

Perancangan Sistem Kontrol Motor Listrik pada Eretan Mesin Frais Model UH-IF Seri No. 1508 Berbasis Variable Frequency Drive (VFD)

I Made Aditya¹, Franklin Bawano², Djefry P. Hosang³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: ¹madeaditya0212@gmail.com

No. Hp: ¹ 081339567019

Abstrak

Mesin frais model UH-I.F Seri No. 1508 di Laboratorium Produksi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado memiliki sistem kontrol motor listrik pada eretan yang sudah tidak berfungsi optimal sehingga pengaturan kecepatan motor kurang fleksibel dan efisien, berdampak pada ketidakakuratan pemesinan serta penurunan kualitas praktikum mahasiswa. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol motor listrik berbasis Variable Frequency Drive (VFD) sebagai pengganti sistem lama, sehingga kecepatan motor dapat diatur dengan presisi, hemat energi, dan mudah dioperasikan. Metode yang digunakan meliputi analisis sistem eksisting, pemilihan komponen, penyetelan parameter VFD, modifikasi sambungan motor dari tipe Y (bintang) ke delta, dan pemasangan panel kontrol manual menggunakan potensiometer. Penelitian dilaksanakan di Bengkel Manufaktur Jurusan Teknik Mesin pada Maret–Juli 2025. Hasil perancangan menunjukkan bahwa sistem kontrol berbasis VFD dapat berfungsi dengan baik, memberikan pengaturan kecepatan yang lebih akurat, responsif, dan stabil sesuai kebutuhan operasi, sekaligus mengembalikan performa mesin frais untuk mendukung pembelajaran praktikum. Kesimpulannya, penerapan VFD pada motor listrik eretan mesin frais mampu meningkatkan efisiensi energi, memperpanjang umur mesin, serta memberikan fleksibilitas pengaturan kecepatan yang tidak dimiliki oleh sistem kontrol konvensional.

Kata kunci – Mesin Frais, Motor Listrik, Variable Frequency Drive (VFD), Pengaturan Kecepatan.

Design of an Electric Motor Control System on a Milling Machine Sled Model UH-IF Series No. 1508 Based on Variable Frequency Drive (VFD)

Abstract

The UH-I.F Series No. 1508 milling machine in the Production Laboratory of the Mechanical Engineering Department at Politeknik Negeri Manado has an electric motor control system on the carriage that no longer functions optimally, resulting in less flexible and inefficient speed regulation, reduced machining accuracy, and diminished quality of student practical activities. This study aims to design and implement an electric motor control system based on a Variable Frequency Drive (VFD) to replace the outdated system, enabling precise, energy-efficient, and user-friendly motor speed control. The method

involved analyzing the existing system, selecting components, configuring VFD parameters, modifying the motor connection from star (Y) to delta, and installing a manual control panel with a potentiometer. The research was conducted at the Manufacturing Workshop of the Mechanical Engineering Department from March to July 2025. The results show that the VFD-based control system operates effectively, providing more accurate, responsive, and stable speed control according to operational needs while restoring the milling machine's performance to support practical learning. In conclusion, the application of a VFD to the carriage motor of the milling machine improves energy efficiency, extends machine lifespan, and offers speed control flexibility that conventional systems cannot provide.

Keywords – Milling Machine, Electric Motor, Variable Frequency Drive (VFD), Speed Control.

PENDAHULUAN

Mesin frais adalah alat dalam industri manufaktur yang berfungsi untuk membentuk material melalui proses pemotongan dengan presisi tinggi. Kinerja mesin frais sangat dipengaruhi oleh sistem kontrol motor listrik pada eretan yang mengatur kecepatan dan stabilitas pemotongan. Pengendalian kecepatan motor yang tidak optimal dapat menyebabkan ketidakakuratan pemesinan dan meningkatkan keausan alat potong. Oleh karena itu, diperlukan sistem kontrol yang efisien untuk memastikan kualitas dan efisiensi produksi.

(VFD merupakan alat elektronik yang berfungsi untuk mengatur torsi dan kecepatan motor listrik dengan cara mengubah frekuensi dan tegangan yang diberikan kepada motor. VFD memungkinkan motor bekerja pada berbagai kecepatan tanpa kehilangan efisiensi, sehingga lebih hemat energi dan fleksibel dalam operasionalnya, VFD adalah teknologi penting dalam sistem kontrol motor listrik, terutama dalam industri manufaktur dan otomasi.

Salah satu mesin perkakas di laboratorium produksi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado adalah Mesin frais dengan model UH-I.F SERI NO. 1508. Mesin frais ini telah dimodifikasi dengan alat seadanya, tetapi tidak beroperasi dengan maksimal dikarenakan ada beberapa sistem kontrol yang sudah tidak berfungsi. Mesin frais ini sangat diperlukan untuk menunjang praktikum mahasiswa, terutama agar tidak terjadi kekurangan mesin operasional. Berdasarkan pengamatan saya, hanya sebagian mesin frais yang berfungsi dengan normal, sehingga perbaikan dan peningkatan kualitas mesin sangat penting untuk mendukung proses pembelajaran praktikum yang optimal.

Untuk rumusan masalah yang dibahas: bagaimana merancang sistem kontrol motor listrik pada eretan mesin frais model UH-I.F berbasis VFD dan untuk mengimpletasiikan sistem kontrol motor listrik pada eretan mesin frais model UH-I.F. Sedangkan tujuannya untuk: untuk merancang sistem kontrol motor listrik pada eretan mesin frais model UH-I.F berbasis VFD dan untuk mengimplementasi sistem kontrol VFD pada mesin frais model UH-I.F.

Mesin Frais

Mesin frais, atau yang dikenal sebagai *milling machine*, adalah jenis mesin alat yang digunakan untuk mengolah atau menyelesaikan objek kerja. Proses ini dilakukan dengan mengurangi volume material dengan menggunakan pisau frais, yang berfungsi sebagai alat pemotong yang berputar pada sumbu mesin. Mesin ini termasuk dalam kategori alat perkakas yang bekerja berdasarkan prinsip memutar alat potong dalam tahapan pemakanan [1].

Proses frais (*milling*) adalah salah satu metode pemesinan yang banyak dipakai untuk membuat komponen. Dalam proses ini, sering kali digunakan untuk menghasilkan komponen dengan fitur yang memiliki profil dan jalur yang rumit. Contohnya, pemesinan frais sering diterapkan dalam pembuatan cetakan untuk produk plastik. Dalam mengoperasikan mesin frais, faktor-faktor proses pemesinan sangat berperan. Faktor-faktor ini mencakup kecepatan putaran spindel, kecepatan pemotongan, kedalaman pemotongan, kecepatan umpan, serta beban chip [2].



Gambar 1. Mesin Frais

Motor Listrik Pada Mesin Frais

Motor listrik berfungsi untuk mengonversi energi listrik menjadi energi mekanik, yang berarti tenaga rotasi. Motor listrik memiliki dua komponen utama, yaitu stator yang merupakan bagian tetap dan rotor yang merupakan bagian yang berputar. Dalam motor AC, kumparan rotor tidak mendapatkan energi listrik secara langsung, melainkan melalui proses induksi, sama seperti yang terjadi pada kumparan transformator [3].

Motor AC adalah tipe motor yang mengubah energi listrik menjadi gerakan mekanik di dalam rotor. Motor AC tidak dipengaruhi oleh kutub positif atau negatif,

dan mendapatkan energi dari listrik. Cara kerja motor ini adalah dengan memanfaatkan perbedaan fase dari sumber listrik untuk menghasilkan torsi pada rotor. Motor AC menggunakan arus listrik yang secara berkala berubah arah dalam waktu tertentu. Berdasarkan sumber energinya, motor AC terbagi menjadi dua jenis, yaitu sumber daya sinkron dan sumber daya induksi.[4].



Gambar 2. Motor Listrik 3 Fasa

Variable Frequency Drive (VFD)

Drive Frekuensi Variabel adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk mengubah arus dan tegangan searah menjadi arus bolak-balik. Alat ini memiliki keluaran tegangan dan frekuensi yang bisa diatur, yang dikenal sebagai inverter. Dengan VFD, kecepatan motor yang berbeda dapat dikendalikan karena frekuensi yang masuk ke motor akan diatur. Hal ini memungkinkan VFD untuk menghasilkan frekuensi yang bervariasi, dan frekuensi ini akan diinput ke motor, menyebabkan kecepatan motor berubah-ubah sesuai dengan frekuensi yang diterimanya. Penggunaan VFD juga memungkinkan untuk mendapatkan pengaturan kecepatan motor yang bervariasi serta menjaga kestabilan putaran motor meskipun sedang membawa beban. [5].



Gambar 3. VFD

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan melalui desain dan perbaikan mesin frais tipe UH-I. F SERI NO. 1508 dengan memanfaatkan VFD pada motor listrik eretan.

Prosedur Penelitian

Untuk mendukung proses penelitian yang akan dilakukan, langkah-langkah berikut diambil:

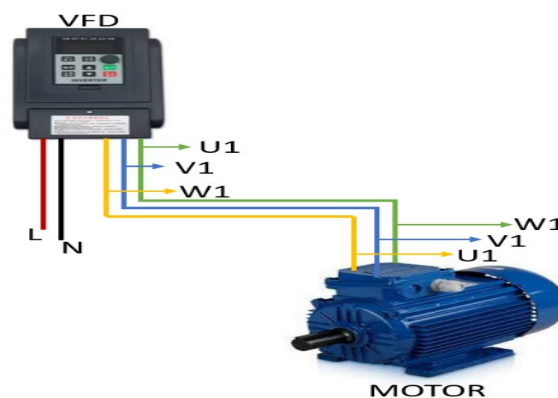
1. Penelitian dimulai dengan mencari dan mengumpulkan data dari studi sebelumnya untuk digunakan sebagai referensi saat merancang instruktur praktikum.
2. Salah satu tujuan dari desain VFD pada motor eretan mesin frais adalah untuk memastikan kecepatan pergerakan eretan dengan tepat sambil juga meningkatkan efisiensi energi.
3. Salah satu tujuan dari desain VFD pada motor eretan mesin frais adalah untuk memastikan kecepatan pergerakan eretan dengan tepat sambil juga meningkatkan efisiensi energi.
4. Mengatur VFD pada motor eretan mesin frais memungkinkan kontrol kecepatan yang lebih tepat, penggunaan energi yang lebih sedikit, dan pengoperasian yang lebih halus. Dengan konfigurasi yang tepat, sistem ini dapat meningkatkan efisiensi produksi dan memperpanjang umur mesin.
5. pengujian alat yang sudah dibuat dan pengumpulan data yang diperlukan untuk membantu memecahkan masalah yang menjadi subjek penelitian.
6. Untuk mencapai kesimpulan tentang masalah, tahap pengumpulan data harus diproses dan diolah.
7. Kesimpulan akhir mencakup temuan penelitian dan analisis.

Diagram Alur Perancangan

Adapun bagian diagram alur desain yang mencakup berbagai komponen , seperti VFD yang mengatur frekuensi putaran motor, dan motor AC 3 fasa yang berperan sebagai penggerak meja eretan mesin frais model UH-I.F.

Keterangan:

1. VFD
2. Motor AC 3 Fasa



Gambar 4. Tampilan Diagram Alur Perancangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil dan Pembahasan

Komponen yang dipakai Adalah VFD Tipe AT1-2.2KW yang berfungsi untuk mengontrol putaran motor AC tiga fase dengan mengubah frekuensi keluaran, dan dapat dioperasikan secara langsung menggunakan panel kontrol yang ada.

Pengoperasian Sistem Kerja

Sistem kontrol ini berfungsi melalui beberapa langkah utama yang dibuat untuk membantu pengguna mesin frais dalam mengatur kecepatan putaran motor AC tiga fasa yang menggerakkan meja mesin frais.

Proses operasional dimulai dengan menyalakan mesin frais yang berperan sebagai penghubung arus listrik dan pemutus arus listrik dari panel listrik besar (utama).



Gambar 5. Panel Listrik Mesin Frais

Setelah mesin frais diaktifkan, pengguna dapat mengaktifkan VF) dengan menekan tombol *On Longitudinal* yang ada di panel kontrol mesin.



Gambar 6. Panel Kontrol Mesin Frais

Setelah itu pengguna bisa mengatur putaran motor listrik 3 fasa sesuai dengan kecepatan yang diperlukan, tekan tombol (*RUN*) di depan panel listrik untuk menjalankan motor dan terdapat potensiometer untuk mengatur kecepatan motor.



Gambar 7. Panel Kontrol VFD Posisi *RUN*

Setelah motor beroperasi dengan kecepatan yang sudah di atur, maka pengguna sudah bisa mengoperasikannya dengan tuas yang ada di meja eretan.



Gambar 8. Tuas pada meja eretan

Dan jika pengguna sudah selesai menggunakan mesin frais pengguna bisa mematikan mesin frais.



Gambar 9. Panel Listrik

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari Perancangan sistem kontrol VFD pada motor Listrik untuk eretan mesin frais UH-I.F, kita dapat menarik kesimpulan bahwa:

1. Sistem kontrol motor eretan berbasis VFD berhasil dirancang dan diterapkan dengan baik. Sistem ini memungkinkan pengaturan kecepatan motor menjadi lebih fleksibel dan mudah dikendalikan sesuai kebutuhan.
2. Sistem kontrol VFD telah berhasil diimplementasikan pada mesin frais model UH-I.F, menggantikan sistem kontrol lama yang tidak lagi berfungsi optimal. Implementasi ini memberikan kontrol kecepatan yang lebih akurat dan responsif.

SARAN

Berdasarkan hasil dari Perancangan sistem kontrol VFD pada motor listrik untuk eretan mesin frais UH-I.F ini, ada beberapa rekomendasi saran yang dapat diberikan untuk pengembangan di masa depan:

1. Perbaikan di rasio gear untuk naik-turun dan maju-mundur meja mesin frais, agar dapat mengoptimalkan sistem kerja mesin frais dan bisa menggunakan kembali lagi sistem kontrol naik-turun dan maju-mundur meja.
2. Pemeliharaan rutin pada VFD dan sistem kelistrikan perlu dilakukan secara berkala agar sistem tetap berjalan optimal dan terhindar dari kerusakan dini.
3. Penambahan fitur kontrol otomatis, seperti sensor batas gerak atau sistem pengaturan berbasis mikrokontroler (misalnya PLC), bisa menjadi pengembangan lanjutan agar sistem lebih modern dan mudah diintegrasikan ke proses otomatisasi lainnya.
4. Penambahan sensor stoper, seperti sensor yang menggunakan laser, bisa menjadi pengembangan lanjutan agar sistem lebih modern dan mudah diintegrasikan ke proses otomatisasi lainnya.

REFERENSI

- [1] N. Aditiya and Mudjijanto, "Pengaruh Kedalaman Pemakanan Pada Mesin Frais Terhadap Getaran Dan Kekasaran Permukaan Baja Aisi 4140," *J. Tek. Mesin dan Energi*, vol. 1, no. 02, pp. 1–8, 2021.
- [2] R. Romiyadi, "Pengaruh Kemiringan Benda Kerja dan Kecepatan Pemakanan terhadap Getaran Mesin Frais Universal Knuth UFM 2," *Mechanical*, vol. 7, no. 2, pp. 52–60, 2016, doi: 10.23960/mech.v7.i2.201609.
- [3] Alimuddin, A. Jamlean, and I. Sarman, "Desain Dan Implementasi Kendali Motor Ac 3 Fasa Menggunakan Modul (Vsd) Variable Speed Drive," *J. Elektro Luceat*, vol. 9, no. 1, pp. 1–7, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.poltekstpaul.ac.id/index.php/jelekn/article/view/656>
- [4] D. R. Pattiapon, J. J. Rikumahu, and M. Jamlaay, "Penggunaan Motor Sinkron Tiga Fasa Tipe Salient Pole Sebagai Generator Sinkron," *J. Simetrik*, vol. 9, no. 2, pp. 197–207, 2019, doi: 10.31959/js.v9i2.386.
- [5] D. Syaprudin, "Modul Latih Pengaturan Motor Induksi 3 Fasa," *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro Ris. Teknol. di Era Revolusi Ind. 4.0 untuk Menghadapi Kompetisi Glob.*, vol. 4, pp. 360–365, 2019.