingga menghentikan proses produksi dengan tujuan untuk dapat melakukan rencana perbaikan secara rinci terhadap akar permasalahan yang paling menyebabkan tekanan uap menurun. Dalam usulan perbaikan tersebut nantinya juga akan dilakukan estimasi kerugian atau peluang perusahaan yang hilang apabila terjadinya penurunan tekanan uap dan perkiraan seberapa besar usulan yang diberikan dapat mengurangi kerugian atau peluang perusahaan yang hilang tersebut. Sehingga peneliti dapat memenuhi tujuan dari penelitian ini yaitu mampu memberikan usulan perbaikan guna menekan *opportunity lost* yang dialami perusahaan..