

INTISARI

OPTIMALISASI EFISIENSI DAN REDUKSI *SWITCHING LOSS* PADA RANGKAIAN DRIVER MOTOR BLDC BERBASIS MOSFET

Oleh

Gilang Rizky Yunanto
21/474943/PA/20508

Motor *BLDC* (*Brushless DC*) merupakan komponen vital pada *drone* dan robotika, namun efisiensinya sering terganggu oleh *switching loss* pada rangkaian *driver*. Masalah ini dapat memicu peningkatan suhu dan penurunan kinerja. Penelitian ini berfokus pada perancangan *driver BLDC* berbiaya rendah dan efisiensi tinggi melalui optimasi frekuensi *PWM* (*Pulse Width Modulation*) dan nilai kapasitor *bootstrap* (*Cboot*).

Driver dikembangkan menggunakan STM32F103C8T6, IR2110, dan *MOSFET* IRF540N, serta dikendalikan oleh algoritma *Field-Oriented Control* (*FOC*). Pengujian dilakukan dengan memvariasikan frekuensi *PWM* dari 900 Hz hingga 70 kHz dan nilai *Cboot* antara 0.22 μF hingga 4.7 μF untuk menganalisis pengaruhnya terhadap efisiensi dan suhu.

Hasil menunjukkan bahwa frekuensi tinggi meningkatkan *switching loss*, namun efeknya dapat ditekan dengan *Cboot* yang lebih besar. Efisiensi tertinggi mencapai $\pm 96\%$ pada 900 Hz, meski dengan torsi yang lebih kasar. Titik optimal tercapai pada 40 kHz dan *Cboot* 1.0 μF , dengan efisiensi 91.2% dan kestabilan termal yang baik. Temuan ini menegaskan pentingnya pemilihan parameter *switching* untuk menghasilkan *driver BLDC* yang efisien dan andal.

Kata Kunci: Motor BLDC, Driver Motor, Efisiensi, *Switching loss*, Kapasitor Bootstrap, Frekuensi PWM, Field-Oriented Control (FOC).

ABSTRACT

**OPTIMIZATION OF EFFICIENCY AND SWITCHING LOSS REDUCTION
IN A MOSFET-BASED BLDC MOTOR DRIVER CIRCUIT**

By

Gilang Rizky Yunanto
21/474943/PA/20508

As vital components in drones and robotics, the efficiency of Brushless DC (BLDC) motors is often hindered by switching losses within the driver circuit, leading to increased temperatures and reduced performance. This research focuses on designing a cost-effective, high-efficiency BLDC driver by optimizing two key parameters: its Pulse Width Modulation (PWM) frequency and bootstrap capacitor (Cboot) value.

The driver system was developed using an STM32F103C8T6 microcontroller, an IR2110 gate driver, and IRF540N MOSFETs, all managed by a Field-Oriented Control (FOC) algorithm. The methodology involved systematically varying the PWM frequency from 900 Hz to 70 kHz and the Cboot value from 0.22 μF to 4.7 μF to analyze their combined impact on overall performance.

Results confirmed that higher PWM frequencies increase switching losses and temperature, an effect mitigated by larger Cboot values. While peak efficiency of $\pm 96\%$ was achieved at 900 Hz, it came with significant torque ripple. The optimal operating point, balancing performance and stability, was identified at 40 kHz with a 1.0 μF Cboot, yielding 91.2% efficiency and stable thermal behavior. This study underscores the critical importance of parameter selection in creating reliable, efficient, and cost-effective BLDC drivers.

Keywords: *BLDC Motor, Motor Driver, Efficiency, Switching loss, Bootstrap Capacitor, PWM Frequency, Field-Oriented Control (FOC), Low-Cost Design.*