

## **APLIKASI INVERTER PADA SISTEM PENGENDALIAN DAN PEMANTAUAN KECEPATAN MOTOR**

Wahyu Primaandika<sup>1</sup>, Muhammad Faridl Daffa<sup>2</sup>, Tondi Mahendra<sup>3</sup>, Murie Dwiyanti<sup>4</sup>, Syupriadi Nasution<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Prodi Teknik Listrik,  
Jl. Prof. Dr. GA Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16425  
e-mail: wahyuprimaandika7@gmail.com<sup>1</sup>

### **ABSTRAK**

*Dalam Sistem Pengendalian dan Pemantauan Kecepatan Motor, Inverter merupakan salah satu komponen vital yang berfungsi untuk mengendalikan kecepatan motor. Inverter bekerja dengan metode pengaturan frekuensi masukkan pada motor. Metode ini adalah metode paling mudah dan efektif dalam mengatur kecepatan motor induksi. Tak hanya itu, Inverter juga berperan dalam pengasutan motor secara soft starter, serta pengoperasian motor forward dan reverse. Untuk menjalankan fungsinya tersebut, Inverter harus diatur parameternya terlebih dahulu. Namun sebelum itu, spesifikasi pada inverter harus disesuaikan dengan spesifikasi pada motor agar pengoperasian motor menjadi efisien dan tidak terdapat masalah. Inverter juga di-integrasi dengan PLC dan SCADA sebagai sebuah Sistem Pengendalian dan Pemantauan Kecepatan Motor. Sehingga hasilnya adalah pengendalian kecepatan motor yang efektif dan efisien serta terpantau sebagai sebuah sistem.*

**Kata kunci :** *Inverter; Frekuensi; Motor Induksi; PLC; SCADA*

### **ABSTRACT**

*In Motor Speed Control and Monitoring System, the inverter is one of the vital components that serves to control motor speed. The inverter works by the method of adjusting the frequency in the motor. This method is the easiest and most effective method of regulating the speed of an induction motor. Still, the inverter also has a role in starting the motor with a soft starter, and the operation of the motor forward and reverse. To carry out these functions, the inverter must be set the parameters first. But before that, the specifications of the inverter must be adjusted to the specifications of the motor so that the operation of the motor is efficient and there are no problems. The inverter is also integrated with PLC and SCADA as a Motor Speed Control and Monitoring System. So the result is effective and efficient motor speed control and monitored as a system.*

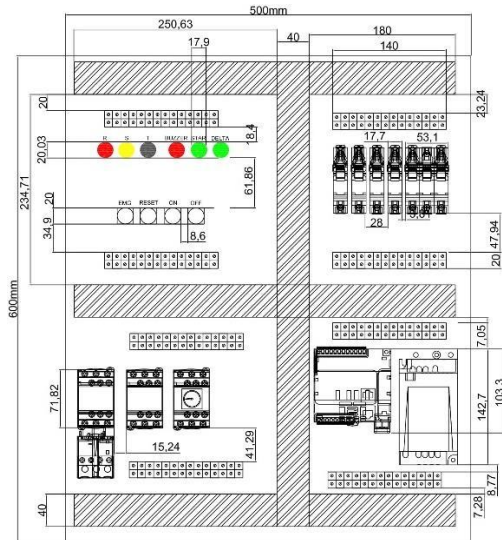
**Key words :** *Inverter; Frequency; Induction Motor; PLC; SCADA*

### **PENDAHULUAN**

Dalam pemakaian tertentu di dunia industri, diperlukan pengaturan kecepatan putar motor yang bervariasi. *Inverter* merupakan komponen yang cukup banyak digunakan untuk mengatur kecepatan motor listrik. *Inverter* bekerja dengan

mengatur frekuensi. Selain untuk mengatur kecepatan, *Inverter* juga dapat berfungsi untuk pengasutan motor secara *soft starter* dan pengoperasian motor secara *reverse forward*. Sehingga *Inverter* dapat dikatakan sebagai

komponen multifungsi untuk mendukung beragam kebutuhan operasi motor listrik di dunia industri.



Gambar 1 Sistem Pengendalian dan Pemantauan Kecepatan Motor

Penulis bersama rekan sekelompok membuat sebuah modul kontrol motor dengan nama “Sistem Pengendalian dan Pemantauan Kecepatan Motor”. Modul ini dibuat sejalan dengan kebutuhan uji kompetensi dan bahan ajar pada beberapa mata kuliah di program studi Teknik Listrik jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta. Pada modul ini, motor menggunakan metode pengasutan motor secara *soft starter* dan dioperasikan dengan 2 mode yakni, *multispeed* dan *reverse forward*. Sehingga *Inverter* menjadi bagian penting pada modul untuk dapat mengoperasikan mode-mode tersebut. *Inverter* juga akan terintegrasi dengan SCADA sebagai perangkat *monitoring* dan PLC sebagai perangkat kendali pada modul kontrol motor ini.

Oleh karena itu, penulis mengambil judul “Aplikasi *Inverter* pada Sistem Pengendalian dan Pemantauan Kecepatan Motor”.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan meliputi :

1. Melakukan perencanaan ide dan deskripsi kerja.
2. Mengimplementasikan cara kerja alat kedalam *flow chart*.
3. Membuat blok diagram dan *single line diagram*.
4. Membuat desain rancang bangun berupa relisasi alat yang akan dibuat.
5. Menentukan komponen yang dibutuhkan dan menyesuaikan pemilihan komponen dengan kebutuhan plant.
6. Merealisasikan alat yang telah didesain.
7. Membuat program PLC.
8. Membuat *setting parameter* pada *inverter*.
9. Membuat program SCADA yang disesuaikan dengan alamat PLC.
10. Melakukan pengujian dan pengambilan data.
11. Menganalisa hasil pengujian.

Dalam memilih *inverter* yang tepat, ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Berikut prosedur pemilihan spesifikasi *inverter* :

1. Perhatikan spesifikasi motor yang digunakan seperti daya motor, tegangan sumber motor, jumlah fasa sumber dan frekuensi motor.
2. Pastikan tegangan sumber motor, jumlah fasa motor, dan frekuensi motor sama dengan keluaran *Inverter*. Khusus untuk daya, direkomendasikan untuk memilih rating daya *Inverter* diatas daya motor jika motor akan digunakan secara kontinu.
3. Perhatikan kondisi daerah operasi motor seperti tegangan dan jumlah fasa yang terdapat pada daerah operasi.
4. Pastikan *Inverter* yang dipilih memiliki tegangan suplai, jumlah fasa dan frekuensi yang sama dengan sumber yang tersedia di daerah operasi motor.
5. Selain itu, untuk beberapa jenis pengoperasian motor perlu memperhatikan karakteristik beban. Beberapa jenis *Inverter* memiliki fungsi khusus untuk karakteristik beban tertentu.
6. Jika semua tahap telah diikuti, maka *Inverter* sudah dapat digunakan dengan

terlebih dahulu membaca *manual book* pada *Inverter*.

Pengujian *inverter* terbagi dua yakni pengujian pengoperasian *inverter* dan pengujian *inverter* terhadap gangguan.

Berikut prosedur pengujian pengoperasian *inverter* :

1. *Wiring Inverter* sesuai dengan ketentuan.
2. Pastikan motor yang akan digunakan sesuai dengan spesifikasi *Inverter*.
3. *On*-kan MCB.
4. Atur parameter *Inverter* sesuai dengan pengoperasian motor.
5. Operasikan melalui SCADA, dengan memilih mode *softstarting* atau *multispeed* dengan arah putaran *forward* atau *reverse*.
6. Ubah nilai parameter ACC dan DEC untuk memperoleh data frekuensi waktu akselerasi dan dekselerasi yang berbeda.
7. Ubah parameter RPT, untuk memperoleh data perubahan frekuensi dengan jenis *ramp* atau perubahan nilai yang berbeda, seperti linear *ramp*, *S ramp*, dan *U ramp*.
8. Lihat perubahan nilai frekuensi ditampilkan pada *Inverter*.
9. Data kecepatan dapat dilihat dengan tachometer atau pada SCADA.

*Inverter* juga akan diuji terhadap gangguan, tujuannya adalah mengetahui pengaruh operasi *Inverter* terhadap gangguan. Pada pengujian ini, parameter pada *Inverter* akan diatur dengan tidak sesuai pada parameter yang sesungguhnya.

Berikut prosedur pengujian *inverter* terhadap gangguan :

1. Pertama melakukan pengujian *overload*.
2. Atur persentase ambang batas nilai *overload* dengan parameter NCR. Atur dengan nilai arus dibawah nilai arus nominal motor.
3. Operasikan mode *softstarting*.
4. Tunggu beberapa saat hingga *Inverter* menampilkan jenis gangguan pada *display Inverter*.

5. Lalu setelah melakukan pengujian *overload*, lakukan pengujian *output phase loss*.
6. Jalankan motor dengan mode *softstarting* atau *multispeed*.
7. Cabut salah satu kabel fasa yang terhubung ke motor.
8. Perhatikan jenis gangguan yang tertera pada *display Inverter*.
9. Lakukan langkah 1 dan 2, dengan mencabut dua kabel fasa ke motor.
10. Ulangi langkah 1 dan 2, dengan mencabut semua kabel fasa ke motor.
11. Dan yang terakhir melakukan pengujian gangguan pada tegangan sumber pada *inverter*.
12. Jalankan motor dengan mode *softstarting* atau *multispeed*.
13. Putus sumber tegangan menuju *Inverter* dengan mematikan MCB *Inverter*.
14. Perhatikan jenis gangguan yang tertera dengan melihat kode yang ditampilkan pada *display Inverter*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Pemilihan Spesifikasi *Inverter*

Dengan memperhatikan prosedur pemilihan spesifikasi *inverter*, maka *inverter* yang dipilih adalah Schneider ATV12H037M2. Hal ini karena motor yang digunakan memiliki daya 0,37 kW dan masukkan pada motor juga sesuai dengan keluaran *inverter* yang bertegangan 220 V, 50/60 Hz. Selain itu tegangan yang tersedia adalah 220 V, 50 Hz, yang mana sesuai dengan tegangan sumber yang dibutuhkan oleh *inverter*. Dan yang terakhir, ATV12H037M2 adalah pilihan yang tepat untuk penggunaan yang tidak terlalu kompleks.

Sehingga setelah mempertimbangkan beberapa aspek, *Inverter* bermerek Schneider dari seri Altivar dengan tipe ATV12H037M2 adalah pilihan yang tepat untuk *project* ini.

Tabel 1 Spesifikasi Motor

Deskripsi	Keterangan
Merek	Yuema
Tegangan Sumber	220Δ/380Y V, 3 Phase
Arus	1,93 A saat 220 V, Δ
	1,12 A saat 380 V, Y
Jumlah Kutub	4 pole
Frekuensi Sumber	50 Hz
Daya Motor	0,37 kW atau 0,55 HP
Kelas Isolasi	Insulation Class F
IP Rate	IP55

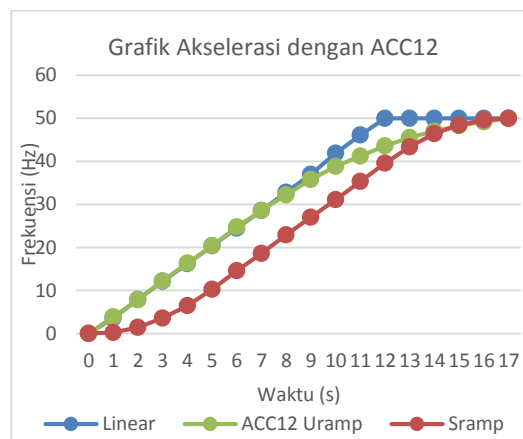
Spesifikasi lengkap mengenai motor yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2 Spesifikasi Inverter

Deskripsi	Keterangan
Merek	Schneider Electric
Seri	Altivar (ATV)
Kelas Produk	Altivar 12 (ATV12)
Tipe Produk	ATV12H037M2
Penggunaan	Simple machine
Tujuan Produk	Motor asinkron
Tegangan Sumber	200-240 V, 1 Phase
Frekuensi Sumber	50/60 Hz, +/-5 %
Arus Sumber	5,9 A saat 200 V
	4,9 A saat 240 V
Daya Motor	0,37 KW, 0,55 HP
Tegangan Keluaran	200-240 V, 3 Phase
Arus Keluaran Kontinu	2,4 A
Arus Transien Maks	3,6 A selama 60 detik
Protokol Komunikasi	Modbus

Spesifikasi lengkap mengenai inverter yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.

### b. Pengujian Pengoperasian *Inverter Mode Soft Starting*



Gambar 2 Grafik Pengujian *Inverter mode softstarting*

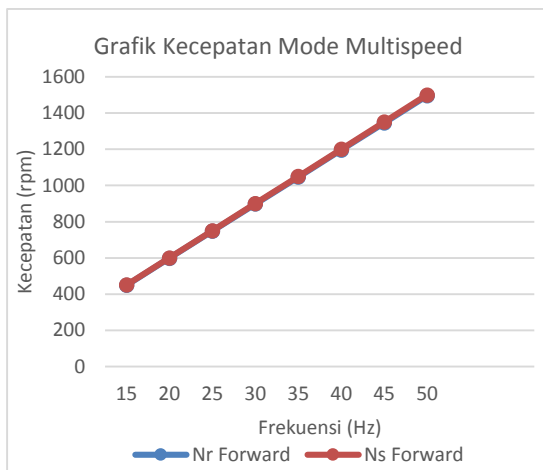
Berdasarkan grafik pada gambar 2, dapat kita lihat bahwa perubahan nilai frekuensi dengan jenis linear ramp adalah konstan per satuan waktu. Sedangkan pada jenis S ramp dan U ramp, perubahan nilai frekuensi tidak konstan. Dari sini dapat diketahui bahwa pemilihan waktu akselerasi dan dekselerasi serta pemilihan jenis kurva ramp dapat menyesuaikan dengan kebutuhan pengoperasian motor.

Hal ini dapat diaplikasikan pada pemilihan nilai akselerasi dan dekselerasi yang menyesuaikan pada kebutuhan penggunaan motor. Jika motor yang akan digunakan memerlukan percepatan awal yang smooth atau lembut, maka ACC dan DEC diatur dengan nilai yang besar. Contohnya jika *Inverter* akan digunakan untuk pengaturan motor pada konveyor, maka nilai ACC dan DEC harus diatur dengan nilai yang sesuai, biasanya dengan nilai akselerasi dan dekselerasi yang besar, agar benda yang dibawa konveyor tidak berubah posisi atau jatuh.

Selain itu, pemilihan jenis ramp juga harus disesuaikan pada penggunaan motor. Umumnya akselerasi dan dekselerasi jenis linear ramp cocok untuk banyak tipe

pengoperasian motor. Oleh karena itu, beberapa jenis *Inverter* menjadikan linear *ramp* sebagai parameter *default* atau standar. Jenis *S ramp* biasanya digunakan untuk pengoperasian motor yang membutuhkan akselerasi dan dekselerasi yang sangat *soft* atau lembut dan untuk mencegah guncangan pada motor dan beban. Contohnya jika motor digunakan untuk menggerakkan konveyor yang membawa benda yang sangat ringan seperti botol kosong, maka untuk pengereman konveyor hingga berhenti dapat menerapkan jenis *S ramp* agar botol tidak berguncang dan terjatuh.

**c. Pengujian Pengoperasian *Inverter* Mode *Multispeed***



Gambar 3 Grafik Pengujian *Inverter* mode *multispeed*

Berdasarkan grafik pada gambar 3 ,dapat diketahui bahwa besarnya frekuensi berbanding lurus dengan kecepatan.

**d. Pengujian *Inverter* Terhadap Gangguan *Overload***



Gambar 4 Tampilan Display Saat Gangguan *Overload*

Motor akan *trip* ketika nilai yang diatur pada *Inverter* dibawah nilai arus nominal pada motor dengan jangka waktu berdasarkan parameter *TOL (Overload Time Detection)* yang diatur pada *Inverter*. Pada pengujian *overload*, *Inverter* diuji dengan mengatur parameter *NCR* sebesar 1,2A dan *TOL* sebesar 5s. Hasilnya motor akan berhenti bekerja pada 11,54 detik setelah motor dijalankan atau 5,54 detik setelah motor mencapai frekuensi maksimal.

**e. Pengujian *Inverter* Terhadap Gangguan *Output Phase Loss***



Gambar 5 Tampilan Display Saat Gangguan *Output Phase Loss*

Pada pengujian *Output Phase Loss (OPL)*, motor akan diuji jika fasa menuju motor tidak terhubung. Untuk dapat mengaktifkan mode gangguan ini, sebelumnya parameter *OPL* harus dipilih *yes*. Saat salah satu fasa menuju motor tidak terhubung maka motor akan berhenti dan *display* pada *Inverter* menunjukkan tulisan *OPF1*. Sedangkan saat kedua atau ketiga satu fasa menuju motor tidak terhubung maka motor akan berhenti, namun *display* pada *Inverter* menunjukkan tulisan *OPF2* seperti pada gambar 5.

**f. Pengujian Terhadap Gangguan Tegangan Suplai *Inverter***



Gambar 6 Tampilan Display Saat Gangguan *Undervoltage*

Pada pengujian *undervoltage*, *MCB Inverter* di off sekejap ketika motor dalam kondisi *running*. Hasilnya motor seketika berhenti beroperasi dan pada *display Inverter* menunjukkan keterangan *USF*

seperti pada gambar 6. Merujuk pada buku manual *Inverter*, gangguan ini disebut gangguan *undervoltage* yang disebabkan oleh tegangan suplai pada *Inverter* terlalu rendah atau akibat penurunan tegangan suplai seketika.

#### KESIMPULAN

1. Pemilihan spesifikasi *Inverter* harus menyesuaikan dengan spesifikasi motor yang digunakan, kondisi daerah operasi motor, dan karakteristik beban.
2. Waktu akselerasi dan dekselerasi yang diatur pada *Inverter*, berpengaruh pada perubahan frekuensi masukkan pada motor, semakin besar waktu yang diatur maka semakin *soft*/kecil perubahan frekuensi.
3. Pemilihan waktu akselerasi dan dekselerasi motor harus menyesuaikan dengan kebutuhan pengoperasian motor.
4. Terdapat tiga jenis kurva *ramp* pada akselerasi dan dekselerasi motor yakni *linear ramp*, *S ramp*, dan *U ramp*.
5. Pemilihan jenis kurva *ramp* saat akselerasi dan dekselerasi harus menyesuaikan dengan kebutuhan pengoperasian motor.
6. Besarnya frekuensi dan tegangan masukkan pada motor berbanding lurus dengan kecepatan motor.
7. Gangguan *overload* terjadi akibat nilai nominal arus pada motor lebih besar daripada nilai nominal arus pada *inverter*.
8. Gangguan output phase loss terjadi akibat fasa menuju motor tidak terhubung.
9. Jika sumber menuju *inverter off* dalam sekejap, maka pada *inverter* akan terdeteksi sebagai gangguan *undervoltage*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Petruzella, Frank D. 2016. *Electric Motors and Control Systems* (2<sup>nd</sup> Ed.). New York : McGraw-Hill Education.
- [2] Brumbach, M.E., & Clade, J.A. (2017). *Electronic Variable Speed Drives*. Boston : Cengage Learning.
- [3] Schneider Electric. 2018. *Altivar 12 User Manual*. Schneider Electric.
- [4] Schneider Electric. *ATV12H037M2 Product Datasheet*. Schneider Electric.
- [5] Schneider Electric. *ATV312H037M2 Product Datasheet*. Schneider Electric.
- [6] Schneider Electric. *ATV320U04M2C Product Datasheet*. Schneider Electric.
- [7] Schneider Electric. *TM221CE16R Product Datasheet*. Schneider Electric.