

IMPLEMENTASI SISTEM PEMINDAI BARCODE UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PENGECEKAN KEMASAN DI PT XYZ

**M.Showi Nailul Ulum¹, Nanang B S², Padang Yanuar³, Bah Evan⁴, Ali Sai'in⁵,
Ahamad Hamim Su'udi⁶, Fadhil Muhamad Kadavi⁷**

^{1,2,3,4,5,6} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Soedarto S.H. Tembalang, Semarang 50061
E-mail: showy_ulum@polines.ac.id

Abstract

Packaging inspection at PT XYZ was previously performed manually by operators, which posed a risk of errors in product variant verification before shipment. This condition led to reduced accuracy, inconsistency, and inefficiency in the production line. Although barcode scanning systems have been implemented in various industries, their effectiveness can be limited if not adapted to specific operational environments. This study aims to design and implement an automated barcode scanning system to enhance the accuracy and reliability of spark plug packaging inspection. The system integrates a barcode reader with a PLC and HMI to allow automated verification of product barcodes during the packing process. The research methodology includes observation, interviews, system design, fabrication, integration, and testing. A trial-and-error approach was applied to determine the optimal configuration of scanner parameters such as exposure time, gain, angle, and distance. Using 1500 carton boxes per configuration as test samples, the system showed a significant increase in barcode reading accuracy and a decrease in error rate after optimization. Test results show that the best Exposure Time is 3500 μ s, the best Gain is 16, and the best Barcode Reader installation distance is 400 mm with an error rate of 3.73%. The final implementation demonstrated consistent and reliable performance under varying operational conditions. In conclusion, the developed system successfully replaces manual inspection, reduces human error, and improves packaging quality control and process efficiency.

Abstrak

Inspeksi pengemasan di PT XYZ sebelumnya dilakukan secara manual oleh operator, proses manual akan menimbulkan risiko kesalahan dalam verifikasi varian produk sebelum pengiriman. Kondisi ini menyebabkan berkurangnya akurasi, inkonsistensi, dan inefisiensi di lini produksi. Meskipun sistem pemindaian barcode telah diterapkan di berbagai industri, efektivitasnya dapat terbatas jika tidak disesuaikan dengan lingkungan operasional tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemindaian barcode otomatis guna meningkatkan akurasi dan keandalan inspeksi pengemasan busi. Sistem ini mengintegrasikan pembaca barcode dengan PLC dan HMI untuk memungkinkan verifikasi otomatis barcode produk selama proses pengepakan. Metodologi penelitian meliputi observasi, wawancara, perancangan sistem, fabrikasi, integrasi, dan pengujian. Pendekatan trial-and-error digunakan dalam penelitian ini, pendekatan ini diterapkan untuk menentukan konfigurasi optimal

parameter pemindai seperti exposure time, gain, sudut, dan jarak scand. Uji sampel menggunakan 1500 kotak karton per konfigurasi, setelah uji coba yang dilakukan menunjukkan hasil peningkatan yang signifikan dalam akurasi pembacaan kode batang dan penurunan tingkat kesalahan setelah optimasi. Hasil uji coba menunjukkan bahwa Exposure Time terbaik 3500 μ s, Gain terbaik pada 16, jarak Pemasangan Barcode Reader terbaik 400 mm dengan error rate 3,73%. Implementasi akhir menunjukkan kinerja yang konsisten dan andal dalam kondisi operasional yang bervariasi. Kesimpulannya, sistem yang dikembangkan berhasil menggantikan inspeksi secara manual, mengurangi kesalahan yang dilakukan oleh manusia, serta meningkatkan kualitas pengemasan dan efisiensi proses pengemasan.

Kata Kunci: Scan barcod, pengemasan, inspeksi, kualitas.

PENDAHULUAN

PT. XYZ didirikan pada tahun 1975 sebagai hasil kerja sama antara XYZ Corporation, Jepang, dan mitra lokal Indonesia. Perusahaan ini menjadi salah satu pelopor dalam industri komponen otomotif di Indonesia, dengan fokus utama pada penyediaan komponen berkualitas tinggi untuk berbagai produsen kendaraan bermotor di Indonesia dan pasar global. Perusahaan ini menerapkan standar kualitas tinggi dalam setiap proses produksinya untuk memastikan produk yang dikirimkan sesuai dengan spesifikasi. Salah satu aspek penting dalam proses produksi adalah pengecekan kemasan produk sebelum dikirim ke pelanggan. Metode pengecekan kemasan dilakukan oleh operator dengan memeriksa secara manual tipe produk pada carton box, mengecek berat total carton box sebagai acuan kesesuaian jumlah dan tipe, lalu menandai carton box sebagai bukti telah lolos inspeksi. Namun, pengecekan manual memiliki risiko kesalahan proses verifikasi varian produk karena tampilan carton box yang serupa, meskipun tipenya berbeda, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1. dimana tipe Q16-U tercampur dengan K18R-U11. Metode ini tidak hanya kurang efisien, tetapi juga berpotensi menimbulkan kesalahan manusia dan meningkatkan beban kerja fisik, yang pada akhirnya berdampak pada menurunnya kualitas dan produktivitas secara keseluruhan [1][2][3].



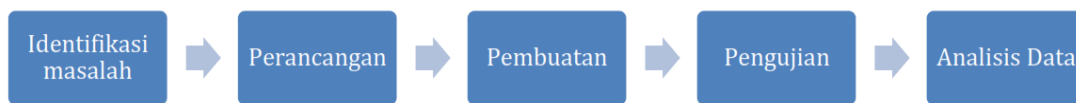
Gambar 1. Contoh Tercampurnya Varian Produk

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pengecekan kemasan berbasis *barcode scanner* untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi pada proses inspeksi produk [4][5]. Penggunaan teknologi *barcode scanner* seperti *laser scanner* dan CCD (*Charge-Coupled Device*) *scanner* telah diterapkan dalam berbagai sektor industri untuk membantu mempermudah proses pengecekan [6][7][8][9]. Meskipun kedua jenis *scanner* ini telah terbukti efektif, keterbatasan dalam hal sudut pemindaian, kedalaman bidang baca, serta sensitivitas terhadap kondisi pencahayaan masih menjadi tantangan dalam implementasinya [6]. Sebagai alternatif, penelitian ini mengusulkan penggunaan *barcode scanner* berbasis kamera (*camera-based barcode scanner*) yang memiliki keunggulan dalam hal kemampuan membaca *barcode* dari berbagai sudut, menangkap citra dengan resolusi tinggi, serta fleksibilitas dalam berbagai posisi *barcode* [6][10]. Dengan pemanfaatan sistem ini, diharapkan proses pengecekan kemasan tidak hanya menjadi lebih cepat dan akurat, tetapi juga lebih adaptif terhadap variasi visual pada kemasan produk. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengevaluasi sistem pemindai *barcode* yang diterapkan pada proses pengecekan kemasan produk di PT XYZ. Evaluasi dilakukan dari aspek teknis melalui pengujian parameter pemindaian, aspek operasional terkait integrasi dengan HMI dan sistem kendali, serta potensi peningkatan efisiensi dalam proses pengecekan kemasan.

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu di bidang otomasi industri, khususnya dalam implementasi sistem pemindaian *barcode* yang terintegrasi dengan sensor optik dan *interface* HMI untuk *feedback* secara realtime serta sistem kendali berbasis PLC [11]. Pendekatan yang diterapkan memperkuat pemahaman mengenai peningkatan efisiensi dan akurasi dalam proses pengecekan kemasan pada lini produksi. Hasil dari penelitian ini juga membuka peluang pengembangan sistem serupa pada sektor manufaktur massal lainnya yang membutuhkan kecepatan deteksi dan validasi data produk secara *real-time*. Temuan ini dapat dijadikan acuan dalam studi lanjut di bidang teknik mesin, mekatronika, teknik elektro, serta rekayasa industri dan manufaktur.

METODOLOGI

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dan kualitatif. Metode kuantitatif dipilih sebab pengukuran variabel penelitian menggunakan angka dan analisis data terkait parameter-parameter pada alat. Sementara itu, metode kualitatif digunakan untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi dengan observasi langsung ataupun wawancara. Metodologi penelitian dalam merancang sistem pemindaian *barcode* untuk meningkatkan kualitas pengecekan kemasan produk di PT XYZ melibatkan beberapa tahapan proses, sebagaimana yang tergambarkan dalam Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Identifikasi Masalah

Masalah ketidaksesuaian kemasan produk *spark plug* di PT XYZ diidentifikasi dengan metode *Five-Why Analysis* untuk menemukan akar penyebab, bukan hanya gejalanya [12]. Observasi dilakukan terhadap proses pengecekan manual, dilanjutkan dengan wawancara terhadap operator, *leader*, dan tim *engineering* bila data kurang memadai.

Perancangan

Perancangan sistem mencakup:

Desain sistem *barcode scanner* disesuaikan dengan kondisi pengepakan dan mempertimbangkan *exposure time*, *gain*, pencahayaan, serta kemudahan perawatan.

Perancangan sistem kontrol agar operator dapat mengoperasikan dan memverifikasi *barcode* sesuai varian produk.

Perancangan konstruksi menggunakan CAD 3D dengan analisis kekuatan struktur untuk memastikan faktor keamanan memadai.

Pembuatan

Tahap pembuatan sistem pemindai *barcode* dimulai dengan proses fabrikasi berdasarkan desain dan gambar kerja yang telah disusun pada tahap perancangan. Pembuatan struktur fisik dilakukan melalui pemotongan dan perakitan rangka sebagai

penopang *barcode reader*. Selanjutnya, dilakukan perakitan komponen elektronik dan sistem kontrol, yang mencakup pemasangan barcode reader, koneksi ke PLC, serta instalasi HMI sebagai antarmuka pengguna. Setelah seluruh komponen terpasang, dilakukan penginstalan program pengendali dan integrasi seluruh sistem agar dapat bekerja secara otomatis dan terhubung satu sama lain.

Pengujian

Pengujian sistem pemindai *barcode* ini dilakukan dalam dua tahap:

1. Trial and error, menguji parameter seperti *exposure time*, *gain*, sudut dan jarak *scanner* terhadap *barcode*, menggunakan 1500 sampel *carton box* untuk menemukan konfigurasi optimal.
2. Reliabilitas sistem, mengevaluasi konsistensi pembacaan *barcode* dalam kondisi operasional berbeda, termasuk perbedaan kondisi cahaya area produksi [13].

Jika terjadi kegagalan, dilakukan perbaikan desain dan pengujian ulang.

Pengolahan dan Analisis Data

Menggunakan metode kuantitatif deskriptif, data dianalisis berdasarkan keberhasilan dan kegagalan pemindaian. Dihitung *error rate* untuk menilai efektivitas sistem. Hasil disusun dalam tabel untuk membandingkan pengaruh setiap parameter dan menentukan konfigurasi terbaik.

Pembahasan dan Analisis

Analisis dilakukan untuk menilai:

1. Parameter fisik (posisi dan sudut pemindaian) dan parameter optimal (*exposure time*, *gain*).
2. Akurasi dan reliabilitas sistem pemindaian dalam berbagai kondisi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

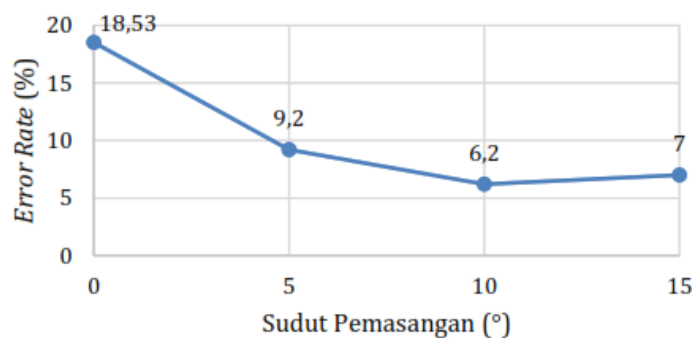
Pengujian sistem pemindai *barcode* dilakukan dengan metode *trial and error* untuk menentukan konfigurasi terbaik dari masing-masing parameter pemindaian yang berpengaruh terhadap tingkat keberhasilan pembacaan *barcode*. Pengujian ini dilakukan

dengan menggunakan 1500 sampel *carton box* per konfigurasi dan mencakup empat parameter utama, yaitu *exposure time*, *gain*, sudut pemasangan, dan jarak pemasangan *barcode reader*.

HASIL

3.1. Sudut Pemasangan *Barcode Reader*

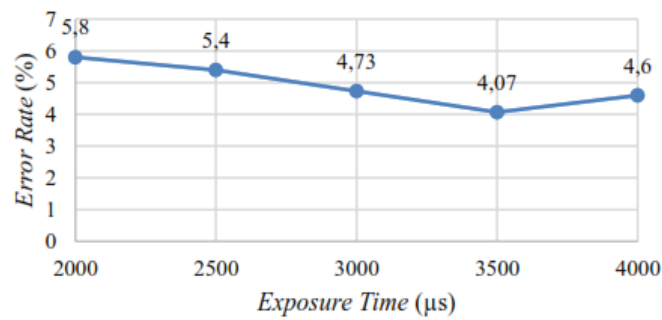
Variasi sudut pemindaian menunjukkan bahwa posisi tegak lurus terhadap permukaan barcode memberikan hasil terburuk karena akan menyebabkan pantulan cahaya tegak lurus ke *code reader* dan membuat *code reader* mengalami kendala saat melakukan pemindaian [14]. Sudut optimal yang ditemukan selama pengujian adalah 10 derajat karena mampu meminimalkan distorsi dan memastikan sistem dapat membaca barcode secara konsisten, hal ini ditandai dengan *error rate* terendah yaitu 6,2% dari total pemindaian. Hasil pengujian parameter *exposure time* dapat dilihat dengan grafik pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Parameter Sudut Pemasangan Terhadap *Error Rate*

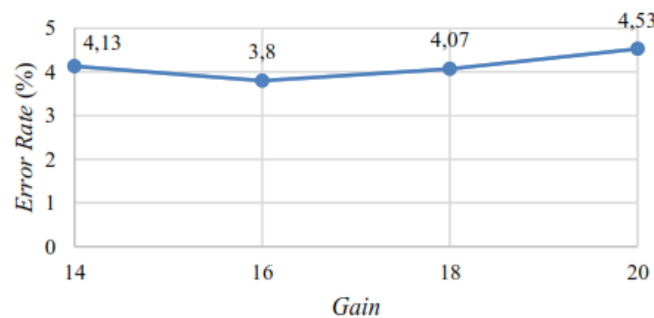
3.2. *Exposure Time*

Pengujian *exposure time* dilakukan dengan beberapa variasi nilai. Hasil menunjukkan bahwa *exposure time* yang terlalu singkat menghasilkan gambar yang terlalu gelap sehingga *barcode* sulit dikenali, sementara *exposure time* yang terlalu panjang menyebabkan gambar menjadi terlalu terang atau blur [15]. Nilai *exposure time* optimal diperoleh adalah 3500 μ s, hal ini ditandai dengan *error rate* terendah yaitu 4,07%. Hasil pengujian parameter *exposure time* dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini:

Gambar 4. Grafik Parameter *Exposure Time* Terhadap *Error Rate*

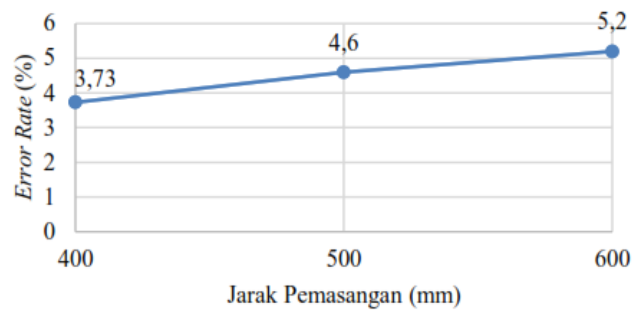
3.3. *Gain*

Gain yang terlalu rendah tidak cukup memperkuat sinyal dari pantulan cahaya *barcode*, sedangkan gain yang terlalu tinggi menyebabkan *noise* visual pada hasil tangkapan gambar. Melalui beberapa percobaan, diperoleh nilai gain yang ideal yaitu 16, di mana kualitas gambar cukup terang namun tetap tajam untuk dikenali oleh sistem. Hasil pemindaian menunjukkan peningkatan akurasi saat gain berada pada nilai yang seimbang, hal ini ditandai dengan *error rate* terendah yaitu 3,8%. Hasil pengujian parameter *gain* dapat dilihat dengan grafik pada Gambar 5 berikut ini:

Gambar 5. Grafik Parameter *Gain* Terhadap *Error Rate*

3.4. Jarak Pemasangan *Barcode Reader*

Pengujian terhadap jarak antara *barcode reader* dan *barcode* menunjukkan bahwa jarak yang terlalu jauh menyebabkan resolusi gambar menurun dan fokus kurang baik. Jarak optimal berada pada nilai 400 mm di mana seluruh area *barcode* dapat terdeteksi secara utuh tanpa kehilangan ketajaman gambar, hal ini ditandai dengan *error rate* terendah yaitu 3,73%. Hasil pengujian parameter jarak pemasangan dapat dilihat dengan grafik pada gambar 6 berikut ini:

Gambar 6. Grafik Parameter Jarak Pemasangan Terhadap *Error Rate*

3.5. Pengujian Reabilitas Shift Siang Dan Malam

Setelah mendapat konfigurasi parameter dengan *error rate* terdendah yang didapat yaitu 3,73%, pengujian reabilitas dilakukan sesuai dengan keadaan aktual pada line produksi yaitu terdapat shift siang dan malam. Tabel 1 menyajikan hasil data dari setiap perubahan kondisi pencahayaan area produksi yang diambil menggunakan aplikasi *lux* meter dari sebuah telepon genggam, yang menunjukkan jumlah pemindaian yang dilakukan, jumlah kegagalan pemindaian, dan *error rate*-nya.

Tabel 1. Hasil Pengujian Reabilitas Shift Siang Dan Malam

No.	Pencahayaan (Lux)	Total Pemindaian	Total Gagal	<i>Error Rate</i> (%)
1	± 53 (siang)	1500	56	3,73
2	± 44 (malam)	1500	57	3,8

PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian sesuai dengan kondisi aktual pada shift siang dan malam, *error rate* tidak berubah banyak dengan rata-rata *error rate* sebesar 3.765% yang mana menunjukkan sistem pemindai *barcode* dengan konfigurasi parameter yang telah ditetapkan saat pengujian *trial and error* dapat dikatakan reliabel.

Sistem *barcode reader* ini bekerja dengan cara membaca *barcode* pada kemasan yang telah dimasukkan ke dalam *carton box* guna memastikan bahwa varian produk yang dikemas sudah benar sebelum dikirim ke pelanggan. Proses diawali ketika

operator mengaktifkan alat melalui HMI, lalu barcode reader secara otomatis memindai kode pada kemasan jika mendeteksi *carton box* di bawah *code reader*. Hasil pemindaian akan diverifikasi oleh sistem untuk mencocokkan *barcode* dengan data referensi yang telah ditentukan. Jika *barcode* terbaca dan sesuai, maka pengepakan dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya. Namun jika barcode tidak sesuai atau gagal terbaca, sistem akan memberikan peringatan kepada operator untuk dilakukan pemeriksaan ulang. Informasi hasil pemindaian ditampilkan melalui HMI dan secara otomatis dicatat dalam sistem sebagai data untuk keperluan evaluasi dan pelacakan

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pemindai *barcode* yang terintegrasi untuk meningkatkan akurasi pengecekan kemasan produk *spark plug* di PT XYZ. Sistem ini mampu menggantikan metode pengecekan manual yang berisiko menimbulkan kesalahan, dengan sistem otomatis yang lebih akurat dan konsisten. Secara keseluruhan, sistem pemindai *barcode* yang dikembangkan mampu meningkatkan kualitas pengecekan kemasan dan mendukung efisiensi proses produksi. Sistem ini dapat dijadikan solusi yang efektif untuk mengurangi ketergantungan operator yang dapat menyebabkan kesalahan pengepakan dan memastikan produk dalam sebelum pengiriman ke pelanggan adalah produk yang sesuai

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gati WM, Wahyuni I, Ekawati. Analisis Penyebab Human Error Terhadap Kejadian Kecelakaan pada Teknisi di Perusahaan Otomotif X, Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 2020;8:665–71. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jkm.v8i5.27948>.
- [2] Au-Yong CP, Ali AS, Ahmad F. Enhancing building maintenance cost performance with proper management of spare parts. *J Qual Maint Eng* 2016;22:51–61. <https://doi.org/10.1108/JQME-01-2015-0001>.
- [3] Akbar I, Mila R;, Sufa F. Identifikasi Beban Kerja mental dan Fisik serta Tingkat Human Error Karyawan dengan Metode NASA-TLX, CVL, dan Sherpa (Studi Kasus : Operator Barcode Scanning J&T Express DP (Drop Point) Sumber, Banjarsari). Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2023.
- [4] Youssef SM, Salem RM. Automated barcode recognition for smart identification and inspection automation. *Expert Syst Appl* 2007;33:968–77. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.07.013>.
- [5] Rigueira X, Martinez J, Araujo M, Recaman A. Computer vision application for improved product traceability in the granite manufacturing industry 2022.
- [6] Garg N. Improving Business Logistics using Barcode Scanners. *Int J Comput Appl* 2012;50:975–8887.
- [7] Sitthikarn P, Hakimi P. Pick to Light Systems. Thammasat University, 2016.
- [8] Chanda A. Barcode Technology and its Application in Libraries Barcode Technology and its Application in Libraries Barcode Technology and its Application in Libraries. *Library Philosophy and Practice* 2019.
- [9] Hayat K. Case Study: Linking Barcode Technology to Quality Control 2012. <https://www.qualitymag.com/articles/90797-case-study-linking-barcode-technology-to-quality-control> (accessed August 6, 2025).
- [10] Guzman A. 8 Reasons to Choose Image-Based Barcode Readers 2020. <https://www.cognex.com/blogs/industrial-barcode-reader/8-reasons-to-choose-image-based-barcode-readers?> (accessed August 6, 2025).

- [11] Easiersoft. HMI Integration for Real-Time Feedback 2025. <https://free-barcode.com/barcode/barcode-scanner/hmi-integration-for-real-time-feedback.asp> (accessed August 6, 2025).
- [12] Gangidi P. A systematic approach to root cause analysis using 3 × 5 why's technique. *International Journal of Lean Six Sigma* 2019;10:295–310. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2017-0114>.
- [13] Scandit. How to Measure Barcode Scanning Performance 2025. <https://www.scandit.com/resources/guides/how-to-measure-barcode-scanning-performance/> (accessed August 6, 2025).
- [14] Grover A, Braeckel P, Lindgren K, Berghel H, Cobb D. Parameters Effecting 2D Barcode Scanning Reliability. *Advances in Computers*, vol. 80, Academic Press Inc.; 2010, p. 222. [https://doi.org/10.1016/S0065-2458\(10\)80006-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2458(10)80006-3).
- [15] Li J, Guan W. The optical barcode detection and recognition method based on visible light communication using machine learning. *Applied Sciences (Switzerland)* 2018;8. <https://doi.org/10.3390/app8122425>.