

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

ANALISIS PERBANDINGAN PENGOPERASIAN POMPA SATU FASA MENGUNAKAN SOFT STARTER DAN VARIABLE SPEED DRIVE



Oleh :

I Made Krisma Diana Putra

2215313017

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2025

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

ANALISIS PERBANDINGAN PENGOPERASIAN POMPA SATU FASA MENGUNAKAN SOFT STARTER DAN VARIABLE SPEED DRIVE



Oleh :

I Made Krisma Diana Putra

2215313017

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2025

ABSTRAK
I Made Krisma Diana Putra
Analisis
Analisis Perbandingan Pengoperasian Pompa Satu Fasa Menggunakan Soft Starter Dan Variable Speed Drive

Pompa satu fasa merupakan peralatan penting dalam sistem distribusi air. Penelitian ini membandingkan kinerja pengoperasian pompa satu fasa menggunakan tiga metode: Direct-On-Line (DOL), Soft Starter, dan Variable Speed Drive (VSD). Tujuan utama adalah mengevaluasi arus starting, konsumsi energi listrik, dan potensi penghematan energi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa arus starting tertinggi terjadi pada metode DOL sebesar 1,92 A, sedangkan dengan Soft Starter menurun hingga 1,16 A, dan VSD memberikan nilai paling rendah yaitu 0,33 A. Dalam hal konsumsi energi selama 1 jam operasi, DOL mencatatkan penggunaan sebesar 0,362 kWh, Soft Starter sebesar 0,357 kWh, dan VSD paling hemat dengan 0,235 kWh. Penghematan energi menggunakan VSD dibanding DOL mencapai 35,08%, atau setara pengurangan biaya listrik bulanan hingga Rp 5.151,12. Dengan demikian, penggunaan VSD terbukti paling efisien dalam menekan konsumsi energi serta melindungi motor dari lonjakan arus saat start.

Kata Kunci: Pompa satu fasa, arus starting, soft starter, variable speed drive, konsumsi energi, penghematan energi

ABSTRACT
I Made Krisma Diana Putra
Analysis
Comparative Analysis of Single-Phase Pump Operation Using Soft Starter and Variable Speed Drive

Single-phase pumps are essential equipment in water distribution systems. This study compares the performance of a single-phase water pump operated using three methods: Direct-On-Line (DOL), Soft Starter, and Variable Speed Drive (VSD). The main objective is to evaluate the starting current, electrical energy consumption, and energy-saving potential. Test results show that the highest starting current occurred with DOL at 1.92 A, reduced to 1.16 A with the Soft Starter, and significantly minimized to 0.33 A using the VSD. In terms of energy consumption over 1 hour of operation, DOL consumed 0.362 kWh, Soft Starter 0.357 kWh, while VSD used the least at 0.235 kWh. The VSD resulted in a 35.08% energy saving compared to DOL, with a potential monthly cost reduction of up to Rp 5,151.12. Therefore, the VSD proves to be the most effective method in minimizing energy use and protecting the motor from high inrush currents during startup.

Keywords: Single-phase pump, starting current, soft starter, variable speed drive, energy consumption, energy saving

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Perumusan Masalah	I-2
1.3 Pembatasan Masalah.....	I-2
1.4 Tujuan	I-2
1.5 Manfaat	I-2
1.6 Sistematika Penulisan	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	II-1
2.2 Motor Listrik.....	II-2
2.3 Motor Induksi	II-2
2.4 Konstruksi Motor Induksi Satu Fasa	II-3
2.5 Prinsip Kerja Motor Induksi Satu Fasa.....	II-3
2.6 Starting Motor.....	II-4
2.6.1 Soft Starter	II-4
2.6.2 Variable Speed Drive	II-5
2.7 Daya Listrik	II-6
2.7.1 Jenis-Jenis Daya Listrik	II-6
2.8 Energi Listrik	II-7
2.9 Tegangan Listrik	II-8
2.10 Arus Listrik.....	II-8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Jenis Penelitian	III-1
3.2 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	III-1
3.3 Tahapan Penelitian	III-2
3.3.1 Pengumpulan Data	III-2
3.3.3 Pengolahan Data	III-5
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS	IV-1
4.1 Spesifikasi.....	IV-1
4.1.1 Pompa Air	IV-1
4.1.2 Variable Speed Drive	IV-1
4.2 Cara Kerja Dan Karakteristik Starting Soft Starter Dan Variable Speed Drive.....	IV-1
4.2.1 Starting Pompa.....	IV-1
4.2.1.1 Variable Speed Drive	IV-1
4.2.1.2 Soft Starter	IV-2
4.3 Analisis	IV-3
4.3.1 Analisis Arus Starting Pompa Satu Fasa.....	IV-3

4.3.2 Analisis Penggunaan Energi Listrik.....	IV-5
4.3.2.1 Penggunaan Energi Listrik Pompa Satu Fasa Tanpa Menggunakan Soft Starter Dan Variable Speed Drive.....	IV-5
4.3.2.2 Penggunaan Energi Listrik Pompa Satu Fasa Menggunakan Soft Starter.....	IV-8
4.3.2.3 Penggunaan Energi Listrik Pompa Satu Fasa Menggunakan Variable Speed Drive	IV-11
4.3.3 Analisis Penghematan Energi	IV-14
4.3.3.1 Hasil Penghematan Penggunaan Soft Starter.....	IV-15
4.3.3.2 Hasil Penghematan Penggunaan Variable Speed Drive.....	IV-15
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konstruksi Umum Motor Induksi Satu Fasa	II-3
Gambar 2. 2 Soft Starter.....	II-5
Gambar 2. 3 Variable Speed Drive	II-6
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	III-2
Gambar 3. 2 Diagram Blok Start Langsung (DOL)	III-3
Gambar 3. 3 Diagram Blok Soft Starter	III-4
Gambar 3. 4 Diagram Blok Variable Speed Drive (VSD)	III-4
Gambar 4. 1 Name Plate Pompa	IV-1
Gambar 4. 2 Name Plate VSD.....	IV-1
Gambar 4. 3 Grafik Arus Starting Pompa Satu Fasa Sengan Start Langsung, Soft Starter Dan Variable Speed Drive	IV-4
Gambar 4. 4 Pengoperasian Pompa Satu fasa Tanpa Menggunakan Soft Starter Dan Variable Speed Drive	IV-6
Gambar 4. 5 Grafik Daya Pompa Satu Fasa Tanpa Menggunakan Soft Starter Dan Variable Speed Drive	IV-7
Gambar 4. 6 Grafik Pemakaian Energi Listrik Pada Pompa Satu Fasa Tanpa Menggunakan Soft Starter Dan Variable Speed Drive	IV-7
Gambar 4. 7 Pengoperasian Pompa Satu Fasa Menggunakan Soft Starter	IV-8
Gambar 4. 8 Grafik Daya Pompa Satu Fasa Menggunakan Soft Starter	IV-9
Gambar 4. 9 Grafik Pemakaian Energi Listrik Pada Pompa Satu Fasa Menggunakan Soft Starter	IV-10
Gambar 4. 10 Pengoperasian Pompa Satu Fasa Menggunakan Variable Speed Drive	IV-11
Gambar 4. 11 Grafik Daya Pompa Satu Fasa Menggunakan Variable Speed Drive.....	IV-12
Gambar 4. 12 Grafik Pemakaian Energi Listrik Pada Pompa Satu Fasa Menggunakan Variable Speed Drive	IV-13
Gambar 4. 13 Grafik Perbandingan Pemakaian Energi Listrik Pada Pompa Satu Fasa Dengan Start Langsung (DOL), Soft Stater Dan Variable Speed Drive	IV-14

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Arus Starting Pompa Satu Fasa Tanpa Menggunakan Soft Starter Dan Variable Speed Drive	IV-3
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Arus Starting Pompa Satu Fasa Saat Menggunakan Soft Starter	IV-3
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Arus Starting Pompa Satu Fasa Saat Menggunakan Variable Speed Drive	IV-4
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Pompa Satu Fasa Tanpa Menggunakan Soft Starter Dan Variable Speed Drive	IV-6
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Penggunaan Energi Listrik Pompa Satu Fasa Menggunakan Soft Starter	IV-8
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Penggunaan Energi Listrik Pompa Satu Fasa Menggunakan Variable Speed Drive	IV-11

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengukuran Pompa Satu Fasa Menggunakan Variable Speed Drive Dengan Frekuensi 20 Hz Sampai 50 Hz	L-1
Lampiran 2 Hasil Pengukuran Pompa Satu Fasa Menggunakan Soft Starter.....	L-2
Lampiran 3 Hasil pengukuran Pompa Satu Fasa Dengan Start Langsung (DOL).....	L-3
Lampiran 4 Proses Pengambilan Data Pada VSD, Proses Mengatur VSD, Proses Penyambungan Kabel Power Meter Digital Dan VSD Pada Pompa.....	L-4
Lampiran 5 Proses Pengambilan Data Pada Pompa Saat Menggunakan Soft Starter, Proses Penyambungan Kabel Power Meter Digital Dan Soft Starter Pada Pompa	L-5
Lampiran 6 Proses Pengambilan Data Pada Pompa Start Langsung (DOL), Proses Penyambungan Kabel Pompa Pada Power Meter Digital	L-6
Lampiran 7 Blok Wiring Diagram VSD	L-7

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pompa satu fasa merupakan salah satu peralatan listrik yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti distribusi air bersih, irigasi pertanian, dan pengolahan limbah karena kemudahan instalasi dan biaya awal yang relatif rendah. Namun, dalam operasionalnya, pompa satu fasa yang tidak dilengkapi dengan soft starter dan variable speed drive (VSD) cenderung mengalami sejumlah permasalahan yang berdampak pada performa dan efisiensi energi.

Tanpa soft starter, pompa satu fasa akan langsung menerima tegangan penuh saat dihidupkan (direct-on-line start). Hal ini menyebabkan lonjakan arus (inrush current) yang tinggi, yang dapat mempercepat kerusakan komponen listrik dan mekanik, meningkatkan konsumsi daya secara tiba-tiba, serta memperpendek umur motor. Di sisi lain, ketiadaan VSD membuat motor bekerja secara konstan pada kecepatan maksimum, meskipun kebutuhan aliran air tidak selalu tinggi. Akibatnya, terjadi pemborosan energi yang signifikan dan sistem menjadi tidak efisien. Dan kerugian yang ditimbulkan adalah pemborosan energi karena kecepatan pompa tidak disesuaikan dengan kebutuhan actual, kerusakan dini pada motor akibat lonjakan arus saat start, biaya operasional yang tinggi karena konsumsi listrik yang tidak optimal, dan minimnya kontrol terhadap proses pompa, yang dapat mengurangi kualitas layanan atau produksi. Sebagai solusi, penggunaan variable speed drive (VSD) dan soft starter menjadi sangat penting. VSD memungkinkan pengaturan kecepatan motor secara dinamis sesuai dengan kebutuhan actual, sehingga konsumsi energi dapat ditekan antara 30% hingga 60%, tergantung pada aplikasi dan kondisi operasi [1]. Sementara itu, soft starter membantu mengurangi lonjakan arus saat start, menjaga umur motor, dan meningkatkan keandalan sistem.

Berdasarkan permasalahan di atas, pada kesempatan ini penulis membuat tugas akhir dengan judul "Analisis Perbandingan Pengoperasian Pompa Satu Fasa Menggunakan Soft Starter Dan Variable Speed Drive" dengan harapan sistem pompa menjadi lebih efisien, hemat energi, serta memiliki umur pakai yang lebih panjang. Harapan lainnya adalah tercapainya efisiensi biaya operasional, dan peningkatan kontrol terhadap proses, yang secara keseluruhan akan mendukung produktivitas dan keberlanjutan sistem.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana hasil pengukuran arus starting tanpa soft starter dan variable speed drive dan saat menggunakan soft starter dan variable speed drive pada pompa satu fasa?
2. Bagaimana hasil pengukuran penggunaan energi listrik tanpa soft starter dan variable speed drive dan saat menggunakan soft starter dan variable speed drive pada pompa satu fasa?
3. Bagaimana hasil penghematan energi saat menggunakan soft starter dan variable speed drive pada pompa satu fasa dibandingkan tanpa menggunakan soft starter dan variable speed drive?

1.3 Pembatasan Masalah

Agar pembahasan lebih terarah, maka permasalahan yang akan dilakukan pada tulisan ini dibatasi pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan dalam skala laboratorium dan tidak dalam lingkungan perumahan atau industri yang luas.
2. Pengambilan data dilakukan pada pompa satu fasa.
3. Penelitian dilakukan pada pompa satu fasa, merek SHIMIZU, model: JET-108 BIT, 220 Volt, 50 Hz.
4. Peneliti melakukan pengukuran arus starting, pengukuran dan perhitungan penggunaan energi listrik, dan perhitungan penghematan energi pada pompa.

1.4 Tujuan

1. Mengetahui hasil pengukuran arus starting tanpa soft starter dan variable speed drive dan saat menggunakan soft starter dan variable speed drive pada pompa satu fasa.
2. Mengetahui hasil penggunaan energi listrik tanpa soft starter dan variable speed drive dan saat menggunakan soft starter dan variable speed drive pada pompa satu fasa.
3. Mengetahui hasil penghematan energi saat menggunakan soft starter dan variable speed drive pada pompa satu fasa dibandingkan tanpa menggunakan soft starter dan variable speed drive.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1.5.1 Manfaat bagi penulis

Adapun manfaat yang diperoleh penulis yaitu:

1. Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma III Program Studi Teknik Listrik di Politeknik Negeri Bali.

2. Penulis dapat menganalisis perbandingan pengoperasian pompa satu fasa menggunakan soft starter dan variable speed drive.

1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali

Adapun manfaat yang diperoleh oleh pembaca yaitu:

1. Hasil analisis ini diharapkan dapat menambah referensi mengenai efisiensi energi motor listrik satu fasa.
2. Mendorong pengembangan topik penelitian lanjutan dalam bidang efisiensi energi dan sistem kontrol motor.

1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat dan Industri

Adapun manfaat yang diperoleh dari analisis ini yaitu:

1. Memberi informasi yang berguna dalam memilih sistem kontrol (soft starter atau variable speed drive) untuk aplikasi rumah tangga maupun industri kecil.
2. Mendorong penggunaan peralatan hemat energi yang dapat menurunkan biaya listrik dan meningkatkan umur peralatan.
3. Mengedukasi pentingnya pemilihan sistem start motor yang sesuai agar tidak terjadi lonjakan arus dan kerusakan dini.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang akan digunakan dalam penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab I merupakan bagian yang berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan untuk memberikan gambaran umum tentang penelitian tugas akhir ini.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab II merupakan bagian yang berisikan tentang teori teori dasar yang menunjang dalam pembahasan

BAB III : METODEOLOGI

Bab III merupakan bagian yang berisi tentang tempat, waktu penelitian, teknik pengambilan data, jenis data yang diperlukan, teknik pengolahan data, dan alur penelitian.

BAB IV : PEMBAHASAN DAN ANALISA

Bab IV merupakan bagian yang berisikan tentang spesifikasi, Cara kerja dan karakteristik starting Soft Starter dan Variable Speed Drive, Analisa Arus Starting Pompa Satu Fasa, Analisa Penggunaan Energi Listrik, Analisa Penghematan Energi.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bagian yang berisikan tentang kesimpulan serta saran dari keseluruhan pembahasan dan analisa data.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dan analisa diatas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode pengoperasian pompa satu fasa sangat memengaruhi arus starting dan konsumsi energi. Metode Direct-On-Line (DOL) menghasilkan lonjakan arus paling tinggi dan konsumsi energi terbesar.
2. Soft Starter dapat menurunkan arus saat start, namun tidak memberikan penghematan energi yang signifikan. Sebaliknya, Variable Speed Drive (VSD) mampu menyesuaikan tegangan dan frekuensi sesuai kebutuhan, sehingga lebih efisien dalam penggunaan energi dan menjaga stabilitas kerja motor.
3. VSD merupakan pilihan terbaik untuk efisiensi energi dan umur motor yang lebih panjang. Namun, jika anggaran terbatas dan pengaturan kecepatan tidak diperlukan, Soft Starter dapat menjadi alternatif untuk mengurangi lonjakan arus saat start.

5.2 Saran

Adapun saran yang bisa penulis sampaikan sebagai berikut :

1. Penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan di lingkungan nyata seperti rumah tangga atau industri kecil untuk memastikan efektivitas penggunaan VSD dalam kondisi operasional sesungguhnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. M. M. A. A. S. H. M. R. Saidur, "Applications of variable speed drive (VSD) in electrical motors energy savings," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, pp. 543-550, 2012.
- [2] I. Budi Setio Utomo, "Efisiensi Energi Listrik Menggunakan Variable Speed Drive (VSD) Pada Motor Induksi 3 Fasa," vol. 5, 2022.
- [3] P. H. B. O. R. H. Muhammad Adam, "Analisis Pengasutan Motor Induksi Menggunakan Softstarter dan Inverter," vol. 2, pp. 81 - 87, 2021.
- [4] E. P. Zira Rizqianti, "ANALISIS PENGASUTAN MOTOR JENIS VARIABLE SPEED DRIVE (VSD) DAN SOFT STARTER PADA FAN COOLER SISTEM DI PT. CEMINDO GEMILANG TBK BAYAH," vol. 1, Oktober 2022.
- [5] d. Zaenal Abidin, "Pengujian Performance Motor Listrik Ac 3 Fasa Dengan Daya 3 Hp," *Jurnal Momentum*, vol. 9, 2013.
- [6] atman, "Penentuan Parameter Motor Induksi Tiga Fasa Tipe Sangkar," *Prosiding LPPM Unilak, LPPM Unilak*, 2013.
- [7] M. A. H. Antonio Fernandes Filipe, "Analisis Penggunaan Motor Induksi Satu Fasa Menggunakan Space Vector Pulse Width Modulation (SVPWM) Dengan MATLAB," *Jurnal Elektro ELTEK*, vol. 2, 2011.
- [8] C. K. a. S. D. U. A. E. Fitzgerald, *Electric Machinery*, 6th ed., Boston, 2005.
- [9] E. Z. H. Y. Atmam, "Penggunaan Energi Listrik Motor Induksi Satu Fasa Akibat Perubahan Besaran Kapasitor," *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, vol. 4, pp. 40 - 47, Juni 2020.
- [10] A. Fitzgerald, *Electric Machinery*, New York: McGraw-Hill Companies, 2003.
- [11] S. Sudirham, *Analisis Rangkaian Listrik*, Bandung: ITB, 2002.
- [12] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2018.
- [13] H. Hasanah, "Sebuah Alternatif Metode Pengumpulan Data Kualitatif Ilmu-ilmu Sosial," vol. 8, juli 2016.
- [14] H. A. J. U. E. F. U. R. R. I. R. A. F. D. J. S. N. H. A. Hardani, *METODE PENELITIAN KUALITATIF DAN KUANTITATIF*, 2020.

- [15] K. ESDM, "Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 28 tahun 2016 tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh PT Perusahaan Listrik Negara (PERSERO)," 2016.