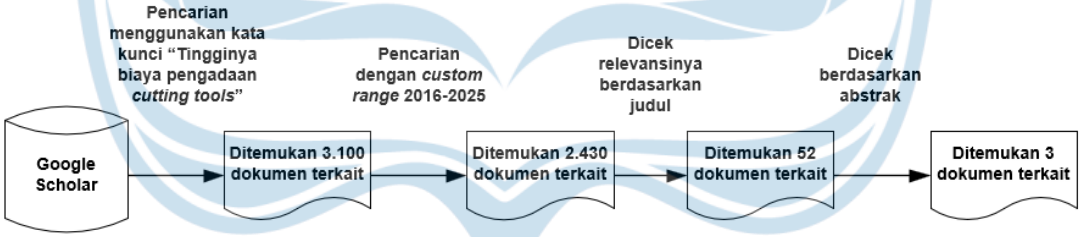
BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada tahap ini dilakukan pencarian dengan kata kunci yaitu permasalahan tingginya biaya pengadaan *tools* dan tingginya biaya pengadaan *cutting tools*. Pencarian tinjauan pustaka dilakukan dengan menggunakan *basis data search engine*, yaitu *Google Scholar*. Pada bagian ini akan dijelaskan tiga hal utama. Pertama, pembahasan mengenai biaya pengadaan *tools* pada proses CNC, yang menjelaskan komponen biaya dan perannya dalam efisiensi produksi. Kedua, penyebab tingginya biaya pengadaan *tools*, yang menyoroti faktor-faktor seperti pengelolaan stok, ketiadaan standar evaluasi, dan sistem pencatatan yang kurang akurat. Ketiga, dampak ketidakefisienan pengadaan *tools* terhadap produksi, yang menjelaskan bagaimana permasalahan ini dapat menyebabkan *downtime*, pemborosan, serta peningkatan biaya operasional. Melalui tinjauan pustaka ini, diharapkan penelitian dapat memiliki dasar teori yang kuat dalam merumuskan solusi untuk menekan biaya pengadaan *tools* di unit CNC *Workshop* PT XYZ. Pencarian dengan *Google Scholar* ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pencarian menggunakan kata kunci tingginya biaya pengadaan *cutting tools*

2.1.1 Biaya Pengadaan *Tools* pada Proses CNC

Biaya pengadaan *tools* merupakan salah satu komponen utama dalam total biaya produksi di industri manufaktur. Menurut Musca *et al*. (2016) biaya penggunaan cutting *tool* dapat mencapai 15–25% dari total biaya operasional mesin CNC, tergantung pada jenis material dan strategi perawatan yang digunakan. Oleh karena itu, pengelolaan *tools* yang efektif dapat memberikan pengaruh langsung terhadap profitabilitas perusahaan. Pengendalian biaya pengadaan *tools* tidak hanya melibatkan pembelian alat baru, tetapi juga mencakup pengaturan siklus hidup *tool*, perawatan, serta *regrinding* yang tepat waktu. Selain itu, biaya pengadaan *tools* juga sangat dipengaruhi oleh volume produksi dan tingkat

penggunaan mesin. Dalam lingkungan kerja dengan frekuensi produksi tinggi, konsumsi *tool* meningkat secara signifikan, sehingga penting bagi perusahaan untuk memiliki sistem yang mampu mencatat penggunaan setiap alat secara akurat. Ketika hal ini tidak dilakukan, potensi pemborosan meningkat karena alat diganti sebelum mencapai batas keausan optimalnya. Pengendalian *tool life* berbasis data menjadi kunci dalam memastikan bahwa setiap alat digunakan hingga batas efisiensinya tanpa menurunkan kualitas hasil produksi. Hal ini menegaskan pentingnya penerapan sistem manajemen *tools* berbasis data agar biaya pembelian dapat ditekan tanpa mengorbankan mutu produksi.

Andreberg *et al*. (2020) menekankan bahwa efisiensi biaya dalam proses CNC harus dipandang dari keseluruhan aspek perencanaan proses, termasuk perencanaan energi, pemilihan parameter pemotongan, dan umur pakai alat potong. Dengan perencanaan proses yang matang, penggunaan energi dan umur *tool* dapat dioptimalkan sehingga biaya peralatan dan operasi dapat ditekan secara signifikan. Selain itu, Nallusamy (2016) menjelaskan bahwa peningkatan efisiensi CNC juga dapat dicapai melalui penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM), yang berfungsi untuk mengurangi waktu henti mesin dan memperpanjang umur *tool*.

Pemilihan parameter pemotongan yang tepat seperti kecepatan putar, kecepatan pemakanan, dan kedalaman potong dapat memperlambat tingkat keausan alat dan menjaga stabilitas proses. Perencanaan yang buruk sering menyebabkan keausan prematur pada alat potong, yang pada akhirnya meningkatkan biaya pengadaan dan *downtime* produksi. Oleh karena itu, integrasi antara perencanaan proses dan strategi perawatan alat menjadi penting untuk menciptakan sistem produksi yang berbiaya efisien. Pendekatan ini juga menegaskan bahwa penghematan biaya tidak hanya bergantung pada manajemen *inventory*, tetapi juga pada pemahaman teknis tentang interaksi antara alat, material, dan parameter pemotongan.

Hansson *et al*. (2020) menambahkan bahwa analisis kinerja alat potong menggunakan indikator seperti *cost performance ratio* dan *tool life* memberikan panduan praktis untuk mengidentifikasi kapan alat perlu diganti agar biaya total tetap efisien. Dengan analisis tersebut, perusahaan dapat menyeimbangkan antara umur pakai alat, biaya perawatan, dan biaya penggantian. Studi ini memperlihatkan bahwa pendekatan berbasis data dapat membantu perusahaan mengambil keputusan yang lebih objektif dalam manajemen alat potong. Pendekatan ini penting karena tanpa data yang akurat, keputusan penggantian *tool* sering kali bergantung pada penilaian subjektif operator atau *toolman*. Ketika penilaian ini

tidak konsisten, biaya operasional dapat meningkat akibat pergantian alat yang terlalu dini atau penggunaan alat yang sudah aus. Dengan adanya sistem evaluasi berbasis performa, perusahaan dapat mengatur kapan waktu yang paling ekonomis untuk mengganti atau meregrind alat. Selain itu, analisis ini juga dapat digunakan untuk membuat prediksi kebutuhan alat di masa depan, sehingga membantu bagian perencanaan dalam mengatur pengadaan dengan lebih efisien.

2.1.2 Penyebab Tingginya Biaya Pengadaan *Tools*

Tingginya biaya pengadaan *tools* biasanya disebabkan oleh kombinasi faktor teknis dan manajerial. Salah satu penyebab utama adalah tidak adanya sistem manajemen *tool* yang efektif. Menurut Svinjarević *et al*. (2019) banyak industri masih mencatat pemakaian *tool* secara manual sehingga data stok sering kali tidak akurat. Kondisi ini menyebabkan terjadinya pembelian alat baru meskipun stok lama masih ada, yang berdampak langsung pada meningkatnya biaya pengadaan.

Ketiadaan sistem yang terintegrasi juga membuat sulit untuk melacak riwayat penggunaan setiap *tool*, sehingga keputusan penggantian sering kali tidak didasarkan pada data aktual. Hal ini mengakibatkan pembelian baru yang sebenarnya tidak diperlukan dan memperbesar modal yang tertahan di gudang. Dalam jangka panjang, sistem pencatatan manual juga menurunkan akurasi laporan keuangan dan membuat perencanaan anggaran menjadi tidak efisien. Oleh karena itu, digitalisasi dan otomatisasi sistem manajemen *tool* menjadi langkah penting untuk mengurangi pemborosan dalam proses pengadaan.

Selain itu, Gherghea *et al*. (2020) menemukan bahwa rendahnya efisiensi mesin dan pemborosan material pada proses CNC dapat disebabkan oleh penggunaan *tool* yang tidak sesuai kondisi aktualnya. Dengan menerapkan prinsip *Lean Manufacturing* dan evaluasi kondisi *tool* secara rutin, perusahaan dapat mengidentifikasi *tool* yang layak pakai dan menghindari pemborosan akibat pembuangan *tool* yang masih bisa digunakan. Ketika evaluasi *tool* tidak dilakukan secara sistematis, operator cenderung mengganti *tool* lebih cepat dari yang seharusnya demi menjaga kualitas hasil, tanpa mempertimbangkan nilai ekonomisnya. Padahal, sebagian *tool* tersebut masih dapat digunakan untuk pekerjaan ringan seperti roughing atau tahap awal pemotongan. Akibatnya, tingkat utilisasi *tool* menurun dan kebutuhan pengadaan baru meningkat. Prinsip *Lean Manufacturing* membantu mengidentifikasi aktivitas *non-value added* seperti ini agar dapat diminimalkan, sehingga biaya operasional dan pengadaan dapat ditekan tanpa mengganggu produktivitas.

Narasimha *et al*. (2019) dalam penelitiannya menyoroti bahwa kurangnya standarisasi pada pengukuran *tool wear* dan pengelolaan *regrinding* juga berkontribusi terhadap biaya yang tinggi. Banyak perusahaan mengganti *tool* berdasarkan perkiraan visual tanpa acuan numerik seperti batas keausan (VBmax), sehingga alat dibuang sebelum masa pakainya berakhir. Sementara itu, Kim *et al*. (2019) menambahkan bahwa perusahaan skala kecil dan menengah masih menghadapi kendala biaya tinggi karena belum memanfaatkan teknologi vision-based *monitoring* untuk memantau kondisi alat secara otomatis.

Tanpa adanya standar pengukuran keausan, hasil penilaian kondisi *tool* bisa berbeda antara satu operator dengan lainnya. Hal ini menyebabkan ketidakkonsistenan dalam keputusan penggantian dan pembuangan alat. Implementasi pengukuran terstandar seperti batas VB (*flank wear*) dapat membantu menjaga konsistensi dan memperpanjang umur pakai alat tanpa mengorbankan kualitas produk. Selain itu, penggunaan teknologi *monitoring* berbasis sensor atau kamera dapat menjadi solusi modern yang meningkatkan keakuratan penilaian dan mengurangi ketergantungan terhadap subjektivitas manusia.

Dari penelitian-penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa tingginya biaya pengadaan *tool* terutama disebabkan oleh kurangnya data akurat, tidak adanya standar penilaian kondisi *tool*, serta lemahnya sistem manajemen persediaan dan perawatan. Kondisi ini menyebabkan banyak alat yang sebenarnya masih bisa digunakan menjadi terbuang, sementara alat baru terus dibeli tanpa perhitungan kebutuhan *real*. Dengan memperbaiki aspek pencatatan, standarisasi, dan pemantauan kondisi *tool*, perusahaan dapat menekan pengeluaran pengadaan secara signifikan. Selain itu, perbaikan tersebut juga akan meningkatkan keandalan sistem produksi karena keputusan terkait alat menjadi lebih terukur dan konsisten.

2.1.3 Dampak Ketidakefisienan Pengadaan *Tools* terhadap Produksi

Ketidakefisienan dalam pengadaan *tool* berdampak langsung terhadap per*form*a produksi, baik dari sisi waktu, biaya, maupun kualitas hasil. Menurut Nallusamy (2016), keterlambatan dalam ketersediaan *tool* dapat menyebabkan waktu henti mesin (*downtime*) yang signifikan, sehingga menurunkan tingkat produktivitas secara keseluruhan. Kondisi ini sering terjadi ketika sistem manajemen *tools* tidak mampu memastikan ketersediaan alat sesuai kebutuhan produksi harian. Akibatnya, operator harus menunggu pergantian atau pengiriman alat baru, yang mengakibatkan *output* mesin menurun dan target produksi tidak tercapai. Waktu tunggu yang tinggi ini bukan hanya menurunkan efisiensi kerja, tetapi juga menambah biaya lembur dan energi karena mesin tidak digunakan secara optimal.

Selain menyebabkan *downtime*, pengelolaan *tool* yang tidak efisien juga menimbulkan pemborosan sumber daya. Musca *el al*. (2016) menjelaskan bahwa pengadaan alat potong yang tidak terkontrol sering kali menyebabkan penumpukan stok di area kerja, yang berdampak pada meningkatnya biaya penyimpanan dan risiko kehilangan atau kerusakan alat. Alat yang disimpan terlalu lama tanpa digunakan dapat menurun kualitasnya akibat korosi atau perubahan sifat material. Selain itu, tidak adanya sistem rotasi penggunaan *tool* (misalnya sistem *first in first out*) juga dapat memperparah pemborosan tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa masalah biaya tidak hanya berasal dari pembelian, tetapi juga dari penyimpanan dan pengelolaan yang kurang efisien.

Hansson *et al*. (2020) mengemukakan bahwa penggunaan *tool* yang tidak sesuai dengan kondisi aktual pemesinan dapat berdampak pada kualitas produk. *Tool* yang aus namun tetap digunakan dapat menghasilkan permukaan benda kerja yang kasar, toleransi dimensi yang menyimpang, bahkan cacat produk yang harus dikerjakan ulang (*rework*). Aktivitas *rework* tidak hanya menghabiskan waktu dan material tambahan, tetapi juga menurunkan tingkat efisiensi biaya produksi. Selain itu, *rework* meningkatkan beban kerja operator dan memperlambat alur produksi. Ketidakefisienan ini secara kumulatif memperbesar *cost per part* dan menurunkan daya saing perusahaan di pasar.

Menurut penelitian Gherghea *et al*. (2020), ketidakefisienan pengadaan *tools* juga memengaruhi aspek koordinasi antarbagian, terutama antara operator, *toolman*, PPIC, dan gudang. Keterlambatan pengiriman alat atau ketidaksesuaian stok sering menyebabkan gangguan komunikasi dan perencanaan ulang jadwal produksi. Jika in*form*asi terkait kondisi dan ketersediaan *tool* tidak transparan, bagian perencanaan (PPIC) akan kesulitan dalam menentukan prioritas pekerjaan. Hal ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan beban kerja mesin CNC, di mana beberapa mesin berhenti sementara yang lain beroperasi secara berlebih. Dalam jangka panjang, ketidakseimbangan ini menurunkan efisiensi keseluruhan sistem produksi dan mempercepat keausan mesin.

Dari berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa ketidakefisienan dalam pengadaan *tools* bukan hanya persoalan logistik, tetapi juga berpengaruh terhadap per*form*a teknis dan manajerial. Dampaknya mencakup meningkatnya *downtime*, pemborosan biaya penyimpanan, penurunan kualitas produk, hingga gangguan koordinasi lintas departemen. Pengendalian biaya pengadaan *tools* melalui sistem manajemen yang baik, standarisasi evaluasi kondisi *tool*, dan integrasi informasi antarbagian menjadi langkah penting untuk menciptakan sistem produksi CNC yang efisien dan berkelanjutan.

2.1.4 Biaya Pengadaan *Tools* Tinggi Akibat Ketidakakuratan Stok

Ketidakakuratan data persediaan merupakan salah satu penyebab utama meningkatnya biaya pengadaan *tools* di lingkungan industri manufaktur. Ketidaksesuaian antara stok fisik dan stok pada sistem mendorong perusahaan melakukan pembelian ulang yang sebenarnya tidak diperlukan (*unnecessary purchasing*), meningkatkan frekuensi pengadaan darurat, serta mengganggu kelancaran proses produksi. Menurut Piranti dan Sofiana (2021), ketidakcocokan stok pada gudang *sparepart* terjadi karena proses pencatatan yang tidak konsisten, seperti barang keluar atau masuk yang tidak dimasukkan ke sistem, serta stok *real* yang belum dihitung. Ketidaktepatan ini dapat menyebabkan kerugian perusahaan karena laporan *inventory* tidak mencerminkan kondisi sebenarnya

Ketidaksesuaian stok fisik dengan data sistem menyebabkan gudang tidak mampu memberikan informasi persediaan yang akurat, sehingga memicu pembelian ulang yang tidak efisien serta potensi kehabisan stok pada saat proses produksi membutuhkan komponen tersebut. Ramadhian *et al*. (2025) menemukan bahwa kesalahan manajemen pergudangan, seperti penempatan barang yang tidak sesuai rak, kartu gantung tidak sesuai *bin code*, serta lamanya proses *stock opname* manual, meningkatkan risiko ketidakakuratan stok. Akurasi yang rendah ini menyebabkan proses perencanaan kebutuhan material menjadi tidak optimal dan menambah biaya operasional akibat kebutuhan pengadaan mendadak atau pembelian berlebih (*overstock*). Ketidakakuratan stok tidak hanya menimbulkan pemborosan biaya pengadaan, tetapi juga berpotensi mengganggu kelancaran produksi. Dalam konteks pengelolaan material industri, *stock opname* yang tidak akurat dapat menurunkan efisiensi pemakaian alat, memperpanjang waktu pencarian barang, serta menambah beban administratif karena perlunya penyesuaian ulang data *inventory*. Oleh sebab itu, akurasi pencatatan stok dan implementasi sistem kontrol yang baik sangat penting untuk meminimalkan biaya pengadaan *tools*.

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

No	Judul Penelitian	Peneliti (Tahun)	Objek Kajian	Permasalahan yang Diteliti	Metode Penelitian	Solusi yang Diusulkan & Dampaknya
1	*Increase Productivity and Cost Optimization in CNC Manufacturing*	Musca, Mihalache, & Tabacaru (2020)	Industri manufaktur CNC skala menengah	Tingginya biaya operasional mesin CNC akibat penggunaan *tool* yang tidak efisien	Studi eksperimental dan observasi pada proses CNC *milling*	Penelitian ini mengusulkan penerapan sistem pemeliharaan berbasis *Total Productive Maintenance* (TPM) dan optimasi penggunaan *cutting tool* dengan pemantauan kondisi pemakaian. Hasil penerapan menunjukkan pengurangan *downtime* mesin hingga 15% dan penurunan total biaya penggunaan *tool* karena umur pakai *tool* dapat diperpanjang tanpa menurunkan kualitas hasil pemesinan.
2	*Energy and Cost Efficiency in CNC Machining from a Process Planning Perspective*	Andreberg, Beno, & Pejryd (2020)	Proses perencanaan pemesinan CNC	Konsumsi energi dan biaya tinggi akibat parameter pemotongan yang tidak optimal	Analisis perencanaan proses dan simulasi energi	Solusi yang diajukan adalah optimasi perencanaan proses dengan mempertimbangkan efisiensi energi dan umur *tool* melalui simulasi proses CNC. Dampaknya adalah penurunan biaya energi hingga 12% dan penghematan biaya pembelian *tool* sebesar 10%, karena pemakaian *tool* menjadi lebih efisien dan sesuai dengan kebutuhan beban kerja aktual.

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu (lanjutan)

No	Judul Penelitian	Peneliti (Tahun)	Objek Kajian	Permasalahan yang Diteliti	Metode Penelitian	Solusi yang Diusulkan & Dampaknya
3	*Implementation of Cutting Tool Management System*	Svinjarević, Stoić, & Kopač (2019)	Sistem manajemen alat potong di manufaktur CNC	Tidak adanya sistem manajemen *tool* yang terintegrasi menyebabkan duplikasi pembelian	Desain sistem TMS berbasis basis data dan RFID	Penelitian ini merancang sistem manajemen cutting *tool* berbasis basis data dengan RFID *tracking* untuk memantau posisi dan kondisi setiap *tool* secara *real-time*. Hasil penerapannya menunjukkan pengurangan kesalahan pencatatan stok dan permintaan ganda ke gudang, serta efisiensi biaya pembelian *tool* hingga 20% per tahun karena data pemakaian menjadi lebih akurat dan terintegrasi.
4	*Waste Reduction by Implementation of CNC Machining Center and Lean Manufacturing*	Gherghea, Negrau, Bungau, & Faur (2020)	Penerapan *Lean* di lingkungan CNC	Terjadi waste akibat penggunaan *tool* tidak sesuai dan waktu *setup* tinggi	Pendekatan *Lean Manufacturing* (5S, Kaizen)	Penelitian ini menerapkan prinsip *Lean Manufacturing* seperti 5S, Kaizen, dan *value stream mapping* pada area CNC. Dampaknya adalah pengurangan *waste* berupa *waiting time*, *motion*, dan inventory hingga 18%, serta peningkatan efisiensi pemakaian *tool* melalui sistem kontrol visual dan pelaporan kondisi *tool* secara periodik.

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu (lanjutan)

No	Judul Penelitian	Peneliti (Tahun)	Objek Kajian	Permasalahan yang Diteliti	Metode Penelitian	Solusi yang Diusulkan & Dampaknya
5	*Improving Cutting Tool Life – A Review*	Narasimha, Sridhar, Kumar, & Kassie (2019)	Kajian akademik mengenai *tool* life	Umur *tool* pendek akibat keausan dan pemakaian tidak optimal	Studi literatur dan eksperimental	Solusi yang diusulkan adalah optimalisasi parameter pemotongan seperti kecepatan, *feed rate*, dan penggunaan *coolant* untuk memperlambat keausan *tool*. Dampaknya adalah peningkatan umur *tool* hingga 30% serta penurunan biaya total operasional karena frekuensi penggantian *tool* berkurang dan kualitas hasil pemesinan meningkat.
6	*A Low-Cost Vision-Based Monitoring of CNC Machine Tools for SMEs*	Kim, Jung, Choi, & Ahn (2019)	*Monitoring* CNC untuk UMKM	Kurangnya sistem *monitoring* kondisi *tool* menyebabkan pemborosan	Pengembangan sistem *monitoring* berbasis kamera dan AI	Penelitian ini mengembangkan sistem *vision-based monitoring* dengan bantuan kecerdasan buatan (AI) untuk mendeteksi keausan dan kerusakan *tool* secara otomatis. Dampaknya adalah peningkatan ketepatan waktu penggantian *tool* serta penurunan pemborosan alat hingga 25%, karena alat hanya diganti ketika benar-benar diperlukan berdasarkan data visual aktual.

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu (lanjutan)

No	Judul Penelitian	Peneliti (Tahun)	Objek Kajian	Permasalahan yang Diteliti	Metode Penelitian	Solusi yang Diusulkan & Dampaknya
7	*Assessment of Metal Cutting Tools Using Cost Performance Ratio and Tool Life Analyses*	Hansson, Lindmar, & Bushlya (2020)	Evaluasi performa *tool* di industri logam	Kesulitan menentukan waktu optimal penggantian *tool*	Analisis rasio performa biaya dan umur *tool*	Solusi yang diusulkan berupa perhitungan rasio performa biaya terhadap umur pakai *tool* untuk menentukan waktu optimal penggantian alat. Dampaknya, biaya total per unit produksi menurun hingga 12%, karena penggantian alat dilakukan secara terukur berdasarkan nilai ekonomi aktual, bukan perkiraan subjektif.
8	*Enhancement of Productivity and Efficiency of CNC Machines Using Total Productive Maintenance*	Nallusamy (2016)	Penerapan TPM di CNC *workshop*	Efisiensi mesin rendah akibat perawatan tidak terjadwal	Implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM)	Solusi berupa penerapan TPM yang melibatkan operator dalam perawatan mandiri dan inspeksi rutin *tool*. Dampaknya adalah peningkatan *overall equipment effectiveness (OEE)* dan pengurangan frekuensi kerusakan *tool*, sehingga produktivitas meningkat serta biaya operasional turun secara signifikan.

2.2 Dasar Teori

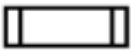
Dasar teori merupakan landasan ilmiah yang digunakan untuk mendukung proses penulisan, analisis, perancangan, pengambilan keputusan, dan implementasi dari solusi yang dipilih. Dasar teori sendiri berisi mengenai konsep, metode, pedoman, prinsip, *tool*, dan teori itu sendiri yang dapat digunakan untuk mencapai hasil akhir solusi yang diinginkan untuk mengatasi permasalahan yang ditemukan. Pemilihan dasar teori sendiri dilakukan berdasarkan refrensi sumber bacaan yang diperoleh dari luar perkuliahan dan juga dari beberapa teori yang sudah dipelajari dalam perkuliahan seperti Manajemen Pergudangan (TIND69603) dan Proses Bisnis dan Sistem Informasi (TIND27402).

2.2.1 Proses Bisnis

Proses bisnis merupakan sebuah kumpulan aktivitas yang saling berkaitan yang memiliki tujuan untuk menghasilkan produk atau jasa yang bernilai tinggi bagi suatu perusahaan, mitra bisnis, dan/atau konsumennya. Menurut Nawawi *et al*. (2021), proses bisnis suatu perusahaan dapat mengarah pada keunggulan kompetitif, jika pada proses tersebut mungkin dilakukan inovasi dan ekseskusi yang lebih baik dibandingkan pesaing perusahaan. Keunggulan dalam suatu proses bisnis dapat diakui sebagai landasan tolok ukur kinerja kompetitif yang signifikan dalam suatu perusahaan. Berikut merupakan beberapa tolak ukur yang dapat ditemukan melalui proses bisnis.

a. Kepuasan pelanggan
b. Pengurangan biaya
c. Waktu siklus dan pemenuhan
d. Kualitas
e. Diferensiasi
f. Produktivitas

Proses bisnis juga dapat dipahami sebagai proses yang membutuhkan sumber daya berupa energi, aktivitas, biaya, dan waktu untuk mencapai suatu tujuan melalui prosedur yang telah diterapkan. Menurut Malabay (2016), agar suatu proses bisnis dapat mencapai tujuannya diperlukan paparan lebih rinci mengenai setiap proses bisnis kedalam suatu prosedur yang pasti atau biasa disebut dengan *Standard Operating Procedure* (SOP). Tujuan dari pembuatan prosedur berdasarkan proses bisnis adalah untuk memperjelas dan mempermudah pemahaman dan pengedalian antar bagian agar dapat berjalan dengan baik. Berikut merupakan simbol-simbol yang umum digunakan dalam proses bisnis atau *flow* proses dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Gambar	Fungsi	Gambar	Fungsi
	Proses		Card
	Proses pilihan		Punched tape
	Keputusan		Summing Junction
	Input Data dan Output Informasi		Or
	Predefine Proses		Collate
	Internal Storage		Sort
	Dokumen		Extract
	MultiDokumen		Merge
	Terminator (mulai dan Akhir)		Storage Data
	Preparasi		Delay
	Manual Input		Sequential Access Storage
	Manual Operasi		Magnetic Disk
	Penghubung		Direct Access Storage
	*Off Page* - Penghubung		Display

Gambar 2.2 Simbol proses bisnis

(Sumber: Malabay, 2016)

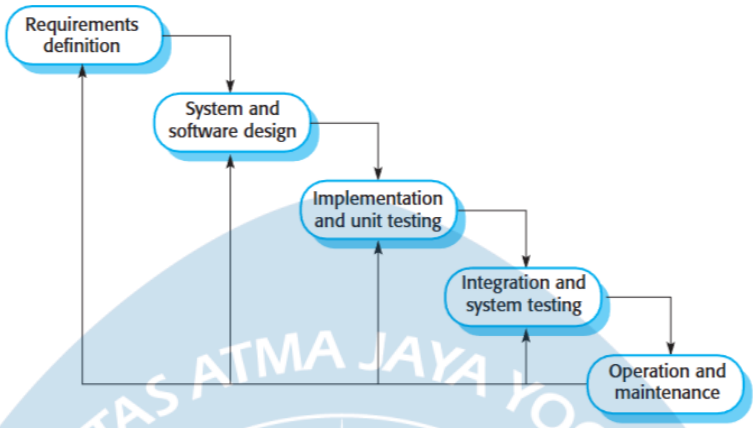
2.2.2 Sistem Informasi

Sistem Informasi dapat didefinisikan sebagai kumpulan komponen yang saling berkaitan atau berhubungan yang berfungsi mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan mendistribusikan berbagai informasi yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan dan pengendalian dalam sebuah perusahaan atau perusahaan (Bourgeois *et a*l., 2019). Menurut Bourgeois *et al*. (2019), sistem in*form*asi juga dapat didefinisikan sebagai kombinasi antara perangkat keras (*hardware*), peragkat lunak (*software*), dan jaringan telekomunikasi yang dibuat dengan tujuan untuk mengumpulkan, mengumpulkan, dan mendistribusikan data yang memiliki manfaat dalam lingkup suatu perusahaan. Dalam sistem informasi sendiri terdapat beberapa kompone-komponen yang membentuk sistem informasi, setiap komponen juga memiliki peran yang berbeda dalam mendukung suatu system informasi dalam lingkungan perusahaan. Berikut merupakan komponen-komponen yang terdapat dalam sistem informasi.

a. *Hardware*, merupakan komponen yang terlihat dan bagian yang dapat dirasakan secara fisik dalam sistem informasi. *Hardware* yang umum dikenal adalah komputer, keyboard, *disk driver*, dll.
b. *Software*, merupakan perangkat lunak yang memiliki sekumpulan instruksi yang memberitahu hardware apa yang harus dikerjakan. *Software* tidak berwujud fisik biasanya dikategorikan sebagai sistem operasi dan *application software*.
c. Data, dapat didefinisikan sebagai kumpulan fakta. Potongan data yang tidak berkesinambungan tidak terlalu membantu, tetapi kumpulan data yang sudah terorganisir dengan baik menjadi suatu basis data memiliki kekuatan sebagai alat untuk mengambil keputusan bisnis.
d. *Networking Communication,* merupakan komponen penting yang membuat komponen dalam sistem informasi dapat saling terhubung.
e. *People,* merupakan orang yang menjalankan, mengolah, ataupun menggunakan sistem informasi. Orang yang menggunakan sistem informasi menjadi element yang penting dalam sebuah sistem informasi.
f. *Process,* didefinisikan sebagai serangkaian langkah yang dilakukan untuk mencapai hasil atau tujuan yang diinginkan pada sistem informasi. Proses mengacu pada sistem informasi yang umum terintegrasi dengan proses bisnis suatu perusahaan dan membawa produktivitas dan pengendalian yang lebih baik.

2.2.3 Metode *Waterfall*

Metode *waterfall* adalah metode yang umum digunakan dalam proses perancangan suatu sistem informasi. Metode ini menggunakan pendekaran perancangan sistem secara sistematis dari satu tahap ke tahap lain dalam mode seperti air terjun (Harjono *et al*., 2022). Model pengembangan *waterfall* adalah contoh dari proses pengembangan yang digerakan berdasarkan rencana. Pada prinsipnya, pengembangan dengan metode ini dilakukan proses merencanakan dan menjadwalkan semua aktivitas proses sebelum memulai pengembangan perangkat lunak (Sommerville, 2016). Berdasarkan buku yang ditulis Sommerville (2016), terdapat beberapa tahapan dalam proses pengembangan software dengan model *waterfall* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Tahapan metode *waterfall*
(Sumber : Sommerville, 2016)

Pada Gambar 2.3 terdapat beberapa tahapan yang dapat dilihat dalam perancangan dengan pendekatan metode *waterfall*. Berikut merupakan penjelasan dari setiap tahapan pada Gambar 2.3.

1. *Requirements definition*

   Pada tahapan ini dilakukan proses penetapan layanan, batasan, dan tujuan sistem dirancang melalui konsultasi dengan *user* atau pengguna dari sistem. Hasil konsultasi tersebut kemudian didefinisikan secara detail dan terperinci sebagai dasar spesifikasi sistem yang dirancang.

2. *System and software design*

   Pada tahapan ini dilakukan proses perancangan sistem dengan mengalokasikan kebutuhan-kebutuhan dari sistem baik kedalam *hardware* maupun pada *software*. Pada tahapan ini juga dilakukan penetapan arsitektur sistem secara keseluruhan (fungsional & informasi). Perancangan *software* melibatkan identifikasi dan proses mendefinisikan hubungan-hubungan mendasar pada sistem.

3. *Implementation and unit testing*

   Pada tahap ini dilakukan proses realisasi perancangan *software* sebagai serangkaian program atau unit program. Pengujian pada tahapan melibatkan setiap telah terverifikasi memenuhi spesifikasinya.

4. *Integration and system testing*

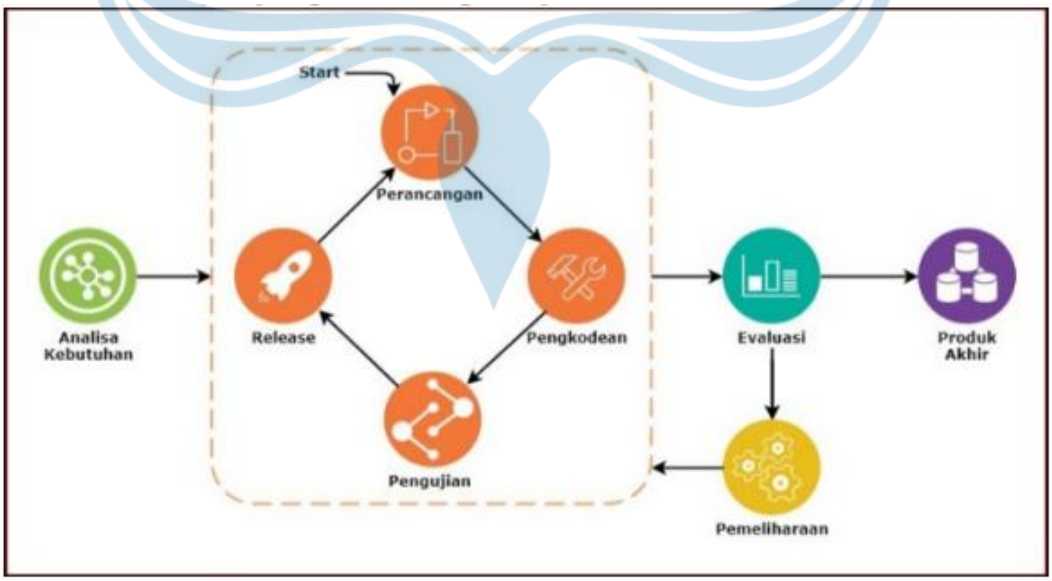
   Pada tahap ini dilakukan proses integrasi unit-unit program yang telah dirancang sebelumnya menjadi satu kesatuan sistem, kemudian di uji untuk memastikan bahwa kebutuhan *software* yang dirancang telah terpenuhi.

5. *Operation and maintenance*

   Tahap ini adalah fase sistem diinstal dan digunakan secara praktis oleh pengguna. Pemliharaan adalah fase perbaikan kesalahan yang tidak ditemukan pada tahap-tahap awal siklus hidup, peningkatan implementasi dari sistem yang dirancang, dan peningkatan layanan dari sistem.

2.2.4 Metode *Agile*

Metode *Agile* merupakan metode pengembangan perangkat lunak yang berfokus pada peningkatan dalam pengembangan suatu produk atau layanan (Widiarta, dkk 2023). Menurut Widiarta dkk (2023), pengembangan dengan metode ini dilakukan melalui proses berulang untuk mengurangi overhead proses dan menghasilkan kode berkualitas tinggi dan pengembangannya melibatkan *user* secara langsung. *Agile* juga disebut sebagai metode perancangan perangkat lunak yang memungkinkan untuk dilakukan perancangan dalam waktu singkat 1-3 bulan) dengan proses pengembangan fitur satu per satu (Pratasik dkk, 2020). Menurut Prasatik dkk (2020), tahapan dari perancangan dengan metode agile dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Tahapan perancangan metode *agile*

(Sumber: Prasatik dkk, 2020)

Berdasarkan tahapan yang terdapat pada Gambar 2.4 didapati bahwa terdapat beberapa alur tahapan yang terdapat pada metode *agile*. Berikut merupakan penjelasan dari alur tahapan pada metode *agile*.

1. Analisa Kebutuhan

   Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan melalui proses konsultasi dengan *user* dan mendefinisikan kebutuhan sistem yang akan dirancang.

2. Siklus Iterasi (perancangan, pengkodean, pengujian, dan *release*)

   Tahap ini adalah siklus iterasi yang menjadi kunci dari metode agile, dimana proses ini akan dilakukan secara berulang-ulang dalam periode pendek. Siklus berfokus pada sebagai kecil dari keseluruhan sistem yang dirancang. Dimulai dengan perancangan yang meliputi arsitektur sistem dari potongan fitur yang dirancang, kemudian dilanjutkan proses pengkodean untuk membuat program berdasarkan potongan desain yang telah dibuat. Fitur kecil yang sudah jadi kemudian dilakukan pengujian untuk mencari kesalahan, apabila tidak terdapat masalaha akan dilakukan peluncuran fitur sistem yang sudah bisa dipakai oleh *user*. Jika ssudah sampai tahap release proses akan berulang kembali dari perancangan hingga release sampai keseluruhan sistem sudah selesai dirancang.

3. Evaluasi

   Pada tahap ini dilakukan penilaian dan proses evaluasi sistem secara keseluruhan berdasarkan analisis kebutuhan yang sudah dirancang dan pengalaman *user* menggunakan fitur-fitur pada setiap sistem yang sudah di-*relase*.

4. Produk Akhir

   Tahap ini adalah tahap akhir dari proses perancangan sistem, dimana sistem yang dirancang sudah berupa produk akhir yang siap digunakan.

5. Pemeliharaan

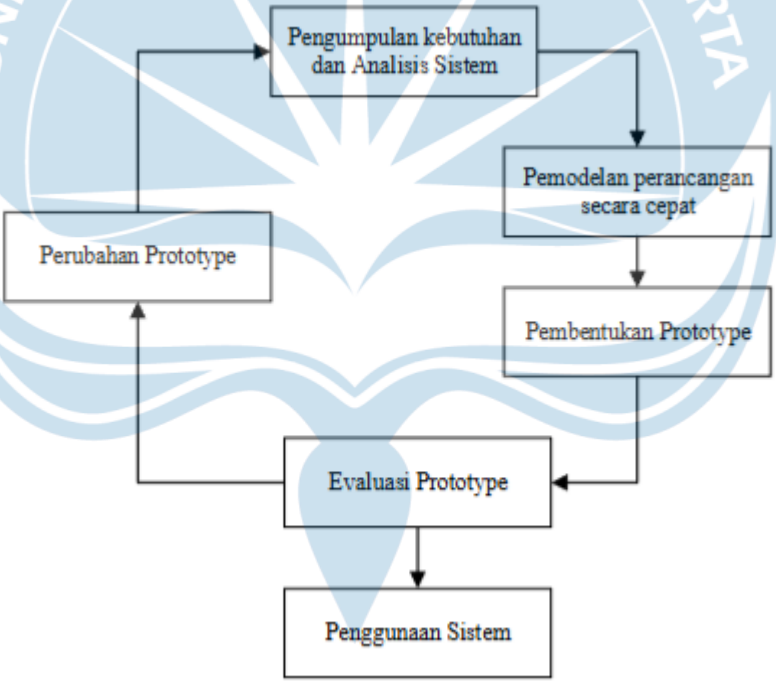
   Tahapan ini adalah proses perbaikan bug atau *error* yang abru ditemukan setelah pemakaian dalam jangka waktu yang lama atau yang tidak ditemukan pada saat proses perancangan.

2.2.5 Metode *Prototype*

Prototype merupakan metode perancangan sistem yang membantu pengembangan perangkat lunak dengan membuat versi awal atau tahapan dari sebuah sistem yang digunakan untuk mempresentasikan gambaran dari ide, eksperimen dari sebuah perancangan sistem, dan mencari masalah dan penyelesaiannya (Rahayu Dewi dkk, 2021).

Menurut Rahayu Dewi *et al*. (2021), perancangan dengan metode *prortotype* mengizinkan perancang dapat mengetahui tahapan sistem yang dibuat sehingga nantinya sistem dapat beroperasi dengan baik. Perancangan awal berupa *mockup* atau hanya bentuk demo, kemudian akan dievaluasi oleh pengguna, kemudian akan dijadikan bahan rujukan bagi perancangan aplikasi. Keunggulan dari metode ini adalah pengguna terlibat langsung dalam proses perancangan dari segi analisa dan desain sistem dan *prototype* dapat memberikan gambaran untuk memahami kebutuhan secara menyeluruh terhadap perancangan suatu sistem.

Metode *prototype* memiliki alur tahapan pengembangan yang terstruktur dan memiliki beberapa tahapan yang harus dilalui dalam pembuatannya. Pada metode ini jika ditemukan ada masalah atau ketidak sempurnaan pada rancangan, maka sistem dapat dievaluasi kembali (Renaningtias dkk, 2021). Menurut Renaningtias, dkk (2021) metode ini memiliki beberapa tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Tahapan metode *prototype*

(Sumber: Renaningtias *et al*.,2021)

Berdasarkan tahapan metode yang terdapat pada Gambar 2.5 terdapat penjelasan mengenai setiap tahapan perancangan. Penjelasan setiap tahapan perancangan metode *prototype* dapat dilihat sebagai berikut.

1. Pengumpulan kebutuhan

   Pada tahap petama ini dilakukan identifikasi kebutuhan sistem dan garis besar sistem yang akan dibuat.
2. Pemodelan perancangan secara cepat

   Tahap ini merupakan perancangan secara cepat yang digunakan untuk acuan dalam pembuatan model *prototype*.
3. Pembentukan *Prototype*

   Tahap ini dilakukan pembatan *prototype* berdasarkan pemodelan yang telah dilakukan sebelumnya.
4. Evaluasi *Prototype*

   Pada tahap ini dilakukan proses evaluasi terhadap *prototype* sesuai dengan kebutuhan *user*.
5. Perubahan *prototype*

   Pada tahap ini dilakukan penyempurnaan prototype dengan berdasarkan evaluasi yang sudah dilakukan agar menghasilkan *prototype* yang sesuai dengan kebutuhan *user*.
6. Penggunaan Sistem

   Tahap ini merupakan tahap terkahir dimana sistem yang sudah dievaluasi dan diperbaiki siap untuk digunakan.

2.2.6 *Data Flow Diagram* (DFD)

DFD (*Data Flow Diagram*) merupakan alat untuk mengilustrasikan aliran data diantara berbagai proses yang terdapat dalam sistem (Mirwansyah skk, 2023). Menurut Mirswansyah dkk (2023), DFD dapat berfungsi untuk mengidentifikasi proses-proses utama, input, output, dan relasi antar proses dan data dalam suatu sistem. DFD terbagi menjadi tiga tingkatan level yang berbeda, dimana level pertama adalah DFD tahap 0 atau biasa dikenal dengan *context diagram*, diikuti dengan DFD tahap 1, dan DFD tahap 2 (Fernandy dkk, 2023). Menurut Fernandy, dkk (2023) DFD level nol merupakan level teratas dalam data flow diagram yang dapat memperlihatkan sistem yang dirancang secara keseluruhan.

DFD umumnya digunakan untuk membuat model sistem yang dapat menggambarkan sistem sebagai suatu jaringan fungsional yang berhubungan dengan aliran data baik prosesnya secara manual ataupun terkomputerisasi. DFD menunjukan pergerakan atau proses aliran data dan transformasi data dalam suatu sistem informasi. Berikut merupakan simbol-simbol yang digunakan dalam perancangan DFD dapat dilihat pada Gambar 2.6.

Gane/Sarson	Yourdon/De Marco	Keterangan
Entitas Eksternal	Entitas Eksternal	Entitas eksternal dapat berupa orang/unit terkait yang berinterkasi dengan sistem tetapi di luar sistem.
Proses	Proses	Orang/unit yang mempergunakan atau melakukan transformasi data. Komponen fisik tidak diidentifikasikan.
Aliran Data	Aliran Data	Aliran data dengan arah khusus dari sumber ke tujuan
Data Store	Data Store	Penyimpanan data atau tempat data dilihat oleh proses.

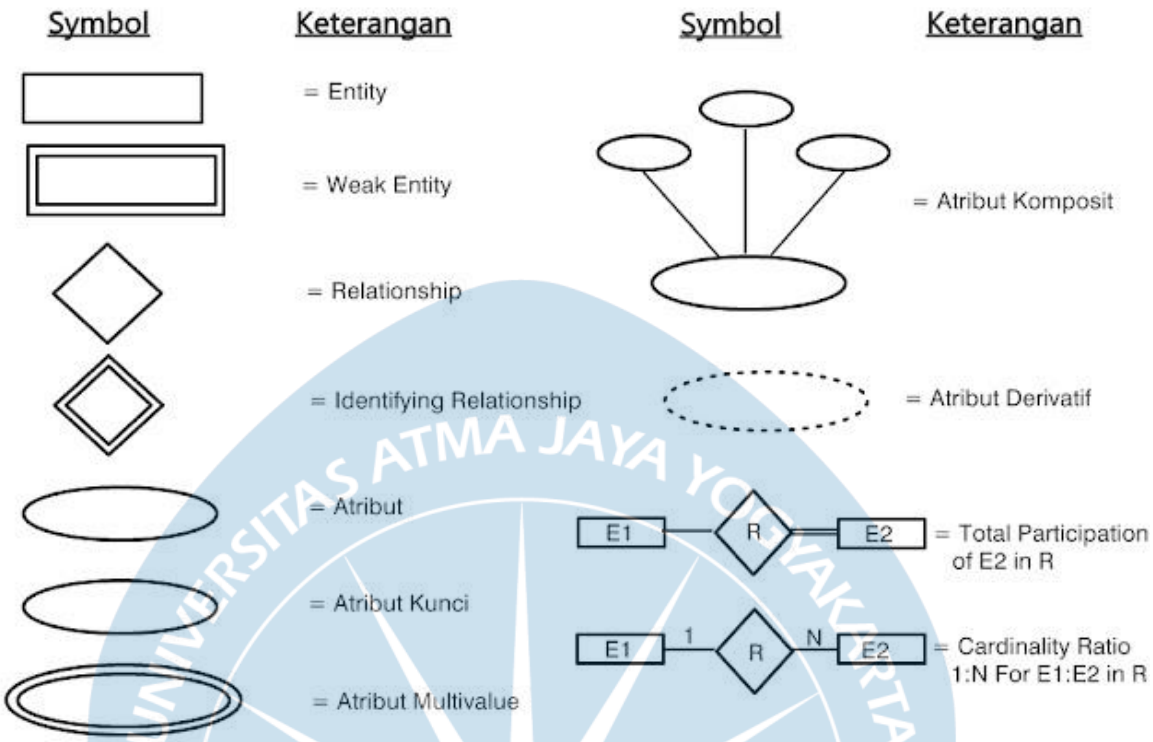
Gambar 2.6 Simbol DFD

(Sumber: prakom.banjarmasinkota.go.id)

2.2.7 *Entity Relation Diagram* (ERD)

ERD (*Entity Relation Diagram*) adalah diagram yang membantu menjabarkan relasi atau hubungan yang terjadi antara suatu entitas data pada sistem (Bachtiar et al., 2022). Menurut Bachtiar dkk (2022), ERD dapat menggambarkan keseluruhan hubungan antar basis data dan primary key yang digunakan sebagai penghubung anatar basis data pada sistem. ERD juga dapat didefinisikan sebagai model diagram yang menjelaskan hubungan antar data dalam basis data berdasarkan objek-objek dasar dari suatu data yang memiliki hubungan atau relasi (Hidayat et al., 2022).

Tujuan dari pemodelan ERD adalah untuk merancang skema konseptual dari suatu entittas dan hubungan-hubungannya. ERD berguna untuk memfasilitasi proses komunikasi antara analis, manajer, dan *user* yang menggunakan data. ERD juga dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan berbagai kebutuhan individu dan perusahaan melalui model logis yang dapat diimplementasikan dalam sistem manajemen basis data. ERD sendiri terdiri dari entitas, relationship, dan attribute yang menggambarkan suatu aliran informasi data. Berikut merupakan notasi dan simbol yang digunakan dalam ERD dapat dilihat pada Gambar 2.7.

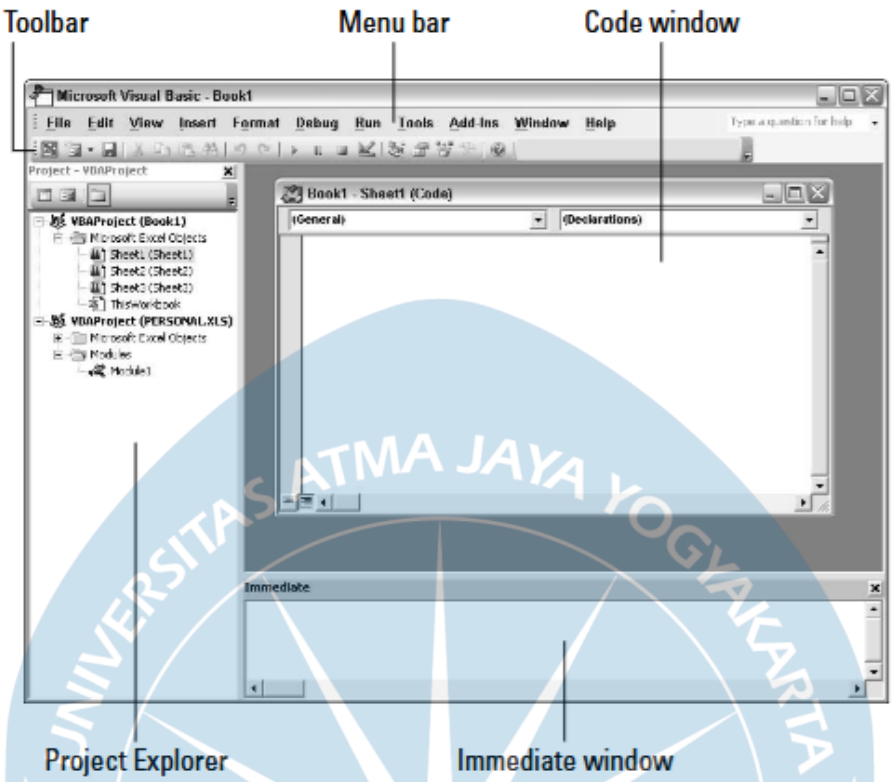


Gambar 2.7 Simbol *entity relation diagram* (ERD)

(Sumber: www.domainesia.com)

2.2.8 *Visual Basic for Applications* (VBA)

Visual Basic for Applications (VBA) merupakan turunan bahasa pemrograman visual basic yang dimiliki oleh *software* Microsoft yang terdapat di dalam aplikasi MS. Excel (Siregar, 2021). Menurut Siregar (2021), VBA merupakan fitur cangguh yang memungkinkan *user* MS. Excel untuk untuk membuat aplikasi khusus dan dapat mengotomaso tugas-tugas dalam setiap *sheet*. VBA juga berperan sebagai alat visualisasi yang menawarkan solusi praktis dan tidak perlu mengeluarkan biaya dalam pengembangan suatu aplikasi berbasis VBA. Kemampuan VBA dalam mengotomasi pekerjaan-pekerjaan tertentu yang bersifat repititif yang umumnya dilakukan manual dapat meningkatkan produktivitas dan menghemat waktu. Berikut merupakan komponen yang terdapat dalam VBA dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Komponen VBA

(Sumber: Walkenbach, 2011)

Berdasarkan Gambar 2.8 yang merupakan komponen yang terdapat dalam VBA, terdapat penjelesan mengenai masing-masing komponen. Penjelasan mengenai masing-masing komponen menurut (Walkenbach, 2011) dapat dilihat sebagai berikut.

a. *Menu bar*

   Menu bar berfungsi sebagai *menu bar* pada umumnya yang juga terdapat pada beberapa aplikasi lainnya. Bagian ini berisi perintah-perintah yang dapat digunakan untuk mengoperasikan berbagai komponen yang terdapat dalam VBA.

b. *Toolbar*

   Toolbar pada VBA berfungsi untuk menyesuaikan atau *customize*, memindahkan, menampilkan *tool* yang terdapat dalam VBA. *Toolbar* dalam VBA dapat diatur dengan perintah view yang terdapat pada tab *macro*.

c. *Project explorer*

   Project explorer merupakan jendela yang menampilkan tree diagram yang berisi seluruh *workbook* yang sedang terbuka pada MS Excel. Bagian ini merupakan ruang kerja atau komponen yang mendukung proses pembuatan aplikasi pada atau perintah pada VBA.

d. *Code window*

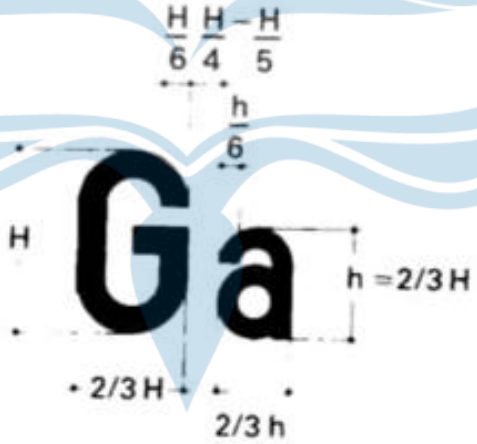
Code window adalah jendela berisi kode VBA yang dibuat pada *window*. Setiap *project* dan beberapa fitur yang ada didalam VBA memiliki *code window*-nya masing-masing yang dapat diisikan perintah menggunakan bahasa pemrograman VBA.

e. *Immediate window*

Komponen ini berfungsi untuk mengeksekusi atau menjalankan penyataan VBA secara langsung dan melakukan perbaikan *error* (*debugging*) yang terjadi pada kode yang dijalankan.

2.2.9 Perancangan *Display* Sistem Informasi

Tampilan atau *display* merupakan alat untuk memberikan suatu informasi kepada operator dan manusia dalam proses melakukan pekerjaan sehari-hari, agar terciptanya lingkungan dimana suatu informasi dapat dipahami dengan baik untuk melancarkan proses kerja (Didi Junaedi, dkk , 2021). Dalam perancangan *display* harus menampilkan dengan baik agar informasi didalamnya mudah untuk diproses. Pembuatan *display* sebuah sistem harus mempertimbangkan kebutuhan dan meninjau keterbatasan yang dimiliki manusia. Proporsi huruf menurut Kroemer (1997), dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Rumus proporsi huruf
(Sumber: Kroemer dan Grandjean, 1997)

Rumus proporsi huruf yang terdapat pada Gambar 2.9 merupakan rumus yang digunakan pada matakuliah ergonomi untuk membuat *display* yang sesuai dengan kaidah ergonomi. Berikut merupakan uraian dari rumus dapat dilihat sebagai berikut.

a. Tinggi Huruf Besar

$$\text{Tinggi Huruf Besar (H)} = \frac{\text{Jarak visual (mm)}}{200} \quad (2.1)$$

b. Tebal Huruf Besar

$$\text{Tebal huruf besar} = \frac{H}{6} \quad (2.2)$$

c. Tinggi Huruf Kecil

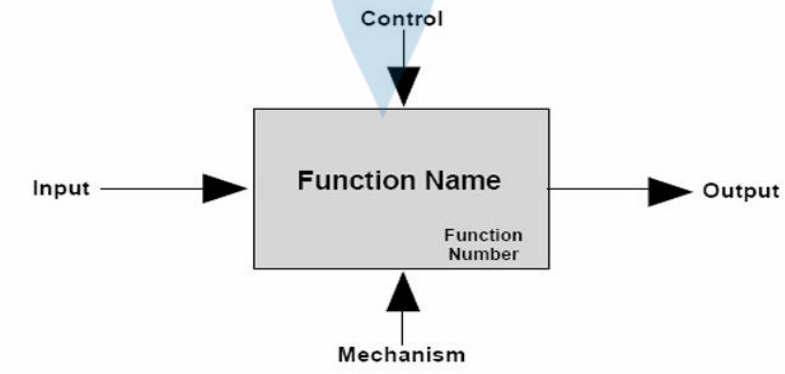
$$\text{Tinggi Huruf Kecil (h)} = \frac{2H}{3} \quad (2.3)$$

d. Tebal Huruf Kecil

$$\text{Tebal huruf kecil} = \frac{h}{6} \quad (2.4)$$

2.2.10 IDEF0

IDEF0 merupakan pemodelan fungsional yang dapat merepresentasikan berbagai jenis bisnis dalam suatu industri manufaktur dengan memberikan gambaran keseluruhan mulai dari aliran data, aliran fungsi, dan kontrol sistem dalam suatu proses siklus hidup (Khamaksorn et al., 2023). IDEF0 juga dapat didefinisikan sebagai kumpulan aktivitas yang menerima input tertentu dan mengubahnya menjadi output dengan menggunakan mekanisme atau proses tertentu dibawah suatu kendali. IDEF0 dapat digunakan untuk membantu merancang keputusan, tindakan, dan aktivitas suatu organisai dengan merepresentasikan aktivitas dan prosesnya secara terorganisir. Serangkaian skema hierarkies dalam model fungsional ini berisi data, fungsi, dan objek yang saling terkaitan satu sama lain, berikut contoh bentuk IDEF0 pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 IDEF0

(Sumber : Khamaksorn et al., 2023)

Sistem yang dimodelkan dengan bantuan IDEF0 merepresentasikan aktivitas yang saling bergantung secara tugas atau fungsi yang saling berinteraksi secara keseluruhan. Model IDEF0 tersusun secara hierarkis dan terhubung dan terdiri dari diagram konteks dan diagram turunan (dekomposisi) pada berbagai tingkatan (Pethryshyn, 2025). Diagram konteks memberikan gambaran umum tentang sistem serta keterkaitannya dengan lingkungan eksternal, sedangkan dekomposisi diagram menggambarkan bagian-bagian pada sistem secara lebih rinci dari tingkat yang umum hingga yang lebih spesifik. Pendekatan yang digunakan dalam pemodelan ini dapat dikenal dengan istilah ICOM (*Input, Control, Output, Mechanism*). Penggunaan IDEF0 dapat membantu komunikasi antara pengembang dan pengguna sistem menjadi lebih baik melalui representasi visual.

2.2.11 Metode 5R

Metode 5R atau biasa dikenal dengan 5S, dikembangkan di Jepang, sebagai bagian dari *Toyota Production System* (TPS) dan pendekatan *Lean Manufacturing*. Metode 5S diperkenalkan sebagai konsep dasar untuk menciptakan lingkungan kerja yang tertata, efisien, dan mendukung perbaikan berkelanjutan melalui lima tahapan utama, yaitu *sort* (*seiri), set in order (seiton), shine (seiso), standardize (seiketsu),* dan *sustain* (*shitsuke)*. Dalam konteks penerapannya di Indonesia, istilah 5S kemudian disesuaikan menjadi 5R yang terdiri dari Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin, dengan prinsip dan tujuan yang tetap sama, yaitu pengurangan pemborosan, peningkatan keteraturan, serta pembentukan disiplin kerja (Liker, 2021).

Sebagai bagian dari *Lean Manufacturing*, metode 5R berperan sebagai fondasi dalam membangun sistem kerja yang stabil dan terstandarisasi. Penelitian terkini menunjukkan bahwa implementasi 5R mendukung pengurangan variasi proses, peningkatan efisiensi operasional, serta memperkuat budaya kerja yang berorientasi pada kualitas dan *continuous improvement*. Oleh karena itu, metode 5R sering digunakan sebagai langkah awal sebelum penerapan metode *Lean* lainnya, khususnya dalam konteks penataan dan pengelolaan area kerja di lingkungan manufaktur (Fitri & Putra, 2024). Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing R.

a. *Sort* (Ringkas)

Tahap Ringkas (*sort*) dalam metode 5R/5S berkaitan dengan pemilahan barang atau alat di area kerja berdasarkan tingkat kebutuhan dan frekuensi penggunaannya. Tujuan utamanya adalah menghilangkan item yang tidak diperlukan, sehingga lingkungan kerja menjadi lebih sederhana, jelas, dan tidak membingungkan bagi pekerja. Penelitian di konteks manufaktur

dan pergudangan di Indonesia mendapati bahwa langkah sortir yang sistematis seperti *sort* dapat mengurangi gangguan visual di area operasional, mempercepat pencarian alat, dan selanjutnya meningkatkan efektivitas serta efisiensi proses kerja (Putro & Nursyamsiah, 2024). Dengan menghapus barang yang tidak relevan, pekerja dapat fokus pada alat serta material yang benar-benar dibutuhkan untuk tugasnya, mengurangi pemborosan waktu dan mengoptimalkan alur kerja di area produksi atau *buffer tool*.

b. *Set in order* (Rapi)

Rapi bertujuan untuk menata barang yang telah diseleksi pada tahap ringkas agar mudah ditemukan, digunakan, dan dikembalikan ke tempatnya. Penataan yang baik didukung oleh penentuan lokasi penyimpanan yang jelas, pelabelan, serta visualisasi yang konsisten. Berdasarkan penelitian di area *workshop* dan gudang, penerapan Rapi terbukti dapat menurunkan waktu pencarian alat serta mengurangi potensi kesalahan pengambilan *tool*, sehingga berdampak positif terhadap efisiensi kerja (Fitri & Putra, 2024).

c. *Shine* (Resik)

Tahap *Resik (Shine)* berfokus pada pembersihan area kerja dan alat secara teratur agar lingkungan kerja tetap bersih, aman, dan kondusif untuk aktivitas produksi. Selain mendorong kebersihan visual, tahap ini membantu pekerja mengenali tanda-tanda kerusakan atau kondisi abnormal pada peralatan sejak dini sehingga dapat mencegah kegagalan fungsi atau kecelakaan kerja. Penelitian kasus 5R di industri bengkel menunjukkan bahwa penerapan *shine* mampu meningkatkan efektivitas waktu kerja karena pekerja tidak lagi terganggu oleh area yang kotor atau alat yang tidak layak pakai, serta memperkuat kesadaran terhadap kondisi peralatan yang aman dan siap pakai (Roudhotul & Sukarsono, 2024).

d. *Standardize* (Rawat)

Fase Rawat dalam 5R, yang setara dengan *standardize* dalam metodologi 5R, berfokus pada pembentukan standar kerja dan prosedur yang konsisten untuk mempertahankan kondisi perusahaan, penataan, dan kebersihan yang telah dicapai pada tahap sebelumnya. Standarisasi ini mencakup penyusunan aturan tertulis, visual, atau checklist yang memudahkan semua pekerja mengikuti praktik kerja yang seragam sehingga variasi aktivitas kerja dapat diminimalkan. Penerapan Seiketsu membantu menciptakan konsistensi dalam pelaksanaan tugas harian, meningkatkan keteraturan, serta mendukung kinerja operasi secara lebih stabil dan efisien karena pekerja memiliki pedoman yang jelas dalam menjalankan tugasnya. Penelitian menunjukkan bahwa standar kerja yang dibakukan

melalui tahap Rawat memberikan dasar yang kuat bagi perusahaan untuk menjaga kondisi kerja optimal dan mengurangi kecenderungan kembali ke kondisi tidak teratur (Moro et al., 2023).

e. *Sustain* (Rajin)

Rajin, atau yang diadaptasi dari *sustain* dalam 5R, menekankan pembentukan kedisiplinan dan komitmen pekerja dalam mempertahankan praktik yang telah distandarisasi. Tahap ini membantu memastikan bahwa semua langkah 5R menjadi bagian dari budaya perusahaan dan dilakukan secara terus-menerus, bukan hanya sesaat. Dalam penelitian tentang standar kerja dan perilaku karyawan, disebutkan bahwa tahap *sustain* memerlukan pengembangan kebiasaan kerja yang baik, pelatihan, keterlibatan tim, dan penerimaan budaya perusahaan terhadap perubahan sehingga prinsip 5R benar-benar mengakar dan berkelanjutan (Moro, 2024). Pada implementasinya, rajin mencakup kegiatan seperti audit berkala, pelatihan penguatan disiplin, dan pembiasaan perilaku kerja yang selaras dengan standar yang telah ditetapkan untuk mendorong pematuhan jangka panjang.

2.2.12 Audit 5R

Audit 5R merupakan alat evaluasi yang digunakan untuk menilai tingkat penerapan dan konsistensi metode 5R di area kerja. Audit dilakukan dengan membandingkan kondisi aktual dengan standar yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil audit memberikan informasi mengenai tingkat kepatuhan, area yang masih memerlukan perbaikan, serta efektivitas implementasi 5R secara keseluruhan. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa audit 5R berperan penting sebagai mekanisme pengendalian dan dasar perbaikan berkelanjutan dalam pengelolaan area kerja (Rusmiati et al., 2024).

2.2.13 Teknik *Purposive Sampling*

Purposive *sampling* merupakan salah satu teknik pengambilan sampel yang termasuk dalam kategori *non-probability sampling*, dimana penentuan sampel dilakukan berdasarkan pertimbangan atau kriteria tertentu yang ditetapkan oleh peneliti (Lenaini, 2021). Teknik ini digunakan ketika peneliti membutuhkan sumber data yang memiliki karakteristik khusus sehingga dapat memberikan informasi yang relevan dengan tujuan penelitian. Dalam purposive sampling, pemilihan sampel dilakukan dengan mempertimbangkan bahwa responden atau objek penelitian merupakan pihak yang paling mengetahui atau terlibat langsung dengan fenomena yang diteliti. Oleh karena itu, teknik ini banyak digunakan dalam penelitian yang membutuhkan informasi spesifik dari kelompok tertentu yang memiliki keterkaitan langsung dengan objek penelitian.

2.2.14 *Time Study*

Time study merupakan metode pengukuran kerja yang digunakan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh operator dalam menyelesaikan suatu aktivitas kerja dengan metode tertentu melalui pengamatan secara langsung (Nugraha & Talitha, 2024). Metode ini dilakukan dengan mencatat waktu penyelesaian suatu aktivitas secara berulang sehingga diperoleh waktu kerja yang representatif. Dalam penerapannya, *time study* digunakan untuk menganalisis waktu kerja, menentukan waktu siklus, serta menghitung waktu baku yang dapat digunakan sebagai dasar evaluasi efisiensi kerja dan peningkatan produktivitas.

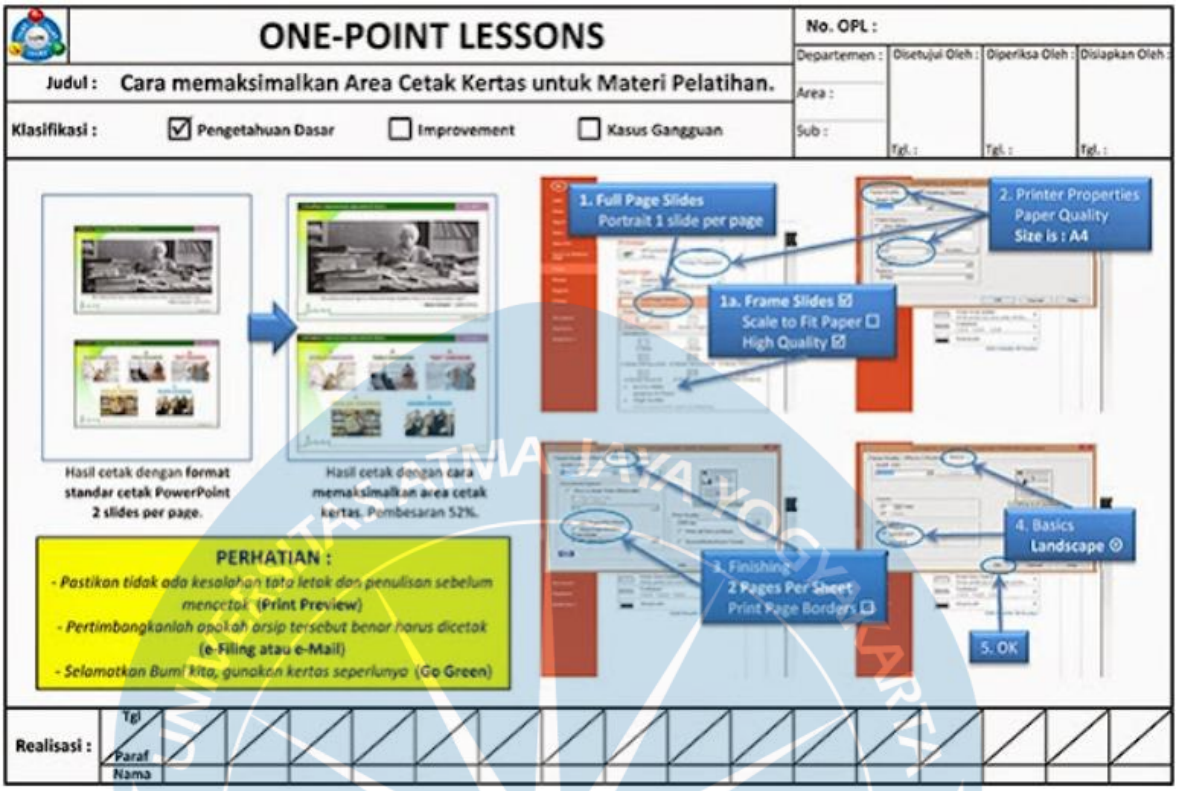
2.2.15 Metode ABC

Metode ABC merupakan metode pengendalian persediaan yang digunakan untuk mengelompokkan item berdasarkan tingkat kepentingan atau nilai investasinya. Pengelompokan dilakukan dengan prinsip Pareto, dimana sebagian kecil item persediaan biasanya memberikan kontribusi terbesar terhadap nilai penggunaan atau biaya persediaan perusahaan. Melalui metode ini, perusahaan dapat memfokuskan pengawasan yang lebih ketat pada item dengan nilai tinggi dibandingkan item bernilai rendah (Fauji, 2021).

Klasifikasi pada metode ABC umumnya menggunakan pendekatan *rule of thumb* berdasarkan prinsip Pareto 80/20. Secara umum, kategori A mencakup sekitar 10–20% jumlah item yang menyumbang sekitar 70–80% total nilai penggunaan persediaan. Kategori B biasanya terdiri dari sekitar 20–30% item dengan kontribusi nilai sekitar 15–25%. Sedangkan, kategori C mencakup sekitar 50–70% jumlah item, namun hanya memberikan kontribusi nilai sekitar 5–10% terhadap total nilai persediaan. Pembagian ini bersifat fleksibel dan dapat disesuaikan dengan karakteristik serta kebutuhan perusahaan (Wicaksana *et al*., 2020).

2.2.16 *One-Point Lesson*

One Point Lesson (OPL) merupakan salah satu media pembelajaran singkat dalam penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) yang digunakan untuk menyampaikan satu poin pengetahuan atau keterampilan kerja secara sederhana, visual, dan mudah dipahami oleh operator. OPL biasanya disusun dalam satu lembar yang berisi penjelasan singkat, gambar, simbol, maupun ilustrasi pendukung sehingga pekerja dapat memahami informasi dengan cepat di area kerja. Penggunaan OPL bertujuan untuk meningkatkan kompetensi operator, mendukung standarisasi kerja, serta meminimalkan kesalahan dalam proses operasional (Poernomo, 2024).



Gambar 2.11 Contoh *one-point lesson*

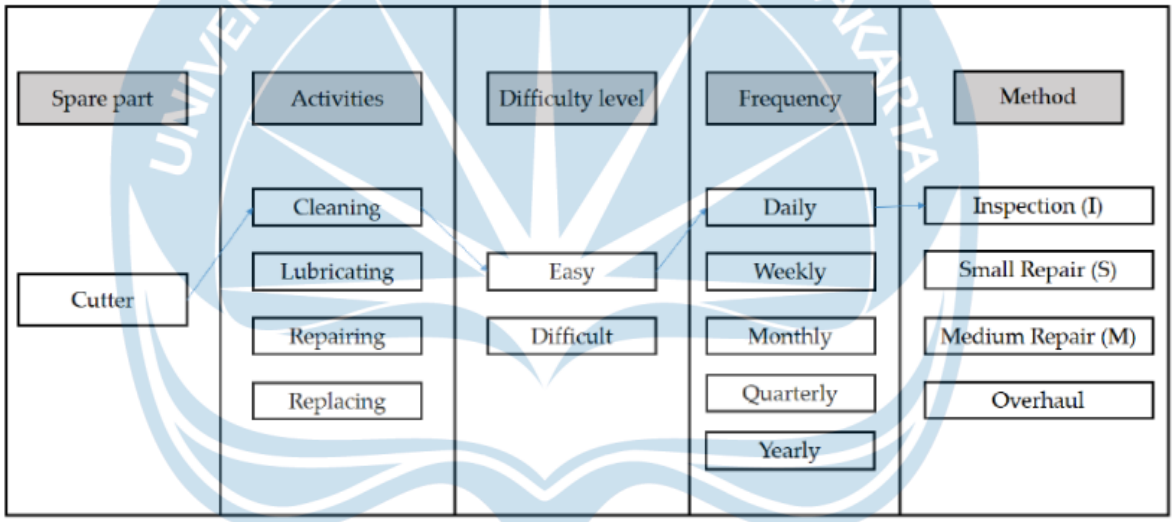
(Sumber : www.cakrawijaya.com)

2.2.17 *Total Productive Maintenance (TPM)*

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan metode pemeliharaan yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas penggunaan peralatan melalui keterlibatan seluruh bagian dalam perusahaan. TPM tidak hanya berfokus pada aktivitas *maintenance* oleh departemen *maintenance*, tetapi juga melibatkan operator produksi dalam menjaga kondisi mesin dan area kerja agar tetap optimal. Penerapan TPM dilakukan untuk meminimalkan *breakdown*, *defect*, *downtime*, dan pemborosan selama proses produksi berlangsung (Pratitis & Maryanty, 2024). TPM diterapkan melalui delapan pilar utama, yaitu *autonomous maintenance, planned maintenance, focused improvement, quality maintenance, education and training, safety health and environment, office* TPM, serta *early equipment management*. Melalui penerapan pilar-pilar tersebut, perusahaan dapat meningkatkan efektivitas mesin, produktivitas, dan keterlibatan operator dalam aktivitas pemeliharaan (Guritno & Cahyana, 2021).

2.2.18 *Autonomous Maintenance*

Autonomous Maintenance merupakan salah satu pilar dalam TPM yang berfokus pada keterlibatan operator dalam melakukan aktivitas perawatan mandiri terhadap mesin maupun area kerja (Guritno & Cahyana, 2021). Tujuan utama *Autonomous Maintenance* adalah meningkatkan pengetahuan, tanggung jawab, dan kepedulian operator terhadap kondisi mesin sehingga potensi abnormalitas dapat dideteksi lebih awal sebelum menyebabkan gangguan produksi. Dalam penerapannya, *Autonomous Maintenance* mencakup aktivitas dasar *maintenance* seperti *cleaning*, *inspection*, *lubrication*, dan pengencangan sederhana yang dilakukan secara rutin oleh operator. Aktivitas tersebut dilakukan secara terstandar untuk menjaga kondisi mesin dan area kerja tetap optimal serta mendukung kelancaran proses produksi.



Gambar 2.12 Hubungan untuk memperoleh aktivitas AM

(Sumber : Saputro, 2025)

Penerapan *Autonomous Maintenance* umumnya dilakukan melalui penyusunan *cleaning checklist*, jadwal *cleaning*, *visual control*, *labeling*, dan prosedur kerja standar. Standardisasi tersebut diperlukan agar aktivitas *maintenance* dapat dilakukan secara konsisten, terdokumentasi, dan mudah dipantau oleh perusahaan. Selain itu, *Autonomous Maintenance* juga mendukung peningkatan disiplin operator melalui pembiasaan aktivitas *cleaning* dan *inspection* secara berkelanjutan.

2.2.19 *System Usability Scale* (SUS)

System Usability Scale (SUS) merupakan kuisioner yang digunakan untuk mengukur usability suatu sistem secara subjektif menurut sudut pandang pengguna (Kurniawan et al., 2022). SUS sendiri merupakan alat uji usabilitas yang valid dan dapat diandalkan walaupun dengan jumlah sampel pengujian yang sedikit. Pengujian usabilitas melibatkan pengguna untuk merespon dan memberikan pandangan mengenai suatu sistem. Pemilihan usabilitas sebagai salah satu parameter yang diukur dalam keberhasilan suatu sistem. Usabilitas dapat menggambarkan atribut kualitas dari suatu sistem seberapa mudah antarmuka pengguna digunakan dan meningkatkan interaksi antara sistem dan pengguna menjadi lebih baik.

Metode SUS terdiri dari kuisioner yang memiliki sepuluh pertanyaan dengan skala 1-5 yang dirancang untuk menilai faktor-faktor seperti kepuasan pengguna, efisiensi, dan kompleksitas dari suatu sistem (Arjiansa & Sutabri, 2023). Hasil survei SUS dapat memberikan evaluasi dan mengetahui tingkat kemudahaan penggunaan sebuah sistem, serta memberikan saran perbaikan yang mungkin diperlukan. Menurut jurnal yang ditulis oleh Arjiansa & Sutabri (2023) metode ini dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1986 dan telah menjadi metode standari untuk melakukan evaluasi usabilitas sistem. Keunggulan dari SUS sendiri sebagai berikut.

1. Kecepatan dan kemudahan, metode SUS merupakan merode evaluasi yang cukup sederhana dan mudah untuk digunakan. Survei SUS sendiri hanya terdiri dari sepuluh pertanyaan yang dapat diisi dengan mudah dan waktu yang singkat.
2. Fleksibilitas, metode SUS cocok digunakan untuk mengevaluasi berbagai jenis sistem, perangkat lunak, dan produk lainnya yang ada pada berbagai sektor industri.
3. Skor yang komparatif, metode SUS memiliki hasil skor yang komparatif sehingga memungkinkan perbandingan antara satu sistem dengan sistem lainnya berdasarkan skor SUS.
4. Validasi dan keandalan, SUS telah terbukti memiliki validitas yang baik dalam menilai sistem atau produk perangkat lunak dan metode SUS juga menghasilkan data yang konsisten.

Metode SUS memiliki skala pengukuran likert dengan lima pilihan jawaban dari satu sampai lima yang merepresentasikan sangat tidak setuju, tidak setuju, ragu-ragu, setuju, dan sangat setuju (Rosyid et al., 2022). Menurut Rosyid, dkk (2022) skor satu sama dengan jawaban sangat tidak setuju, skor dua sama dengan jawaban tidak setuju, skor tiga sama dengan

ragu-ragu, skor empat sama dengan setuju, dan skor lima sama dengan sangat setuju. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk mencari skor SUS.

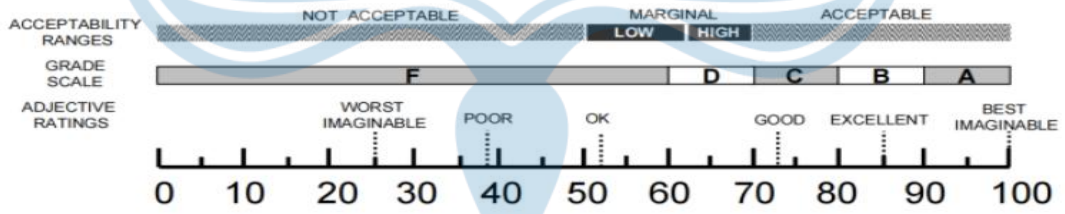
Skor = (P1-1)+(5-P2)+(P3-1)+(5-P4)+(P5-1)+(5-P6)+(P7-1)+(5-P8)+(P9-1)+(5-P10) (2.1)

Pada survei SUS pertanyaan dengan nomor ganjil (1,3,5,7,9) perhitungan skor dilakukan dengan cara skor yang didapatkan dikurangi dengan satu. Pertanyaan dengan nomor genap (2,4,6,8,10) perhitungan skor dilakukan dengan cara lima dikurangi dengan hasil skor yang di dapat pada pertanyaan. Setelah skor masing-masing pengguna didapatkan dengan persamaan 2.1 dilakukan perhitungan final dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$(\bar{x}) = \frac{\sum X}{n} \quad (2.2)$$

($\bar{x}$) = Skor rata-rata
($\sum X$) = Total skor SUS
n = Jumlah Responden

Persamaan 2.2 merupakan persamaan untuk mencari rata-rata skor SUS yang akan menjadi nilai akhir penilaian dengan survei SUS. Skor akhir yang didapat dapat di interpretasikan menjadi beberapa parameter yang berbeda sesuai standar yang ada. Interpretasi skor yang didapatkan dari survei SUS dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13. Interpretasi Skor SUS
(Sumber : Arjiansa & Sutabri, 2023)

2.3 Standar dan Kode Etik

Pada penulisan laporan dilakukan penggunaan standar dan kdoe etik untuk mendukung dan membuktikan kredibilitas penulisan Tugas Akhir. Standart dan kode etik yang digunakan pada solusi mengacu kepada standart ISO dan peraturan perundang-undangan yang disesuaikan dengan masing-masing solusi yang telah dirancang. Standart dan kode

etik yang digunakan untuk masing-masing solusi yang di rancang dapat dilihat pada sub-subbab 2.3.1 dan 2.3.2.

2.3.1 Standar dan Kode Etik Solusi 1

Standar dan kode etik yang digunakan dalam solusi satu, perancangan sistem informasi pengelolaan *buffer tools* yaitu adalah standar ISO. Standar ISO merupakan pilar yang mendukung dalam penulisan laporan yang profesional dan kredibel. Salah satu standar ISO yang digunakan dalam perancangan solusi satu adalah ISO 9001:2015 yang merupakan standar manajemen mutu yang diterbitkan oleh *International Organization for Standarization*. ISO 9001:2015 merupakan ISO yang berisi tentang persyaratan yang harus dipenuhi oleh suatu ogranisasi/perusahaan dalam menentapkan sistem mutu (Rifa Amalia, dkk, 2024). ISO 9001:2015 digunakan untuk merancang prosedur (SOP) dan menjamin mutu dari sistem.

Pada prosedur keamanan yang dibangun dialam sistem informasi pengelolaan *buffer* menggunakan standar ISO 27001:2022. Standar ISO 27001:2022 memberikan kontrol keamanan dalam proses membangun, menerapkan dan pemeliharaan sistem serta dapat terus meningkatkan keamanan informasi untuk memastikan sistem memiliki keamanan informasi yang efektif (Sinaga & Taan, 2024). Menurut Sinaga & Taan (2024), ISO 27001:2022 menekankan bahwa pemilihan kontrol harus berdasarkan hasil dan kesimpulan yang didaptkan melalui proses analisis resiko dan penilaian resiko. Suatu perusahaan sangat penting untuk menerapkan kebijakan ini dalam penegakan standar keamanan suatu sistem informasi yang ada di perusahaan/perusahaan. Penerapan ISO 27001 dilingkungan sistem dalam perusahaan dapat membantu emningkatkan kuealitas tata kelola keamanan sistem informasi.

Pada perancangan suatu sistem informasi penting untuk memperhitungankan kualitas didalam sistem yang dirancang. Dalam menjaga kualitas dari sistem informasi yang dirancang dapat menggunakan bantuan standar ISO/IEC 25010 (Belezia et al., 2021). Model ISO/IEC 25010 telah digunakan oleh banyak peneliti di Indonesia untuk menilai kualitas sistem informasi yang ada pada berbagai lembaga termasuk instansi pemerintah dan swasta (Mulyawan *et al., 2021)*. Menurut Jurnal yang ditulis Mulyawan, dkk (2021), terdapat dua model yang dapat digunakan untuk mengukur kualitas sistem yaitu *quaility in use model* dan *software quality model. Quality in use model* merupakan model yang menilai perangkat lunak dari sejauh mana perangkat lunak tersebut dapat digunakan oleh pengguna untuk memenuhi kebutuhan bisnis secara spesifik. *Software quality model* mengacu pada

model yang memiliki delapan karakteristik kualitas dan hanya dapat diterapkan pada suatu perangkat lunak (ISO 25010, 2011).

Perancangan sistem informasi yang berhubungan dengan suatu barang membutuhkan SOP standar manajemen asset jika terjadi kondisi tidak diinginkan selama proses operasional. Standart ISO 31000:2018 merupakan standar manajemen resiko yang dapat membantu perusahaan mencegah terjadi resiko pada kegiatan operasional dengan menerapkan evaluasi, analisis, dan mitigasi resiko (Yolanda *et al*., 2024). Menurut Yolanda *et al*. (2024), ISO 31000:2018 merupakan pedoman awal yang digunakan perusahaan atau perusahaan dalam membangun pondasi manajemen resiko (ISO 31000, 2018). Sistem informasi yang mengelola aset dan barang-barang milik perusahaan yang memiliki nilai perlu mempertimbangkan resiko ini untuk mengurangi resiko yang dapat terjadi dilapangan.

2.3.2 Standar dan Kode Etik Solusi 2

Perancangan sistem pengelolaan penyimpanan *tools* pada unit CNC *Workshop* dilakukan dengan mengacu pada kebijakan internal perusahaan dan beberapa standar pendukung yang digunakan sebagai dasar dalam penyusunan rancangan. Penggunaan standar tersebut bertujuan agar rancangan yang dibuat tidak hanya sesuai dengan kondisi operasional di lapangan, tetapi juga memiliki dasar pengendalian yang terstruktur, terdokumentasi, dan mendukung keberlangsungan implementasi perbaikan area kerja.

Kebijakan 5R perusahaan digunakan sebagai dasar utama dalam proses perancangan sistem pengelolaan penyimpanan *tools*. Kebijakan ini menjadi acuan dalam pelaksanaan audit 5R, identifikasi kondisi *existing* area *buffer tool*, serta penyusunan standar implementasi Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin pada area kerja. Melalui kebijakan tersebut, perusahaan telah menetapkan indikator penilaian, mekanisme audit, dan standar kondisi area kerja yang digunakan sebagai acuan dalam proses evaluasi dan perancangan solusi.

Selain kebijakan internal perusahaan, perancangan juga mengacu pada ISO 9001:2015 klausul 8.5.2 mengenai *identification and traceability*. Klausul ini digunakan sebagai dasar dalam perancangan klasifikasi cutting tool, penyusunan *master data tool*, dan identifikasi lokasi penyimpanan tool pada area *buffer*. Standar ini menekankan pentingnya identifikasi setiap item agar dapat dikenali dan dikendalikan dengan baik selama proses operasional berlangsung. Oleh karena itu, pada perancangan dilakukan pemberian identifikasi *tool* berdasarkan kondisi *tool*, penamaan lokasi penyimpanan, serta standarisasi data *tool* untuk meningkatkan kemudahan pengendalian dan *traceability tool* pada area *buffer tool* CNC.

ISO 9001:2015 klausul 7.5 mengenai *documented information* juga digunakan sebagai dasar dalam penyusunan berbagai dokumen pendukung implementasi 5R. Klausul ini menekankan pentingnya pengendalian informasi terdokumentasi agar proses kerja dapat berjalan secara konsisten dan mudah dikendalikan. Penerapan klausul ini dilakukan melalui penyusunan dokumen seperti master data *tool*, SOP pengelolaan *buffer tool*, *form* audit 5R, jadwal *cleaning*, serta dokumen *visual control* yang digunakan pada area *buffer tool* CNC.

Pada perancangan Rapi, digunakan ISO 6385:2016 klausul 3 mengenai *ergonomic principles in the design of work systems* sebagai dasar dalam penentuan lokasi penyimpanan *tool*, perancangan *layout* area *buffer*, ukuran label, dan *shadow board jig*. Penerapan prinsip ergonomi bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan dan kemudahan operator dalam melakukan aktivitas pengambilan maupun pengembalian *tool*. Selain itu, penerapan *visual control* dan penempatan *tool* berdasarkan frekuensi penggunaan juga membantu mempercepat proses pencarian *tool* serta mengurangi potensi kesalahan penempatan *tool* pada area *buffer*.

Perancangan Resik mengacu pada ISO 9001:2015 klausul 7.1.4 mengenai *environment for the operation of processes*. Klausul ini menekankan pentingnya menjaga kondisi lingkungan kerja agar proses operasional dapat berjalan secara optimal. Oleh karena itu, dilakukan penyusunan *cleaning checklist* dan audit resik untuk menjaga kebersihan serta keteraturan area *buffer tool* secara konsisten. Pengendalian kondisi area kerja dilakukan melalui aktivitas cleaning rutin dan *monitoring* kondisi area buffer tool oleh *toolman* dan *unit head*.

Selanjutnya, perancangan Rawat mengacu pada ISO 9001:2015 klausul 9.2 mengenai internal audit. Klausul ini digunakan sebagai dasar dalam penyusunan *form* audit 5R internal yang digunakan untuk melakukan monitoring implementasi standar area *buffer tool* secara berkala. Audit internal dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh standar yang telah dirancang dapat diterapkan secara konsisten serta menjadi media evaluasi terhadap kondisi area kerja dan kedisiplinan implementasi 5R.

Pada perancangan Rajin, digunakan ISO 9001:2015 klausul 7.2 mengenai *competence* sebagai dasar dalam pelaksanaan sosialisasi SOP dan implementasi 5R kepada operator dan *toolman*. Klausul ini menekankan pentingnya memastikan personel memiliki pemahaman dan kompetensi yang sesuai dalam menjalankan proses kerja. Oleh karena itu, dilakukan sosialisasi terkait pengelolaan *buffer tool*, penggunaan *Tools Management System* (TMS), serta implementasi standar 5R agar operator memahami prosedur kerja dan mampu menjalankan standar yang telah dirancang secara konsisten.