

Application of Thermal Overload Relay for Hydraulic Drive Motor Protection on Hobbing Machine at PT Tjokro Putra Perkasa

Penggunaan Thermal Overload Relay untuk Pengamanan Motor Dinamo Hidraulis pada Mesin Hobbing di PT Tjokro Putra Perkasa

Rahmad Yanuar Arianto¹, Dwi Hadidjaja R.S.^{2*}

*Email corresponding author: dwiHadidjaja1@umsida.ac.id.

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Abstract. Electrical motors used to drive hydraulic systems in manufacturing machines require protection against abnormal operating conditions, particularly overload and phase-related disturbances that can increase motor heating. This article discusses the use of a Thermal Overload Relay (TOR) as a protection device for the hydraulic drive motor on a hobbing machine observed during Field Work Practice at PT Tjokro Putra Perkasa. The method used was descriptive qualitative observation through direct observation of the machine and electrical panel, identification of protection and control components, observation of TOR trip conditions, and involvement in corrective actions and TOR resetting. The discussion focuses on the function, working principle, selection considerations, inspection sequence, and resetting procedure of the TOR. The observation indicates that TOR provides an important layer of motor protection by detecting sustained excessive current and initiating the control circuit to stop the motor through the contactor. In practice, resetting the TOR should only be performed after the cause of the trip has been identified and the abnormal condition has been corrected. Proper adjustment according to the motor nameplate current and routine inspection of connections and hydraulic load are important to maintain reliable operation and reduce the risk of motor overheating and production interruption.

Keywords – *Thermal Overload Relay, Hydraulic Motor, Hobbing Machine, Motor Protection, Manufacturing Industry, Field Work Practice.*

Abstrak. Motor listrik yang digunakan untuk menggerakkan sistem hidraulis pada mesin manufaktur memerlukan sistem pengamanan terhadap kondisi operasi yang tidak normal, khususnya beban lebih dan gangguan fasa yang dapat menyebabkan kenaikan temperatur motor. Artikel ini membahas penggunaan Thermal Overload Relay (TOR) sebagai perangkat pengaman motor dinamo hidraulis pada mesin Hobbing yang diamati selama kegiatan Praktik Kerja Lapangan di PT Tjokro Putra Perkasa. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif melalui pengamatan langsung terhadap mesin dan panel kelistrikan, identifikasi komponen proteksi dan kontrol, pengamatan kondisi TOR trip, serta keterlibatan dalam tindakan perbaikan dan reset TOR. Pembahasan difokuskan pada fungsi, prinsip kerja, pertimbangan pemilihan, tahapan pemeriksaan, dan prosedur reset TOR. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa TOR menjadi salah satu lapisan pengamanan penting karena mendeteksi arus berlebih yang berlangsung dalam waktu tertentu dan memberikan tindakan pada rangkaian kontrol untuk menghentikan motor melalui kontaktor. Dalam praktiknya, reset TOR dilakukan setelah penyebab trip diperiksa dan kondisi abnormal diperbaiki. Penyetelan TOR sesuai arus nominal pada nameplate motor serta pemeriksaan rutin terhadap sambungan listrik dan beban hidraulis diperlukan untuk menjaga keandalan operasi, mengurangi risiko panas berlebih, dan mencegah gangguan proses produksi.

Kata Kunci – *Thermal Overload Relay, Motor Hidraulis, Mesin Hobbing, Pengamanan Motor, Industri Manufaktur, Praktik Kerja Lapangan.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur menuntut mesin produksi mampu bekerja secara kontinu, aman, dan memiliki tingkat keandalan yang baik. Mesin Hobbing merupakan salah satu mesin pemrosesan yang digunakan dalam proses pembuatan roda gigi. Proses hobbing termasuk proses pembentukan gigi secara generating cutting dan dikenal sebagai salah satu proses produktif untuk pembuatan roda gigi silindris. Karena proses pemotongan berlangsung dengan interaksi antara pahat hob dan benda kerja, sistem penggerak dan sistem pendukung mesin harus dapat bekerja dalam kondisi yang stabil. [1][2][6]

Pada mesin manufaktur, motor listrik tidak hanya digunakan untuk menggerakkan spindle atau bagian utama mesin, tetapi juga dapat digunakan sebagai penggerak sistem hidraulis. Sistem hidraulis membutuhkan motor listrik untuk memutar pompa sehingga energi mekanik dari motor diubah menjadi energi aliran dan tekanan fluida. Gangguan pada motor penggerak pompa dapat menyebabkan sistem hidraulis berhenti bekerja dan pada akhirnya mengganggu proses produksi.

Salah satu kondisi yang perlu diperhatikan adalah beban lebih (overload). Beban yang melebihi kondisi kerja normal dapat menyebabkan arus motor meningkat dan menghasilkan panas pada kumparan. Apabila kondisi tersebut

berlangsung terus-menerus tanpa proteksi yang sesuai, temperatur motor dapat meningkat dan mempercepat kerusakan isolasi maupun komponen motor. Thermal Overload Relay (TOR) digunakan sebagai salah satu perangkat proteksi untuk membatasi dampak kondisi tersebut. Produk thermal overload relay untuk aplikasi motor industri tersedia dalam berbagai rentang arus dan kelas trip sehingga pemilihannya harus disesuaikan dengan karakteristik motor dan rangkaian pengendali. [3][4][7]

Praktik Kerja Lapangan memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk menghubungkan teori kelistrikan dengan kondisi nyata di industri. Selama kegiatan magang di PT Tjokro Putra Perkasa, pengamatan dilakukan pada mesin Hobbing, termasuk sistem penggerak hidrolik dan perangkat TOR. Kegiatan yang dilakukan tidak hanya berupa pengamatan, tetapi juga meliputi pemeriksaan ketika TOR bekerja, tindakan perbaikan terhadap kondisi yang ditemukan, serta proses reset setelah gangguan ditangani.

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini bertujuan untuk mendeskripsikan penggunaan Thermal Overload pada pengamanan motor dinamo hidrolik mesin Hobbing di PT Tjokro Putra Perkasa. Pembahasan diarahkan pada fungsi TOR, prinsip kerja, alur pemeriksaan ketika terjadi trip, tindakan perbaikan, serta pentingnya reset dilakukan setelah penyebab gangguan diketahui. Dengan demikian, artikel diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai penerapan proteksi motor pada lingkungan manufaktur dan meningkatkan keterampilan teknis mahasiswa selama pelaksanaan magang.

II. METODE

Metode yang digunakan dalam penyusunan artikel ini adalah metode deskriptif kualitatif. Metode tersebut digunakan untuk menggambarkan kondisi dan penerapan proteksi motor berdasarkan hasil pengamatan langsung selama kegiatan Praktik Kerja Lapangan di PT Tjokro Putra Perkasa. Data utama yang dibahas berasal dari aktivitas pengamatan, pemeriksaan, perbaikan, dan reset Thermal Overload pada motor dinamo hidrolik mesin Hobbing.

a. Observasi Lapangan

Observasi dilakukan dengan mengamati mesin Hobbing dan panel kelistrikan yang berkaitan dengan penggerak sistem hidrolik. Pengamatan diarahkan pada hubungan antara sumber tiga fasa 380 V, perangkat pengamanan, kontaktor, TOR, motor penggerak, dan sistem pompa hidrolik. Observasi juga digunakan untuk memahami kondisi operasi motor sebelum dan sesudah TOR bekerja.

b. Identifikasi Komponen

Identifikasi dilakukan terhadap komponen yang memiliki hubungan langsung dengan proteksi dan pengoperasian motor, terutama pemutus/pengaman rangkaian, kontaktor, Thermal Overload Relay, motor tiga fasa, dan bagian penggerak pompa hidrolik. Identifikasi dilakukan secara visual dan berdasarkan fungsi masing-masing komponen.

c. Pemeriksaan dan Perbaikan

Pemeriksaan dilakukan ketika motor atau sistem hidrolik mengalami gangguan yang menyebabkan TOR berada pada kondisi trip. Pemeriksaan diarahkan untuk mencari kemungkinan penyebab seperti beban mekanis yang meningkat, kondisi pompa, sambungan listrik, ketidakseimbangan fasa, atau penyetelan arus TOR yang tidak sesuai. Setelah penyebab gangguan ditangani, dilakukan perbaikan sesuai kondisi yang ditemukan.

d. Reset Thermal Overload

Reset dilakukan setelah pemeriksaan dan perbaikan selesai serta kondisi motor dinyatakan aman untuk dioperasikan kembali. Pada penerapan industri, reset bukan merupakan tindakan untuk menghilangkan gangguan secara langsung, melainkan tahap pengembalian fungsi proteksi setelah penyebab trip ditangani. TOR dapat memiliki pilihan reset manual atau otomatis tergantung tipe perangkat yang digunakan. [4][8]

e. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan menggunakan literatur teknis dan sumber pabrikan mengenai thermal overload relay, proteksi motor, serta proses hobbing. Sumber tersebut digunakan untuk membandingkan prinsip kerja komponen dengan hasil pengamatan di lapangan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin Hobbing merupakan mesin pemrosesan yang digunakan untuk menghasilkan profil gigi roda gigi melalui proses pemotongan menggunakan pahat hob. Proses ini memiliki tuntutan terhadap kestabilan gerakan mesin karena hubungan gerak antara pahat dan benda kerja memengaruhi pembentukan profil gigi. Literatur mengenai hobbing menjelaskan bahwa proses ini melibatkan kinematika, pembentukan geram, keausan pahat, dan gaya potong yang saling berkaitan. [1][2][9]

Pada objek pengamatan, sistem hidrolik merupakan salah satu sistem pendukung mesin yang digerakkan oleh motor listrik. Motor dinamo hidrolik bekerja pada suplai tiga fasa 380 V. Karena motor bekerja sebagai penggerak pompa, kondisi kelistrikan dan beban hidrolik memiliki hubungan langsung terhadap arus kerja motor. Ketika beban

meningkat atau terjadi kondisi mekanis yang tidak normal, motor dapat menarik arus lebih besar sehingga panas pada motor meningkat.

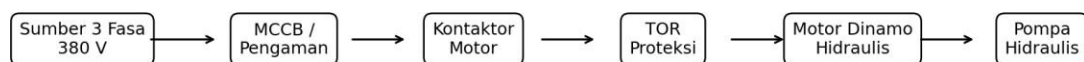
A. Thermal Overload Relay sebagai Pengaman Motor

Thermal Overload Relay adalah perangkat proteksi yang dirancang untuk melindungi motor dari kondisi overload. Pada thermal overload relay tipe bimetal, arus motor melewati elemen pemanas yang memengaruhi bimetal. Ketika arus melebihi nilai pengaturan dalam waktu tertentu, bimetal mengalami perubahan bentuk dan mekanisme trip mengubah kondisi kontak bantu. Kontak tersebut kemudian memutus rangkaian kontrol kontaktor sehingga suplai motor dihentikan. Karakteristik ini merupakan proteksi berbasis waktu sehingga motor tetap dapat melewati arus awal saat starting tanpa langsung mengalami trip. [3][4]

Selain overload, beberapa jenis thermal overload relay juga dirancang untuk merespons kondisi kehilangan fasa atau ketidakseimbangan tertentu. Siemens menjelaskan bahwa thermal overload relay 3RU2 digunakan untuk proteksi inverse-time terhadap kenaikan temperatur akibat overload atau phase failure pada motor dengan kondisi starting normal. Hal ini menunjukkan bahwa TOR bukan sekadar saklar pemutus, tetapi bagian dari koordinasi proteksi dan kontrol motor. [4][10]

B. Penerapan TOR pada Motor Dinamo Hidraulis

Dalam konfigurasi umum penggerak motor tiga fasa, TOR ditempatkan pada jalur daya motor dan bekerja bersama kontaktor. Secara konseptual, aliran daya dapat digambarkan sebagai sumber tiga fasa 380 V menuju perangkat pengaman, kontaktor, TOR, kemudian motor dinamo hidraulis yang menggerakkan pompa. Ketika TOR mendeteksi kondisi overload, kontak bantu pada rangkaian kontrol berubah sehingga kontaktor kehilangan perintah mempertahankan motor dan motor berhenti.



Alur daya dan proteksi motor pada sistem hidraulis (skema konseptual)

Gambar 1. Skema konseptual alur daya dan proteksi motor dinamo hidraulis

Jenis TOR yang sesuai untuk pembahasan aplikasi ini adalah thermal overload relay tiga fasa untuk motor, dengan kelas trip industri umum seperti Class 10/10A dan pengaturan arus yang disesuaikan dengan arus nominal pada nameplate motor. Kelas dan rentang arus tidak boleh ditentukan hanya berdasarkan tegangan 380 V, karena kebutuhan proteksi bergantung pada daya, arus nominal, faktor daya, efisiensi, metode starting, serta karakteristik beban. Produk industri seperti Schneider TeSys Deca dan Siemens SIRIUS menyediakan berbagai rentang pengaturan untuk menyesuaikan proteksi dengan arus motor. [3][4]

Dengan demikian, apabila data nameplate motor tersedia, setting TOR sebaiknya mengacu pada arus nominal motor sesuai petunjuk perangkat dan koordinasi proteksi yang digunakan perusahaan. Dalam artikel ini tidak dicantumkan nilai setting ampere tertentu karena data nameplate dan setting aktual mesin tidak tersedia pada data pengamatan yang digunakan. Pernyataan tersebut penting agar artikel tidak memberikan angka setting yang tidak berasal dari kondisi mesin sebenarnya.

C. Prinsip Kerja TOR saat Terjadi Overload

Saat motor beroperasi normal, arus yang mengalir berada dalam kondisi yang masih sesuai dengan kemampuan motor dan nilai setting proteksi. Apabila pompa mengalami peningkatan tahanan, beban hidraulis berubah, terjadi gangguan mekanis, atau motor bekerja di luar kondisi normal, arus dapat meningkat. Kenaikan arus tersebut menghasilkan pemanasan pada elemen thermal relay. Jika kondisi berlangsung cukup lama, mekanisme trip bekerja dan kontak bantu TOR mengubah kondisi rangkaian kontrol.

Pemutusan melalui rangkaian kontrol menyebabkan kontaktor membuka rangkaian daya motor. Motor kemudian berhenti sehingga sumber panas tambahan akibat kondisi overload dapat dihentikan. Karakteristik inverse-time pada thermal overload relay berarti semakin besar rasio arus terhadap nilai setting, waktu yang diperlukan untuk trip dapat menjadi lebih singkat. Konsep ini membantu membedakan kondisi arus awal motor dengan overload yang berlangsung terus-menerus. [4]

D. Kondisi yang Dapat Menyebabkan TOR Trip

Berdasarkan pengamatan dan prinsip kerja proteksi motor, TOR dapat trip ketika motor menerima beban yang lebih besar dari kondisi normal dalam waktu tertentu. Pada sistem hidraulis, beberapa hal yang perlu diperiksa antara lain beban pompa yang meningkat, hambatan pada sistem fluida, kondisi mekanis pompa atau kopling, serta kondisi motor itu sendiri. Dari sisi kelistrikan, pemeriksaan dapat mencakup sambungan terminal, keseimbangan tiga fasa, kondisi kontaktor, dan kesesuaian setting TOR dengan arus nominal motor.

Penting untuk membedakan trip TOR dengan gangguan hubung singkat. TOR ditujukan terutama untuk proteksi overload dan kondisi terkait pemanasan motor, sedangkan perlindungan terhadap hubung singkat umumnya dilakukan oleh perangkat seperti MCB, MCCB, atau fuse sesuai rancangan rangkaian. Oleh karena itu, apabila terjadi trip, teknisi perlu melihat indikator dan kondisi keseluruhan rangkaian sebelum menentukan tindakan.

E. Proses Pemeriksaan dan Perbaikan saat TOR Trip

Pada kegiatan magang, ketika ditemukan kondisi TOR trip, tindakan tidak dilakukan dengan langsung menekan tombol reset. Langkah awal adalah memastikan mesin berada dalam kondisi aman dan menghentikan sumber energi sesuai prosedur kerja. Setelah itu dilakukan pemeriksaan terhadap kondisi motor, panel, kontaktor, dan sistem hidrolik untuk menemukan penyebab gangguan.

Pemeriksaan dapat dimulai dari kondisi visual, seperti adanya kabel atau terminal yang longgar, tanda panas berlebih, kondisi kontaktor, dan posisi indikator TOR. Selanjutnya kondisi mekanis dan hidrolik diperiksa untuk memastikan tidak terdapat beban yang menyebabkan motor bekerja terlalu berat. Apabila ditemukan kondisi abnormal, dilakukan perbaikan atau penyesuaian sebelum motor kembali dijalankan.

Tahapan tersebut penting karena reset yang dilakukan berulang tanpa menghilangkan penyebab trip dapat membuat motor kembali bekerja pada kondisi yang sama. Jika overload terus terjadi, motor berpotensi mengalami pemanasan berulang dan gangguan yang lebih serius. Dengan demikian, fungsi TOR akan lebih efektif apabila digunakan sebagai bagian dari proses diagnosis, bukan sekadar tombol reset.

F. Prosedur Reset Thermal Overload

Setelah penyebab trip diperiksa dan gangguan telah diperbaiki, reset TOR dilakukan sesuai tipe perangkat. Pada tipe manual, tombol reset ditekan setelah relay telah mencapai kondisi yang memungkinkan untuk di-reset. Setelah reset, rangkaian kontrol diperiksa kembali sebelum motor dioperasikan. Motor kemudian dijalankan dan diamati untuk memastikan tidak terjadi trip ulang.

Apabila TOR kembali trip sesaat setelah reset, kondisi tersebut menjadi indikasi bahwa penyebab gangguan belum terselesaikan atau terdapat kondisi operasi yang masih abnormal. Oleh sebab itu, reset berulang tanpa pemeriksaan tidak dianjurkan. Siemens menjelaskan bahwa relay dapat menggunakan manual atau automatic reset bergantung pada perangkat dan konfigurasi. [4]

G. Pentingnya Penyetelan TOR

Penyetelan arus TOR harus mengikuti karakteristik motor dan instruksi perangkat proteksi. Setting yang terlalu tinggi dapat mengurangi sensitivitas proteksi terhadap overload, sedangkan setting yang terlalu rendah dapat menyebabkan trip yang tidak diperlukan saat kondisi operasi normal atau starting. Oleh karena itu, acuan utama dalam penentuan setting adalah data nameplate motor, karakteristik beban, metode starting, dan koordinasi dengan perangkat proteksi lainnya.

Untuk aplikasi motor hidrolik pada mesin manufaktur, setting yang tepat menjadi penting karena motor dapat bekerja dalam siklus produksi yang berulang. Beban hidrolik yang berubah dapat menyebabkan perubahan arus motor. Pemeriksaan periodik terhadap arus operasi, kondisi sambungan, dan kondisi mekanis pompa dapat membantu memastikan bahwa setting TOR tetap sesuai.

H. Hasil Pengamatan Kegiatan Magang

Hasil pengamatan selama Praktik Kerja Lapangan menunjukkan bahwa keberadaan TOR memberikan fungsi penting dalam pengamanan motor dinamo hidrolik. Aktivitas mengamati kondisi trip, melakukan pemeriksaan, membantu perbaikan, dan melakukan reset memberikan pengalaman langsung mengenai hubungan antara sistem proteksi listrik dan kondisi kerja mesin.

Dari kegiatan tersebut dapat dipahami bahwa gangguan pada motor tidak selalu dapat diselesaikan hanya dengan mengembalikan posisi TOR ke kondisi normal. Pemeriksaan penyebab menjadi bagian utama dari pekerjaan perawatan. Pendekatan tersebut juga membantu mengurangi kemungkinan gangguan berulang dan memberikan dasar yang lebih baik dalam menentukan apakah masalah berasal dari beban mekanis, sistem hidrolik, motor, atau rangkaian kelistrikan.

Secara keseluruhan, TOR dapat dipandang sebagai salah satu lapisan proteksi pada sistem penggerak motor. Penggunaan TOR tidak menggantikan perangkat proteksi lain, tetapi melengkapi sistem proteksi melalui fungsi khusus terhadap kondisi overload. Integrasi antara perangkat proteksi, kontaktor, motor, dan pemeriksaan teknisi menjadi bagian penting dalam menjaga kontinuitas operasi mesin manufaktur panduan penulisan.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa Thermal Overload Relay memiliki peran penting dalam pengamanan motor dinamo hidrolik pada mesin Hobbing di lingkungan manufaktur. TOR bekerja dengan mendeteksi kondisi arus berlebih yang berlangsung dalam waktu tertentu dan memberikan tindakan

pada rangkaian kontrol sehingga kontaktor memutuskan pengoperasian motor. Proteksi tersebut membantu mengurangi risiko kenaikan temperatur motor akibat overload.

Penerapan TOR harus disertai dengan pemilihan dan penyetelan yang sesuai terhadap arus nominal motor. Ketika TOR trip, tindakan yang tepat bukan langsung melakukan reset, tetapi melakukan pemeriksaan terhadap kondisi listrik, motor, sistem hidrolik, dan beban mekanis. Setelah penyebab gangguan diperbaiki, TOR dapat di-reset dan motor diuji kembali. Kegiatan mengamati, memperbaiki, dan melakukan reset TOR selama magang memberikan pengalaman praktis mengenai penerapan sistem proteksi motor dalam industri manufaktur.

Untuk meningkatkan keandalan, pemeriksaan berkala terhadap arus motor, kondisi sambungan listrik, kontaktor, TOR, motor, pompa, dan sistem hidrolik perlu dilakukan sesuai prosedur pemeliharaan perusahaan. Dokumentasi nilai setting TOR dan data nameplate motor juga penting agar proses diagnosis dan perawatan dapat dilakukan secara lebih akurat.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Tjokro Putra Perkasa yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan kegiatan Praktik Kerja Lapangan serta memberikan pengalaman mengenai proses kerja dan pemeliharaan mesin di lingkungan industri manufaktur. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing lapangan dan seluruh pihak yang telah memberikan arahan, pengetahuan, serta bantuan selama kegiatan magang berlangsung. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada pihak kampus yang telah mendukung pelaksanaan kegiatan Praktik Kerja Lapangan sehingga artikel ini dapat disusun.

REFERENSI

- [1] A. Klocke, C. Brecher, D. Kratz, F. H. and C. O. (2016). Process Concepts for Gear Finish Hobbing. *Procedia CIRP*, 41, 875–880. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.12.099>.
- [2] Design of Gear Hobbing Processes Using Simulations and Empirical Data. (2015). *Procedia CIRP*, 33, 484–489. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.06.059>.
- [3] Schneider Electric. (2026). Thermal Overload Relays – TeSys Deca and related motor protection products. Schneider Electric Indonesia.
- [4] Siemens. (2025). SIRIUS 3RU2 Thermal Overload Relays: Protection Equipment, Overload Relays. Siemens Industry Support.
- [5] Schneider Electric. (2026). Motor Starter and Protection Components. Schneider Electric Indonesia.
- [6] Komponen, Teori Elektronika (2012). Teori Motor DC Dan Jenis-Jenis Motor DC <http://elektronika-dasar.web.id/teori-motor-dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/>
- [7] Chandra, A. D., & Cordova, H. (2012). Rancang Bangun Kontrol pH Berbasis Self Tuning PID Melalui Metode Adaptive Control. *Teknik Pomits*, 1(1), 1–6.
- [8] Bill, R. G. J., Ferron, R., Braga, A., Bill Jr., R. G., Ferron, R., Braga, A., ... Braga, A. (2000). Water mist (fine spray) fire protection in light hazard occupancies. *Journal of Fire Protection Engineering*, 10(3), 1–22. <https://doi.org/10.1177/104239159901000301>
- [9] D. Features, “Low-cost Digital Bipolar Hall-effect Sensor ICs , Low-cost Digital Bipolar Hall-effect Sensor ICs ,” 2002.
- [10] A. Presetya and R. Alfaiz, “Alat Monitoring Persentase Baterai dan Suhu Baterai Pada Sepeda Listrik Berbasis IoT AMOPEBASU : Alat Monitoring Persentase Baterai dan Suhu Baterai Pada Sepeda Listrik Berbasis IoT,” *Univ. Islam Indones.*, no. 18524021, 2022.
- [11] N. Hodgyai, M. Máté, G. Oancea, and M.-V. Dragoi, “Gear Hobs—Cutting Tools and Manufacturing Technologies for Spur Gears: The State of the Art,” *Materials*, vol. 17, no. 13, Art. no. 3219, 2024, doi: 10.3390/ma17133219.
- [12] K.-D. Bouzakis, S. Kombogiannis, A. Antoniadis, and N. Vidakis, “Gear Hobbing Cutting Process Simulation and Tool Wear Prediction Models,” *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, vol. 124, no. 1, pp. 42–51, 2002, doi: 10.1115/1.1430236.
- [13] L. Sartika, A. M. Prasetya, and M. Krisnawati, “Sistem Proteksi Thermal Overload Relay (TOR) pada Motor Induksi 3 Fasa sebagai Penghancur Batu Bara di PT. Mitrabara Adiperdana Tbk,” *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 23, no. 2, 2024, doi: 10.24843/MITE.2024.v23i02.P14.
- [14] S. T. Aprilyani, I. Irianto, and E. Sunarno, “Design and Comparison of DC Motor Speed Control,” *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, vol. 7, no. 2, doi: 10.33019/jurnalecotipe.v7i2.1886.
- [15] C. Song, “A Novel Electric Bicycle Battery Monitoring System Based on Android Client,” *Journal of Engineering*, 2017, doi: 10.1155/2017/2579084.