

Penerapan Jaringan Saraf Tiruan Multi-Layer Perceptron untuk Klasifikasi Kelayakan Kualitas Produk pada Proses Quality Control

Akbar Maulana¹, Giska Ardhasanti², Ahmad Fahrul Khuzaini³

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika Universitas PGRI Semarang

Email: ¹akbarmaulana.wr@gmail.com, ²ardhasantigiska@gmail.com,

³ahmadfahrulkhuzaini@gmail.com

Abstrak - Proses inspeksi mutu produk atau Quality Control merupakan tahapan yang berfungsi untuk menjamin bahwa produk yang dihasilkan telah memenuhi standar kualitas yang ditetapkan sebelum didistribusikan kepada konsumen. Pemeriksaan kualitas secara manual masih memiliki beberapa kelemahan, seperti membutuhkan waktu lebih lama, bergantung pada ketelitian operator, serta berpotensi terjadi kesalahan akibat kelelahan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode Jaringan Saraf Tiruan berbasis Multi-Layer Perceptron dalam mengklasifikasikan kelayakan kualitas produk pada proses Quality Control. Parameter yang digunakan sebagai masukan meliputi berat produk, dimensi produk, dan suhu pengemasan, sedangkan keluaran sistem berupa status produk, yaitu lolos QC atau reject. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan dataset simulasi yang disusun berdasarkan batas standar kualitas produk. Model MLP dirancang menggunakan tiga neuron input, satu hidden layer, dan satu neuron output, kemudian diimplementasikan menggunakan Google Colab dengan pustaka Scikit-Learn. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model MLP mampu mengenali pola data dan mengklasifikasikan status kelayakan produk dengan baik pada data pengujian. Meskipun demikian, pengujian menggunakan dataset yang lebih besar dan data produksi nyata masih diperlukan agar performa model dapat dievaluasi secara lebih akurat dan aplikatif dalam lingkungan industri.

Kata kunci: Jaringan Saraf Tiruan, Multi-Layer Perceptron, Quality Control, Klasifikasi Produk, Google Colab.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam bidang industri manufaktur mendorong perusahaan untuk meningkatkan efisiensi, kecepatan, dan ketepatan dalam setiap proses produksi. Salah satu proses yang memiliki peran penting adalah *Quality Control* atau pengendalian kualitas. *Quality Control* digunakan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan telah memenuhi standar yang telah ditetapkan sebelum proses pengiriman kepada konsumen [1].

Pada proses produksi secara konvensional, pemeriksaan kualitas produk masih sering dilakukan secara manual oleh operator. Pemeriksaan manual memang dapat dilakukan, tetapi memiliki beberapa kelemahan, seperti membutuhkan waktu lama, bergantung pada ketelitian manusia, serta berpotensi mengalami kesalahan akibat kelelahan kerja. Faktor manusia dalam proses inspeksi dapat memengaruhi konsistensi hasil penilaian,

terutama apabila jumlah produk yang diperiksa cukup banyak [2].

Untuk mengurangi permasalahan tersebut, teknologi kecerdasan buatan dapat dimanfaatkan sebagai sistem penunjang dalam proses pengambilan keputusan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah Jaringan Saraf Tiruan atau JST. JST merupakan metode komputasi yang mengadaptasi cara kerja jaringan saraf manusia dan memiliki kemampuan untuk mengenali pola dari data yang diberikan [3].

Salah satu jenis JST yang banyak digunakan untuk klasifikasi adalah *Multi-Layer Perceptron* atau MLP. MLP memiliki beberapa lapisan, yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Adanya *hidden layer* membuat MLP mampu mempelajari hubungan antarvariabel yang lebih kompleks dibandingkan model perceptron sederhana [4].

Pada penelitian ini, metode MLP diterapkan untuk mengklasifikasikan kelayakan kualitas produk berdasarkan tiga parameter fisik, yaitu berat produk, dimensi produk, dan suhu pengemasan. Output dari sistem berupa keputusan apakah produk dinyatakan lolos QC atau *reject*. Implementasi dilakukan menggunakan Google Colab dengan bahasa pemrograman Python dan pustaka Scikit-Learn [5].

Tujuan penelitian ini adalah menerapkan metode MLP sebagai model klasifikasi sederhana untuk membantu proses *Quality Control* pada produk. Dengan adanya penerapan metode ini, proses penilaian kualitas produk diharapkan dapat dilakukan secara lebih cepat, objektif, dan terstruktur.

II. STUDI PUSTAKA

A. Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Saraf Tiruan merupakan salah satu metode dalam bidang kecerdasan buatan yang digunakan untuk mempelajari pola dari data. JST bekerja dengan menerima data masukan, memproses data tersebut melalui bobot dan bias, kemudian menghasilkan keluaran berdasarkan pola yang telah dipelajari selama proses pelatihan [3].

Pada proses pelatihan, JST akan menyesuaikan nilai bobot agar hasil prediksi semakin mendekati target yang diinginkan. Metode ini banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti klasifikasi data, prediksi, pengenalan citra, pengenalan suara, dan sistem pengambilan keputusan [4].

Dalam penelitian ini, JST digunakan untuk mengenali pola hubungan antara parameter fisik produk dan status kelayakan produk pada proses *Quality Control*. Parameter fisik yang digunakan meliputi berat produk, dimensi produk, dan suhu pengemasan.

B. Multi-Layer Perceptron

Multi-Layer Perceptron atau MLP merupakan salah satu model Jaringan Saraf Tiruan yang dirancang dengan struktur lebih dari satu lapisan pemrosesan. Secara umum, MLP terdiri dari *input layer*, satu atau lebih *hidden layer*, dan *output layer*. Setiap neuron pada suatu lapisan akan terhubung dengan neuron di lapisan berikutnya melalui bobot tertentu [4].

MLP dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan klasifikasi karena

mampu mempelajari pola data yang tidak selalu bersifat linear. Hal ini berbeda dengan *Single Layer Perceptron* yang lebih cocok digunakan untuk kasus yang sederhana dan memiliki batas keputusan linear [3].

Pada penelitian ini, model MLP menggunakan tiga neuron input, yaitu berat produk, dimensi produk, dan suhu pengemasan. Bagian *hidden layer* digunakan untuk memproses pola dari ketiga input tersebut, sedangkan *output layer* digunakan untuk menentukan status akhir produk, yaitu lolos QC atau *reject*.

C. Quality Control

Quality Control adalah proses pengendalian mutu yang bertujuan menjamin kesesuaian produk hasil produksi terhadap standar yang telah ditentukan. Dalam industri manufaktur, proses ini penting karena berhubungan langsung dengan mutu produk, kepuasan konsumen, dan efisiensi produksi [1].

Produk dinyatakan layak apabila memenuhi batas toleransi yang telah ditentukan. Sebaliknya, produk dapat dikategorikan *reject* apabila terdapat parameter yang berada di luar standar. Pada penelitian ini, parameter yang digunakan untuk menentukan kelayakan produk adalah berat produk, dimensi produk, dan suhu pengemasan.

Penerapan sistem bantu berbasis kecerdasan buatan pada proses *Quality Control* dapat membantu mengurangi ketergantungan pada pemeriksaan manual. Dengan sistem klasifikasi berbasis data, proses penilaian kualitas produk dapat menjadi lebih cepat dan konsisten [2].

D. Confusion Matrix dan Akurasi

Google Colab merupakan platform pemrograman berbasis cloud yang dapat digunakan untuk menjalankan program Python tanpa instalasi tambahan pada komputer pengguna. Dalam penelitian ini, Google Colab dipakai untuk membuat dan menguji model MLP.

Pustaka Scikit-Learn digunakan karena menyediakan berbagai algoritma machine learning, termasuk model *MLPClassifier*. Selain itu, Scikit-Learn juga menyediakan fitur pendukung seperti *train_test_split*, *StandardScaler*, akurasi, dan *confusion matrix* yang diperlukan dalam proses pelatihan dan evaluasi model [5].

E. Confusion Matrix dan Akurasi

Confusion matrix merupakan salah satu teknik evaluasi yang dipakai untuk melihat hasil klasifikasi model. Melalui *confusion matrix*, jumlah data yang diprediksi tepat atau keliru diklasifikasikan dapat teridentifikasi [6].

Pada kasus klasifikasi biner, hasil klasifikasi biasanya terdiri dari dua kelas, yaitu kelas positif dan negatif. Pada penelitian ini, kelas positif dapat diartikan sebagai produk lolos QC, sedangkan kelas negatif diartikan sebagai produk *reject*. Akurasi digunakan untuk mengetahui persentase jumlah prediksi benar dibandingkan dengan seluruh data pengujian [6].

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini masuk dalam penelitian terapan berbasis simulasi. Penelitian dilakukan dengan menerapkan metode Jaringan Saraf Tiruan MLP untuk mengklasifikasikan kelayakan kualitas produk pada proses *Quality Control*. Penerapan model dilakukan memakai Google Colab dengan bahasa pemrograman Python dan pustaka Scikit-Learn [5].

B. Dataset Penelitian

Dataset yang digunakan merupakan dataset simulasi. Data disusun berdasarkan batas standar kualitas produk yang telah ditentukan. Dataset terdiri dari tiga variabel input dan satu variabel output. Variabel input yang digunakan adalah berat produk, dimensi produk, dan suhu pengemasan. Variabel output yang digunakan adalah status QC, yaitu nilai 1 untuk produk lolos dan nilai 0 untuk produk *reject*.

Penggunaan dataset simulasi dilakukan karena penelitian ini masih berada pada tahap penerapan metode dan pengujian konsep. Oleh karena itu, data yang digunakan belum berasal dari proses produksi nyata. Meskipun demikian, data simulasi tetap disusun berdasarkan batas standar produk agar model dapat menggambarkan konsep klasifikasi QC secara sederhana.

C. Standar Kelayakan Produk

Standar kelayakan produk pada penelitian ini dibuat sebagai dasar dalam memberikan label pada dataset. Produk dinyatakan lolos apabila nilai berat, dimensi, dan suhu pengemasan masih berada dalam batas toleransi. Sebaliknya, produk dinyatakan *reject*

apabila satu atau beberapa parameter berada di luar batas standar.

Tabel 1. Standar Kelayakan Produk

Parameter	Standar Lolos QC
Berat produk	95–105 gram
Dimensi produk	48–52 mm
Suhu pengemasan	28–32°C

Penentuan standar ini bertujuan untuk membuat aturan awal dalam proses pelabelan data. Dengan adanya standar tersebut, model MLP dapat dilatih untuk mengenali pola produk yang telah sesuai standar dan produk yang dinyatakan tidak memenuhi standar tersebut.

D. Arsitektur Model MLP

Model MLP yang digunakan dalam penelitian ini memiliki arsitektur sederhana. Struktur model terdiri dari tiga neuron pada *input layer*, satu *hidden layer* dengan empat neuron, dan satu neuron pada *output layer*. Struktur ini dipilih karena jumlah parameter input masih sedikit dan output yang digunakan hanya terdiri dari dua kelas [4].

Tiga neuron input digunakan untuk menerima nilai berat produk, dimensi produk, dan suhu pengemasan. Selanjutnya, data diproses pada *hidden layer* untuk mengenali pola hubungan antarvariabel. Hasil akhir dari proses tersebut dikeluarkan melalui *output layer* dalam bentuk status produk, yaitu lolos QC atau *reject*.

E. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dari penentuan masalah, yaitu perlunya sistem bantu untuk mengklasifikasikan kelayakan produk pada proses *Quality Control*. Setelah itu, ditentukan variabel input dan output yang dipakai dalam model. Dataset kemudian disusun berdasarkan standar kualitas produk yang telah ditentukan.

Sebelum masuk ke proses pelatihan, data dinormalisasi menggunakan *StandardScaler*. Normalisasi dilakukan karena setiap variabel memiliki rentang nilai yang berbeda, misalnya berat dalam gram, dimensi dalam milimeter, dan suhu dalam derajat Celsius. Proses normalisasi membantu model agar tidak terlalu dominan terhadap variabel yang memiliki nilai lebih besar [5].

Setelah data dinormalisasi, dataset dibagi ke dalam dua kelompok, yakni data latih dan data uji. Data latih berfungsi sebagai proses pelatihan model MLP, sedangkan data uji digunakan untuk mengukur kemampuan model dalam mengklasifikasikan data baru yang belum pernah dikenali sebelumnya. Hasil evaluasi selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk akurasi dan *confusion matrix* [6].

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pelatihan Model

Model MLP dilatih memakai dataset simulasi yang sudah dinormalisasi. Pada proses pelatihan dilakukan agar model dapat mengenali hubungan antara parameter input dan status kelayakan produk. Parameter input yang digunakan terdiri dari berat produk, dimensi produk, dan suhu pengemasan.

Selama proses pelatihan, model menyesuaikan bobot dan bias pada jaringan agar hasil prediksi semakin mendekati target. Pada penelitian ini, target yang digunakan hanya terdiri dari dua kelas, yaitu produk lolos QC dan produk *reject*. Karena kasus yang digunakan adalah klasifikasi biner, maka model MLP cukup sesuai untuk digunakan [4].

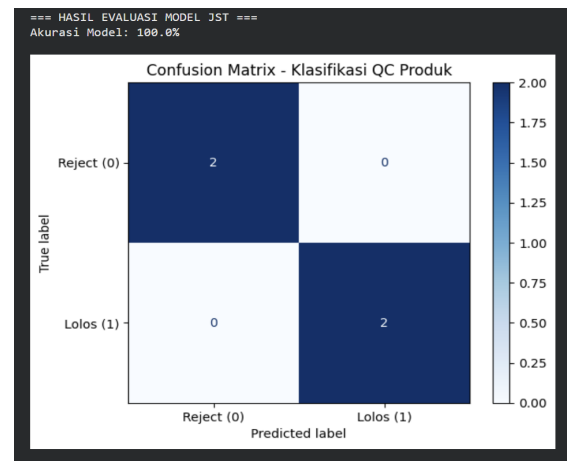
B. Hasil Pengujian Model

Setelah tahap pelatihan selesai, model diuji menggunakan data pengujian. Data pengujian merupakan data yang tidak digunakan pada saat proses pelatihan. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah model dapat mengklasifikasi data baru.

Berdasarkan hasil pengujian, model MLP mampu mengklasifikasikan data sesuai dengan target yang diberikan. Produk dengan parameter yang berada dalam batas standar diklasifikasikan sebagai produk lolos QC, sedangkan produk yang memiliki parameter di luar batas standar diklasifikasikan sebagai produk *reject*.

C. Confusion Matrix

Evaluasi model juga dilakukan menggunakan *confusion matrix*. *Confusion matrix* digunakan untuk menunjukkan perbandingan antara label sebenarnya dan label hasil prediksi model [6].



Gambar 1. *Confusion Matrix* Hasil Klasifikasi QC Produk Menggunakan JST.

Pada *confusion matrix*, bagian diagonal menyatakan jumlah prediksi yang benar. Jika data *reject* diprediksi sebagai *reject* dan data lolos diprediksi sebagai lolos, maka model berhasil melakukan klasifikasi dengan tepat. Sebaliknya, apabila data lolos diprediksi sebagai *reject* atau data *reject* diprediksi sebagai lolos, maka terjadi kesalahan klasifikasi.

D. Pembahasan Hasil

Berdasarkan hasil pengujian, metode MLP dapat diterapkan untuk membantu proses klasifikasi kelayakan kualitas produk. Model mampu mengenali pola bahwa produk yang memiliki berat, dimensi, dan suhu pengemasan sesuai standar akan dikategorikan sebagai produk lolos QC. Sementara itu, produk dengan nilai parameter yang menyimpang dari standar akan dikategorikan sebagai *reject*.

Tabel 2. Contoh Hasil Prediksi Model MLP

No	Berat	Dimensi	Suhu	Target	Prediksi	Keterangan
1	100	50	30	1	1	Benar
2	90	46	33	0	0	Benar
3	102	51	31	1	1	Benar
4	110	55	35	0	0	Benar

Penggunaan MLP pada penelitian ini dinilai lebih sesuai dibandingkan metode yang terlalu sederhana karena MLP memiliki *hidden layer* yang dapat membantu model mengenali hubungan antarvariabel input. Dengan adanya lapisan tersembunyi, model tidak hanya membaca data secara langsung, tetapi juga memproses pola dari kombinasi setiap parameter [4].

Walaupun hasil pengujian menunjukkan performa yang baik, masih adanya keterbatasan dalam penelitian ini. Dataset yang digunakan masih berupa dataset simulasi dan jumlah datanya masih sedikit. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh belum sepenuhnya mewakili seluruh kondisi produksi nyata. Pada kondisi industri sebenarnya, data produk dapat lebih bervariasi karena dipengaruhi oleh mesin produksi, bahan baku, suhu lingkungan, dan faktor operator.

Dengan demikian, model MLP pada penelitian ini dapat digunakan sebagai contoh penerapan JST dalam proses *Quality Control*, tetapi masih perlu dikembangkan lebih lanjut menggunakan data produksi nyata agar hasilnya lebih valid dan dapat diterapkan secara langsung dalam lingkungan industri.

V. KESIMPULAN

Melalui hasil penelitian dan pembahasan, disimpulkan bahwa metode Jaringan Saraf Tiruan berbasis *Multi-Layer Perceptron* dapat diterapkan untuk mengklasifikasikan kelayakan kualitas produk pada proses *Quality Control*. Parameter input yang digunakan meliputi berat produk, dimensi produk, dan suhu pengemasan, sedangkan output sistem berupa status produk, yaitu lolos QC atau *reject*.

Model MLP yang dirancang menggunakan tiga neuron input, satu *hidden layer*, dan satu neuron output mampu mengenali pola data simulasi dan menghasilkan klasifikasi sesuai dengan spesifikasi standar kualitas produk yang ditetapkan. Penerapan metode ini dapat menjadi contoh penggunaan kecerdasan buatan dalam membantu proses inspeksi mutu agar lebih cepat, objektif, dan terstruktur [3], [4].

Namun, cakupan penelitian ini masih terbatas pada penggunaan dataset simulasi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data produksi nyata dengan jumlah data yang lebih besar. Selain itu, variabel input juga dapat ditambahkan,

misalnya warna produk, kelembapan, tekanan mesin, atau hasil inspeksi visual, sehingga sistem klasifikasi dapat bekerja lebih akurat dan mendekati kondisi industri sebenarnya.

REFERENSI

- [1] D. C. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*, 7th ed. New York: John Wiley & Sons, 2013.
- [2] J. M. Juran and J. A. De Feo, *Juran's Quality Handbook: The Complete Guide to Performance Excellence*, 6th ed. New York: McGraw-Hill, 2010.
- [3] S. Haykin, *Neural Networks and Learning Machines*, 3rd ed. New Jersey: Pearson Education, 2009.
- [4] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*. Cambridge: MIT Press, 2016.
- [5] F. Pedregosa et al., "Scikit-Learn: Machine Learning in Python," *Journal of Machine Learning Research*, vol. 12, pp. 2825–2830, 2011.
- [6] C. M. Bishop, *Pattern Recognition and Machine Learning*. New York: Springer, 2006.