



PAPER – **OPEN ACCESS**

Evaluasi Kinerja Manajemen Gudang Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma dan DMAIC pada PT PLN UID Jawa Barat

Author : Artisya Putri Arifah, et al
DOI : 10.32734/ee.v9i2.2800
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 9 Issue 2 – 2026 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Evaluasi Kinerja Manajemen Gudang Menggunakan Pendekatan *Lean Six Sigma* dan DMAIC pada PT PLN UID Jawa Barat

Artisya Putri Arifah^a, Seto Sumargo^a, Catur Rachmi Ayu Dita^b

^aTelkom University, Jl. Telekomunikasi No.1, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot, Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40257, Indonesia

^bPT PLN (Persero) UID Jawa Barat, Jl. Asia Afrika No.63, Braga, Kec. Sumur Bandung, Kota Bandung, Jawa Barat 40111, Indonesia

artisyaputri@student.telkomuniversity.ac.id, setosumargo@telkomuniversity.ac.id, rachmi.ayudita@pln.co.id

Abstrak

PT PLN Unit Induk Distribusi (UID) Jawa Barat mengelola 18 gudang yang tersebar di seluruh wilayah Jawa Barat. Hasil evaluasi tahunan melalui program Lomba Tata Kelola Gudang dan 5S menunjukkan adanya kesenjangan kinerja yang signifikan antar gudang, dengan rentang total skor antara 1.388 hingga 2.512 poin dari skor ideal 3.000 poin. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja manajemen gudang menggunakan kerangka *Lean Six Sigma* melalui siklus DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Dengan tiga aspek evaluasi, yaitu Keumuman (KU), Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L), dan Logistik. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata gap seluruh gudang terhadap skor ideal mencapai 33,3%. Hanya 5 dari 18 gudang yang berada pada kategori Baik (skor ≥ 2.100), sementara 5 gudang masuk kategori Perlu Perbaikan (skor < 1.900). Strategi perbaikan yang diusulkan mencakup standarisasi SOP tata kelola gudang, implementasi *Warehouse Management System* berbasis digital, penerapan prinsip 5S secara konsisten, dan program *benchmarking* internal dengan menjadikan Gudang Cimahi sebagai model rujukan. Mekanisme kontrol dirancang melalui evaluasi berkala setiap enam bulan, audit internal triwulanan, dan *dashboard* pemantauan *real time*.

Kata Kunci: DMAIC; *Gap Analysis*; *Lean Six Sigma*; Manajemen Gudang; Standarisasi Fasilitas

Abstract

PT PLN Distribution Main Unit (UID) West Java manages 18 warehouses distributed across the entire West Java region. Annual evaluation results through the Warehouse Management and 5S Competition program reveal significant performance disparities between warehouses, with total scores ranging from 1,388 to 2,512 points out of an ideal score of 3,000 points. This study aims to evaluate warehouse management performance using the *Lean Six Sigma* framework through the DMAIC cycle (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Three evaluation aspects were designated as General Condition (KU), Occupational Health, Safety and Environment (K3L), and Logistics. The analysis reveals that the average performance gap across all warehouses reaches 33,3% relative to the ideal score. Only 5 out of 18 warehouses were categorized as Good (score $\geq 2,100$), while 5 warehouses fell into the Needs Improvement category (score $< 1,900$). Proposed improvement strategies include SOP standardization for warehouse management, implementation of a digital Warehouse Management System, consistent application of 5S principles, and an internal benchmarking program using the Cimahi warehouse as a reference model. Control mechanisms are designed through semi-annual periodic evaluations, quarterly internal audits, and real-time monitoring dashboards.

Keywords: DMAIC; Facility Standardization; *Gap Analysis*; *Lean Six Sigma*; Warehouse Management

1. Pendahuluan

Gudang bukan sekadar tempat penyimpanan material tapi gudang adalah simpul yang menentukan seberapa cepat dan andal sebuah jaringan distribusi dapat merespons kebutuhan operasional [1]. Pernyataan ini menjadi sangat relevan ketika berbicara tentang perusahaan yang mengelola infrastruktur tersebar secara geografis di wilayah yang luas. Ketika satu gudang gagal menyuplai material tepat waktu karena keterbatasan fasilitas, dampaknya tidak berhenti di situ saja. Efek tersebut merambat ke hilir yang mengakibatkan waktu respons pemeliharaan melambat, durasi gangguan memanjang, dan bisa juga kepercayaan publik terhadap keandalan layanan akan memudar. Inilah yang membuat persoalan ketidakseragaman fasilitas gudang bukan sekadar masalah administratif, melainkan risiko operasional yang cukup berat. Secara global, pengelolaan gudang telah bergeser dari model *warehouse* pasif menuju *warehouse management* yang aktif, terstandarisasi, dan berbasis data [2], [3]. Berbagai standar

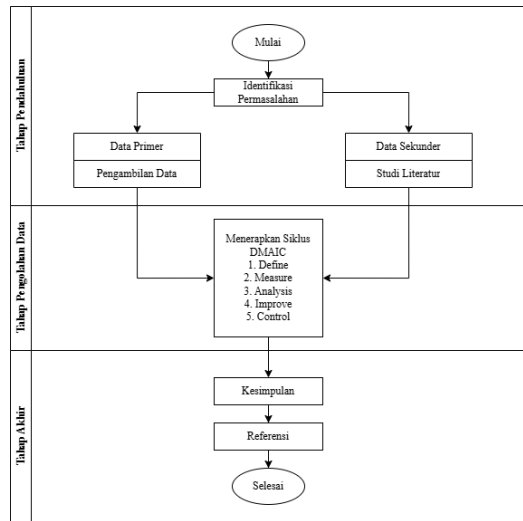
internasional dalam manajemen rantai pasok menekankan pentingnya keseragaman fasilitas antar titik dalam satu jaringan logistik. Tinjauan sistematis terhadap penerapan *Lean Six Sigma* di berbagai sektor operasional menunjukkan bahwa metodologi ini memberikan peningkatan konsisten dalam efisiensi aliran kerja dan kualitas layanan[4]. Jika sebuah jaringan distribusi memiliki standar yang berbeda-beda disetiap simpulnya, maka keandalan keseluruhan jaringan akan ditentukan oleh titik terlemahnya. Prinsip ini selaras dengan *Theory of Constraints* (TOC), di mana performa dan kapasitas suatu sistem rantai pasok dibatasi oleh mata rantai atau titik operasional terlemahnya [5], [6], [7]. PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi (UID) Jawa Barat adalah salah satu unit distribusi terbesar di Indonesia. Unit ini mengelola 18 gudang yang tersebar melingkupi seluruh Jawa Barat, masing-masing melayani Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) pastinya memiliki karakteristik wilayah dan beban kerja yang berbeda. Secara ideal, perbedaan geografis tidak seharusnya menghasilkan kesenjangan signifikan dalam hal kelengkapan dan kualitas fasilitas gudang karena standar pengelolaan material seharusnya berlaku pada keseluruhan unit.

Namun, dari hasil evaluasi tahunan melalui program Lomba Tata Kelola Gudang dan 5S mengungkap kesenjangan kinerja yang signifikan. Dari 18 gudang yang dievaluasi, hanya 5 gudang (27,8%) yang mencapai kategori Baik, sementara 13 gudang lainnya (72,2%) belum memenuhi standar minimum. Skor aktual antar gudang bervariasi antara 1.388 hingga 2.512 poin, dengan selisih mencapai 1.124 poin atau setara 37,5% dari skor ideal 3.000 poin. Rata-rata gap seluruh gudang terhadap skor ideal mencapai 33,3%, yang berarti secara rata-rata gudang hanya beroperasi pada 66,7% dari standar yang ditetapkan. Kondisi paling kritis ditemukan pada aspek Logistik, di mana terdapat gudang yang hanya mencapai 38% dari skor maksimum aspek tersebut, mencerminkan ketersediaan fasilitas logistik yang belum merata untuk tiap gudang. Begitu pula dengan aspek lainnya seperti Keumuman (kondisi fisik bangunan, kebersihan, tata letak), K3L (ketersediaan APAR, jalur evakuasi, APD, dan kepatuhan standar keselamatan), serta Logistik (prosedur penerimaan, penyimpanan, pengeluaran, dan retur material). Beberapa gudang menunjukkan performa yang relatif baik, sementara gudang-gudang lain masih menghadapi permasalahan mulai dari kondisi atap bocor, palet rusak, rak penyimpanan tidak memadai, tidak memiliki area ekspor dan impor, lantai retak, hingga ketiadaan alat keselamatan yang seharusnya menjadi kelengkapan standar. Sejumlah gudang menyimpan material melebihi kebutuhan operasional, menyebabkan pemanfaatan ruang yang tidak efisien dan risiko kerusakan material akibat penyimpanan berlebih. Kondisi ini konsisten dengan temuan [8] yang mengidentifikasi kelebihan inventori sebagai pemborosan paling umum dalam operasi gudang utilitas. Dari perspektif *Lean*, segala bentuk ketidakseragaman yang menghasilkan pemborosan adalah target eliminasi [9]. Sementara dari sudut pandang *Six Sigma*, variasi yang tidak terkendali dalam standar fasilitas merupakan indikasi bahwa proses belum mencapai tingkat kapabilitas yang diharapkan [7], [10], [11]. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja pada 18 gudang PLN UID Jawa Barat berdasarkan tiga aspek evaluasi, mengidentifikasi gap kinerja antar gudang, menganalisis akar penyebab kesenjangan yang ditemukan, serta menyusun rekomendasi perbaikan yang dapat diimplementasikan secara bertahap.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus kuantitatif dengan kerangka kerja *Lean Six Sigma* melalui siklus *Define, Measure, Analyze, Improve*, dan *Control* (DMAIC) untuk mengevaluasi dan meningkatkan kinerja manajemen 18 gudang di bawah PT PLN UID Jawa Barat. Objek penelitian ini meliputi 18 gudang yang tersebar di berbagai Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) di wilayah UID Jawa Barat. Data primer diperoleh dari hasil penilaian Lomba Tata Kelola Gudang & 5S Distribusi yang mencakup tiga aspek utama, yaitu Keumuman (kondisi fisik, fasilitas, papan informasi), Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan (K3L), serta Logistik (manajemen material, penyimpanan, peralatan). Penerapan *Lean Six Sigma* pada operasi gudang telah menunjukkan hasil positif dalam berbagai studi. Terdapat studi yang mengembangkan *framework* perbaikan

proses gudang menggunakan DMAIC yang berhasil meningkatkan *process cycle efficiency* dari 40% menjadi 70% pada gudang logistik pihak ketiga[7], [12].



Gambar 1. Alur Metodologi Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Define

Tahap *define* bertujuan untuk menetapkan ruang lingkup permasalahan, objek evaluasi, dan kriteria penilaian. Objek penelitian adalah 18 gudang PT PLN UID Jawa Barat yang tersebar di seluruh wilayah Jawa Barat, masing-masing melayani Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) dengan karakteristik wilayah dan beban kerja yang berbeda. Secara ideal, perbedaan geografis tidak seharusnya menghasilkan kesenjangan signifikan dalam kualitas pengelolaan gudang karena standar operasional seharusnya berlaku merata di seluruh unit. Namun, hasil evaluasi tahunan melalui program Lomba Tata Kelola Gudang dan 5S mengungkap kondisi sebaliknya. Dari 18 gudang yang dievaluasi, hanya 5 gudang (27,8%) yang mencapai kategori Baik, sementara 13 gudang lainnya (72,2%) belum memenuhi standar minimum. Skor aktual antar gudang bervariasi antara 1.388 hingga 2.512 poin dari skor ideal 3.000 poin, dengan selisih mencapai 1.124 poin atau setara 37,5%. Rata-rata gap seluruh gudang terhadap skor ideal mencapai 33,3%, yang berarti secara rata-rata gudang hanya beroperasi pada 66,7% dari standar yang ditetapkan. Kondisi fisik beberapa gudang juga masih jauh dari standar, mulai dari atap bocor, palet rusak, rak penyimpanan tidak memadai, tidak tersedianya area ekspor-impor, lantai retak, hingga ketiadaan alat keselamatan yang seharusnya menjadi kelengkapan wajib. Ketidakteraturan ini bukan sekadar masalah administratif, melainkan risiko operasional nyata yang dapat menghambat respons pemeliharaan jaringan distribusi. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini ditetapkan dengan ruang lingkup evaluasi mencakup tiga aspek utama, yaitu Keumuman (KU), Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L), dan Logistik, dengan target kinerja minimum 2.100 poin (kategori Baik) dari skor ideal 3.000 poin. Tiga aspek evaluasi ditetapkan sebagai aspek evaluasi dalam penelitian ini:

- Aspek Keumuman (KU): Penilaian terhadap kondisi umum gudang meliputi kebersihan, kerapian, tata letak area penyimpanan, kelengkapan administrasi, serta dokumentasi pengelolaan gudang secara keseluruhan.
- Aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L): Evaluasi terhadap ketersediaan dan kelayakan Alat Pelindung Diri (APD), sistem pemadam kebakaran, rambu-rambu keselamatan, ventilasi udara, pencahayaan, serta prosedur tanggap darurat.
- Aspek Logistik: Penilaian terhadap kondisi fisik penyimpanan material, prosedur penerimaan dan pengeluaran barang (*inbound-outbound*), sistem pencatatan inventaris, serta standar *safety* gudang.

Skor ideal maksimum ditetapkan sebesar 3.000 poin, masing-masing aspek memiliki skor maksimum berbeda. Untuk KU 600 poin, aspek logistik 1.350 poin, dan aspek K3L 1.050 poin. Target kinerja minimum yang diharapkan adalah 2.100 poin atau setara dengan kategori "Baik".

3.2. Measure

Tahap *measure* dilakukan untuk mengumpulkan dan menghitung kuantitas data kinerja aktual seluruh gudang. Pengukuran dilakukan menggunakan checklist evaluasi yang mencakup ketiga aspek evaluasi. Berikut adalah skor evaluasi seluruh gudang, penilaian dilakukan pada periode evaluasi tahun berjalan terhadap seluruh 18 gudang.

Tabel 1. Perhitungan Aspek Keumuman, Logistik, dan K3L

Nama Gudang	Nilai		
	Aspek Keumuman	Aspek Logistik	Aspek K3L
Gudang Bandung	425	615	676
Gudang Bekasi	570	900	584
Gudang Bogor	465	870	768
Gudang Cianjur	510	735	747
Gudang Cikarang	425	885	573
Gudang Cimahi	560	1180	772
Gudang Cirebon	395	1015	724
Gudang Depok	375	835	557
Gudang Garut	450	945	589
Gudang Gunung Putri	530	1030	676
Gudang Indramayu	445	935	700
Gudang Karawang	515	855	630
Gudang Majalaya	170	510	708
Gudang Purwakarta	498	1040	878
Gudang Sukabumi	435	925	695
Gudang Sumedang	425	895	709
Gudang Tasikmalaya	480	880	647
Gudang UP2D	475	870	296

Pada tabel 1, disajikan nilai yang didapatkan tiap gudang saat melakukan evaluasi tahunan untuk setiap aspek, yaitu aspek keumuman, logistic, dan K3L. Selanjutnya akan didapatkan bobot penilaian aspek evaluasi yang dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 2. Bobot Penilaian Aspek evaluasi

Bidang	Bobot	Total Score	Poin Max
KU	20%	3000	600
Logistik	45%	3000	1350
K3L	35%	3000	1050
Total			3000

Selanjutnya dapat dihitung nilai kinerja keseluruhan dari setiap gudang diukur melalui model penjumlahan sederhana, *Gross Performance Score* (GPS) dihitung dengan menjumlahkan skor aktual dari ketiga aspek (KU, K3L, dan Logistik) yang memiliki bobot setara dengan skor maksimum dimana tiap aspek memiliki poin berbeda-beda. Seperti yang tertera pada tabel 5. Selanjutnya perhitungan GPS dapat menggunakan formula berikut:

$$GPS = Skor\ KU + Skor\ K3L + Skor\ Logistik$$

Didapatkanlah nilai GPS untuk tiap gudang sebagai ditulis dalam Tabel 3.

Berdasarkan total GPS, seluruh gudang dikelompokkan ke dalam tiga kategori kinerja. Kategori Baik (skor ≥ 2.100) terdiri dari 5 gudang, yaitu Cimahi, Purwakarta, Gunung Putri, Cirebon, dan Bogor, dengan rentang gap antara 16,3% hingga 29,9%. Kategori Cukup (skor 1.900–2.099) mencakup 8 gudang, yaitu Sukabumi, Bekasi, Sumedang, Tasikmalaya, Karawang, Cianjur, Garut, dan Indramayu, dengan rentang gap antara 30,7% hingga 33,9%. Adapun kategori Perlu Perbaikan (skor < 1.900) terdiri dari 5 gudang, yaitu Cikarang, Depok, Bandung, UP2D, dan Majalaya, dengan rentang gap antara 37,2% hingga 53,7%. Selisih skor antara gudang terbaik dan terburuk mencapai 1.124 poin, ini mencerminkan kesenjangan yang signifikan dalam pengelolaan

fasilitas gudang di seluruh wilayah UID Jawa Barat. Rekapitulasi peringkat evaluasi 18 Gudang PT PLN UID Jawa Barat dapat dilihat sebagai berikut dengan *tier* B = Baik (≥ 2.100), C = Cukup (1.900 – 2.099), dan P = Perlu Perbaikan (< 1.900).

Tabel 3. Hasil Penilaian Tiap Gudang

Unit	Nilai KU	Nilai K3L	Nilai Logistik	Total
Bandung	425	676	615	1.716
Bekasi	570	584	900	2.054
Bogor	465	768	870	2.103
Cianjur	510	747	735	1.992
Cikarang	425	573	885	1.883
Cimahi	560	772	1.180	2.512
Cirebon	395	724	1.015	2.134
Depok	375	557	835	1.767
Garut	450	589	945	1.984
Gunung Putri	530	676	1.030	2.236
Indramayu	445	700	935	2.080
Karawang	515	630	855	2.000
Majalaya	170	708	510	1.388
Purwakarta	498	878	1.040	2.416
Sukabumi	435	695	925	2.055
Sumedang	425	709	895	2.029
Tasikmalaya	480	647	880	2.007
UP2D	475	296	870	1.641

Tabel 4. Rekapitulasi Peringkat Evaluasi 18 Gudang PT PLN UID Jawa Barat

No	Gudang	Nilai KU	Nilai K3L	Nilai Logistik	Total	Gap (%)	Tier
1	Cimahi	560	772	1180	2512	16,3%	B
2	Purwakarta	498	878	1040	2416	19,5%	B
3	Gunung Putri	530	676	1030	2236	25,5%	B
4	Cirebon	395	724	1015	2134	28,9%	B
5	Bogor	465	768	870	2103	29,9%	B
6	Sukabumi	435	695	925	2055	31,5%	C
7	Bekasi	570	584	900	2054	31,5%	C
8	Sumedang	425	709	895	2029	32,4%	C
9	Tasikmalaya	480	647	880	2007	33,1%	C
10	Karawang	515	630	855	2000	33,3%	C
11	Cianjur	510	747	735	1992	33,6%	C
12	Garut	450	589	945	1984	33,9%	C
13	Indramayu	445	700	935	2080	30,7%	C
14	Cikarang	425	573	885	1883	37,2%	P
15	Depok	375	557	835	1767	41,1%	P
16	Bandung	425	676	615	1716	42,8%	P
17	UP2D	475	296	870	1641	45,3%	P
18	Majalaya	170	708	510	1388	53,7%	P

Tabel 6 menyajikan rekapitulasi peringkat seluruh 18 gudang PT PLN UID Jawa Barat berdasarkan Gross Performance Score (GPS) yang merupakan penjumlahan skor aktual dari tiga aspek evaluasi (KU, K3L, dan Logistik), diurutkan dari nilai tertinggi hingga terendah beserta persentase gap terhadap skor ideal 3.000 poin. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa Gudang Cimahi

menempati peringkat pertama dengan total skor 2.512 poin dan gap terkecil sebesar 16,3%, menjadikannya gudang dengan kinerja terbaik di antara seluruh unit. Posisi kedua ditempati oleh Gudang Purwakarta dengan total 2.416 poin (gap 19,5%), diikuti oleh Gudang Gunung Putri dengan 2.236 poin (gap 25,5%). Sementara itu, Gudang Majalaya berada di posisi terbawah dengan total skor 1.388 poin dan gap terbesar sebesar 53,7%, menunjukkan kondisi yang paling memerlukan perbaikan.

3.3. Analyze

Tahap analyze bertujuan mengidentifikasi akar penyebab kesenjangan kinerja melalui dua pendekatan yang diadaptasi dari Adeodu et al. [1], *waste analysis chart* untuk memetakan pemborosan aktual di setiap aspek, dan *root cause analysis* berbasis diagram Ishikawa. Kategorisasi *waste* mengacu pada *framework lean* yang membedakan tujuh jenis pemborosan utama [13]. Namun, pada penelitian ini hanya menggunakan empat dari tujuh jenis pemborosan. Pendekatan ini lebih tepat daripada sekedar gap analysis statistik karena memaksa pemahaman sistemik terhadap penyebab ketidakseragaman [1], [14]. *Waste analysis chart* disusun berdasarkan observasi lapangan dari evaluasi dengan mengidentifikasi temuan di tiap aspek evaluasi dan memetakannya ke empat kategori pemborosan [1]. Telah ditentukan pula untuk tiap bobot maksimum bagi tiap aspek evaluasi sebagai berikut

Tabel 5. Statistik Deskriptif per Aspek

Aspek	Skor Minimum	Skor Maksimum	Rata-rata	Standar Deviasi	GAP
KU	170	570	453	89	400
K3L	296	878	663	122	582
Logistik	510	1.180	884	153	670
Total	1.388	2.512	2000	364	1.652

Aspek logistik memiliki gap rentang terbesar (670 poin), diikuti K3L (582 poin). Jika dilihat dari proporsinya terhadap skor maksimum masing-masing aspek, aspek Logistik juga memiliki koefisien variasi yang paling tinggi. Dengan standar deviasi sebesar 153 dari skor rata-rata 884 menunjukkan bahwa penyebaran data sangat lebar, ada gudang yang implementasi keselamatannya sudah sangat baik (Cimahi), namun ada yang sangat memprihatinkan (Majalaya). Ini bukan sekadar perbedaan performa, ini adalah kesenjangan sistemik yang mencerminkan standar implementasi fasilitas logistik yang mengikat di seluruh unit tidak merata. Hal ini mengindikasikan bahwa aspek Logistik merupakan *root cause* utama dari kesenjangan kinerja keseluruhan. Selanjutnya, berdasarkan distribusi skor, gudang dikelompokkan ke dalam tiga performance tier

Tabel 6. Klasifikasi *Performance Tier* 18 Gudang

Kategori	Rentang Skor	Jumlah Gudang	Persentase	Gudang
Baik	≥ 2.100	5	27,8%	Cimahi, Purwakarta, Gunung Putri, Cirebon, Bogor
Cukup	1.900 – 2.099	8	44,4%	Sukabumi, Bekasi, Sumedang, Tasikmalaya, Karawang, Cianjur, Garut, Indramayu
Perlu Perbaikan	< 1.900	5	27,8%	Cikarang, Depok, Bandung, UP2D, Majalaya

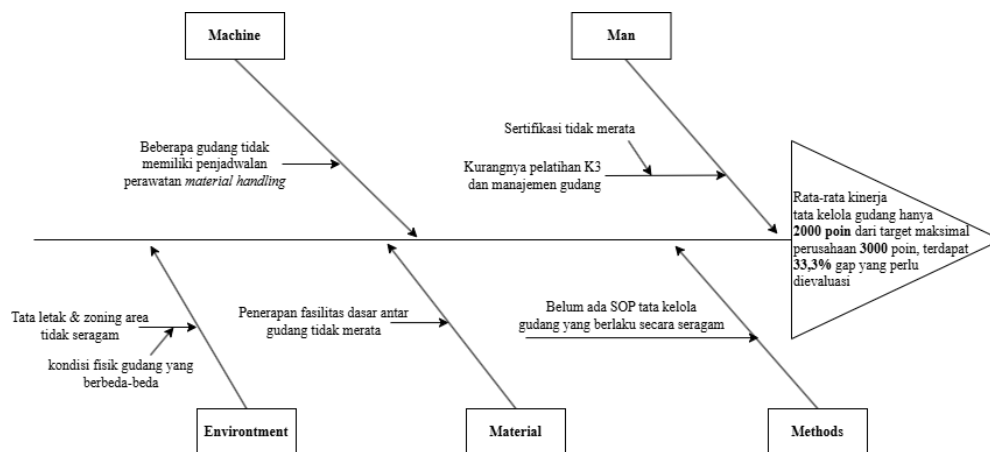
Pada tabel 6, dikelompokkan tiap 18 gudang ke dalam tiga kategori. Sebanyak 5 gudang (27,8%) masuk kategori Baik, 8 gudang (44,4%) kategori Cukup, dan 5 gudang (27,8%) kategori Perlu Perbaikan.

Berdasarkan *waste analysis*, yang memetakan temuan observasi lapangan ke dalam empat kategori pemborosan pada tiga aspek evaluasi. Dari 13 penemuan yang teridentifikasi, kategori *defect/error* mendominasi dengan 8 temuan yang tersebar merata di seluruh aspek, mencerminkan banyaknya ketidaksesuaian antara kondisi aktual gudang dengan standar yang ditetapkan. Kategori *Space* ditemukan pada aspek KU dan Logistik, berkaitan dengan keterbatasan dan pemanfaatan ruang yang belum optimal. Sementara kategori *motion* dan *waiting time* masing-masing ditemukan satu temuan, pada aspek Logistik dan K3L. Temuan berprioritas tinggi terkonsentrasi pada aspek K3L dan logistik, yang mengindikasikan bahwa kedua aspek tersebut memerlukan perbaikan yang paling mendesak.

Akar penyebab kesenjangan kinerja dikelompokkan ke dalam lima kategori menggunakan diagram *Ishikawa* [14], [15]. Diagram *Ishikawa* digunakan untuk memetakan akar penyebab kesenjangan kinerja ke dalam lima kategori utama, yaitu *Man* (Manusia), *Method* (Metode), *Machine* (Mesin/Peralatan), *Environment* (Lingkungan), dan *Material*.

Tabel 7. Waste Chart Analysis

Aspek	Observasi	Jenis Waste	Prioritas
Aspek KU	Identitas gudang tidak sesuai standar korporat (totem/papan nama)	<i>Defect/Error</i>	Tinggi
	Fasilitas toilet belum dipisah berdasarkan gender dan tidak lengkap	<i>Defect/Error</i>	Tinggi
	Ruang fasilitas tidak lengkap (tidak ada ruang rapat/pantry/tamu)	<i>Space</i>	Sedang
	Fasilitas mushola tidak lengkap (tidak ada mukena/sajadah/karpet)	<i>Defect/Error</i>	Sedang
Aspek K3L	Kotak P3K tidak sesuai standar (warna/isi tidak lengkap/expired)	<i>Defect/Error</i>	Tinggi
	Demarkasi K3 tidak sesuai standar di seluruh gudang	<i>Defect/Error</i>	Tinggi
	Tidak ada checklist monitoring rutin P3K dan APAR	<i>Waiting time</i>	Tinggi
	Rambu K3 tidak lengkap (tidak ada jalur evakuasi/titik kumpul/jalur hijau)	<i>Defect/Error</i>	Tinggi
	Tidak ada penangkal petir atau tahanan isolasi tidak memenuhi standar	<i>Defect/Error</i>	Sedang
Aspek Logistik	Tidak memiliki area import/export yang sesuai standar	<i>Space</i>	Tinggi
	Material tidak diletakkan sesuai klasifikasi warna area	<i>Motion</i>	Tinggi
	Peralatan handling tidak berfungsi baik (tangga beroda, troli)	<i>Defect/Error</i>	Sedang
	Tidak memiliki area karantina/inspeksi sesuai standar	<i>Space</i>	Sedang



Gambar 2. Fishbone Diagram

Berdasarkan Diagram *Ishikawa*, akar penyebab masalah diidentifikasi dalam lima kategori yang ditunjukkan pada Gambar 2. Dari sisi *Machine*, beberapa gudang tidak memiliki penjadwalan perawatan material handling yang terstruktur sehingga peralatan tidak selalu dalam kondisi siap operasi. Dari *Man*, sertifikasi yang tidak merata dan kurangnya pelatihan K3 serta manajemen gudang menyebabkan kompetensi petugas antar gudang bervariasi signifikan. Dari *Environment*, tata letak dan zoning area yang tidak seragam serta kondisi fisik gudang yang berbeda-beda menciptakan hambatan operasional struktural. Dari sisi *Material*, penerapan fasilitas dasar antar gudang yang tidak merata mengakibatkan ketidakkonsistenan dalam pengelolaan material. Dan terakhir dari *Methods*, belum adanya SOP tata kelola gudang yang berlaku secara seragam di seluruh unit menjadi akar penyebab paling mendasar dari variasi kinerja yang teramati. Kelima faktor ini berkontribusi terhadap rata-rata kinerja tata kelola gudang yang hanya mencapai 2.000 poin dari target maksimal 3.000 poin, dengan gap sebesar 33,3% yang perlu diminimalisasi.

3.4. Improve

Tahap Improve menyusun strategi perbaikan berdasarkan akar penyebab yang telah diidentifikasi pada tahap Analyze. Strategi yang disusun tentunya mengikuti prinsip Lean Six Sigma dengan fokus pada eliminasi pemborosan dan peningkatan standar operasional [2]. Tindakan perbaikan disusun per kategori mengacu pada prinsip Lean Six Sigma [1], [8], [9] dengan memperhatikan kondisi spesifik tiap gudang dan prioritas implementasi.

Tabel 8. Strategi Perbaikan per Aspek

Kategori Penyebab	Tindakan Perbaikan	Maksimal Nilai Sesuai KPI
Aspek KU Identitas & Fasilitas Fisik	• Standarisasi pemasangan totem dan papan nama gudang sesuai desain korporat PLN pada seluruh 18 gudang • Pembuatan SOP standar kelengkapan fasilitas umum (toilet terpisah gender, ruang rapat, pantry, mushola) • Penerapan 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) pada seluruh area KU secara konsisten • Pengembangan checklist inspeksi fasilitas KU berbasis digital yang diisi mingguan oleh PIC gudang • Program benchmarking internal, gudang peringkat bawah mengunjungi Gudang Cimahi/Purwakarta sebagai model referensi	• Akan memiliki Poin penambahan pada item KU seperti kesesuaian standar desain, dimensi totem, dan dimensi papan nama maksimal 70 Poin. • Poin tambahan pada item KU yang mencakup fasilitas pendukung administrasi, standar fasilitas gudang, toilet, dan mushola. (Asumsi perbaikan SOP berdampak pada pemenuhan seluruh standar ini) dengan maksimal nilai 180 Poin. • Poin tambahan pada item KU yang menilai visual manajemen kebersihan, visual manajemen 5S, kebersihan kantor, kebersihan gudang, dan pemahaman terkait 5S, maksimal nilai 85 Poin. • Poin tambahan checklist dengan pemenuhan standar fasilitas secara umum dan Visual Management PIC Checklist dengan maksimal nilai 20
Aspek K3L Keselamatan & Lingkungan	• Standarisasi kotak P3K seluruh gudang, warna putih-palang hijau sesuai Permen No. 15 Tahun 2008, dilengkapi checklist monitoring bulanan • Perbaikan dan pemasangan demarkasi K3 (garis kuning-hitam) pada seluruh gudang yang belum sesuai standar • Pemasangan rambu K3 wajib memiliki jalur evakuasi, titik kumpul, jalur hijau pejalan kaki, dan rambu limbah B3 • Program sertifikasi K3 Umum bagi seluruh Team Leader Logistik yang belum bersertifikat • Pelaksanaan simulasi penanganan ceceran B3 (minyak trafo bekas) minimal satu kali per tahun di setiap gudang • Audit dan pemeliharaan rutin APAR setiap tiga bulan dengan dokumentasi jadwal yang terpasang di gudang.	• Pada item K3L terkait standar kotak P3K, kelengkapan isi, dan rutinitas checklist, dengan maksimal 65 Poin. • Pada item K3L terkait demarkasi perbedaan ketinggian dan peralatan K3 dengan maksimal nilai 40 Poin. • Pada item K3L terkait ketersediaan rambu-rambu K3. Dengan maksimal nilai 45 Poin. • Item K3L terkait jumlah orang yang memiliki sertifikat K3 Umum dengan maksimal nilai 50 Poin. • Poin item K3L tentang pemahaman risiko limbah dan simulasi penanganan ceceran dengan maksimal 10 Poin. • Poin item K3L terkait kondisi/jumlah APAR dan ketentuannya dengan maksimal 60 Poin.
Aspek Logistik Tata Kelola Material & Fasilitas	• Penerapan standar area berwarna, biru (material baru), hijau (standby), kuning (perbaikan), putih (garansi), merah (rusak) pada seluruh gudang • Pemasangan garis demarkasi area import dan export yang jelas di semua gudang yang belum memilikinya • Penambahan area karantina/inspeksi berstandar oranye pada gudang yang belum memiliki area ini • Pemeliharaan rutin peralatan handling (forklift, hand pallet, tangga beroda) dengan jadwal terdokumentasi • Implementasi Warehouse Management System (WMS) berbasis digital untuk pencatatan <i>inbound-outbound</i> dan inventaris • Pemasangan label dan penandaan nama pada seluruh material sesuai klasifikasi untuk memudahkan identifikasi	• Item Logistik untuk masing-masing warna dan ketepatan klasifikasi material dengan maksimal 180 Poin. • Item Logistik untuk area import dan export dengan maksimal nilai 60 Poin. • Item Logistik untuk area terima/tolak material setelah karantina dengan maksimal 105 Poin. • Item Logistik terkait Peralatan Handling Material Gudang dengan maksimal nilai 40 Poin.

Dengan menerapkan strategi yang telah disusun pada Tabel 10, diharapkan dapat meningkatkan poin sebesar maksimal 355 poin untuk aspek Keumuman (KU), mencakup perbaikan identitas fisik gudang, standarisasi fasilitas umum, penerapan 5S secara konsisten, serta penggunaan checklist digital. Untuk aspek K3L, penerapan strategi tersebut dapat meningkatkan poin sebesar maksimal 270 poin, yang meliputi standarisasi kotak P3K, pemasangan demarkasi dan rambu K3, program sertifikasi, simulasi penanganan B3, serta pemeliharaan rutin APAR. Sementara pada aspek logistik, strategi perbaikan dapat meningkatkan poin sebesar maksimal 385 poin, yang mencakup standarisasi area berwarna, pemasangan demarkasi import-export, penambahan area karantina, pemeliharaan peralatan handling, implementasi WMS berbasis digital, serta pelabelan material. Prioritas perbaikan diberikan kepada 5 gudang berkategori 'Perlu Perbaikan' (Cikarang, Depok, Bandung, UP2D, Majalaya) dengan target jangka pendek dengan harapan meningkatkan total skor ke minimal 1.900 poin (kategori Cukup) dalam 6 bulan. Program benchmarking internal dilaksanakan dengan menjadikan Gudang Cimahi (total 2.512, peringkat 1) dan Gudang Purwakarta (total 2.415, peringkat

2) sebagai model rujukan *best practice* [1]. Penerapan 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*) menjadi model utama perbaikan aspek KU dan logistik [16], [17], [18]. Sementara untuk aspek K3L, standarisasi mengacu pada regulasi yang berlaku (Permen Ketenagakerjaan No. 15 Tahun 2008 tentang P3K, dan standar K3 internal PLN). Implementasi WMS berbasis digital diarahkan untuk menyelesaikan permasalahan pencatatan manual yang masih ditemukan di beberapa gudang [2], [17], [19].

3.5. Control

Tahap *control* dirancang untuk memastikan bahwa perbaikan yang telah diimplementasikan dapat dipertahankan secara berkelanjutan. Mekanisme pengendalian mencakup penetapan *Key Performance Indicators* (KPI), *Standard Operating Procedures* (SOP), dan sistem pemantauan berkala.

Tabel 9. Mekanisme Pengendalian Tahap Control

Proses	Tugas	Deskripsi	Frekuensi
Evaluasi Skor Berkala	Pengukuran Ulang Kinerja	Pengukuran ulang skor KU, K3L, dan Logistik menggunakan kategori aspek evaluasi yang sama dengan Lomba Tata Kelola Gudang. Seluruh PIC gudang harus mengisi checklist digital dan hasilnya diunggah ke dashboard.	Setiap 6 bulan
Audit Internal	Inspeksi Kepatuhan SOP	Pemeriksaan kepatuhan terhadap SOP baru oleh tim audit internal lintas unit, khususnya pada aspek Logistik (penerapan standar area, pemasangan garis demarkasi, pemeliharaan material handling, penambahan penamaan material) dan prosedur WMS (kesesuaian pencatatan vs fisik material). Temuan dituangkan dalam open point list (OPL).	Setiap 3 bulan
Refreshment Training	Pelatihan Ulang SDM	Pelatihan ulang bagi seluruh petugas gudang termasuk tenaga alih daya terkait penerapan 5S, standar K3L, dan penggunaan WMS. Materi pelatihan diperbarui berdasarkan temuan dari audit triwulanan.	Tahunan
Benchmarking Internal	Kunjungan Referensi	Gudang berkategori 'Perlu Perbaikan' melaksanakan kunjungan studi banding ke Gudang Cimahi atau Purwakarta sebagai model referensi <i>best practice</i> . Temuan dan adaptasi yang dilakukan didokumentasikan dalam laporan kunjungan.	Setiap 6 bulan
Review KPI	Evaluasi Kinerja Individu	Review capaian KPI Team Leader Logistik yang mencakup skor evaluasi gudang, kepatuhan checklist, dan penyelesaian open point list. Hasil review digunakan sebagai dasar pemberian insentif dan program pengembangan SDM.	Tahunan

Indikator keberhasilan pada tahap *control* meliputi seluruh gudang berkategori perlu perbaikan naik minimal satu tingkat dalam 6 bulan, rata-rata GPS seluruh gudang mencapai minimal 2.100 poin dalam 12 bulan. Satu hal yang penting untuk ditekankan siklus DMAIC pada hakikatnya bersifat iteratif [9]. Hasil evaluasi pada tahap *control* tidak hanya berfungsi sebagai laporan akhir, melainkan menjadi titik awal bagi siklus DMAIC berikutnya. Dengan demikian, sistem perbaikan yang dibangun bersifat *self-correcting*, setiap temuan baru menjadi *feedback* untuk peningkatan yang berkelanjutan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini mengevaluasi kinerja 18 gudang PT PLN UID Jawa Barat menggunakan kerangka *Lean Six Sigma* melalui siklus DMAIC. Hasil analisis menunjukkan kesenjangan kinerja yang signifikan antar gudang dengan rata-rata gap 33,3% terhadap skor ideal. Hanya 5 dari 18 gudang (27,8%) yang mencapai kategori Baik, sementara 5 gudang (27,8%) masuk kategori Perlu Perbaikan. *Waste analysis* mengidentifikasi empat kategori pemborosan yang tersebar di tiga aspek evaluasi (KU, K3L, Logistik) dan ditemukan bahwa *defect/error* merupakan kategori pemborosan yang paling dominan. Aspek Logistik menunjukkan ketidakseragaman tertinggi dengan koefisien variasi paling besar, mengindikasikan bahwa fasilitas logistik belum merata di seluruh unit. Tahap *improve* menghasilkan strategi perbaikan terstruktur per aspek yang berpotensi meningkatkan skor hingga 355 poin pada aspek KU, 270 poin pada aspek K3L, dan 385 poin pada aspek logistik, dengan prioritas utama diberikan kepada 5 gudang berkategori perlu perbaikan agar dapat mencapai minimal kategori cukup dalam 6 bulan.

Sedangkan strategi perbaikan yang diusulkan mencakup standarisasi SOP dan penerapan 5S yang konsisten, standarisasi fasilitas sesuai regulasi, mengadakan program benchmarking internal, serta pelatihan SDM rutin berkelanjutan. Mekanisme kontrol dapat dirancang melalui evaluasi tiap enam bulan, audit triwulan, memperbaharui *dashboard real time*, dan review KPI tahunan yang selaras dengan prinsip DMAIC [1], [9]. Namun, terdapat keterbatasan pada penelitian ini, karena data evaluasi yang digunakan hanya mencakup satu periode penilaian, sehingga perbandingan tren antar periode belum dapat dilakukan. Untuk solusi yang lebih baik, penelitian lanjutan disarankan untuk mengukur dampak implementasi rekomendasi pada waktu evaluasi berikutnya, serta mengeksplorasi integrasi teknologi IoT agar memudahkan pekerja dalam melakukan pemantauan gudang [17], [20].

Referensi

- [1] A. Adeodu, R. Maladzi, M. G. Kana-Kana Katumba, and I. Daniyan, "Development of an improvement framework for warehouse processes using lean

- six sigma (DMAIC) approach. A case of third party logistics (3PL) services,” *Heliyon*, vol. 9, no. 4, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14915.
- [2] K. Vaičiūtė and A. Katinienė, “Improving the Information Systems of a Warehouse as a Critical Component of Logistics: The Case of Lithuanian Logistics Companies,” *Systems*, vol. 13, no. 3, Mar. 2025, doi: 10.3390/systems13030186.
- [3] N. Batarlienė and A. Jarašūnienė, “Improving the Quality of Warehousing Processes in the Context of the Logistics Sector,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 16, no. 6, Mar. 2024, doi: 10.3390/su16062595.
- [4] M. Sallam, “Enhancing Hospital Pharmacy Operations Through Lean and Six Sigma Strategies: A Systematic Review,” *Cureus*, Mar. 2024, doi: 10.7759/cureus.57176.
- [5] E. M. . Goldratt and Jeff. Cox, *The goal : a process of ongoing improvement*. North River Press, 2004.
- [6] A. Faveto, E. Traini, G. Bruno, and P. Chiabert, “Review-based method for evaluating key performance indicators: an application on warehouse system,” *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 130, no. 1–2, pp. 297–310, Jan. 2024, doi: 10.1007/s00170-023-12684-4.
- [7] I. Daniyan, A. Adeodu, K. Mpofu, R. Maladzhi, and M. G. Kana-Kana Katumba, “Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry,” *Heliyon*, vol. 8, no. 3, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09043.
- [8] M. A. Rahman and E. D. Kirby, “The Lean Advantage: Transforming E-Commerce Warehouse Operations for Competitive Success,” *Logistics*, vol. 8, no. 4, Dec. 2024, doi: 10.3390/logistics8040129.
- [9] A. Gomaa, “Boosting Supply Chain Effectiveness with Lean Six Sigma,” *American Journal of Management Science and Engineering*, vol. 9, no. 6, pp. 156–171, Dec. 2024, doi: 10.11648/j.ajmse.20240906.14.
- [10] F. J. Daza-Moran, A. S. D. Ramirez-Alva, J. C. Quiroz-Flores, and M. F. Collao-Diaz, “IMPROVING SERVICE LEVEL PERFORMANCE BY IMPLEMENTING LEAN SIX SIGMA IN SMES OF THE GAMING PERIPHERALS INDUSTRY IN PERU: A CASE STUDY,” *South African Journal of Industrial Engineering*, vol. 33, no. 2, pp. 168–184, 2022, doi: 10.7166/33-2-2710.
- [11] B. J. B. Julião, M. S. Reis, and B. P. M. Duarte, “A Systematic Lean-Driven Framework for Warehouse Optimization,” *Systems*, vol. 13, no. 9, Sep. 2025, doi: 10.3390/systems13090813.
- [12] T. Ohno, “Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production,” *Productivity Press*, 1988.
- [13] A. Kumah *et al.*, “Cause-and-Effect (Fishbone) Diagram: A Tool for Generating and Organizing Quality Improvement Ideas,” *Global Journal on Quality and Safety in Healthcare*, vol. 7, no. 2, pp. 85–87, May 2024, doi: 10.36401/JQSH-23-42.
- [14] O. Ogunbiyi, A. Oladapo, and J. Goulding, “An empirical study of the impact of lean construction techniques on sustainable construction in the UK,” 2014, doi: 10.1108/CI-08-2012-0045.
- [15] Po-Heng Tsou and Hsin-Yao Hsu, “Applications of Fishbone Diagram and DEMATEL Technique for Improving Warehouse Operation—A Case Study on YMT Overseas Imported Components,” *China-USA Business Review*, vol. 21, no. 4, Aug. 2022, doi: 10.17265/1537-1514/2022.04.001.
- [16] L. Mabusela, M. Nkosi, and K. Gupta, “Application of the 5S Technique of Lean Manufacturing to Organize a Laboratory Space and Enhance Productivity Towards a Green University †,” *Engineering Proceedings*, vol. 114, no. 1, Nov. 2025, doi: 10.3390/engproc2025114012.
- [17] A. Jarašūnienė, K. Čižiūnienė, and A. Čereška, “Research on Impact of IoT on Warehouse Management,” *Sensors*, vol. 23, no. 4, Feb. 2023, doi: 10.3390/s23042213.
- [18] M. Mazur *et al.*, “IMPLEMENTATION AND BENEFITS OF THE 5S METHOD IN IMPROVING WORKPLACE ORGANISATION - A CASE STUDY,” *Management Systems in Production Engineering*, vol. 32, no. 4, pp. 498–507, Dec. 2024, doi: 10.2478/mspe-2024-0047.
- [19] U. Alamsah, A. Muftiadi, and Ria Arifianti, “Comparative analysis of outsourcing and in house warehouse management system to improve productivity and stock accuracy,” *JPPPI (Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia)*, vol. 10, no. 4, p. 908, Jan. 2025, doi: 10.29210/020244964.
- [20] D. Minashkina, “A review and research agenda for recent socially and environmentally sustainable practices for warehouse management systems,” 2024, *Emerald Publishing*. doi: 10.1108/IJLM-07-2023-0265.