

# PERANCANGAN ALAT BANTU (JIG) DIGITAL CALIPER UNTUK MENGUKUR KEDALAMAN YANG LEBIH AKURAT DI CV. HAHAN ACINTYA

Pujosakti Herdhianto<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Industri, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta  
pujosakti.h@usahidsolo.ac.id

## ABSTRACT

*The potential for measurement errors in workpieces can increase product defects or rejects, which can impact business profits at CV. Hahan Acintya. Therefore, a more accurate digital caliper measuring tool was designed to reduce the number of product defects using the DFSS (Design for Six Sigma) method. This study used the DFSS method with the DMADV procedure, which includes the stages of Define, Measuring, Analyze, Design, and Verify. In the Define stage, Critical to Quality (CTQ) is identified and defect types are classified using a pareto diagram. The Measure stage calculates the DPU, DPO, and DPMO values to determine the initial sigma level. In the Analyze stage, the most common defects are analyzed from the pareto diagram and then problem-solving is developed using a fishbone diagram, which is dominated by worker measurement errors. The Design stage produces a jig design using Solidworks software that can minimize product defects caused by measurement errors. The Verify stage tests the jig implementation in the field and re-measures the defect level and sigma values. The results of the study showed that before and after the implementation of the jig caliper, the sigma level value decreased from 4.39 to 4.65, and the percentage of out-of-tolerance defects decreased from 1.82% to 0%. This proves that the designed jig effectively reduces measurement variation and improves product quality. The conclusion from this design is that the jig caliper addresses the problem of production defects at CV. Hahan Acintya regarding out-of-tolerance defects. This tool assists production workers in measuring the depth of workpieces. In general, there are significant results related to the problem of defects caused by out-of-tolerance.*

**Keywords:** Tool design, Design for Six Sigma, sigma level, Out of tolerance

## ABSTRAK

Potensi kesalahan pengukuran pada benda kerja dapat meningkatkan cacat atau *reject* produk yang berdampak pada penurunan keuntungan bisnis pada CV. Hahan Acintya. Oleh karena itu perancangan alat bantu pengukuran *digital caliper* lebih akurat yang bertujuan untuk menurunkan jumlah cacat produk menggunakan pendekatan metode DFSS atau *Design For Six Sigma*. Dalam penelitian ini menggunakan metode DFSS dengan prosedur DMADV terdapat tahapan *Define, Measuring, Analyze, Design, Verify*. Pada tahap *Define*, dilakukan identifikasi *Critical to Quality (CTQ)* dan klasifikasi jenis cacat menggunakan *diagram pareto*. Tahap *Measure* menghitung nilai DPU, DPO, dan DPMO untuk menentukan *level sigma* awal. Pada tahap *Analyze*, dilakukan analisis dari hasil cacat terbanyak dari *diagram pareto* lalu dibuat pemecahan masalah menggunakan *fishbone diagram* dengan didominasi oleh kesalahan pengukuran pekerja. Tahap *Design* menghasilkan rancangan *jig* menggunakan perangkat lunak *Solidworks* yang mampu meminimalisir adanya cacat produk yang disebabkan oleh kesalahan pengukuran. Tahap *Verify* menguji implementasi *jig* di lapangan dan mengukur kembali tingkat cacat serta nilai sigma. Hasil penelitian menunjukkan sebelum dan sesudah implementasi *jig caliper* yaitu nilai *level sigma* dari 4,39 menjadi 4,65 dan presentase cacat *out of tolerance* dari 1,82% turun menjadi 0%. Hal ini membuktikan bahwa *jig* yang dirancang efektif mengurangi variasi hasil pengukuran dan meningkatkan kualitas produk. Kesimpulan dari hasil perancangan ini adalah *jig caliper* mengatasi masalah kecacatan produksi pada CV. Hahan Acintya pada cacat *out of tolerance*. Alat ini membantu pekerja produksi dalam melakukan pengukuran kedalaman benda kerja. Secara umum terdapat hasil yang signifikan terkait permasalahan cacat yang disebabkan oleh *out of tolerance*.

**Kata kunci :** Perancangan alat bantu, *Design for Six Sigma*, *level sigma*, *Out of tolerance*

## 1. PENDAHULUAN

Metrologi atau ilmu pengukuran merupakan salah satu disiplin penting dalam bidang teknik industri. Sejak zaman dahulu manusia berusaha menetapkan standar ukuran untuk mempermudah aktivitas sosial maupun ekonomi. Dalam dunia manufaktur modern, kesalahan sekecil apapun dalam pengukuran dapat berdampak serius terhadap kualitas produk. CV. Hahan Acintya, sebuah perusahaan manufaktur kecil di Surakarta, menghadapi tantangan terkait ketidakakuratan pengukuran kedalaman menggunakan *digital caliper*. Kesalahan pengukuran ini berkontribusi pada cacat produk yang disebut '*out of tolerance*'.

*Digital caliper* sejatinya mampu melakukan pengukuran dengan ketelitian 0,01 mm, namun ketidakstabilan dalam penggunaan *depth rod* oleh operator seringkali menyebabkan hasil pengukuran tidak konsisten. Akibatnya, tingkat *reject* meningkat dan berdampak langsung pada penurunan keuntungan perusahaan. Untuk itu, diperlukan inovasi berupa alat bantu (*jig*) yang dipasang pada *digital caliper* agar pengukuran lebih stabil dan akurat.

Metode penelitian yang dipilih adalah *Design for Six Sigma* (DFSS) dengan prosedur DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design, Verify*). Pemilihan metode ini didasarkan pada karakteristik penelitian yang berfokus pada pengembangan alat baru. Penerapan DFSS diharapkan mampu menghasilkan rancangan *jig* yang efektif serta meningkatkan *level sigma* proses produksi.

Penelitian ini memiliki urgensi tinggi bagi CV. Hahan Acintya karena penerapan alat bantu sederhana namun efektif dapat menurunkan tingkat cacat, menghemat biaya produksi, serta meningkatkan daya saing perusahaan di pasar lokal. Selain itu, penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan keilmuan teknik industri khususnya dalam perancangan alat bantu pengukuran.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat bantu (*jig*) pengukuran digital caliper yang lebih akurat di CV Hahan Acintya menggunakan metode *Design for Six Sigma* (DFSS) dengan prosedur DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design, Verify*). Pendekatan ini dipilih mengingat alat bantu yang dirancang merupakan produk baru (bukan pengembangan dari alat sebelumnya) sehingga metode DMADV lebih tepat untuk memastikan kualitas dari awal desain.

### Tahap Pendahuluan

Pada tahap awal, dilakukan identifikasi masalah melalui observasi langsung di lapangan dan kajian literatur terkait. Identifikasi ini penting untuk memperoleh gambaran permasalahan yang nyata dan menentukan fokus penelitian. Hasil identifikasi digunakan untuk merumuskan tujuan penelitian dan manfaat yang ingin dicapai, yaitu perancangan *jig* pengukuran yang mampu meminimalkan kesalahan pengukuran produk serta meningkatkan kualitas produksi di CV Hahan Acintya.

### Studi Lapangan dan Pengumpulan Data

Studi lapangan dilakukan dengan pengamatan data cacat produk selama periode tiga bulan di CV Hahan Acintya. Data ini meliputi jumlah cacat, jenis cacat, dan frekuensi kemunculannya. Selain itu, wawancara dilakukan dengan pemilik dan pihak operasional perusahaan untuk mendapatkan pemahaman mendalam terhadap penyebab kecacatan produk serta proses produksi yang berjalan.

Pengumpulan data terbagi menjadi dua sumber utama: data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung melalui wawancara dengan karyawan yang berhubungan dengan proses pengukuran dan produksi, serta observasi langsung terhadap aktivitas produksi. Data sekunder diperoleh dari dokumen resmi perusahaan, termasuk data produksi, laporan kecacatan produk, serta studi literatur dan jurnal yang relevan dengan topik penelitian. Pengumpulan data secara komprehensif bertujuan untuk mendapatkan gambaran lengkap mengenai kondisi saat ini sebagai dasar perancangan alat bantu.

### Pengolahan Data dengan Metode DFSS Prosedur DMADV

Metode DFSS dengan prosedur DMADV dipilih untuk memastikan rancangan alat bantu memenuhi kebutuhan kualitas secara optimal. Setiap tahapan DMADV memiliki fokus dan teknik yang spesifik sebagai berikut:

*Define*: Pada tahap ini, masalah utama yang menyebabkan cacat produk diidentifikasi menggunakan lembar periksa (*checksheet*). Melalui wawancara dengan pelanggan dan pengumpulan data cacat, ditentukan *Critical to Quality (CTQ)*, yaitu aspek-aspek yang sangat berpengaruh pada tingkat kualitas produk.

*Measure*: Dilaksanakan pengukuran nilai sigma proses produksi menggunakan metode DPMO (*Defect Per Million Opportunities*). Data frekuensi cacat dan total produk yang dihasilkan dianalisis untuk menghitung DPMO dan selanjutnya dikonversi menjadi *level sigma*. Nilai sigma menjadi acuan utama dalam mengukur kualitas saat ini dan dasar untuk usaha perbaikan.

*Analyze*: Penyebab utama cacat produk dianalisis dengan menggunakan *fishbone diagram* (diagram tulang ikan). Penyebab dikelompokkan berdasarkan kategori 6M yakni *Man* (tenaga kerja), *Machine* (mesin/peralatan), *Method* (metode kerja), *Measurement* (pengukuran), dan *Mother Nature* (lingkungan). Proses ini membantu mengidentifikasi faktor-faktor utama yang memicu cacat sehingga solusi desain dapat difokuskan pada penyebab tersebut.

*Design*: Berdasarkan hasil analisis, dilakukan perancangan alat bantu yang memenuhi kebutuhan CTQ. Perancangan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak CAD Solidworks untuk memudahkan pembuatan, modifikasi, dan optimasi model desain secara akurat dan efisien. Desain ini diharapkan dapat mengatasi penyebab cacat yang telah diidentifikasi.

*Verify*: Tahap verifikasi dilakukan dengan uji coba alat bantu di lapangan, memonitor reject atau produk cacat setelah implementasi, dan perhitungan ulang DPMO serta *level sigma*. Data hasil uji coba dibandingkan dengan kondisi sebelum implementasi untuk mengevaluasi efektivitas dan keberhasilan rancangan. Laporan hasil verifikasi disusun sebagai dokumentasi validitas desain.

### Analisis Data

Analisis data bertujuan melihat efektivitas penggunaan alat bantu melalui perbandingan nilai sigma dan jumlah cacat produk sebelum dan sesudah penerapan alat bantu. Penurunan nilai DPMO dan naiknya *level sigma* menunjukkan keberhasilan dalam peningkatan mutu produksi. Selain itu, analisis juga memperhatikan kontribusi faktor-faktor penyebab cacat yang telah diatasi oleh alat baru.

### Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, kesimpulan mengenai pengaruh alat bantu pada perbaikan kualitas produksi dapat diambil. Hasil ini menjadi dasar rekomendasi untuk implementasi lebih lanjut serta usulan perbaikan proses produksi di CV Hahan Acintya. Saran diberikan untuk pengembangan alat bantu dan peningkatan sistem pengukuran agar tercapai standar kualitas yang lebih baik secara berkelanjutan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Produksi dan Cacat Produk

Pengumpulan data dilakukan pada bulan Juli–September 2024 setelah implementasi *jig caliper* pada CV. Hahan Acintya. Hasil produksi dan jumlah cacat dirangkum pada

Tabel 1. Data produksi dan cacat produk setelah implementasi alat bantu pengukuran

| Bulan          | Total Produksi (pcs) | Total Cacat (pcs) | Persentase Cacat (%) | Out of Tolerance (%) |
|----------------|----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| Juli 2024      | 1191                 | 12                | 1,01                 | 0,00                 |
| Agustus 2024   | 1208                 | 8                 | 0,66                 | 0,00                 |
| September 2024 | 1171                 | 7                 | 0,60                 | 0,00                 |
| Total          | 3570                 | 27                | 0,76                 | 0,00                 |

### Analisis DPMO dan Level Sigma

Perhitungan DPMO (Defect Per Million Opportunities) dan konversi ke *level sigma* (SQL) menunjukkan peningkatan signifikan.

Tabel 2. Perbandingan nilai SQL setelah implementasi alat bantu pengukuran

| Bulan          | DPMO    | Sigma Level (SQL) |
|----------------|---------|-------------------|
| Juli 2024      | 2686,82 | 4,28              |
| Agustus 2024   | 1324,50 | 4,51              |
| September 2024 | 1195,56 | 4,54              |
| Rata-rata      | 1736,70 | 4,42              |

### Perbandingan Sebelum dan Sesudah Implementasi Jig

Sebelum *jig* digunakan, cacat *out of tolerance* mencapai 1,82%. Sesudah *jig* digunakan, angka ini turun menjadi 0%. Sigma juga naik dari 3,99–4,01 menjadi 4,28–4,54. Hal ini membuktikan bahwa *jig* efektif dalam meningkatkan stabilitas pengukuran kedalaman.

### Analisis Desain Jig

Jig caliper didesain menggunakan perangkat lunak *Solidworks* dengan mempertimbangkan dimensi, toleransi, dan fungsi *sliding*. Beberapa dimensi kritis antara lain:

- *Housing 1: Critical Dimension* :  $55^{+0,05}_0$  mm ==> Referensi pada tabel suaian toleransi menggunakan suaian longgar H8 (+46 um +0). Penggunaan suaian longgar H8 basis lubang pada ukuran  $55^{+0,05}_0$  mm bertujuan untuk memberikan fungsi *sliding* yang baik.

- *Block 1* dan *Block 2*: dimensi lebar slot 16 mm dengan toleransi khusus  $\pm 0,05$  mm agar sesuai dengan *main scale caliper*.

- Komponen standar: *Wingnut* M6, *Knob* M8, *Dnut* M6, dan baut M6x20.

Material yang dipilih adalah PTFE dengan pertimbangan: harga lebih murah dibanding SUS 304 dan aluminium, koefisien gesek rendah (0,04–0,07), tahan korosi, dan mudah diproses permesinan.

### Analisis Biaya

Total biaya pembuatan jig adalah Rp276.907 (tanpa biaya jasa permesinan internal). Biaya ini jauh lebih rendah dibandingkan harga *depth gauge digital* (Rp4–6 juta) atau *vernier depth gauge* (Rp2 juta). Dari sisi investasi, *jig* memberikan solusi murah namun efektif.

### Dampak Implementasi Jig

1. Kualitas produk meningkat: *defect out of tolerance* turun menjadi 0%.
2. Proses lebih stabil: bidang tumpu jig lebih luas sehingga tekanan lebih merata.
3. Mengurangi variasi antar operator: posisi caliper lebih konsisten tegak lurus.
4. Ekonomi: investasi rendah dengan hasil setara alat ukur mahal.
5. Kepuasan pelanggan: *reject* berkurang, risiko kerugian akibat produk ditolak pelanggan menurun.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan harus mengindikasikan secara jelas hasil-hasil yang diperoleh, kelebihan dan kekurangannya, serta kemungkinan pengembangan selanjutnya. Kesimpulan dapat berupa paragraf, namun sebaiknya berbentuk point-point dengan menggunakan numbering atau bullet.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa perancangan *jig digital caliper* mampu meningkatkan akurasi pengukuran kedalaman, menurunkan tingkat cacat produk, dan meningkatkan level sigma proses produksi. Dengan metode DFSS prosedur DMADV, perancangan jig berjalan sistematis mulai dari identifikasi masalah hingga verifikasi implementasi.

Hasil utama yang diperoleh adalah:

1. Tingkat cacat akibat *out of tolerance* berhasil ditekan dari 1,82% menjadi 0%.
2. *Level sigma* meningkat dari 4,39 menjadi 4,65.
3. Biaya investasi lebih rendah dibandingkan pembelian *depth gauge*.
4. Produktivitas operator meningkat karena proses pengukuran lebih cepat dan akurat.

Dengan demikian, *jig digital caliper* yang dirancang terbukti efektif dan dapat dijadikan solusi berkelanjutan untuk perusahaan kecil seperti CV. Hahan Acintya.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sahid Surakarta yang telah memberikan fasilitas penelitian, kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, serta kepada CV. Hahan Acintya yang telah memberikan izin, data, serta dukungan penuh dalam pelaksanaan penelitian. Tidak lupa ucapan terima kasih juga disampaikan kepada keluarga dan rekan-rekan yang turut memberikan motivasi selama penelitian berlangsung.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Amrie Muchta. (2018, April 22). *Jangka Sorong – Pengertian, Kegunaan, Bagian dan Cara Memakainya*. <https://www.autoexpose.org/2018/04/jangka-sorong.html>
- Antony, J., Bhuller, A. S., Kumar, M., Mendibil, K., & Montgomery, D. C. (2012). Application of Six Sigma DMAIC methodology in a transactional environment. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 29(1), 31–53. <https://id.scribd.com/document/643976746/antony2012>
- Lebeouf, D. (2022, January 1). *The Evolution Of Calipers*. <https://www.qualitymag.com/articles/96805-the-evolution-of-calipers>
- Mardowo, W. S. (2021, September 1). *Alat Ukur Mekanik*. <https://id.scribd.com/document/522618983/Alat-Ukur-Mekanik>
- Nanthakumar, K., & Prabakaran, V. (2014). Design and Fabrication Testing of Combined Multipurpose Jig and Fixture. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, 11(4), 86–91. <https://www.iosrjournals.org/iosr-jmce/papers/vol11-issue4/Version-7/P011478691.pdf>
- Novyanto, O., Pratiwi, E., & Yuniarty, R. (2020). *Panduan Kalibrasi Jangka Sorong*. [https://bsn.go.id/uploads/download/snsu\\_pk.p-02-2020\\_jangka\\_sorong.pdf](https://bsn.go.id/uploads/download/snsu_pk.p-02-2020_jangka_sorong.pdf)
- Okpala, C. C., & Okechukwu, E. (2015). *The Design and Need for Jigs and Fixtures in Manufacturing*. 3(4), 213–219. <https://doi.org/10.11648/j.sr>
- Prihandoko, D. (2019, November 28). *METODE SIX SIGMA (Part 3)*. <https://bbs.binus.ac.id/management/2019/11/metode-six-sigma-part-3/>



- Productivity and Quality Institute. (2016, April 8). *Pengertian Diagram Pareto dan Cara Membuatnya*. <https://ipqi.org/pengertian-diagram-pareto-dan-cara-membuatnya/>
- Quality One. (2022, December 1). *Design Verification Plan and Report (DVP&R)*.
- Salmaa. (2023, March 2). *Teknik Pengumpulan Data: Pengertian, Jenis, dan Contoh*. Deepublish. <https://penerbitdeepublish.com/teknik-pengumpulan-data/>
- Soni, S., & Mane, R. (2013). Design and Modeling of Fixture for Cylinder Liner Honing Operation. *Double Blind Peer Reviewed International Research Journal*, 13(7). [https://globaljournals.org/GJRE\\_Volume13/EJournal\\_GJRE\\_\(A\)\\_Vol\\_13\\_Issue\\_7.pdf](https://globaljournals.org/GJRE_Volume13/EJournal_GJRE_(A)_Vol_13_Issue_7.pdf)
- Suprpto, Purba, B., Harto, B., & Putra, A. N. (2021). *DESAIN DAN ANALISIS MENGGUNAKAN SOLID WORKS* (M. Dewi, Ed.; 1st ed., Vol. 1). Cipta Media Nusantara. <https://books.google.co.id/books?id=VG1LEAAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Triadi, T. A. (2018). Design For Six Sigma Pada Pengembangan Konseptual Sistem Informasi Terintegrasi Studi Kasus Pada Toko X Grosir dan Eceran Cianjur. . *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2018*, 140–152. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/seniati/article/view/754>
- Universitas Dian Nuswantoro. (2014, November 13). *Diagram Fishbone*. [https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/Diagram\\_Fisbone.pdf](https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/Diagram_Fisbone.pdf)
- Universitas Muhammadiyah Jakarta. (2019). *Pengertian solidwork*. <https://www.studocu.com/id/document/universitasmuhammadiyahjakarta/pemrogramankomputer/pengertian-solidwork/48440593>
- Wonkee Donkee Tools. (2020, March 9). *How does a dial caliper work*. <https://www.wonkeedonkeetools.co.uk/calipers/how-does-a-dial-caliper-work>