SISTEM PENGENDALIAN KUALITAS DENGAN BANTUAN EXPERT SYSTEM UNTUK MENURUNKAN TINGKAT KECACATAN PRODUK

(Studi Kasus di Perusahaan Pembuat Filaman Lampu)

Herry Christian Palit, Claudina Milawati

Dosen Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri – Universitas Kristen Petra Email: herry@petra.ac.id, claudina@petra.ac.id

Shelly Yuliana

Alumnus Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknin Industri – Univeristas Kristen Petra

ABSTRAK

Penelitian ini membahas sistem pengendalian kualitas pada pembuatan lampu filamen. Sistem pengendalian kualitas yang berjalan sekarang menghasilkan kecacatan yang tinggi, 10-17%. Identifikasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa proses *primary coil* dan *double coil* memiliki tingkat kecacatan terbesar ± 17% dengan penyebab utama *reject* adalah *coil* tidak rata. Penelitian yang dilakukan meliputi pembuatan dan *monitoring* peta kendali atribut (p *chart*) baik awal dan akhir hasil implementasi usulan, pembuatan *control plan*, dokumen-dokumen terhadap pengendalian penyebab kecacatan utama, program *expert system* yang digunakan untuk penelusuran penyebab kecacatan, uji proporsi dan tingkat kecacatan akhir. Hasil implementasi usulan memberikan penurunan tingkat kecacatan yang signifikan terhadap penyebab kecacatan utama dan rata-rata tingkat kecacatan produk akhir sebesar 5,74%.

Kata kunci: sistem pengendalian kualitas, expert system.

ABSTRACT

The research discusses the quality control system in producing lamp filament. Meantime, the quality control system produces ahigh level of failure, 10–17%. The result of the identification revealed that the primary coil and double coil processes have the highest failure, $\pm 17\%$, and the main cause of rejection is the unflat coil. The research covers the development of attribute control chart (p chart), before and after implementations, development of control plans and documents needed, expert system program to investigate the root cause of the failure, proportional test and final result failure. The result of the implementation of suggestion, gives a significant decrease of failure and the average of failure level of the final product is average 5.74%.

Keywords: quality control system, expert system.

1. PENDAHULUAN

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan filamen lampu. Sistem pengendalian kualitas yang berjalan selama ini kurang baik, dimana tingkat kecacatan di tiap proses masih tinggi yaitu 10-17%, sedangkan perusahaan menetapkan bahwa tingkat kecacatan produk akhir sebesar ± 5%. Selain itu perusahaan memiliki keterbatasan jumlah operator QC, sehingga ada keinginan perusahaan untuk memberdayakan operator produksi untuk menginspeksi produk pada saat proses berlangsung. Penelitian ini membahas perbaikan sistem pengendalian kualitas yang diharapkan dapat menurunkan tingkat

kecacatan yang diinginkan perusahaan dan merancang *Expert System* yang dapat membantu operator produksi untuk mendeteksi kecacatan dan penyebabnya untuk dapat diambil tindakan perbaikan yang tepat.

2. PETA KONTROL ATRIBUT

Salah satu alat yang dapat digunakan untuk pengendaliaan kualitas adalah peta kontrol (*control chart*). Di mana peta kontrol dapat digunakan untuk:

- Mengetahui apakah telah terjadi perubahan proses produksi.
- Mendeteksi adanya penyebab-penyebab yang mempengaruhi proses.
- Membuat standar suatu proses.

Variasi kualitas produk sering timbul. Dalam proses produksi ada dua jenis variasi yang timbul dalam proses produksi, yaitu (Montgomery, 2001):

- Assignable cause adalah variasi yang dapat dicari sumber-sumber penyebabnya dan ini harus dihilangkan. Misalnya kualitas bahan baku tidak homogen, petunjuk kurang jelas, kondisi mesin kurang baik.
- Random (common cause) adalah variasi natural (variasi yang tak dapat dilacak sumbersumbernya) dan variasi jenis ini tak dapat dihilangkan 100%, tetapi diminimalkan. Salah satu contoh adalah kualitas bahan baku dibuat sehomogen mungkin, tingkat ketrampilan operator diupayakan sama.

Peta kontrol dapat dibagi menjadi dua jenis, peta kontrol atribut dan peta kontrol variabel. Karakteristik kualitas yang dapat diukur dan dinyatakan secara kuantitatif dinamakan variabel, sedangkan kualitas yang dinilai sebagai sesuai atau tidak sesuai (cacat) dinamakan atribut. Peta kontrol memberikan informasi tentang kemampuan proses, nilai parameter proses yang penting, dan stabilitas terhadap waktu sehingga memberikan taksiran kemampuan proses. Informasi ini sangat berguna bagi perancangan produk dan proses.

Pengertian atribut dalam pengendalian kualitas berkaitan dengan karakteristik kualitas yang dapat digolongkan atas baik (diterima) dan cacat (ditolak). Beberapa macam peta kontrol atribut yaitu (Feigenbsum, 1994):

- Peta kontrol p (p chart), yaitu peta kontrol untuk fraksi defektif (fraction rejected fraction nonconforming).
- Peta kontrol np (np chart), yaitu peta kontrol untuk jumlah item yang tidak sesuai (number of nonconforming).
- Peta kontrol c (c chart), yaitu peta kontrol untuk jumlah ketidaksesuaian (number of nonconformities)
- Peta kontrol u (*u chart*), yaitu peta kontrol untuk jumlah ketidaksesuaian per unit (*number of nonconformities per unit*).

3. SISTEM PAKAR (EXPERT SYSTEM)

Sistem pakar adalah sebuah program komputer yang didesain untuk memodelkan/membuat simulasi kemampuan seorang *expert* dalam memecahkan suatu masalah. Dua kapabilitas penting dari seorang *expert* yang dicoba untuk dimodelkan pada *expert system* adalah pengetahuan (*knowledge*) dan konsep berpikir (*reasoning*) dari sang *expert*. Sistem pakar memiliki dua modal penting yaitu *knowledge base* dan *inference engine* yang digunakan untuk berinteraksi dengan *user* (*user interface*) untuk dapat menghasilkan kedua kapabilitas tersebut.

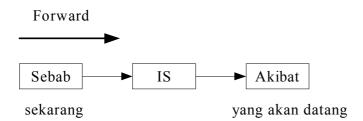
Knowledge base berisi pengetahuan sangat spesifik yang disediakan oleh seorang pakar untuk memecahkan masalah tertentu. Contohnya: knowledge dari seorang dokter ahli untuk mendiagnose penyakit tertentu. Knowledge planning disediakan oleh seorang konsultan investasi.

Inference engine adalah "engine" pemroses knowledge yang dimodelkan berdasarkan konsep berpikir dari expert penyedia knowledge. Inference engine beserta informasi yang didapat dari sebuah masalah, berpasangan dengan knowledge yang disimpan pada knowledge base, berusaha untuk mencari/ menarik kesimpulan, jawaban dan rekomendasi guna memecahkan masalah tersebut. Tujuan membangun sebuah expert system adalah (Rolston, 1988):

- Menggantikan seorang expert
 - Memungkinkan untuk mendapatkan expertise setelah jam kerja atau di lokasi lain
 - Otomatisasi pekerjaan rutin yang membutuhkan expert
 - Expert pensiun atau meninggal
 - Expert mahal
 - Expertise yang diperlukan pada tempat-tempat berbahaya (hostile environment)
- Membantu seorang expert
 - Mengerjakan tugas-tugas rutin, sehingga dapat meningkatkan produktivitasnya
 - Menyelesaikan tugas-tugas sulit, sehingga dapat lebih efektif dalam mengendalikan masalah-masalah yang kompleks.

Ada dua metode yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah dalam expert system yaitu:

Forward Chaining. Suatu metode penyelesaian masalah yang digunakan untuk mendapatkan solusi dari suatu masalah berdasarkan kondisi yang ada. Kondisi yang ada merupakan inputan bagi Knowledge Base Systems (KBS). KBS akan memproses inputan berdasarkan informasi yang dimilikinya dan menghasilkan suatu output yang merupakan hasil penarikan kesimpulan dari proses forward chaining. Gambaran mengenai forward chaining dapat di lihat pada Gambar 1.

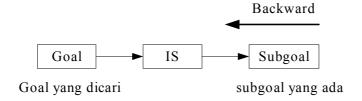


Gambar 1. Skema Forward Chaining

Keterangan: IS: Inference Systems (Sistem Penarikan Kesimpulan

Metode *forward chaining* melihat kondisi yang ada dan memprediksi apa yang akan terjadi/ kejadian apa yang diakibatkan oleh kondisi sekarang. Kondisi sekarang merupakan sebab dan kondisi selanjutnya merupakan akibat atau kesimpulan dari kondisi sebelumnya. *Forward chaining* bergerak maju dengan melihat sebab dan menemukan akibat atau kesimpulan.

 Backward Chaining. Suatu metode untuk menemukan suatu fakta dengan cara menelusuri subgoals yang ada secara rekursif. Fakta adalah suatu goals yang sudah tidak mempunyai subgoals dan selalu bernilai benar. Gambar 2 berikut merupakan skema backward chaining.



Gambar 2. Skema Backward Chaining

Keterangan: IS: Inference Systems (Sistem Penarikan Kesimpulan

Backward chaining dimulai dengan mengetahui variabel goals yang dicari kemudian melakukan searching variabel tersebut pada statement THEN pada semua rule. Semua variabel pada kondisi IF pada rule tersebut subgoals. Nilai subgoals dicari pada statement THEN pada semua rule yang lain, bila tidak ditemukan pada rule, dicari pada direct input dari user pada statement ASK.

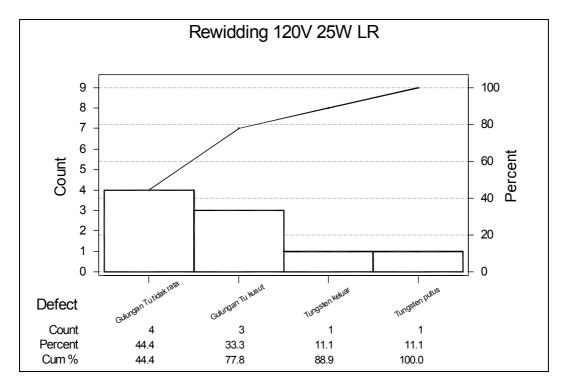
4. PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN KUALITAS

Perusahaan tempat penelitian ini memproduksi berbagai macam tipe filamen lampu untuk ukuran besar dan kecil. Pengukuran tingkat kecacatan awal dilakukan di tiap proses untuk tiap jenis filamen seperti terlihat pada Tabel 1. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa tingkat kecacatan produk akhir yang terdapat pada proses sortir masih tinggi yaitu \pm 7% dan tingkat kecacatan terbesar terdapat pada proses *primary coil* dan *double coil*, 15–17%.

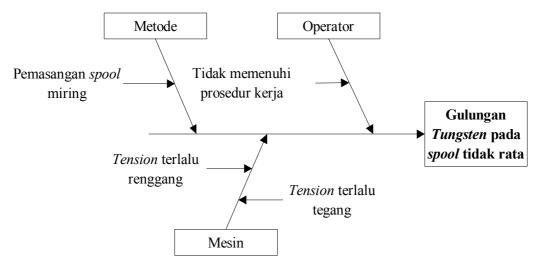
Dalam penelitian ini dibuat peta kendali *p-chart*, untuk menganalisa masing-masing proses tanpa melihat jenis kecacatannya. Peta kendali yang dibuat digunakan sebagai *monitoring* di tiap proses, apakah proses sudah terkendali. Setelah itu dibuat diagram pareto untuk mengetahui jenis kecacatan terbesar pada tiap proses, sehingga upaya perbaikan akan difokuskan pada jenis kecacatan yang besar saja. Dari diagram pareto tersebut, langkah selanjutnya adalah mengetahui penyebab-penyebab terjadinya jenis kecacatan terbesar, dengan membuat *cause-effect diagram*. Pada Gambar 3 dan 4 diberikan contoh diagram pareto dan *cause-effect diagram* dari proses *rewidding*. Dari *cause-effect diagram* didapatkan bahwa penyebab utama kecacatan pada tiaptiap proses dipengaruhi oleh kondisi mesin yang buruk, hal ini disebabkan kurangnya kontrol dari operator dan tidak dilakukannya *setting* ulang secara berkala.

Tabel 1. Tingkat Kecacatan Awal tiap Proses

Proses		120) V		240 V						
	25W LR	40W	40W LR	100W	25W	25W LR	40W	40W LR	60W	100W	
Rewidding	0.06	0.0533	0.06	0.0667	0.06	0.0733	0.0667	0.0533	0.06	0.0533	
Primary Coil	0.1578	0.1578	0.1689	0.1644	0.16	0.1677	0.1733	0.1622	0.1511	0.1578	
Double Coil	0.1578	0.1644	0.1644	0.1756	0.1733	0.1711	0.1733	0.1556	0.16	0.1622	
Annealing to	0.05	0.0611	0.0778	0.0556	0.0611	0.0556	0.0677	0.0611	0.0556	0.0611	
WS Cutting	0.0605	0.05783	0.05767	0.06133	0.05733	0.059	0.05717	0.05467	0.059	0.05667	
Dissolving	0.0833	0.084	0.07867	0.08867	0.08067	0.09467	0.08133	0.08	0.08133	0.092	
Sortir	0.0705	0.07183	0.0705	0.07083	0.07017	0.0715	0.07183	0.0695	0.07033	0.06917	



Gambar 3. Diagram Pareto Proses Rewidding



Gambar 4. Cause-Effect Diagram Gulungan TU Tidak Rata

Usulan rancangan sistem pengendalian kualitas yang dihasilkan meliputi 3 hal, yaitu (Yuliana, 2004):

1. Melakukan pembersihan dan pemeriksaan yang dilakukan secara berkala selama proses berlangsung maupun setiap memulai proses. Selain itu juga dilakukan setting penyesuaian mesin setiap 3 jam sekali. Untuk mendukung kegiatan ini, maka didukung dengan pembuatan

dokumen-dokumen untuk menghindari adanya mesin-mesin yang belum dilakukan pemeriksaan dan pembersihan. Dokumen ini juga menunjukkan adanya pertanggungjawaban dari pihak pelaksanan terhadap manajer yang bersangkutan. Dokumen-dokumen yang dibuat, meliputi:

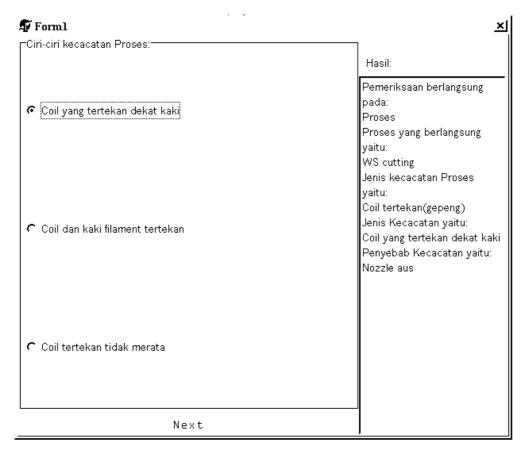
- Dokumentasi Catatan Riwayat Mesin, diperlukan untuk mengetahui bagian mesin yang sering mengalami kerusakan dan mengetahui performansi dari mesin tersebut sehubungan dengan kualitas prosesnya.
- Dokumentasi Kalibrasi, diperlukan untuk mengetahui informasi tentang alat apa yang harus dikalibrasi, jadwal pelaksanaan, dan evaluasi pelaksanaannya. Selain itu untuk mengetahui informasi mengenai ketidaksesuaian yang terjadi, apa penyebab ketidaksesuaian dan tindakan kalibrasi apa yang dilakukan terhadap alat tersebut.
- Dokumentasi Pemeriksaan dan Perawatan, mutlak diperlukan untuk mengetahui bagianbagian mesin manakah yang dilakukan pemeriksaan dan perawatan pada saat itu dan untuk mengetahui tindakan perawatan atau pemeriksaan yang dilakukan untuk menangani bagian-bagian mesin tersebut.
- 2. Perancangan sistem pengendalian kualitas terintegrasi yang ditunjang dengan pembuatan control plan, adalah sebuah dokumen yang berisi ringkasan/gambaran secara menyeluruh dari sistem pengendalian kualitas yang ada di perusahaan. Control plan berisi tipe bahan baku awal dan spesifikasinya, waktu masuk dan keluar dari proses, tipe filament, proses-proses kritis yang harus diperhatikan, parameter dan spesifikasi produk atau proses, metode pengontrolan, frekuensi sampling plan, peralatan yang digunakan untuk mengukur, petugas yang melakukan pengontrolan, jumlah keluaran produk di setiap akhir proses, jumlah produk akhir, dan dokumen yang terkait, rencana dan tindakan perbaikan yang dilakukan. Keunggulan dari control plan adalah dapat mengidentifikasi penyimpangan-penyimpangan yang terjadi, baik pada proses maupun jumlah produk.

Berkaitan dengan usaha untuk mempermudah dan meminimalkan kesalahan dalam penelusuran penyebab kecacatan pada *incoming inspection*, tiap proses, QC produk akhir, dan sortir, sehingga dapat segera dapat dilakukan tindakan perbaikan yang tepat sesuai dengan penyebab kecacatan. Hal ini dilakukan mengingat banyaknya jenis kecacatan dan penyebab kecacatan tersebut hampir memiliki kesamaan. Operator QC terkadang melakukan kesalahan pendeteksian, sedangkan dilain pihak perusahaan juga memiliki keterbatasan jumlah operator QC yang menginspeksi produk. Banyak produk cacat yang lolos inspeksi, sehingga diharapkan dapat memberdayakan operator produksi untuk menginspeksi produk pada saat proses berlangsung sehingga tidak terlalu diperlukan operator dengan *skill* tinggi. Penelitian ini menggunakan metode *backward chaining*. *Backward chaining* pada *expert system* adalah suatu metode untuk mengidentifikasikan penyebab-penyebab kecacatan yang terjadi dan terjadi pada proses yang mana. Secara garis besar proses dari *expert system* adalah sebagai berikut:

- 1. Menentukan pilihan pemeriksaan yang sedang berlangsung:
 - a. Incoming inspection
 - b. Proses
 - c. OC
 - d. Sortir
- 2. Jika operator memilih:
 - *Incoming inspection*, langsung ke pertanyaan no 3.
 - Proses, maka akan muncul pilihan jenis proses produksi.

- QC, langsung ke pertanyaan no 3.
- Sortir langsung lanjut ke pertanyaan no 3.
- 3. Pilihan yang akan muncul setelah operator menjawab pertanyaan no 2 adalah kriteria *reject* (jenis cacat).
- 4. Pilihan yang akan muncul setelah operator menjawab pertanyaan no 3 adalah ciri-ciri kecacatan.
- 5. Hasil yang muncul pada layar komputer adalah:
 - Jenis pemeriksaan
 - Terjadi pada pemeriksaan (proses produksi apa/QC apa/sortir)
 - Kriteria *reject*/ jenis cacat
 - Ciri-ciri kecacatan
 - Penyebab kecacatan

Pada gambar 5 dapat dilihat contoh hasil tampilan akhir dari Expert system yang dibuat.



Gambar 5. Tampilan Komputer Untuk Program Expert System

Dari hasil implementasi sistem pengendalian kualitas usulan terjadi penurunan tingkat kecacatan di tiap prosesnya dan semua proses terkendali. Prosentase penurunan tingkat kecacatan tiap proses rata-rata sebesar 2,61 % seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Prosentase Tingkat Penurunan Kecacatan

Proses		12	0 V		230V						Rata2 cacat
	25W LR	40W	40W LR	100W	25W	25W LR	40W	40W LR	60W	100W	tiap proses
Rewidding	1.33%	5.33%	1.33%	1.34%	1.33%	2.00%	2.00%	0.00%	1.33%	0.00%	1.60%
Primary Coil	5.06%	4.67%	5.56%	5.78%	4.22%	5.21%	5.77%	5.11%	3.78%	4.45%	4.96%
Double Coil	4.39%	5.33%	4.22%	6.23%	6.00%	5.33%	4.89%	4.89%	5.11%	5.11%	5.15%
Anneling To	0.60%	3.33%	2.22%	0.56%	1.11%	0.00%	1.77%	0.55%	1.12%	1.66%	1.29%
WS Cutting	1.40%	0.87%	0.77%	1.10%	0.82%	1.00%	0.73%	0.78%	0.95%	0.95%	0.94%
Dissolving	2.60%	3.00%	2.60%	3.20%	2.87%	4.20%	2.80%	2.47%	2.47%	3.60%	2.98%
Sortir	1.25%	1.42%	1.27%	1.43%	1.23%	1.30%	1.42%	1.07%	1.48%	1.30%	1.32%
Rata-rata keseluruhan kecacatan											2.61%

5. KESIMPULAN

Prosentase kecacatan produk akhir yang terdapat pada proses sortir rata-rata sebesar 5,74%. Hal ini menunjukkan implementasi usulan pada penelitian ini dapat mencapai target yang diinginkan oleh pihak perusahaan yaitu sebesar \pm 5%.

Tabel 3. Prosentase kecacatan produk akhir pada proses sortir

Proses		12	0 V			Rata2 cacat					
	25W LR	40W	40W LR	100W	25W	25W LR	40W	40W LR	60W	100W	tiap proses
Sortir	5.80%	5.76%	5.78%	5.65%	5.78%	5.85%	5.76%	5.88%	5.55%	5.61%	5.74%
Rata-rata keseluruhan kecacatan produk akhir										5.74%	

Selain itu dengan penerapan *expert system*, maka tidak perlu operator dengan skill tinggi, sehingga diharapkan operator bisa segera mengambil tindakan perbaikan dan terjadinya kecacatan dapat diminimalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

Feigenbsum, A.V., 1994. Total Quality Control. 3rd ed., McGraw-Hill, International Edition.

Montgomery, D.C., 2001. *Introduction to Statistical Quality Control.* 4th ed., New York: John Wiley and Sons Inc.

Rolston, D.W., 1988. *Principle of Artificial Intelligence and Expert System Development*, New York McGraw-Hill.

Yuliana, S., 2004. "Sistem Pengendalian Kualitas Produk Filamen Untuk Menurunkan Tingkat Kecacatan Dengan Menggunakan Expert System di PT Cahaya Angkasa Abadi", *Skripsi/Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra, Surabaya.