



RANCANG BANGUN CHAIN ADJUSTER PADDOCK MENGGUNAKAN MESIN CNC (*COMPUTER NUMERICAL CONTROL*) DENGAN METODE PAHL AND BEITZ

**Fransiskus Rulli¹, Muhamad Toha Mutohir², Muhammad Aidil Dzulfikar Saviola³,
I Kadek Ardiana⁴, Morang⁵**

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi
Yogyakarta

Alamat: Jl. Glagahsari No.63, Warungboto, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah
Istimewa Yogyakarta 55164

fransiskusrulli0302@gmail.com, muhamadtohamutohir03@gmail.com, ijulpikar15@gmail.com,
kadekardiana892@gmail.com, bangmor014@gmail.com

ABSTRACT. *The development of the automotive industry in Indonesia has increased the demand for precise and functional motorcycle components. This study aims to design and manufacture a paddock chain adjuster for Honda motorcycles using the Pahl and Beitz design method and CNC machining. The Pahl and Beitz method was applied systematically through task clarification, concept design, embodiment design, and detailed design to ensure the product meets functional, technical, and manufacturability requirements. The produced chain adjuster demonstrated accurate dimensions, proper functionality, and the integration of a paddock pin as an added value compared to conventional products. Economic analysis showed a production cost of IDR 91,000 per unit and a selling price of IDR 150,000, resulting in a positive profit margin, while the Break Even Point (BEP) of 2.6 units indicated financial feasibility even at small production volumes. Raw material inventory can also be managed efficiently, with an Economic Order Quantity (EOQ) of 35 kg and a Reorder Point (ROP) of 3 kg. In conclusion, the paddock chain adjuster designed and manufactured using the Pahl and Beitz method and CNC machining is technically, functionally, and economically feasible and has the potential to enhance the competitiveness of local automotive spare parts.*

Keywords: *Paddock Chain Adjuster, Pahl and Beitz Method, CNC Machining, Automotive Spare Parts, Economic Feasibility*

ABSTRAK. *Perkembangan industri otomotif di Indonesia mendorong kebutuhan akan komponen sepeda motor yang presisi dan fungsional. Penelitian ini bertujuan merancang dan memproduksi chain adjuster paddock untuk sepeda motor Honda menggunakan metode perancangan Pahl and Beitz serta pemrosesan dengan mesin CNC. Metode Pahl and Beitz diterapkan secara sistematis melalui tahap klarifikasi tugas, perancangan konsep, perancangan wujud, dan perancangan detail untuk memastikan produk memenuhi persyaratan fungsional, teknis, dan manufaktur. Hasil produksi menunjukkan chain adjuster memiliki dimensi yang presisi, fungsi yang baik, serta integrasi fitur jalu paddock sebagai nilai tambah dibanding produk konvensional. Analisis ekonomi menunjukkan biaya produksi per unit sebesar Rp91.000 dengan harga jual Rp150.000, menghasilkan margin keuntungan positif, sementara Break Even Point (BEP) sebesar 2,6 unit menandakan kelayakan finansial pada skala produksi kecil. Pengelolaan persediaan bahan baku juga dapat dilakukan secara efisien dengan Economic Order Quantity (EOQ) sebesar 35 kg dan Reorder Point (ROP) 3 kg. Kesimpulannya, chain adjuster paddock yang dirancang dan diproduksi menggunakan metode Pahl and Beitz serta mesin CNC layak secara teknis, fungsional, dan ekonomis, serta berpotensi meningkatkan daya saing produk sparepart otomotif lokal.*

Kata kunci: *Chain Adjuster Paddock, Metode Pahl and Beitz, Mesin CNC, Sparepart Otomotif, Kelayakan Ekonomi*

PENDAHULUAN

Perkembangan industri otomotif roda dua di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring dengan tingginya permintaan masyarakat. Kondisi ini mendorong

pertumbuhan industri pendukung, khususnya dalam produksi suku cadang (sparepart), yang berperan penting dalam menunjang perawatan kendaraan serta meningkatkan daya saing produk lokal melalui komponen yang presisi dan berkualitas.

Salah satu komponen penting dalam sistem pemindah tenaga sepeda motor adalah *chain adjuster*. Komponen ini berfungsi menjaga ketegangan rantai, memastikan kesejajaran roda belakang dengan *swing arm*, serta mencegah loncatan rantai yang dapat menurunkan performa dan keamanan kendaraan. Oleh karena itu, *chain adjuster* harus memiliki kekuatan, ketahanan aus, dan presisi geometris yang baik.

Berdasarkan kondisi aktual di pabrik yang menjadi objek penelitian, produksi *chain adjuster* saat ini masih terbatas pada motor Kawasaki Ninja. Sementara itu, *chain adjuster* untuk motor Honda seperti CBR dan CB150R belum tersedia, meskipun jumlah pengguna motor Honda di Indonesia sangat besar. Keterbatasan ini menyebabkan potensi pasar belum dimanfaatkan secara optimal dan mengurangi daya saing produk. Penelitian ini bertujuan mengembangkan desain *chain adjuster* yang kompatibel dengan motor Honda dengan mengintegrasikan metode perancangan sistematis *Pahl and Beitz*. Penerapan kedua metode tersebut diharapkan mampu menghasilkan produk yang fungsional, efisien, dan layak diproduksi massal guna meningkatkan daya saing industri *sparepart* otomotif nasional.

KAJIAN TEORI

1. *Chain Adjuster Paddock*

Chain adjuster paddock merupakan komponen mekanik yang berfungsi mengatur dan menjaga ketegangan rantai sepeda motor agar transmisi tenaga dari mesin ke roda belakang berlangsung optimal. Ketegangan rantai yang tidak sesuai dapat menyebabkan keausan berlebih atau gangguan keselamatan. *Chain adjuster* dipasang pada ujung *swing arm* dan bekerja dengan mekanisme baut pengatur untuk menggeser posisi as roda belakang. Oleh karena itu, perancangannya harus memperhatikan presisi dimensi, kekuatan material, dan kemudahan perakitan.

2. Mesin CNC (Computer Numerical Control)

Mesin *CNC* adalah mesin perkakas yang dikendalikan komputer menggunakan program numerik (*G-code*) untuk menghasilkan komponen dengan tingkat presisi dan konsistensi tinggi. Teknologi ini mampu mengurangi kesalahan manusia serta meningkatkan efisiensi produksi. Dalam penelitian ini, mesin *CNC* digunakan untuk memproduksi *chain adjuster paddock* berdasarkan desain *CAD* melalui proses *milling*, *drilling*, dan *profiling* dengan parameter pemesinan tertentu.

3. Metode Perancangan *Pahl and Beitz*

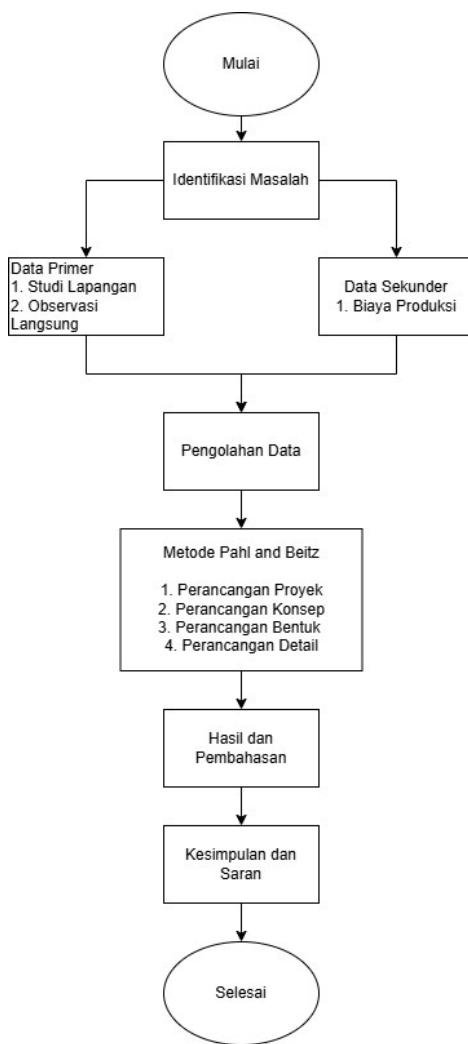
Metode *Pahl and Beitz* adalah metode perancangan produk yang sistematis dan terstruktur untuk menghasilkan solusi desain yang optimal. Metode ini terdiri dari empat tahap utama, yaitu perencanaan dan klarifikasi tugas, perancangan konsep, perancangan wujud, dan perancangan detail (Razaq et al., 2021). Penerapan metode ini membantu memastikan desain produk memenuhi kebutuhan fungsional, teknis, dan manufaktur secara terintegrasi.

4. Biaya Produksi

Biaya produksi merupakan seluruh biaya yang dikeluarkan untuk mengubah bahan baku menjadi produk jadi. Biaya ini meliputi biaya bahan baku, tenaga kerja langsung, dan biaya *overhead* pabrik. Selain itu, biaya produksi dapat dibedakan menjadi biaya tetap dan biaya variabel. Pengelolaan biaya produksi yang efisien sangat penting untuk meningkatkan daya saing dan profitabilitas produk.

METODE PENELITIAN

Metode Pahl and Beitz merupakan metode perancangan produk yang bersifat sistematis dan terstruktur, yang dikembangkan oleh Gerhard Pahl dan Wolfgang Beitz. Metode ini banyak digunakan dalam bidang teknik dan rekayasa karena mampu membantu perancang dalam mengembangkan produk secara rasional, logis, dan terdokumentasi dengan baik. Tujuan utama metode ini adalah menghasilkan solusi desain yang optimal berdasarkan analisis fungsi, kebutuhan, dan batasan teknis yang ada. Metode Pahl and Beitz membagi proses perancangan ke dalam empat tahap utama, yaitu perencanaan dan klarifikasi tugas, perancangan konsep, perancangan wujud, dan perancangan detail.



Gambar 1. Diagram flow Penelitian

Diagram alir penelitian ini menunjukkan tahapan pelaksanaan penelitian secara sistematis dalam pengembangan *chain adjuster*. Penelitian diawali dengan identifikasi masalah yang menjadi dasar penentuan tujuan penelitian. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data yang terdiri dari data primer melalui studi lapangan dan observasi langsung, serta data sekunder berupa data biaya produksi dan informasi pendukung lainnya. Data yang diperoleh kemudian diolah sebagai dasar perancangan produk

menggunakan metode Pahl and Beitz yang meliputi tahap perancangan proyek, perancangan konsep, perancangan bentuk, dan perancangan detail. Hasil perancangan dianalisis dan dibahas pada tahap hasil dan pembahasan, kemudian dirangkum dalam kesimpulan dan saran sebagai rekomendasi untuk pengembangan selanjutnya.

HASIL

1. Biaya Produksi

Hasil pengumpulan data menunjukkan bahwa total biaya produksi chain adjuster paddock terdiri dari biaya bahan baku, biaya sewa bengkel CNC, dan biaya overhead. Biaya bahan baku aluminium T651 sebesar Rp375.000, biaya sewa bengkel CNC sebesar Rp1.000.000, serta biaya overhead berupa jalu paddock sebesar Rp250.000. Berdasarkan perhitungan unit cost, total biaya produksi per unit sebesar Rp91.000 dengan harga jual produk Rp150.000, sehingga diperoleh laba kotor sebesar Rp59.000 per unit. Hasil ini menunjukkan bahwa secara finansial produk memiliki margin keuntungan positif dan layak untuk diproduksi pada skala UMKM.

2. Operation Process Chart (OPC)

Hasil penyusunan *Operation Process Chart (OPC)* menunjukkan bahwa proses produksi chain adjuster paddock didominasi oleh aktivitas operasi pemesinan CNC seperti milling, drilling, dan turning. Proses inspeksi dilakukan pada titik-titik kritis, yaitu setelah pemesinan utama dan pada tahap akhir produksi.

Struktur OPC menunjukkan alur produksi yang sistematis dan tidak ditemukan proses yang redundan. Hal ini mengindikasikan bahwa proses manufaktur telah dirancang secara efisien dengan tetap memperhatikan pengendalian kualitas produk.

3. Analisis Break Even Point (BEP)

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai *Break Even Point (BEP)* diperoleh sebesar 2,6 unit. Artinya, titik impas tercapai apabila produksi dilakukan minimal sebanyak 3 unit. Sementara itu, nilai BEP dalam satuan rupiah sebesar Rp390.156.

Nilai BEP yang rendah menunjukkan bahwa risiko kerugian finansial relatif kecil dan produk berpotensi menghasilkan keuntungan meskipun diproduksi dalam jumlah terbatas.

4. Economic Order Quantity (EOQ) dan Reorder Point (ROP)

Hasil perhitungan *Economic Order Quantity (EOQ)* menunjukkan bahwa jumlah pemesanan bahan baku aluminium yang optimal adalah sebesar 35 kg per sekali pemesanan. Sementara itu, hasil perhitungan *Reorder Point (ROP)* menunjukkan bahwa pemesanan ulang bahan baku perlu dilakukan ketika stok aluminium mencapai 3 kg.

Hasil ini menunjukkan bahwa pengelolaan persediaan bahan baku dapat dilakukan secara efisien untuk meminimalkan biaya penyimpanan dan risiko kekurangan material.

5. Penerapan Metode Pahl and Beitz

Hasil penerapan metode Pahl and Beitz menunjukkan bahwa proses perancangan chain adjuster paddock telah melalui tahapan klarifikasi tugas, perumusan fungsi, perancangan wujud, dan perancangan detail secara sistematis. Produk hasil perancangan memiliki fungsi utama sebagai pengatur posisi roda belakang sekaligus dudukan paddock.

Hasil pemesinan menggunakan mesin CNC menghasilkan produk dengan dimensi yang sesuai dengan gambar teknik dan mampu berfungsi dengan baik berdasarkan uji fungsional. Integrasi fitur jalu paddock pada chain adjuster menjadi nilai tambah dibandingkan produk standar yang beredar di pasaran.

6. Pengujian Produk

Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa chain adjuster paddock mampu menopang beban roda belakang secara stabil saat digunakan pada paddock. Produk tidak mengalami deformasi visual dan tetap mempertahankan posisi roda dengan baik. Selain itu, proses pemasangan dan pelepasan dapat dilakukan dengan mudah tanpa memerlukan modifikasi tambahan pada kendaraan.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan memproduksi *chain adjuster paddock* untuk sepeda motor Honda dengan menerapkan metode perancangan Pahl and Beitz serta proses pemesinan menggunakan mesin CNC. Metode Pahl and Beitz mampu menghasilkan desain yang sistematis dan terstruktur mulai dari tahap klarifikasi kebutuhan hingga perancangan detail, sehingga produk yang dihasilkan memenuhi aspek fungsional, teknis, dan manufaktur.

Hasil produksi menunjukkan bahwa *chain adjuster paddock* memiliki presisi dimensi yang sesuai dengan gambar teknik dan mampu berfungsi dengan baik berdasarkan pengujian fungsional. Integrasi fitur *jalu paddock* pada desain memberikan nilai tambah dari sisi fungsionalitas dibandingkan produk sejenis yang beredar di pasaran.

Dari aspek ekonomi, biaya produksi per unit sebesar Rp91.000 dengan harga jual Rp150.000 menghasilkan margin keuntungan yang positif. Nilai Break Even Point (BEP) sebesar 2,6 unit menunjukkan bahwa produk layak diproduksi meskipun dalam jumlah terbatas. Selain itu, hasil analisis *EOQ* dan *ROP* menunjukkan bahwa pengelolaan persediaan bahan baku dapat dilakukan secara efisien.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa perancangan *chain adjuster paddock* menggunakan metode Pahl and Beitz dan mesin CNC layak diterapkan serta berpotensi meningkatkan daya saing produk sparepart otomotif lokal, khususnya untuk memenuhi kebutuhan pasar sepeda motor Honda di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adly Kurnia, M., Widiantoro Jurusan Teknik Mesin, H., Negeri Bandung, P., Gegerkalong Hilir, J., Parongpong, K., Bandung Barat, K., & Barat, J. (2022). Perancangan Mesin Pengupas Kulit Ari Kopi dengan Model Preskriptif Pahl & Beitz. In *Jurnal Rekayasa Mesin* (Vol. 17, Issue 3).
<https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>
- Fauzan, M. Z., & Prasetyo, E. (2024). *PerancanganmesinPengaduk Adonan Beton Portable*.
- Hadi, Y. R., & Suryadi, A. (2021). PERANCANGAN MESIN PENGAYAK DAUN KERING BAHAN BAKU PUPUK ORGANIK DI CV. GLOBAL BUMI PUTRA DENGAN PENDEKATAN METODE PAHL AND BEITZ. In *Juminten : Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi* (Vol. 02, Issue 04).
- Kardyansyah Winata, E., & Suryadi, A. (2020). PERANCANGAN KURSI TUNGGU YANG ERGONOMIS UNTUK LANSIA DENGAN METODE PAHL AND BEITZ PADA KLINIK XYZ SIDOARJO. In *Juminten : Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi* (Vol. 01, Issue 06).

- Mufdi, A. T., Ernawati, D., Studi Teknik Industri, P., Teknik, F., Pembangunan Nasional, U., Timur Rungkut Madya, J. J., Anyar, G., Gunung Anyar, K., Surabaya, K., & Timur, J. (2020). PERANCANGAN PRODUK MULTIFUNCTION BOX YANG ERGONOMIS DENGAN MENGGUNAKAN METODE PAHL & BEITZ. In *Juminten : Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi* (Vol. 01, Issue 05).
- Ramadhan¹, M. N., Wahyudi², M. R., Misbahusshudur³, M., & Jakarta⁴, R. B. (2024). PERANCANGAN DESAIN PRODUK MEJA RESEPSIONIS MENGGUNAKAN METODE PAHL AND BEITZ. In *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi* (Vol. 2, Issue 10).
- Razaq, F. K., Suryadi, A., & Erlina Purnamawati, dan. (2021). PERANCANGAN MEJA BELAJAR MULTIFUNGSI ERGONOMIS DENGAN METODE PAHL AND BEITZ GUNA MENDUKUNG AKTIVITAS BELAJAR DI RUMAH. In *Juminten : Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi* (Vol. 02, Issue 02).