

Analisis Proses Pembuatan Inspection Jig untuk Produk Draglink Roda Empat di PT Indo Integral Sekawan

Raykhal Dimas Majestica

Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

*raykhaldimas09@gmail.com

Abstract

Steering system components in four-wheeled vehicles, such as *draglink*, require a high level of precision and quality to ensure driving safety and comfort. Therefore, an accurate and consistent inspection process using an *inspection jig* is essential. The quality of an *inspection jig* is strongly influenced by the accuracy of its manufacturing process, making an analysis of the jig fabrication stages important to support effective product quality control. This study aims to analyze the manufacturing process of an *inspection jig* for four-wheeled vehicle *draglink* products at PT Indo Integral Sekawan. The research employs a qualitative descriptive method with a case study approach. Data were collected through direct observation of the jig manufacturing process, interviews with technicians and operators, and documentation of technical data and production procedures. The results indicate that the *inspection jig* manufacturing process has been carried out systematically, starting from design, material selection, *machining* processes, assembly, to testing and calibration. The use of SKD61 and SKD11 materials provides good wear resistance and dimensional stability. Testing results show that approximately 95% of the *inspection jigs* meet the specified tolerances at the initial calibration stage, while the remaining require *fine adjustment*.

Keywords: *Inspection Jig, Draglink, Quality Control, Machining, Automotive Industry*

Abstrak

Komponen sistem kemudi kendaraan roda empat, seperti *draglink*, menuntut tingkat presisi dan kualitas yang tinggi untuk menjamin keselamatan dan kenyamanan berkendara. Oleh karena itu, diperlukan proses inspeksi yang akurat dan konsisten dengan menggunakan *inspection jig*. Kualitas *inspection jig* sangat dipengaruhi oleh ketepatan proses pembuatannya, sehingga analisis terhadap tahapan pembuatan jig menjadi penting dalam mendukung pengendalian mutu produk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses pembuatan *inspection jig* untuk produk *draglink* roda empat di PT Indo Integral Sekawan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses pembuatan jig, wawancara dengan teknisi dan operator, serta dokumentasi data teknis dan proses produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pembuatan *inspection jig* telah dilakukan secara sistematis, mulai dari perancangan, pemilihan material, proses *machining*, perakitan, hingga pengujian dan kalibrasi. Penggunaan material SKD61 dan SKD11 memberikan ketahanan aus dan kestabilan dimensi yang baik. Proses pengujian menunjukkan bahwa sekitar 95% *inspection jig* memenuhi toleransi yang ditetapkan pada tahap awal, sedangkan sisanya memerlukan *fine adjustment*.

Kata Kunci: *Inspection Jig, Draglink, Quality Control, Machining, Industri Otomotif*

Pendahuluan

Perkembangan industri otomotif yang semakin pesat menuntut setiap komponen kendaraan untuk diproduksi dengan tingkat presisi, kualitas, dan keamanan yang tinggi (Kurniawan, 2025). Salah satu komponen penting dalam sistem kemudi kendaraan roda empat adalah *draglink*, yang berfungsi meneruskan gerakan kemudi dari *steering gearbox* ke roda depan. Ketidaksesuaian dimensi atau cacat pada komponen *draglink* dapat menyebabkan gangguan stabilitas kendaraan, menurunkan kenyamanan berkendara, bahkan berpotensi menimbulkan risiko keselamatan bagi pengguna. Oleh karena itu, pengendalian kualitas (*quality control*) pada komponen ini menjadi aspek yang sangat krusial dalam proses produksi (Maksum & Purwanto, 2021).

Untuk menjamin bahwa produk *draglink* memenuhi spesifikasi teknis dan standar mutu yang telah ditetapkan, diperlukan sistem inspeksi yang akurat, konsisten, dan efisien. Salah satu alat yang banyak digunakan dalam proses inspeksi di industri manufaktur adalah *inspection jig*. *Inspection jig* merupakan alat bantu inspeksi yang dirancang khusus untuk memosisikan produk secara tepat sehingga proses pengukuran dimensi dapat dilakukan dengan cepat dan presisi (Fikrananda, 2025). Penggunaan *inspection jig* tidak hanya meningkatkan akurasi hasil inspeksi, tetapi juga mampu mengurangi ketergantungan pada keterampilan operator serta meminimalkan potensi kesalahan pengukuran (Prasetyo & Dewi, 2025).

Namun demikian, kualitas hasil inspeksi sangat bergantung pada kualitas *inspection jig* itu sendiri. *Inspection jig* yang tidak dirancang dan dibuat dengan baik dapat menghasilkan kesalahan pengukuran, ketidakkonsistenan hasil inspeksi, serta menurunkan efektivitas pengendalian mutu (Rusnaldy, 2021). Proses pembuatan *inspection jig* merupakan rangkaian tahapan yang kompleks, mulai dari perancangan desain berdasarkan spesifikasi produk, pemilihan material yang sesuai dengan kebutuhan mekanis, proses *machining* presisi, perakitan, hingga pengujian dan kalibrasi. Setiap tahapan tersebut memiliki peran penting dalam menentukan tingkat akurasi, stabilitas, dan keandalan jig saat digunakan dalam inspeksi massal.

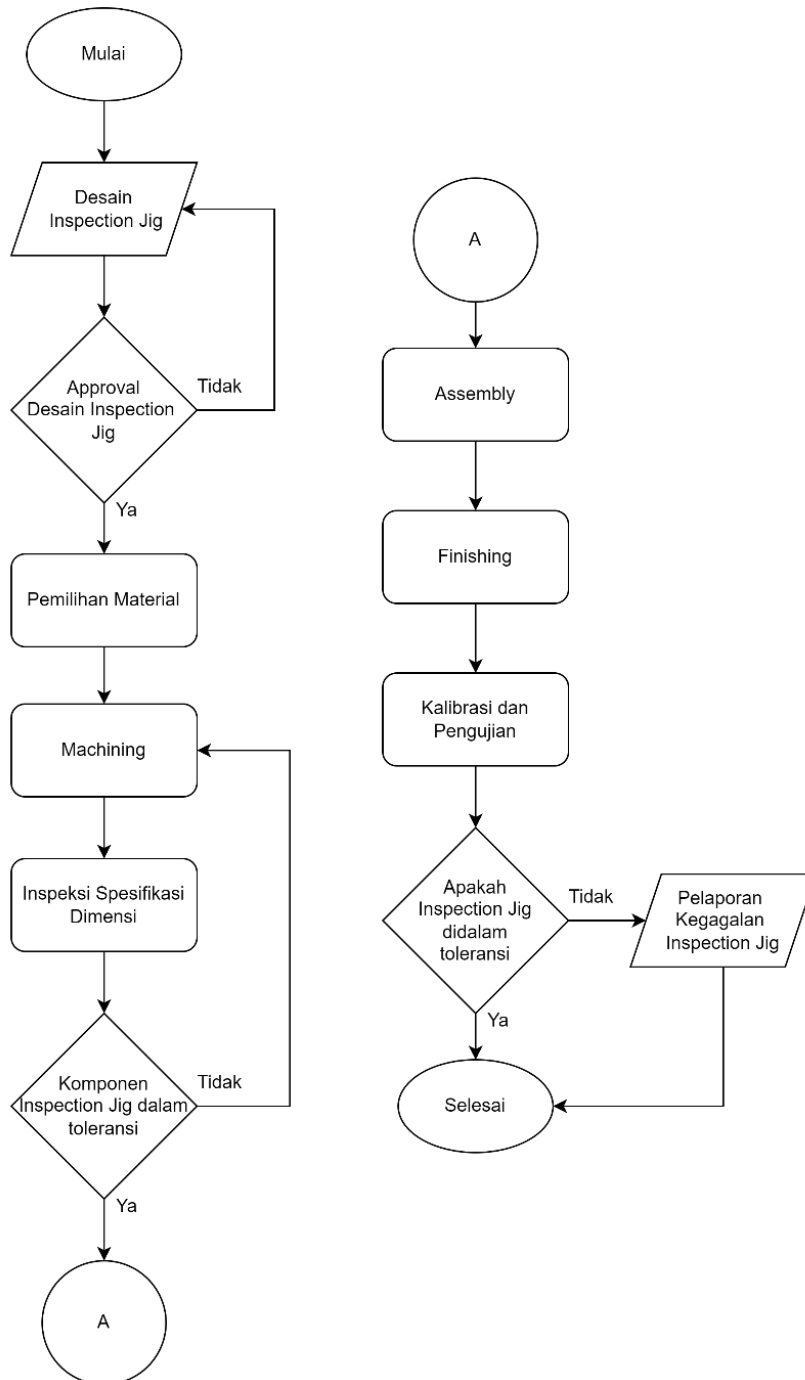
PT Indo Integral Sekawan sebagai salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi komponen otomotif menerapkan *inspection jig* dalam proses pengendalian kualitas produk *draglink* roda empat. Dalam praktiknya, proses pembuatan *inspection jig* di perusahaan ini memerlukan analisis yang mendalam untuk memastikan bahwa jig yang dihasilkan mampu memenuhi tuntutan presisi tinggi, efisiensi produksi, serta ketahanan penggunaan dalam jangka panjang. Tantangan seperti pemilihan material yang tepat, pengendalian toleransi selama proses *machining*, serta kestabilan dimensi setelah perakitan menjadi faktor-faktor kritis yang perlu dikaji secara sistematis.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses pembuatan *inspection jig* untuk produk *draglink* roda empat di PT Indo Integral Sekawan. Analisis difokuskan pada tahapan perancangan, pemilihan material, proses *machining*, perakitan, serta pengujian dan kalibrasi jig. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif

mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas *inspection jig*, serta menjadi bahan evaluasi dan referensi dalam upaya peningkatan efektivitas pengendalian kualitas produk *draglink* di industri otomotif.

Metode Penelitian

A. Diagram Alir Metodologi Produksi



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Produksi

Gambar 1 menunjukkan diagram alir metodologi penelitian ini menggambarkan langkah-langkah utama dalam proses penelitian:

1. Mulai

Tahapan inisiasi dimulai dari identifikasi kebutuhan akan *inspection jig*, berdasarkan spesifikasi produk *draglink* dan keperluan inspeksi di lini produksi.

2. Desain Inspection Jig

Tim *engineering* membuat rancangan *jig* menggunakan perangkat lunak CAD (seperti SolidWorks atau AutoCAD) dengan mempertimbangkan:

- a. Titik-titik referensi ukur.
- b. Posisi penempatan *draglink*.
- c. Sistem pengunci dan pembatas.
- d. Toleransi dimensi.

3. Approval Desain Inspection Jig

Desain diajukan ke *Quality Control* dan Produksi untuk diverifikasi. Approval diberikan jika desain sudah memenuhi standar teknis seperti kekuatan material seperti ketahanan aus, kemudahan proses machining dan toleransi dimensi, serta fungsional seperti kemudahan inspeksi dan efektivitas penguncian *draglink*.

4. Pemilihan Material

Setelah desain disetujui, material dipilih berdasarkan kebutuhan mekanis *jig*, seperti ketahanan aus, kekakuan, dan kestabilan dimensi. Umumnya digunakan logam (mild steel, tool steel) atau kombinasi dengan plastik teknik.

5. Machining (Pemrosesan Material)

Material diproses melalui tahap pemesinan, yang meliputi:

- a. Pemotongan bahan mentah.
- b. Pembubutan dan milling.
- c. Pengeboran untuk posisi pin atau *referencing*.
- d. Pemesinan presisi untuk menjaga toleransi.

6. Inspeksi Spesifikasi Dimensi

Setelah *machining* selesai, dilakukan pemeriksaan dimensi setiap komponen *jig* menggunakan alat ukur presisi seperti vernier caliper, micrometer, dan dial *gauge*.

7. Approval komponen dalam toleransi

- Jika lolos, lanjut keperakitan.
- Jika tidak, dilakukan koreksi atau remachining.

8. Assembly (Perakitan)

Komponen yang telah lulus inspeksi dirakit menjadi satu unit *jig*. Proses ini harus memastikan posisi pin, slot, dan *stopper* terpasang sesuai dengan desain.

9. Finishing

Proses akhir meliputi:

- a. Pembersihan.
- b. Pelapisan permukaan (anti karat, cat, dll).
- c. Pengecekan kekokohan sambungan.

10. Kalibrasi dan Pengujian

Jig diuji langsung dengan produk *draglink*:

- a. Untuk melihat apakah posisi ukur sudah presisi.
- b. Untuk memastikan *referencing point* dan sistem pengunci bekerja sesuai fungsinya.

11. Evaluasi Apakah Jig Dalam Toleransi?

Jika *jig* menghasilkan hasil ukur yang sesuai dengan batas toleransi:

- Lanjut ke “Selesai”, *jig* siap digunakan. Jika di luar toleransi:
- Dilakukan *fine adjustment*, atau
- Dilaporkan sebagai kegagalan dan direvisi.

12. Pelaporan Kegagalan Inspection Jig

Jika *jig* tidak dapat diperbaiki melalui *fine adjustment*, maka dibuat laporan kegagalan untuk perbaikan lebih lanjut atau pembuatan ulang.

13. Selesai

Inspection jig dinyatakan selesai dan siap digunakan setelah lulus uji kalibrasi dan masuk dalam batas toleransi teknis (Ahmad et al., 2024).

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat : PT. INDO INTEGRAL SEKAWAN

Alamat Perusahaan : Jl. Metro RT 002 RW 008 Ds Telanjung - Setu Cikarang Barat Bekasi, Jawa Barat 17530.

Waktu Pelaksanaan : 1 Juli 2024 s/d – 2 Agustus 2024

C. Tahapan Analisis

1. Identifikasi Tahapan Pembuatan:

Mengurai seluruh tahapan proses pembuatan *inspection jig* mulai dari desain awal, pemilihan material, pemesinan, perakitan, hingga *finishing*.

2. Analisis Faktor Kritis:

Menganalisis faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap kualitas *jig*, seperti ketelitian proses *machining*, jenis material, keakuratan perakitan, serta proses pengujian akhir.

3. Evaluasi Efisiensi Proses:

Menilai sejauh mana proses pembuatan *jig* ini efektif dan efisien berdasarkan waktu produksi, biaya, dan kualitas hasil akhir.

D. Metode Pengumpulan Data

Kegiatan pengumpulan data awal dan data akhir yang dilakukan dapat menggunakan berbagai metode untuk mendapatkan datanya:

1. Observasi

Pengumpulan data dengan metode observasi dilakukan selama proses pembuatan *inspection jig* berlangsung. Cara pengumpulannya dengan langsung memantau dengan visual atau menggunakan alat dan instrumen, serta mencatat tahapan proses pembuatan yang berlangsung.

2. Wawancara

Metode wawancara dilakukan dengan teknisi dan operator untuk mendapatkan informasi tambahan tentang perencanaan pembuatan, langkah-langkah proses pembuatan yang dilakukan.

3. Dokumentasi

Metode dokumentasi dengan cara mengumpulkan dan memeriksa dokumen produksi dan perencanaan yang sudah ada untuk memperoleh data spesifikasi dan penjelasan teknis yang terkait (Adlini et al., 2022; Agustianti et al., 2022; Nazir, 2011; Noeng Muhadjir, 1996).

Hasil dan Pembahasan

A. Analisis Proses Pembuatan *Inspection Jig*

Proses pembuatan *inspection jig* untuk produk *draglink* di PT Indo Integral Sekawan dilakukan melalui serangkaian tahapan sistematis yang bertujuan menghasilkan alat inspeksi yang presisi, andal, dan efisien digunakan dalam proses produksi massal. Tahapan tersebut meliputi:

1. Desain *Inspection Jig*:

Perancangan *jig* dilakukan menggunakan perangkat lunak CAD berdasarkan spesifikasi produk *draglink*. Proses ini mempertimbangkan fitur dimensi kritis, titik ukur, dan metode penempatan produk saat inspeksi.

2. Approval Desain:

Desain yang telah selesai kemudian diverifikasi dan disetujui oleh bagian *engineering* dan *quality control* untuk memastikan kesesuaian dengan kebutuhan inspeksi.

3. Pemilihan Material:

Material dipilih berdasarkan kekuatan mekanik, ketahanan terhadap aus, dan kestabilan dimensi selama penggunaan berulang dalam proses inspeksi. Dalam pembuatan *inspection jig* di PT Indo Integral Sekawan, digunakan dua jenis material utama, yaitu SKD61 yang telah dihardent hingga kekerasan 50–60 HRC dan SKD11.

a. SKD61 (*Hot Work Tool Steel*)

Material ini dipilih untuk komponen *jig* yang mengalami kontak langsung berulang dan gesekan dengan produk, seperti *stopper* atau *referencing* pin. SKD61 adalah baja perkakas kerja panas dengan kandungan krom tinggi, sehingga memiliki keuletan pengerasan dan ketahanan aus yang baik (Kumar dkk., 2021).

SKD61 memiliki ketahanan panas dan keausan yang sangat baik, serta mampu mempertahankan kekerasan setelah perlakuan panas (*hardening*). Material ini memiliki tingkat kekerasan 50–60 HRC, yang setara dengan kemampuan menahan deformasi dan abrasi dalam kondisi tekanan dan gesekan tinggi saat proses inspeksi. Semakin tinggi nilai HRC (*Hardness Rockwell C*), semakin besar pula ketahanan material terhadap perubahan bentuk dan keausan, sehingga ideal untuk komponen *jig* yang sering bersentuhan dengan produk secara presisi.

b. SKD11 (Cold Work Tool Steel)

SKD-11 merupakan baja perkakas untuk kerja dingin yang memiliki kandungan krom tinggi dan banyak digunakan dalam industri perkakas karena mampu menahan beban potong dan bentuk yang tinggi pada kecepatan gesek yang bervariasi (Kumar et al., 2021). Digunakan untuk bagian-bagian *jig* yang membutuhkan ketahanan aus tinggi dan stabilitas dimensi, terutama pada posisi pengunci atau pengarah produk. SKD11 memiliki kekuatan tinggi, ketahanan aus superior, serta tahan terhadap deformasi plastik. Karakteristik ini membuatnya ideal untuk memastikan bahwa *jig* tetap presisi meskipun digunakan dalam siklus produksi yang berulang dan intensif.

4. *Machining* (Pemrosesan Material):

Material yang telah dipilih kemudian diproses dengan mesin bubut, frais, dan bor presisi untuk membentuk bagian-bagian *jig* sesuai desain.

5. *Assembly* (Perakitan):

Seluruh komponen *jig* yang telah dimachining dirakit sesuai posisi dan orientasi yang sudah ditentukan, dengan toleransi pemasangan yang ketat.

6. *Finishing*:

Setelah perakitan, dilakukan proses *finishing* seperti deburring, pelapisan anti karat, dan pembersihan akhir.

7. Inspeksi Dimensi Akhir:

Jig yang telah selesai dirakit diuji kesesuaian dimensinya menggunakan alat ukur standar untuk memastikan sesuai dengan spesifikasi desain.

B. Pengujian dan Kalibrasi *Inspection Jig*

Setelah proses pembuatan selesai, *inspection jig* menjalani tahap pengujian dan kalibrasi sebagai berikut:

1. Pengujian Fungsional:

Jig diuji secara langsung dengan contoh produk *draglink* untuk memastikan bahwa semua titik ukur dapat dijangkau dan dikunci dengan tepat. Jika ditemukan ketidaksesuaian posisi atau kesulitan dalam penempatan produk, *jig* akan direvisi.

2. Kalibrasi Titik Ukur:

Titik-titik ukur pada *jig*, terutama yang menggunakan pin, *stopper*, dan *referencing point*, dikalibrasi menggunakan alat ukur seperti mikrometer atau CMM (*Coordinate Measuring Machine*). Ketelitian kalibrasi ditargetkan pada rentang $\pm 0,01$ mm hingga $\pm 0,02$ mm untuk setiap titik ukur, sesuai dengan standar inspeksi komponen otomotif yang memerlukan akurasi tinggi.

3. Pemeriksaan Batas Toleransi:

Jig harus mampu memverifikasi dimensi produk sesuai batas toleransi yang ditentukan (*Go/No-Go*). Jika titik ukur berada di luar batas toleransi, maka *jig* dinyatakan gagal dan harus disesuaikan ulang. *Jig* harus mampu memverifikasi dimensi produk dengan batas toleransi:

a. Toleransi dimensi panjang dan diameter: $\pm 0,05$ mm

b. Toleransi posisi lubang dan *referencing point*: $\pm 0,02$ mm

Nilai toleransi ini mengacu juga pada standar umum pembuatan *jig* otomotif

yang menuntut presisi tinggi untuk menjaga kesesuaian komponen pada sistem kemudi.

4. Simulasi Inspeksi Berulang:

Simulasi inspeksi berulang dilakukan untuk memastikan kestabilan dan keakuratan *jig* setelah digunakan secara intensif. Proses ini dilakukan dengan menjalankan pengujian inspeksi sebanyak 100 kali siklus menggunakan produk draglink L300. Hasil yang didapatkan dari simulasi ini adalah:

- a. Setelah 50 siklus, tidak ditemukan pergeseran atau keausan signifikan pada pin pengunci dan *referencing point*.
- b. Pada siklus ke-75, terjadi deviasi kecil sebesar +0,005 mm pada salah satu *referencing pin*, namun masih dalam batas toleransi yang diizinkan yaitu $\pm 0,01$ mm.
- c. Setelah mencapai 100 siklus, rata-rata pergeseran dimensi yang terukur adalah 0,007 mm, tetap di bawah batas maksimal yang ditentukan yaitu $\pm 0,01$ mm.

Dengan hasil ini, *jig* dinyatakan konsisten dan stabil untuk penggunaan inspeksi massal, tanpa perlu penyetelan ulang setelah pengujian berulang. Namun, disarankan untuk melakukan pengecekan ulang setiap mencapai 500 siklus inspeksi untuk memastikan tetap dalam kondisi presisi.

C. Evaluasi Kualitas Proses Pembuatan Inspection Jig

Berdasarkan observasi dan hasil kerja praktik di PT Indo Integral Sekawan, dapat disimpulkan beberapa poin evaluasi terkait kualitas proses pembuatan *inspection jig*:

1. Kesesuaian Dimensi:

Hampir seluruh *inspection jig* yang diproduksi mampu memenuhi spesifikasi dimensi dengan toleransi yang ditetapkan. Ini menunjukkan bahwa proses *machining* dan perakitan dilakukan dengan akurasi yang baik.

2. Tingkat Keberhasilan Kalibrasi:

Tingkat keberhasilan kalibrasi merupakan indikator penting dalam menentukan apakah *inspection jig* sudah siap digunakan untuk proses inspeksi produk *draglink* secara akurat dan konsisten. Berdasarkan hasil observasi selama pelaksanaan kerja praktik di PT Indo Integral Sekawan, diketahui bahwa sekitar 95% *inspection jig* berhasil lolos proses kalibrasi pada tahap pertama, tanpa memerlukan penyesuaian tambahan. Namun demikian, sekitar 5% *jig* lainnya memerlukan proses *fine adjustment*. *Fine adjustment* merupakan penyesuaian akhir yang dilakukan untuk memastikan bahwa setiap titik ukur, *referencing pin*, *stopper*, dan komponen lainnya berada tepat dalam posisi sesuai spesifikasi desain, khususnya dalam batas toleransi yang sangat kecil (biasanya $\pm 0,01-0,02$ mm).

Proses *fine adjustment* ini meliputi beberapa tindakan teknis, antara lain:

- a. Menyetel ulang posisi komponen menggunakan slot atau lubang lonjong, dengan bantuan dial indicator atau height *gauge*, agar posisi pin atau *stopper* sejajar dan simetris terhadap sumbu referensi *draglink*.
- b. Penambahan shim (lembaran logam tipis) di bawah permukaan dudukan komponen jika terjadi deviasi elevasi kecil yang tidak dapat dikoreksi dengan penyetelan biasa.
- c. Melonggarkan dan menyetel kembali baut pengikat adjustable untuk menggeser atau mengubah sudut posisi bagian-bagian tertentu secara halus.
- d. Melakukan re-*machining* minor pada permukaan tertentu jika ditemukan perbedaan geometri akibat akumulasi toleransi selama proses *machining* dan *assembly*.
- e. Seluruh aktivitas *fine adjustment* dilakukan dengan alat ukur presisi dan dikontrol oleh teknisi yang berpengalaman agar hasil penyesuaian benar-benar presisi dan stabil. Setelah penyesuaian selesai, *jig* diuji ulang dan umumnya berhasil lolos kalibrasi tanpa perlu tindakan tambahan.

Dari hasil ini, dapat diketahui bahwa keberhasilan kalibrasi sangat dipengaruhi oleh akurasi proses perakitan dan ketersediaan sistem penyetelan pada *jig*, serta keterampilan teknisi dalam melakukan penyetelan mikro (*fine tuning*) terhadap posisi elemen-elemen penting *jig*.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil kerja praktik dan analisis proses pembuatan *inspection jig* untuk produk *draglink* roda empat di PT Indo Integral Sekawan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: *Pertama*, proses pembuatan *inspection jig* terdiri dari tahapan yang sistematis dan saling berkaitan, mulai dari desain menggunakan CAD, *approval* desain, pemilihan material, *machining*, perakitan, hingga *finishing* dan inspeksi awal. *Kedua*, pengujian dan kalibrasi merupakan tahap penting untuk menjamin bahwa *jig* berfungsi sesuai spesifikasi teknis dan mampu memberikan hasil inspeksi yang akurat dan konsisten. *Jig* yang tidak memenuhi standar akan dikembalikan untuk dikoreksi sebelum digunakan di lini produksi. *Ketiga*, keberadaan *inspection jig* sangat penting dalam menjamin kualitas produk *draglink* agar sesuai dengan standar keselamatan dan kenyamanan dalam sistem kemudi kendaraan roda empat.

Daftar Pustaka

- Adlini, M. N., Dinda, A. H., Yulinda, S., Chotimah, O., & Merliyana, S. J. (2022). Metode penelitian kualitatif studi pustaka. *Jurnal Edumaspul*, 6(1), 974–980. <https://ummaspul.e-journal.id/maspuljr/article/view/3394>
- Agustianti, R., Nussifera, L., Angelianawati, L., Meliana, I., Sidik, E. A., Nurlaila, Q., Simarmata, N., Himawan, I. S., Pawan, E., & Ikhram, F. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif*. Tohar Media.
- Ahmad, N., Ismawati, N., Dyah, A. I., Rijanto, A., & Anita, A. (2024). *Metodologi Penelitian Bidang Permesinan*.

- Fikrananda, B. (2025). *Evaluasi Sistem Preventive Maintenance pada Mesin Beveling Untuk Mengurangi Downtime di PT. Artas Energi Petrogas*. <https://eprints.untirta.ac.id/id/eprint/49888>
- Kumar, S., Ranjan Maity, S., & Patnaik, L. (2021). A comparative study on wear behaviors of hot work and cold work tool steel with same hardness under dry sliding tribological test. *Materials Today: Proceedings*, 44, 949–954. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.004>
- Kurniawan, D. (2025). *PT Musashi Auto Parts Indonesia: Strategi Manufaktur Komponen Presisi dan Peran Kunci dalam Rantai Pasok Otomotif Nasional*. Afdan Rojabi Publisher.
- Maksum, H., & Purwanto, W. (2021). *Sistem Kemudi, Rem dan Suspensi*. UNP PRESS.
- Nazir, M. (2011). *Metode Penelitian, Cetakan Ke Tujuh*. Bogor: Penerbit Ghalia Indonesia.
- Noeng Muhadjir. (1996). *Metode Penelitian Kualitatif*. Rakesarasin.
- Prasetyo, I., & Dewi, A. Y. (2025). *Metrologi Industri & Kontrol Kualitas dalam Bidang Teknik*. Penerbit NEM.
- Rusnaldy. (2021). Inspeksi Kualitas Hasil Las Proses Pengelasan SMAW dengan Menggunakan Jig Sebagai Alat Bantu. *Rotasi*, 23(2), 43–49. <https://doi.org/10.14710/rotasi.23.2.43-49>