

# Rancang Bangun Sistem Penggerak Elektrik Outboard dengan Motor BLDC IPM Bentuk V dengan Analisis Performansi dan Efisiensi = Design of an Electric Outboard Propulsion System with V-Shape IPM BLDC Motor: Performance and Efficiency Analysis

Dewi Rianti Mandasari, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920537705&lokasi=lokal>

---

## Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi efektivitas motor *Brushless Direct Current* (BLDC) jenis *Interior Permanent Magnet* (IPM) berbentuk V sebagai alternatif potensial untuk menggantikan mesin pembakaran dalam (ICE) dalam sektor transportasi air, terutama di Indonesia. Dalam upaya mengurangi polusi udara dan mengatasi krisis penipisan bahan bakar fosil, motor BLDC menawarkan keunggulan dalam hal perawatan yang lebih sederhana, kebisingan yang lebih rendah, dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan ICE. Studi ini berhasil menunjukkan kelayakan desain motor BLDC IPM bentuk V sebagai pengganti ICE menggunakan metode Analisis Elemen Hingga (FEA) dan perangkat lunak ANSYS Maxwell, dengan fokus pada optimasi desain melalui variasi sudut miring stator untuk mengurangi torsi cogging. Torsi cogging yang menyebabkan getaran dan kebisingan dapat diminimalisasi dengan pendekatan ini. Hasil simulasi motor BLDC menunjukkan performansi yang sesuai dengan kebutuhan desain, termasuk dalam hal torsi, daya keluaran, daya masukan, torsi cogging yang terjaga di bawah 10% dari torsi nominal motor, dan efisiensi rata-rata 89,34%. Ini terlihat pada kecepatan 5000 rpm dengan torsi motor 15 Nm, daya keluaran 7,930 kW, dan daya masukan 8,820 kW. Desain dan simulasi juga menunjukkan potensi peningkatan kecepatan sistem propulsi perahu dari 5500 rpm menjadi 6300 rpm. Prototipe motor BLDC IPM bentuk V yang dibangun berdasarkan desain dan hasil simulasi ini menunjukkan performansi yang memenuhi kebutuhan desain. Pengujian komprehensif motor BLDC dalam lingkungan operasional *outboard* dilakukan, dengan fokus pada analisis parameter seperti daya, torsi, rotasi, dan efisiensi pada kecepatan operasional 5000 rpm dan kecepatan puncak 6300 rpm. Prototipe ini berhasil diuji dengan penerapan baling-baling di dalam air dalam sistem penggerak *outboard*, menunjukkan performansi yang baik pada rentang kecepatan 500 hingga 6300 rpm. Prototipe ini menunjukkan penurunan signifikan kebutuhan daya dibandingkan dengan penggunaan ICE. Penurunan konsumsi daya rata-rata pada kecepatan 5000 rpm adalah 43,50%, dan pada 5500 rpm adalah 31,83%. Uji laboratorium dengan dinamometer pada prototipe ini menghasilkan efisiensi tertinggi pada kecepatan 3000 rpm dengan torsi beban 20,8 Nm sebesar 88,71%, dan uji riak torsi pada kecepatan rendah (580 rpm) menunjukkan riak torsi yang sangat kecil, yaitu sebesar 0,03 Nm. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa motor BLDC IPM bentuk V memiliki potensi besar sebagai penggerak dalam sistem propulsi perahu, memberikan alternatif yang lebih efisien dan efektif dibandingkan dengan mesin pembakaran dalam. ....This study evaluates the effectiveness of V-shape Interior Permanent Magnet (IPM) Brushless Direct Current (BLDC) motors as a potential alternative to Internal Combustion Engines (ICE) in the marine transportation sector, particularly in Indonesia. Aimed at reducing air pollution and addressing the fossil fuel depletion crisis, BLDC motors offer advantages such as simpler maintenance, lower noise, and higher efficiency compared to ICEs. This study successfully demonstrates the feasibility of V-shape BLDC IPM motor designs as replacements for ICE, utilizing Finite Element Analysis (FEA) and ANSYS Maxwell

software. The focus was on design optimization through varying stator skew angles to reduce cogging torque. This approach minimizes vibration and noise caused by cogging torque. The BLDC motor simulations aligned with design requirements, showing promising performance in terms of torque, output power, input power, cogging torque maintained below 10% of the rated motor torque, and an average efficiency of 89.34%. This is evident at 5000 rpm with a motor torque of 15 Nm, an output power of 7.930 kW, and an input power of 8.820 kW. Additionally, the design and simulations indicate the potential for increasing boat propulsion system speed from 5500 rpm to 6300 rpm. The V-shape BLDC IPM motor prototype, built based on the design and simulation results, met the design needs effectively. Comprehensive testing of the BLDC motor in an outboard operational environment was conducted, focusing on parameters like power, torque, rotation, and efficiency at operational speeds of 5000 rpm and a peak speed of 6300 rpm. The prototype was successfully tested with a propeller in water within an outboard propulsion system, demonstrating good performance over a speed range of 500 to 6300 rpm. The prototype showed a significant reduction in power requirements compared to ICE usage. The average power consumption reduction at 5000 rpm was 43.50%, and at 5500 rpm, it was 31.83%. Laboratory testing with a dynamometer on this prototype yielded the highest efficiency at 3000 rpm with a load torque of 20.8 Nm, reaching 88.71%, and torque ripple tests at a low speed (580 rpm) showed minimal torque ripple of just 0.03 Nm. In conclusion, the V-shape BLDC IPM motor has great potential as a propulsion system in boats, offering a more efficient and effective alternative to internal combustion engines.