

ISSN  
19071434



**mastan**  
Masyarakat Standardisasi Indonesia  
Karya Kita Untuk Kita Semua



# JOTI

## Jurn@l Teknik Industri



Volume  
V

Nomor  
3

Halaman  
151 - 228

Semarang  
September  
2010

# RANCANG BANGUN MODEL PENGUKURAN KINERJA PABRIK GULA

Triwulandari S. Dewayana, Syamsul M., Sukardi, Sapta Raharja

Staf Pengajar Departemen Teknologi Industri Pertanian, IPB

Mahasiswa S3 Program Studi Teknologi Industri Pertanian, SPs IPB

Staf Pengajar Jurusan Teknik Industri, Universitas Trisakti

[triwulandari\\_sd@yahoo.com](mailto:triwulandari_sd@yahoo.com)

## Abstrak

Penelitian yang berhubungan dengan upaya perbaikan kinerja pabrik gula (sebagai proses yang digunakan secara sistematis untuk memperbaiki kinerja secara berkesinambungan) belum pernah dilakukan. Terkait dengan pengukuran kinerja pabrik gula, pada penelitian terdahulu menunjukkan adanya keterbatasan karena hanya dilakukan dengan menggunakan range ukuran kinerja yang terbatas dan tidak memperhatikan keterkaitannya. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan model pengukuran kinerja pabrik gula (sebagai sub model dari model perbaikan kinerja) yang digunakan untuk mengukur kinerja pabrik gula (skala kecil, menengah dan besar) dengan meningkatkan range ukuran kinerja (efisiensi dan produktivitas) dan memperhatikan keterkaitannya. Tahapan yang dilakukan yaitu 1) identifikasi terhadap ukuran kinerja, 2) merancang proses pengukuran, dan 3) menentukan infrastruktur teknis. Terdapat 10 ukuran kinerja yang digunakan. Cara pengukurannya menggunakan pendekatan Fuzzy Expert System. Infrastruktur teknis yang digunakan yaitu MATLAB (versi 7.01). Verifikasi dan validasi model dilakukan dengan uji coba model pada 11 pabrik gula menggunakan data kinerja tahun 2008. Hasil pengukuran kinerja menunjukkan bahwa 1) rerata kinerja strategis untuk skala pabrik menengah dan kecil adalah rendah sedangkan untuk skala besar adalah tinggi; 2) rerata kinerja operasional pada semua skala pabrik gula adalah rendah; 3) rerata kinerja taktis pada skala menengah dan kecil adalah sedang, dan untuk skala besar adalah tinggi.

**Kata kunci :** *Fuzzy Expert System*, pabrik gula, pengukuran kinerja, ukuran kinerja

## Abstract

*Research related to improvement of the performance of the sugar factory (as the process used systematically to improve performance on an ongoing basis) has not been done. Related to performance measurement of sugar mills, in previous studies showed limitations because it only be done using a limited range of performance measures and do not pay attention to their relation. This research aims to produce a sugar factory performance measurement model (as a sub model of performance improvement model) that is used to measure the performance of the sugar factory (small scale, medium and large) to increase the range of performance measures (efficiency and productivity) and pay attention to their relation. Steps being taken: 1) identification of performance measures, 2) designing the process of measurement, and 3) determine the technical infrastructure. There are 10 performance measures used. How measurement using Fuzzy Expert System approach. Technical infrastructure used in the MATLAB (version 7:01). Verification and validation of the model is done by testing the model in 11 sugar mills using performance data in 2008. Performance measurement results show that 1) the mean of strategic performance for medium-and small-scale plant is low while for a large scale is high, 2) average operational performance at all scales of sugar factories is low, 3) average tactical performance in medium and small scale are being , and for a large scale is high.*

**Keywords:** *Fuzzy Expert System, sugar mills, performance measurement, performance measures*

<sup>1)</sup> Bagian dari disertasi : Rancangbangun Sistem Pendukung Keputusan Intelijen Untuk Perbaikan Kinerja Industri Gula

## PENDAHULUAN

Pada umumnya, setiap organisasi atau perusahaan mempunyai permasalahan dan tantangan serta peluang yang

menyebabkan perbaikan kinerja menjadi penting untuk dilakukan. Demikian juga yang dihadapi oleh pabrik gula di Indonesia. Arifin (2008) menyatakan bahwa

dengan pertimbangan utama untuk memperkuat ketahanan pangan, Indonesia berupaya meningkatkan produksi dalam negeri, termasuk mencanangkan target swasembada gula, yang sampai sekarang belum tercapai. Terdapat 3 faktor yang menentukan berhasil tidaknya program swasembada gula, yaitu 1) sisi harga komoditi gula di pasar, 2) kebun (terkait dengan bahan baku atau usaha tani), dan 3) pabrik (terkait dengan pengolahan). Sisi pengolahan industri pergulaan dinilai sebagai titik lemah yang menjadi pangkal rendahnya produktivitas pabrik gula. Radnor dan Barnes (2007) menegaskan bahwa efisiensi dan produktivitas merupakan aspek paling penting dari kinerja. Oleh karena itu perbaikan kinerja di sisi pengolahan (pabrik) menjadi kebutuhan yang harus dilakukan secara terus menerus.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan pada industri gula Indonesia antara lain yaitu : 1) Analisis nilai tambah dalam kaitannya dengan peningkatan produktivitas dan profitabilitas di Pabrik Gula PTP XXI – XXII (Yusnitati, 1994); 2) Analisis efisiensi biaya produksi gula di Indonesia : pendekatan fungsi biaya multi-input multi-output (Siagian, 1999); 3) Analisis dampak agroindustri tebu terhadap peningkatan pendapatan petani dan pengembangan perekonomian wilayah di Jawa Timur (Sundari, 2000); 4) Dampak liberalisasi perdagangan terhadap keragaan industri gula Indonesia : suatu analisis kebijakan (Abidin, 2000); 5) Studi Pengembangan Sistem Industri Pergulaan Nasional (Lembaga Penelitian IPB, 2002); 6) Studi Pengembangan Agribisnis Pergulaan Nasional (Lembaga Penelitian IPB, 2002); 7) Efisiensi Unit-unit Kegiatan Ekonomi Industri Gula Yang Menggunakan Proses Karbonatasi Di Indonesia (Siagian, 2004); 8) Pengembangan industri gula Indonesia : analisis kebijakan dan keterpaduan sistem produksi (Susila, 2005); dan 9) Analisis Kinerja Pabrik Gula dengan Metode Data Envelopment Analysis (Manalu, 2009) menunjukkan bahwa penelitian yang berhubungan dengan upaya perbaikan kinerja (sebagai proses yang digunakan secara sistematis untuk mengidentifikasi gap kinerja, meneliti

sebab utama, memilih dan merancang tindakan, mengukur hasil, dan memperbaiki kinerja secara berkesinambungan (LaBonte,2001)) pabrik gula belum pernah dilakukan.

Pada umumnya, terdapat 5 (lima) tahap yang harus dilakukan dalam model perbaikan kinerja (Swanson, 1996) yaitu : 1) tahap analisis; 2) tahap desain; 3) tahap pengembangan; 4) tahap implementasi; dan 5) tahap evaluasi. Tahap yang paling kritis adalah tahap 1 (satu) yaitu tahap analisis. Tujuan dari tahap analisis adalah untuk menentukan kinerja dari organisasi, menentukan prestasi atau *goal* kinerja yang diinginkan, dan untuk menentukan apakah tindakan manajemen, usaha pengembangan, kekuatan lingkungan, atau beberapa kombinasi dari hal tersebut akan mempengaruhi perubahan kinerja.

Untuk menentukan kinerja organisasi perlu dilakukan pengukuran kinerja. Pengukuran kinerja adalah bagian dari analisa atau diagnosa terhadap proses untuk mengidentifikasi aktivitas mana yang diprioritaskan untuk diperbaiki. Berbagai model (*framework*) pengukuran kinerja telah dihasilkan namun terdapat beberapa kelemahan dari model tersebut, antara lain seperti yang dikemukakan oleh Medori dan Steeple (2000) dalam Anderson dan Rodney (2004) yaitu ketidakjelasan dalam mengenali ukuran yang sesuai untuk digunakan dalam pengukuran kinerja. Oleh karena itu, model pengukuran kinerja pabrik gula yang merupakan sub model dari model perbaikan kinerja pabrik gula perlu dirancang bangun secara khusus.

Radnor (2007) menyebutkan bahwa kecenderungan umum dalam model pengukuran kinerja antara lain yaitu kedalaman ukuran kinerja (keterkaitan variabel kinerja) dan peningkatan *range* ukuran kinerja (misalnya dari efisiensi menjadi efisiensi dan produktivitas). Dalam hal *range* ukuran kinerja, beberapa penelitian terdahulu menunjukkan adanya keterbatasan dalam merancang bangun model pengukuran kinerja pabrik gula karena hanya dilakukan dengan menggunakan *range* ukuran kinerja yang sangat terbatas yaitu 1) produktivitas (Yusnitati (1994) dan Manalu (2009) terkait

dengan kinerja output per input, 2) efisiensi produksi (Siagian, 1999) terkait dengan kinerja proses, dan 3) efisiensi teknis (LPPM IPB, 2002) terkait dengan kinerja proses. Hasil pengukuran kinerja dengan menggunakan *range* ukuran kinerja yang sangat terbatas hanya dapat digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas yang diprioritaskan untuk diperbaiki secara terbatas. Selain itu, jika dilihat dari kedalaman ukuran kinerja, pada penelitian terdahulu tidak memperhatikan keterkaitan ukuran kinerja. Hal ini dapat menyebabkan upaya perbaikan yang dilakukan tidak menghasilkan perbaikan kinerja yang signifikan. Oleh karena itu, dalam merancang bangun model perbaikan kinerja pabrik gula diperlukan sub model pengukuran kinerja yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja pabrik gula secara menyeluruh dengan meningkatkan *range* ukuran kinerja dan memperhatikan keterkaitannya.

Berdasarkan hal tersebut di atas, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan model pengukuran kinerja pabrik gula (sebagai sub model dari model perbaikan kinerja) yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja pabrik gula (skala kecil, menengah dan besar) secara menyeluruh dengan meningkatkan *range* ukuran kinerja (terkait dengan efisiensi dan produktivitas) dan memperhatikan keterkaitannya.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengukuran Kinerja

Pengukuran kinerja menurut Tangen (2004) merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mengkuantifikasi efisiensi dan efektivitas dari suatu tindakan. Dikaitkan dengan manajemen operasional, Radnor (2007) mendefinisikan pengukuran kinerja sebagai proses mengkuantifikasi *input*, *output*, dan tingkat aktivitas dari suatu proses. Wibisono (1999) menyebutkan bahwa pengukuran kinerja di perusahaan manufaktur pada level manajemen operasi dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu 1) pengukuran kinerja taktis (*competitive priorities*), 2) pengukuran kinerja operasional (*manufacturing task*), dan 3) pengukuran kinerja strategis (*resource availability*). Adapun fungsi

utama dari pengukuran kinerja adalah untuk mengontrol operasi dalam organisasi (Amaratunga dan David, 2002). Terdapat 3 aspek formal dari pengukuran kinerja (Spitzer, 2007) yaitu 1) ukuran-ukuran, 2) proses pengukuran (tahapan yang menunjukkan bagaimana cara melakukan pengukuran), dan 3) infrastruktur teknis (berupa *hardware* dan *software* komputer yang digunakan untuk mendukung proses pengukuran). Denton (2005) menyatakan bahwa meskipun banyak hal yang dapat diukur tetapi lebih penting untuk mengukur hal yang spesifik dan relevan. Berdasarkan pengalaman implementasi pada beberapa perusahaan di Indonesia ditinjau dari aspek kepraktisan dan nilai tambah yang diberikan, Wibisono (2006) menyatakan bahwa pendekatan yang sesuai untuk diterapkan di Indonesia dalam menentukan ukuran kinerja yang akan diukur adalah dengan melakukan identifikasi variabel kinerja dari 3 perspektif. Adapun 3 perspektif tersebut yaitu 1) keluaran organisasi (*business results*), 2) proses internal (*internal business processes*), dan 3) kemampuan atau ketersediaan sumber daya (*resources availability*).

### Fuzzy Expert System

Kebutuhan terhadap teknologi yang dapat diberdayakan untuk menghasilkan luaran berupa solusi dari suatu persoalan berdasarkan kumpulan dari pengetahuan yang ada, terjawab dengan berkembangnya *artificial intelligence* atau kecerdasan buatan. Karakteristik pada sistem yang menggunakan kecerdasan buatan antara lain yaitu pemrogramannya yang cenderung bersifat simbolik dan bisa melakukan inferensi. Lingkup utama dalam kecerdasan buatan antara lain (Kusumadewi, 2003) adalah *expert system* (sistem pakar). Konsep dasar sistem pakar yaitu mengandung keahlian, ahli, pengalihan keahlian, inferensi, aturan dan kemampuan menjelaskan (Turban, 1990 dan Marimin, 2005). Pada umumnya, sistem pakar dibuat dalam bentuk *rule based system*, dengan aturan yang berbentuk IF-THEN.

Untuk membangun dan mengaplikasikan pengetahuan dan pengalaman pakar secara langsung perlu

digunakan logika *fuzzy*. Turban (2005) menyebutkan bahwa pengembangan sistem pakar yang menggunakan logika *fuzzy* secara keseluruhan dikenal sebagai *Fuzzy Expert System* (FES). FES terdiri dari 2 komponen utama (Unahabhokha *et al* (2007)) yaitu basis pengetahuan (*knowledge base*) dan mesin inferensi (*inference engine*). Basis pengetahuan terdiri dari 2 sub komponen yaitu informasi mengenai karakteristik dari masing-masing variabel berupa fungsi keanggotaan (*membership function*) dan informasi mengenai hubungan antar ukuran berupa *if-then rules*. Sistem inferensi *fuzzy* (proses perumusan pemetaan dari *input* ke *output* dengan menggunakan logika *fuzzy*) antara lain adalah metode Mamdani. Dengan menggunakan metode Mamdani maka variabel input maupun output dapat dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy* (Kusumadewi dan Hari, 2004). Adapun proses defuzzifikasi atau perubahan *output fuzzy* ke *output crisp* (bernilai tunggal) antara lain adalah metode *Centroid* (nilai tunggal dari variabel *output* dihitung dengan menemukan nilai variabel dari *center of gravity* suatu fungsi keanggotaan untuk nilai *fuzzy*).

### Proses Produksi Gula

Sebelum proses produksi gula dilakukan, diperlukan pra-pengolahan. Pada tahap ini, tebu masuk ke dalam *cane preparation* menggunakan sistem elevator yang berjalan melewati *cane cutter* 1 yaitu suatu alat yang akan memotong tebu menjadi bagian yang lebih kecil. Setelah itu tebu akan melewati *cane cutter* 2 yang berfungsi untuk memotong tebu menjadi bagian yang lebih kecil karena pisau yang digunakan mempunyai jarak yang lebih rapat. Tebu yang telah dipotong-potong tersebut akan dihancurkan oleh alat yang disebut *shredder* sehingga tebu menjadi serpihan halus berbentuk ampas yang kemudian akan dikirim pada *mill station* untuk diperah. Proses produksi gula dari tebu terdiri dari 5 (lima) tahap, yaitu : 1) proses pemerahan atau penggilingan yang bertujuan untuk menghasilkan nira, pada proses ini ditambahkan air imbibisi yang digunakan untuk melarutkan kandungan sukrosa dan membunuh mikroba

*Leuconostoc mesenteroides*; 2) proses pemurnian yang bertujuan untuk memisahkan kotoran atau zat-zat non-gula, terdapat dua jenis proses pemurnian yaitu sulfitasi dan karbonatasi; 3) proses penguapan yang bertujuan untuk menguapkan air sebanyak-banyaknya sehingga dihasilkan nira kental; 4) proses kristalisasi yang bertujuan untuk memisahkan gula dari nira kental, terdapat tiga jenis metoda yang digunakan pada proses ini yaitu spontan, pancingan, dan penambahan *slurry* atau *seed* ; dan 5) proses pemutaran (*sentrifuse*) yang bertujuan untuk memisahkan sukrosa dan molase.

Proses produksi dinilai berdasarkan efisiensi dan utilitas proses produksi. Terdapat 2 jenis mesin yang harus diperhatikan (*disbunjatim, 2008*) yaitu mesin pada stasiun gilingan dan stasiun pengolahan. Indikator kinerja gilingan dinyatakan ME (*Mill Extraction* = kemampuan gilingan dalam mengekstrak sukrosa daribatang tebu) dengan nilai standar > 95%, sedangkan indikator kinerja pengolahan dinyatakan dengan BHR (*Boilling House Recovery* = menunjukkan seberapa banyak sukrosa dalam nira dapat dikristalkan) dengan nilai standar > 85%. Apabila nilai ME di bawah standar menunjukkan bahwa proses pemerahan nira berlangsung kurang optimal, sedangkan jika nilai BHR di bawah standar menunjukkan bahwa telah terjadi kehilangan gula (dinyatakan dalam pol hilang % tebu, dengan nilai yang diperkenankan tidak lebih dari 1,5%). Kinerja stasiun gilingan dan stasiun pengolahan ini juga menunjukkan efisiensi pabrik gula secara keseluruhan yang dinyatakan sebagai OR (*Overall Recovery*) dengan nilai standar > 87%. Hubungan antara kinerja stasiun gilingan, stasiun pengolahan, dan efisiensi pabrik gula secara keseluruhan adalah sebagai berikut :  $OR = ME \times BHR$ . Lembaga Penelitian IPB (2002) menyatakan bahwa *Overall Recovery* merupakan ukuran efisiensi teknis pabrik gula. Pada utilitas proses perlu diperhatikan efisiensi ketel uap. Hal tersebut juga diperkuat dengan pernyataan dari Lembaga Penelitian IPB (2002) bahwa efisiensi ketel

merupakan salah satu faktor yang berpengaruh pada kinerja pengolahan. Efisiensi ketel uap (Effendi, 2009) dinyatakan sebagai ratio persentase antara panas yang dipindahkan ke dalam uap dan panas yang tersedia dalam bahan bakar.

#### METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada 3 aspek formal dari pengukuran kinerja yang dikemukakan oleh Spitzer (2007), oleh karena itu terdapat 3 tahapan yang dilakukan yaitu 1) melakukan identifikasi terhadap ukuran kinerja, 2) merancang proses pengukuran, dan 3) menentukan infrastruktur teknis yang akan digunakan untuk mendukung proses pengukuran.

Ukuran kinerja diidentifikasi pada tahap awal melalui hasil studi pustaka, penelitian terdahulu, dan kondisi riil pabrik gula pada umumnya. Selanjutnya, hasil identifikasi awal digunakan sebagai bahan diskusi serta konfirmasi pakar untuk menentukan ukuran kinerja yang akan digunakan. Berdasarkan ukuran kinerja yang digunakan dapat ditentukan indikator kinerja dan keterkaitan antar ukuran kinerja.

Adapun cara pengukurannya dilakukan dengan sistematis menggunakan label *linguistic* berupa rendah, sedang, dan tinggi dengan menggunakan pendekatan *Fuzzy Expert System* (FES). Hasil pengukuran kinerja diperoleh melalui agregasi nilai setiap ukuran kinerja untuk setiap jenis kinerja (kinerja strategis, operasional, dan taktis). Sistem inferensi *fuzzy* (proses perumusan pemetaan dari input ke output dengan menggunakan logika *fuzzy*) yang digunakan pada model pengukuran kinerja yang dihasilkan melalui penelitian ini adalah metode Mamdani. Adapun proses defuzzifikasi atau perubahan *output fuzzy* ke *output crisp* (bernilai tunggal) adalah metode *Centroid* (nilai tunggal dari variabel *output* dihitung dengan menemukan nilai variabel dari *center of gravity* suatu fungsi keanggotaan untuk nilai *fuzzy*).

Infrastruktur teknis yang akan digunakan untuk mendukung proses pengukuran disesuaikan dengan kebutuhan berupa *software* yang dapat

mengakomodasi fungsi-fungsi logika *fuzzy* yaitu MATLAB (versi 7.01). Verifikasi dan validasi model dilakukan dengan melakukan uji coba model pada 11 pabrik gula yang terdiri dari 6 pabrik gula berskala kecil (kapasitas giling < 3000 TCD), 2 pabrik gula berskala menengah (kapasitas giling 3000 sampai dengan 6000 TCD), dan 3 pabrik gula berskala besar (kapasitas giling > 6000 TCD). Adapun metode produksi (khususnya pada proses pemurnian nira) yang digunakan 11 pabrik gula adalah sama yaitu sulfitasi. Data yang digunakan adalah data kinerja tahun 2008.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kondisi riil pabrik gula pada umumnya, studi pustaka, dan hasil penelitian terdahulu, dilakukan identifikasi awal ukuran (variabel) kinerja untuk setiap jenis kinerja yaitu kinerja strategis (menunjukkan kemampuan sumberdaya yang dimiliki), kinerja operasional (menunjukkan kemampuan operasional), dan kinerja taktis (menunjukkan kemampuan prioritas kompetisi). Sebagai contoh diperlihatkan pada Tabel 1 beberapa pertimbangan yang digunakan untuk menentukan ukuran kinerja strategis. Hasil identifikasi awal menghasilkan 13 ukuran kinerja untuk seluruh jenis kinerja. Selanjutnya, berdasarkan diskusi dan konfirmasi pakar yang terdiri dari praktisi pabrik gula dan peneliti dari P3GI, ukuran kinerja yang akan digunakan berjumlah 10 ukuran kinerja dengan perincian 4 ukuran kinerja untuk kinerja strategis, 4 ukuran kinerja untuk kinerja operasional, dan 2 ukuran kinerja untuk kinerja taktis. Selain itu, keterkaitan antar ukuran kinerja juga diidentifikasi. Adapun jenis kinerja, ukuran kinerja dan satuan secara lengkap seperti yang terlihat pada Tabel 2. Hasil identifikasi keterkaitan antar ukuran kinerja ditunjukkan pada Gambar 1.

Berdasarkan pendekatan *Fuzzy Expert System*, ditentukan cara pengukuran kinerja pabrik gula. Kinerja pabrik gula untuk setiap jenis kinerja dikategorikan menjadi 3 yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Hasil pengukuran kinerja diperoleh melalui agregasi nilai setiap ukuran kinerja untuk setiap jenis kinerja, masing-masing ukuran

kinerja dikategorikan menjadi 3 yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

Fungsi keanggotaan ditetapkan sesuai dengan parameter (standar kinerja) yang digunakan pabrik gula berdasarkan hasil studi dokumentasi dan informasi pakar, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Hasil identifikasi *if-then rules* (dengan pertimbangan pakar) jumlah *rules* (aturan-aturan) untuk setiap jenis kinerja yaitu 81 aturan untuk kinerja strategis, 8 aturan untuk kinerja

operasional, dan 9 aturan untuk kinerja taktis. Adapun komponen-komponen *Fuzzy Expert System* (FES) untuk setiap jenis kinerja seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4. Konfigurasi yang digunakan untuk sistem inferensi yaitu Mamdani (untuk sistem *fuzzy*), Harga minimum (untuk metode "AND" dan metode "IMPLIKASI"), Harga maksimum (untuk metode "AGREGASI"), dan Centroid (untuk metode "DEFUZZY").

**Tabel 1 Pertimbangan terhadap ukuran kinerja strategis**

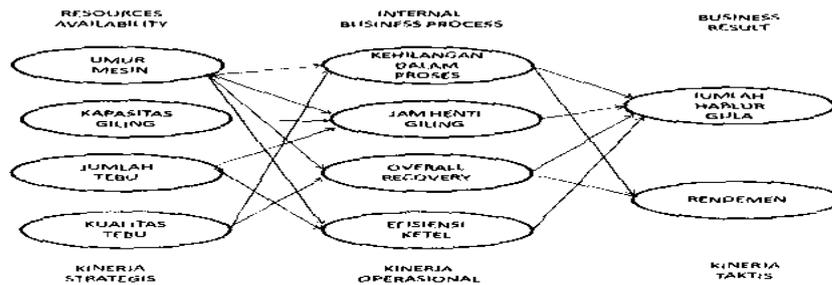
Ukuran Kinerja	Pertimbangan
Umur mesin	Tingkat keberhasilan mesin baru yang melakukan pemerahan nira mencapai 94% sedangkan mesin lama (tua) maksimal hanya mencapai 91%. Di lihat dari penggunaan uap untuk menggerakkan turbin untuk mengolah 1 kuintal tebu mesin baru hanya membutuhkan 0,4 kilogram uap sedangkan mesin lama membutuhkan 0,7 kilogram (Prihandana, 2005) Ketel ( <i>boiler</i> ) pada mesin baru efisiensinya mencapai $\geq 78\%$ dengan produksi uap per kilogram ampas $\geq 2,1$ kg sedangkan mesin lama efisiensinya $\geq 68\%$ dengan produksi uap per kilogram ampas $\geq 1,95$ kg (disbunjatim, 2008) Kapasitas giling berpengaruh terhadap kinerja pabrik gula mengingat besarnya biaya giling yang dibutuhkan, kapasitas yang rendah akan menyebabkan kinerja pabrik gula rendah (Prihandana, 2005)
Kapasitas Giling	
Jumlah Tebu	Kinerja pabrik gula sangat dipengaruhi oleh jumlah dan kualitas bahan baku (LPPM IPB,2002) Kekurangan jumlah tebu dapat menyebabkan kapasitas giling tidak dipakai secara maksimal dan akan meningkatkan jam henti giling, yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap kinerja pabrik gula (Moerdokusumo,1993)
Kualitas tebu	Kinerja pabrik gula sangat dipengaruhi oleh jumlah dan kualitas bahan baku (LPPM IPB,2002) Menggiling tebu yang berkualitas rendah akan memberatkan instalasi pabrik gula dan merupakan cara yang boros dan tidak ekonomis (Moerdokusumo,1993)

**Tabel 2 Daftar Kinerja, Variabel, dan satuan**

Kinerja	Ukuran Kinerja	Satuan
Strategis	Umur Mesin (UM)	tahun
	Kapasitas Giling (KG)	Ton Tebu Hari
	Jumlah Tebu (JT)	%
	Kualitas Tebu (KT)	Pol % tebu
Operasional	Hilang dalam Proses (HP)	% pol hilang
	Jam Henti Giling (JHG)	%
	Overall Recovery (OR)	%
	Efisiensi Ketel (EK)	%
Taktis	Hablur Gula (HG)	Ton / Ha
	Rendemen (R)	% kristal tebu

**Tabel 3 Standar kinerja untuk setiap jenis kinerja**

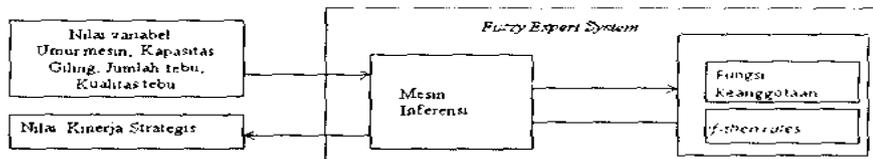
Kinerja	Rendah	Sedang	Tinggi
Strategis (KS)	$KS \leq 55$	$55 < KS < 75$	$KS \geq 75$
Operasional (KO)	$KO \leq 55$	$55 < KO < 75$	$KO \geq 75$
Taktis (KT)	$KT \leq 55$	$55 < KT < 75$	$KT \geq 75$



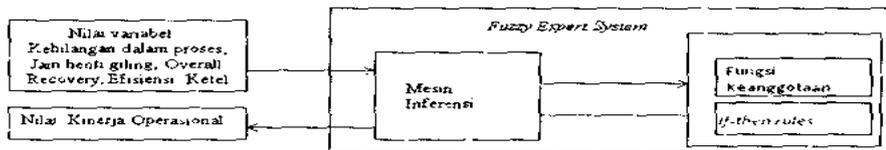
Gambar 1 Keterkaitan antar ukuran kinerja

Tabel 4. Standar kinerja untuk setiap ukuran kinerja

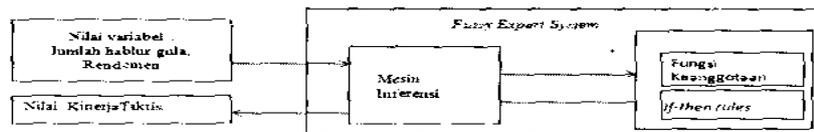
Kinerja	Ukuran Kinerja	Rendah	Sedang	Tinggi
Strategis	Umur Mesin (UM)	$UM \geq 7$	$5 < UM < 7$	$UM \leq 5$
	Kapasitas Giling (KG)	$KG \leq 3000$	$3000 < KG < 6000$	$KG \geq 6000$
	Jumlah Tebu (JT)	$JT \leq 83$	$83 < JT < 96$	$JT \geq 96$
	Kualitas Tebu (KT)	$KT \leq 9$	$9 < KT < 11$	$KT \geq 11$
Operasional	Hilang dalam Proses (HP)	$HP \geq 7$	$5 < HP < 7$	$HP \leq 5$
	Jam Henti Giling (JHG)	$JHG \leq 5$	$2,5 < JHG < 7$	$JHG \geq 2,5$
	Overall Recovery (OR)	$OR \leq 75$	$75 < OR < 85$	$OR \geq 85$
	Efisiensi Ketel (EK)	$EK \leq 70$	$70 < EK < 80$	$EK \geq 80$
Taktis	Hablur Gula (HG)	$HG \leq 6$	$6 < HG < 8$	$HG \geq 8$
	Rendemen (R)	$R \leq 6$	$6 < R < 8$	$R \geq 8$



Gambar 2. Komponen-komponen FES kinerja strategis



Gambar 3. Komponen-komponen FES kinerja operasional

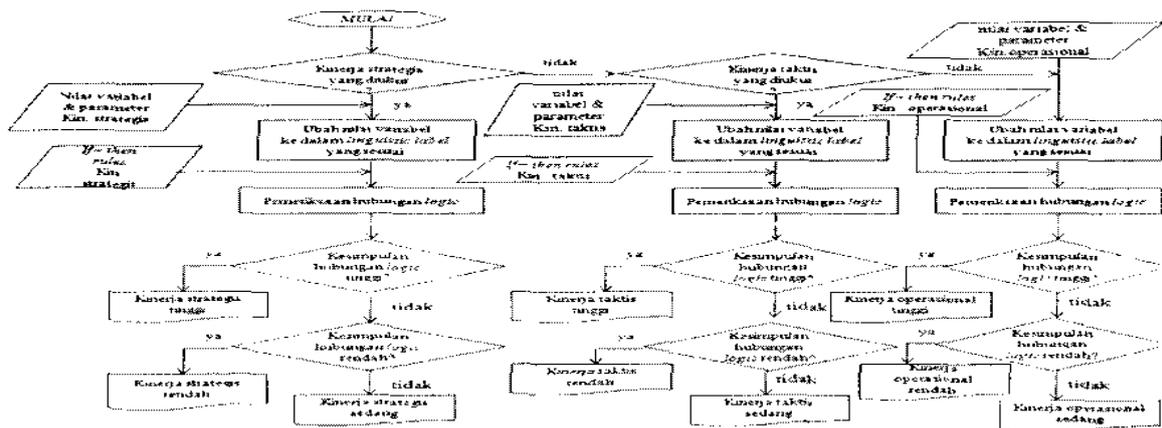


Gambar 4. komponen-komponen FES kinerja taktis

Diagram alir model pengukuran kinerja pabrik gula dapat dilihat pada Gambar 5 di atas. Hasil pengukuran kinerja 11 pabrik gula dengan menggunakan data kinerja tahun 2008 ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengukuran kinerja PG

Sala Pabrik	Pabrik Gula	Kinerja Strategis	Kinerja Operasional	Kinerja Taktis
Besar	PG4	Sedang (72,9)	Rendah (31,4)	Sedang (72,7)
	PG9	Tinggi (82,9)	Rendah (30,3)	Tinggi (78)
	PG10	Tinggi (85,1)	Rendah (30,2)	Tinggi (85,1)
Menengah	PG6	Rendah (50)	Sedang (65)	Tinggi (85,1)
	PG7	Sedang (65)	Rendah (31,9)	Sedang (65)
Kecil	PG1	Rendah (30)	Rendah (30)	Rendah (36,8)
	PG2	Sedang (65)	Sedang (65)	Sedang (65)
	PG3	Rendah (30)	Rendah (31,3)	Sedang (65)
	PG5	Rendah (30)	Sedang (65)	Sedang (65)
	PG8	Rendah (30)	Rendah (30)	Tinggi (77,3)
	PG11	Rendah (30)	Rendah (36,4)	Sedang (65)



Gambar 5. Diagram alir model pengukuran kinerja pabrik gula

Hasil dari verifikasi model ini menunjukkan bahwa logika model telah sesuai dengan kondisi aktual di pabrik gula, sedangkan hasil dari validasi model menunjukkan bahwa hasil pengukuran kinerja menggunakan model yang dihasilkan telah sesuai dengan nilai kinerja aktual. Oleh karena itu, model pengukuran kinerja yang dihasilkan ini dapat direkomendasikan untuk mengukur kinerja pabrik gula.

#### KESIMPULAN

Model pengukuran kinerja pabrik gula menggunakan pendekatan *fuzzy expert system* dapat direkomendasikan untuk mengukur kinerja pabrik gula. Hasil pengukuran kinerja menunjukkan bahwa 1) rerata kinerja strategis untuk skala pabrik menengah dan kecil adalah rendah sedangkan untuk skala besar adalah tinggi; 2) rerata kinerja operasional pada semua skala pabrik gula adalah rendah; 3) rerata kinerja taktis pada skala menengah dan kecil adalah sedang, dan untuk skala besar adalah tinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Lembaga Penelitian IPB, (2002), Studi Pengembangan Sistem Industri Pergulaan Nasional.
2. Lembaga Penelitian IPB, (2002), Studi Pengembangan Agribisnis Pergulaan Nasional.
3. Amaratunga, D., David B., (2002), Moving from performance

measurement to performance management. *Facilities* 20 (5/6): 217-223.

4. Arifin, B, (2008), Ekonomi Swasembada Gula Indonesia. *Economic Review* No. 211 : 1 - 12.
5. Chan D.C.K., Yung, Andrew W.H. (2002), An application of fuzzy sets to process performance evaluation. *Integrated Manufacturing System* 13(4) : 237-246.
6. Denton D.K., (2005), *Measuring relevant things. International Journal of Productivity and Performance Management* 54 (4):278 - 287.
7. Effendi, Achmad, (2009), *Teknologi Gula*. Jakarta : Penerbit BeeMarketer Institute
8. Kusumadewi S., (2003), *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu.
9. Kusumadewi S., Hari P. (2004), *Aplikasi logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu.
10. LaBonte T.J. (2003), Building a new performance vision for results. *Industrial and Commercial Training* 35 (1) : 33-37.
11. Manalu, Lamhot P., (2009), Analisis Kinerja Pabrik Gula Dengan Metoda DEA (Data Envelopment Analysis). *Jurnal Hasil Penelitian Universitas Djuanda* Volume 1 No. 2.