

Optimasi dan simulasi kualitas bahan pada mesin kertas dengan menggunakan metode neural network

Aufa Nu'man Fadhilah Rudiawan^{1,4}, Muhammad Iqbal Arrafi^{2,5}, Sparisoma Viridi^{1,6}, dan Windu Wijaksana^{3,7}

- 1 Kelompok Keahlian Fisika Nuklir dan Biofisika, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung
- 2 Kelompok Keahlian Fisika Bumi dan Sistem Kompleks, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung
- 3 Biro Litbang, PT Kertas Padalarang

E-mail: ⁴aufa.numan@students.itb.ac.id; ⁵m.iqbal.saga@gmail.com; ⁶dudung@gmail.com; ⁷windu@kertas-padalarang.co.id

Abstrak. Kualitas akhir kertas bergantung pada banyak variabel kualitas dan proses. Sangat sulit untuk menemukan aturan teoretis dari perilaku bahan kertas dimana variabel-variabelnya saling bergantung dan dimana kebergantungannya tidak linear. Dalam makalah ini, kami menampilkan sebuah sistem berbasis neural network untuk memperkirakan kualitas akhir kertas dari pengukuran prosesnya. Komputasi kebalikan dari model jaringan digunakan untuk menemukan aksi control yang akan menghasilkan kualitas yang diharapkan. Self-organizing map (SOM) digunakan untuk mengamati pergerakan titik operasi dalam proses dan untuk memberi petunjuk untuk memperkirakan error pada jaringan

1. Pendahuluan

1.1. PT Kertas Padalarang

Perusahaan yang didirikan pada tahun 1922 dengan nama NV *Papier Fabriek* Padalarang adalah pabrik kertas yang pertama didirikan di Indonesia. Pada tahun 1961 berdasarkan peraturan pemerintah nomor 50 tahun 1959 NV *Papier Fabriek* Padalarang dinasionalisasikan menjadi Perusahaan Negara (PN) Kertas Padalarang. Status perusahaan selanjutnya berubah menjadi PT (Persero) sesuai Undang-Undang Republik Indonesia No. 40 tahun 2007, berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 29 tahun 1991 tentang ditetapkannya pengalihan bentuk perusahaan dari semula PN. Kertas Padalarang menjadi PT. Kertas Padalarang (Persero).

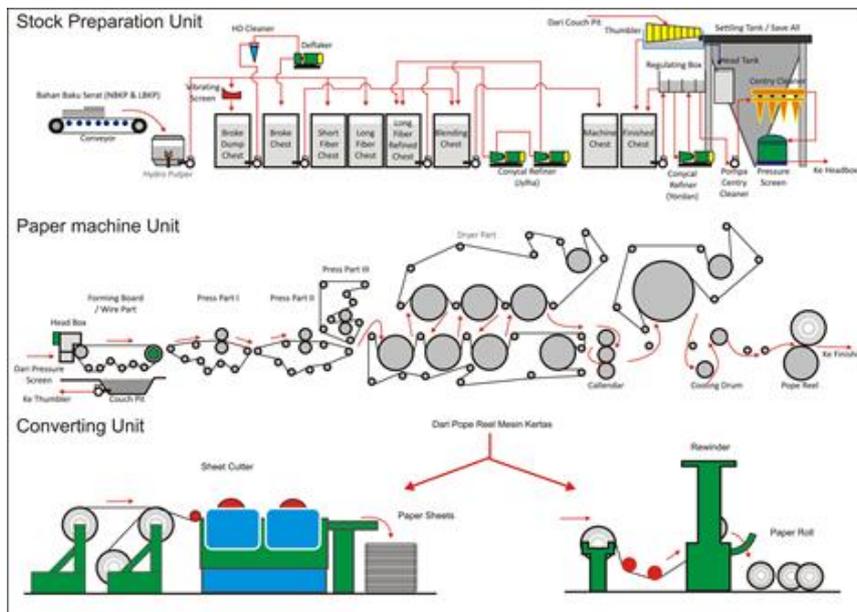
PT Kertas Padalarang merupakan satu-satunya perusahaan yang diberi izin oleh pemerintah untuk mencetak dokumen berharga, seperti akta kelahiran, kartu keluarga, dan kertas cukai. Sampai saat ini, di PT Kertas Padalarang terdapat 3 mesin yang beroperasi, dengan masing-masing jenis kertas yang dibuatnya. Berikut ini adalah tabel produksi kertas per tahun di PT Kertas Padalarang.

| Mesin Kertas | Kapasitas (Ton / thn) | Jenis Kertas Yang diproduksi | Gramatur |
|--------------|-----------------------|--|----------|
| I | 2.300 | Kertas <i>sekuriti</i> , kertas tulis cetak dll | 50 – 230 |
| II | 1.200 | Kertas pembungkus, duplikator, pulp merang ekspor dll | 55 – 120 |
| III | 1.800 | Kertas sigaret, <i>doorslaag</i> , kertas tulis cetak dan kertas tipis lainnya | 28 – 60 |
| Jumlah | 5.300 | | |

Sumber : RKAP PT. Kertas Padalarang Tahun Anggaran 2012

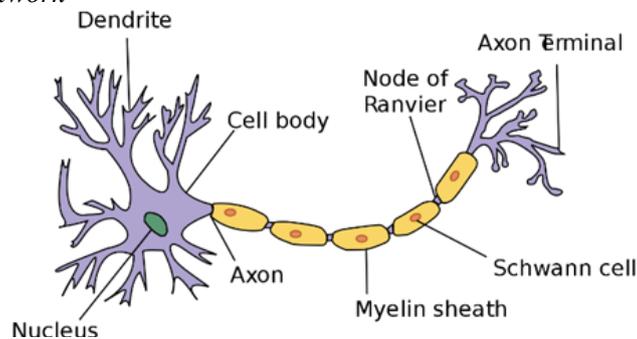
Gambar 1. Produksi kertas per tahun PT Kertas Padalarang

Secara garis besar, proses produksi kertas dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu: stock preparation unit, paper machine unit, dan converting unit. Stock preparation adalah bagian dimana bahan baku kertas dipersiapkan agar bisa dibentuk sesuai permintaan sehingga harus diubah bentuknya dari bahan baku berupa padat menjadi lebih cair dengan komposisi kelembapan dan lainnya sesuai. Paper machine adalah bagian dimana utamanya merupakan pengeringan kertas, sehingga pada bagian akhir unit ini temperatur kertas sesuai dengan spesifikasinya. Terakhir pada bagian converting adalah fokus pada packaging kertas tersebut apakah dibungkus atau dijual dalam bentuk gulungan. Berikut ini adalah alur produksi kertas di PT Kertas Padalarang (juga secara umum).



Gambar 2. Alur produksi kertas di PT Kertas Padalarang

1.2. Artificial Neural Network



Gambar 3. Neuron

Metode Artificial Neural Network (ANN) pertama kali didesain oleh McCulloch dan Walter Pitts pada tahun 1943. Jaringan syaraf tiruan atau Neural Network adalah suatu metode komputasi yang meniru sistem jaringan syaraf biologis. Metode ini menggunakan elemen perhitungan non-linier dasar yang disebut neuron yang diorganisasikan sebagai jaringan yang saling berhubungan, sehingga mirip dengan jaringan syaraf manusia. Jaringan syaraf dibedakan menjadi single layer dan multilayer. Metode ini didesain mengikuti cara kerja otak dalam memproses dan mengolah informasi. Otak terdiri dari banyak neuron yang saling terkoneksi satu dengan yang lain sehingga elemen-elemen pengolahan jaringan dalam metode ANN disebut juga sebagai neuron. ANN pada dasarnya terdiri dari lapisan input, lapisan tersembunyi (hidden layer), dan lapisan output. Setiap lapisan terdiri dari beberapa neuron yang saling terhubung.

2. Teori yang Digunakan

Masalah utama yang ingin dipecahkan adalah bagaimana cara untuk menentukan parameter input yang lebih efektif & efisien diubah/diatur nilainya untuk menaikkan/menurunkan suatu nilai parameter output. Akan tetapi, pada makalah ini akan dibatasi menjadi bagaimana perbandingan nilai parameter output yang dihasilkan oleh jaringan buatan dengan nilai sebenarnya.

Tujuan penelitian ini adalah membandingkan nilai parameter output yang dihasilkan oleh jaringan buatan dengan nilai sebenarnya.

Bagi perusahaan, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rekomendasi dalam mengambil keputusan dalam proses pembuatan kertas supaya lebih efektif dan efisien. Bagi pembaca, hasil penelitian ini memberi wawasan untuk mengenal metode Artificial Neural Network (ANN) lebih jauh karena penggunaannya di masa depan sangat menjanjikan.

3. Metode Penelitian/Eksperimen

Metode yang dipilih adalah Multilayer Perceptron (MLP) dengan 1 lapisan tersembunyi. Dalam MLP terdapat Feed-forward dan Backpropagation. Feed-forward adalah proses training data, dimana bobot dan bias yang diberikan diawal kemudian disesuaikan secara berulang hingga diperoleh hasil yang diinginkan.

Lapisan output dari jaringan diperoleh dengan rumusan berikut:

$$o_i = \sum_j w_{ij}^{(2)} h_j + b_i^{(2)} \quad (1)$$

$$h_j = s\left(\sum_k w_{jk}^{(1)} x_k + b_j^{(1)}\right) \quad (2)$$

$$S(a) = \frac{e^{2a} - 1}{e^{2a} + 1} \quad (3)$$

Keterangan:

O_i : variabel output ke-i (nilai kualitas akhir)

h_j : output unit tersembunyi

$w^{(1)}, b^{(1)}, w^{(2)}, b^{(2)}$: bobot dan bias lapisan tersembunyi dan lapisan output

x_k : variabel input

$S(a)$: fungsi sigmoid tangen hiperbolik (fungsi aktivasi)

Sementara backpropagation adalah algoritma kebalikan untuk memperoleh aksi kontrol dari jaringan dengan metode *gradient-descent*. Perumusan matematis dari metode *gradient-descent* sebagai berikut.

Turunan parsial dari *mean square error (mse)* $E = -\sum i \|o'_i - o_i\|^2$ terhadap input:

$$\frac{\partial E}{\partial x_k} = -\sum w_{jk}^{(1)} \delta_j^{(1)} \quad (4)$$

dengan delta dari lapisan tersembunyi $\delta_j^{(1)}$ adalah:

$$\delta_j^{(2)} = o'_i - o_i \quad (5)$$

Gradient-descent sederhana akan menghasilkan deret dari vektor keadaan sebagai:

$$x_k(t+1) = x_k(t) - \gamma \frac{\partial E}{\partial x_k} \quad (6)$$

dengan gamma merupakan *learning rate*.

4. Data dan pengolahan data

Data yang digunakan dibawah pengawasan pembimbing Biro Litbang PT Kertas Padalarang, Pak Windu Wijaksana, berupa data operasional mesin, operasional kertas, spek mesin, dan spek kertas, yang dikumpulkan dalam rentang waktu bulan Januari s.d. Oktober 2016. Setelah dilakukan reduksi data, akhirnya terkumpul sebanyak 97 instances (hari). Data input terdiri dari 10 parameter dan data output terdiri dari 19 parameter. Data yang digunakan untuk training berjumlah 70 sementara data untuk testing berjumlah 27.

Pengolahan data dilakukan dengan bantuan software Weka. Tahapan pengolahan data terdiri dari Preprocessing, Classifier, dan Predict. Preprocessing bertujuan untuk menormalisasi data untuk meminimalkan variansi, Classifier digunakan untuk mendapatkan nilai performa training data (ZeroR) & membentuk model jaringan, Predict adalah melakukan estimasi nilai output menggunakan model jaringan yang diperoleh.

5. Hasil dan Pembahasan

Contoh hasil yang diperoleh untuk parameter output *gsm (grams per square meter)* adalah sebagai berikut:

- Prediksi: 59.5094
- Aktual: 59.44215
- Rata-rata error: 1.05371

6. Kesimpulan

Model jaringan yang dibuat dapat memprediksi nilai output dengan cukup baik, dengan error 1.05%

7. Bibliografi

- [1] Lampinen, Jouko; & Taipale, Ossi. *Optimization and Simulation of Quality Properties in Paper Machine with Neural Networks*. 1994. IEEE.
- [2] Beale, Mark Hudson; Hagan, Martin, T; Demuth, Howard B. *Neural Network Toolbox User's Guide*. 2007. United States: Mathworks.
- [3] Mutmainah, Ariane Yustisiani; Suprijadi, Jadi; Zulhanif. *Penerapan Model Hybrid ARIMA-Neural Network pada Data Saham IHSB*. 2017. SEMINAR NASIONAL STATISTIKA FMIPA UNPAD 2017.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada dosen pembimbing, Dr.rer.nat Sparisoma Viridi; pembimbing di PT Kertas Padalarang, Windu Wijaksana; kedua orang tua atas dukungan moralnya; dan teman diskusi (Ristanti, Indra, Kang Ghany, Pak Dzul) atas wawasan yang diajarkan terkait metode ANN.