

BAB II

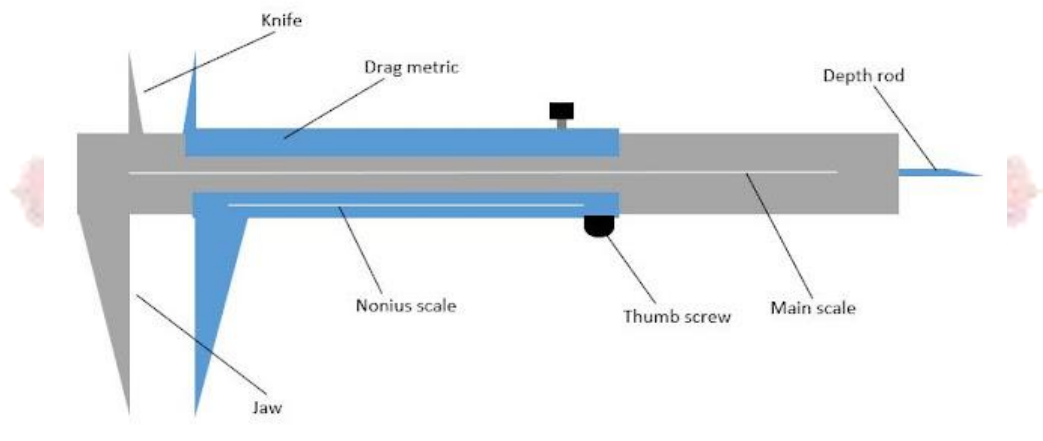
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Caliper* atau Jangka Sorong

2.1.1 Definisi *Caliper* atau Jangka Sorong

Jangka sorong atau kaliper adalah alat ukur yang dapat mengukur jarak di antara kedua muka ukurnya berdasarkan skala mistar dan skala bantu (*vernier* atau *dial*), dengan menggeser eretan yang menyatu pada rahang pengukur (Novyanto et al., 2020).

2.1.2 Nama Bagian Jangka Sorong dan Fungsinya



Gambar 2. 1 Jangka Sorong

Berikut adalah nama bagian-bagian dari jangka sorong beserta fungsinya:

1. *Jaw*, merupakan dua buah bilah panjang yang dipakai untuk mengukur ketebalan atau diameter luar.
2. *Knife*, merupakan bilah kecil yang terletak dibagian atas jangka sorong untuk mengukur celah atau diameter dalam.
3. *Depth rod*, merupakan batang kecil yang digunakan untuk mengukur kedalaman suatu permukaan.
4. *Main scale*, merupakan skala yang terletak disepanjang mistar tetap. Fungsinya untuk menunjukkan hasil pengukuran, umumnya satuan yang

dipakai adalah mm dan cm namun pada imperial vernier caliper menggunakan satu inch.

5. *Nonius scale*, merupakan skala yang terletak pada mistar geser. Fungsinya untuk menunjukkan hasil desimal dari suatu pengukuran
6. *Drag metric*, atau mistar geser berfungsi untuk menggeser jaw, knife, depth rod, dan nonius scale.
7. *Thumb screw*, berfungsi sebagai tumpuan tangan untuk menggeser drag metric. Penempatan thumb screw ini akan membawa grip yang baik meski kita hanya menggeser metric menggunakan satu jari.
8. *Lock screw*, berfungsi untuk mengunci satu set drag metric. Saat pengunci ini diaktifkan maka drag metric tidak akan bergeser dan kita bisa membaca hasil pengukuran lebih akurat (Amrie Muchta, 2018).

2.1.3 Jenis-Jenis Caliper atau Jangka Sorong

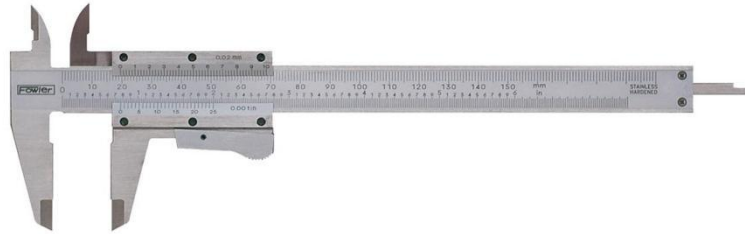
Dalam ilmu pengukuran, jangka sorong ditentukan oleh cara pembacaan indikasi. Jangka sorong secara luas dikelompokkan menjadi tiga jenis berdasarkan pembacaannya: Vernier, Dial, Digital.

1. Vernier Caliper

Pada kisaran tahun 1630 seorang ahli matematika menciptakan jangka sorong *vernier*, yang menggunakan skala *vernier* untuk melakukan pengukuran akurat antara dua tanda ukur pada skala linier dengan menggunakan interpolasi mekanis, sehingga meningkatkan resolusi dan mengurangi ketidakpastian pengukuran.

Jangka sorong ini terdiri dari sepasang *jaw* atau rahang. Rahang kiri menempel pada *beam* atau balok dengan skala tetap sedangkan rahang kanan melekat pada *drag metric* dengan skala *vernier*. Untuk membaca jangka sorong *vernier* dengan cara menjumlahkan nilai dari skala tetap pada *beam* atau balok dan skala *vernier* lebih halus yang tertera pada *nonius scale*. Pada umumnya pengukuran jangka sorong *vernier* memiliki ketelitian 0.05mm namun ada pula yang dapat mencapai ketelitian 0.02mm. Jangka sorong vernier menjadi jenis jangka sorong yang umum digunakan karena akurasi dan presisi serta

keserbagunaannya (dilengkapi dengan rahang internal dan eksternal, batang kedalaman, dan fitur pengukuran *step* (Lebeouf, 2022).



Gambar 2. 2 *Vernier Caliper*

2. *Dial Caliper*

Dial Caliper mirip dengan *vernier caliper* tetapi dilengkapi pengukur dial yang memungkinkan pembacaan lebih mudah. Jangka sorong jenis ini menggunakan mekanisme *rack* dan *pinion* (Lebeouf, 2022). Sistem ini mentransfer gerakan linear rahang *caliper* ke gerakan putar indikator dial. Di dalam dial terdapat rangkaian roda gigi yang secara mekanis menggerakkan jarum *dial indicator* saat jarak antara rahang *caliper* diatur. Rangkaian roda gigi menggerakkan jarum *dial indicator* saat jarak antara rahang *caliper* diatur secara mekanis. *Dial* terhubung dengan rak gigi bergigi yang membentang di sepanjang balok utama. Saat rahang membuka atau menutup, pinion di dalam *dial* bergerak ke rak ini (Wonkee Donkee Tools, 2020).



Gambar 2. 3 *Dial Caliper*

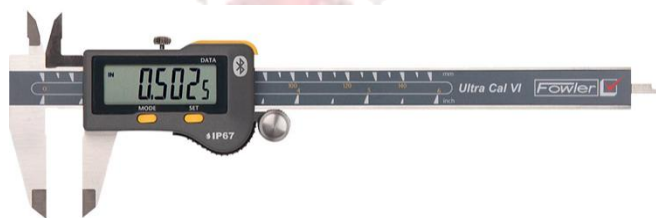
Dial caliper memiliki tingkat akurasi setara dengan *Vernier caliper*, untuk tingkat ketelitian *dial* sama dengan 0,001” atau 0,02mm. Saat membaca *dial caliper*, pengguna membaca skala pada balok utama sebelum menambahkan pengukuran *dial gage* untuk pengukuran yang lengkap.

Selain lebih mudah dibaca daripada *Vernier*, kaliper *dial* juga tahan lama karena analog dan tidak memerlukan baterai seperti rekan elektroniknya. Karena mekanisme rak dan pinion yang rentan terhadap masuknya benda asing dan dapat menjadi tidak sejajar, *dial caliper* perlu dibersihkan dan dikalibrasi secara teratur (Lebeouf, 2022).

3. *Digital Caliper*

Kaliper elektronik digital pertama diperkenalkan pada tahun 1977, memanfaatkan skala kaca dan perangkat pembacaan fotolistrik. Pengenalan tampilan digital sangat mengurangi kesalahan manusia dalam pembacaan dan membantu dalam hal merekam pengukuran di area sempit atau dengan pencahayaan buruk di mana mata manusia tidak dapat secara akurat membaca skala Vernier atau indikator *dial*.

Konversi inci ke metrik langsung, pengukuran fraksional, fitur tahan baca, berbagai fungsi transmisi, tidak ada bagian yang bergerak, serta banyak fitur lainnya, menjadikan kaliper digital sebagai kaliper pilihan banyak teknisi saat ini. Tidak adanya bagian yang bergerak memungkinkan akurasi yang lebih tinggi, perlindungan terhadap cairan dan serpihan, serta perawatan yang rendah. Masa pakai baterai biasanya satu tahun atau lebih dan sebagian besar memiliki resolusi 0,0005”/0,01mm (Lebeouf, 2022).



Gambar 2. 4 *Digital Caliper*

2.1.4 Fungsi pengukuran *Caliper* atau Jangka Sorong

Fungsi pengukuran *Caliper* atau Jangka sorong pada umumnya digunakan untuk mengukur ukuran luar, ukuran dalam, ukuran kedalaman dan ukuran *step*.

1. Pengukuran jarak luar atau *outside measurements*

Pengukuran jarak luar atau *outside measurements* pada umumnya digunakan untuk mengukur lebar, panjang, ketebalan, dan diameter luar.

Pengukuran ini dengan cara menempatkan objek ukur pada *lower jaw* atau rahang bawah lalu objek ukur ditahan dengan satu tangan hingga rahang bawah rapat dengan permukaan objek ukur (Wonkee Donkee Tools, 2020).

2. Pengukuran jarak dalam atau *inside measurements*

Pengukuran jarak dalam atau *inside measurements* pada umumnya digunakan untuk mengukur diameter lubang dan lebar celah.

Pengukuran ini dilakukan dengan cara menempatkan *knife* atau *upper jaw* atau rahang atas di antara objek yang diukur. Geser rahang atas hingga menyentuh dinding dalam celah atau tepi lubang (Wonkee Donkee Tools, 2020).

3. Pengukuran kedalaman atau *depth*

Pengukuran kedalaman biasanya untuk mengukur kedalaman celah atau kedalaman lubang.

Pengukuran ini dilakukan dengan cara memasukan *depth rod* kedalam celah atau lubang yang diukur (Wonkee Donkee Tools, 2020).

4. Pengukuran *step*

Pengukuran *step* atau kedalaman bertingkat menggunakan kepala kaliper dan muka rahang atas kanan. Penggunaan *depth rod* juga dapat untuk mengukur jarak antara bidang yang bertingkat.

Buka jangka sorong sedikit. Tempatkan rahang geser pada *step* atas objek yang diukur. Pastikan kepala kaliper tegak lurus dengan tepi *step* atas. Selain itu pengukuran *step* memakai jangka sorong dengan *depth rod* juga dapat

dilakukan seperti pengukuran kedalaman celah atau lubang (Wonkee Donkee Tools, 2020).

2.2 *Depth Gauge*

Depth Gauge adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur kedalaman lubang, ceruk, *slot*, atau jarak dari suatu titik ke titik lain di dalam atau di luar benda atau permukaan. Alat ini umumnya digunakan dalam industri otomotif, mesin, penerbangan, dan maritime (Mardowo, 2021).



Gambar 2. 5 *Depth Gauge*

2.3 *Jig* atau *Alat Bantu*

Jig banyak digunakan dalam proses manufaktur modern seperti dalam permesinan, finishing, perakitan, inspeksi, dan sebagainya. Pengertian jig adalah alat penahan benda kerja yang menahan, menyangga dan menempatkan benda kerja untuk ukuran tertentu. Dengan kata lain, jig adalah salah satu jenis alat yang dibuat khusus dan memberikan pengulangan, akurasi, dan pertukaran dalam produk manufaktur (Nanthakumar & Prabakaran, 2014).

Inspeksi dalam pengukuran penting untuk menentukan kualitas produk dalam hal akurasi dan presisi. Dalam pengukuran memiliki beberapa kunci dalam aspek seperti menjaga konsistensi kualitas dan mencegah atau mengurangi teknik yang tidak tepat, dan meningkatkan keselamatan benda kerja, manusia, dan mesin secara keseluruhan, dan biaya kontrol kualitas mengurangi kecelakaan karena keselamatan ditingkatkan (Okpala & Okechukwu, 2015).

Ada beberapa faktor yang menjadi pertimbangan dalam mendesain jig seperti geometrik, toleransi, dimensi, prosedur dan proses pembuatan. Sekitar 35% sampai 40% bagian yang ditolak disebabkan oleh kesalahan dimensi (Soni & Mane, 2013).

2.4 Solidworks

Solidworks adalah program *Computer Aided Design* (CAD) dan *computer Aided Engineering* (CAE) yang dapat digunakan pada Microsoft Windows. Meskipun memungkinkan menjalankan *solidworks* pada macOS, namun hal itu tidak didukung oleh pihak *Solidworks* yang diterbitkan oleh pihak *Dassault Systemes*. *Solidworks* adalah suatu software perangkat lunak yang berbasis otomasi dalam pembuatan model solid 3D untuk mempelajari grafis windows, selain itu software ini juga dapat melakukan simulasi yang berguna dalam penelitian suatu mesin atau material (Suprpto et al., 2021).

Solidworks juga bisa digunakan untuk mendapatkan gambar 2D dari komponen yang dibuat menggunakan 3D dengan mengkonversi format ke *.dwg yang dapat dijalankan pada software AutoCad. *Solidworks* merupakan software yang digunakan untuk membuat *design* produk dari yang sederhana hingga kompleks seperti roda gigi, casing handphone, mesin mobil dan sebagainya. Software ini merupakan salah satu opsi diantara software lainnya seperti Catia, Inventor, AutoCad, dan lain-lain. Namun bagi yang berkecimpung dalam dunia teknik khususnya teknik mesin maupun teknik industri, software ini perlu dipelajari karena sangat sesuai dan prosesnya lebih cepat daripada menggunakan AutoCad (Universitas Muhammadiyah Jakarta, 2019).

2.5 Design For Six Sigma (DFSS)

DFSS merupakan metodologi dalam konsep *Six Sigma* yang digunakan sebagai langkah awal dalam merancang suatu produk, proses, maupun jasa dilakukan dengan penggunaan biaya yang efektif dan dengan cara yang sederhana sesuai dengan kebutuhan *stakeholder* (Antony et al., 2012). Sasaran utama dari DFSS adalah mendesain produk, jasa, maupun proses dengan benar sejak awal dengan tujuan menghindari terjadinya kesalahan atau kegagalan pada tahapan konseptual dan tahapan operasional dengan menerapkan gabungan dari beberapa alat ukur dan metode (Antony et al., 2012). DFSS memiliki manfaat yang berguna bagi organisasi dalam penerapannya. Beberapa manfaat dan keuntungan menggunakan DFSS adalah sebagai berikut (Triadi, 2018).

Meningkatkan pengetahuan terkait dengan harapan dan kebutuhan *stakeholder*.

1. Mengurangi perubahan pada proses desain.
2. Meningkatkan kualitas dan kehandalan dari suatu produk, jasa, maupun proses.

Metode dalam penerapan DFSS untuk merancang suatu produk, proses, maupun jasa adalah DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design, Verify*). DMADV merupakan suatu metodologi yang berguna dalam peningkatan manajemen proyek untuk mencapai tujuan dan sasaran dengan merancang dan meningkatkan layanan, produk atau proses baru menggunakan pendekatan sistematis yang berdasar pada data kebutuhan pelanggan. Terdapat lima tahapan DMADV yang dijelaskan sebagai berikut (Triadi, 2018).

1. *Define*: Merupakan tahap identifikasi secara formal sasaran dari aktivitas desain produk, proses atau jasa secara konsisten yang berkaitan secara langsung terhadap kebutuhan atau permintaan pelanggan dan strategi perusahaan.
2. *Measure*: Menekankan pada identifikasi pemahaman dan kebutuhan pelanggan. Fokus pada tahap ini adalah pada penjabaran kebutuhan dan proses terkait bisnis, dan identifikasi kebutuhan teknis (*Critical To Quality*) serta batas spesifikasi.
3. *Analyze*: Merupakan tahap identifikasi kebutuhan fungsional produk, jasa, atau proses dilakukan dengan membuat, mengembangkan, dan mengevaluasi konsep-konsep alternatif yang dapat memenuhi CTQ.
4. *Design*: Merupakan tahap pengembangan detail desain yang digunakan.
5. *Verify*: Merupakan tahap verifikasi terhadap desain yang dirancang. Verifikasi biasanya terjadi melalui uji coba implementasi proses baru (untuk desain proses baru) atau produk baru (untuk desain produk baru), kemudian menyerahkan kepada pemilik proses.

2.5.1 Tahapan *Define*

Tahap *Define*, merupakan tahapan untuk mengidentifikasi kebutuhan pelanggan dan tujuan yang akan dicapai. *Tools* atau alat yang akan digunakan pada tahap ini adalah *Critical to Quality (CTQ)* dan *Diagram Pareto*.

Penentuan *Critical to Quality (CTQ)* dilakukan menggunakan alat *CTQ tree* dari hasil diskusi dengan pelanggan. Hasil dari *CTQ tree* adalah identifikasi jenis-jenis cacat yang ada pada produk.

Diagram Pareto merupakan salah satu tools (alat) dari *QC 7 Tools* yang sering digunakan dalam hal pengendalian mutu. Pada dasarnya, *diagram pareto* adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya jumlah kejadian. Urutannya mulai dari jumlah permasalahan yang paling banyak terjadi sampai yang paling sedikit terjadi. Dalam grafik, ditunjukkan dengan batang grafik tertinggi (paling kiri) hingga grafik terendah (paling kanan).

Dalam aplikasinya, *diagram pareto* sangat bermanfaat dalam menentukan dan mengidentifikasi prioritas permasalahan yang akan diselesaikan. Permasalahan yang paling banyak dan sering terjadi adalah prioritas utama kita untuk melakukan tindakan (Productivity and Quality Institute, 2016).

2.5.2 Tahapan *Measure*

Tahap *Measure*, merupakan tahapan pengukuran terhadap data yang sudah diambil pada tahap *Define*. Pengukuran yang dilakukan pada tahapan ini adalah pengukuran DPU (*Defect per Unit*), pengukuran DPO (*Defect per Opportunities*), pengukuran DPMO (*Defect Per Million Opportunity*). Nilai DPMO yang didapatkan akan dikonversikan menjadi level *sigma* berdasarkan tabel *six sigma*.

Menurut Salomon (2015:157-158), *Defect Per Million Opportunity* atau disingkat DPMO merupakan suatu perhitungan untuk mengukur dan kapabilitas *sigma* saat ini. Adapun DPMO yang perlu diketahui adalah unit (U) yang menyatakan jumlah suatu produk. *Defect (D)* yang menyatakan jumlah produk cacat yang terjadi. *Opportunity (OP)* menyatakan karakteristik yang berpotensi cacat

Menurut Montgomery (2007) yang dikutip di jurnal Salomon (2015), menyatakan langkah yang perlu dilakukan dalam perhitungan DPMO adalah sebagai berikut: (Prihandoko, 2019).

1. *Defect Per Unit (DPU)* – Perhitungan nilai DPU dapat dilihat di bawah ini, yaitu:
 - $DPU = D/U$
 - $DPU = Defect Per Unit$ adalah jumlah rata rata cacat per unit
 - $D = Total Defect$ adalah jumlah cacat
 - $U = Total Unit$ adalah jumlah unit
2. *Total Opportunities (TOP)* untuk mengetahui jumlah peluang terjadinya cacat pada semua produk diperlukan data jumlah produksi dan jumlah peluang terjadinya cacat pada satu produk (jumlah CTQ). Perhitungan nilai TOP dapat dilihat di bawah ini, yaitu:
 - $TOP = U \times OP$
 - $TOP = Total Opportunities$ adalah jumlah peluang cacat
 - $U = Total Unit$ atau Jumlah cacat
 - $OP = Opportunities$ adalah jumlah kesempatan yang mengakibatkan cacat
3. *Defect Per Opportunities (DPO)* menunjukkan proporsi *defect* atas jumlah total peluang dalam sebuah kelompok yang diperiksa. Data yang diperlukan adalah jumlah unit *defect*, total unit dan peluang. – Perhitungan nilai DPO dapat dilihat di bawah ini:
 - $DPO = D/TOP$
 - $DPO = Defect per Opportunities$
 - $D = Total Defect$
 - $TOP = Total Opportunities$
4. *Defect Per Million Opportunities (DPMO)* ini sering dipakai untuk menentukan peluang terjadinya cacat pada produk yang diproduksi dalam satu juta peluang. Data yang diperlukan hanyalah data nilai DPO yang sudah dihitung sebelumnya. – Perhitungan nilai DPMO dapat dilihat di bawah ini:

- $DPMO = DPO \times 1.000.000$
5. *Level Sigma / Tingkat Sigma*: Perhitungan konversi nilai *sigma* dari *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) menjadi nilai *sigma* dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel dengan rumus konversi *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) sebagai berikut:
- $DPMO = NORMSINV((1.000.000-DPMO)/1.000.000)+1,5$

Menurut Gasperz dan Fontana (2018) berikut adalah tabel pencapaian *level sigma* sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Pencapaian *Level Six Sigma*

Tingkat Pencapaian Sigma	DPMO (<i>Defect Per Million Opportunities</i>)	Persentase dari Nilai Penjualan
1 <i>sigma</i>	691.462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2 <i>sigma</i>	308.538 (rata-rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung
3 <i>sigma</i>	66.807	25-40% dari penjualan
4 <i>sigma</i>	6.210 (rata-rata industri USA)	15-25% dari penjualan
5 <i>sigma</i>	233 (rata-rata industri Jepang)	5-15% penjualan
6 <i>sigma</i>	3,4 (industri kelas dunia)	<1% dari penjualan

Sumber: Gasperz dan Fontana (2018)

2.5.3 Tahapan *Analyze*

Tahap Analyze, pada tahapan ini menjelaskan detail penyebab cacat produk dan cara mengatasi penyebab yang ditimbulkan. Pada tahap ini peneliti menggunakan tool *Fishbone Diagram* untuk mengidentifikasi penyebab cacat

produk. Penyebab yang disajikan dalam *Fishbone Digram* berupa faktor *material, machine, man, method dan environment*.

Diagram Sebab Akibat atau Diagram Sebab Akibat adalah alat yang membantu mengidentifikasi, memilah, dan menampilkan berbagai penyebab yang mungkin dari suatu masalah atau karakteristik kualitas tertentu. Diagram ini menggambarkan hubungan antara masalah dengan semua faktor penyebab yang mempengaruhi masalah tersebut. Jenis diagram ini kadang-kadang disebut diagram "*Ishikawa*" karena ditemukan oleh Kaoru Ishikawa, atau diagram "*fishbone*" atau "tulang ikan" karena tampak mirip dengan tulang ikan (Universitas Dian Nuswantoro, 2014).

Diagram fishbone ini dapat digunakan ketika kita perlu:

- Mengenal akar penyebab masalah atau sebab mendasar dari akibat, masalah, atau kondisi tertentu
- Memilah dan menguraikan pengaruh timbal balik antara berbagai faktor yang mempengaruhi akibat atau proses tertentu
- Menganalisa masalah yang ada sehingga tindakan yang tepat dapat diambil
- Manfaat menggunakan diagram fishbone ini:
- Membantu menentukan akar penyebab masalah dengan pendekatan yang terstruktur
- Menunjukkan penyebab yang mungkin dari variasi atau perbedaan yang terjadi dalam suatu proses
- Mengenal area dimana data seharusnya dikumpulkan untuk pengkajian lebih lanjut

Langkah-langkah untuk menyusun dan menganalisa diagram fishbone sebagai berikut:

1. Identifikasi dan definisikan dengan jelas hasil atau akibat yang akan dianalisis.
2. Gambar garis panah horisontal ke kanan yang akan menjadi tulang belakang.

3. Identifikasi penyebab-penyebab utama yang mempengaruhi hasil atau akibat.
4. Untuk setiap penyebab utama, identifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab dari penyebab utama.
5. Identifikasi lebih detail lagi secara bertingkat berbagai penyebab dan lanjutkan mengorganisasikannya dibawah kategori atau penyebab yang berhubungan menganalisis diagram (Universitas Dian Nuswantoro, 2014).

2.5.4 Tahapan *Design*

Pada tahapan *Design* adalah respon dari tahapan *analyze* yang telah menjelaskan detail penyebab dan cara mengatasinya dengan uraian *fishbone diagram*. Perancangan alat bantu yang disesuaikan dengan uraian dari tahapan sebelumnya menggunakan bantuan perangkat lunak *Solidworks*.

Solidworks adalah sebuah perangkat lunak *Computer Aided Design* (CAD) 3D yang mudah dioperasikan. Perangkat lunak ini dikembangkan oleh *Solidworks Corporation* yang sekarang sudah diakui oleh *Dassault System*. *Solidworks* merupakan salah satu software penting yang mulai banyak digunakan pada teknologi saat ini, selain digunakan untuk menggambar komponen 3D.

Solidworks juga bisa dipergunakan untuk mendapatkan gambar 2D dari komponen tersebut dan bisa dikonversi ke format *.dwg yang dapat dijalankan pada software *Autocad*. *Solidworks* merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat *design* produk dari yang sederhana sampai yang kompleks seperti roda gigi, wadah handphone, mesin mobil, dan sebagainya. Perangkat lunak ini merupakan salah satu opsi diantara perangkat lunak perancangan lainnya seperti *Catia*, *Inventor*, *Autocad*, dan lain-lain. Namun bagi yang berkecimpung dalam dunia teknik khususnya teknik mesin dan teknik industri, *solidworks* wajib dipelajari karena sangat sesuai dan prosesnya lebih cepat daripada harus menggunakan *autocad*.

Dokumen dari *solidworks* dapat di pindahkan ke perangkat lunak analisis seperti Ansys, FLOVENT, dan lain-lain. *Design* yang dibuat dapat disimulasikan, dianalisis kekuatan dari desain secara sederhana, maupun dibuat animasinya.

Solidworks dalam penggambaran/pembuatan model 3D menyediakan *feature-based, parametric solid modeling*. *Featurebased* dan *parametric* ini yang mempermudah bagi penggunaanya dalam membuat model 3D. Karena hal ini membuat pengguna dapat membuat model sesuai dengan intuisi. Bagian-bagian dari tampilan *solidworks* tidak jauh berbeda dengan software-software lain yang berjalan diatas windows, jadi tidak ada yang merasa aneh dengan tampilan dari *Solidworks* (Universitas Muhammadiyah Jakarta, 2019).

2.5.5 Tahapan Verify

Verifikasi terhadap implementasi rancangan alat bantu pengukuran menggunakan Rencana dan Laporan Verifikasi Desain (DVP&R). DVP&R adalah alat yang mudah digunakan yang mendokumentasikan rencana yang akan digunakan untuk mengonfirmasi bahwa suatu produk, sistem, atau komponen memenuhi spesifikasi desain dan persyaratan kinerjanya. Setiap spesifikasi desain atau persyaratan produk didokumentasikan dalam formulir DVP&R beserta analisis atau pengujian yang digunakan untuk menentukan apakah spesifikasi atau persyaratan telah terpenuhi. Setelah selesai, hasil analisis atau pengujian harus dicatat di bagian “Laporan” pada formulir DVP&R.

Format DVP&R memungkinkan dokumentasi yang lengkap dan ringkas mengenai analisis aktivitas dan verifikasi yang diselesaikan selama pengenalan produk baru, perubahan desain, atau sertifikasi ulang produk. Rencana dan Laporan Verifikasi Desain menyajikan gambaran jelas yang dapat dipahami oleh sponsor, pemangku kepentingan, dan anggota tim, sehingga semua orang dapat memahami analisis status dan pengujian verifikasi. Selain itu, DVP&R adalah alat yang sangat berguna untuk digunakan selama menyelidiki masalah kualitas selama masa pakai produk (Quality One, 2022).

2.6 Penelitian Terdahulu

Sebagai referensi tema penelitian yang diambil, peneliti membandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu yang memiliki kemiripan topik atau penggunaan metode yang sama. Hal ini bertujuan untuk menghindari praktik *plagiarisme* dan menunjukkan poin pembeda dengan penelitian terdahulu.

Berikut daftar penelitian terdahulu yang digunakan peneliti sebagai rujukan dalam pembuatan penelitian ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Metode Perancangan	Hasil Penelitian
1	Bayu Bagaswara, Fitria Dinda Kartika, Dwi Sulistyo Widya Habsari	2022	Analisis Perancangan Alat Bantu Drilling Penggurdian Pipa Menggunakan Metode DFSS dan Analisis SWO	Metode yang digunakan peneliti adalah <i>Design for Six Sigma</i> (DFSS) dengan prosedur DMADV dan menggunakan analisis Strength, Weakness, Opportunity (SWO)	Pembuatan rancangan ulang <i>design</i> jig penggurdian pipa di bengkel Lhoksumawe dengan diameter fleksibel hingga 65 mm
2	Charles G. Kibbe, Jim Lee dan Kanjicai Dong	2016	Designing a Test Fixture with DFSS Methodology	Metode yang digunakan peneliti adalah <i>Design for Six Sigma</i> (DFSS) dengan evaluasi Value Steam Mapping (VSM) dan alat desain lean yang sesuai yaitu Pemodelan 3D dan Finite Element Analysis (FEA)	Makalah ini membahas penerapan metodologi <i>Design for Six Sigma</i> (DFSS) pada desain hidrolis sambungan riser laut perlengkapan uji garis. Perlengkapan yang ditingkatkan meningkat efisiensi siklus proses pengujian dari 25% menjadi 50%.
3	S. Kumar, R.D.S.G.	2019	Rethinking modular jigs'	Metode yang digunakan	Pembuatan jig baru

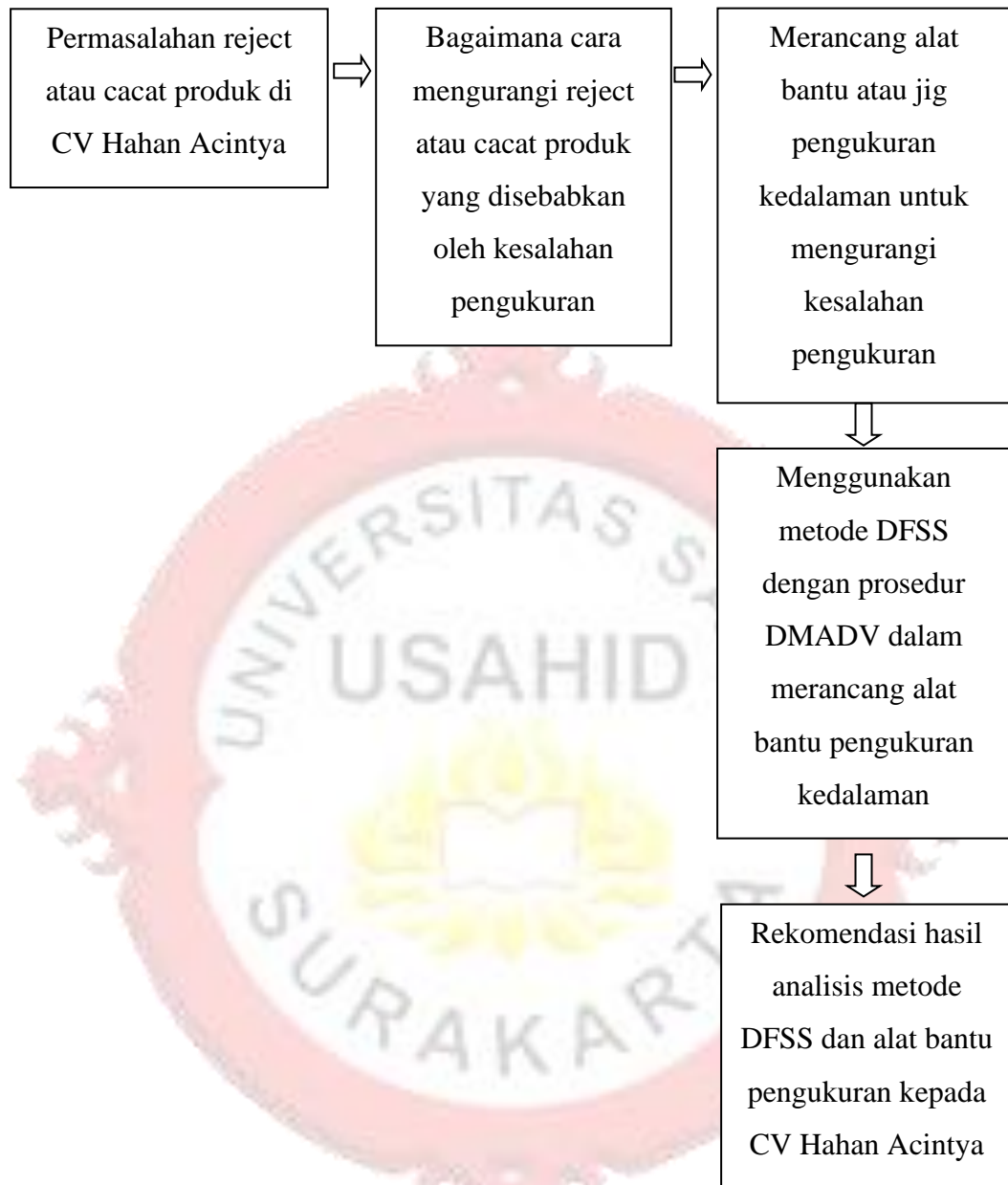
	Campilho, F.J.G. Silva		design regarding the optimization of machining times	peneliti adalah <i>Design for Six Sigma</i> (DFSS) dengan prosedur DMADV dan menggunakan analisis Strength, Weakness, Opportunity (SWO)	permesinan Winding Cone dengan mengurangi waktu set up dan mengurangi waktu permesinan dari 22,4 detik menjadi 17,1 detik
4	Sandi Ruwiyanto, Rifan Rizwan, Thyar Romadhon, Muchamad Fauzi	2021	Implementasi Lean <i>Six Sigma</i> Dalam Mengurangi Breakdown Maintenance Pada Sistem Automatic Length Control di PT XYZ Menggunakan Metode DMADV	Metode yang digunakan peneliti adalah DMADV	Pengurangan Breakdown Maintenance pada sistem ALC (Automatic Length Control) di PT XYZ sebesar 88,1% dengan mengubah desain pulley V menjadi lebih datar
5	H. Abdul Samad, Nur Khaeni Busri, Andi Arima Nurfatih	2022	Penerapan Metode <i>Design For Six Sigma</i> (DFSS) pada Kemasan Gula 1 Kg di PT. PN XIV Pabrik Gula Bone Arasoe	Metode yang digunakan peneliti adalah <i>Design For Six Sigma</i> (DFSS) dengan tahapan DMADV	Dalam penelitian ini memberikan saran perbaikan kualitas kemasan gula 1 kg dengan menggunakan metode <i>Six Sigma</i> dengan tahapan DMADV. Penelitian ini bertujuan membuat kemasan baru untuk meminimalisir

					kecacatan dan memperbaiki dari sisi praktis, menarik dan ergonomis
6	Pujosakti H	2024	Perancangan Alat Bantu (<i>Jig</i>) Digital <i>Caliper</i> Untuk Mengukur Kedalaman yang Lebih Akurat Di CV.Hahan Acintya		

Adapun perbedaan dari penelitian yang terdahulu adalah pada *jig* yang dibuat dan objek implementasi penelitian yang berbeda. Penelitian sebelumnya belum ada yang membuat *jig* alat bantu untuk pengukuran kedalaman menggunakan *digital caliper*. *Jig* atau alat bantu ukur ini akan diimplementasikan di CV. Hahan Acintya.

2.7 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir disusun dengan tujuan untuk menggambarkan paradigma atau cara berpikir peneliti sebagai jawaban atas permasalahan dalam penelitian. Permasalahan yang ada dalam penelitian di CV. Hahan Acintya berupa *reject* atau cacat yang berasal dari potensi kesalahan pengukuran atau ketidakakuratan operator dalam mengukur benda kerja. Untuk mengatasi permasalahan *reject* atau cacat karena kesalahan pengukuran, maka dibutuhkan cara agar pengukuran dapat lebih akurat dengan operator yang sama. Pembuatan alat bantu pengukuran adalah solusi untuk mengurangi kesalahan-kesalahan dalam pengukuran. Harapan dengan diimplementasikannya alat bantu pengukuran adalah meningkatnya nilai *sigma* dan turunnya jumlah cacat yang terjadi karena ketidakakuratan pengukuran.



Gambar 2. 6 Kerangka Pemikiran