

## DESAIN SISTEM PAKAR UNTUK INTERPRETASI BAGAN KENDALI MUTU PAKAN

Erlin Trisyulianti<sup>1</sup>, Hatrisari Hardjomidjojo<sup>2</sup>, Yandra Arkeman<sup>2</sup>, dan Asep Saefuddin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

<sup>3</sup>Departemen Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB

### ABSTRACT

*The objective of feed production process is to generate high quality of feed livestock with parameter good physical, nutrition characteristics, continuity, palatability and safety feed. It is needs to be supported by optimum performance of process production. Control chart are the most effective tool to analyze performance of production process.*

*The general objective of this research is to study quality control system and application of quality management in feed production industry. The spesific objective in this research is to design an expert system for feed control chart interpretation based on basic knowledge being made by doing knowledge acquisition.*

*Feed control chart interpretation was conducted to analyze factors that caused uncontrollable condition in feed production. Interpretation control chart that is usually carried by expert, for this practical function in feed industry, furthermore designed in expert system.*

*Model design was conducted in two steps, (1) preparation, and (2) development, System development consisted of (a) basic knowledge development in knowledge acquisition, knowledge conceptualization, and knowledge representation, (b) development of inference mechanism, (c) coding, and (d) verification.*

*The Expert System showed that if data distribution is random and normal, then process is in controllable condition. If it shows one of seven patterns (one point out of control, cycles, mixture pattern, trend, a shift in process level, six point in a row under or upper median and stratification), then the process is confirming uncontrollable condition. If process is uncontrollable, expert system would interpret the causes and recommend that it should be done by supervisor/operator.*

**Keywords:** *expert system, intrepretat, control chart, process, feed*

### PENDAHULUAN

Pada Industri pakan, proses produksi bertujuan menghasilkan produk pakan ternak berkualitas dan berkesinambungan, untuk itu perlu didukung dengan kinerja proses produksi yang baik. Menurut Heizer dan Render (1999), pengembangan kualitas akan menyebabkan peningkatan respon pelanggan, harga jual yang meningkat dan mengembangkannya reputasi sehingga akan mendobrak nilai penjualan.

Bagan Kendali Mutu (BKM) merupakan alat efektif untuk melihat kinerja suatu proses (Kolarik, 1996). Keuntungan BKM adalah : (1) mengendalikan produksi secara *on process*, (2) memantau proses secara terus menerus agar tetap stabil, (3) meningkatkan produksi, (4) pengendali efektif dalam pencegahan cacat, (5) mencegah penyesuaian yang tidak perlu, dan (6) memberikan informasi yang diagnostis.

Menurut Vincent (1998) pada dasarnya BKM dipergunakan untuk : (1) menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian statistik, (2) memantau proses terus menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara statistik dan hanya mengandung variasi penyebab-umum, dan (3)

menentukan kemampuan proses (*proses capability*). Setelah proses berada dalam pengendalian statistikal, batas-batas dari variasi proses dapat ditentukan.

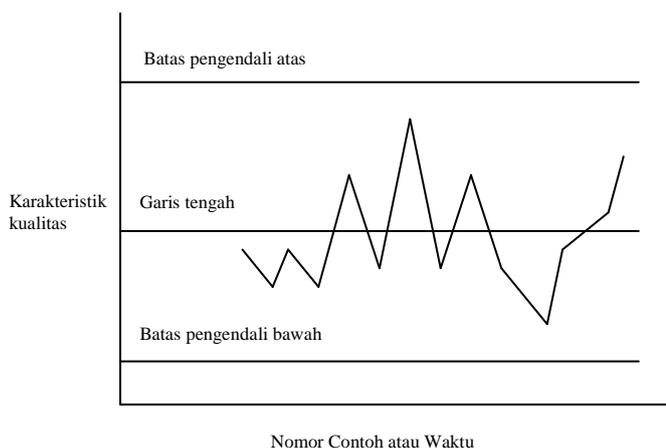
Ketidakterkendalian proses akan mempengaruhi kesinambungan kualitas pakan yang dihasilkan. Pada kenyataannya penggunaan BKM di industri pakan jarang digunakan karena memerlukan waktu dalam perhitungan, terutama untuk interpretasinya hanya dapat dilakukan dengan bantuan pakar. Penggunaan pakar untuk menginterpretasikan BKM relatif mahal dan tidak praktis. Dengan demikian pengembangan sistem pakar untuk pengembangan interpretasi BKM merupakan suatu terobosan penting yang diharapkan memudahkan industriawan pakan mengendalikan proses produksi. Lebih jauh, interpretasi BKM dengan sistem pakar diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan objektivitas dalam pengendalian kualitas produk.

Penelitian ini bertujuan mendesain sistem pakar berdasarkan basis pengetahuan untuk interpretasi BKM pakan. Desain sistem pakar tersebut kemudian diimplementasikan dalam bentuk perangkat lunak komputer yang dinamakan *Quality Control Chart Interpretation Expert System (QC-CIES)*.

## METODE

### Kerangka Pemikiran

Kualitas produk pakan ditentukan oleh kinerja proses produksi pakan. Kinerja proses secara lebih jauh dapat menggambarkan kondisi proses ideal/terkendali ataukah tidak ideal/tidak terkendali. Alat bantu yang efektif untuk melihat kinerja proses produksi pakan adalah BKM (Moongomery, 1991 ; Vincent, 1998; dan Besterfield,1990). Bentuk dasar BKM dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk dasar bagan kendali mutu (Moontgomery, 1991)

Dengan rumusan :

$$\begin{aligned} \text{BPA} &= \mu_w + k\sigma_w \\ \text{Garis Tengah} &= \mu_w \\ \text{BPB} &= \mu_w - k\sigma_w \end{aligned}$$

Dimana :

- $\mu_w$  = garis tengah w.
- k = jarak batas-batas pengendali dari garis tengah yang dinyatakan dalam unit deviasi standar.
- $\sigma_w$  = deviasi standar w.

BKM pakan dibuat berdasarkan input data kondisi produksi pakan khususnya *conditioning* dan *expanding* pada satuan waktu tertentu terhadap suhu sebagai karakteristik kualitas. Sebaran data pada BKM pakan secara statistik akan menjelaskan apakah proses produksi berada dalam kondisi terkendali ataukah tidak terkendali. Jika sebaran data bersifat random/acak dan berada dalam batas kendali, maka proses berada dalam keadaan terkendali.

Jika sebaran data bersifat sistematis atau membentuk pola tertentu, atau berada di luar batas kendali, maka proses dikatakan tidak terkendali.

Jika suatu sebaran data menunjukkan suatu pola out of control, trend, campuran, pelarian, siklis, stratifikasi, dan pergeseran pada tingkat proses maka disebut proses tidak terkendali (Anonim, 2005; Moontgomery, 1998, Besterfield, 1990; dan Farnum, 1998).

Interpretasi BKM untuk menjelaskan apakah proses terkendali atau tidak terkendali biasanya dilakukan oleh pakar. Begitu juga dengan rekomendasi tindakan jika proses dalam kondisi tidak terkendali. Interpretasi oleh pakar adalah mahal dan tidak praktis. Oleh karena itu dibuatlah sistem pakar. Sistem pakar diharapkan dapat menginterpretasikan BKM secara praktis dan ekonomis.

Sistem pakar adalah sistem perangkat lunak komputer yang menggunakan ilmu, fakta dan teknik berpikir dalam pengambilan keputusan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang hanya bisa diselesaikan oleh tenaga pakar dalam bidang yang bersangkutan (Kandel, (1991), Dagli dan Alice (1991) serta Marimin, (1992)).

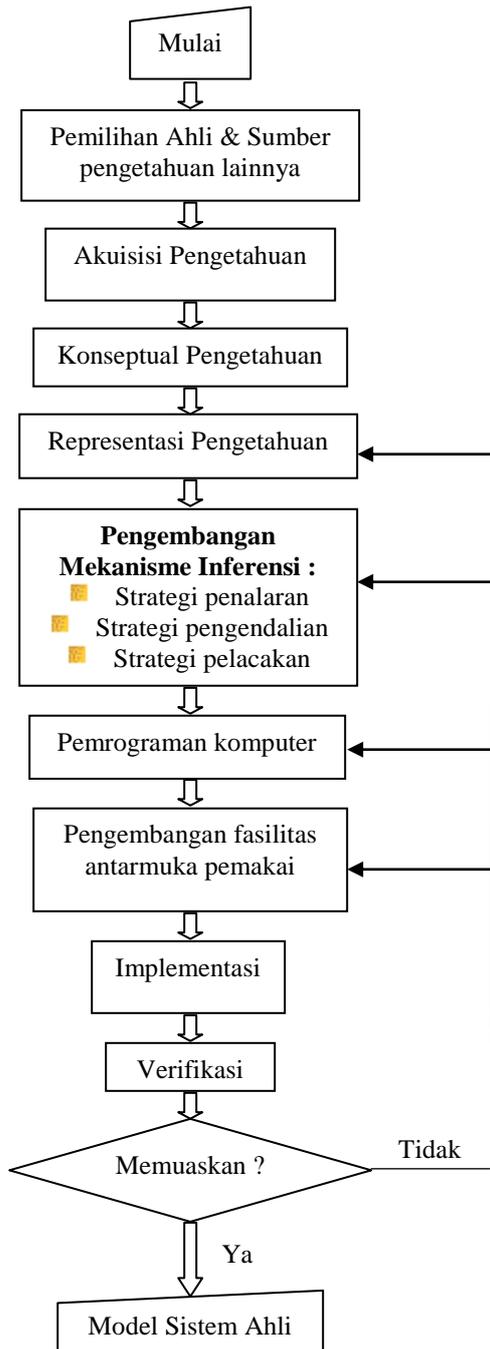
Pada penelitian ini desain sistem pakar akan menunjukkan apakah proses terkendali atau tidak terkendali. Berdasarkan basis pengetahuan berupa akuisisi pengetahuan, konseptualisasi pengetahuan, dan representasi pengetahuan, sistem pakar akan dapat menginterpretasikan ketidakterkendalian proses dan memberikan rekomendasi perbaikan proses. Ketidakterkendalian proses produksi dapat disebabkan oleh lima faktor utama yaitu (1) variasi bahan baku, (2) lemahnya prosedur, (3) operator yang tidak terlatih, (4) pemeliharaan mesin, dan (5) kondisi lingkungan.

### Perancangan Model Sistem Pakar

Perancangan model dilakukan dengan dua tahapan yaitu : tahap persiapan dan tahap pengembangan. Tahap persiapan meliputi : formulasi permasalahan, penetapan tujuan, ruang lingkup dan tujuan sistem pakar, studi pustaka, pemilihan pakar, dan pemilihan bahasa komputer yang digunakan. Tahap studi pustaka perlu dilakukan untuk memperoleh pengetahuan mengenai interpretasi BKM dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Pemilihan pakar sangat penting dilakukan untuk memperoleh basis pengetahuan yang akurat dan tepat. Pakar yang dipilih adalah pakar manajemen kualitas industri pakan, pakar *quality control* industri pakan, pakar nutrisi pakan, dan pakar industri makanan ternak.

Pengembangan Sistem pakar terdiri dari beberapa tahap yaitu (a) pengembangan basis pengetahuan berupa akuisisi pengetahuan, konseptualisasi pengetahuan, dan representasi pengetahuan, (b) pengembangan mekanisme inferensi, (c) pemrograman komputer, dan (d) verifikasi. Tahapan permodelan dapat dilihat pada Gambar 2.



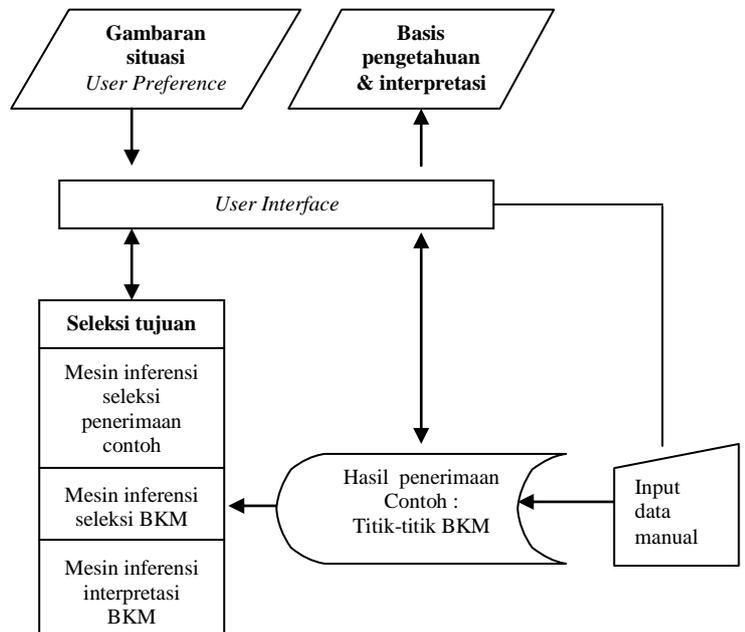
Gambar 2. Tahapan permodelan sistem pakar untuk pengembangan interpretasi BKM pakan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Permodelan Sistem Ahli

Pada model QC-CIES Interpretasi BKM merupakan suatu tahapan pengendalian proses yang dapat menunjukkan suatu proses terkendali atau tidak terkendali. Jika sebaran data pada BKM adalah random dan normal maka proses berada dalam

keadaan terkendali. Jika BKM yang dihasilkan membentuk pola, salah satu dari tujuh pola yang ada maka proses dinyatakan tidak terkendali. Jika proses tidak terkendali, sistem ahli akan merekomendasikan tindakan yang harus dilakukan oleh supervisor atau operator. Arsitektur permodelan sistem ahli dapat dilihat pada Gambar 3.



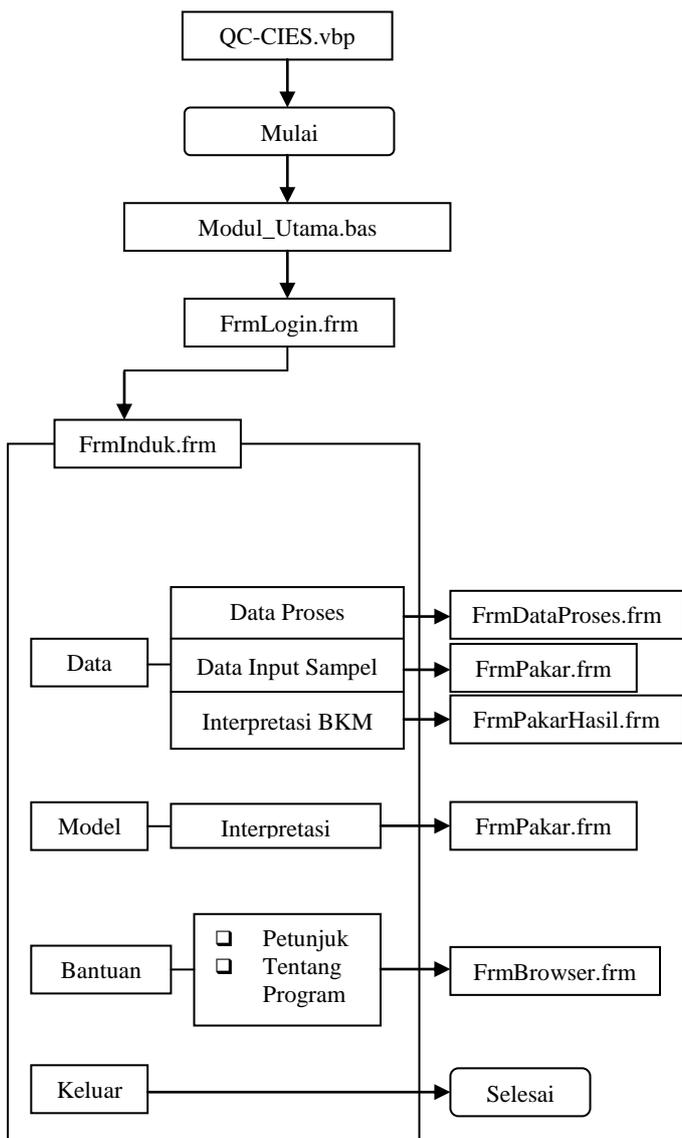
Gambar 3. Arsitektur sistem pakar untuk interpretasi BKM pakan

Pada model QC-CIES Interpretasi BKM merupakan suatu tahapan pengendalian proses yang dapat menunjukkan suatu proses terkendali atau tidak terkendali. Jika sebaran data pada BKM adalah random dan normal maka proses berada dalam keadaan terkendali. Jika BKM yang dihasilkan membentuk pola, salah satu dari tujuh pola yang ada maka proses dinyatakan tidak terkendali. Jika proses tidak terkendali, sistem ahli akan merekomendasikan tindakan yang harus dilakukan oleh supervisor atau operator.

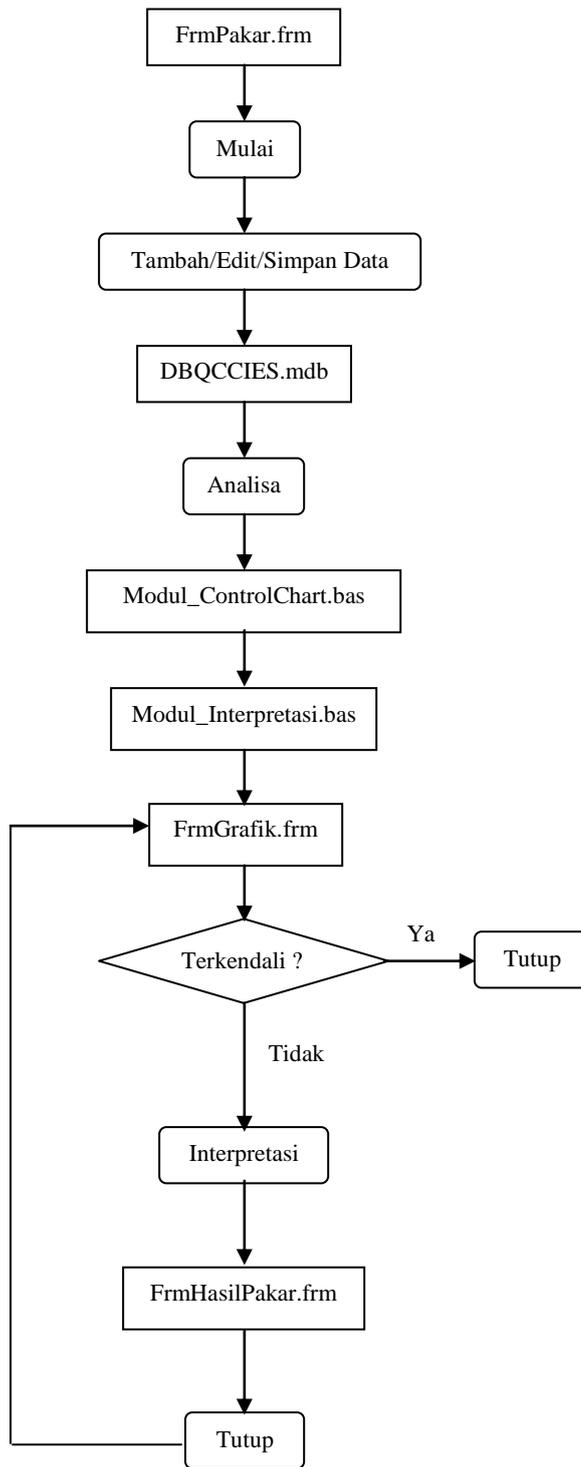
QC-CIES merupakan *software* yang siap pakai/langsung diinstal ke semua PC berbasis windows. Setelah QC-CIES diinstal, QC-CIES langsung dapat digunakan karena sudah merupakan *application* (QC-CIES.exe). Semua model yang terdapat dalam QC-CIES sudah terintegrasi menjadi satu ke dalam satu file (QC-CIES.exe), sehingga QC-CIES tidak memanggil file-file pembentuk model, melainkan hanya memanggil file database (Microsoft Acces Database) dan file-file informasi pendukung QC-CIES .

QC-CIES dirancang menggunakan bahasa pemrograman Microsoft Visual Basic versi 6. Rancangan QC-CIES ini disimpan dalam satu file project (Visual Basic Project). File QC-CIES Project

ini terdiri dari beberapa file pembentuk model (form), yaitu form induk (frmInduk.frm), form Interpretasi BKM (frmPakar.frm), form hasil interpretasi (frmHasilPakar.frm), form Tampilan Grafik (frmGrafik.frm), form Pengawasan Mutu Proses Pakan (frmModelWastu.frm), form Data Proses Pakan (frmDataProses.frm), form Informasi (frmBrowser.frm) dan form Login Pengguna (frmLogin.frm). File QC-CIES Project ini juga terdapat file-file pembentuk aturan (Modules), yaitu Modul Utama (Modul\_utama.bas), Modul Pembuat Control Chart (Modul\_Control.bas) dan Modul Interpretasi BKM (Modul\_Interpretasi.bas). Untuk lebih jelasnya, rancangan QC-CIES Project dapat dilihat pada Gambar 4, sedangkan rancangan Model Interpretasi BKM Kendali Mutu pakan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Arsitektur QC-CIES Project



Gambar 5. Arsitektur Model Interpretasi BKM (frmPakar.frm) dalam QC-CIES Project

**Akuisisi Pengetahuan Interpretasi BKM Pakan**

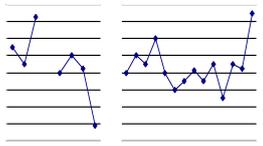
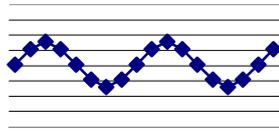
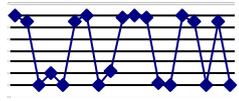
BKM pakan pada QC-CIES ditujukan untuk melihat apakah kondisi proses dalam keadaan terkendali atau tidak terkendali. Pada penelitian ini difokuskan pada mesin *conditioner* dan *expander*.

Karakteristik mutu yang dijadikan parameter adalah suhu. Data suhu diambil sebanyak 12 titik contoh. Data-data tersebut kemudian dimasukkan ke dalam tabel input pada model QC-CIES. Program akan membaca titik-titik contoh dan menghitung rata-ran (*mean*), Batas Pengendali Atas (BPA), dan Batas Pengendali Bawah (BPB). Perhitungan rata-ran, BPA dan BPB sebagai dasar bagi model QC-CIES untuk membentuk BKM. Sebaran Titik-titik contoh dari BKM yang dihasilkan akan dianalisis oleh model berdasarkan basis pengetahuan yang ada untuk dinyatakan apakah proses dalam keadaan terkendali atau tidak terkendali. Selanjutnya, model sistem pakar QC-CIES berdasarkan basis pengetahuan yang ada akan menginterpretasikan BKM dan memberi-

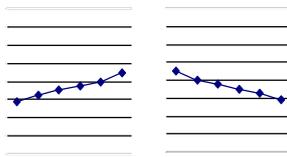
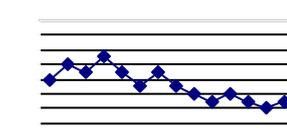
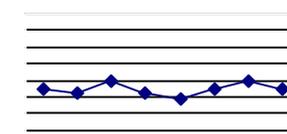
kan rekomendasi tindakan jika proses tidak terkendali.

Sebaran data BKM pakan yang bersifat random dan dalam batas kendali atau tidak membentuk pola yang sistematis menunjukkan bahwa proses terkendali. Sedangkan sebaran data yang membentuk pola yang sistematis, atau random tetapi berada di luar batas kendali menunjukkan proses tidak terkendali. Jika proses tidak terkendali, maka sistem ahli akan merekomendasikan tindakan yang harus dilakukan operator atau supervisor. Pola data yang sistematis dalam penelitian ini dikategorikan menjadi tujuh yaitu, perubahan mendadak, siklis, pelarian, campuran, trend, pergeseran proses, dan stratifikasi. Akuisisi pengetahuan untuk interpretasi BKM dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Interpretasi BKM di industri pakan untuk beberapa Ketidakstabilan Proses

| No. | POLA  | INTERPRETASI   | REKOMENDASI  |
|-----|---|--|--|
| 1   | <p><b>Perubahan mendadak</b></p>  <p>Satu titik berada di luar kontrol secara mendadak</p>  | <p><b>Operator :</b><br/>Seorang yang baru atau tidak berpengalaman atau salah menghitung batas kontrol</p> <p><b>Bahan baku :</b><br/>Sifat fisik dan kimia bahan baku yang bervariasi, perbedaan bahan baku</p> <p><b>Mesin :</b><br/>Mesin memiliki peralatan baru yang merubah setting dasar</p> <p><b>Lingkungan :</b><br/>perubahan lingkungan fisik seperti kelembaban dan kontaminasi yang mengganggu kualitas bahan baku.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Training operator,</li> <li>• Cari operator yang tingkatan lebih tinggi dan berpengalaman.</li> <li>• Tambah <i>sampling rate</i></li> <li>• Pertimbangkan ganti penyalur</li> <li>• Campur BB dengan yang berkualitas baik.</li> </ul> <p>Setting peralatan kembali secara benar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perhatikan gudang, tata letak penyimpanan BB</li> <li>• Pasang <i>blower</i> dan atur aliran udara</li> </ul> |
| 2   | <p><b>Siklis atau Periodisitas</b></p>  <p>Bila titik-titik menunjukkan pola perubahan yang sama sepanjang interval yang sama.</p> | <p><b>Operator :</b><br/>Perbedaan operator dalam suatu proses yang berbeda (rotasi operator)</p> <p><b>Mesin :</b><br/>Proses dan pemeriksaan peralatan pada perbedaan shifts adalah berbeda.</p> <p><b>Lingkungan :</b><br/>perubahan lingkungan karena suhu dan kelembaban</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Penuangan bahan baku lakukan pada siang hari</li> <li>• Geser operator ke tempat yang tidak kritikal.</li> <li>• untuk shift malam, sediakan fasilitas akomodasi tambahan.</li> </ul> <p>Lakukan pemeriksaan mesin di siang hari</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perhatikan gudang, tata letak penyimpanan bahan baku</li> <li>• Pasang <i>blower</i> dan atur aliran udara</li> </ul>   |
| 3   | <p><b>Campuran atau me-rangkul batas kendali</b></p>  <p>Bila titik-titik mendekati garis batas kendali</p>                        | <p><b>Metode :</b><br/>Perbedaan operator menggunakan perbedaan metode untuk memproduksi produk</p> <p><b>Mesin :</b><br/>Satu grafik memperlihatkan produksi dari dua mesin, terutama dengan merk berbeda.</p>  | <p>Perbaiki metode, gunakan metode standar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengamatan lebih intensif pada kedua mesin</li> <li>• Kalibrasi alat ukur</li> </ul>   |

Tabel 1. Interpretasi BKM di industri pakan untuk beberapa Ketidakstabilan Proses (Lanjutan)

| No. | POLA   | INTERPRETASI  | REKOMENDASI  |
|-----|--|---|--|
| 4   | <p><b>Trend</b></p>  <p>Bila terdapat kenaikan atau penurunan kontinu, tepatnya 6 titik menurun atau meningkat.</p>   | <p><b>Operator :</b><br/>Pengawas pengukur produk yang baru dan kelelahan operator</p> <p><b>Metode :</b><br/>Metode dirubah</p> <p><b>Mesin :</b><br/>Fixture atau die dalam mesin mengalami kelonggaran secara gradual, pengukuran peralatan dirubah, penurunan mesin secara perlahan-lahan dan semakin memburuk</p>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tingkatkan pengawasan operator</li> <li>• Tingkatkan peran supervisor</li> </ul> <p>Isolasi proses</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lakukan <i>setting</i> mesin secara periodik berdasarkan jumlah ton pakan yang diproduksi</li> <li>• Lakukan pergantian <i>spare part</i> secara periodik.</li> </ul> |
| 5   | <p><b>Pergeseran dalam ting-kat proses <sup>1</sup></b></p>  <p>Bila titik-titik cenderung bergeser dari garis pusat</p>  | <p><b>Operator :</b><br/>Pengenalan operator baru, perubahan dalam perhatian, keterampilan dan motivasi</p> <p><b>Bahan baku :</b><br/>Penggunaan bahan baku baru.</p> <p><b>Metode :</b><br/>Pengenalan metode baru, atau standar pemeriksaan baru</p> <p><b>Mesin :</b><br/>Penggunaan mesin baru, atau setting baru dari suatu peralatan</p>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pertukaran shift</li> <li>• Pelatihan</li> <li>• Pemberian <i>reward</i> dan <i>punishment</i></li> <li>• Atur jadwal pro-duksi</li> </ul> <p>Cek hasil <i>test farm</i></p> <p>Ganti variable ukur</p> <p>Perbaiki setting mesin</p>   |
| 6   | <p><b>Pelarian</b></p>  <p>Bila titik cenderung terletak pada satu sisi saja dari garis median, bila pergeseran atau pelarian mempunyai 7 titik atau 8 titik atau bila 10 keluar dari 11 titik.</p> | <p><b>Operator :</b><br/>Pengawas pengukur produk yang baru, perbedaan interpretasi.</p> <p><b>Mesin :</b><br/>Fixture atau die dalam mesin mengalami kelonggaran secara gradual, atau pengukuran peralatan dirubah.</p> <p><b>Lingkungan :</b><br/>Debu atau kontaminan di dalam ruangan bertambah banyak dan membentuk sesuatu yang memburuk.</p> | <p><i>Crosscek</i> antar operator</p> <p>Perbaiki mesin</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jaga kebersihan ruangan</li> <li>• Atur aliran udara di ruang pro-duksi, cek kondisi penyedot/ penyaring debu.</li> </ul>   |
| 7   | <p><b>Stratifikasi/merangkul garis pusat</b></p>  <p>Bila titik-titik mendekati garis pusat</p>   | <p><b>Operator :</b><br/>Perhitungan batas kendali yang salah, proses pengambilan sampel mengumpulkan satu atau beberapa unit dari beberapa distribusi pokok yang berbeda. Jika unit terbesar dan terkecil dalam setiap sampel relatif serupa, maka variabilitas yang diamati akan kecil tidak wajar.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ulangi pengambilan sample secara benar</li> <li>• Kelompokkan data berdasarkan distribusi pokoknya.</li> <li>• Hitung batas kendali secara tepat.</li> </ul>  |

**Implementasi**

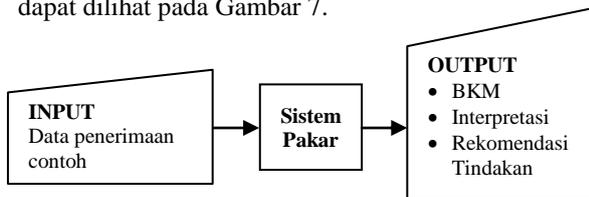
QC-CIES diimplementasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman visual basic 6.0. Aturan-aturan dalam sistem pakar disusun dalam rangkaian logika IF <premise> THEN

<consequence> yang terdapat pada modul yang disediakan bahasa pemrograman tersebut.

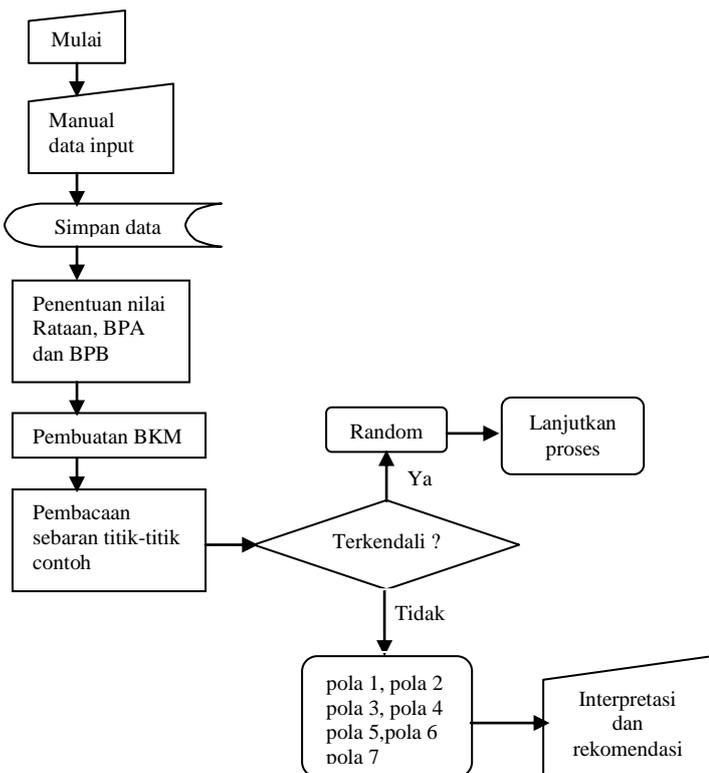
Sistem pakar QC-CIES menginterpretasi BKM pakan dengan input titik-titik penerimaan contoh suhu pada mesin *conditioning* dan *expanding*. Jumlah titik-titik penerimaan contoh yang disediakan sebanyak 12 titik (k=12) yang

diambil datanya pada per satuan waktu tertentu, misalnya setiap 15 menit, 30 menit atau satu jam, dengan dua kali ulangan ( $n=2$ ). Titik-titik penerimaan contoh ini kemudian akan dihitung nilai rata-rannya ( $\bar{x}$ ), nilai Batas Pengendali Atas (BPA) dan Batas Pengendali Bawah (BPB). Rumusan perhitungan BPA, Garis Tengah dan BPB adalah sebagai berikut (Montgomery, 1991):

Hasil perhitungan rata-ran, BPA dan BPB dan sebaran titik-titik penerimaan contoh kemudian diinterpretasikan oleh sistem pakar apakah proses dalam kondisi terkendali atau tidak terkendali. Jika terkendali maka sistem pakar akan merekomendasikan untuk melanjutkan proses, sedangkan jika tidak terkendali maka sistem pakar akan merekomendasikan tindakan yang harus dilakukan operator atau supervisor. Diagram input dan output sistem pakar BKM pakan dapat dilihat pada Gambar 6. Sedangkan diagram alir deskriptif sistem pakar BKM pakan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Diagram input output Sistem Pakar BKM pakan

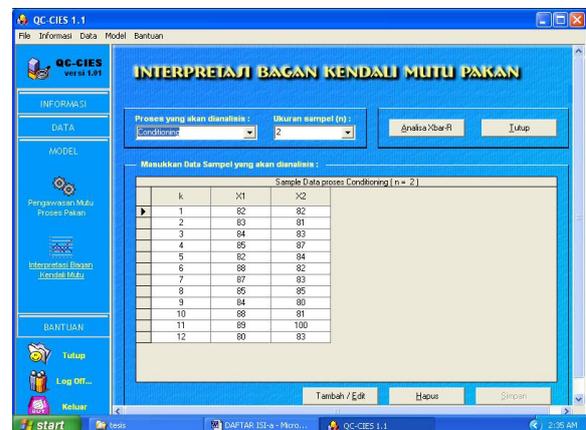


Gambar 7. Diagram alir deskriptif model sistem pakar BKM pakan

Strategi inferensi yang digunakan dalam sistem pakar ini adalah strategi penalaran pasti, yaitu *modes ponens*. Sedangkan strategi pengendaliannya disesuaikan dengan cara ahli berpikir yaitu teknik mata rantai ke belakang (*backward chaining*). Metode pelacakan adalah dengan cara *tree search with pruning*. Dengan metode ini pelacakan dilakukan lebih efisien. Dengan teknik tersebut pelacakan pada suatu cabang akan terhenti bila didapatkan nilai yang salah atau tidak ada dan sistem akan melanjutkan ke sistem lain.

### Tampilan Model

Model sistem pakar QC-CIES untuk interpretasi bagan kendali mutu menyediakan fasilitas dialog dengan user berupa tampilan tabel input data (Gambar 8). Banyaknya jumlah penerimaan contoh yang dapat dimasukkan sebanyak 12 titik penerimaan contoh dengan 2 kali ulangan ( $n=2$ ). Model QC-CIES juga menyediakan fasilitas tabel untuk 3 kali ulangan ( $n=3$ ).



Gambar 8. Tampilan input data BKM pakan

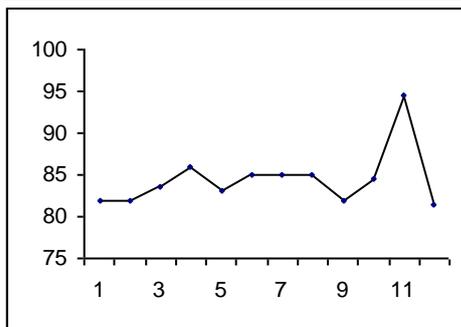
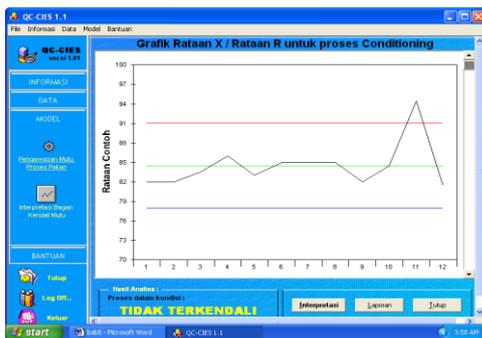
Interpretasi BKM akan menunjukkan apakah suatu proses dalam keadaan terkendali atau tidak terkendali. Jika sebaran datanya tidak membentuk pola, maka proses dalam kondisi terkendali, dan jika sebaran data membentuk pola yaitu perubahan mendadak, siklis, campuran, trend, pergeseran pada tingkat proses, merangkul garis batas, dan stratifikasi maka proses dinyatakan tidak terkendali. Sistem ahli akan merekomendasikan tindakan yang harus dilakukan operator/supervisor.

### Perubahan mendadak

Perubahan mendadak adalah satu pola dimana satu titik secara mendadak berada di luar kendali. Hal ini menunjukkan proses tidak terkendali. Model menginterpretasikan bahwa perubahan mendadak yang terjadi dapat disebabkan karena operator

(seseorang yang baru atau tidak berpengalaman atau salah menghitung batas kontrol), bahan baku (sifat fisik dan kimia bahan baku yang bervariasi serta perbedaan bahan baku), mesin (memiliki peralatan baru yang merubah setting dasar) dan lingkungan (perubahan lingkungan fisik seperti kelembaban dan kontaminasi yang mengganggu kualitas bahan baku).

Kemudian model merekomendasikan tindakan berdasarkan interpretasi BKM yang diberikan (Tabel 1). Verifikasi model dilakukan dengan menggunakan data sekunder dari pabrik pakan dibandingkan dengan BKM yang dihasilkan Microsoft Excel (Gambar 9). Pada Gambar 5 terlihat bakwa BKM yang dihasilkan oleh model QC-CIES mempunyai pola yang sama dengan BKM yang dihasilkan oleh MS-excel.



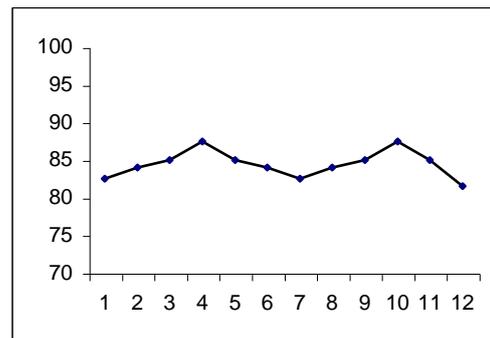
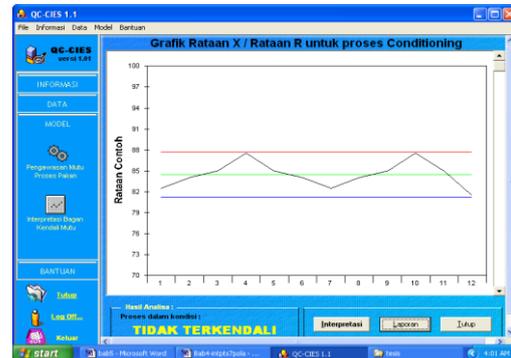
Gambar 8. Verifikasi model hasil perbandingan BKM pakan model QC-CIES dengan MS-excel pada pola perubahan mendadak

**Siklis/periodisasi**

Bila titik-titik menunjukkan pola perubahan yang sama sepanjang interval yang sama, maka datanya menyebar secara siklis/periodisasi. Jika hal itu terjadi, maka dinyatakan proses tidak terkendali. Model menginterpretasikan bahwa siklis dapat disebabkan rotasi operator, proses dan pemeriksaan peralatan pada perbedaan shift adalah berbeda dan perubahan lingkungan karena suhu dan kelembaban.

Kemudian model merekomendasikan tindakan berdasarkan interpretasi BKM yang diberikan (Tabel 1). Verifikasi model dilakukan dengan membandingkan BKM hasil QC-CIES dengan MS-

Excel (Gambar 9). Pada Gambar 9 terlihat bakwa BKM yang dihasilkan oleh model QC-CIES mempunyai pola yang sama dengan BKM yang dihasilkan oleh MS-excel.



Gambar 9. Verifikasi data sekunder BKM hasil QC-CIES dibandingkan dengan MS-excel untuk pola sebaran data siklis

**Pergeseran pada tingkat proses**

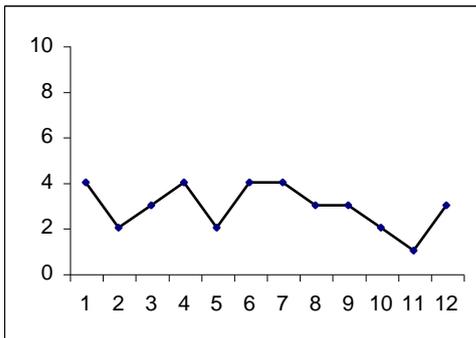
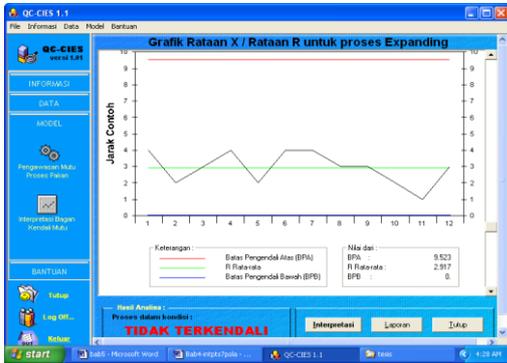
Bila titik-titik cenderung bergeser dari garis pusat menunjukkan pola pergeseran pada tingkat proses. Hal ini merupakan gambaran ketidakstabilan proses yang disebabkan oleh pengenalan operator baru, perubahan dalam perhatian, keterampilan dan motivasi, penggunaan bahan baku baru, pengenalan metode baru atau standar pemeriksaan baru, dan penggunaan mesin baru, ukuran, atau setting baru dari suatu peralatan.

Verifikasi BKM dilakukan dengan menggunakan data sekunder industri pakan dan membandingkan BKM hasil QC-CIES dengan MS-Excel (Gambar 10). Pada Gambar 10 terlihat bakwa BKM yang dihasilkan oleh model QC-CIES mempunyai pola yang sama dengan BKM yang dihasilkan oleh MS-excel.

**Campuran**

Pola Campuran ditunjukkan apabila titik-titik yang tergambar cenderung jatuh dekat atau

sedikit di luar batas pengendalii, dengan titik-titik yang relatif sedikit garis tengah. Hal ini menunjukkan ketidakstabilan proses yang disebabkan oleh perbedaan operator menggunakan perbedaan metode untuk memproduksi produk ataupun bisa juga karena satu grafik memperlihatkan produksi dari dua mesin terutama dengan merk berbeda.



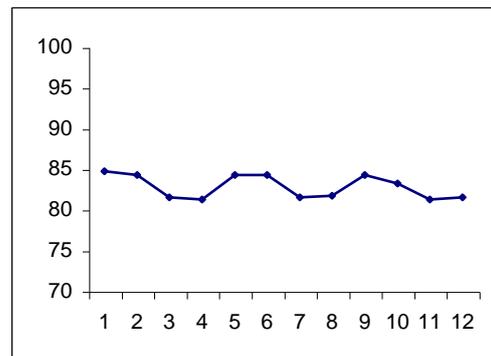
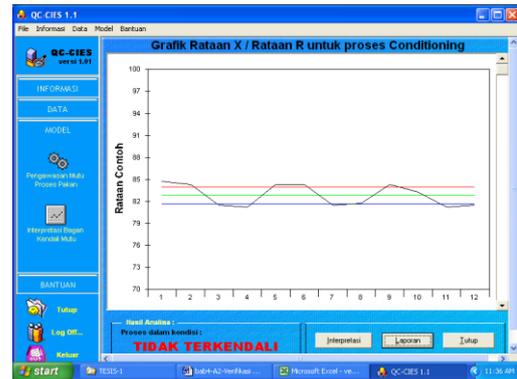
Gambar 10. Verifikasi data sekunder BKM hasil QC-CIES dibandingkan dengan MS-excel untuk pola sebaran data pergeseran pada tingkat proses

Kemudian model merekomendasikan tindakan berdasarkan interpretasi BKM yang diberikan (Tabel 1). Verifikasi model dilakukan dengan menggunakan data sekunder dari pabrik pakan dibandingkan dengan BKM yang dihasilkan Microsoft Excel (Gambar 11). Pada Gambar 11 terlihat bahwa BKM yang dihasilkan oleh model QC-CIES mempunyai pola yang sama dengan BKM yang dihasilkan oleh MS-excel.

### Trend

Bila titik-titik cenderung meningkat atau menurun sebanyak 6 titik secara continue, maka pola datanya disebut Trend. Hal ini merupakan gambaran ketidakstabilan proses yang disebabkan oleh pengawas pengukur produk yang baru dan kelelahan operator, metode dirubah lebih dari waktu memproduksi lebih baik atau lebih buruk, *fixture* atau *die* mesin mengalami kelonggaran secara

gradual, atau penurunan mesin secara perlahan-lahan makin lama makin buruk.



Gambar 11. Verifikasi data sekunder BKM hasil QC-CIES dibandingkan dengan MS-excel untuk pola sebaran data campuran

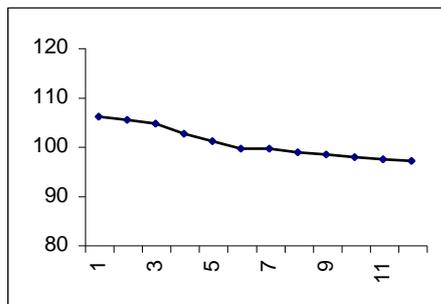
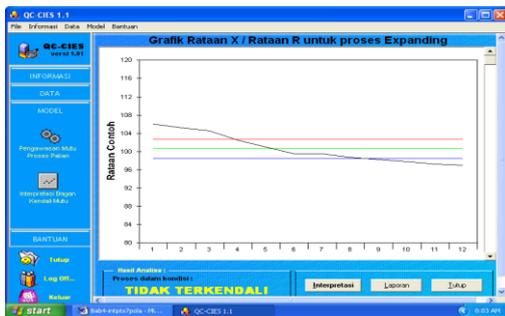
Verifikasi BKM dilakukan dengan menggunakan data sekunder industri pakan. Hasil BKM yang dihasilkan QC-CIES dibandingkan dengan BKM hasil MS-excel (Gambar 12). Kemudian model merekomendasikan tindakan berdasarkan interpretasi BKM yang diberikan (Tabel 1). Pada Gambar 12 terlihat bahwa BKM yang dihasilkan oleh model QC-CIES mempunyai pola yang sama dengan BKM yang dihasilkan oleh MS-Excel.

### Pelarian

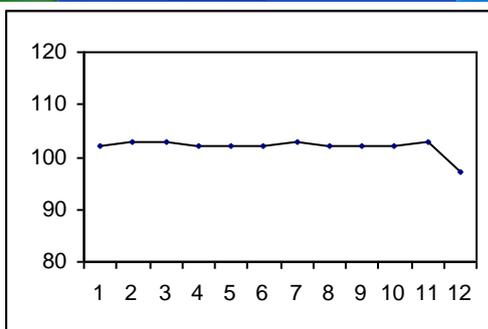
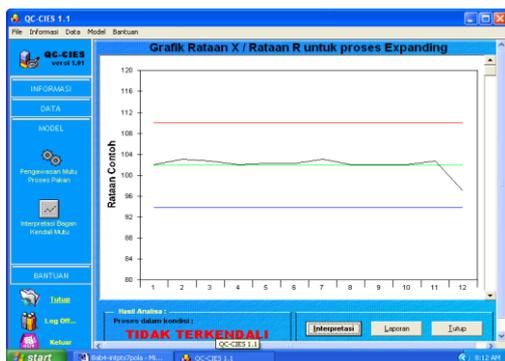
Bila titik-titik cenderung terletak pada satu sisi saja dari garis median, bila pergeseran atau pelarian mempunyai 7 atau 8 titik atau bila 10 keluar dari 11 titik maka distribusi data mempunyai pola pelarian. Pola dapat terjadi karena pengawas pengukur produk yang baru akibat perbedaan interpretasi, *fixture* atau *die* mesin mengalami kelonggaran secara gradual, atau pengukuran peralatan dirubah, dan debu atau kontaminan di ruangan bertambah banyak dan membentuk sesuatu yang memburuk.

Model merekomendasikan tindakan berdasarkan interpretasi BKM yang diberikan (Tabel 1). Verifikasi model pada Gambar 13 terlihat bahwa

BKM yang dihasilkan oleh model QC-CIES mempunyai pola yang sama dengan BKM yang dihasilkan oleh MS-Excel.



Gambar 12. Verifikasi data sekunder BKM hasil QC-CIES dibandingkan dengan MS-excel untuk pola sebaran data trend

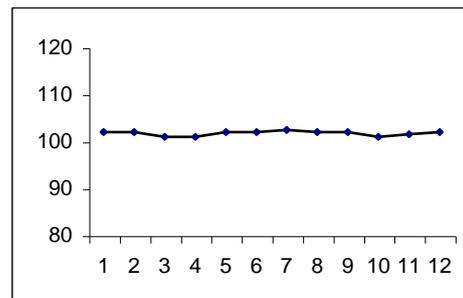
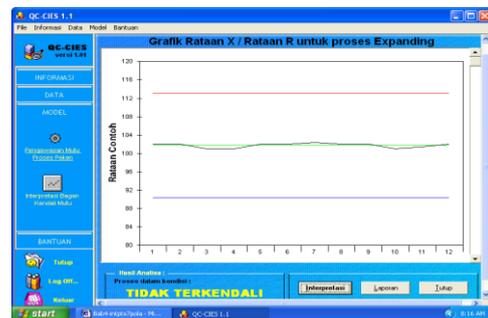


Gambar 13. Verifikasi data sekunder BKM hasil QC-CIES dibandingkan dengan MS-excel untuk pola sebaran data pelarian

### Stratifikasi

Stratifikasi terjadi jika titik-titik mendekati garis pusat. Hal ini merupakan gambaran ketidakstabilan proses yang disebabkan oleh perhitungan batas kendali yang salah, proses pengambilan contoh mengumpulkan satu atau beberapa unit dari beberapa distribusi pokok yang berbeda. Jika unit terbesar dan terkecil dalam sample relatif serupa, maka variabilitas yang diamati akan kecil tidak wajar.

Model merekomendasikan tindakan berdasarkan interpretasi BKM yang diberikan (Tabel 1). Verifikasi model dilakukan dengan menggunakan data sekunder dari pabrik pakan dibandingkan dengan BKM yang dihasilkan Microsoft Excel (Gambar 14). Pada Gambar 14 terlihat bahwa BKM yang dihasilkan oleh model QC-CIES mempunyai pola yang sama dengan BKM yang dihasilkan oleh MS-Excel.



Gambar 14. Verifikasi data sekunder BKM hasil QC-CIES dibandingkan dengan MS-excel untuk pola sebaran data stratifikasi

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Model yang dikembangkan sebagai penerapan sistem pakar untuk pengembangan interpretasi Bagan Kendali Mutu (BKM) pakan adalah *Quality control chart interpretasi system* (QC-CIES). Interpretasi BKM dilakukan pada *Critical Point Process* (CCP) proses pakan yaitu pada pengkondisian dan expanding. Interpretasi BKM akan me-

nunjukkan apakah suatu proses terkendali atau tidak terkendali, dan lebih lanjut ada rekomendasi tindakan jika proses tidak terkendali.

Keunggulan model QC-CIES adalah (1) merupakan model pengawasan mutu pakan yang dapat digunakan oleh industriawan pakan secara otomatis sehingga praktis digunakan, cepat, dan tepat, (2) dapat menginterpretasikan BKM secara otomatis dan memberikan informasi rekomendasi tindakan jika prosesnya tidak terkendali, dan (3) dikembangkan dengan menggunakan kombinasi perangkat lunak visual basic 6.0. sehingga model ini mudah digunakan dengan tampilan yang menarik, dan pengguna dapat melakukan input data dan informasi secara mudah jika diperlukan.

### **Saran**

Basis pengetahuan Sistem Pakar interpretasi BKM pakan ini dirancang menggunakan model yang tidak dapat diakses secara langsung. Akan lebih baik jika basis pengetahuan dapat diakses langsung untuk dapat membentuk, merubah ataupun menghapus aturan-aturan penyusunnya. Oleh karena itu diperlukan pengembangan lebih lanjut dengan membuat suatu model pendukung yang dapat mengakses basis pengetahuan.

Dalam model QC-CIES ini nilai rata-rata, BPA dan BPB pada BKM merupakan Variabel yang dinamis yang dihitung berdasarkan pemasukan data contoh. Untuk kasus di suatu industri tertentu akan lebih baik jika nilai-nilai ini merupakan nilai yang statis (tetap) yang disesuaikan dengan standar parameter kualitas proses yang berlaku di industri yang bersangkutan.

Interpretasi BKM yang dilakukan dalam model ini masih terbatas dengan hanya menggunakan sedikit aturan. Pengembangan lebih lanjut untuk segala kemungkinan akan berpeluang besar menyempurnakan model ini. Salah satu metode yang diperkirakan dapat menyempurnakan model tersebut adalah dengan menggunakan *fuzzy* dan *neural network*.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Besterfield, D.H. 1990. Quality Control. Prentice-Hall International, London.
- Blank, H. E. Hendix, M., Litjens, dan H.V. Maaren. 1995. On-line control and optimisation of the pelleting process of animal feed. Faculty of Technical Mathematic and Information, Delft University of Technology, Germany.
- Farnum, N.R. 1998. Modern Statistical Quality Control And Improvement. Duxbury Press, California.
- Heizer, J., dan Render, B. 1999. Operation Management. Prentice Hall International Inc., United State America.
- Hutchins, G.B. 1991. Introduction to Quality : Management, Assurance, and Control. Maxwell Macmillan International, New York.
- Ishikawa, K. 1989. Teknik Penuntun Pengendalian Mutu. Terjemahan, Widodo, N. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Kolarik, W.J. 1995. Creating Quality, Concepts, Systems, Strategies and Tools. McGraw-Hill, International.
- Leitnaker, M.G., R.D. Sanders, dan C. Hild. 1996. The Power of Statistical Thinking : Improving Industrial Processes. Addison-Wesley Publishing Company Inc., California.
- Marimin. 1992. Struktur dan Aplikasi Sistem ahli. Manajemen Pembangunan, Jakarta.
- Montgomery, D.C. 1991. Introduction to Statistical Quality Control. John Wiley & Sons, Canada.
- Turban, E. 1990. Decision Support and Expert Systems : Management support System. Macmillan Publishing Company, New York.
- Vincent, G. Penerapan Konsep VINCENT Tentang Kualitas Dalam : Manajemen Bisnis Total. Gamedia Pustaka Utama, Jakarta.