

PERANCANGAN CETAKAN PERMANEN *CLAMPING CONNECTOR* UNTUK LISTRIK TEGANGAN TINGGI

1) Program studi S1 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Jl. Kapten Suparman No. 39, Potrobangsari, Magelang, Jawa Tengah, 56116

Corresponding email ¹⁾ : andhikaajik@gmail.com

Received: 18.09.2024

Accepted: 25.10.2024

Published: 28.12.2024

©2024 Politala Press
All Rights Reserved

Andhika Aji Kusuma¹⁾

Abstrak. Penelitian ini berfokus pada perancangan *clamping connector* untuk sistem listrik tegangan tinggi dengan menggunakan metode pengecoran cetakan permanen. Desain dikembangkan menggunakan perangkat lunak CAD/CAM, dengan material yang dipilih berdasarkan kekuatan mekanis dan ketahanan suhu. Prototipe dibuat menggunakan teknologi CNC untuk memastikan presisi. Metode perancangan cetakan permanen dipilih untuk mengurangi biaya produksi dan meningkatkan efisiensi tanpa memerlukan proses pengelasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini menghasilkan cetakan *clamping connector* yang dapat memproduksi tanpa penggunaan las. Rancangan produk serta cetakan permanen berhasil diselesaikan dan siap untuk diproduksi.

Kata Kunci: *Clamping connector*, cetakan permanen, CAD

Abstract. This research focuses on the design of a *clamping connector* for high-voltage electrical systems using the permanent mold casting method. The design was developed using CAD/CAM software, with materials selected based on mechanical strength and temperature resistance. A prototype was created using CNC technology to ensure precision. The permanent mold design method was chosen to reduce production costs and improve efficiency without the need for welding processes. The results of the research indicate that this method produces *clamping connectors* that can be manufactured without the use of welding. The product design and permanent mold have been completed and are ready for production.

Keywords: *Clamping connector*, permanent mold, CAD

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v11i2.292>

1. Pendahuluan

Tenaga listrik telah menjadi bagian dari kehidupan banyak orang. Oleh karena itu pembangunan infrastruktur ketenagalistrikan harus didasarkan pada prinsip manfaat, efisiensi, keamanan, serta keselamatan. Peningkatan pembangunan infrastruktur menyebabkan kebutuhan komponen kelistrikan menjadi bertambah [1]. Salah satu komponen yang banyak digunakan adalah konektor.

Konektor listrik adalah komponen kelistrikan untuk menyediakan jalur konduksi antara konduktor yang dihubungkan. Konektor listrik juga menggabungkan dua atau lebih konduktor untuk membentuk jalur listrik secara terus menerus. Tingkatan tegangan pada sistem transmisi listrik di Indonesia dibagi menjadi beberapa kategori, termasuk tegangan besar dalam rentang 70-150 kV [2]. Jenis konektor yang telah dikembangkan dapat digolongkan menjadi tiga kategori utama, yaitu mekanikal, kompresi, dan fusi [3]. Salah satu jenis konektor yang banyak digunakan adalah *clamping connector*.

Cetakan logam, biasanya terbuat dari baja atau besi cor, digunakan untuk pengecoran cetakan permanen. Cetakan ini terdiri dari dua bagian yang dirancang untuk membuka dan menutup dengan baik. [4]. Dalam proses pengecoran, kelebihan dari cetakan permanen adalah dapat digunakan untuk berulang kali [5]. Pengecoran cetakan permanen (*die casting*) merupakan proses menuangkan logam cair panas ke dalam cetakan. *Die casting* dibagi menjadi 2 jenis proses yaitu pengecoran *gravity die casting* dan pengecoran *high pressure die casting*. Proses *High Pressure die casting* merupakan proses pencetakan logam dengan cetakan logam, logam cair dimasukkan ke dalam

cetakan dengan kecepatan dan tekanan tinggi hingga mencapai fase pemadatan [6]. Metode *gravity die casting* digunakan dengan mendaur ulang aluminium bekas, menggunakan gaya gravitasi dan cetakan permanen [7].

Pembuatan *clamping connector* dapat menggunakan berbagai metode pengecoran, salah satunya dengan metode pengecoran cetakan permanen (*molding*). *Clamping connector* memiliki banyak variasi bentuk sehingga memerlukan banyak komponen dalam pembuatannya. Hal tersebut menyebabkan biaya produksi menjadi lebih mahal dan kurang efisien.

2. Tinjauan Pustaka

Konektor listrik adalah komponen kelistrikan yang sering digunakan. Pada skala produksi pabrik, jumlah produksi konektor mencapai puluhan ribu unit dengan variasi bentuk produk yang beragam. Untuk meningkatkan efisiensi, desain *bolted type connector* dikembangkan tanpa menggunakan metode pengelasan dalam produksinya. Sebagai solusi dalam penelitian ini, disarankan untuk memproduksi konektor dengan menggunakan metode pengecoran. Permasalahan utama yang muncul dalam penelitian ini adalah tingginya biaya investasi saat melakukan produksi tanpa penggunaan las. Solusi dari hal tersebut adalah dengan pembuatan cetakan permanen yang fleksibel [8].

Model konektor banyak tersedia di pasaran, seperti *bolted type connector*, *coupler connector*, dan *straight connector*. Penelitian sebelumnya memiliki desain *Bolted type connector* dan *straight connector*, namun masih memiliki kelemahan pada kekakuan bentuk sehingga muncul gagasan untuk desain ulang [9][10]. Hasil dari penelitian ini menunjukkan perbaikan pada kemampuan tarik dan bobot yang lebih ringan dibandingkan desain acuan dan memperbaiki bentuk body clamp yang sebelumnya telah dibuat..

3. Metodologi

Metodologi ini dirancang untuk memastikan bahwa proses perancangan dan pembuatan prototipe dapat dilakukan. Adapun tahapan-tahapan penelitian ini meliputi studi literatur, perancangan awal, pemilihan material, hingga pembuatan prototipe dan evaluasi hasil. Metodologi penelitian ini dibagi ke dalam beberapa tahap, yaitu::

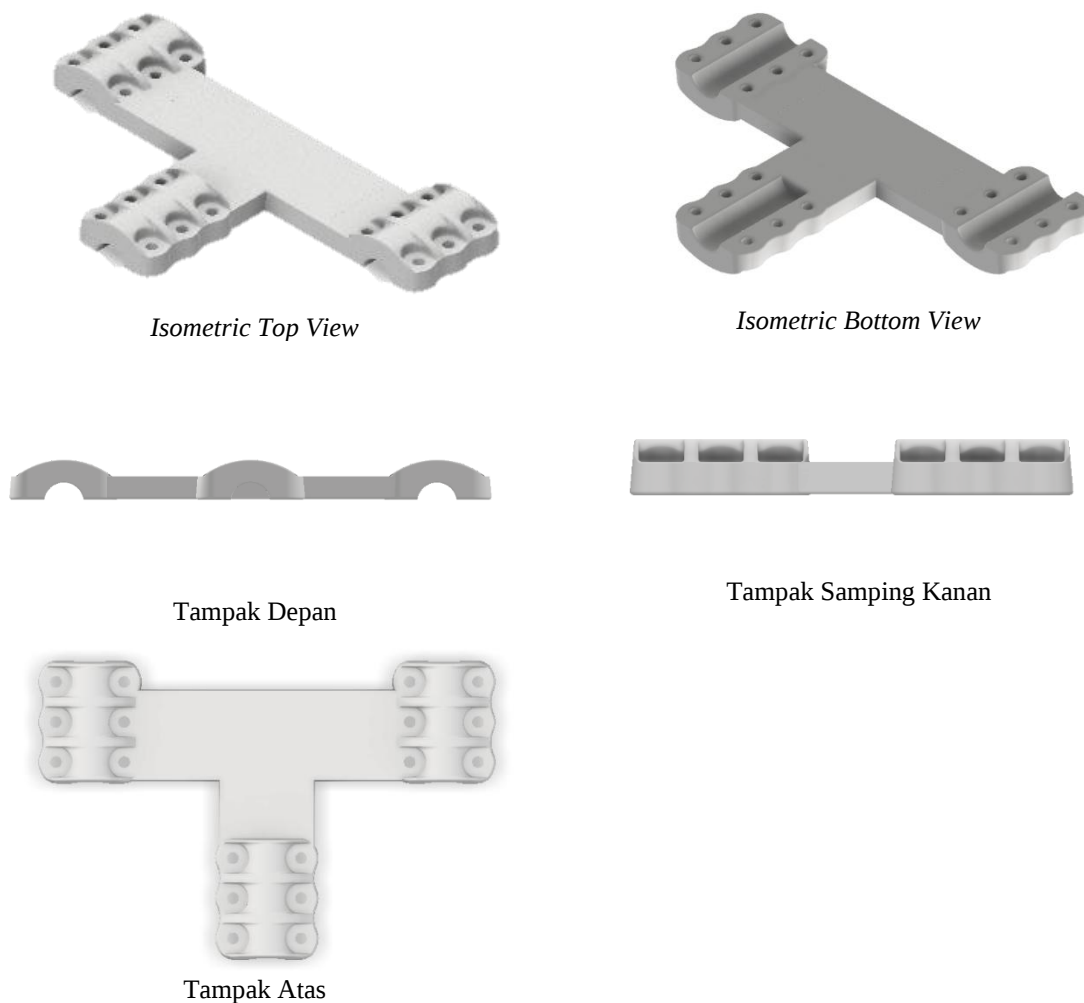
1. Studi Literatur
Melakukan penelaahan terhadap referensi yang membahas tentang cetakan permanen, material, teknik perancangan, serta aplikasi *clamping connector* pada sistem listrik tegangan tinggi.
2. Konsep Desain
Membuat desain awal *clamping connector* dan cetakan permanen menggunakan perangkat lunak CAD/CAM. Aplikasi CAD/CAM digunakan untuk membuat desain untuk komponen mesin dan membuat program CNC untuk proses permesinan [11].
3. Identifikasi aspek yang diperlukan
Konsep desain dapat dibuat dengan memperhatikan aspek teknis dan juga aspek dari desain. Untuk aspek teknis antara lain aspek dalam penggunaan cetakan seperti dapat dibuka dan ditutup secara efisien, sedangkan untuk aspek desain antara lain yaitu pembuatan konsep desain hingga ke perakitan (*assembly*)
4. Penentuan Material
Memilih material yang tepat untuk pembuatan *clamping connector* dan cetakan berdasarkan karakteristik mekanis, daya tahan terhadap suhu tinggi, dan ketahanan korosi. Dalam proses pengecoran logam, material besi cor sering digunakan. [12]. Dengan demikian, dapat menjadi pilihan yang baik untuk bahan yang akan digunakan untuk cetakan karena kekerasan material meningkat dengan tingkat *preheating* yang lebih tinggi. [13].
5. Analisis Desain
Melakukan analisis mendetail terkait desain, termasuk aspek ukuran, geometri dari *clamping connector* dengan teknologi CAD. Pemodelan 3D menggunakan teknologi CAD sebagai dasar proses perancangan, yang mencakup semua tahapan mulai dari desain konseptual, perancangan detail, perakitan, presentasi, dan dokumentasi [14]. Proses produksi prototipe cetakan permanen dapat menggunakan teknik manufaktur CNC. Mesin CNC dapat memproduksi barang dengan kualitas tinggi dan presisi tinggi berkat pemrograman CNC dalam industri [15].
6. Penyempurnaan Desain (Jika Diperlukan)
Melakukan revisi desain berdasarkan proses produksi untuk memperbaiki cetakan atau *clamping connector*, jika diperlukan.
7. Kesimpulan dan Rekomendasi
Membuat kesimpulan dari penelitian dan membuat saran untuk pengembangan atau penggunaan produk.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil perancangan terdiri dari desain produk dan cetakan permanen *clamping connector*. Hasil perancangan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

Hasil Desain Produk

Hasil dari proses perancangan *clamping connector* untuk listrik tegangan tinggi telah berhasil diselesaikan menggunakan perangkat lunak CAD. Desain ini mengutamakan kemudahan produksi serta efisiensi dalam pembuatan komponen. Desain ini dirancang agar kompatibel dengan proses manufaktur yang ada, mengoptimalkan penggunaan bahan, serta meminimalkan langkah-langkah tambahan dalam produksi. Untuk dimensi produk ukuran terluar yaitu panjang 465 mm, lebar 320 mm, dan tinggi 38 mm. Hasil desain produk dapat dilihat pada gambar 1.

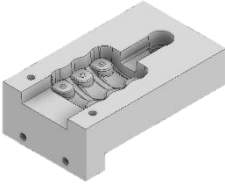
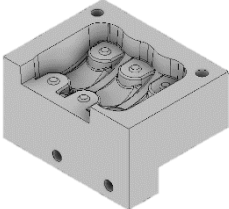
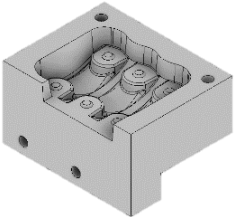
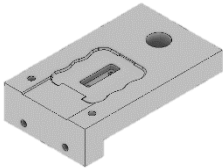
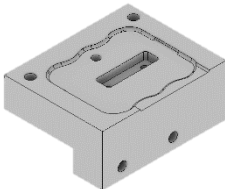
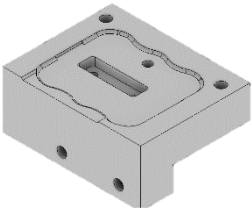
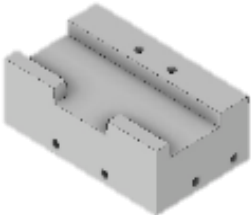


Gambar 1. Hasil rancangan produk *clamping connector*

Hasil Rancangan Cetakan Permanen

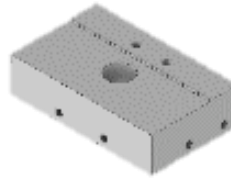
Cetakan ini dirancang dengan tujuan untuk memudahkan proses produksi massal serta memastikan konsistensi kualitas pada setiap produk yang dihasilkan. Terbuat dari bahan besi cor, rancangan cetakan ini terdiri dari *lower mold*, *upper mold*, dan juga penggunaan *extension*.

Table 1. Hasil Rancangan Cetakan

No	Komponen	Desain	Ukuran
1	Lower Master Mold 1		Panjang : 297mm Lebar : 175 mm Tinggi : 65 mm
2	Lower Master Mold 2		Panjang : 165 mm Lebar : 130 mm Tinggi : 65 mm
3	Lower Master Mold 3		Panjang : 165mm Lebar : 130 mm Tinggi : 65 mm
4	Upper Master Mold 1		Panjang : 297mm Lebar : 175 mm Tinggi : 65 mm
5	Upper Master Mold 2		Panjang : 165 mm Lebar : 130 mm Tinggi : 65 mm
6	Upper Master Mold 3		Panjang : 165mm Lebar : 130 mm Tinggi : 65 mm
7	Lower Bridge		Panjang : 280 mm Lebar : 165 mm Tinggi : 65 mm

8

Upper Bridge



Panjang : 180 mm
Lebar : 165 mm
Tinggi : 65 mm

9

Extension Wire V1



Panjang : 115 mm
Lebar : 32 mm
Tinggi : 50 mm

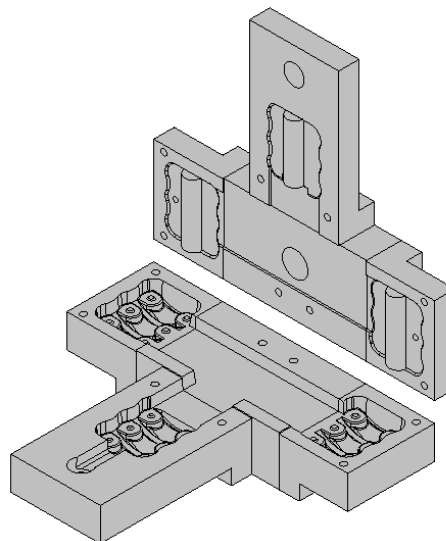
10

Extension Wire V2



Panjang : 115 mm
Lebar : 32 mm
Tinggi : 50 mm

Setelah desain cetakan selesai, proses *assembly* cetakan permanen *clamping connector* juga telah berhasil dilakukan. Rancangan cetakan ini memudahkan proses produksi dengan memastikan semua komponen terpasang dengan presisi. Hasil *assembly* menunjukkan cetakan permanen siap digunakan secara efisien, mendukung kualitas dan konsistensi dalam produksi massal. Untuk dimensi terluar pada rancangan cetakan yaitu panjang 550 mm, lebar 467 mm, dan tinggi 165 mm.



Gambar 2. Hasil rancangan *assembly* cetakan

5. Kesimpulan

Rancangan untuk produk dan cetakan permanen *clamping connector* yang digunakan dalam sistem listrik tegangan tinggi telah berhasil diselesaikan, mencakup semua aspek teknis dan desain yang diperlukan untuk memastikan kinerja dan fungsi yang optimal.

6. Saran

Untuk meningkatkan kualitas cetakan permanen, disarankan dalam proses produksi untuk mengatur parameter *cutting* dan *toolpath* yang tepat agar proses machining CNC berjalan dengan presisi, efisien dan dapat menjaga kualitas dari cetakan.

Daftar Pustaka

- [1] Ditjen Ketenagalistrikan Kemen ESDM, "Draft RUKN 2023-2060," *Kementeri. Energi dan Sumber Daya Mineral.*, 2023.
- [2] C. I. Cahyadi, K. Atmia, and A. Fitriani, "Analisis Pengaruh Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Transmisi 150 kV Menggunakan Software Etap 12.6," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 126–130, 2022, doi: 10.37905/jjee.v4i2.13306.
- [3] G. Z. Ditroia, G., Ronald Lai, Kenneth Woo, "Connector Theory and Application," *A Guid. to Connect. Des. Specif. 4th Ed.*, 2018.
- [4] M. . Groover, *Principles of Modern Manufacturing 5th Edition*, 5th ed. NewJersey: John Wiley & Sons Pte. Ltd., 2013.
- [5] M. Iqbal, Y. Umardani, and A. Suprihanto, "Perancangan Desain Cetakan Injection Molding untuk Pembuatan Insole Sepatu Berbahan Silicon Rubber," *J. Tek. Mesin S-1*, vol. 9, no. 3, pp. 407–416, 2021.
- [6] R. Manullang, S. Ulgari, B. Maruli, T. Pakpahan, and S. Artikel, "Investigasi dari Proses Parameter Die Casting pada Kualitas High Pressure Die Casting ADC 10 Alloys Parts," *Mech. Eng. Learn.*, vol. 9, no. 2, pp. 1–4, 2020.
- [7] U. Sukanto and M. F. B. Putra, "Pengaruh Suhu Tuang dan Cetakan Pengecoran Aluminium Bekas Menggunakan Gravity Die Casting terhadap Kecacatan," *J. Metall. Eng. Process. Technol.*, vol. 2, no. 2, p. 21, 2022, doi: 10.31315/jmept.v2i2.6512.
- [8] M. W. B. N. Satria, "Desain Ulang Dan Analisis Elemen Hingga Pada Bolted Type Connector Untuk Listrik Tegangan Tinggi," *Univ. Gajah Mada*, 2020.
- [9] K. Budiyo, "Desain Ulang Dan Analisis Pada Komponen Jaringan Listrik Tegangan Tinggi Bolted Parallel Groove Clamp Connector." Universitas Tidar, 2022.
- [10] A. H. S. Faza, "Desain Ulang Dan Analisis Straight Connector Pada Jaringan Listrik Tegangan Tinggi," *Univ. Tidar*, 2022.
- [11] B. S. Wijanarka, *CADCAM untuk Mesin Bubut dan Frais CNC Menggunakan Mastercam 9 dan X3*. 2013.
- [12] D. D. Wijaya, H. Budiman, A. L. Belakang, and B. Tujuan, "Analisa Proses Pengecoran Fcd 450 Dengan Metode Cetakan Pasir Kering (Dry-Sand Molds) Pada Produk Sprocket," *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 10, no. 0233, pp. 36–40, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/view/1368>
- [13] H. A. S. P. Pamungkas, "Analisa struktur mikro besi cor kelabu hasil cetakan permanen," *Univ. Muhammadiyah Surakarta*, 2019.
- [14] Z. A. Abid, H. Syamsuri, and A. Herdiana, "Perancangan Sistem Insinerator Sampah Plastik Layak Bakar Ramah Lingkungan Di Kampus Unigal Ciamis," *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.*, vol. 9, no. 2, pp. 265–268, 2023, doi: 10.33197/jitter.vol9.iss2.2023.1041.
- [15] B. Burhanudin, E. Suryono, A. Prasetyo, B. Margono, Z. Zainuddin, and A. Rahmatulloh, "Pengembangan Pola Pembelajaran Pemograman Cnc Melalui Integrasi G Code, Simulator Cnc Dan Cam," *Abdi Masya*, vol. 4, no. 2, pp. 219–224, 2023, doi: 10.52561/abma.v4i2.310.