UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Perancangan Sistem Pengendali Arus Motor DC Eksitasi Terpisah Berbasis H-BRIDGE dan HALF-BRIDGE**
**Untuk Kendaraan Listrik Utilitas Kawasan Terbatas**
Avatar Fawwazthana Susatyo, Ir. Eka Firmansyah, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
**Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# INTISARI

Kendaraan listrik utilitas untuk kawasan terbatas, seperti yang beroperasi di lingkungan kampus dan industri, umumnya menggunakan motor DC eksitasi terpisah sebagai penggerak utama karena karakteristiknya yang memungkinkan pengendalian torsi dan kecepatan secara independen. Penelitian ini merancang sistem pengendali lengkap untuk motor DC eksitasi terpisah Advanced Motor and Drives XP 2067 S dengan rating 48 V/100 A/3,7 kW pada platform mikrokontroler STM32F103C8T6. Sistem mencakup dua subsistem tahap daya: H-*bridge* penuh untuk jangkar menggunakan 12 unit MOSFET IRFP4468 (tiga unit diparalel per *switch*) dengan *gate driver* IR2110, yang mengeliminasi kebutuhan kontaktor mekanikal eksternal untuk pembalikan arah; serta *half-bridge* untuk belitan medan menggunakan MOSFET IRF3710 dengan IR2110, yang memungkinkan pengendalian arus medan secara aktif dan independen. Arsitektur kendali yang diterapkan adalah kendali arus dua loop (*dual-loop current control*) dengan dua pengendali PI yang independen dan paralel untuk loop arus jangkar dan loop arus medan (bukan kaskade bersarang), keduanya ditala menggunakan metode *Pole-Zero Cancellation* (PZC) pada frekuensi *sampling* 10 kHz. Target *bandwidth* awal loop jangkar ditetapkan 500 Hz, namun pengujian empiris pada perangkat keras menunjukkan perlunya penalaan ulang bertahap: *bandwidth* diturunkan ke $\approx$200 Hz untuk menjamin kestabilan pada kondisi poros bebas, lalu ke $\approx$100 Hz untuk memperbaiki redaman pada kondisi berbeban, sehingga menghasilkan kestabilan dan akurasi yang memadai. Pengukuran arus dilakukan menggunakan sensor ACS758 berbasis efek Hall dengan jangkauan $\pm$150 A dan sensitivitas 13,3 mV/A. Perangkat lunak simulasi yang digunakan adalah PLECS untuk pemodelan rangkaian daya, dan Python untuk kalkulasi penalaan parameter PI serta perancangan subsistem *precharge* dengan mesin keadaan berhingga. Validasi sistem dilakukan secara berlapis: simulasi PLECS, pengujian laboratorium pada kondisi poros bebas, serta pengujian berbeban di jalan raya (uji aspal dengan dua penumpang) yang mengonfirmasi operasi traksi empat kuadran, penahanan arus medan pada acuannya, dan bekerjanya proteksi arus baterai pada kondisi pembebanan nyata.

**Kata kunci**: motor DC eksitasi terpisah, kendali arus dua loop, H-*bridge*, *pole-zero cancellation*, kendaraan listrik

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Perancangan Sistem Pengendali Arus Motor DC Eksitasi Terpisah Berbasis H-BRIDGE dan HALF-BRIDGE**
**Untuk Kendaraan Listrik Utilitas Kawasan Terbatas**
Avatar Fawwazthana Susatyo, Ir. Eka Firmansyah, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
**Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# ABSTRACT

*Electric utility vehicles operating in confined areas such as university campuses and industrial facilities commonly employ separately excited DC motors as their prime mover, owing to the motor's inherent capability for independent torque and speed regulation. This research designs a complete controller system for a separately excited DC motor (the Advanced Motor and Drives XP 2067 S rated at 48 V/100 A/3.7 kW) implemented on an STM32F103C8T6 (Bluepill) microcontroller. The system comprises two power stage subsystems: a full H-bridge for the armature using twelve IRFP4468 MOSFETs arranged as three devices in parallel per switch, driven by IR2110 gate drivers, which eliminates the need for an external mechanical contactor for vehicle direction reversal; and a half-bridge for the field winding using an IRF3710 MOSFET with an IR2110 driver, enabling active and independent field current regulation. The control architecture adopts a dual-loop current control scheme with two independent, parallel PI controllers for the armature and field current loops (not a nested cascade), both tuned using the Pole-Zero Cancellation (PZC) method at a 10 kHz sampling rate. The armature loop bandwidth was initially targeted at 500 Hz; empirical hardware testing, however, required a progressive re-tuning: the bandwidth was reduced to approximately 200 Hz to ensure stability under free-shaft conditions, then to approximately 100 Hz to improve damping under load, thereby yielding adequate stability and accuracy. Current sensing is performed using ACS758 Hall-effect sensors with a $\pm$150 A range and 13.3 mV/A sensitivity. Simulation is performed in PLECS for power-circuit modeling, and in Python for PI parameter calculation and precharge subsystem design using a finite state machine. System validation is carried out in layers: PLECS simulation, laboratory testing under no-load (free-shaft) conditions, and on-road loaded testing (an asphalt test carrying two passengers) that confirms four-quadrant traction operation, field-current regulation held at its reference, and correct operation of the battery current protection under real loading.*

**Keywords**: separately excited DC motor, dual-loop current control, H-bridge, pole-zero cancellation, electric vehicle