

**PENERAPAN STATISTIK KENDALI MUTU PADA
PROSES PENGOLAHAN GULA KRISTAL PUTIH
DI PG. PRADJEKAN BONDOWOSO**

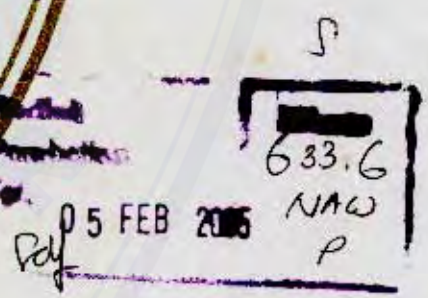
**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**



Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Program Strata Satu
Pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Oleh :

Elok Nawangwulan
NIM. 991710101003



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2004**

HALAMAN PENGESAHAN

Diterima oleh :

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (KIT)

Dipertahankan pada :

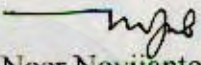
Hari : Selasa

Tanggal : 22 Juni 2004

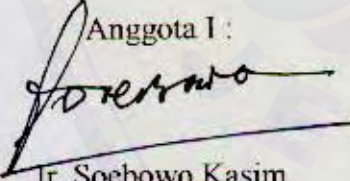
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Tim penguji :

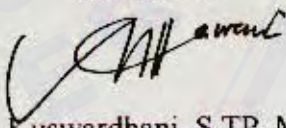
Ketua :


Ir. Noer Novijanto, MApp.Sc
NIP. 131 475 864

Anggota I :


Ir. Soebowo Kasim
NIP. 130 516 237

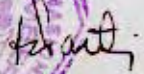
Anggota II :


Nita Kuswardhani, S.TP, M.Eng
NIP. 132 158 433

Mengesahkan,

Dekan




Ir. Hj. Siti Hartanti, MS
NIP.130 350 763

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Noer Novijanto, MApp. Sc (DPU)

Ir. Soebowo Kasim (DPA I)

Nita Kuswardhani, S. TP, M. Eng (DPA II)



MOTTO

"Sesungguhnya tiada keberhasilan tanpa perjuangan dan do'a"

KUPERSEMBAHKAN SKRIPSI INI UNTUK :

- ✧ *Mama Papa yang slalu el sayangi, inilah jawaban atas segala kasih sayang, bimbingan, pengorbanan, dan do'a Mama Papa yang tidak pernah berhenti.. El ingin membuat Mama Papa bangga akan El..*
- ✧ *Adekku Bagus Hendro Prastyo yang telah mendahului kakak menghadap Sang Khalik, smoga Adek tenang dan bahagia di sisiNya.. Senyum Adek yang slalu menjadi semangat hidup kakak slama ini..*
- ✧ *Yayangku Rudy Terrano yang slalu memberikan sgalanya untuk setiap langkahku, terima kasih atas cinta, sayang dan do'a yang slalu diberikan pada El.. El ingin slalu menjadi bagian hidup yayank..*
- ✧ *Sahabat-sahabatku Kavelina, Eko, Cahyaning, Mariani, Rita, Nenez dan semua anak kos Danau Toba 4 yang telah mengisi hari-hari indahku*
- ✧ *Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang udah bantu El.. Thanks banget ya!!*
- ✧ *Almamater tercinta*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah tertulis yang berjudul **“Penerapan Statistik Kendali Mutu pada Proses Pengolahan Gula Kristal Putih di PG. Pradjekan Bondowoso”**.

Penulisan skripsi ini di maksudkan untuk menyelesaikan Program Sarjana Strata Satu pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penulis pada kesempatan ini tidak lupa menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Hj. Siti Hartanti, MS, selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang telah memberikan ijin atas penulisan karya ilmiah tertulis ini
2. Ir. Susijahadi, MS, selaku Ketua Jurusan Ketua Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember
3. Ir. Noer Novijanto, MApp.Sc, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, saran, petunjuk dan nasehat
4. Ir. Soebowo Kasim, selaku Dosen Pembimbing Anggota I yang telah memberikan bimbingan dan nasehat
5. Nita Kuswardhani, S. TP, M. Eng, selaku Dosen Pembimbing Anggota II yang telah memberikan bimbingan
6. Direksi Utama PT. Perkebunan Nusantara XI (Persero) yang telah memberi ijin bagi pelaksanaan penelitian di wilayah kerjanya
7. Administratur PG. Pradjekan Bondowoso serta staff yang telah menyediakan tempat dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian ini
8. Pihak-pihak lain yang ikut berperan dalam penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

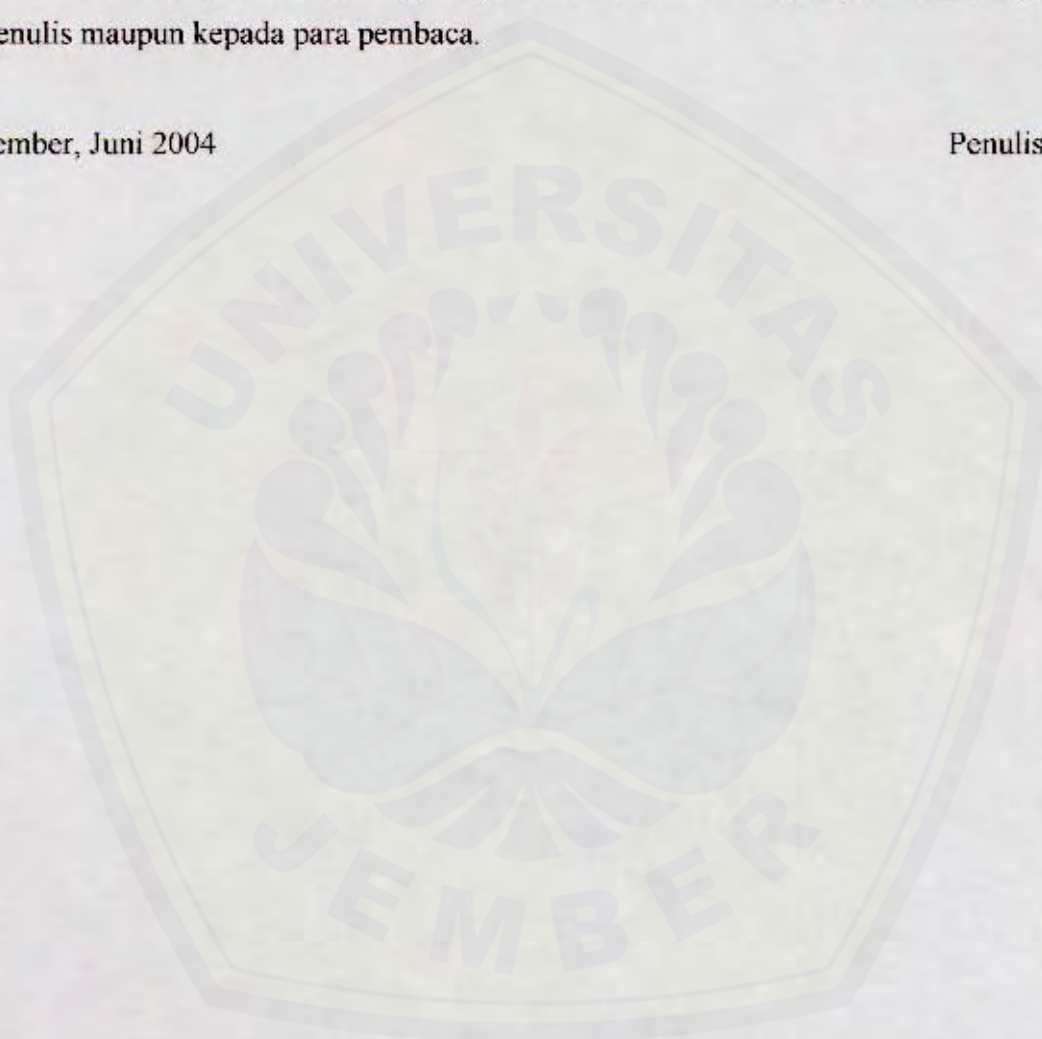
Semoga amal dan bantuan dari pihak-pihak tersebut di atas mendapatkan imbalan dari Allah SWT.

Walaupun dalam penulisan karya ilmiah ini penulis sudah berusaha maksimal namun penulis menyadari bahwa masih perlu adanya masukan, kritik dan saran sehingga karya ilmiah yang tersusun sekarang ini menjadi lebih sempurna.

Akhirnya penulis berharap karya ilmiah tertulis ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun kepada para pembaca.

Jember, Juni 2004

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
DOSEN PEMBIMBING	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
RINGKASAN	xiv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kegunaan Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gula Tebu (Sukrosa)	4
2.2 Proses Pembuatan Gula Kristal Putih	6
2.2.1 Stasiun Persiapan	6
2.2.2 Stasiun Pemerahan	6
2.2.3 Stasiun Pemurnian	8
2.2.4 Stasiun Penguapan	9
2.2.5 Stasiun Masakan	10
2.2.6 Stasiun Puteran dan Penyelesaian	11
2.3 Statistik Kendali Mutu	13
2.4 Analisa Pengambilan sampel dalam Statistik Kendali Mutu	15
2.5 Alat-alat Statistik Kendali Mutu	16
2.6 Analisa Kecenderungan dari diagram kendali mutu	18
2.7 Penentuan indeks kapabilitas proses (Cp)	19
2.8 Hipotesa	20

III. METODE PENELITIAN

3.1	Alat dan Bahan.....	21
3.1.1	Alat Penelitian.....	21
3.1.2	Bahan Penelitian.....	21
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
3.3	Metode Pengambilan Data.....	21
3.4	Jenis dan Sumber Data.....	22
3.5	Prosedur Analisa Data.....	22
3.6	Metode Analisa Data.....	23
3.6.1	Bahan Kendali X.....	23
3.6.2	Bahan Kendali p.....	24

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Stasiun Penerimaan.....	25
4.2	Stasiun Pemerahan.....	29
4.2.1	HPB Total.....	30
4.2.2	PSHK (Perbandingan Selaras Hasil Bagi Kemurnian).....	31
4.2.3	HPG (Hasil Bagi Perahan Gula).....	32
4.3	Stasiun Pemurnian.....	33
4.4	Stasiun Penguapan.....	37
4.5	Stasiun Masakan.....	43
4.6	Stasiun Puteran dan Penyelesaian.....	46

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	52

DAFTAR PUSTAKA.....	53
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	55
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Audit Mutu pada Proses Pengolahan Gula	22



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Reaksi Larutan Gula yang Terhidrolisa dalam Temperatur Tinggi	5
2. Bagan Kendali p untuk Proporsi Daduk pada Stasiun Penerimaan.....	25
3. Bagan Kendali p untuk Proporsi Sogolan pada Stasiun Penerimaan ...	26
4. Bagan Kendali p untuk Proporsi Pucuk pada Stasiun Penerimaan	27
5. Bagan Kendali p untuk Proporsi Akar pada Stasiun Penerimaan	27
6. Bagan Kendali p untuk Proporsi Tebu Mati pada Stasiun Penerimaan	28
7. Bagan Kendali p untuk Proporsi Jumlah Tebu Kotor pada Stasiun Penerimaan.....	29
8. Bagian Kendali X untuk Nilai HPB Total pada Stasiun Pemerahan.....	30
9. Bagian Kendali X untuk Nilai PSHK pada Stasiun Pemerahan.....	31
10. Bagian Kendali X untuk Nilai HPG pada Stasiun Pemerahan.....	32
11. Bagian Kendali X untuk Suhu Pemanas Pendahuluan I pada Stasiun Pemurnian.....	34
12. Bagian Kendali X untuk Suhu Pemanas Pendahuluan II pada Stasiun Pemurnian.....	35
13. Bagian Kendali X untuk Suhu Pemanas Pendahuluan III pada Stasiun Pemurnian.....	35
14. Bagian Kendali X untuk Nilai Efek Pemurnian pada Stasiun Pemurnian.....	36
15. Bagian Kendali X untuk Jumlah Air yang Diuapkan pada Stasiun Penguapan.....	37
16. Bagian Kendali X untuk Suhu Badan Penguap I pada Stasiun Penguapan.....	38
17. Bagian Kendali X untuk Suhu Badan Penguap II pada Stasiun Penguapan.....	38
18. Bagian Kendali X untuk Suhu Badan Penguap III pada Stasiun Penguapan.....	39
19. Bagian Kendali X untuk Suhu Badan Penguap IV pada Stasiun Penguapan.....	40
20. Bagian Kendali X untuk Suhu Nira Badan Penguap I pada Stasiun Penguapan.....	40
21. Bagian Kendali X untuk Suhu Nira Badan Penguap II pada Stasiun Penguapan.....	41

22. Bagian Kendali X untuk Suhu Nira Badan Penguap III pada Stasiun Penguapan.....	42
23. Bagian Kendali X untuk Suhu Nira Badan Penguap IV pada Stasiun Penguapan.....	42
24. Bagian Kendali X untuk Lama Masak Masakan A pada Stasiun Masakan.....	43
25. Bagian Kendali X untuk Lama Masak Masakan C pada Stasiun Masakan.....	44
26. Bagian Kendali X untuk Lama Masak Masakan D pada Stasiun Masakan.....	44
27. Bagian Kendali X untuk Volume Masakan A pada Stasiun Masakan..	45
28. Bagian Kendali X untuk Volume Masakan C pada Stasiun Masakan..	46
29. Bagian Kendali X untuk Lama Jam Putar Masakan A pada Stasiun Puteran.....	48
30. Bagian Kendali X untuk Lama Jam Putar Masakan C pada Stasiun Puteran.....	48
31. Bagian Kendali X untuk Lama Jam Putar Masakan D pada Stasiun Puteran.....	49
32. Bagian Kendali X untuk Kristal Gula yang Dihasilkan pada Stasiun Penyelesaian	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Tebu Kotor pada Stasiun Penerimaan	56
2. Data Proses pada Stasiun Penggilingan.....	57
3. Data Proses pada Stasiun Pemurnian.....	58
4. Data Proses pada Stasiun Penguapan.....	59
5. Data Proses pada Stasiun Masakan, Puteran dan Penyelesaian.....	60
6. Hasil Perhitungan Pembuatan Bagan p pada Stasiun Penerimaan	61
7. Hasil Perhitungan Pembuatan Bagan X pada Stasiun Pemerahan, Pemurnian dan Masakan.....	62
8. Hasil Perhitungan Pembuatan Bagan X pada Stasiun Penguapan, Puteran dan Penyelesaian	63

PENERAPAN STATISTIK KENDALI MUTU PADA PROSES PENGOLAHAN GULA KRISTAL PUTIH DI PG. PRADJEKAN BONDOWOSO, disusun oleh ELOK NAWANGWULAN (991710101003) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember dengan Dosen Pembimbing Utama (DPU) Ir. NOER NOVIJANTO, MApp.Sc dan Dosen Pembimbing Anggota (DPA) Ir. SOEBOWO KASIM.

RINGKASAN

Mutu merupakan salah satu tujuan penting sebagian besar perusahaan karena menyangkut organisasi secara keseluruhan sehingga fungsi operasi dibebani tanggung jawab untuk menghasilkan mutu yang baik dan hanya bisa dilakukan melalui manajemen serta pengendalian mutu yang benar pada setiap tahap operasi sehingga dapat membantu usaha peningkatan mutu produk karena setiap lini produk selalu diawasi dengan ketat dan penyimpangan produk dapat diketahui sejak dini. PG Pradjekan menjadi tempat dan obyek penelitian membutuhkan penerapan statistik kendali mutu pada proses produksi gula pasir dalam upaya mengawasi produk gula yang dihasilkan untuk dapat tetap bertahan dan bersaing dalam pasar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kendali mutu pada setiap tahap proses pengolahan gula, menentukan kemampuan proses berdasarkan indeks kapabilitas proses (C_p) untuk proses-proses yang berada dalam statistik kendali mutu dan mengetahui apakah proses sudah sesuai dengan standar yang ditentukan oleh perusahaan.

Metode penelitian yang digunakan adalah penggunaan bagan kendali p untuk metode/pengukuran atribut proporsi penyimpangan tebu kotor, bagan kendali X untuk pengukuran variabel proses dan perhitungan C_p untuk mengetahui kapabilitas proses.

Dari penelitian dan pengujian hipotesis yang telah dilakukan dapat dinyatakan bahwa bagan kendali p untuk proporsi tebukotor berada dalam batas kendali mutu, namun pada daduk dan jumlah total tebu kotor melebihi batas yang ditetapkan pabrikasi. Bagan kendali X untuk semua stasiun (proses) berada dalam batas kendali mutu kecuali parameter suhu nira pada badan penguap III dan volume masakan A terdapat titik yang di luar batas kendali. Nilai indeks kapabilitas proses pada semua stasiun baik kecuali pada stasiun penerimaan, parameter jumlah air yang diuapkan (stasiun penguapan) dan nilai HPG (stasiun pemerahan).



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum L.*) merupakan salah satu jenis tumbuh-tumbuhan yang dapat menghasilkan gula. Tanaman tebu inilah yang paling banyak diusahakan oleh pabrik sebagai bahan dasar pembuatan gula pasir di Indonesia. Tanaman tebu merupakan tanaman perkebunan semusim yang mempunyai sifat tersendiri, sebab di dalam batangnya terdapat zat gula. Tebu termasuk keluarga rumput-rumputan (*graminae*) seperti halnya padi, glagah, jagung, bambu dan lain-lain (Supriyadi, 1992).

Menurut Goutara dan Wijandi (1975), gula merupakan senyawa kimia yang termasuk karbohidrat yang mempunyai rasa manis dan larut dalam air serta mempunyai sifat optik aktif yang dapat dijadikan ciri khas untuk mengenal setiap gula. Gula termasuk salah satu kebutuhan paling pokok yang paling penting dalam kebutuhan hidup manusia karena gula mudah dicerna tubuh sebagai sumber kalori. Dalam industri pangan istilah gula dinyatakan dengan sukrosa dan bersifat higroskopis sehingga banyak digunakan sebagai bahan pengawet produk pangan yang umumnya disimpan dalam bentuk kering.

Gula tebu sebagai salah satu kebutuhan hidup yang termasuk dalam sembilan bahan pokok, memegang peranan penting dalam sistem ekonomi pangan di Indonesia kedua setelah beras. Oleh karena itu gula tebu juga mendapat perhatian penting dalam rangka stabilisasi ekonomi.

Gula juga berperan penting dalam industri padat karya yang memperkerjakan masyarakat yang tidak kurang dari 410.000 karyawan dan memberikan sumbangan yang tidak kecil bagi kas negara. Khususnya gula tebu memiliki peran penting bagi masyarakat sebab tanaman tebu merupakan tanaman pengembangan ekonomi di daerah.

Dalam rangka memenuhi akan gula, pemerintah telah menggalakkan usaha-usaha menuju swasembada gula, antara lain: rehabilitasi dari pabrik-pabrik gula yang telah ada dan peningkatan kapasitas dari pabrik-pabrik tersebut, mendirikan pabrik-pabrik gula baru serta perluasan areal tanaman tebu di luar

pulau Jawa, peningkatan produktivitas rakyat dan peningkatan perbaikan dan efisiensi di bidang pengolahan gula.

Di era kemajuan teknologi saat ini merupakan tantangan bagi produsen gula di Indonesia apakah mereka cukup mengandalkan cara-cara lama yang selama ini dianut untuk tetap terus bertahan dan bersaing dengan produk gula impor yang ironisnya memiliki harga lebih murah. Sudah semestinya berbagai usaha harus dilakukan untuk mempertahankan keberadaan produsen-produsen gula lokal. Persaingan gula baik di dalam maupun luar negeri tidak bisa dihindari melainkan harus dihadapi dengan berbagai strategi dan kebijakan yang efektif.

Mutu merupakan salah satu tujuan penting sebagian besar perusahaan karena menyangkut organisasi secara keseluruhan sehingga fungsi operasi dibebani tanggung jawab untuk menghasilkan mutu bagi konsumen dan hal ini hanya bisa dilakukan melalui manajemen serta pengendalian mutu yang benar pada setiap tahap operasi. Penerapan sistem pengendalian mutu yang sistematis pada setiap proses pekerjaan dapat membantu usaha peningkatan mutu produk karena setiap lini produk selalu diawasi dengan ketat sehingga penyimpangan produk dapat diketahui secara dini.

Statistik kendali mutu merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan tentang produk setelah produksi maupun kelangsungan produk selama beredar di pasaran. Pengendalian mutu secara statistik (*Statistical Quality Control*) menerapkan teori probabilitas pada pengujian atau pemeriksaan sampel. Sebagian dari pekerjaan pemeriksaan selalu dilakukan dengan sampling, sebagian kecil dari sejumlah tertentu produk diperiksa dan mutunya dianggap sebagai mutu produk itu. Seringkali sejumlah sampel yang diperiksa lebih besar daripada yang diperlukan, hal ini mengakibatkan pemborosan biaya pemeriksaan. Dengan pemeriksaan secara sampling memungkinkan mencari pertimbangan biaya dengan kombinasi paling murah (Hendrick dan Moore, 1990).

Bertitik tolak dari permasalahan tersebut di atas, peneliti ingin mengadakan suatu penelitian tentang penerapan statistik kendali mutu pada proses produksi gula pasir dalam upaya mengawasi produk gula yang dihasilkan oleh

salah satu produk gula lokal, yaitu di PT Perkebunan Nusantara XI (Persero) Pabrik Gula Pradjekan, Bondowoso, Jawa Timur.

1.2 Batasan Masalah

Penelitian mengenai penerapan statistik kendali mutu gula kristal putih di PT Perkebunan Nusantara XI PG Pradjekan Bondowoso, dilakukan pada seluruh proses, karena setiap proses menentukan mutu produk yaitu: penerimaan, pemerahan, pemurnian, penguapan, masakan, puteran dan penyelesaian. Penerapan statistik kendali mutu pada proses-proses ini dibatasi untuk pengukuran variabel dengan menggunakan bagan kendali \bar{X} , sedangkan perhitungan persentase cacat pada proses analisis cacat dibatasi untuk pengukuran atribut dengan menggunakan bagan kendali p . Kapabilitas proses ditentukan untuk mencari nilai C_p .

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan :

1. Untuk mengetahui kendali mutu pada setiap tahap proses pengolahan gula.
2. Untuk menentukan kemampuan proses berdasarkan indeks kapabilitas proses (C_p) untuk proses-proses yang berada dalam statistik kendali mutu.
3. Untuk mengetahui apakah proses sudah sesuai dengan standar yang ditentukan oleh perusahaan.

1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini berguna :

1. Untuk memberikan informasi kepada produsen dan petani tebu mengenai batas-batas tebu cacat yang dapat diterima.
2. Untuk memberikan informasi perlu tidaknya evaluasi sistem pada setiap tahap proses pengolahan gula.
3. Untuk memberikan informasi kepada produsen tentang produk gula yang sesuai standar.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gula Tebu (Sukrosa)

Nira pada batang tebu terdapat dalam sel-sel dimana sel-sel tebu ini mempunyai dinding yang bersifat semi permeabel yaitu sifat tidak dapat dilalui molekul-molekul tertentu, termasuk sakarosa (sukrosa). Untuk mengeluarkan sakarosa dari sel-selnya maka dinding semi permeabel ini harus dihilangkan, yaitu dengan merusak struktur tebu menjadi bagian-bagian kecil dengan cara dipotong-potong, disayat serta dipecah bagian yang keras seperti bagian buku-bukunya (ruas tebu) (Soemarno, 1977).

Kandungan gula terbanyak dapat diperoleh pada batang tanaman tebu, karena di dalamnya terkandung cairan yang berisi bermacam-macam gula, antara lain sukrosa, glukosa dan fruktosa. Sukrosa tergolong disakarida, sedangkan glukosa dan fruktosa termasuk monosakarida. Kedua golongan senyawa tersebut rasanya manis. Dalam pengolahan tebu menjadi gula yang terpenting adalah sukrosanya bukan gula lainnya (Martoharsono, 1993).

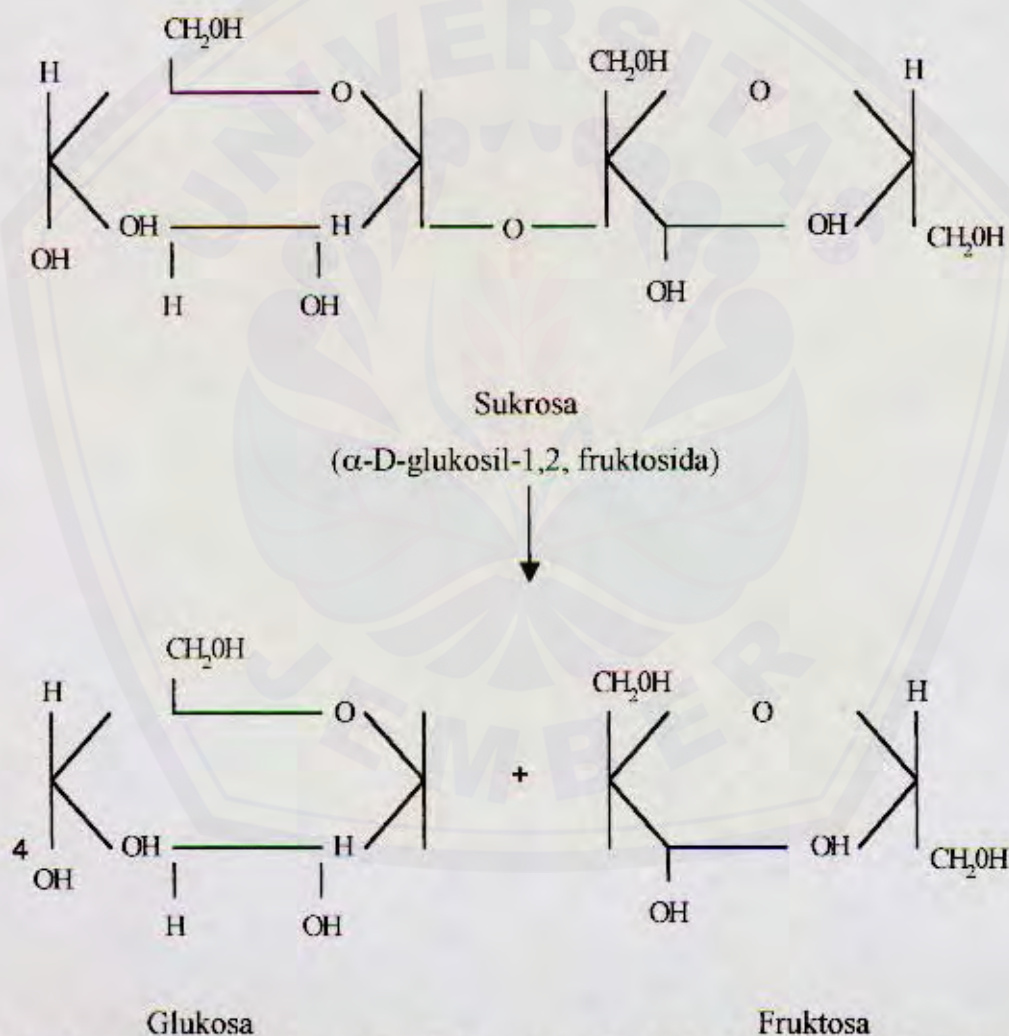
Tanaman tebu yang sudah masak yaitu yang mempunyai rendemen tinggi dapat segera dilakukan penebangan dan biasanya telah berumur 12-16 bulan. Waktu penebangan di pulau Jawa antara lain bulan Mei - Oktober, tetapi sebagian besar antara Juli dan Agustus, yaitu saat musim kemarau. Untuk mengetahui kemasakan dari tebu biasanya pada perkebunan dilakukan analisa pendahuluan.

Nira mentah yang diperoleh dengan cara penggilingan tebu merupakan cairan berwarna coklat kehijauan yang mengandung 77-88% air, 8-21% sukrosa, 0,3-3% gula reduksi, 0,5-1% senyawa organik bukan gula dan 0,2-0,6% senyawa anorganik. Jumlah nira yang diperoleh dalam tebu adalah 90-95% dari berat tebu.

Gula adalah senyawa kimia yang termasuk karbohidrat yang mempunyai rasa manis dan larut dalam air, serta mempunyai sifat optik aktif yang dapat dijadikan ciri khas untuk mengenal setiap gula. Gula termasuk salah satu kebutuhan pokok yang paling penting dalam kehidupan manusia karena gula mudah dicerna tubuh sebagai sumber kalori. Dalam industri pangan biasanya istilah gula diartikan untuk menyatakan sukrosa, berbentuk kristal/seperti butir

pasir, berwarna putih dan jernih yang diperoleh dari tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) dan bit (*Beta vulgaris*). Selain itu gula juga bersifat higroskopis, sehingga banyak digunakan sebagai bahan pengawet produk pangan yang umumnya disimpan dalam bentuk kering.

Larutan gula dalam air pada temperatur tinggi terhidrolisa dan hidrolisa akan bertambah cepat dengan adanya asam yang bekerja sebagai katalisator, reaksi yang terjadi :



Gambar 1. Reaksi Larutan Gula yang Terhidrolisa dalam Temperatur Tinggi

Reaksi ini disebut inversi sedangkan campuran glukosa dan fruktosa yang terjadi disebut gula invert. Dalam suasana asam sukrosa mudah terjadi perpecahan sedangkan dalam suasana basa tidak terjadi perpecahan.

Perpecahan gula dapat juga oleh aktivitas mikroorganisme yang mengeluarkan enzim yang bekerja sebagai katalisator. Kehilangan sukrosa dapat terjadi jika tebu yang sudah ditebang terlalu lama disimpan di stasiun pemerahan, sehingga menebang dan menggiling diusahakan secepat mungkin, disamping itu dipengaruhi juga oleh jenis tebu, keadaan tanah, iklim serta faktor lain. Dua perpecahan sukrosa reaksi yang terjadi adalah hidrolisis (perpecahan sukrosa) dan oksidasi (penguraian lanjut dari perpecahan gula reduksi) (Goutara dan Wijadi, 1975).

2.2 Proses Pembuatan Gula Kristal Putih

Pada umumnya proses pengolahan tebu menjadi gula terdiri dari beberapa tahap yang meliputi beberapa stasiun yaitu :

1. Stasiun Persiapan
2. Stasiun Pemerahan
3. Stasiun Pemurnian
4. Stasiun Penguapan
5. Stasiun Masakan
6. Stasiun Puteran dan Penyelesaian

2.2.1 Stasiun Persiapan

Menurut Sugiyarto (1992), stasiun persiapan menangani pengangkutan dan penimbangan tebu menuju tempat pengolahan atau pabrik. Tebu yang datang dari pabrik sebelum digiling harus diketahui beratnya dengan tujuan pengawasan pabrikasi, perhitungan biaya angkutan dan perhitungan bagi hasil pabrik dengan petani tebu khususnya untuk tebu rakyat (TRI).

Tebu yang sudah ditimbang diatur di halaman pabrik, tujuannya untuk menampung serta mengatur arus masuknya tebu sedemikian rupa sehingga dapat menjamin kelancaran proses pengolahan dalam pabrik.

2.2.2 Stasiun Pemerahan

Pemerahan nira dilakukan dengan cara memeras tebu sehingga diperoleh nira mentah semaksimal mungkin dengan mempertahankan nira mentah yang

terkandung dalam ampas tebu seminimal mungkin sehingga didapatkan hasil gula yang maksimal dengan kehilangan gula sedikit mungkin tanpa meninggalkan nilai ekonomisnya (Anonim,2003).

Menurut Dekker (1919), faktor-faktor yang menyebabkan menurunnya produksi gula adalah rendahnya kinerja perahan unit operasi gilingan yang tercermin pada angka HPG (Hasil Perahan Gula), HPB (Hasil bagi Perahan Briks), PSHK (Perbandingan Selaras Hasil bagi Kemurnian) dan kandungan nira yang di bawah nilai angka normalnya. Faktor lainnya adalah kehilangan dalam ampas yang terdapat pada 8,4 % pol tebu dan faktor rendahnya rendemen winter akibat tingginya kehilangan dalam melases (8,4%).

Faktor rendemen (FR) merupakan hasil dari prestasi tanaman, prestasi hasil gilingan dan prestasi pengolahan gula di pabrik. Prestasi tanaman dapat dilihat pada besar kecilnya jumlah nira yang didapat. Bila kadar nira semakin meningkat berarti prestasi tanaman tebu semakin bagus, sebaliknya bila kadar nira semakin rendah/menurun berarti prestasi tebu juga menurun. Hasil Pemerahan Brix (HPB) dan Perbandingan Setara Hasil bagi Kemurnian (PSHK) merupakan indikator dari prestasi gilingan. Sedangkan besar kecilnya nilai nira merupakan suatu petunjuk atas prestasi dan bidang pengolahan (Supriyadi, 1992).

HPB total atau kuosien Ekstraksi Brix Total merupakan angka penilai efisiensi gilingan seluruhnya. Secara kuantitatif nilai HPB memperlihatkan prosentase brix dalam tebu yang tertampung dalam nira mentah. Perhitungannya memerlukan angka brix tebu, yang tidak terdapat dalam buku ikhtisar giling, akan tetapi dapat dilihat lewat Harkat Kemurnian nira mentah (HK nm) dan polarisasi nira mentah (pol nm)% tebu dari angka neraca polarisasi. Dari kedua angka tersebut, HPB diperoleh sebagai hasil bagi brix % tebu dan brix dalam 100 tebu dikalikan 100.

Angka penilai PSHK (Perbandingan Selaras Hasil bagi Kemurnian) dalam rumus Hommes merupakan perbandingan antara dua fungsi yang cukup penting : Harkat Kemurnian nira mentah (HK nm) dan Harkat Kemurnian nira pertama (HK np) dalam bentuk $(1,4 \text{ HK nm} - 40)$ dan $(1,4 \text{ HK np} - 40)$. Dalam rumus Hommes, angka PSHK dimaksudkan sebagai faktor koreksi karena ketidaksamaan HK nm

dan HK np. Kedua faktor ini sangat dipengaruhi oleh jenis tebu dan kinerja gilingan. Oleh sebab itu, nilainya tidak dapat konstan. Nilai rata-rata PSHK 97-98 dalam industri gula di Jawa adalah normal. Karena nilai ini terkait langsung dengan produksi kristal, maka setiap pabrik terus berusaha mendapatkan nilai setinggi mungkin. Dalam tahun giling 1969 terdapat angka PSHK yang nilainya berfluktuasi antara 91,3 (minimal) dan 92 (maksimal). Akan tetapi, karena kinerja gilingan yang tidak memadai dan pemilihan jenis tebu yang kurang tepat pabrik hanya dapat mencapai nilai PSHK 91,3.

Perbandingan polarisasi (pol) dalam nira mentah dan pol dalam nira tebu dinamakan kousien ekstraksi gula atau hasil bagi perahan gula, disingkat HPG. Nilai ini sebagai angka pendukung dalam menilai kinerja gilingan. Namun, angka HPG tidak terkait dengan produksi gula pada umumnya. HPG tidak ada dalam rumus Hommes. Karena HPG sangat dipengaruhi oleh kandungan sabut tebu, maka lazimnya HPG dihitung berdasarkan 12,5% sabut yang dalam istilah pengawasan gilingan dinamakan Reduced Milling Extraction = e12,5 atau HPG 12,5 (Moerdhokusumo, 1993).

2.2.3 Stasiun Pemurnian

Pemurnian nira bertujuan untuk menghilangkan kotoran baik yang terlarut, tidak terlarut maupun dalam bentuk koloid yang melayang-layang semaksimal mungkin tanpa menimbulkan kerusakan pada sakarosa sehingga dapat dihasilkan gula sebanyak-banyaknya. Berdasarkan komponen niranya, maka penghilangan kotoran dilakukan secara fisis, khemis dan fisis-khemis (Sugiyarto, 1992).

Nira mentah sebagai hasil dari bagian ekstraksi masih banyak mengandung bahan yang larut, tidak larut dan koloidal, yaitu:

- Larut : gula, gula reduksi, kation K, Ca, Mg, Fe, Al yang terikat oleh asam anorganik atau organik
- Koloidal : tetes, putih telur, zat warna, senyawa-senyawa besi, aluminium
- Tidak larut : ampas halus, tanah, pasir.

Pada nira mentah yang berasal dari tebu muda, sangat masak, mati atau terbuka mengandung lebih banyak putih telur, gula reduksi dan asam-asam

sehingga menyulitkan jalannya penjernihan. Maksud penjernihan nira adalah untuk memisahkan sebanyak mungkin kotoran (zat-zat bukan gula) dalam nira hasil ekstraksi dengan tanpa merusak gula. Di Indonesia ada tiga proses penjernihan yang umum dilakukan yaitu cara defekasi, sulfitasi dan karbonatasi (Anonim, 2003).

2.2.4 Stasiun Penguapan

Stasiun penguapan menangani proses yang memisahkan sebagian besar air yang ada dalam nira encer sehingga didapatkan nira kental yang mendekati kejenuhannya guna mendapatkan gula sebanyak-banyaknya dengan brix 64% atau 32 Be dan dalam waktu yang sesingkat mungkin tanpa merusak sakarosa (Anonim, 2003).

Penguapan merupakan proses untuk memisahkan sebagian besar dari nira encer sehingga diperoleh nira kental (sirup) yang mendekati kejenuhannya guna mendapatkan gula sebanyak-banyaknya dan ekonomis. Sejalan dengan ini maka pada penguapan disyaratkan :

- Tidak mengakibatkan rusaknya gula
- Kecepatan penguapan tinggi (waktu pendek)
- Suhu proses tetap
- Tidak menimbulkan kesukaran baru dalam proses berikutnya
- Efisien dan ekonomis.

Sebagaimana diketahui bahwa nira hasil pemurnian masih mengandung larutan dengan kandungan air sekitar 80-85% dari beratnya. Air ini dihilangkan dengan penguapan hingga kira-kira tinggal 35-45% atau kadar zat kering, nira kental 55-65% dengan waktu secepatnya (Sugiyarto, 1992).

Pada tahap evaporator, air yang terdapat dalam nira bersih perlu dipisahkan dalam dengan jalan penguapan yang dilakukan secara bertahap. Tahap 1, air diuapkan sehingga kadar sakarosa mencapai tingkat jenuh, Tahap berikutnya adalah memisahkan kristal dari larutan induk dengan jalan penguapan perlahan-lahan sehingga dihasilkan larutan kristal kental yang dinamakan *massecuite* (Martoharsono, 1978).

Prinsip Relliux mengatakan bahwa dalam penguapan ganda (*multiple*) setiap satuan bahan pemanas dapat menguapkan air sejumlah badan penguapan. Menurut prinsip ini dengan 4 buah badan penguapan (*quadruple effect*) setiap 1 kg uap panas akan menguapkan 1 kg air (Soerjadi, 1977).

Dalam keadaan sebenarnya 1 kg uap tidak dapat menguapkan 1 kg air karena dipengaruhi oleh:

- a. Penguapan sendiri.
- b. Perubahan panas jenis dari nira dalam waktu memekat yaitu perubahan kenaikan suhu akibat naiknya konsentrasi larutan baku dan oleh naiknya tekanan hidrostatik.
- c. Pada suhu rendah air embun terjadi sesuai dengan tekanan jenuh dari uap yang bersangkutan sehingga selain panas pengembunan ada panas yang bebas.
- d. Kerugian karena pemancaran panas (radiasi) dan panas dalam pipa-pipa dan gas tak terembunkan (Landheer, 1979).

2.2.5 Stasiun Masakan

Prinsip dari stasiun masakan adalah menghasilkan kristal sukrosa sebanyak-banyaknya dari larutan yang sudah dikentalkan yang dikeluarkan dari badan penguap sampai menghasilkan larutan sisa yang tidak bisa diambil kristalnya lagi dalam waktu yang singkat dan bertahap untuk menekan kerusakan (Anonim, 2003).

Proses kristalisasi merupakan salah satu langkah penting dalam rangkaian proses di pabrik gula dimana akan dikerjakan pembuatan kristal gula dari larutan yang mengandung gula serta memisahkan kotoran yang masih terkandung dalam larutan tersebut. Dengan sendirinya di dalam proses ini harus diusahakan agar tercapai :

- Hasil kristal gula yang memenuhi syarat yang telah ditetapkan/dikehendaki
- Menekan kehilangan gula yang sekecil-kecilnya
- Waktu proses sesingkat-singkatnya
- Biaya proses serendah-rendahnya (Sugiyarto, 1992).

Pada pelaksanaannya proses kristalisasi dilakukan dengan cara menguapkan air dalam pan-pan masak terus menerus sehingga pada suatu saat akan dicapai suatu kondisi dimana jumlah gula yang dikandung dalam suatu larutan gula akan sama dengan jumlah gula dalam larutan murni, kondisi seperti ini sering disebut kondisi jenuh.

Nira yang telah diuapkan airnya memiliki brix antara 60-65% ini dapat dikatakan sebagai nira kental (sirup). Nira dengan kadar bahan kering 60-65% ini dimaksudkan agar larutan tersebut mendekati konsentrasi jenuhnya. Nira kental digunakan sebagai bahan dasar dalam proses kristalisasi yang terlebih dahulu mengalami pemucatan untuk mendapatkan warna yang lebih putih.

Stasiun masakan ada beberapa tingkatan, yaitu :

1. Sistem memasak ABCD
2. Sistem memasak ABD
3. Sistem memasak ACD
4. Sistem memasak AD

Beberapa hal yang mempengaruhi tingkat masakan antara lain:

- a) Mutu bahan baku: HK nira kental, HK macam stroop, HK bibit.
- b) Kondisi dan situasi saat itu, misalnya situasi dari volume, peti-peti stroop.
- c) Kondisi alat, misalnya; ada kerusakan.
- d) Situasi uap dan air injeksi.
- e) Beban pabrik.
- f) Faktor manusia/kemampuan operator.

2.2.6 Stasiun Puteran dan Penyelesaian

Stasiun puteran merupakan stasiun terakhir dari proses pembuatan gula yang kemudian dilanjutkan dengan proses penyelesaian sampai gula dikemas dalam karung dan siap disimpan untuk kemudian dipasarkan. Prinsip dari stasiun puteran adalah untuk memisahkan kristal gula dari larutan induknya (stroop) dengan dasar gaya sentrifugal dalam alat puteran. Masakan dimasukkan dalam alat pemutar yang pada bagian dindingnya terdapat saringan. Karena adanya gaya sentrifugal maka masakan akan dilempar menjauhi titik pusat perputarannya

sehingga kristal gula akan tertahan dan larutannya (stroop) menembus lubang lubang saringan, dengan demikian kristal gula terpisah dari larutannya (Anonim,2003).

Tiga tahap yang terjadi dalam pelaksanaannya pemutaran masakan :

- Penghilangan larutan yang ada di sekitar kristal dan yang mengisi pori-pori antar kristal
- Penghilangan sisa larutan yang masih tertinggal di antara kristal sehingga hanya lapisan larutan yang menempel pada kristal
- Mengurangi jumlah atau ketebalan lapisan kotoran yang tertinggal pada permukaan kristal.

Kristal gula dari stasiun putaran masih basah dan perlu dihilangkan airnya. Di pabrik kristal gula putih yang akan masuk sebagai produk biasanya telah diberi setum di dalam mesin pemutar. Dengan penambahan setum suhu kristal akan naik dan bila kristal gula tersebut jatuh di atas talang goyang yang menyangkut kristal, maka airnya akan dapat menguap dengan sendirinya (Soerjadi, 1973).

Sugar drier merupakan alat pengering yang berupa silinder yang berputar. Dalam *sugar drier* dihembuskan udara kering dan panas bersuhu 70-100°C berlawanan arah dengan arah gerakan kristal. Tujuan dari perlakuan ini adalah untuk mengeringkan gula hingga kadar air minimal (maksimal 0,2 %). Disamping mengeringkan, *sugar drier* dapat berfungsi memutihkan kristal-kristal gula karena adanya gesekan-gesekan pada saat diputar dalam silinder (Anonim,2003). Pengeringan kristal turut menentukan kualitas dan produk gula, karena gula yang masih mengandung air akan lebih mudah rusak baik karena sifat alami maupun oleh organisme.

Keluar dari alat pengering, gula SHS masuk ke alat penyaring. Penyaringan bertujuan memisahkan gula kasar dengan gula SHS normal dan memisahkan gula SHS normal dengan gula halus. Adapun cara kerjanya:

- Kristal yang telah dikeringkan di *sugar drier* jatuh ke *vibrating screen*
- Kristal-kristal gula ini dipisahkan antara yang kasar, halus, normal dengan menggunakan alat saringan

- Gula SHS normal yang keluar menuju *conveyor* melalui alat yacub. Gula normal ini masuk ke *sugar been* untuk ditimbang, dijahit dan disimpan di gudang (Sugiyarto,1992).

2.3 Statistik Kendali Mutu

Kendali mutu adalah sebagai penyempurnaan berkesinambungan atas suatu proses yang stabil. Proses tersebut sebenarnya adalah urutan subproses yang saling berhubungan yang masing-masing memiliki pelanggan internal (Schroeder, 1997).

Pengendalian proses statistikal (SPC) adalah suatu terminologi yang digunakan untuk menjabarkan penggunaan teknik-teknik statistikal dalam memantau dan meningkatkan perfomasi proses menghasilkan produk berkualitas. Pengendalian kualitas merupakan aktivitas teknik dan manajemen, yaitu membandingkan basil pengukuran karakteristik kualitas dari output dengan spesifikasi output yang diinginkan pelanggan, serta mengambil tindakan perbaikan yang tepat apabila ditemukan perbedaan antara performasi dan standar (Gaspersz, 1998).

Statistik kendali mutu adalah suatu sistem yang dikembangkan untuk menjaga standart produk yang seragam dari kualitas hasil produksi pada tingkat biaya minimum dan merupakan bantuan untuk mencapai efisien perusahaan (Prawirosentono, 2000).

Pada dasarnya stastistik kendali mutu merupakan metode statistik untuk mengumpulkan dan menganalisa data dalam menentukan dan mengawasi kualitas hasil produksi yang terdiri atas:

1. Penggunaan tabel (*control chart*) dan prinsip-prinsip statistik.
2. Tindakan para pekerja untuk mengawasi proses pekerjaan atau pengelolaan (Assauri,1980).

Pengendalian mutu statistik mempunyai tiga pemakaian umum:

1. Mengendalikan mutu pekerjaan yang dilakukan dengan operasi-operasi individual sementara pekerjaan itu sedang dilakukan.
2. Memutuskan apakah jumlah produk yang sudah dilakukan itu diterima

atau ditolak.

3. Menyajikan kepada manajemen, pemeriksaan tentang mutu produk perusahaan tersebut (Hendrick dan Moore, 1990).

Tindakan dari pengawasan kualitas ini dapat memberitahukan kepada manajemen, apakah produk perusahaan memenuhi standar atau tidak dan memberikan informasi pada manajer agar melakukan perbaikan mutu produknya (Assauri, 1980).

Statistika kontrol proses (SPC) memonitor standar, membuat pengukuran dan melakukan tindakan koreksi saat produk atau layanan sedang dibutuhkan, contoh-contoh dari keluaran proses diuji. Jika masih berada dalam batas yang bisa diterima, maka proses diijinkan untuk dilanjutkan. Jika berada di luar kisaran tertentu, proses dihentikan dan secara khusus penyebab dugaan dicari dan dipisahkan. *Control chart* adalah penyajian grafis data atas waktu yang menunjukkan batas atas dan bawah untuk proses yang kita inginkan untuk dikontrol (Adam dan Ronald, 1992).

Maksud dan tujuan pengendalian proses yaitu :

1. Mengendalikan dan memonitor terjadinya penyimpangan mutu produk.
2. Memberikan peringatan dini sehingga dapat dicegah terjadinya penyimpangan mutu produk lebih lanjut.
3. Memberi petunjuk waktu yang tepat untuk segera dilakukan tindakan koreksi untuk meluruskan proses yang menyimpang.
4. Mengenali penyebab keragaman atau penyimpangan produk (Soekarto, 1990).

Maksud dan tujuan pengawasan mutu adalah agar spesifikasi yang telah ditetapkan sebagai standar dapat tercermin dalam produk atau hasil akhir, secara terperinci dapat dikatakan bahwa tujuan dari pengawasan mutu adalah :

- a. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar mutu yang telah ditetapkan.
- b. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
- c. Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan mutu produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
- d. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin (Assauri, 1980).

2.4 Analisa Pengambilan Sampel dalam Statistik Kendali Mutu

Cara pengambilan contoh dengan metode tertentu disebut metode pengambilan contoh (*sampling method*). Metode pengambilan contoh tidak sama, melainkan tergantung terutama sekali oleh struktur populasi, tujuan pengujian mutu dan kondisi mutu. Kadang-kadang untuk jenis produk atau sekelompok produk sejenis diperlukan metode pengambilan contoh dan ukuran contoh sendiri (Soekarto, 1990).

Dengan menggunakan contoh dan penarikan kesimpulan secara statistik maka pengawasan kualitas dengan metode statistik dapat dipergunakan untuk menerima atau menolak produk yang telah diproduksi atau dapat dipergunakan untuk mengawasi proses dan sekaligus kualitas produk yang sedang dikerjakan (Handoko, 1993).

Tujuan utama dari pengambilan sampel adalah untuk memperoleh informasi dengan biaya yang lebih kecil daripada dengan melakukan pemeriksaan keseluruhan (*full inspection*) atau dalam hal dimana pemeriksaan yang menyeluruh tidak dapat dilakukan (Assauri, 1980). Sedangkan menurut Mandenhall dan Reinmuth (1991), tujuan pengambilan sampel atau sampling adalah untuk memberikan pedoman memilih sampel yang mewakili populasinya. Dan menurut Reksohadiprodjo (1976), pengambilan sampel bertujuan untuk memperoleh keterangan mengenai populasi dengan mengamati hanya sebagian saja dari populasi itu.

Salah satu metode pengambilan sampel adalah *acceptance sampling* (pengambilan sampel penerimaan) didefinisikan sebagai mengambil satu sampel atau lebih secara acak dari suatu partai barang, memeriksa setiap barang di dalam sampel tersebut dan memutuskan diterima atau ditolaknya keseluruhan partai barang. Jenis pemeriksaan ini dapat digunakan oleh pelanggan untuk menjamin bahwa pemasok memenuhi spesifikasi mutu atau oleh produsen untuk menjamin bahwa standar mutu dipenuhi sebelum pengiriman. Pengambilan sampel penerimaan lebih disukai digunakan pada pemeriksaan 100% apabila biaya pemeriksaan jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan biaya lolosnya barang rusak kepada pelanggan yaitu apabila biaya pemeriksaan keseluruhan partai terlalu mahal (Schroeder, 1997).

Pengertian yang lebih jelas tentang *acceptance sampling* adalah suatu cara memilih sampel tersebut untuk menentukan diterima atau ditolak lot tersebut karena dari sebagian saja dari seluruh lot yang baik dan menerima lot yang buruk. Menolak lot yang baik merupakan resiko produsen dan menerima lot yang buruk merupakan resiko konsumen. *Acceptance sampling* berarti penerimaan atau penolakan keseluruhan kumpulan produk jadi atas dasar jumlah cacat dalam sampel. Para inspektur diberitahu berapa unit yang diperiksa dan berapa banyak barang jelek diperbolehkan bila melebihi jumlah yang ditentukan, keseluruhan kesimpulan produk ditolak (Handoko, 1993).

2.5 Alat-alat Statistik Kendali Mutu

Control chart merupakan suatu bentuk dari catatan pemeriksaan yang dibutuhkan untuk menyelidiki proses, pekerja dan mencari sebab-sebab kerusakan. *Control chart* dapat pula diartikan sebagai suatu perbandingan yang kronologis dari sifat aktual kualitas dengan batas yang telah ditentukan terlebih dahulu. Penyimpangan yang diperlihatkan dalam *control chart* merupakan dasar dalam pengambilan keputusan, apakah harus dilakukan penyesuaian proses atau tidak.

Pada dasarnya penggunaan bagan kendali (*control chart*) untuk variabel karakteristik dan atribut. *Control chart* untuk variabel karakteristik yang diukur bersifat kuantitatif. Untuk perhitungan digunakan average chart atau rata-rata (\bar{x} rat) dan bagan kisaran (*range chart*) atau rata-rata rentangan (Rrat). Sedangkan *control chart* atribut dimaksudkan sebagai alat dalam pengawasan produk mengenai daya tahan, daya guna yang bersifat kualitatif (Assauri, 1980).

Berdasarkan sifat atribut atau variabel juga dikenal penggolongan bagan pengendali proses menjadi bagan pengendali atribut dan bagan pengendali variabel. Bagan pengendali variabel digunakan untuk mengendalikan sifat-sifat yang dapat diukur. Sedangkan bagan pengendali atribut digunakan untuk mengendalikan sifat-sifat atribut seperti: cacat-normal, baik-buruk, tolak-terima, jumlah cacat dan lain-lain.

Berdasarkan fungsinya bagan pengendali proses digolongkan dalam 2 jenis yaitu bagan pengendali nilai tengah atau disebut bagan \bar{x} (\bar{x} chart) dan bagan rentang (*range*, R chart). Bagan nilai tengah digunakan sebagai bahan untuk mengendalikan tingkat nilai atau besaran yang dicerminkan dari nilai rata-ratanya. Sedangkan bagan rentang digunakan untuk mengendalikan keseragaman produk atau sebaran populasi produk.

Pengendalian atribut merupakan pengendalian mutu atribut yang berkaitan dengan jumlah cacat, jumlah kerusakan, penerimaan-penolakan produk yang baik-tidak baik, atau sifat mutu yang lainnya dengan pilihan terbatas. Berdasarkan jenis bagannya dikenal ada 3 macam pengendalian atribut yaitu pengendalian atribut dengan p , bagan np dan bagan c . Pengendalian atribut dengan bagan p digunakan untuk mengendalikan produk pangan agar tidak melewati batas toleransi tertentu. Jika jumlah cacat melewati batas maka produksi segera dihentikan dan mesin diperiksa dan dikoreksi kesalahannya sampai lancar kembali dengan jumlah cacat yang rendah yang dalam batas toleransi (Soekarto, 1990).

Bagan kendali \bar{x} -bar (rata-rata) digunakan untuk memantau proses yang mempunyai karakteristik berdimensi kontinu, sebagai bagan ini sering disebut bagan kendali untuk data variabel. Bagan kendali \bar{x} -bar menjelaskan tentang perubahan yang telah terjadi dalam ukuran titik pusat (*central tendency*) atau rata-rata dari suatu proses.

Bagan kendali p digunakan untuk mengukur proporsi yang tidak memenuhi syarat. Spesifikasi kualitas atau proporsi dari produk yang cacat yang dihasilkan dalam suatu proses (Gasperz, 1998).

Control chart adalah alat untuk memonitor variabilitas karakteristik suatu produk atau jasa dengan cara:

1. Fokus pada dimensi waktu dimana sistem memproduksi produk atau jasa.
2. Mempelajari sifat dasar (*nature*) variabilitas pada sistem. Fokus utama *control chart* adalah memisahkan variasi yang disebabkan hal khusus (*special causes*) dari variasi yang disebabkan hal umum (*common causes*). Pemisahan tersebut biasanya menggunakan batas atas pengawasan (*upper control limit*) dan batas bawah pengawasan (*lower control limit*) yang dihitung dengan

rumus:

$$UCL = \text{rata-rata} + 3 \text{ deviasi standar}$$

$$LCL = \text{rata-rata} - 3 \text{ deviasi standar (Atmaja, 1997)}.$$

2.6 Analisa Kecenderungan dari Diagram Kendali Mutu

Diagram kendali mutu mungkin menunjukkan keadaan *out of control* ketika satu/lebih titik jatuh di bawah batas bawah atau beberapa titik yang dipakai menunjukkan penyebaran yang tidak merata. Proses dalam kondisi *out of control* terjadi apabila plotting sampel yang diperoleh terletak di luar kedua batas kisaran UCL dan LCL. Selanjutnya meskipun semua titik berada dalam kisaran UCL dan LCL akan tetapi mempunyai penyebaran yang sistematis atau tidak menyebar, maka hal ini dinyatakan sebagai keadaan *out of control*. Apabila proses dalam situasi terkontrol, semua titik yang diplot selalu mempunyai kecenderungan penyebaran standar, maka dapat diagram kendali mutu merupakan suatu alat untuk mendeteksi kondisi-kondisi yang *out of control* (Kartika, 1990).

Suatu proses dinyatakan *out of control* dapat diidentifikasi dalam beberapa cara, yaitu:

1. Apabila satu titik tunggal terletak di luar batas atas dan batas bawah.
2. Apabila 2 dari 3 titik terletak di luar limit 2 sigma pada sisi yang sama dari nilai rerata.
3. Apabila 4 dari 5 titik terletak di bawah limit 1 sigma pada sisi yang sama dari nilai rerata.
4. Apabila 8 titik atau lebih terletak pada satu sisi dari nilai rerata.
5. Apabila 8 titik atau lebih *run* yang merupakan *run up* atau *run down*, terletak di bawah atau di atas nilai rerata (Mitra, 1993).

Kapan tindakan diambil, pola titik-titik seperti apa dalam suatu bagan pengendalian yang mengisyaratkan perlunya diambil tindakan. Berikut pedoman yang baik untuk menyatakan kapan perlu mengantisipasi masalah dengan mengambil tindakan investigasi:

- a. Sebuah titik jatuh di luar batas, di atas atau di bawah.
- b. Dua titik berturut-turut berada dekat batas pengendalian atas atau bawah.
- c. Satu putaran lima titik berada di atas atau di bawah rata-rata proses.

- d. Perubahan tingkat yang tajam.
- e. Lima titik cenderung mengarah ke salah satu batas.
- f. Perilaku tidak menentu (crotik).

2.7 Penentuan Indeks Kapabilitas Proses (Cp)

Kapabilitas adalah kemampuan dari proses dalam menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi. Jika proses memiliki kapabilitas yang baik, proses itu akan menghasilkan produk yang berada dalam batas-batas spesifikasi (diantara batas atas dan batas bawah spesifikasi).

Sebaliknya apabila proses memiliki kapabilitas yang jelek, proses itu akan menghasilkan banyak produk yang berada di luar batas-batas spesifikasi sehingga menimbulkan kerugian karena banyak produk yang ditolak atau terdapat banyak scrap, hal itu mengindikasikan bahwa proses produksi memiliki kapabilitas yang rendah atau jelek (Gaspersz, 1998).

Sedangkan cara untuk menentukan *process capability* dapat digunakan *Process Capability Ratio (PCR)* yang dihitung dengan menggunakan sifat-sifat kualitas yang berada dalam batasan atas dan bawah untuk spesifikasi (USL dan LSL)

Rumus yang digunakan :

$$PCR = \frac{USL - LSL}{6\delta}$$

Dimana,

PCR = Proses Capability Rasio

USL = Upper Spesification Limit (batas spesifikasi atas)

LSL = Lower Spesification Limit (batas spesifikasi bawah)

δ = Simpangan Baku

Nilai yang diperoleh tersebut menunjukkan batas toleransi normal dari atau dalam proses (3 sigma di atas dan di bawah nilai rerata) (Kartika, 1989).

Bagaimanapun juga untuk keperluan praktek dipergunakan kriteria (*rule of thumb*), sebagai berikut:

- a. Jika $C_p > 1,33$ maka kapabilitas proses sangat baik.
- b. Jika $1,00 \leq C_p < 1,33$ maka kapabilitas proses baik, namun perlu pengendalian ketat apabila C_p mendekati 1,00
- c. Jika $C_p < 1,00$, maka kapabilitas proses rendah, sehingga perlu ditingkatkan performasinya melalui perbaikan proses itu (Gasperz, 1998).

2.8 Hipotesa

1. Adanya penyimpangan mutu pada seluruh proses produksi gula di PT Perkebunan Nusantara XI (Persero) Pabrik Gula Pradjekan, Bondowoso.
2. Adanya indeks kapabilitas proses (C_p) yang rendah pada semua tahap proses pengolahan gula di PT Perkebunan Nusantara XI (Persero) Pabrik Gula Pradjekan, Bondowoso.
3. Adanya performasi proses yang tidak sesuai dengan standar yang ditentukan oleh perusahaan pada setiap stasiun di PT Perkebunan Nusantara XI (Persero) Pabrik Gula Pradjekan, Bondowoso.

III. METODOLOGI PENELITIAN



3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah brixweger dan polarimeter yang ada di PT Perkebunan Nusantara XI (Persero) Pabrik Gula Pradjekan, Bondowoso, Jawa Timur.

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah tebu, nira dan gula yang ada di PT Perkebunan Nusantara XI (Persero) Pabrik Gula Pradjekan, Bondowoso, Jawa Timur.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT Perkebunan Nusantara XI (Persero) Pabrik Gula Pradjekan, Bondowoso, Jawa Timur pada bulan November-Desember 2003.

3.3 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Metode interview/wawancara, merupakan metode pengumpulan data dengan mengadakan wawancara dengan pejabat perusahaan atau karyawan guna mendapatkan informasi untuk penelitian dan penulisan.
- b. Metode observasi merupakan metode pengambilan data dengan cara mencari data dari sumber-sumber terkait atau dengan cara mengamati secara langsung yang ada kaitannya dengan penelitian.
- c. Metode kepustakaan, merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan mempelajari literatur yang berhubungan dengan masalah yang diteliti.

3.4 Jenis dan Sumber Data

Jenis dan sumber data yang digunakan adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari wawancara dengan karyawan pabrik atau staf ahli gula juga data pendukung lainnya yang berupa dokumentasi, jurnal-jurnal, laporan pakar dan dari instansi yang berhubungan dengan penelitian, bukan dari pengamatan langsung di PT Perkebunan Nusantara XI (Persero) Pabrik Gula Pradjekan, Bondowoso, Jawa Timur.

3.5 Prosedur Analisa Data

Data diambil dari tiap proses pengolahan yang merupakan piranti yang berpengaruh langsung dan dianalisa secara berurutan dengan bagan kendali X sebagai variabel dan bagan kendali p sebagai atribut.

Tabel 1. Audit Mutu pada Proses Pengolahan Gula

Tahap	Stasiun	Pamarameter uji	Statistika
I	Penerimaan (Persiapan)	- Proporsi Tebu Kotor	Bagan Kendali p
II	Pemerahan	- Nilai HPB Total	Bagan Kendali X
		- Nilai PSHK	Bagan Kendali X
		- Nilai HPG	Bagan Kendali X
III	Pemurnian	- Suhu Pemurnian	Bagan Kendali X
		- Efek Pemurnian	Bagan Kendali X
IV	Penguapan	- Total Air Yang Diuapkan	Bagan Kendali X
		- Suhu Ruang Pemanas	Bagan Kendali X
		- Suhu Nira	Bagan Kendali X
V	Masakan	- Lama Jam Masak	Bagan Kendali X
		- Volume Masakan	Bagan Kendali X
VI	Puteran	- Lama Jam Putar	Bagan Kendali X
V	Penyelesaian	- Total Kristal Yang Dihasilkan	Bagan Kendali X

3.6 Metode Analisa Data

Metode analisa data yang digunakan adalah menggunakan bagan kendali X sebagai data variabel untuk karakteristik mutu dan bagan kendali p sebagai data atribut untuk pengukuran proporsi penyimpangan, sedangkan kapabilitas proses ditentukan dengan nilai Cp.

3.6.1 Bagan kendali X

Adapun langkah-langkah yang diambil dalam *control chart* ini adalah (Atmaja, 1997):

1. Menentukan ukuran contoh
2. Menghitung nilai X-bar yang merupakan garis tengah (*control line*) dan bagan individual

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{data}}{k}$$

3. Menghitung nilai MR (range bergerak)

$$MR_i = |X_{i-1} - X_i|$$

4. Menghitung nilai MR-bar

$$\bar{MR} = \frac{MR_i}{K1}$$

Keterangan:

MR_i = Moving range ke I

k = Jumlah observasi

5. Menghitung simpangan baku (S)

$$S = \frac{MR_i}{d_2}$$

Keterangan :

d₂ = koefisien pendugaan simpangan baku

= 1,1128 (Vincent, 1998)

6. Menghitung batas-batas kontrol 3 sigma dari bagan kendazli individual

CL = X-bar

$$UCL = \bar{X} + 3 \frac{MR}{d_2}$$

$$LCL = \bar{X} - 3 \frac{MR}{d_2}$$

7. Membuat bagan kendali individual dengan cara memplotkan data individual yang kemudian dilakukan pengamatan terhadap data tersebut.

3.6.2 Bagan Kendali p

Adapun pengoperasian dalam bagan p terhadap jumlah cacat adalah sebagai berikut (Atmaja, 1997):

1. Menentukan ukuran contoh (k)
2. Menghitung nilai rata-rata produk yang cacat, yaitu :

$$p\text{-bar} = \frac{\text{Jumlah produk yang cacat (syarat)}}{\text{Jumlah produk yang digunakan (sampel)}}$$

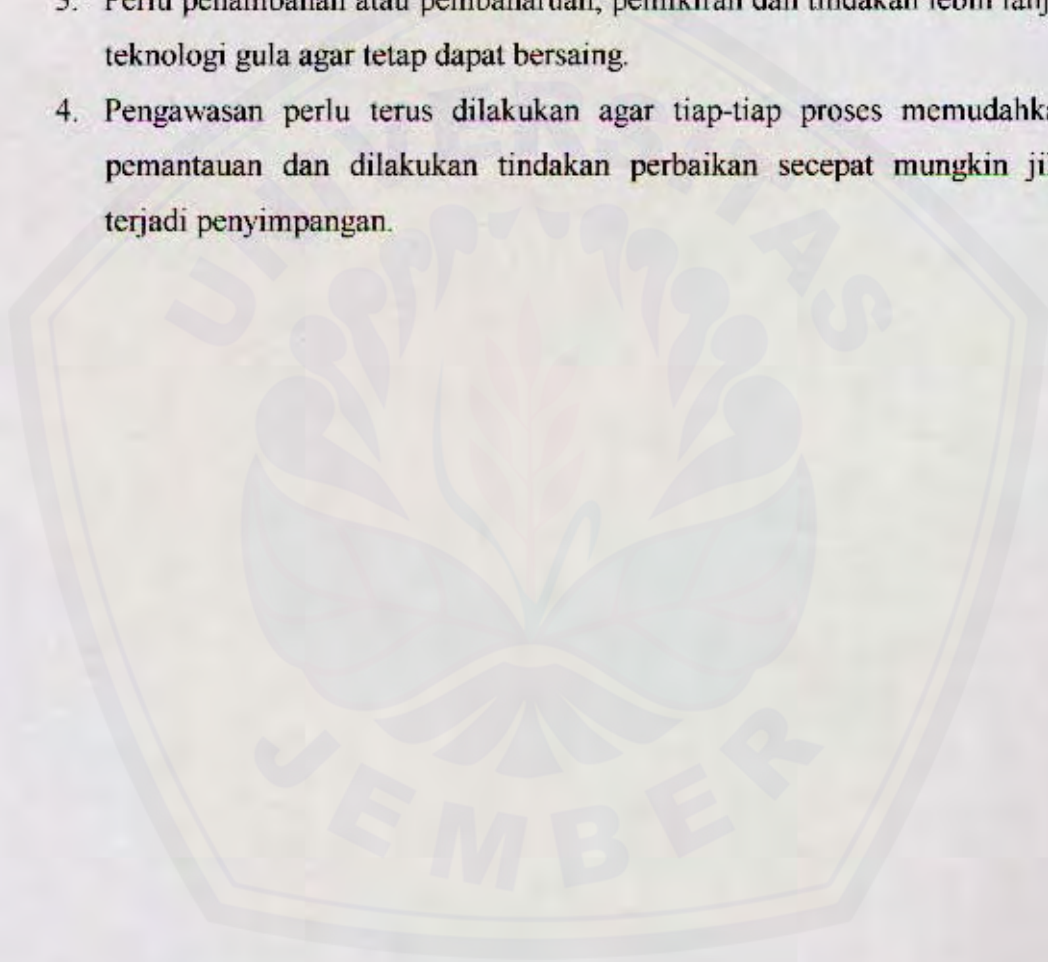
3. Menghitung nilai simpangan baku

$$Sp = \sqrt{\frac{p\text{-bar}(1-p\text{-bar})}{k}}$$

5.2 Saran

Untuk usaha pengembangan penelitian ini maka disarankan :

1. Perlu penelitian lebih lanjut terhadap penggunaan metode pengawasan mutu lain untuk peningkatan mutu.
2. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai variabel dan atribut lain yang digunakan dalam metode pengendalian mutu.
3. Perlu penambahan atau pembaharuan, pemikiran dan tindakan lebih lanjut teknologi gula agar tetap dapat bersaing.
4. Pengawasan perlu terus dilakukan agar tiap-tiap proses memudahkan pemantauan dan dilakukan tindakan perbaikan secepat mungkin jika terjadi penyimpangan.



DAFTAR PUSTAKA

- Adam, E. E dan Ronald, J. E. 1992. *Production and Operation Management Concept Models and Behaviour*. Prentice Hall Inc. Englewood.
- Anonim. 2003. *Pelaksanaan Masa Orientasi Calon Karyawan PTP XXIV-XXV (Persero) Bagian Pabrikasi Pabrik Gula Pradjekan*. Bondowoso.
- Assauri, S. 1980. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.
- Atmaja, L. S. 1997. *Memahami Statistika Bisnis*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Buffa, E. S dan Sarin, R. K. 1996. *Manajemen Produksi dan Operasi Modern (Terjemahan)*. Bina Aksara. Jakarta.
- Dekker, D. K. 1919. *De verwerkbaarheid der rietsoorten POJ-2967, POJ-3016 in vergelijking met die van POJ-28227*. Veerh. V. d. Leden v. h. POJ.
- Gaspersz, V. 1998. *Statistical Process Control Penerapan Teknik Statistikal dalam Manajemen Bisnis Total*. PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta
- Goutara dan Wijadi. 1975. *Dasar-dasar Pengolahan Gula I*. Departemen Teknologi Hasil Pertanian Fatemeta IPB. Bogor.
- Handoko, T. H. 1993. *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. BPFE UGM. Yogyakarta.
- Hendrick. T. E. dan Moore. F. G. 1989. *Manajemen Produksi dan Operasi Jilid II (Terjemahan)*. Remadja Karya. Bandung.
- Kartika, B. 1990. *Dasar-dasar Pengendalian Mutu dalam Industri Pertanian*. UGM. Yogyakarta.
- Landheer, A. 1979. *Pesawat Industri Gula*. Lembaga Pendidikan Perkebunan. Yogyakarta.
- Mandenhall, W dan Reinmunth, J. E. 1991. *Statistik Mutu Pangan (Terjemahan)*. Erlangga. Jakarta.
- Martoharsono, S. 1993. *Biokimia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Mitra. 1993. *Fundamentasi of Quality Control and Improvement*. Mcmillan Publishing Co. New York.

- Moerdhokusumo. 1993. *Pengawasan Kualitas dan Teknologi Pembuatan Gula di Indonesia*. ITB. Bandung.
- Prawirosentono, S. 2000. *Manajemen Operasi Analisis dan Studi Kasus*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Reksohadiprodjo. 1976. *Manajemen Produksi*. BPFE UGM. Yogyakarta.
- Schroeder, R. G. 1997. *Manajemen Operasi Jilid II* (Terjemahan). Erlangga. Jakarta.
- Soekarto, T. 1990. *Dasar-dasar Pengawasan dan Standarisasi Mutu Pangan*. IPB Press. Bogor.
- Soemarno. 1977. *Cara Analisa di Pabrik Gula Indonesia*. LPP Jogja. Yogyakarta.
- Soerjadi. 1973. *Dasar-dasar Teknologi Jilid I-IV*. Lembaga Pendidikan Perkebunan. Yogyakarta.
- Sugiyarto. 1992. *Proses Pengolahan Gula*. Politeknik Pertanian UNEJ. Jember.
- Supriyadi, A. 1992. *Rendemen Tebu dan Liku-liku Permasalahannya*. Kanisius. Yogyakarta.

Lampiran 1. Data Tebu Kotor pada Stasiun Penerimaan

Tanggal	Kebun	No. Petak	Wilayah	Jenis Tebu Kotor						Berat KUI Analisa	Tebu serat %
				Daduk %	Sogolan %	Pucuk %	Akar %	Tebu Mati %	Jumlah %		
16-Sep-03	Kembang	TL 1575 TRMT I	Tlogosari	5,34	0,37	0,59	0,02	0,3	6,62	4,38	93,38
17-Sep-03	Pancoran	BW 1576 TRMT II	Bondowoso	6,49	0,18	0,65	0,01	0,15	7,48	5,2	92,52
18-Sep-03	Pucang Anom	TM 1578 TRMT II	Tamanan	4,99	0,24	0,43	0,05	0,02	5,73	4,79	94,27
19-Sep-03	Gunung Anyar	TP 1586 TRMT II	Tapen	3,92	0,09	0,6	0,01	0,59	5,21	3,96	94,79
20-Sep-03	Kamal	KL 1553 TRMT I	Klabang	3,69	0,12	0,29	0,02	0,41	4,53	4,54	95,47
21-Sep-03	Subo	KL 1555 TRMT I	Klabang	5,56	0,05	0,43	0,03	0,27	6,34	3,62	93,64
22-Sep-03	Nogosari	SK 372 RS I	Sukosari	3,59	0,11	0,3	0,02	0,24	4,26	2,94	95,47
23-Sep-03	Sukorejo	SW 377 RS I	Sbr. Wringin	6,27	0,13	0,62	0,01	0,19	7,22	5,41	92,78
24-Sep-03	Cangkring	PR 353 RS I	Prajekan	3,20	0,15	0,54	0,01	0,34	4,24	4,26	95,76
25-Sep-03	Kasemek	TG 627 RS I	Tenggarang	5,20	0,12	0,48	0,01	0,36	6,17	4,56	93,83
26-Sep-03	Paguan	TA 383 RS I	Tegal Ampel	4,83	0,18	0,63	0,02	0,22	5,88	4,3	94,12
27-Sep-03	Sbr. Kemuning	TM 386 RS I	Tamanan	4,50	0,28	0,78	0,02	0,3	5,88	4,95	94,12
28-Sep-03	Biting	KL 1558 TRNT II	Klabang	4,60	0,22	0,56	0,02	0,38	5,78	2,96	94,22
29-Sep-03	Tumpeng	WN 1563 TRMT II	Wonosari	6,73	0,28	0,46	0,02	0,46	7,95	4,66	92,05
30-Sep-03	Cindogo	TP 1588 TRMT II	Tapen	5,74	0,04	0,72	0,02	0,26	6,78	5,34	93,22

Lampiran 2. Data Proses pada Stasiun Pemerahan

Tanggal	Hari	HPB total	Nilai PSHK	Nilai HPG
16-Sep-03	1	90,50	96,30	92,00
17-Sep-03	2	90,30	96,30	91,80
18-Sep-03	3	90,30	96,10	91,80
19-Sep-03	4	89,30	96,20	91,40
20-Sep-03	5	89,80	96,40	91,80
21-Sep-03	6	90,20	96,20	91,90
22-Sep-03	7	90,30	96,20	91,50
23-Sep-03	8	90,10	96,40	91,80
24-Sep-03	9	90,30	96,30	91,90
25-Sep-03	10	90,50	96,30	92,00
26-Sep-03	11	90,70	96,40	91,80
27-Sep-03	12	90,80	96,20	91,90
28-Sep-03	13	90,40	96,40	91,80
29-Sep-03	14	90,40	96,30	91,80
30-Sep-03	15	90,00	96,40	91,40

Lampiran 3. Data Proses pada Stasiun Pemurnian

Tanggal	Hari	Suhu Pemurnian			Efek Pemurnian
		PP I	PP II	PP III	
16-Sep-03	1	74	104	108	13,16
17-Sep-03	2	73	106	107	12,94
18-Sep-03	3	75	102	108	13,04
19-Sep-03	4	76	104	105	12,92
20-Sep-03	5	73	105	110	13,04
21-Sep-03	6	74	103	108	13,06
22-Sep-03	7	74	103	107	12,93
23-Sep-03	8	76	104	18	13,13
24-Sep-03	9	74	105	109	12,93
25-Sep-03	10	75	106	107	13,08
26-Sep-03	11	77	103	104	13,04
27-Sep-03	12	74	104	103	13,11
28-Sep-03	13	76	104	107	13,14
29-Sep-03	14	73	103	104	12,89
30-Sep-03	15	74	105	105	12,87

Lampiran 4. Data Proses pada Stasiun Penguapan

Tanggal	Hari	Jumlah Air yang Diuapkan (kg/Jam)	Suhu Ruang Pemanas				Suhu Nira			
			B I	B II	B III	B IV	B I	B II	B III	B IV
16-Sep-03	1	81531,70	115	109	97	80	105	98	84	65
17-Sep-03	2	85195,40	116	108	98	79	104	97	87	64
18-Sep-03	3	62219,60	115	110	100	87	106	97	80	66
19-Sep-03	4	88639,89	117	110	96	82	106	96	50	64
20-Sep-03	5	66022,58	120	107	95	80	100	99	79	65
21-Sep-03	6	82767,95	119	106	97	79	102	97	48	66
22-Sep-03	7	85197,29	120	108	98	78	103	95	79	64
23-Sep-03	8	87013,77	117	108	97	79	104	94	80	66
24-Sep-03	9	84526,03	118	109	98	79	105	96	87	65
25-Sep-03	10	86731,87	117	108	99	80	103	97	79	64
26-Sep-03	11	50628,31	120	106	94	80	104	98	78	63
27-Sep-03	12	54574,8	114	110	95	81	103	94	77	66
28-Sep-03	13	76559,23	119	107	97	80	105	95	78	67
29-Sep-03	14	36575,4	120	108	98	79	104	99	79	65
30-Sep-03	15	76434,26	117	109	97	79	104	94	50	64

Lampiran 5. Data Proses pada Stasiun Masakan, Puteran, dan Penyelesaian

Tanggal	Hari	Lama Masak (Jam)			Volume (HL)			Lama Putar (Jam)				Kristal Gula yang dihasilkan (KUI)
		A	C	D	A	C	D	A	C	D		
16-Sep-03	1	25,30	16,45	22,45	3580	900	1800	20,00	6,30	17,00	2010	
17-Sep-03	2	23,15	14,30	23,00	3260	900	1800	17,30	6,45	18,15	1795	
18-Sep-03	3	25,15	14,15	23,15	3380	900	1800	19,45	6,30	16,30	2000	
19-Sep-03	4	21,30	10,30	20,45	2650	600	1800	15,00	4,30	17,15	1515	
20-Sep-03	5	17,30	15,30	21,50	2500	900	1800	13,30	6,45	18,45	1350	
21-Sep-03	6	23,30	18,00	22,15	3150	1200	1800	17,30	9,15	18,30	1800	
22-Sep-03	7	21,00	14,15	23,00	3100	900	1800	17,00	6,30	17,30	1710	
23-Sep-03	8	23,30	15,00	22,30	3400	900	1800	18,15	6,30	16,45	1915	
24-Sep-03	9	28,15	11,00	22,00	4040	600	1800	21,30	4,45	17,45	2385	
25-Sep-03	10	23,00	13,45	23,15	3300	900	1800	17,30	6,45	17,30	1870	
26-Sep-03	11	24,00	17,45	21,00	3300	1200	1800	17,15	9,30	16,30	1895	
27-Sep-03	12	22,15	14,45	22,30	3160	900	1800	17,30	6,45	18,15	1770	
28-Sep-03	13	20,30	15,00	23,45	3000	900	1800	15,30	7,00	18,30	1655	
29-Sep-03	14	18,30	11,15	22,30	1850	600	1800	11,00	4,45	15,00	1055	
30-Sep-03	15	19,45	14,15	21,45	2840	900	1800	15,30	6,45	16,45	1648	

Lampiran 6. Hasil Perhitungan Pembuatan Bagan p pada Stasiun Penerimaan

Hari ke-	Kebun	No. Petak	Wilayah	Jenis Tebu Kotor						Tebu Mati	Jumlah	Berat KUI	Tebu serat
				Daduk	Sogolan	Pucuk	Akar	Tebu Mati	Jumlah				
				%	%	%	%	%	%	%	Analisa	%	
1	Kembang	TL 1575 TRMT I	Tlogosari	5,34	0,37	0,59	0,02	0,30	6,62	4,38	93,38		
2	Pancoran	BW 1576 TRMT II	Bondowoso	6,49	0,18	0,65	0,01	0,15	7,48	5,20	92,52		
3	Pucang Anom	TM 1578 TRMT II	Tamanan	4,99	0,24	0,43	0,05	0,02	5,73	4,79	94,27		
4	Gunung Anyar	TP 1586 TRMT II	Tapen	3,92	0,09	0,60	0,01	0,59	5,21	3,96	94,79		
5	Kamal	KL 1553 TRMT I	Klabang	3,69	0,12	0,29	0,02	0,41	4,53	4,54	95,47		
6	Subo	KL 1555 TRMT I	Klabang	5,56	0,05	0,43	0,03	0,27	6,34	3,62	93,64		
7	Nogosari	SK 372 RS I	Sukosari	3,59	0,11	0,30	0,02	0,24	4,26	2,94	95,74		
8	Sukorejo	SW 377 RS I	Sbr. Wringin	6,27	0,13	0,62	0,01	0,19	7,22	5,41	92,78		
9	Cangkring	PR 353 RS I	Prajejan	3,20	0,15	0,54	0,01	0,34	4,24	4,26	95,76		
10	Kasemek	TG 627 RS I	Tenggarang	5,20	0,12	0,48	0,01	0,36	6,17	4,56	93,83		
11	Pakuan	TA 383 RS I	Tegal Ampel	4,83	0,18	0,63	0,02	0,22	5,88	4,30	94,12		
12	Sbr. Kemuning	TM 386 RS I	Tamanan	4,50	0,28	0,78	0,02	0,30	5,88	4,95	94,12		
13	Biting	KL 1558 TRNT II	Klabang	4,60	0,22	0,56	0,02	0,38	5,78	2,96	94,22		
14	Tumpeng	WN 1563 TRMT II	Wonosari	6,73	0,28	0,46	0,02	0,46	7,59	4,66	92,05		
15	Cindogo	TP 1588 TRMT II	Tapen	5,74	0,04	0,72	0,02	0,26	6,78	5,34	93,22		
P-bar				0,0498	0,0017	0,0054	0,0002	0,003	0,9526				
SP				0,9411	0,0107	0,0189	0,0036	0,0141	0,06				
UCL				28,729	0,0337	0,0621	0,0110	0,0453	29,178				
LCL				0	0	0,0	0,000	0,000	0,000				
Cp				0,51	0,53	0,55	6,51	0,54	0,51				

Lampiran 7. Hasil Perhitungan Pembuatan Bagan X pada Stasiun Pemerahan, Pemurnian dan Masakan

Hari	Angka Gilingan			MR Efek pemurnian	Suhu Pemurnian			MR jam masak				MR Volume		
	MR HPB	MR PSHK	MR HPG		I	II	III	A	C	D	A	C	D	
1	0,2	0,0	0,2	0,22	1	2	1	2,1	2,2	0,5	32	0	0	
2	0,0	0,2	0,2	0,1	2	4	1	2,0	0,2	0,1	12	0	0	
3	0,5	0,1	0,4	0,12	1	2	3	3,9	3,8	2,7	73	300	0	
4	0,4	0,2	0,4	0,12	3	1	5	4,0	5,0	1,0	15	300	0	
5	0,1	0,2	0,1	0,02	1	2	2	6,0	2,7	0,6	65	300	0	
6	0,2	0,0	0,4	0,13	0	0	1	2,3	3,9	0,9	50	300	0	
7	0,2	0,2	0,3	0,2	2	1	1	2,3	0,9	0,7	30	0	0	
8	0,2	0,1	0,1	0,2	2	1	1	4,9	4,0	0,3	640	300	0	
9	0,2	0,0	0,1	0,15	1	1	2	5,1	2,4	1,1	740	300	0	
10	0,1	0,1	0,2	0,04	2	3	3	1,0	4,0	2,1	0	300	0	
11	0,4	0,2	0,1	0,07	3	1	1	1,9	3,0	1,3	140	300	0	
12	0,0	0,2	0,1	0,03	2	0	4	1,9	0,6	1,2	160	0	0	
13	0,0	0,1	0,0	0,25	3	1	3	2,0	3,9	1,2	150	300	0	
14	0,4	0,1	0,4	0,02	1	2	1	1,2	3,0	0,8	990	300	0	
15														
X-bar	HPB	PSHK	HPG	EF.P	S.1	S.2	S.3	Jm.A	Jm.C	Jm.D	Vm.A	Vm.C	Vm.D	
	90,33	96,29	91,77	13,02	74,5	104,1	106,7	22,34	14,29	22,24	3100,7	880	1800	
MR-bar	0,21	0,12	0,20	0,12	1,7	1,5	2,1	2,89	2,81	1,05	438,6	214,3	0	
UCL	90,88	96,62	92,31	13,34	79,1	108,1	112,2	30,03	21,77	25,04	4267,1	1449,9	1800	
LCL	89,78	95,97	91,44	12,70	70	100,1	101,2	14,66	6,80	19,45	1934,3	310,1	1800	
S	0,18	0,11	0,18	0,11	1,5	1,3	1,8	2,56	2,49	0,93	388,8	190	0	
Cp	1	0,98	0,83	0,99	1,01	1,03	1,95	1	1	1	1	0,99	0	

Lampiran 8. Hasil Perhitungan Pembuatan Bagan X pada Stasiun Penguapan, Puteran dan Penyelesaian

Hari ke-	MR Jml Air	MR Suhu Ruang				MR Suhu Nira				MR Lama Jam Puter				MR Kristal Gula yang Dihilangkan KUI
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	A	C	D		
1	3661,70	1	1	1	29	1	1	3	1	2,7	0,1	1,1	215	
2	22973,8	1	2	2	2	2	0	29	2	2,2	0,1	1,9	205	
3	26420,29	2	0	4	29	0	1	30	2	4,5	2,0	0,9	485	
4	22617,31	3	3	1	2	6	3	29	1	1,7	2,1	1,3	165	
5	16740,32	1	1	2	29	2	2	1	1	4,0	2,7	0,2	450	
6	2434,34	1	2	1	1	1	2	1	2	0,3	2,8	1	90	
7	1816,48	3	0	1	1	1	1	1	2	1,1	0	0,8	205	
8	2487,74	1	1	1	0	1	2	7	1	3,1	1,9	1	470	
9	2205,76	1	1	1	29	2	1	8	1	4,0	2,0	0,2	515	
10	6103,5	3	2	5	0	1	1	1	1	0,1	2,9	1	25	
11	26053,51	6	4	1	1	1	4	1	3	0,1	2,9	1,9	125	
12	21984,43	5	3	2	1	2	1	1	3	2,0	0,6	0,1	115	
13	39983,3	1	1	1	29	1	4	1	4	4,3	2,6	3,3	600	
14	39858,86	3	1	1	0	0	5	1	1	4,3	2,0	1,5	593	
15														
	MR Jml Air	I	II	III	IV	I	II	III	IV	A	C	D	MR Kristal Gula yang Dihilangkan KUI	
MR-bar	75640,73	117,6	108,2	97,1	65,7	103,9	96,4	73,9	65,1	16,81	6,41	17,2	1758,2	
X-bar	16810,14	2,3	1,6	1,7	10,9	1,5	2,0	8,1	1,8	2,46	1,76	1,15	304,1	
UCL	30932,92	123,7	112,4	101,6	94,8	107,9	101,7	95,6	69,8	23,36	11,09	20,25	2567,1	
LCL	120348,55	111,5	104,2	92,5	36,7	99,9	91,1	52,3	60,3	10,26	1,72	14,15	949,3	
S	14902,6	2,0	1,4	1,85	0,7	1,3	1,8	7,2	1,6	2,18	1,56	1,02	269,1	
Cp	0,211	1,01	1	1,01	0,99	1,03	0,98	1	0,99	1	1	1	1	