

***DATA MINING* UNTUK PENINGKATAN MUTU PRODUK
PADA INDUSTRI KERTAS**

TESIS

**KHOLISUL FATIKHIN
0806422593**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
JAKARTA
JUNI 2010**

***DATA MINING* UNTUK PENINGKATAN MUTU PRODUK
PADA INDUSTRI KERTAS**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
MASTER TEKNIK**

**KHOLISUL FATIKHIN
0806422593**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
JAKARTA
JUNI 2010**

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis dengan judul :

DATA MINING UNTUK PENINGKATAN MUTU PRODUK PADA INDUSTRI KERTAS

Yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Program Studi Teknik Industri Program Pascasarjana Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tesis yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 26 Juni 2010

(Kholisul Fatikhin)

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Kholisul Fatikhin
NPM : 0806422593
Program Studi : Teknik Industri
Judul Tesis : *Data Mining* untuk Peningkatan Mutu Produk
pada Industri Kertas

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing	: Ir. Isti Surjandari, Ph.D	()
Pembimbing	: Ir. Erlinda Muslim, MEE	()
Penguji	: Farizal, Ph.D	()
Penguji	: Armand Omar Moeis, ST, Msc	()
Penguji	: Arian Dhini, ST, MT	()

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 26 Juni 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan Tesis ini. Dalam menyusun Tesis ini, saya mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima-kasih kepada:

1. Ibu Ir. Isti Surjandari, Ph.D, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tesis ini;
2. Ibu Ir. Erlinda Muslim, MEE, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tesis ini;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. T Yuri M. Zagloel, MEng.Sc, selaku ketua jurusan, beserta segenap dosen dan staf pengajar yang telah membimbing dan mengajarkan ilmunya kepada saya selama menempuh pendidikan pada program Pasca Sarjana, Teknik Industri, Universitas Indonesia;
4. Ibu Lusiana Go Mulia selaku Kepala Pabrik, Mr. Hung Hsi Chia selaku Kepala Departemen *Engineering* dan seluruh jajaran Managemen yang telah membantu saya mendapatkan data untuk penelitian ini
5. Ayahanda, ibunda, istri dan anak-anakku tercinta, serta rekan-rekan angkatan 2008 yang terus memberikan dukungan moril maupun spiritual sehingga saya berhasil menyelesaikan Tesis ini.

Akhir kata, saya berharap semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 26 Juni 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kholisul Fatikhin
NPM : 0806422593
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**DATA MINING UNTUK PENINGKATAN MUTU PRODUK
PADA INDUSTRI KERTAS**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian persyaratan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Jakarta

Pada Tanggal: 26 Juni 2010

Yang menyatakan

(Kholisul Fatikhin)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah	2
1.3 Perumusan Permasalahan	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Masalah	4
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB 2 LANDASAN TEORI	7
2.1 Konsep Dasar <i>Data Mining</i>	7
2.1.1 Pengertian <i>Data Mining</i>	9
2.1.2 Teknik <i>Data Mining</i>	8
2.1.3 <i>Data Mining</i> dan Pengendalian Proses	10
2.2 <i>Frequency Analysis</i>	11
2.3 <i>Principal Component Analysis</i>	12
2.4 <i>Artificial Neural Network (ANN)</i>	16
2.4.1 Arsitektur Jaringan AN	20
2.4.2 Struktur Data Jaringan AN.....	22
2.4.3 Model Training Jaringan AN.....	22
2.4.4 Algoritma <i>Backpropagation</i>	23
BAB 3 PENGUMPULAN DATA	25
3.1 Proses Pembuatan Kertas	25
3.1.1 Bagian <i>Stock Preparation</i>	25
3.1.2 Bagian <i>Paper Machine</i>	27
3.2 Properti Kertas.....	28
3.3 Pengumpulan Data.....	29
3.3.1 Data Pengukuran Variabel Proses	30
3.3.2 Data Pengukuran Properti Kertas.....	32
BAB 4 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS	39
4.1 Analisis Variasi Berat Kertas dengan <i>Frequency Analysis</i>	39
4.2 Analisis Kestabilan Proses dengan <i>PCA</i>	40
4.3 Analisis Properti Warna berdasarkan model <i>Neural Network</i>	46

4.3.1 Efek bahan pewarna terhadap property warna L^*	51
4.3.2 Efek bahan pewarna terhadap property warna a^*	53
4.3.3 Efek bahan pewarna terhadap property warna b^*	55
4.4 Usulan Perbaikan.....	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60
DAFTAR REFERENSI	61
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram keterkaitan permasalahan	3
Gambar 1.2 Diagram Metodologi Penelitian	5
Gambar 2.1 Posisi Data Mining dalam Proses KDD.....	8
Gambar 2.2 Hubungan Data Mining dengan Disiplin Ilmu Lainnya.....	8
Gambar 2.3 Proyeksi Awan Data pada Satu Garis	12
Gambar 2.4 Proyeksi Awan Data pada Satu Bidang	13
Gambar 2.5 <i>Principal Component</i> dalam bidang 2-D	13
Gambar 2.6 Hubungan variasi Q^2 dan jumlah PC	16
Gambar 2.7 Model sederhana Artificial Neuron	17
Gambar 2.8 Fungsi Alih Jaringan AN	18
Gambar 2.9 Satu Lapis Jaringan AN	18
Gambar 2.10 Jaringan AN yang Disederhanakan	19
Gambar 2.11 Jaringan AN Tiga Lapis	19
Gambar 2.12 Jaringan AN Tiga Lapis yang Disederhanakan	20
Gambar 2.13 Jaringan AN <i>Feed-Forward</i> dan Matriks Bobot	21
Gambar 2.14 Jaringan AN <i>Recurrent</i> dan Matriks Bobot	21
Gambar 2.15 Jaringan Multi-lapis <i>backpropagation</i>	23
Gambar 2.16 <i>Gradient Descent Learning Rule</i>	24
Gambar 3.1 Bagan Proses Pembuatan Kertas	26
Gambar 3.2 <i>CIE Lab Color Space</i>	29
Gambar 3.3 Arah Pergerakan <i>Scanner</i> QCS pada Mesin Kertas	33
Gambar 3.4 Profil CD Variabel Kualitas.....	34
Gambar 3.5 Profil MD Variabel Kualitas.....	35
Gambar 3.6 Profil MD Variabel Warna.....	38
Gambar 4.1 Spektrum variabel DW01_Control	39
Gambar 4.2 Penyebab Variasi pada Berbagai Rentang Frekuensi	40
Gambar 4.3 <i>Eigenvalue Score Plot</i>	41
Gambar 4.4 <i>Histogram</i> Nilai R^2X dan Q^2	42
Gambar 4.5 Peta Kendali <i>Hotelling T²</i>	43
Gambar 4.6 Peta Kendali <i>SPE (Q)</i>	44
Gambar 4.7 Grafik <i>D-to-Model</i>	44
Gambar 4.8 <i>Score Scatter Plot</i>	45
Gambar 4.9 Arsitektur jaringan NN	46
Gambar 4.10 <i>Output</i> jaringan NN vs Target untuk Variabel L^*	47
Gambar 4.11 <i>Output</i> jaringan NN vs Target untuk variabel a^*	47
Gambar 4.12 <i>Output</i> jaringan NN vs Target untuk variabel b^*	48
Gambar 4.13 Normal Probability Plot untuk Properti Warna L^*	51
Gambar 4.14 Diagram Pareto Efek Bahan Pewarna pada Properti Warna L^*	52
Gambar 4.15 Plot Interaksi Bahan Pewarna terhadap Properti Warna L^*	52
Gambar 4.16 Normal Probability Plot untuk Properti Warna a^*	53
Gambar 4.17 Diagram Pareto Efek Bahan Pewarna pada Properti Warna a^*	54
Gambar 4.18 Plot Interaksi Bahan Pewarna terhadap Properti Warna a^*	54
Gambar 4.19 Normal Probability Plot untuk Properti Warna b^*	55
Gambar 4.20 Plot Efek Utama Bahan Pewarna terhadap Properti Warna b^*	56

Gambar 4.21 Plot Interaksi Bahan Pewarna terhadap Properti Warna b^*	56
Gambar 4.22 Standar Deviasi Profil BW Sebelum dan Sesudah Perbaikan.....	57
Gambar 4.23 Profil BW Sebelum dan Sesudah Perbaikan.....	58



ABSTRAK

Nama : Kholisul Fatikhin
Program Studi : Teknik Industri
Judul : *Data Mining* untuk Peningkatan Mutu Produk
pada Industri Kertas

Dalam rangka memenuhi harapan pelanggan, perusahaan kertas memasang sistem pengendali kualitas *online* pada fasilitas produksinya. Sistem ini akan memonitor dan mengontrol proses pembuatan kertas secara *online*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya variasi pada properti kertas terutama berat dan warna. Dimensi data yang didapatkan dari sistem *online* tersebut sangat besar. Data yang demikian tidak dapat dianalisis dengan menggunakan metode tradisional, oleh karena itu digunakan metode *Data Mining*. Teknik yang digunakan adalah *Frequency Analysis*, *Principal Component Analysis* dan *Neural Network*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor yang menyebabkan terjadinya variasi berat adalah proses penanganan bahan baku dan pengaturan bukaan *slice lip headbox*, sedangkan variasi warna disebabkan oleh bahan pewarna yang digunakan. Untuk meningkatkan mutu produk atau meminimalkan variasi maka diusulkan agar dilakukan penalaan atau kalibrasi sistem pengendali *online* secara rutin, dipasang sistem pengendali *online* untuk pengaturan bukaan *slice lip headbox* dan digunakannya bahan pewarna yang mempunyai efek interaksi minimal terhadap properti warna.

Kata kunci:

Data Mining, *Process Online*, *Frequency Analysis*, *Principal Component Analysis*, *Neural Network*.

ABSTRACT

Name : Kholisul Fatikhin
Study Program : Industrial Engineering
Title : Data Mining for Product Quality Improvement in Paper Industry

To fulfill customer expectation, Paper Industries install online quality control system in their production facilities. This system will monitor and control the paper making process online. Objective of this research is to find the causes of paper properties variation especially in Basis Weight and Color. The data that produced by online control system is very big. The huge data cannot be analyzed by traditional method, so that used Data Mining method. The techniques being used are Frequency Analysis, Principal Component Analysis and Neural Network. The research shows that basis weight variation is caused by pulp handling process and headbox slice lip opening adjustment; color variation is caused by dyes stuff that used. In order to improve product quality or minimize the variation is suggested to tune or calibrate the online control system periodically, to install online control system for headbox slice lip opening adjustment and used the dyes stuff that have minimum interaction effect on color properties.

Keywords:

Data Mining, Process Online, Frequency Analysis, Principal Component Analysis, Neural Network.