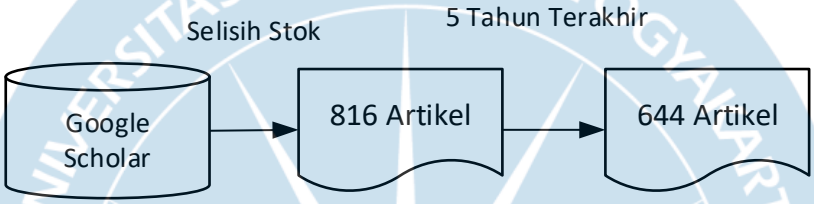
BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Proses pencarian tinjauan pustaka dilakukan dengan tujuan untuk memahami berbagai pendekatan dan solusi yang telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya dalam mengatasi permasalahan serupa, sehingga dapat dijadikan landasan dalam penelitian yang dilakukan di PT Geo Dipa Energi (Persero) Unit X. Pengumpulan referensi dilakukan melalui Pencarian tinjauan pustaka menggunakan database penelitian di Google Scholar.

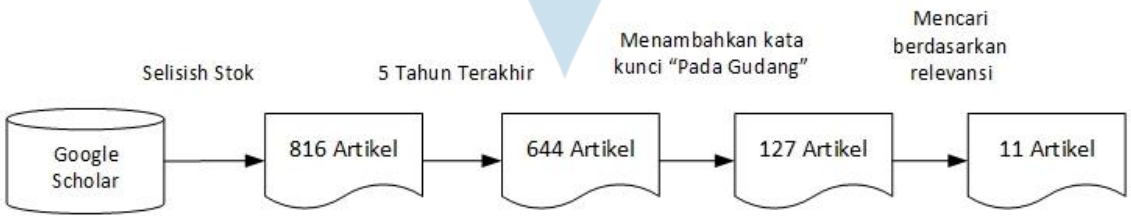


Gambar 2.1 Tahapan penelusuran tinjauan pustaka

Kata kunci yang digunakan adalah “Selisih Stok”. Hasil penelusuran ini diperoleh 264 artikel. Artikel yang akan digunakan memiliki jangka waktu 5 tahun terakhir sehingga diperoleh 121 artikel.

2.1.1 Permasalahan Selisih Stok pada Gudang

Guna memfokuskan kajian pada solusi teknologi atas permasalahan selisih stok, penelusuran tinjauan pustaka lebih lanjut dilakukan dengan menambahkan kata kunci tambahan berupa "Sistem Informasi" diintegrasikan ke dalam pencarian.



Gambar 2.2 Tahapan penelusuran tinjauan pustaka permasalahan selisih stok pada gudang

Berdasarkan dari penambahan kata kunci “pada gudang” ini diperoleh hasil pencarian artikel sebanyak 127 artikel. Pada tahap akhir, proses penyeleksian dilanjutkan dengan meninjau

artikel berdasarkan relevansi. Artikel-artikel tersebut ditelaah kesesuaian konten berdasarkan fokus permasalahan. Melalui tahapan akhir ini, diperoleh 11 artikel utama yang dinilai paling relevan dan komprehensif untuk dijadikan sebagai landasan rujukan dalam penelitian ini.

Permasalahan selisih stok di gudang merupakan isu yang telah banyak diteliti dan terbukti memberikan dampak signifikan terhadap kelancaran operasional perusahaan. Menurut (Yevita et al.,2024) selisih stok yang terjadi di gudang secara langsung berdampak pada potensi gangguan proses pengiriman akibat kekurangan barang atau *stock out*, yang berujung pada ketidakmampuan perusahaan dalam memenuhi permintaan pelanggan. Kondisi serupa ditemukan oleh Baida & Herwanto (2025), di mana ketidaksesuaian stok yang terjadi di gudang industri makanan dan minuman mengakibatkan kesalahan pengiriman ke lini produksi, keterlambatan proses produksi, hingga kerugian biaya tambahan sortir yang diperkirakan mencapai Rp75.000.000,-. Temuan-temuan ini mempertegas bahwa selisih stok bukan sekadar permasalahan administratif, melainkan ancaman nyata terhadap profitabilitas dan keberlangsungan operasional perusahaan.

Selain rentannya pengawasan di dalam area penyimpanan, stok hilang juga sangat erat kaitannya dengan berbagai ancaman kecurangan (*fraud*) eksternal. Menurut Tabita (2024) kerentanan kecurangan persediaan dapat meliputi penggelapan barang, manipulasi persediaan, hingga pemalsuan dokumen. Sebagai contoh nyata, Tabita (2024) menemukan bahwa lenyapnya persediaan sering kali terjadi di luar jangkauan pengawasan langsung pihak toko, seperti tindakan kecurangan yang dilakukan oleh oknum pengemudi pada saat proses pengiriman barang berlangsung. Penelusuran terhadap barang yang hilang akibat praktik kecurangan semacam ini kerap kali menemui jalan buntu karena dokumen-dokumen fisik atau nota bukti kegiatan yang esensial justru ikut hilang atau sulit ditemukan saat dibutuhkan.

Dari perspektif akar permasalahan, berbagai penelitian secara konsisten menunjukkan bahwa pencatatan stok secara manual merupakan faktor penyebab utama terjadinya ketidakakuratan data persediaan. Menurut Affrida (2024), sistem pencatatan kartu stok secara manual dengan tulisan tangan memiliki beberapa risiko kritis, antara lain kartu stok rawan hilang atau terbakar, petugas lupa mencatat pengeluaran stok, serta terjadi kesalahan input yang berdampak pada ketidaktepatan data stok akhir. Senada dengan temuan tersebut, Mulyana (2022) menegaskan bahwa penerapan metode manual dalam pendataan stok keluar dan masuk berpotensi menimbulkan banyak kesalahan yang pada akhirnya mengakibatkan selisih stok antara data yang tercatat dengan kondisi aktual barang di gudang. Bahkan, Fathoni & Kustiyono, (2025) menemukan bahwa pencatatan manual tidak hanya memicu selisih stok dan ketidakteraturan

dokumen, tetapi juga memperlambat proses perhitungan stok dan menghambat pelayanan ketika barang yang dibutuhkan tidak dapat ditemukan secara cepat.

Ketidakakuratan yang ditimbulkan oleh pencatatan manual ini semakin diperparah oleh absennya standar prosedur yang jelas dalam pengelolaan persediaan. Menurut (Marsha et al., (2024), ketidakakuratan catatan inventaris pada gudang PT Pindad terjadi karena karyawan tidak melakukan reservasi material melalui sistem ERP SAP yang telah tersedia, sekaligus tidak adanya Standar Operasional Prosedur (SOP) yang mengatur proses tersebut secara eksplisit. Lebih jauh lagi, Zuhrotul & Herwanto, (2025) menemukan bahwa ketidaksesuaian stok inventory di gudang merupakan hasil interaksi yang kompleks antara faktor manusia dan sistem gudang. Faktor manusia berkontribusi dominan melalui kesalahan input data dan ketidakpatuhan terhadap SOP, sementara sistem gudang turut berkontribusi melalui keterlambatan sinkronisasi *Warehouse Management System* (WMS) dan keterbatasan mekanisme validasi sistem. (Yevita & Partisia, 2024) juga menemukan bahwa faktor metode berupa tidak adanya prosedur *cycle counting* yang terjadwal menyebabkan pembaruan stok hanya dilakukan sekali dalam sebulan, sehingga selisih data tidak dapat terdeteksi secara dini.

Dalam mengidentifikasi akar permasalahan ketidaksesuaian stok secara lebih terstruktur, beberapa penelitian menggunakan pendekatan analisis sebab-akibat. Zuhrotul & Herwanto (2025) menggunakan metode 5 *Whys Analysis* dan *Fishbone Diagram* dan berhasil mengidentifikasi lima faktor utama penyebab selisih stok, yaitu faktor manusia, metode, mesin, material, dan lingkungan. Secara spesifik, faktor lingkungan seperti keterbatasan rak penyimpanan dan kondisi gudang yang kurang bersih ditemukan turut berkontribusi pada kekacauan data stok. Selaras dengan temuan tersebut, (Yevita & Partisia, 2024) yang menggunakan *Root Cause Analysis* dan analisis 5W+1H juga menemukan bahwa faktor material seperti tercampurnya barang dengan varian lain akibat penumpukan kardus tidak terpakai menjadi salah satu penyebab ketidaksesuaian data stok yang sulit dideteksi secara manual.

Untuk menekan tingginya angka selisih stok, berbagai penelitian menegaskan bahwa transformasi dari sistem pencatatan manual menuju sistem informasi yang terkomputerisasi merupakan langkah fundamental yang tidak dapat dihindari. Menurut Affrida (2024), beralih ke sistem aplikasi *database* yang terkomputerisasi memastikan bahwa seluruh rekam jejak barang masuk dan keluar tersimpan dengan aman, sehingga mencegah hilangnya riwayat data yang biasa terjadi pada sistem kartu fisik. Menurut Marsha et al., (2024), sistem

manajemen informasi dirancang secara spesifik untuk mencatat variabel stok hilang sebagai pengurang matematis bersama dengan retur barang, sehingga sistem dapat mengalkulasi total stok akhir secara otomatis, akurat, dan transparan. Sementara itu, (Rival et al., 2025) menyatakan bahwa penerapan metode perpetual yang memungkinkan pencatatan stok secara *real-time* terbukti meningkatkan efisiensi kerja karyawan gudang, mempersingkat waktu pencatatan dan pelacakan stok, serta meminimalisasi risiko kesalahan pencatatan yang selama ini menjadi akar dari permasalahan selisih data.

Berbagai sistem informasi yang dikembangkan dalam penelitian terdahulu juga membuktikan efektivitasnya dalam menjawab permasalahan pencatatan persediaan. (Mulyana, 2022) membangun SOG System berbasis website menggunakan metode *Object Oriented Analysis Design* (OOAD) yang terbukti mampu menghindari terjadinya selisih stok, menghilangkan risiko nota hilang, dan mempermudah pembuatan laporan secara sistematis. Fathoni & Kustiyono (2025) mengembangkan sistem informasi persediaan berbasis website menggunakan model *Waterfall* yang terbukti meningkatkan efisiensi pengelolaan stok dan mengurangi selisih data antara catatan dan kondisi aktual. Ramadhan (2025) juga berhasil merancang aplikasi manajemen inventaris berbasis website untuk PT Panca Maju Jaya Prima yang sebelumnya tidak memiliki sistem terkomputerisasi, dan hasilnya menunjukkan peningkatan akurasi data persediaan serta percepatan proses pengambilan keputusan manajemen.

Tabel 2.1 Rekapitulasi jurnal

No.	Peneliti dan Tahun	Permasalahan	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	(Rival et al., 2025)	Pencatatan stok barang di gudang masih dilakukan secara manual sehingga rentan terhadap kesalahan pencatatan, akses informasi stok menjadi lambat, dan tidak mendukung pengambilan keputusan secara cepat dan akurat.	Gudang PT Penerbit Erlangga	Penelitian ini menggunakan metode perpetual untuk optimalisasi kartu stok produk serta pengujian performa sistem menggunakan Apache JMeter dengan 80 data uji.	Implementasi metode perpetual terbukti berdampak positif terhadap efisiensi manajemen persediaan. Pencatatan stok menjadi lebih akurat dan real-time, risiko kesalahan pencatatan berkurang, efisiensi kerja karyawan gudang meningkat, serta sistem mendukung digitalisasi pergudangan dengan tingkat error pengujian sebesar 0%.
2	(Tabita, 2024)	Persediaan barang dagang pada CV MM Acing Jaya rentan terhadap kecurangan berupa penggelapan barang, manipulasi persediaan, dan pemalsuan dokumen, sementara sistem pengendalian internal yang ada belum diterapkan secara efektif.	CV MM Acing Jaya Tuatunu, Pangkalpinang	Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi, serta mengevaluasi sistem pengendalian menggunakan kerangka COSO.	Sistem pengendalian internal atas persediaan barang dagang di CV MM Acing Jaya sebagian besar sudah sesuai standar teori COSO. Namun, implementasinya belum efektif karena tidak adanya dokumen pengatur lingkungan pengendalian dan masih terdapatnya kecurangan yang dilakukan oleh pihak luar (driver) di luar pengawasan toko.
3	(Ramadhan, 2025)	PT Panca Maju Jaya Prima belum memiliki sistem manajemen inventaris yang terkomputerisasi sehingga menyebabkan pencatatan stok tidak akurat, sulit dilacak, dan proses pengelolaan barang menjadi tidak efisien.	PT Panca Maju Jaya Prima, Jakarta Barat	Penelitian ini merancang aplikasi manajemen inventaris berbasis website dengan pengujian sistem menggunakan metode Blackbox Testing.	Aplikasi manajemen inventaris berbasis website berhasil dirancang dan mampu mempermudah pengelolaan stok barang secara digital, meningkatkan akurasi data persediaan, serta mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih cepat dan efisien bagi manajemen.

Tabel 2.1 Lanjutan

No.	Peneliti dan Tahun	Permasalahan	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
4	(Affrida, 2024)	Pencatatan kartu stok di gudang PT Autochem Industry Cabang Cirebon masih dilakukan secara manual dengan tulisan tangan sehingga kartu stok rawan hilang atau terbakar, terjadi kesalahan input, petugas lupa mencatat, dan data penyimpanan tidak aman.	Gudang PT Autochem Industry Cabang Cirebon	Penelitian ini menggunakan metode SDLC yang terdiri dari tahap planning, analysing, design, dan implementing, dengan perancangan aplikasi menggunakan Microsoft Access 2016.	Aplikasi sistem informasi kartu stok berbasis Microsoft Access 2016 berhasil dirancang dan mampu membantu petugas gudang mencatat arus persediaan secara terkomputerisasi, menghasilkan laporan stok akhir yang lebih akurat, rapi, dan aman dibandingkan sistem pencatatan manual sebelumnya.
5	(Marsha et al., 2024)	Pengelolaan data produk, stok, dan transaksi di Toko Samin Merch masih dilakukan secara manual sehingga menyebabkan keterlambatan pencatatan transaksi, kesalahan input data, duplikasi data, dan kesulitan dalam penyusunan laporan.	Toko Samin Merch (UMKM), Malang	Penelitian ini menggunakan metode SDLC model Waterfall dengan pengembangan sistem menggunakan PHP dan MySQL melalui phpMyAdmin, serta pengujian menggunakan Blackbox Testing dan Whitebox Testing.	Sistem informasi manajemen berbasis web berhasil dibangun dan mampu menggantikan proses pencatatan manual dengan fitur digital yang meliputi manajemen produk, stok, transaksi penjualan, dan laporan, serta meningkatkan efisiensi pengelolaan data dan menyediakan informasi yang lebih akurat secara real-time.
6	(Fathoni & Kustiyono, 2025)	Pengelolaan stok barang di Toko Sinar Mulia masih dilakukan secara manual sehingga menimbulkan selisih stok, ketidakteraturan dokumen, proses perhitungan yang lambat, dan terhambatnya pelayanan akibat barang tidak tersedia saat dibutuhkan.	Toko Sinar Mulia, Salatiga	Penelitian ini menggunakan metode SDLC model Waterfall dengan pengembangan sistem informasi berbasis website dan pengujian sistem menggunakan Blackbox Testing.	Sistem informasi persediaan barang berbasis website berhasil dikembangkan dan terbukti meningkatkan efisiensi pengelolaan stok, mengurangi terjadinya selisih data antara catatan dan kondisi aktual, serta mempercepat proses pencatatan dan pelayanan kepada konsumen.
7	(Mulyana, 2022)	PT Bayu Ardi Triyana masih menggunakan metode manual dalam pendataan stok keluar dan masuk sehingga banyak terjadi kesalahan yang mengakibatkan selisih stok antara data yang tercatat dengan kondisi barang aktual di gudang, serta nota yang mudah hilang.	PT Bayu Ardi Triyana (perusahaan IT Solution)	Penelitian ini menggunakan metode Object Oriented Analysis Design (OOAD) untuk merancang sistem informasi manajemen stok gudang berbasis website.	Sistem manajemen stok gudang (SOG System) berhasil dibangun dan mampu mencatat seluruh transaksi masuk dan keluar secara terkomputerisasi, menghindari terjadinya selisih stok dan nota hilang, serta mempermudah admin dalam membuat laporan penjualan secara sistematis.

Tabel 2.1 Lanjutan

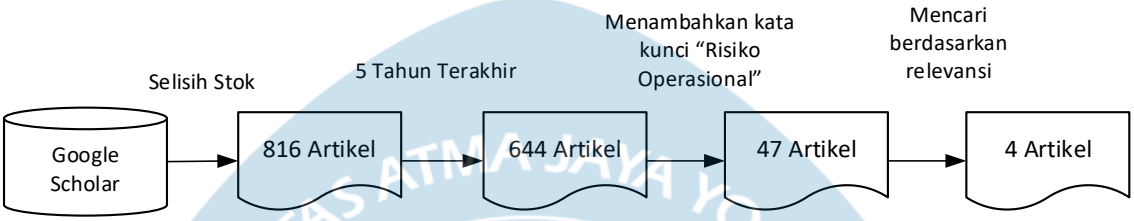
No.	Peneliti dan Tahun	Permasalahan	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
8	(Nadya et al., 2024)	Gudang Divisi Infrastruktur Perhubungan PT Pindad menghadapi masalah ketidakakuratan catatan inventaris berupa perbedaan antara stok aktual di gudang dengan data di sistem ERP SAP yang disebabkan oleh karyawan yang tidak melakukan reservasi material melalui sistem dan ketiadaan SOP yang mengatur proses tersebut.	Gudang Divisi Infrastruktur Perhubungan PT Pindad	Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan analisis menggunakan Fishbone Diagram untuk mengidentifikasi akar penyebab ketidakakuratan catatan inventaris.	Penelitian menemukan bahwa penyebab utama ketidakakuratan inventaris adalah karyawan tidak melakukan reservasi melalui sistem ERP SAP dan tidak adanya SOP. Sebagai solusi, direkomendasikan perancangan SOP untuk proses permintaan material produksi melalui sistem ERP SAP secara menyeluruh.
9	(Zuhrotul & Herwanto, 2025)	PT XYZ mengalami perbedaan jumlah stok label antara sistem informasi dan stok fisik di gudang sebesar 1.589.924 buah label, yang mengakibatkan kesalahan pengiriman ke produksi, keterlambatan produksi, dan kerugian biaya tambahan sortir diperkirakan mencapai Rp75.000.000,-.	PT XYZ (perusahaan industri makanan dan minuman)	Penelitian ini menggunakan metode 5 Whys Analysis dan Fishbone Diagram, serta usulan perbaikan menggunakan prinsip 5S dan 5R dari pendekatan lean thinking.	Penelitian mengidentifikasi lima faktor utama penyebab ketidaksesuaian stok, yaitu faktor manusia (kurang pengecekan fisik dan kesalahan input), metode (tidak ada jadwal pengecekan rutin), mesin (perangkat sistem sering error), material (label rusak atau tidak tersedia), dan lingkungan (keterbatasan rak dan kondisi gudang yang kurang bersih).
10	(Yevita & Partisia, 2024)	Gudang PT X mengalami selisih stok sebanyak 60 barang dari total 550 barang dalam sistem pada Desember 2023, menunjukkan tingkat akurasi stok hanya 89% dan berdampak pada potensi gangguan pengiriman akibat stock out serta ketidakmampuan memenuhi permintaan pelanggan.	Gudang PT X (perusahaan penyedia jasa dan produk water treatment)	Penelitian ini menggunakan metode Root Cause Analysis yang didukung oleh alat bantu Fishbone Diagram dan analisis 5W+1H untuk mengidentifikasi penyebab dan merumuskan usulan perbaikan.	Penyebab utama selisih stok adalah pekerja tidak menginput data penerimaan dan pengeluaran barang, tidak adanya prosedur cycle counting, perhitungan stok yang masih manual, dan barang tercampur. Usulan perbaikan mencakup SOP cycle counting, penerapan barcode scanner, program sosialisasi kedisiplinan, dan jadwal rutin pembersihan gudang.

Tabel 2.1 Lanjutan

No.	Peneliti dan Tahun	Permasalahan	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
11	(Ferdian et al., 2025)	Gudang PT Logistic menghadapi ketidaksesuaian stok inventory yang merupakan hasil interaksi kompleks antara faktor manusia dan sistem gudang yang belum sepenuhnya terintegrasi secara preventif, sehingga menyebabkan akurasi persediaan yang tidak optimal.	Gudang PT Logistic	Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus deskriptif-analitis dengan kerangka kerja DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) yang dikombinasikan dengan analisis akar masalah (Root Cause Analysis).	Faktor manusia berkontribusi dominan melalui kesalahan input data, ketidakpatuhan terhadap SOP, dan keterbatasan verifikasi operasional, sementara sistem gudang berkontribusi melalui keterlambatan sinkronisasi WMS dan keterbatasan validasi sistem. Akurasi persediaan meningkat dari 97,45% pada penghitungan pertama menjadi 98,55% pada penghitungan kedua.

2.1.2 Permasalahan Selisih Stok pada Risiko Operasional

Penelusuran tinjauan pustaka dalam penelitian ini dilakukan melalui *Google scholar* sebagai sumber utama memperoleh refrensi yang relevan dengan topik penelitian. Proses pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci selisih stok dan ditambahkan dengan tata letak. Berdasarkan hasil penelurusan tersebut, ditemukan sebanyak 76 artikel ilmiah yang membahas topik tersebut.



Gambar 2.3 Tahapan penelusuran tinjauan pustaka permasalahan selisih stok dan risiko operasional

Pada penelitian Adelia et al. (2026) menunjukkan bahwa pengelolaan persediaan barang dagang di PT Mestika Makmur Persada Jaya masih menghadapi berbagai risiko operasional, seperti selisih stok, kerusakan barang akibat penyimpanan yang terlalu lama, kehilangan barang, serta kesalahan pengiriman. Penelitian ini menggunakan kerangka Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO) dengan pendekatan kualitatif deskriptif untuk menganalisis efektivitas sistem pengendalian internal persediaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pengendalian internal telah diterapkan dengan sangat efektif, ditunjukkan oleh tingkat efektivitas sebesar 93,33%. Pengendalian tersebut dilakukan melalui pembagian tugas yang jelas, identifikasi risiko, pelaksanaan stock opname secara berkala, pembatasan akses gudang, penggunaan CCTV, pencatatan persediaan berbasis sistem dan manual, serta penerapan prosedur pemeriksaan sebelum pengiriman barang. Implementasi kelima komponen COSO terbukti mampu meminimalkan risiko operasional berupa selisih stok, kehilangan barang, kerusakan persediaan, dan kesalahan pengiriman, sehingga meningkatkan keandalan informasi persediaan serta efisiensi operasional perusahaan.

Pada penelitian Lestari et al. (2025) menunjukkan bahwa gudang PT XYZ mengalami permasalahan berupa selisih antara stock on hand dengan actual stock selama periode Juni 2023–Mei 2024, dengan total selisih mencapai 47.822 unit atau sekitar 3% dari total persediaan. Penelitian ini menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi faktor penyebab serta

menentukan prioritas risiko penyebab selisih stok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab utama terjadinya selisih stok adalah kurangnya pengawasan di gudang, material tertimbun oleh material lain, material tidak disimpan pada lokasi yang semestinya, serta tim assembly tidak mengisi formulir permintaan material sesuai prosedur. Kondisi tersebut menyebabkan kesulitan dalam pencarian material, meningkatnya risiko kehilangan material, serta menurunkan akurasi data persediaan. Sebagai solusi, penelitian ini mengusulkan penambahan rak penyimpanan, perancangan ulang tata letak gudang, pemberian label yang lebih jelas, pelaksanaan pelatihan sesuai SOP, peningkatan pengawasan gudang, serta penerapan sistem visual sebagai pengingat agar proses penyimpanan dan pencatatan material menjadi lebih teratur dan mampu mengurangi terjadinya selisih stok.

Penelitian Berniliyus et al. (2025) menunjukkan bahwa PT Sumi Asih mengalami ketidaksesuaian antara data inventory dengan stok fisik barang jadi yang menyebabkan peningkatan biaya operasional dan mengganggu kelancaran proses produksi. Dengan menggunakan metode DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) yang didukung diagram Pareto, diagram Fishbone, dan metode 5S, penelitian ini menemukan bahwa 82% ketidaksesuaian stok disebabkan oleh transaksi barang masuk dan keluar yang belum selesai, 12% disebabkan oleh barang cacat yang mengalami *remelting*, dan 6% disebabkan oleh barang yang belum tercatat dalam sistem. Selain itu, analisis fishbone menunjukkan bahwa kesalahan pencatatan, proses yang masih manual, penempatan barang yang tidak sesuai SOP, serta kondisi gudang yang kurang tertata menjadi penyebab utama terjadinya selisih stok. Sebagai solusi, penelitian ini mengusulkan penerapan metode 5S, penggunaan sistem barcode, penataan ulang lokasi penyimpanan sesuai jenis produk, peningkatan pengawasan proses pencatatan, serta pelaksanaan audit dan stock opname secara berkala. Implementasi perbaikan tersebut berhasil menurunkan tingkat ketidaksesuaian stok hingga 50% dan meningkatkan efisiensi operasional gudang

Pada penelitian Ferdira et al. (2025) menunjukkan bahwa inventory discrepancy pada gudang *spare parts* PT XYZ disebabkan oleh lemahnya pengawasan, kesalahan pencatatan, rendahnya visibilitas stok, serta tata letak gudang yang kurang optimal. Penelitian ini menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA), Failure Mode and *Effect Analysis* (FMEA), dan *Quality Function Deployment* (QFD) untuk mengidentifikasi akar penyebab dan menyusun strategi mitigasi risiko. Sebagai solusi, penelitian ini mengusulkan penerapan sistem ERP–WMS, penggunaan barcode/RFID, peningkatan pengawasan, serta standardisasi SOP sehingga mampu meningkatkan akurasi persediaan dan menurunkan tingkat *inventory discrepancy.*

Tabel 2.2 Rekapitulasi jurnal selisih stok pada risiko operasional

No.	Peneliti dan Tahun	Permasalahan	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	(Adelia et al., 2026)	Pengelolaan persediaan menghadapi risiko operasional berupa selisih stok, kehilangan barang, kerusakan persediaan, dan kesalahan pengiriman.	PT Mestika Makmur Persada Jaya	COSO dengan pendekatan kualitatif deskriptif	Penerapan lima komponen COSO mampu meningkatkan efektivitas pengendalian internal hingga 93,33% serta meminimalkan risiko operasional melalui stock opname berkala, pembatasan akses gudang, penggunaan CCTV, dan prosedur pengendalian yang lebih baik.
2	(Lestari et al., 2025)	Terjadi selisih antara *stock on hand* dan *actual stock* akibat lemahnya pengawasan dan penempatan material yang tidak sesuai.	Gudang PT XYZ	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)	Penyebab utama selisih stok adalah kurangnya pengawasan, material tidak berada pada lokasi yang semestinya, dan ketidakpatuhan prosedur. Solusi yang diusulkan berupa penambahan rak, perancangan ulang tata letak, pemberian label, pelatihan SOP, dan peningkatan pengawasan gudang.
3	(Berniliyus et al., 2025)	Ketidaksesuaian antara data *inventory* dan stok fisik menyebabkan peningkatan biaya operasional dan mengganggu proses produksi.	PT Sumi Asih	DMAIC, Diagram Pareto, Fishbone, dan 5S	Penyebab utama berasal dari transaksi yang belum tercatat, kesalahan pencatatan, dan kondisi gudang yang kurang tertata. Perbaikan melalui 5S, barcode, penataan lokasi penyimpanan, audit, dan stock opname berkala mampu menurunkan ketidaksesuaian stok hingga 50%..
4	(Ferdira et al., 2025)	*Inventory discrepancy* disebabkan oleh lemahnya pengawasan, kesalahan pencatatan, rendahnya visibilitas stok, dan tata letak gudang yang kurang optimal.	Gudang *spare parts* PT XYZ	Root Cause Analysis (RCA), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), dan Quality Function Deployment (QFD)	Penelitian mengusulkan integrasi ERP–WMS, penggunaan barcode/RFID, peningkatan pengawasan, dan standardisasi SOP sehingga mampu meningkatkan akurasi persediaan dan menurunkan tingkat *inventory discrepancy*.

2.2 Dasar Teori

Pada bagian ini dipaparkan rangkuman teori-teori yang memiliki relevansi langsung dan digunakan sebagai landasan utama dalam tahap perancangan solusi pada tugas akhir ini. Landasan teori yang digunakan merupakan integrasi dari pengetahuan serta keterampilan yang telah dipelajari dalam kurikulum PSTI UAJY guna menegaskan kedalaman *engineering knowledge*. Teori-teori ini disusun secara sistematis untuk mendukung pendekatan analitis berbasis fundamental dan prinsip dasar dalam penyelesaian masalah.

2.2.1 *Inventory Management*

Inventory management merupakam suatu fungsi yang memiliki tanggung jawab atas segala keputusan mengenai stok dalam suatu organisasi. Fungsi ini mencakup perumusan kebijakan, aktivitas, dan prosedur untuk memastikan bahwa jumlah yang tepat dari setiap *item* tersedia pada waktu yang tepat.

Muller (2019)menjelaskan bahwa persediaan atau *inventory* itu sendiri meliputi bahan baku, barang yang terbagi menjadi tiga jenis yaitu dalam proses, perlengkapan operasional, hingga barang jadi. Manajemen persediaan tidak hanya mengelola objek fisik yang ada di rak gudang, tetapi juga mengelola data atau informasi yang tercatat dalam sistem perusahaan, karena keputusan bisnis sering kali diambil berdasarkan catatan sistem tersebut. Dalam proses mengelola persediaan, terdapat pertanyaan dasar yang harus dijawab oleh sistem manajemen diantara lain *item* apa yang harus disimpan, kapan harus melakukan pemesanan ulang, dan seberapa banyak yang harus dipesan.

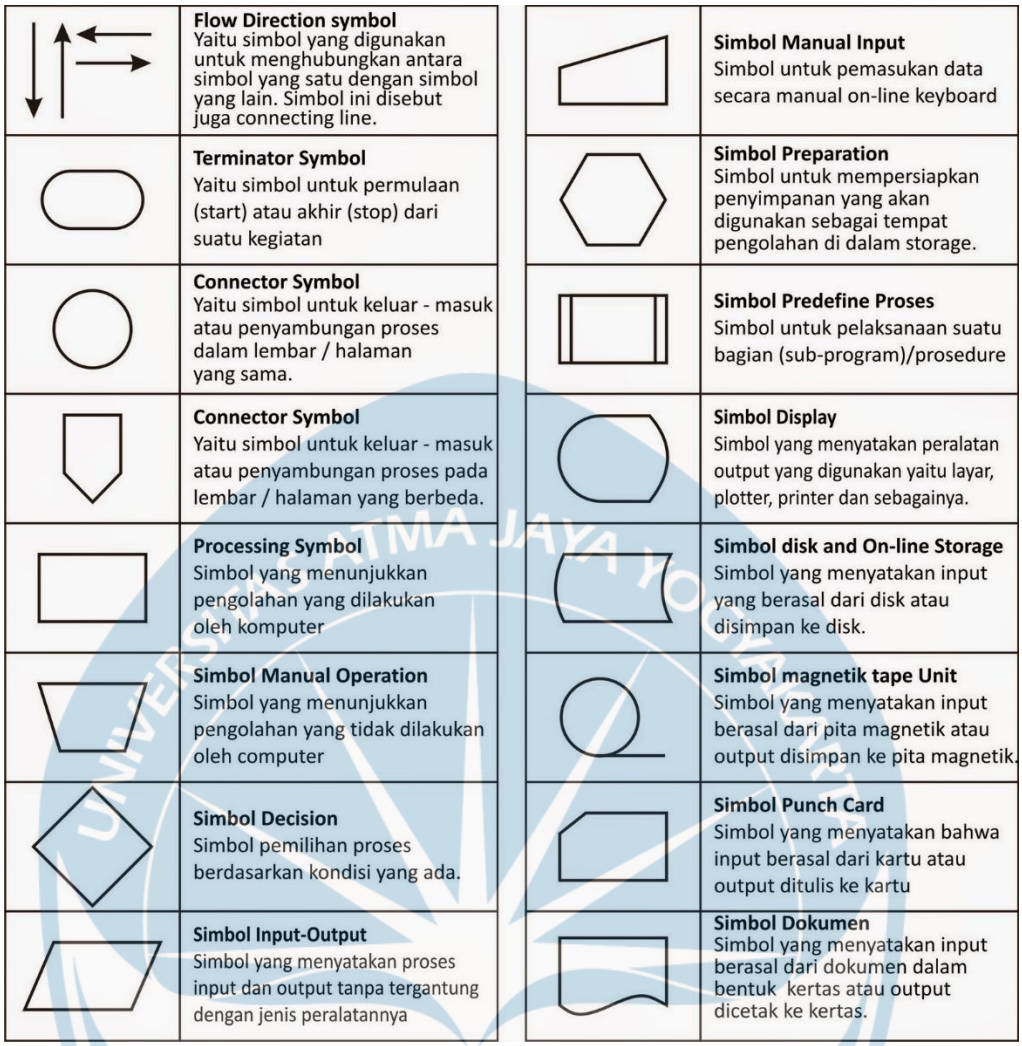
Salah satu kendala yang yang dapat ditemukan pada *inventory management* adalah selisih stok. Selisih stok atau kehilangan persediaan merujuk pada hilangnya aset fisik persediaan yang mengakibatkan ketidakakuratan data stok. Muller (2019) menjelaskan bahwa persediaan memiliki dua "kehidupan" yaitu kehidupan nyata (*real life/shelf count*) yaitu barang fisik di gudang, dan kehidupan kertas atau maya (*paper life/record count*) yaitu data administratif yang tercatat pada sistem. Masalah *loss* terjadi ketika kehidupan nyata "menghilang" tanpa adanya pencatatan administrasi yang sah, menyebabkan ketidaksesuaian stok pada data administratif. Kehilangan ini bukan sekedar masalah fisik, tetapi berdampak langsung pada finansial. Kehilangan stok berarti hilangnya aset yang mempengaruhi *balance sheet* pada perusahaan yang dapat berpengaruh pada pendapatan suatu perusahaan

2.2.2 Proses Bisnis

Dalam pengembangan sistem informasi, seorang analis sistem menggunakan pemodelan untuk merepresentasikan operasi perusahaan beserta kebutuhan informasinya. Titik awal dari keseluruhan proses pemodelan ini adalah penyusunan profil bisnis. Profil bisnis merupakan sebuah tinjauan yang mencakup misi perusahaan, fungsi-fungsi operasional, struktur organisasi, produk, layanan, pelanggan, pemasok, pesaing, batasan-batasan, hingga arah masa depan perusahaan tersebut. Meskipun sebagian informasi ini sering kali sudah tersedia, analis sistem biasanya tetap perlu melakukan riset tambahan dan pencarian fakta untuk melengkapi data yang masih kurang. Melalui pemahaman terhadap profil bisnis inilah analis sistem dapat mendeskripsikan dan menyederhanakan sistem informasi menggunakan serangkaian model.

Proses bisnis itu sendiri didefinisikan sebagai serangkaian transaksi, peristiwa, dan hasil spesifik yang dapat dideskripsikan serta didokumentasikan secara terstruktur. Untuk memvisualisasikan hal tersebut, digunakanlah model proses bisnis yang menampilkan satu atau lebih proses bisnis secara grafis, seperti misalnya proses penanganan reservasi tiket maskapai, pemenuhan pesanan produk, atau proses pembaruan akun pelanggan. Model bisnis ini secara spesifik mendeskripsikan informasi yang kelak harus disediakan oleh sebuah sistem. Dalam bentuk yang paling sederhana, sebuah model proses bisnis dapat terdiri dari sebuah pemicu atau peristiwa awal, serangkaian proses yang berjalan, dan sebuah hasil akhir.

Untuk mendokumentasikan operasi yang lebih kompleks, analis sistem menggunakan *Business Process Mapping*. Teknik ini mencakup berbagai bentuk dan simbol standar yang dirancang khusus untuk merepresentasikan peristiwa, proses, alur kerja (*workflows*), dan elemen operasional lainnya secara akurat. Melalui pemodelan grafis ini, para pengembang sistem dapat dengan mudah menganalisis, menguji, dan memodifikasi rancangan konsep proses sebelum sistem benar-benar diimplementasikan. Berikut ini merupakan visualisasi simbol dalam *Business Process Mapping.*



Gambar 2.4 Simbol *business process mapping*

2.2.3 Sistem Informasi

Menurut Sistem informasi merupakan sekumpulan komponen yang saling terhubung dan bekerja sama untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, serta menyebarkan informasi guna mendukung pengambilan keputusan. Agar dapat berjalan, sistem ini membutuhkan infrasturktur teknologi yang merupakan komponen yang digunakan untuk merancang sistem informasi mencakup *hardware*, *software*, *databases*, orang yang menjalankannya, serta prosedur kerjanya yang digunakan untuk mendukung aplikasi. Sistem informasi memiliki tujuan sebagai alat pendukung operasional harian, membantu analisis dan pelaporan data, hingga meningkatkan efisiensi kerja dan kualitas suatu perusahaan. Selain itu, sistem informasi yang dirancang dengan baik harus memiliki mekanisme umpan balik untuk memantau kinerjanya agar tetap berjalan lancar dan terkendali.

a. *Hardware*

Perangkat keras atau hardware merupakan salah satu komponen dari sebuah komputer yang sifat alatnya bisa dilihat dan diraba secara langsung atau berbentuk nyata. Menurut Coronel dan Morris (2019), *hardware* adalah perangkat komputer yang terdiri atas susunan komponen-komponen elektronik berbentuk fisik atau berupa benda. Fungsi utama dari hardware adalah untuk mendukung proses komputerisasi, seperti menerima input data, mengolah data, menyimpan data, maupun mengeluarkan hasil pengolahan data. Secara fisik, komponen hardware komputer dibagi menjadi beberapa bagian utama berdasarkan fungsinya. Bagian tersebut meliputi input device yang berfungsi memasukkan data ke dalam CPU, *Central Processing Unit* (CPU) sebagai pusat pemrosesan data, memori yang bertugas menampung data yang akan maupun hasil diproses, serta *output device* yang menjadi sarana untuk menampilkan hasil proses dari prosesor. Selain itu, terdapat *secondary storage* untuk menyimpan program dan data yang terpisah di luar *main memory, interface* sebagai sarana penghubung antara CPU dengan perangkat masukan dan keluaran, serta perangkat tambahan atau *peripheral device*.

b. *Software*

Peraangkat lunak atau *software* adalah sekumpulan data elektronik yang disimpan oleh komputer yang dapat berupa program atau instruksi untuk menjalankan suatu perintah. Berbeda dengan hardware, perangkat lunak tidak berwujud benda sehingga sifatnya tidak dapat disentuh dan dilihat secara fisik. Secara garis besar, perangkat lunak dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu sistem operasi, aplikasi atau program, dan bahasa pemrograman. Sistem operasi bertugas untuk mengelola pemakaian perangkat keras komputer dan berfungsi sebagai lapisan yang menghubungkan perangkat keras dengan perangkat lunak. Sistem operasi juga berperan sebagai perantara antara aplikasi dengan hardware. Sementara itu, aplikasi diciptakan untuk tujuan tertentu dengan maksud mempermudah pekerjaan manusia. Adapun bahasa pemrograman adalah program yang dipergunakan untuk membuat program lain, yang berfungsi menjembatani komunikasi antara manusia dengan komputer.

c. *Database*

Dalam dunia sistem informasi, basis data (*database*) adalah sekumpulan data yang saling berhubungan dan memiliki makna tertentu Elmasri dan Navathe (2016) Basis data tidak hanya berisi kumpulan data yang dimasukkan secara acak, melainkan dirancang secara logis untuk merekam fakta dan kejadian di dunia nyata (*miniworld*), misalnya seperti pencatatan data stok barang yang keluar-masuk di sebuah gudang. Agar kumpulan data ini bisa dikelola dengan baik dan tidak lagi mengandalkan pencatatan

manual, diperlukan sebuah perangkat lunak khusus yang dinamakan Sistem Manajemen Basis Data atau *Database Management System* (DBMS). DBMS berfungsi sebagai alat bantu bagi pengguna untuk membuat, menyimpan, mengubah, dan membagikan data tersebut kepada banyak pihak. Kesatuan antara data yang disimpan beserta perangkat lunak pengelolanya inilah yang disebut sebagai sistem basis data.

2.2.4 Enterprise Resource Planning (ERP)

Enterprise Resource Planning (ERP) merupakan sistem perangkat lunak yang digunakan oleh perusahaan untuk mengintegrasikan dan mengoordinasikan informasi di setiap area bisnis. Sistem ini membantu organisasi dalam mengelola proses bisnis di seluruh perusahaan dengan menggunakan basis data bersama (*common database*) dan alat pelaporan manajemen yang terintegrasi. Sistem ERP berbeda dengan sistem lama yang membuat data terkotak-kotak di setiap departemen. Di sistem lama, informasi seringkali terhenti di satu bagian saja dan tidak terhubung dengan bagian lainnya. ERP memungkinkan aliran data yang konsisten secara real-time di seluruh fungsi bisnis seperti pemasaran, penjualan, manajemen rantai pasokan, akuntansi, hingga sumber daya manusia (Sagegg & Alfnes, 2020)

Karakteristik utama dari sistem ERP adalah kemampuannya untuk memfasilitasi entri data tunggal, yaitu data yang dimasukkan satu kali dapat langsung digunakan dan diakses oleh bagian lain yang membutuhkan, sehingga meminimalkan kesalahan input manual dan meningkatkan efisiensi operasional. Melalui integrasi ini, ERP mendukung proses bisnis yang lebih efektif, membantu manajemen dalam pengambilan keputusan yang lebih cepat, serta meningkatkan daya saing perusahaan. Dalam praktiknya, kemampuan integrasi data tunggal ini dipelopori oleh SAP.

Sebagai pemimpin pasar dalam industri perangkat lunak ERP global, SAP yang merupakan singkatan dari *Systems, Applications, and Products in Data Processing*. Didirikan pada tahun 1972 di Jerman oleh lima mantan analis sistem IBM, SAP bertujuan untuk mengembangkan produk perangkat lunak standar yang dapat dikonfigurasi sesuai kebutuhan unik setiap perusahaan dengan menyediakan data secara *real-time*.

SAP mengembangkan sistem yang bersifat modular. Pada setiap modul SAP mengelola fungsi bisnis spesifik namun tetap terhubung pada satu basis data pusat. Integrasi ini mencakup modul *Sales and Distribution* (SD) yang berfungsi mencatat pesanan penjualan serta menjadwalkan pengiriman, yang kemudian bersinergi dengan modul *Materials Management* (MM) dalam mengelola akuisisi bahan baku serta penanganan inventaris. Selain itu, terdapat modul *Production Planning* (PP) yang berperan memelihara informasi produksi dan merencanakan jadwal aktivitas manufaktur secara

efisien. Dari sisi finansial, SAP menyediakan modul *Financial Accounting* (FI) untuk mencatat seluruh transaksi pada buku besar guna menghasilkan laporan keuangan eksternal, serta modul *Controlling* (CO) yang melayani kebutuhan manajemen internal melalui analisis biaya dan profitabilitas perusahaan yang mendalam.

2.2.5 *Software Development Life Cycle* (SDLC)

Software Development Life Cycle (SDLC) adalah kerangka kerja terstruktur yang digunakan oleh pengembang sistem untuk merencanakan, merancang, membangun, menguji, dan mengimplementasikan sistem informasi. Menurut buku *Systems Analysis and Design*Shelly et al. (2020), SDLC merupakan pendekatan bertahap dalam analisis dan desain yang memastikan bahwa sistem dikembangkan dengan efisiensi dan kualitas yang tinggi mulai dari tahap perencanaan hingga pemeliharaan. Setiap fase dalam SDLC memiliki *output* tertentu yang menjadi *input* bagi fase berikutnya. Berikut adalah penjelasan rinci dari setiap tahapannya:

a. Perencanaan Sistem (*System Planning*)

Tahap awal ini melibatkan identifikasi masalah, penentuan tujuan sistem, dan studi kelayakan. Fokus utamanya adalah memahami mengapa sistem harus dibangun serta memastikan bahwa proyek tersebut memiliki nilai bisnis dan layak secara teknis maupun finansial.

b. Analisis Sistem (*System Analysis*)

Pada fase ini, dilakukan pengumpulan kebutuhan (*requirements planning*) dari pengguna secara mendalam. Analis akan mempelajari proses bisnis yang sedang berjalan dan menentukan apa saja yang harus dilakukan oleh sistem baru untuk memecahkan masalah yang ada. Luaran dari tahap ini biasanya berupa dokumen spesifikasi kebutuhan fungsional.

c. Desain Sistem (*System Design*)

Berdasarkan hasil analisis, arsitektur sistem mulai dirancang. Tahap ini mencakup desain logis dan fisik, seperti perancangan antarmuka pengguna (*user interface*), struktur basis data. Tujuannya adalah membuat cetak biru (*blueprint*) sebelum pengkodean dimulai.

d. Pengembangan dan Pengkodean (*Development/Implementation*)

Desain yang telah dibuat kemudian diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman. Programmer membangun komponen perangkat lunak, mengintegrasikan basis data, dan memastikan seluruh modul berfungsi sesuai dengan rancangan desain.

e. Pengujian Sistem (*System Testing*)

Sebelum digunakan secara luas, sistem harus diuji secara ketat untuk mendeteksi kesalahan atau ketidaksesuaian dengan kebutuhan pengguna. Pengujian dilakukan baik dari sisi teknis (unit testing) maupun dari sisi pengguna (*User Acceptance Test*).

f. Implementasi (*Deployment*)

Tahap ini melibatkan pemasangan perangkat lunak ke lingkungan produksi, migrasi data dari sistem lama ke sistem baru, serta pelatihan bagi pengguna agar mereka dapat mengoperasikan sistem dengan benar.

g. Operasi dan Pemeliharaan (*Maintenance*)

Setelah sistem berjalan, dilakukan pemantauan rutin untuk memastikan kinerja tetap optimal. Pemeliharaan mencakup perbaikan kesalahan yang mungkin muncul kemudian, pembaruan keamanan, atau penyesuaian sistem terhadap perubahan kebutuhan organisasi di masa depan.

2.2.6 *Integration Definition for Function Modeling* (IDEF0)

IDEF0 (*Integration Definition for Function Modeling*) merupakan sebuah teknik pemodelan terstruktur yang memadukan elemen berbentuk grafik dan teks secara sistematis. Pendekatan ini dirancang untuk mempermudah pemahaman logika sistem, mendukung tahapan analisis, mengidentifikasi potensi perbaikan, serta mendefinisikan spesifikasi kebutuhan dalam perancangan maupun integrasi sistem. Secara arsitektural, model IDEF0 dibangun melalui hierarki diagram yang mendeskripsikan berbagai fungsi beserta keterkaitannya menggunakan simbol kotak dan alur panah.

Menurut (Haidar, 2024) IDEF0 berfungsi sebagai metode untuk mengelola siklus hidup sistem, mulai dari analisis kebutuhan, evaluasi manfaat, perancangan fungsional, hingga pemeliharaan dan pengembangan berkelanjutan. Model yang dihasilkan oleh metode IDEF0 pada dasarnya bertindak layaknya sebuah cetak biru (*blueprint*) operasional. Sama halnya dengan cetak biru sebuah produk fisik yang merinci bagaimana setiap komponennya dirakit, pemodelan IDEF0 memetakan secara presisi bagaimana seluruh fungsi dan antarmuka di dalam sebuah sistem saling terhubung, berinteraksi, dan beroperasi sebagai satu kesatuan.

Cetak biru operasional tersebut memiliki relevansi dan keterkaitan yang sangat erat dengan manajemen proses bisnis. Sebuah proses bisnis secara fundamental didefinisikan sebagai serangkaian aktivitas atau tugas terstruktur yang saling berelasi, yang mengonsumsi sumber daya untuk diubah menjadi sebuah produk atau layanan yang memiliki nilai tambah bagi pelanggan atau perusahaan. Metodologi IDEF0 merangkum seluruh esensi definisi tersebut secara presisi ke dalam anatomi ICOM (*Input, Control, Output, Mechanism*) yang berfungsi sebagai alat bedah analitis yang

sangat efektif untuk memetakan alur kerja. Keselarasan tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

2 *Input* : Merepresentasikan bahan baku fisik, dokumen mentah, atau permintaan pelanggan yang memicu mulainya sebuah proses operasional.

3 *Control* : Merepresentasikan Standar Operasional Prosedur (SOP), kebijakan manajemen, batasan anggaran, atau regulasi hukum yang memastikan proses berjalan sesuai dengan aturan perusahaan.

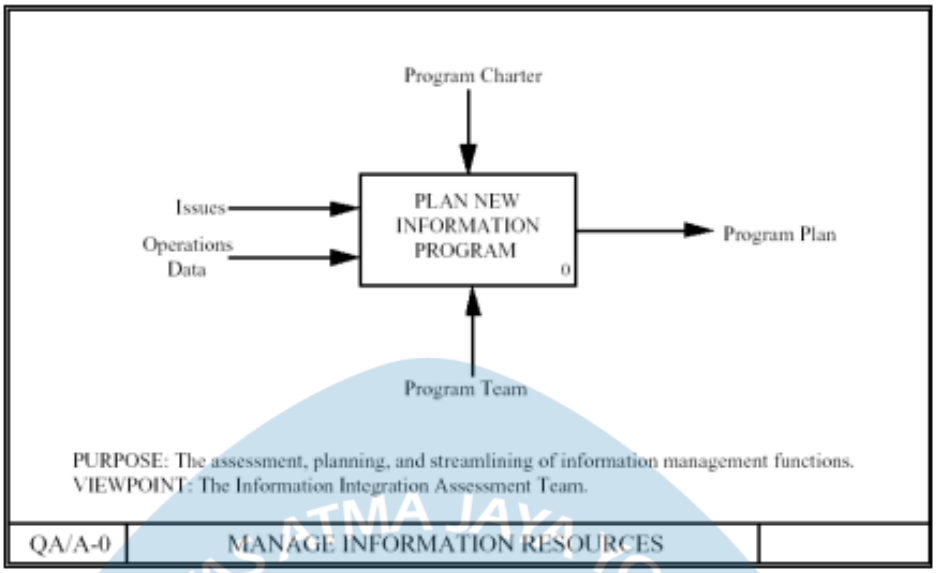
4 *Mechanism* : Merepresentasikan pihak-pihak yang bertanggung jawab (staf, operator, atau departemen tertentu) serta infrastruktur pendukung (mesin, perangkat lunak, sistem basis data) yang mengeksekusi pekerjaan tersebut.

5 *Output* : Merepresentasikan hasil dari proses tersebut, baik berupa barang jadi, dokumen laporan, maupun informasi status yang siap diteruskan ke tahap proses bisnis selanjutnya.

IDEF0 memegang peranan krusial dalam inisiatif perbaikan proses bisnis (*business process improvement*) atau rekayasa ulang proses bisnis (*business process reengineering*). Pada tahap awal evaluasi, analis sistem menggunakan IDEF0 untuk merekam dan mendokumentasikan kondisi aktual operasional saat ini (*as-is Model*). Melalui peta *as-is* tersebut, pihak manajemen dapat dengan mudah mengidentifikasi terjadinya pemborosan,aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, kemacetan alur kerja (*bottleneck*), hingga tumpang tindih tanggung jawab staf di lapangan. Setelah akar permasalahan ditemukan, IDEF0 kembali digunakan sebagai landasan untuk merancang arsitektur alur kerja usulan (*to-be Model*). Model usulan ini akan menampilkan proses bisnis yang telah direvisi menjadi lebih efisien, terstandarisasi, dan terintegrasi, seperti halnya merancang transisi dari sistem administrasi yang masih manual menuju sistem yang terkomputerisasi.

i. Top-level diagram

Dalam pemodelan IDEF0, setiap sistem wajib diawali dengan sebuah representasi tingkat tertinggi (*Top-Level Diagram*) yang dikenal sebagai Diagram A-0. Diagram ini secara visual hanya terdiri dari satu kotak fungsi tunggal beserta panah antarmukanya.

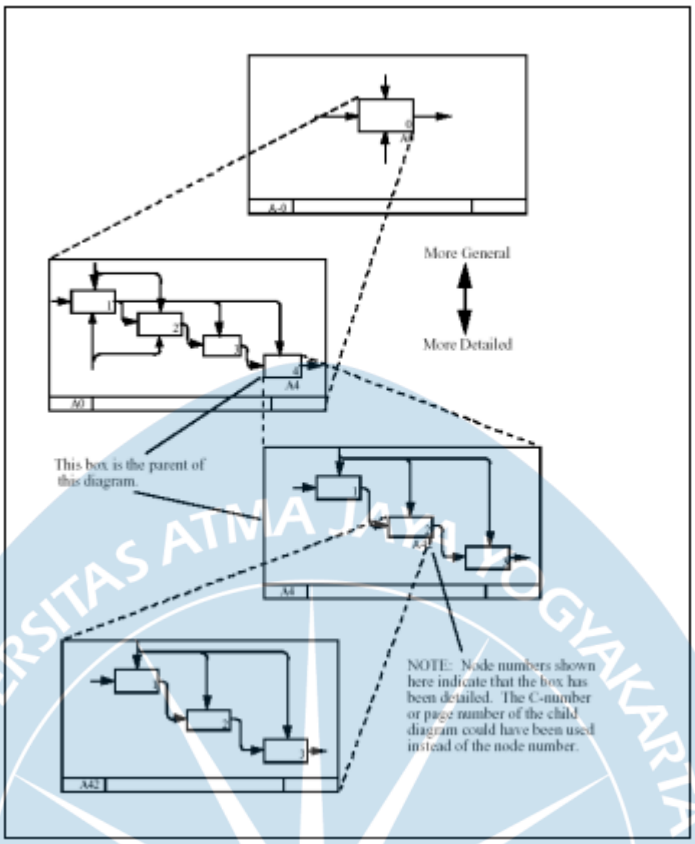


Gambar 2.5 *Top-level context diagram*

Fungsi utama dari Diagram A-0 adalah menetapkan batasan ruang lingkup sistem, sekaligus menyertakan pernyataan spesifik mengenai tujuan (*purpose*) dan sudut pandang (*viewpoint*) yang akan memandu keseluruhan proses perancangan model.

ii. Child Diagram

Fungsi utama pada tingkat tertinggi (*top-level*) dapat diuraikan secara hierarkis menjadi sub-fungsi yang lebih spesifik melalui pembuatan diagram anak (*child diagram*). Proses dekomposisi ini bersifat iteratif, yang berarti diagram anak dapat terus dipecah ke tingkat yang lebih detail (*lower-level child diagram*) sesuai dengan kompleksitas sistem yang dibutuhkan.



Gambar 2.6 Hirarki *parent* kotak dan *child diagram*

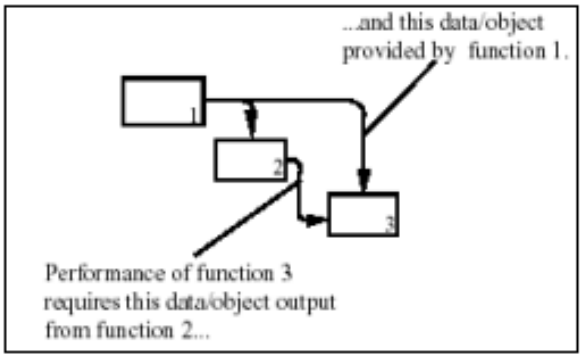
Dalam struktur hierarki tersebut, sebuah kotak fungsi dapat berperan ganda: sebagai kotak induk (*parent box*) yang rincian operasionalnya dijabarkan pada diagram anak, maupun sebagai kotak anak (*child box*) yang merupakan representasi turunan dari fungsi induknya.

iii. Fitur-fitur diagram IDEF0

Berikut merupakan beberapa fitur yang terdapat pada IDEF0.

a) Panah sebagai *Constraints*

Dalam metodologi IDEF0, panah tidak sekadar berfungsi untuk menunjukkan urutan waktu pelaksanaan proses, melainkan bertindak sebagai syarat mutlak atau pembatas (*constraint*). Keterhubungan ini terjadi ketika panah keluaran (*output*) dari sebuah kotak fungsi dihubungkan dan bertransformasi menjadi panah masukan, kendali, atau mekanisme pada kotak fungsi yang lain.

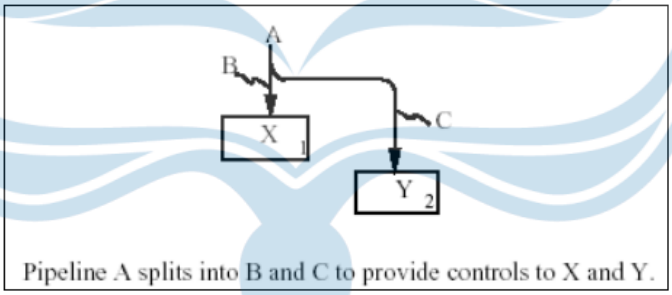


Gambar 2.7 Panah sebagai *constraints*

Ketika panah keluaran (*output*) dari sebuah kotak proses dihubungkan menjadi masukan, kendali, atau mekanisme pada kotak lainnya, hal ini menandakan adanya ketergantungan. Artinya, fungsi pada kotak kedua tidak akan bisa berjalan sempurna tanpa adanya data atau objek yang dihasilkan oleh fungsi pada kotak pertama.

b) Panah sebagai *Pipelines*

Secara konseptual, alur panah dalam IDEF0 dapat diibaratkan sebagai sebuah pipa saluran (*pipeline*) yang membawa muatan informasi atau material. Pada diagram tingkat atas panah-panah ini biasanya mewakili kelompok data yang besar, sehingga diberikan label penamaan yang masih bersifat sangat umum dan luas cakupannya.



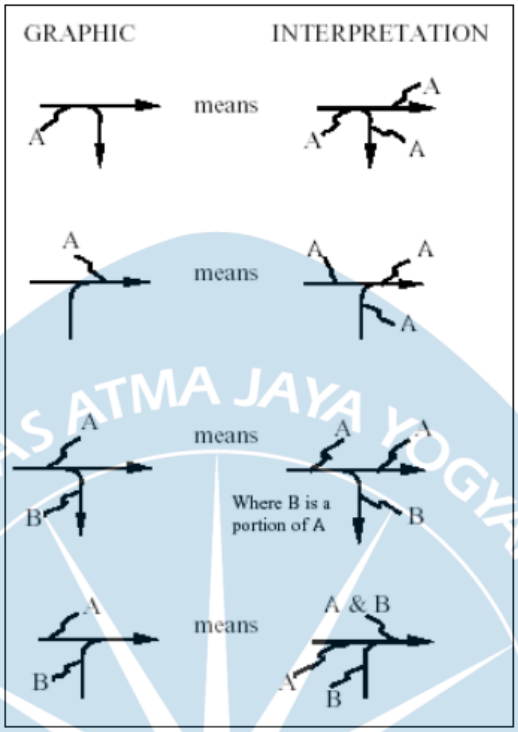
Gambar 2.8 Panah sebagai *pipelines*

Namun, ketika diagram induk tersebut diturunkan (*dekomposisi*) ke diagram tingkat anak, "pipa" utama yang bersifat umum tadi dapat dipecah menjadi beberapa segmen panah baru yang lebih kecil. Setiap segmen panah turunan ini mewakili pecahan dari data utama, sehingga menuntut adanya label penamaan yang jauh lebih spesifik, mendetail, dan berfokus pada fungsi yang ditujunya.

c) Panah Bercabang

Alur panah dalam pemodelan IDEF0 memiliki fleksibilitas untuk memisah (bercabang) maupun menyatu (bergabung) guna memetakan siklus distribusi data. Panah yang memisah (*unbundling*) mendeskripsikan kondisi sebuah data atau objek yang bersifat

umum diurai menjadi bagian-bagian yang lebih spesifik untuk dikonsumsi oleh beberapa fungsi yang berbeda secara bersamaan.

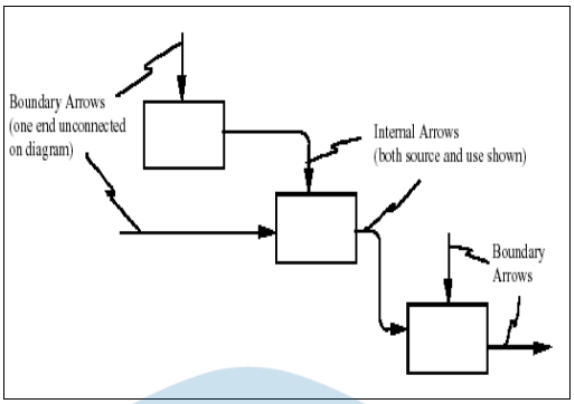


Gambar 2.9 Panah bercabang

Sebaliknya, panah yang menyatu (*bundling*) menunjukkan proses penggabungan dari beberapa sumber data yang spesifik ke dalam satu kelompok aliran keluaran yang lebih umum. Sebagai catatan penting dalam aturan sintaksis IDEF0, apabila sebuah cabang panah tidak diberikan label penamaan yang khusus, maka seluruh muatan informasi dari panah utamanya diasumsikan mengalir sepenuhnya ke setiap cabang tersebut tanpa ada yang dikurangi.

d) Keterhubungan *Inter-box*

Pengecualian hanya berlaku pada diagram konteks (A-0) yang mendeskripsikan sistem dalam satu kotak tunggal; selain itu, sebuah diagram IDEF0 normalnya memuat antara tiga hingga enam kotak proses. Kotak-kotak penjabaran ini umumnya disusun secara menyilang atau diagonal, bermula dari sudut kiri atas dan mengalir turun menuju sudut kanan bawah dokumen untuk menggambarkan hierarki atau sekuensial proses.

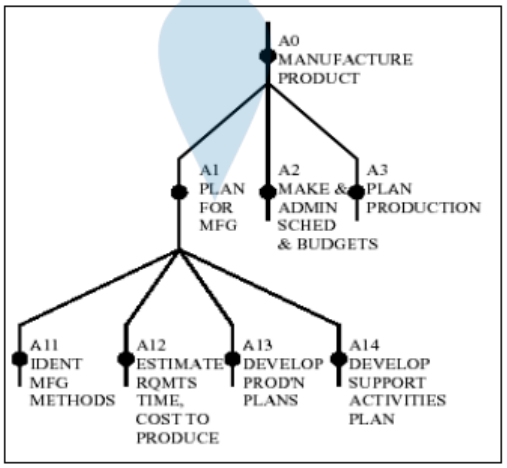


Gambar 2.10 Keterhubungan *inter-box*

Keterhubungan sistematis antarkotak ini terbentuk ketika *output* dari suatu kotak saling menyilang menjadi *input* atau *control* bagi kotak lainnya. Aturan utama dalam proses ini adalah keseimbangan antarmuka: jika sebuah kotak induk memiliki panah yang masuk dan keluar, maka panah-panah batas (*boundary arrow*) tersebut wajib muncul kembali di diagram anaknya secara konsisten, kecuali jika panah tersebut sengaja disembunyikan untuk menyederhanakan tampilan dengan menggunakan metode *tunneling*.

e) Node Tree

Untuk memfasilitasi pembacaan hierarki sistem yang kompleks, IDEF0 menyediakan fitur visual tambahan berupa Pohon Node (*Node Tree*). Bentuk representasi ini sangat menyerupai struktur bagan organisasi konvensional, yang bermula dari satu akar atau titik utama (Diagram A-0) di bagian paling atas, dan kemudian bercabang ke bawah mengikuti pola tingkat dekomposisi diagram anaknya.



Gambar 2.11 *Node Tree*

2.2.7 *Integration Definition for Information Modeling Extended* (IDEF1X)

IDEF1X (*Integration Definition for Information Modeling Extended*) merupakan sebuah metode pemodelan data yang dirancang secara khusus untuk membantu perancangan semantic data model atau model data semantik. Metode ini dikembangkan oleh Program ICAM (*Integrated Computer-Aided Manufacturing)* milik Angkatan Udara Amerika Serikat sebagai bagian dari upaya peningkatan produktivitas manufaktur melalui penerapan teknologi komputer secara sistematis. Secara teknis, IDEF1X dikelompokkan sebagai metode desain (design method), yang berarti metode ini digunakan pada tahap perancangan teknis suatu sistem, bukan pada tahap analisis kebutuhan.

IDEF1X merupakan salah satu anggota dari keluarga besar metode IDEF yang terdiri dari beragam metode pemodelan dengan fokus dan tujuan yang berbeda-beda. Menurut *(Dean et al., 1993)* keluarga metode IDEF dikembangkan secara bertahap untuk memenuhi berbagai kebutuhan pemodelan dalam konteks integrasi sistem enterprise. Di antara anggota keluarga tersebut, IDEF0 (*Function Modeling Method*) digunakan untuk memodelkan fungsi dan aktivitas suatu sistem; IDEF1 (*Information Modeling Method*) digunakan untuk menganalisis kebutuhan informasi suatu organisasi; IDEF2 (*Simulation Modeling Method*) digunakan untuk memodelkan perilaku sistem yang berubah seiring waktu; IDEF3 (*Process Description Capture Method*) digunakan untuk mendeskripsikan alur proses dari sudut pandang pengguna; IDEF4 (*Object-Oriented Design Method*) digunakan untuk merancang sistem berbasis objek; dan IDEF5 (*Ontology Description Capture Method*) digunakan untuk pengumpulan fakta dan pengetahuan (Mayer, 1992). Dalam hierarki keluarga metode IDEF tersebut, IDEF1X bersama IDEF4 menempati posisi sebagai metode desain (*design methods*), berbeda dari anggota lainnya yang lebih bersifat analitis. IDEF1X secara spesifik difokuskan pada perancangan model data relasional, sehingga menjadi fondasi teknis bagi pembangunan basis data pada sistem informasi skala besar.

Terdapat empat konsep fundamental yang menjadi kerangka kerja pemodelan dalam metode IDEF1X, yaitu *Entity Class*, *Relation Class*, dan *Attribute Class*.

a. Entity dan *Entity Class*

elemen yang digunakan untuk merepresentasikan dan mengorganisasikan informasi adalah entitas (*entity*) dan kelas entitas (*entity class*). Konsep ini berfungsi untuk memetakan objek-objek di dunia nyata baik yang bersifat fisik maupun konseptual ke dalam bentuk struktur data logis yang akan dikelola oleh sistem.

Entitas didefinisikan sebagai suatu objek nyata (fisik) maupun abstrak di dunia nyata yang memiliki properti dan dapat diidentifikasi secara unik. Sebagai contoh aplikatif, "Jerry" mewakili sebuah entitas dari seorang karyawan yang spesifik, sementara "PO-

12345" merupakan wujud entitas spesifik dari sebuah dokumen pesanan pembelian (*Purchase Order*).

Di sisi lain, kelas entitas (*entity class*) merupakan sekumpulan entitas-entitas yang saling berbagi karakteristik atau nama properti (atribut) yang sama. Dengan kata lain, kelas entitas berfungsi sebagai wadah pengelompokan; misalnya kelas entitas "Karyawan" adalah himpunan yang memuat seluruh entitas staf (termasuk "Jerry" di dalamnya), sedangkan kelas entitas "*Purchase Order*" merupakan himpunan yang mewadahi seluruh entitas data pesanan yang memiliki format serupa. Dalam notasi IDEF1X, entitas dibedakan menjadi dua jenis utama yaitu.

i. Entitas Independen (*Independent Entity*)

Entitas yang keberadaannya tidak bergantung pada entitas lain dalam model. Ditandai dengan bentuk kotak bersudut siku (persegi).



Gambar 2.12 Entitas independen

ii. Entitas Dependen (*Dependent Entity*)

Entitas yang keberadaannya secara mutlak bergantung pada keberadaan entitas lain (induknya). Ditandai dengan kotak bersudut membulat (*rounded corners*).



Gambar 2.13 Entitas dependen

b. Relation Class

Relation Class menggambarkan bagaimana anggota satu *entity class* berhubungan dengan anggota *entity class* lainnya. Label *relation class* berupa kata kerja yang mendeskripsikan makna hubungan, misalnya: "Buyer issues Purchase Order".

i. Jenis Garis Relasi

Terdapat dua jenis garis relasi pada diagram IDEF1X yaitu garis penuh dan garis putus-putus.

Gambar 2.14 Garis lurus / penuh

Garis lurus / penuh melambangkan *Identifying Relationship* atau relasi kuat. Garis lurus digunakan ketika *Primary Key* dari entitas induk bermigrasi dan menjadi bagian dari

Primary Key entitas anak. Relasi ini selalu membuat entitas anak menjadi Entitas Dependen

Gambar 2.15 Garis putus-putus

Garis putus-putus melambangkan *non-identifying relationship* atau relasi lemah. Garis putus-putus digunakan jika Primary Key entitas induk bermigrasi ke entitas anak namun hanya menjadi atribut biasa.

5.2 Jenis notasi

Untuk menunjukkan jumlah *record* yang saling berelasi antar tabel, IDEF1X menggunakan notasi grafis khusus pada ujung-ujung garis relasinya. Berikut merupakan lima jenis notasi IDEF1X.



Gambar 2.16 Nol atau Banyak

Satu entitas dapat berelasi dengan tidak ada (0) atau banyak entitas lain.

Gambar 2.17 Tepat Satu

Satu entitas berelasi dengan tepat satu entitas lain.



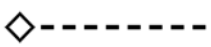
Gambar 2.18 Satu atau Banyak

Satu entitas wajib berelasi dengan minimal satu atau banyak entitas lain.



Gambar 2.19 Nol atau Satu

Satu entitas dapat berelasi dengan maksimal satu entitas lain, atau tidak berelasi sama sekali.



Gambar 2.20 Opsional

Berelasi secara opsional dengan ntitas anak bisa ada tanpa harus diikat oleh entitas induk tertentu.

c. Attribute Class

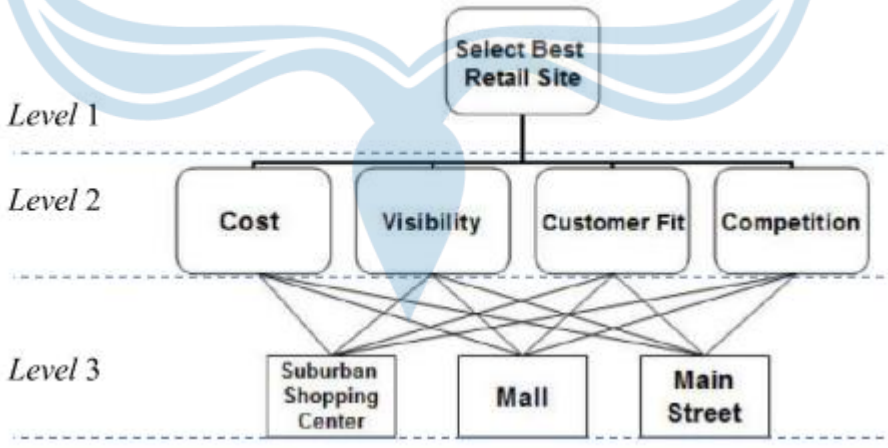
Atribut adalah properti spesifik atau karakteristik yang melekat dan mendeskripsikan suatu entitas. Setiap entitas harus memiliki satu atribut, atau sekumpulan atribut, yang

secara unik mengidentifikasi setiap wujud entitas tersebut. Kumpulan atribut pengidentifikasi ini disebut sebagai *Primary Key* (Kunci Utama). Atribut-atribut *primary key* diletakkan di atas garis horizontal pada kotak entitas, sedangkan atribut-atribut *non-key* (atribut biasa) diletakkan di bawah garis horizontal tersebut.

Di samping itu, terdapat pula konsep *Foreign Key* (Kunci Tamu), yakni atribut yang mewakili migrasi identitas dari entitas induk ke entitas anak sebagai akibat dari adanya ikatan relasi antar tabel. Dalam notasi IDEF1X, kehadiran atribut bawaan ini ditandai secara eksplisit dengan menyematkan akhiran (FK) tepat di belakang nama atributnya, yang dapat diletakkan di atas garis horizontal (jika tergabung menjadi bagian dari primary key anak) maupun di bawah garis horizontal (sebagai atribut non-*key*).

2.2.8 *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

Analytic Hierarchy Process merupakan metode berbasis perbandingan berpasangan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1980. Menurut (Apip Supriadi, 2023)AHP menyusun masalah keputusan dalam bentuk hierarki dan menghitung bobot setiap kriteria dan alternatif. Penyusunan hierarki dalam AHP mengikuti langkah-langkah sistematis yang terstruktur. Tahap pertama adalah identifikasi masalah dan tujuan utama (*goal*) yang ingin dicapai. Tahap kedua adalah identifikasi kriteria-kriteria yang relevan dan berpengaruh terhadap pencapaian tujuan. Tahap ketiga adalah identifikasi sub-kriteria apabila diperlukan untuk memperjelas evaluasi. Tahap keempat adalah identifikasi alternatif-alternatif solusi yang akan dibandingkan dan dipilih.



Gambar 2.21 *Hierarchy Model*

Dalam pembuatan hierarki yang lebih kompleks, kriteria di Level 2 dapat diturunkan menjadi sub-kriteria di Level 3, dan seterusnya. Hierarki yang lebih dalam ini memungkinkan evaluasi yang lebih terperinci, namun juga meningkatkan jumlah perbandingan berpasangan yang harus dilakukan.

a. Pairwise Matrices

Matriks perbandingan berpasangan (*pairwise matrices*) merupakan tahapan inti yang berfungsi untuk mengevaluasi tingkat kepentingan relatif antar elemen pada level hierarki yang sama terhadap elemen di atasnya. Penilaian perbandingan ini diukur menggunakan Skala Dasar Saaty (*Fundamental Scale*) yang memiliki rentang nilai 1 (sama penting) hingga 9 (mutlak lebih penting), dengan nilai genap sebagai angka kompromi. Dalam penyusunannya, total perbandingan yang harus dilakukan bergantung pada jumlah elemen (n) dan dihitung menggunakan formula n(n-1)/2. Selain itu, matriks evaluasi ini beroperasi dengan sifat berkebalikan; artinya, jika elemen A memiliki nilai tingkat kepentingan tertentu terhadap elemen B, maka nilai elemen B terhadap elemen A adalah sepersekian dari nilai tersebut.

b. *Eigenvector Optimal* dan Bobot Prioritas

Eigenvector merupakan vektor prioritas yang diperoleh dari matriks perbandingan berpasangan. Nilai eigenvector menggambarkan bobot kepentingan relatif dari setiap elemen yang dibandingkan. Proses perhitungan eigenvector dilakukan dengan beberapa metode, di antaranya adalah metode exact (matematika murni) dan metode approksimasi.

c. *Consistency Vector*, *Consistency Index*, dan *Consistency* Rasio

Salah satu keunggulan AHP adalah kemampuannya untuk mengukur tingkat konsistensi penilaian yang diberikan oleh responden. Konsistensi ini diukur melalui tiga parameter utama: *Consistency Vector* (CV), *Consistency Index* (CI), dan *Consistency Ratio* (CR).

Consistency Vector diperoleh dengan cara mengalikan matriks pairwise awal dengan eigenvector optimal, kemudian hasilnya dibagi dengan nilai eigenvector yang bersesuaian. Nilai rata-rata dari *Consistency Vector* ini disebut sebagai λmax (lambda max).

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \quad (1.1)$$

CI adalah *Consistency Rasio*, λmax adalah nilai rata-rata *Consistency Vector*, dan n adalah ordo matriks (jumlah elemen). Semakin kecil nilai CI, semakin konsisten penilaian yang diberikan. Selanjutnya, nilai CI ini dibandingkan dengan Random Rasio (RI) untuk memperoleh Consistency Rasio (CR).

$$CR = CI / RI \quad (1.2)$$

CR adalah Consistency Ratio, CI adalah Consistency Index, dan RI adalah Random Index yang nilainya bergantung pada ordo matriks. Nilai CR yang dapat diterima (acceptable) adalah CR < 0,1 atau 10%. Jika CR ≥ 0,1, maka penilaian dianggap tidak

konsisten dan harus diulang. Random Index (RI) memiliki nilai standar yang telah ditetapkan oleh Saaty berdasarkan ordo matriks.

Tabel 2.2 Nilai random index (RI) berdasarkan ordo matriks

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Pada Tabel 2.2 merupakan Tabel RI dengan nilai N merupakan banyaknya ordo yang digunakan dalam sebuah *matrices* dan nilai RI menggambarkan besaran dari *Random Index*

2.2.9 *User Acceptance Testing*

Menurut*(Hambling & Goethem, 2013) User Acceptance Testing* (UAT) adalah pengujian perangkat lunak secara formal yang dilakukan oleh pengguna akhir. UAT bertujuan mengevaluasi sistem terhadap kebutuhan bisnis dan proses bisnis untuk memastikan terpenuhinya *acceptance criteria*. UAT memberikan bukti objektif bagi pemangku kepentingan dalam membuat keputusan apakah sistem siap diterima dan digunakan.

a. Konsep *Usability* dalam Sistem Informasi

Usability secara informatif sebagai "sebuah ukuran yang menunjukkan seberapa baik pengguna dapat mengoperasikan sistem komputer yang menjadi jantung dari sebuah sistem informasi". Pengujian *usability* berfokus pada pengalaman operasional pengguna (*user experience*) dibandingkan logika kode pemrograman.

Terdapat dua alasan krusial mengapa mengukur *usability* itu penting di dalam tahapan pra-implementasi:

i. Mengukur Tingkat Hambatan Operasional

Jika pengguna memiliki kesulitan dalam menggunakan sistem, maka organisasi akan kesulitan untuk melakukan pembaruan atau perbaikan (*improvement*) di masa mendatang. Pengguna akan merasa terbebani untuk berinteraksi dengan antarmuka yang sejak awal sudah problematis, yang mana pemaksaan penggunaan sistem dapat memperburuk ritme kerja.

5.3 Pembangunan Kepercayaan dan Pelibatan (*Engagement*)

Dengan melibatkan komunitas pengguna akhir (*end-user community*) dalam memberikan umpan balik evaluatif sejak awal, organisasi secara proaktif mengelola manajemen perubahan (*change management*). Pengguna yang merasa didengar dan diikutsertakan akan lebih mudah beradaptasi saat sistem resmi dijalankan.

b. Metode Penentuan *Usability* Melalui Kuesioner Terstandar

Meskipun *usability* kerap dipandang sebagai atribut kualitatif dan subjektif, Hambling dan van Goethem (2013) merekomendasikan mekanisme evaluasi yang disebut sebagai penilaian informal namun dapat diandalkan (*informal but reliable assessment*). Untuk mencapai reliabilitas tersebut, tahapan evaluasi harus diformalkan melalui mekanisme terstruktur yang meliputi:

i. Pendefinisian Skenario Inti (*Core Scenarios*)

Langkah pertama adalah menetapkan sekumpulan interaksi pengguna yang paling utama (*core set of user interactions*). Skenario ini harus dirancang secara konsisten sehingga setiap responden akan melakukan uji coba sistem dalam lingkungan dan urutan tugas yang setara (misalnya skenario penginputan material masuk dan peminjaman alat).

ii. Pelaksanaan oleh Pengguna Terlatih (*Trained End-users*)

Evaluasi sebaiknya dilakukan oleh sekelompok perwakilan pengguna akhir (*end-user*) yang representatif. Pengguna-pengguna ini diberikan orientasi (pelatihan) yang cukup sehingga mereka tidak merasa terintimidasi oleh pengujian sistem, dan murni mengevaluasi kemudahan antarmukanya.

iii. Pengumpulan Umpan Balik Menggunakan Kuesioner Standar

Setelah skenario selesai dijalankan, tim UAT wajib mendokumentasikan umpan balik secara terukur. Buku rujukan ini secara eksplisit merekomendasikan instrumen berupa kuesioner standar atau wawancara terstruktur. Penggunaan format seperti skala penilaian persepsi seperti skala likert digunakan untuk menerjemahkan opini kualitatif tentang efisiensi, akurasi, dan kenyamanan menjadi skor kuantitatif (Sangat Setuju = 5, Setuju = 4, Cukup Setuju = 3, Kurang Setuju = 2, Tidak Setuju = 1). Hasil penilaian ini, kemudian diolah secara kuantitatif untuk menentukan tingkat kelayakan sistem secara empiris untuk mengukur *usability* sistem berdasarkan kacamata penggunanya. Berdasarkan metodologi evaluasi kuesioner UAT, analisis data dilakukan melalui tahapan perhitungan *Mean* (rata-rata) dan nilai persentase kelayakan.

Hasil akhir berupa nilai persentase kemudian dicocokkan dengan kriteria interpretasi skor untuk menarik kesimpulan akhir mengenai kelayakan dan penerimaan (*acceptance*) sistem oleh pengguna. Kriteria interval yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Skala Likert

Skala	Kategori
0% - 20%	Sangat kurang baik
21% - 40%	Kurang Baik
41% - 60%	Cukup Baik
61% - 80%	Baik
81% - 100%	Sangat Baik

Jika nilai persentase rata-rata dari seluruh variabel pengujian jatuh pada kategori "Baik" atau "Sangat Baik", maka sistem dinyatakan layak secara empiris dan telah memenuhi aspek *usability* serta kepuasan pengguna akhir untuk dapat diimplementasikan (rilis).

2.2.10 *Standard Operating Procedure* (SOP)

Standard Operating Procedure (SOP) merupakan panduan esensial yang digunakan untuk memastikan seluruh kegiatan operasional organisasi, termasuk di dalam gudang logistik berjalan dengan lancar, konsisten, efektif, efisien, dan terkelola dengan baik guna menghasilkan mutu layanan atau produk yang berstandar. Secara luas, SOP dapat dipahami sebagai dokumen yang menjabarkan seluruh aktivitas operasional seperti protokol, instruksi kerja, dan diagram alir. Sementara itu, secara sempit, SOP dipahami sebagai dokumen pengatur tata kerja antar bagian atau fungsi agar terlaksana secara sistemik. Implementasi SOP ini sangat krusial bagi perusahaan untuk menghadapi berbagai tantangan, di antaranya untuk memitigasi risiko kesalahan atau penyimpangan di tengah tingginya tingkat kesulitan operasional, memastikan kepatuhan terhadap peraturan perundangan yang berlaku, serta menjawab tuntutan pelanggan yang semakin kritis terhadap kualitas yang konsisten (Arini T., 2024)

Dalam konteks logistik, keberadaan SOP sangat lekat dengan manajemen pergudangan, yakni pengaturan dari semua kegiatan yang berkaitan dengan penyimpanan barang di dalam gudang Dalam operasionalnya, SOP dibutuhkan untuk mengawal fungsi-fungsi utama seperti penerimaan (*receiving*) yang merupakan proses verifikasi barang datang agar sesuai dengan dokumen pemesanan dan standar kualitas. Selain itu, SOP juga mengatur proses penyimpanan (*put away & storage*) terkait penempatan barang pada lokasi yang tepat seperti rak atau palet untuk menjaga kondisi fisik barang, serta proses pengeluaran (*picking & shipping*) yang mencakup pengambilan barang berdasarkan pesanan untuk dikemas dan dikirim ke konsumen dengan akurat

2.2.11 Metode Penempatan Gudang

Metode penempatan gudang merupakan pendekatan dalam perencanaan tata letak dan pengaturan lokasi penyimpanan barang di dalam gudang agar aktivitas pergudangan lebih efisien. Penempatan barang yang berpengaruh langsung terhadap kecepatan proses pengambilan dan penyimpanan, dan meminimalkan biaya operasional, waktu pencarian, dan jarak perpindahan barang oleh operator (Andriyanto & Nasroh, 2022).Dalam metode penempatan gudang terdapat beberapa metode penempatan gudang yang dapat digunakan yaitu :

a. *Dedicated Storage*

Metode *dedicated storage* adalah menempatkan jenis barang pada lokasi tetap yang sudah ditentukan, Lokasi tidak berubah selama periode operasi sehingga mempermudah staf gudang dalam menemukan lokasi barang secara langsung. Metode ini cocok untuk variasi item sedikit dan volume permintaan stabil. Metode *dedicated storage* menunjukkan penurunan jarak tempuh dan peningkatan efisiensi ruang serta produktivitas operasional gudang (Yulia et al., 2025).

b. *Shared Storage*

Metode *shared storage* adalah metode yang tidak menetapkan lokasi tetap untuk setiap material. Barang dengan karakteristik tertentu ditempatkan di area tertentu berdasarkan prinsip seperti FIFO atau frekuensi permintaan. Metode ini memiliki kelebihan adalah fleksibilitas ruang karena lokasi tidak dikunci per item, sehingga slot penyimpanan lebih dinamis mengikuti perubahan stok (Andriyanto & Nasroh, 2022).

c. *Class Based Storage*

Metode *class based storage* adalah metode penempatan barang di gudang yang mengelompokkan dalam beberapa kelas. Fungsi utama CBS adalah menyeimbangkan kelebihan random *storage* dengan kebutuhan efisiensi *picking*, sehingga CBS digunakan untuk mengurangi jarak dan waktu perpindahan pada aktivitas *storage* dan meningkatkan efisiensi *order picking* (Bahrami et al., 2019).

2.2.11 Klasifikasi Material

Klasifikasi material adalah proses mengelompokkan item persediaan ke dalam beberapa kelas prioritas untuk memudahkan pengendalian, penetapan kebijakan stok, dan fokus item yang paling berdampak pada tempat penyimpanan. Klasifikasi diperlukan karena tidak semua material memiliki tingkat penggunaan dan kepentingan yang sama, sehingga perlu dilakukan pemilahan agar pengendalian lebih efektif dan fokus pada item prioritas. Klasifikasi material memiliki banyak metode dalam mengelompokkan material sebagai berikut.

a. Metode ABC (*Always Better Control*)

ABC *Analysis* merupakan teknik klasifikasi yang digunakan untuk memprioritaskan pengelolaan persediaan. Metode ini dikembangkan sebagai teknik kategorisasi yang berbasis prinsip pareto untuk menentukan item persediaan mana yang perlu memperoleh prioritas pengendalian dalam *inventory management* perusahaan (Ravinder & Misra, 2014).Metode ABC *analysis* terbagi menjadi tiga kelas yaitu A adalah item yang mendapatkan pengawasan dan usaha manajemen paling besar, B tingkat perhatian sedang, dan C adalah memperoleh tingkat perhatian paling kecil.

b. Metode FSN (*Fast Slow Non Moving*)

Metode FSN *Analysis* adalah metode klasifikasi persediaan yang mengelompokkan item menjadi *fast moving, slow moving,* dan *non moving* berdasarkan frekuensi pemakaian atau pergerakan. FSN *analysis* digunakan untuk membedakan item yang pergerakannya tinggi, sedang, dan rendah sehingga fokus pengelolaan, penempatan, dan pengawasan persediaan dapat disesuaikan dengan karakteristik pergerakannya. *FSN analysis* menggunakan *Turnover Ratio* (TOR) sebagai indikator pergerakan itam dengan rumus *annual demand* dibagi *average inventory*. TOR sering digunakan sebagai penilaian pengelolaan persediaan karena hasil nilai *turnover* yang lambat dapat mengindikasikan adanya stok tidak terpakai, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan biaya persediaan dan penyimpanan (Herlina et al., 2025).

c. Metode VED (*Vital Essential Desirable*)

VED *analysis* merupakan metode *selective inventory control* yang mengklasifikasikan item persediaan berdasarkan tingkat kepentingan terhadap keberlangsungan layanan. Dalam implementasinya VED dibagi menjadi tiga kelompok itu V adalah item sangat kritis harus tersedia karena beperngaruh pada layanan utama, E merupakan item berkepentingan sedang, dan D adalah item tidak penting (Dursa & Arslan, 2022).

2.2.12 Konsep Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke (5S)

Konsep 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) merupakan pendekatan penataan dan pembinaan kondisi tempat kerja yang berasal dari Jepang. Pasolon (2024) menyebutkan konsep 5S sebagai gerakan untuk melakukan pemila han di tempat kerja, penataan, pembersihan, menjaga kondisi yang baik, dan memelihara kebiasaan yang diperlukan untuk bekerja dengan baik. 5S bertujuan menciptakan lingkungan kerja yang lebih terorganisir, bersih, aman, dan efisien, sehingga pemborosan waktu dapat berkurang dan produktivitas meningkat. Menurut Nusannas (2016), di Indonesia konsep 5S sering disebut sebagai 5R, yaitu Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin. Konsep ini dipahami sebagai budaya kerja yang menekankan penataan tempat kerja secara rapi,

bersih, dan tertib sehingga memudahkan pekerjaan serta mendukung efisiensi, produktivitas, dan keselamatan kerja.

Menurut *Institute of Industrial and System Engineer* (https://www.iise.org) 5S berperan sebagai pendekatan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan dan variabilitas yang bergantung stabilisasi lingkungan kerja. Terdapat langkah-langkah penerapan 5S yang dilakukan sebagai berikut.

a. *Sort*

Tahap *Sort* merupakan kegiatan memilah item di area kerja dengan membedakan antara barang yang diperlukan dan tidak diperlukan, kemudian barang yang tidak diperlukan dikeluarkan dari area kerja. Dalam praktiknya, sering dilakukan *red tag campaign* untuk mengevaluasi setiap item berdasarkan tingkat kegunaan dan frekuensi pemakaian. Keberadaan item yang tidak diperlukan dapat memenuhi area kerja sehingga menyulitkan pencarian dan penempatan item penting di dekat titik penggunaan. Item tersebut dapat berupa peralatan yang sudah tidak terpakai, persediaan usang, alat yang rusak, sisa material, maupun dokumen lama. Dengan mengurangi item yang tidak diperlukan, ruang kerja menjadi lebih lapang sehingga berkontribusi pada peningkatan keselamatan kerja dan produktivitas.

b. *Set in Order*

Tahap *Set in Order* berfokus pada penyusunan sistem penataan sehingga item yang diperlukan selalu berada pada lokasi yang logis dan telah ditetapkan. Berdasarkan hasil klasifikasi dari red tag campaign, item ditempatkan sesuai frekuensi penggunaannya, yaitu item dengan frekuensi penggunaan tinggi ditempatkan di atau dekat area kerja, sedangkan item dengan frekuensi penggunaan rendah disimpan pada lokasi khusus yang telah ditentukan. Penataan yang sistematis dapat mengurangi waktu yang terbuang untuk mencari alat, perlengkapan, maupun *fixture.* Kondisi ideal yang dituju adalah area kerja yang memungkinkan item diambil kembali dalam waktu 30 detik dengan jumlah langkah yang minimal.

c. *Shine*

Tahap *Shine* merupakan pelaksanaan kegiatan pembersihan rutin yang bertujuan menjaga kebersihan area kerja dan peralatan, sekaligus meminimalkan potensi gangguan operasional seperti *downtime* mesin. Pembersihan harian pada mesin dan area produksi berperan dalam menurunkan tingkat kerusakan, mengurangi biaya pemeliharaan, serta meningkatkan keselamatan dan kualitas proses.

d. *Standardize*

Tahap Standardize bertujuan mempertahankan praktik terbaik yang telah dicapai pada tahap sebelumnya melalui penerapan standar kerja, prosedur, serta pengendalian visual. Implementasi dapat dilakukan dengan pemberian tanda, label, dan penandaan pada peralatan maupun area kerja sehingga kegiatan inspeksi dan pengamatan menjadi lebih mudah. Dengan adanya standar visual dan prosedur yang jelas, kondisi abnormal dapat lebih cepat dikenali oleh personal di area kerja, sehingga waktu respons meningkat dan *downtime* dapat ditekan.

e.*Sustain*

Tahap *Sustain* menekankan pembentukan kebiasaan dan disiplin agar penerapan 5S berjalan secara konsisten dan berkelanjutan. Untuk memastikan keberhasilan penerapan 5S, diperlukan penilaian atau audit berkala yang terstruktur terhadap kondisi area kerja. Audit ini berfungsi menjaga fokus organisasi dalam mempertahankan standar baru terkait kerapian dan organisasi tempat kerja yang telah ditetapkan.

2.2.13 Tata Letak Gudang

Menurut Tompinks *et al.* (2010), perencanaan tata letak gudang dilakukan untuk menentukan pengaturan area penyimpanan, perpindahan material, dan pemanfaatan ruang agar operasional gudang berjalan dengan efektif dan efisien. Tata letak gudang juga berfokus pada tenaga kerja, peralatan, ruang, dan aliran material. Tujuan dari tata letak gudang adalah mengoptimalkan pemanfaatan ruang, memperbaiki kelancaran perpindahan material, dan menghasilkan tata kelola gudang yang tertib dan mudah dioperasikan. Berikut adalah prinsip-prinsip yang digunakan dalam perencanaan tata letak gudang.

a. *Popularity*

Prinsip *popularity* berkaitan dengan frekuensi pergerakan suatu barang di dalam gudang. Barang yang sering mengalami aktivitas keluar-masuk perlu ditempatkan pada area yang berdekatan dengan titik kegiatan utama, seperti penerimaan, pengambilan, dan pengiriman. Penempatan ini bertujuan untuk mengurangi jarak perpindahan, sehingga waktu penanganan material dapat lebih singkat. Sementara itu, barang yang jarang bergerak dapat ditempatkan pada area yang posisinya lebih jauh.

b. *Similarity*

Prinsip *similarity* menunjukkan bahwa barang-barang yang umumnya diterima, disimpan, atau dikirim secara bersamaan sebaiknya ditempatkan berdekatan. Tujuan prinsip ini mempermudah proses penanganan material, memperlancar pengelompokan pesanan, dan mengurangi jarak perpindahan antarbarang yang saling berhubungan.

Penempatan barang yang sejenis secara berdekatan tetap perlu memperhatikan kemudahan identifikasi agar tidak menimbulkan kesalahan dalam proses pengambilan maupun pengiriman.

c. *Size*

Prinsip size berkaitan dengan ukuran dan berat barang yang memengaruhi penentuan lokasi penyimpanan di gudang. Barang yang berukuran besar, berat, atau memerlukan penanganan khusus sebaiknya ditempatkan pada lokasi yang mudah dijangkau agar proses penanganannya lebih mudah dilakukan. Barang dengan bobot yang besar juga umumnya diletakkan pada area yang memiliki daya dukung lantai yang memadai dan tidak memerlukan penempatan pada rak yang terlalu tinggi. Sebaliknya, barang yang relatif ringan dapat disimpan pada bagian rak yang lebih tinggi.

d. *Characteristics*

Prinsip characteristics berkaitan dengan sifat atau karakteristik barang yang memengaruhi cara penyimpanannya di dalam gudang. Setiap jenis barang dapat memiliki kebutuhan penyimpanan yang berbeda sesuai dengan kondisinya. Barang yang mudah rusak dan memerlukan kondisi lingkungan tertentu seperti suhu atau kelembapan yang sesuai agar kualitasnya tetap terjaga. Barang yang bentuknya tidak beraturan atau mudah pecah juga memerlukan penanganan dan metode penyimpanan yang tepat untuk menghindari kerusakan.

e. *Space Utilization*

Prinsip *space utilization* berkaitan dengan pemanfaatan ruang penyimpanan secara optimal tanpa mengganggu kelancaran aktivitas operasional gudang. Pemanfaatan ruang yang baik dapat dilakukan dengan mengurangi ruang yang tidak terpakai, menyesuaikan lebar lorong dengan peralatan penanganan material yang digunakan, serta mengatur tinggi penyimpanan sesuai batas aman. Namun, penggunaan ruang yang terlalu padat juga dapat menghambat aksesibilitas dan menurunkan efisiensi operasional. Oleh karena itu, diperlukan keseimbangan antara kapasitas penyimpanan dan kelancaran aliran material di dalam gudang.

2.3 Standar dan Kode Etik

Pada tahap ini, standar dan kode etik yang digunakan selama proses perancangan akan dijelaskan. Standar dan kode etik tersebut sebagai pedoman dalam berperilaku saat merancang dan memastikan standar kerja yang tinggi.

2.3.1 Standar

Pemilihan standar dilakukan berdasarkan peraturan resmi yang berlaku serta relevan dengan proses perancangan. Berikut adalah standar yang digunakan dalam perancangan sistem informasi dan tata letak material pada PT Geo Dipa Energi (Persero) Unit X.

a. ISO/IEC 27001

Fokus utama dari penerapan ISO/IEC 27001 adalah menjaga tiga pilar utama keamanan informasi, yaitu kerahasiaan (*confidentiality*), keutuhan (*integrity*), dan ketersediaan (*availability*). Aspek kerahasiaan memastikan bahwa informasi hanya dapat diakses oleh pihak yang memiliki otoritas dan menjamin akurasi dan kelengkapan data agar tidak dimodifikasi oleh pihak yang tidak berwenang, sedangkan ketersediaan memastikan bahwa informasi dan sistem pendukungnya dapat diakses tepat waktu saat dibutuhkan. ISO/IEC 27001 memberikan jaminan bahwa risiko terhadap aset informasi telah diidentifikasi, dinilai, dan dimitigasi secara efektif untuk meminimalkan dampak gangguan keamanan.

Dalam praktiknya, untuk merealisasikan mitigasi risiko tersebut secara teknis, ISO/IEC 27001:2022 digunakan pada proses penyusunan alternatif solusi. Diaman di dalamnya terdapat Lampiran A (*Annex A*) yang berisi daftar kontrol keamanan informasi sebagai acuan standardisasi. Terkait dengan keamanan akses dan validasi identitas pengguna dalam sebuah sistem informasi, standar ini mengatur secara ketat melalui dua kontrol utama, yaitu kontrol teknologikal (*technological controls*) dan kontrol organisasional (*organizational controls*). Pembatasan akses pengguna ke dalam sistem secara spesifik didasarkan pada Kontrol 8.5 (*Secure authentication*) yang berbunyi:

"Secure authentication technologies and procedures shall be implemented based on information access restrictions and the topic-specific policy on access control."

Klausul di atas menegaskan bahwa penerapan teknologi serta prosedur autentikasi di dalam sistem harus dikembangkan dengan basis pembatasan akses informasi yang ketat dan selaras dengan kebijakan pengendalian akses (*access control policy*) yang berlaku di organisasi. Ketentuan ini menjadi landasan teoritis bahwa setiap pengguna yang ingin masuk ke dalam sistem wajib melalui proses verifikasi identitas yang aman sebelum diberikan hak operasional.

Selain mengatur mekanisme teknologinya, standar ini juga mensyaratkan tata kelola informasi kredensial itu sendiri melalui Kontrol 5.17 (*Authentication information*) yang menyatakan:

"Allocation and management of authentication information shall be controlled by a management process, including advising personnel on appropriate handling of authentication information."

Kontrol ini menekankan bahwa alokasi dan manajemen informasi autentikasi (seperti *username*, *password*, atau token pengenal) harus dikendalikan melalui proses manajemen yang sistematis, termasuk memberikan panduan kepada personel mengenai cara penanganan informasi rahasia tersebut secara tepat. Melalui integrasi kedua kontrol dalam standar ISO/IEC 27001:2022 ini, perancangan fitur keamanan autentikasi pengguna mulai dari enkripsi kata sandi, pembuatan sesi masuk (*session log-on*), hingga pembatasan hak istimewa (*privileged access*) untuk mencegah terjadinya modifikasi data oleh pihak luar atau pengguna yang tidak memiliki otoritas.

b. *Facilities Planning Fourth Edition* – James A. Tompinks, John A. White, Yavuz A. Bozer, J. M. A Tanchoco

Pada buku *facilities planning* digunakan sebagai pedoman dalam menentukan lebar *aisle* pada area *warehouse.* Penentuan lebar *aisle* ini bertujuan untuk memastikan aktivitas penyimpanan dan pengambilan material dapat dilakukan dengan aman. Penerapan standar ini bertujuan untuk memberikan ruang gerak yang memadai saat melakukan aktivitas penyimpanan, pengambilan material, serta pelaksanaan *stock opname*.

Penggunaan	Saran Lebar Aisle
Untuk manusia saja (2 atau lebih)	Min. 30 inci
Two-wheel hand truck (tanpa balik)	Min. 30 inci
Stock truck (truk harus memutar)	20 inci ditambah lebar truk
Stock truck (truk lain dan pekerja harus melewatinya)	38 inci ditambah 2 kali lebar truk
Hand-operated fork truck, pallet transporter, semi live skid and jack	5 sampai 8 kaki, bergantung pada keadaan beban
Fork truck 2000-pound	8 sampai 10 kaki
Fork truck 4000-pound	10 sampai 12 kaki
Fork truck 6000-pound	12 sampai 14 kaki

Gambar 2.22 Standar lebar *aisle*

c. ISO 10013:2021

ISO 10013: 2021 merupakan standar yang memberikan pedoman dalam penyusunan dan pengelolaan informasi terdokumentasi pada sistem manajemen mutu. Standar ini digunakan sebagai acuan dalam penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP) penyimpanan material non-persediaan agar prosedur yang dirancang terdokumentasi secara sistematis, mudah dipahami, serta mendukung pelaksanaan proses kerja yang konsisten.

1. Klausul 4.2.4.5 – *Procedures* and *Work Instructions* : pada klausul ini berbunyi "*The structure and format of documented procedures should be defined by the organization either through text, flow charts, automated workflows, tables, a combination of the above or any other suitable method according to the needs of the organization. A procedure generally answers questions such as who, what, when, where and with what resources.".* Berdasarkan klausul tersebut, SOP dirancang dengan memuat tujuan, ruang lingkup, pihak yang bertanggung jawab, prosedur kerja, serta *flowchart* proses penyimpanan material sehingga setiap aktivitas memiliki urutan kerja yang jelas, terdokumentasi, dan mudah dipahami oleh personal *warehouse.* Selain itu, SOP juga menjelaskan siapa yang melakukan setiap aktivitas, lokasi pelaksanaan, serta sumber daya yang digunakan sehingga proses penyimpanan material dapat dilaksanakan secara konsisten.

2. Klausul 5.1.6 – *Review and Approval* : "*The organization should control the review and approval of documented information to ensure that it is suitable and adequate for use. The release of documented information should be approved by authorized personnel and evidence of approval retained".* Klausul ini menjadi dasar bahwa SOP yang telah dirancang harus melalui proses *review* dan *approval* oleh pihak yang berwenang sebelum diterapkan sebagai pedoman operasional. Oleh karena itu, rancangan SOP pada penelitian ini di validasi bersama *stakeholder* terkait untuk memastikan bahwa isi prosedur telah sesuai dengan kebutuhan operasional warehouse, mudah diterapkan, dan dapat digunakan sebagai pedoman dalam pelaksanaan sistem dan pengelolaan material non-persediaan.

2.3.2 Kode Etik

Kode etik pada perancangan ini ditetapkan sebagai pedoman sikap dan tata cara kerja selama perancangan sistem serta pengambilan data di perusahaan. Kode etik ini bertujuan memastikan kegiatan dilakukan sesuai peraturan, menjaga kerahasiaan dan data pribadi, serta mengutamakan keselamatan kerja selama pelaksanaan hingga rancangan diterapkan.

a. Undang-Undang (UU) No. 27 Tahun 2022

Undang-undang ini menjadi dasar etika dalam pengelolaan data pada perancangan sistem. Setiap kegiatan pengambilan, pemrosesan, penyimpanan, dan penggunaan data dilakukan secara sah dan hanya untuk kepentingan perancangan. Data yang dikumpulkan dibatasi pada informasi yang relevan dan seminimal mungkin, serta kerahasiaan dan hak-hak subjek data tetap dihormati sesuai ketentuan yang berlaku.

b. Undang-undang (UU) Nomor 1 Tahun 2024

Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2024 merupakan Perubahan Kedua atas Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2008 tentang Informasi dan Transaksi Elektronik (ITE). Kehadiran undang-undang ini bertujuan untuk menyesuaikan regulasi nasional dengan dinamika transformasi digital yang berkembang pesat serta memberikan kepastian hukum bagi masyarakat dalam ruang siber. UU ini menyempurnakan berbagai ketentuan sebelumnya terkait penyelenggaraan sistem elektronik, perlindungan data, hingga sanksi pidana terhadap penyalahgunaan informasi digital.

c. Undang-Undang (UU) No. 1 Tahun 1970

Undang-undang ini berisi tentang Keselamatan Kerja dan penerapan sistem K3. Seluruh kegiatan observasi, pengukuran, dokumentasi, serta uji coba rancangan tata letak rak dilaksanakan dengan mengutamakan prinsip K3. Pelaksanaan kegiatan tidak boleh menghalangi jalur evakuasi, tidak menimbulkan risiko tersandung atau tertimpa material, serta tetap mengikuti ketentuan keselamatan yang berlaku di tempat kerja.