
**OPTIMASI PENGENDALIAN PENYIMPANAN DI GUDANG BAHAN
BAKU BISKUIT MENGGUNAKAN DEDICATED STORAGE DAN
POKA YOKE DENGAN PENDEKATAN FAILURE MODE
AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN HUMAN
RELIABILITY ANALYSIS (HRA)**

**Lifia Citra Ramadhanti¹, Yuni Pratiwi², Muhamad Nur Ikhsan³, Angga Widyas
Swara⁴, Rakay Edhiargo Toyosito⁵**

¹Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang

^{2,3,4,5}Universitas Tangerang Raya, Tangerang

e-mail: lifia.citra@ft.unsika.ac.id¹, yunipratiwwii@gmail.com²,

mnurikhsan@untara.ac.id³, anggaswara@untara.ac.id, rakaytoyosito@untara.ac.id

Abstract: *A total of 41 picking error incidents were recorded at PT XYZ's biscuit raw material warehouse between January and June, with operator inaccuracy identified as the primary cause (43.9%). These errors were driven by a wide variety of raw materials, similarities in physical product characteristics, and the absence of a structured error-prevention mechanism. This study integrates Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), Human Reliability Analysis (HRA) using the HEART method, Dedicated Storage, and Poka-Yoke to identify, quantify, and mitigate picking error risks. FMEA was used to prioritize risks based on the Risk Priority Number (RPN), while HRA-HEART was employed to measure the Human Error Probability (HEP). FMEA results revealed four high-priority failure modes: retrieving expired materials (RPN 400), placing materials in incorrect locations (RPN 392), selecting the wrong raw materials (RPN 392), and non-compliance with FIFO procedures (RPN 378). HRA results indicated the highest HEP values in the tasks of issuing materials to production (72.8%), raw material retrieval (65.9%), and material placement (53.8%). Improvements were implemented using Dedicated Storage—based on the throughput-to-space requirement ratio—and Poka-Yoke measures, including barcode verification, a FIFO physical lock system, and a color-coded visual management system. These improvements reduced the RPN of all high-priority failure modes to below 100 and lowered the raw material retrieval HEP from 65.9% to 13.2%. Thus, the integration of FMEA, HRA, Dedicated Storage, and Poka-Yoke proved effective in mitigating picking error risks and enhancing warehouse operational reliability.*

Keyword: *Picking error, FMEA, HRA, Dedicated Storage, Poka Yoke.*

Abstrak: Kesalahan pengambilan barang (*picking error*) di gudang bahan baku biskuit PT XYZ tercatat sebanyak 41 kejadian selama Januari–Juni, dengan ketidaktekelitian operator sebagai penyebab dominan sebesar 43,9%. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh tingginya variasi bahan baku, kemiripan karakteristik fisik produk, serta belum adanya mekanisme pencegahan kesalahan yang terstruktur. Penelitian ini mengintegrasikan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), *Human Reliability Analysis* (HRA) dengan metode HEART, *Dedicated Storage*, dan *Poka Yoke* untuk mengidentifikasi, mengukur, dan mengurangi risiko *picking error*. FMEA digunakan untuk menentukan prioritas risiko berdasarkan *Risk Priority Number* (RPN), sedangkan HRA-HEART digunakan untuk mengukur *Human Error Probability* (HEP). Hasil FMEA menunjukkan empat *failure mode* prioritas tinggi, yaitu pengambilan bahan kedaluwarsa (RPN 400), penempatan bahan tidak sesuai lokasi (RPN 392), salah pengambilan bahan baku (RPN 392), dan ketidaktaatan FIFO (RPN 378). Hasil HRA menunjukkan HEP tertinggi pada tugas pengeluaran bahan ke produksi sebesar 72,8%, pengambilan bahan baku 65,9%, dan penempatan bahan 53,8%. Perbaikan dilakukan melalui *Dedicated Storage* berdasarkan

rasio *throughput*/kebutuhan ruang dan *Poka Yoke* berupa verifikasi *barcode*, *FIFO Physical Lock System*, serta *Visual Management System* berbasis kode warna. Hasil perbaikan menurunkan seluruh *failure mode* prioritas tinggi menjadi $RPN < 100$ dan menurunkan HEP pengambilan bahan baku dari 65,9% menjadi 13,2%. Dengan demikian, integrasi FMEA, HRA, *Dedicated Storage*, dan *Poka Yoke* efektif dalam mengurangi risiko *picking error* dan meningkatkan keandalan operasional gudang.

Kata kunci: *picking error, FMEA, HRA, dedicated storage, poka yoke.*

PENDAHULUAN

Pergudangan dalam industri manufaktur memiliki peran strategis dalam menjaga kelancaran aliran barang dari produsen hingga konsumen. Kinerja gudang yang baik berkontribusi langsung terhadap efisiensi operasional, ketepatan pemenuhan pesanan, serta pengendalian biaya logistik. Pada industri biskuit, karakteristik produk dengan variasi jenis yang tinggi, perputaran barang yang cepat, serta tuntutan ketepatan pengiriman menjadikan aktivitas pergudangan rentan terhadap kesalahan pengambilan barang (*picking error*), terutama apabila proses *picking* masih mengandalkan ketelitian operator tanpa didukung mekanisme pencegahan kesalahan yang terstruktur.

Permasalahan tersebut ditemukan pada gudang bahan baku biskuit PT XYZ, sebuah perusahaan industri makanan ringan yang berlokasi di Kabupaten Tangerang. Berdasarkan data internal perusahaan selama periode Januari–Juni, tercatat total 41 kejadian kesalahan pengambilan barang, dengan ketidaktekelitian operator sebagai penyebab tertinggi (18 kejadian atau 43,9%), diikuti pengambilan barang yang tidak sesuai prinsip FIFO (12 kejadian atau 29,3%), ketidaksesuaian qty per pallet (7 kejadian atau 17%), serta permintaan qty yang belum jelas (4 kejadian atau 9,7%). Tren kesalahan menunjukkan kecenderungan meningkat, dengan puncak pada bulan Maret dan Juni.

Gudang menyimpan 14 jenis bahan baku yang diklasifikasikan berdasarkan kecepatan pergerakan menjadi tiga kategori: Cepat (Terigu soft, Gula Pasir, Baker Fat, Cocoa powder, RBD Coconut), Sedang (Susu skim, Sodium

bicarbonate, Garam, Amoniak kue, Flavour), dan Lambat (Egg powder, Vanilla, Lecithin, CBR). Tingginya variasi bahan baku serta kemiripan karakteristik fisik antarbahan, khususnya bahan berbentuk serbuk, menjadikan aktivitas *picking* rentan terhadap kesalahan identifikasi, terutama pada bahan baku kategori Cepat dan Sedang dengan intensitas pengambilan tertinggi.

Untuk menganalisis penyebab dan memprioritaskan risiko kesalahan secara terstruktur, penelitian ini menggunakan pendekatan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), yang menurut Erzon & Iriani (2026) efektif digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan proses gudang, menganalisis dampaknya, serta menentukan prioritas perbaikan melalui nilai Risk Priority Number (RPN). Sebagai pelengkap, digunakan pula Human Reliability Analysis (HRA) dengan metode HEART untuk mengukur Human Error Probability (HEP), yang menurut Habibi et al. (2025) mampu mengevaluasi kemungkinan kesalahan manusia secara sistematis dengan mempertimbangkan kondisi sistem dan lingkungan kerja.

Hasil identifikasi risiko selanjutnya menjadi dasar perancangan dua usulan perbaikan, yaitu *Dedicated Storage* dan *Poka Yoke*. Menurut Lasmana & Purnomo (2024), penerapan *dedicated storage* pada sistem penyimpanan yang terstruktur dapat mengurangi waktu pencarian barang dan memperlancar aliran pergerakan barang di dalam gudang. Sementara itu, penerapan *Poka Yoke* terbukti mampu menurunkan tingkat kesalahan operasional melalui mekanisme pencegahan dan deteksi kesalahan sejak awal proses (Febri

Prabowo dkk., 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab kesalahan pengambilan barang, menentukan prioritas risiko melalui FMEA, mengukur tingkat keandalan manusia melalui HRA, serta merancang usulan perbaikan berupa penerapan Dedicated Storage dan Poka Yoke guna menurunkan risiko kesalahan pengambilan barang dan meningkatkan keandalan operasional gudang bahan baku biskuit PT XYZ.

METODE

Jenis dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan studi kasus pada gudang bahan baku industri makanan ringan (biskuit) PT XYZ yang berlokasi di Kabupaten Tangerang. Pemilihan lokasi didasarkan pada tingginya intensitas aktivitas pergudangan serta tingkat kesalahan pengambilan barang yang tercatat pada periode penelitian. Penelitian dilaksanakan pada periode Desember 2025 sampai dengan Juli 2026, mencakup tahap observasi, pengumpulan data, pengolahan data, hingga perumusan usulan perbaikan.

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui empat teknik, yaitu: (a) observasi lapangan untuk mengamati alur proses penerimaan, penyimpanan, dan pengambilan bahan baku; (b) kuesioner kepada staf dan operator gudang untuk memperoleh penilaian parameter Severity, Occurrence, dan Detection pada FMEA serta faktor Error Producing Condition (EPC) pada HRA; (c) wawancara dengan pihak terkait untuk memperoleh informasi pendukung mengenai kebijakan dan prosedur operasional gudang; dan (d) dokumentasi berupa SOP gudang, layout, data persediaan, serta catatan kesalahan pengambilan barang.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian dikelompokkan menjadi variabel bebas faktor manusia (X1) yang mencakup ketidaktepatan operator dan ketergantungan pada ingatan dalam menentukan lokasi barang; variabel bebas faktor sistem penyimpanan (X2) yang mencakup inkonsistensi penempatan barang dan lebih dari satu area penyimpanan untuk satu jenis barang; serta variabel terikat (Y) berupa tingkat kesalahan pengambilan barang yang diukur melalui persentase kesalahan, jumlah kejadian picking error, dan waktu koreksi kesalahan.

Metode Analisis Data

1. Analisis FMEA dilakukan untuk mengidentifikasi failure mode pada proses picking dan menghitung nilai Risk Priority Number ($RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$) sebagai dasar penentuan prioritas risiko.
2. Analisis HRA menggunakan metode HEART (Human Error Assessment and Reduction Technique) untuk menghitung Human Error Probability (HEP) berdasarkan Generic Task Type (GTT) dan Error Producing Condition (EPC) pada setiap tugas kritis.
3. Perumusan Dedicated Storage dilakukan dengan menghitung rasio Throughput terhadap Space Requirement (T/S) untuk menetapkan prioritas lokasi penyimpanan tetap bagi setiap bahan baku, tanpa mengubah tata letak fisik gudang yang telah ditetapkan perusahaan.
4. Perumusan Poka Yoke dilakukan dengan merancang mekanisme pencegahan kesalahan berdasarkan failure mode dan faktor EPC dengan HEP tertinggi hasil analisis FMEA dan HRA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Penyebab Kesalahan Pengambilan Barang

Berdasarkan hasil observasi dan

data internal perusahaan selama periode Januari–Juni, tercatat 41 kejadian kesalahan pengambilan barang di gudang bahan baku biskuit PT XYZ. Ketidakteklian operator dalam membaca dan mengenali barang menjadi penyebab dominan dengan kontribusi 43,9%, yang secara analitis bersumber dari dua aspek utama, yaitu aspek human error dan aspek sistem penyimpanan yang belum terstruktur. Kesamaan karakteristik fisik antarbahan baku berbentuk serbuk, seperti Sodium bicarbonate, Vanila, dan Cocoa powder, memperbesar potensi kesalahan identifikasi, khususnya pada bahan baku kategori Cepat dan Sedang dengan intensitas pengambilan tertinggi.

Analisis FMEA dan Prioritas Risiko (RPN)

Hasil perhitungan RPN mengidentifikasi empat failure mode dengan prioritas tinggi, yaitu pengambilan bahan kedaluwarsa (RPN = 400), penempatan bahan tidak sesuai lokasi (RPN = 392), salah ambil bahan baku (RPN = 392), dan ketidaktaatan FIFO (RPN = 378). Tingginya nilai RPN pada keempat failure mode tersebut menunjukkan perlunya intervensi segera, baik dari aspek sistem penyimpanan maupun aspek keandalan manusia dalam pelaksanaan aktivitas picking.

Analisis Human Reliability Analysis (HRA)

Analisis HRA dengan metode HEART menunjukkan tiga tugas kritis dengan Human Error Probability (HEP) tertinggi, yaitu pengeluaran bahan ke produksi (72,8%), pengambilan bahan baku/order picking (65,9%), dan penempatan bahan baku ke lokasi penyimpanan (53,8%). Tingginya HEP pada ketiga tugas tersebut dipengaruhi oleh beban kerja tinggi, sifat pekerjaan yang repetitif, serta minimnya mekanisme

deteksi kesalahan pada sistem kerja yang berjalan.

Penerapan Dedicated Storage

Dedicated storage diterapkan dengan menetapkan lokasi penyimpanan tetap bagi setiap bahan baku berdasarkan rasio throughput terhadap kebutuhan ruang (T/S). Bahan baku kategori Cepat, yaitu Terigu soft, Gula Pasir, Baker Fat, Cocoa powder, dan RBD Coconut, ditempatkan pada zona yang paling mudah dijangkau untuk mempercepat akses dan mengurangi risiko kesalahan pengambilan, sementara bahan baku kategori Sedang dan Lambat ditempatkan pada zona yang lebih jauh. Penerapan ini dilakukan tanpa mengubah tata letak fisik gudang yang telah ditetapkan perusahaan.

Perancangan Poka Yoke

Mekanisme Poka Yoke dirancang berdasarkan failure mode dan faktor EPC dengan kontribusi tertinggi, meliputi: (1) Barcode Scan Verification System untuk memvalidasi kesesuaian barang yang diambil dengan permintaan aktual sebelum barang keluar dari lokasi penyimpanan; (2) FIFO Physical Lock System yang dilengkapi label warna berdasarkan expired date (ED) untuk mencegah pengambilan bahan kedaluwarsa dan pelanggaran prinsip FIFO; serta (3) Visual Management System berbasis kode warna dan denah lokasi untuk mempermudah operator dalam mengidentifikasi dan menempatkan bahan baku secara konsisten.

Perbandingan Kondisi Sebelum dan Setelah Perbaikan

Sub bagian ini menyajikan perbandingan nilai RPN dan HEP sebagai akibat dari penerapan Dedicated Storage dan Poka Yoke secara terintegrasi, sebagaimana disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Perbandingan RPN Tiga Kondisi: Awal, Setelah Dedicated Storage, dan Setelah Poka Yoke

No	Failure Mode	RPN Awal	RPN Setelah Dedicated Storage	RPN Setelah Poka Yoke	Penurunan RPN
1	Salah ambil bahan baku	392	200	80	79,6%

	(FM-07)				
2	Mengambil bahan kedaluwarsa (FM-09)	400	120	40	90,0%
3	Bahan ditempatkan salah lokasi (FM-03)	392	84	42	89,3%
4	FIFO tidak dijalankan (FM-04)	378	108	54	85,7%
5	Salah jumlah/timbang bahan (FM-08)	252	252	84	66,7%

Tabel 2 Estimasi Penurunan HEP pada Tugas Kritis Setelah Penerapan Poka Yoke

Kode Tugas	Nama Tugas	HEP Awal	Intervensi Poka Yoke	HEP Sesudah	Penurunan HEP
T-02	Penempatan Bahan Baku ke Lokasi Penyimpanan	53,8%	Visual Management System (zona warna, shadow board, label lokasi)	16,0%	70,3%
T-03	Pengambilan Bahan Baku (Order Picking)	65,9%	Barcode Scan Verification + Dedicated Storage	13,2%	80,0%
T-06	Pengeluaran Bahan Baku ke Produksi	72,8%	FIFO Lock System + Label Warna ED + Checklist Digital	18,2%	75,0%

Berdasarkan Tabel 1, seluruh failure mode prioritas tinggi berhasil diturunkan ke kategori prioritas rendah ($RPN < 100$) setelah penerapan kombinasi Dedicated Storage dan Poka Yoke, dengan penurunan RPN terbesar pada failure mode pengambilan bahan kedaluwarsa, yaitu dari 400 menjadi 40 (turun 90%). Sejalan dengan itu, Tabel 2 menunjukkan penurunan HEP yang substansial pada tiga tugas kritis, di mana tugas pengambilan bahan baku mengalami penurunan terbesar dari 65,9% menjadi 13,2% (turun 80%), diikuti tugas pengeluaran bahan ke produksi yang turun 75% dan tugas penempatan bahan yang turun 70,3%. Hasil ini membuktikan bahwa integrasi FMEA, HRA, Dedicated Storage, dan Poka Yoke efektif menurunkan risiko picking error serta meningkatkan keandalan operasional gudang bahan baku biskuit secara signifikan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penyebab utama kesalahan pengambilan

barang di gudang bahan baku biskuit PT XYZ bersumber dari aspek human error dan aspek sistem penyimpanan, dengan ketidakteitian operator sebagai faktor dominan. Analisis FMEA mengidentifikasi empat failure mode berprioritas tinggi dengan RPN di atas 375, sementara analisis HRA menunjukkan tingkat Human Error Probability tertinggi pada tugas pengeluaran bahan ke produksi, pengambilan bahan baku, dan penempatan bahan. Penerapan Dedicated Storage berhasil meningkatkan ketepatan penempatan barang melalui penetapan lokasi tetap berdasarkan klasifikasi kecepatan pergerakan, tanpa mengubah tata letak fisik gudang. Perancangan Poka Yoke melalui Barcode Scan Verification System, FIFO Physical Lock System, dan Visual Management System terbukti efektif menurunkan seluruh failure mode prioritas tinggi ke kategori RPN rendah, dengan penurunan RPN hingga 90% dan penurunan HEP hingga 80%. Hasil ini membuktikan bahwa integrasi FMEA, HRA, Dedicated Storage, dan Poka Yoke merupakan pendekatan yang efektif untuk mereduksi risiko kesalahan pengambilan

barang dan meningkatkan keandalan operasional gudang bahan baku biskuit.

Saran

Perusahaan disarankan untuk mengimplementasikan Dedicated Storage secara menyeluruh dengan mempertahankan konsistensi penempatan barang sesuai klasifikasi kecepatan pergerakan, disertai denah gudang yang terdokumentasi dan dapat diakses seluruh operator. Mekanisme Poka Yoke yang telah dirancang perlu diadopsi secara konsisten, khususnya pelabelan visual dan prosedur verifikasi ganda pada aktivitas pengambilan barang, disertai program pelatihan operator secara berkala serta sistem monitoring picking error yang terstruktur. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengintegrasikan analisis tata letak gudang secara lebih mendalam, memperluas metode kuantifikasi HRA seperti THERP, mengukur dampak implementasi usulan perbaikan secara empiris melalui studi before-after, serta mempertimbangkan penerapan teknologi pendukung seperti RFID atau Warehouse Management System (WMS) untuk memperkuat sistem pengendalian kesalahan secara otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, M., & Kurnia, G. (2023). Analisis Risiko Operasional Gudang Menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (Studi Kasus: Gudang Konsolidasi Ekspor PT XYZ). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 8(2).
- Albab, G. I. S. U., Supriyadi, S., Nalhadi, A., Shofa, M. J., & Maharani, A. (2023). Risk Identification Activities Warehouse using Fuzzy AHP and Fuzzy FMEA Method. *IJIEM – Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(3), 278.
<https://doi.org/10.22441/ijiem.v4i3.20516>
- Asvina, Kurniawan, M. A., & Panjaitan, D. (2025). Application of Human Reliability Analysis for Human Error Prevention in Organizations: A Systematic Literature Review.
- Ayyubi, Saleh, & Mahmudah. (2020). Implementation of Poka-Yoke System to Prevent Human Error in Material Preparation for Industry. *IEEE*.
- Erzon, E. A., & Iriani, I. (2026). Reducing Warehouse Errors Using FMEA and Poka-Yoke at Bonded Logistics Center. *Academia Open*, 11(1).
<https://doi.org/10.21070/acopen.11.2026.12887>
- Febri Prabowo, R., Aisyah, S., & Prabowo, R. F. (2020). Poka-Yoke Method Implementation in Industries: A Systematic Literature Review. *IJIEM (Indonesian Journal of Industrial Engineering & Management)*, 1.
- Habibi, E., Mousavi, S. M., & Naeini, M. J. (2025). A Narrative Review of Human Reliability Analysis (HRA) Techniques in Various Industries in Iran. *International Journal of Environmental Health Engineering*, 14(1).
https://doi.org/10.4103/ijehe.ijehe_31_24
- Hidayat, & Yanto. (2022). Dedicated Storage pada Gudang Penyimpanan PT. ATS Inti Sampoerna. *Jurnal Logistik Indonesia*, 6(2).
- Khan, S. A., Al-Rawi, D. M., & Mubarik, M. S. (2021). A DMAIC Approach for Warehouse Storage and Order Picking Process Improvement. *Journal of Productivity and Quality Management*.
- Lasmana, H., & Purnomo, A. (2024). The Impact of Dedicated Storage and Class-Based Storage Methods on the Warehouse Layout of KPC PosIND Jakarta Centrum on the Distance and Time of Item Movement.
- Nurdhika. (2022). Optimalisasi Pengambilan Barang di Warehouse PT. Dok Pantai Lamongan dengan Skema Perputaran dan Penyimpanan Barang yang Mengacu pada Sistem FIFO Menggunakan Tools Identifikasi Pelabelan Barang.

-
- <https://stiemuttaqien.ac.id/ojs/index.php/OJS/article/view/1355/1004>
Pamungkas, S. N., Hilman, T., & Yanuar, A. (2023). Analisis Perbaikan Alokasi Penyimpanan Barang dengan Metode Dedicated Storage dan Class Based Storage pada Gudang Fulfillment PT. TIKI JNE Cabang Bandung. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 7(6).
- Riyanti, T. D., Tambunan, W., & Sukmono, Y. (2021). Analisis Human Reliability Assessment (HRA) dengan Metode HEART dan SPAR-H (Studi Kasus PT.X). *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, 5(1), 41–48.
<https://doi.org/10.31289/jime.v5i1.4138>
- Yanuar, A., Rahmatuloh, M., & Mutaqien, I. (2021). Metode FSN Analysis dan Implementasinya pada Desain Sistem Informasi Pergudangan. *Jurnal Ilmiah Media Sisfo*, 15(1), 60–75.
<https://doi.org/10.33998/mediasisfo.2021.15.1.1014>