

# Sistem Pengaman Beda Tegangan pada Motor Fase 3 dengan Rangkaian Terintegrasi dengan Inverter

Muhammad Royhan

Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta  
Jl. Daan Mogot KM 11, Jakarta Barat 11710, Indonesia  
roihani@yahoo.com

---

**Abstrak** –Sistem pengaman beda tegangan yaitu untuk mengamankan beban jika terjadi beda tegangan antara fase. Jika terjadi beda tegangan antar fase, maka putaran rotor pada motor akan turun. Beban yang sensitif terhadap beda tegangan adalah motor listrik yang berfungsi untuk menggulung beban, benang dan lain sebagainya. Sistem pengaman membandingkan tegangan antar fase, komponen pembanding adalah menggunakan IC LM339. Dari keluaran penguat operasional dihubungkan ke IC HD74LS00P yang berisi gerbang NAND yang sifatnya jika salah satu masukkan 0 maka keluaran 1 atau sebaliknya. IC HD74LS08P yang berisi gerbang AND menerima keluaran dari tiga gerbang NAND. IC HD74LS08P memberikan sinyal transistor yang berfungsi sebagai saklar elektronik. Transistor menggerakkan relay SJ4098 yang merupakan relai tegangan searah. Untuk relai tegangan bolak balik menggunakan relai OMRON. Magnetik Contaktor Breaker ( MCB) berfungsi sebagai penghubung dan pemutus jaringan beban tergantung dari tegangan yang diberikan oleh relai AC OMRON.. Sistem pengaman bekerja ketika tegangan masukan 190 V dan rotor berputar 1200 Rpm, pada saat ini inverter bekerja sehingga putaran rotor 1500 Rpm.

**Kata kunci :** *Inverter, kecepatan putar, tegangan, fasa, kontaktor*

---

**Abstract-** The voltage differential security system is to secure the load if there is a voltage difference between phases. If there is a voltage difference between phases, the rotor rotation on the motor will drop. Voltage that is sensitive to voltage is an electric motor that functions to roll loads, threads and so on. Safety systems compare voltages between phases, comparative components are using IC LM339. From the operational amplifier output is connected to the HD74LS00P IC which contains NAND gates which are properties if one enters 0 then output 1 or vice versa. IC HD74LS08P which contains AND gate receives output from three NAND gates. The HD74LS08P IC provides a transistor signal that functions as an electronic switch. The transistor drives the SJ4098 relay which is a unidirectional voltage relay. For alternating voltage relays using OMRON relays. Magnetic Contactor Breaker (MCB) functions as a connection and network breaker load depending on the voltage provided by the OMRON AC relay. The safety system works when the input voltage is 190 V and the rotating rotor is 1200 Rpm, at this time the inverter works so that the rotor rotation is 1500 Rpm.

**Keywords:** *Inverter, rotational speed, voltage, phase, contactor*

**I. PENDAHULUAN**

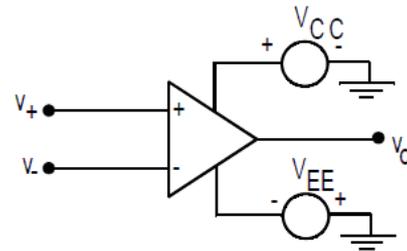
Beda tegangan merupakan permasalahan yang tidak dapat dihindarkan dalam penyaluran energi listrik, hal ini disebabkan karena beda impedansi saluran antar fase, tegangan bocor salah satu fase. Beda tegangan membuat peralatan – peralatan listrik atau komponen – komponen listrik tidak dapat bekerja dengan kemampuan maksimalnya. Untuk motor induksi beda tegangan pada salah satu atau beberapa fasa dapat menimbulkan masalah yang serius, yaitu umur motor menjadi berkurang dan hasil putaran tidak maksimum. Tentunya ini menjadi sesuatu yang sangat merugikan bagi para pengguna peralatan listrik terutama di industri. Karena hampir setiap peralatan / mesin industri menggunakan motor induksi fase tiga sebagai tenaga penggerak utamanya.

Ada 2 jenis motor induksi, yaitu motor induksi fasa tunggal dan motor induksi fasa tiga. Dimana sebagian besar peralatan / mesin yang berkapasitas besar biasanya menggunakan motor induksi fasa 3 sebagai tenaga penggerak. Berbeda dengan motor induksi fasa tunggal, motor induksi fasa tiga harus selalu disuplay dengan sumber listrik fasa tiga agar dapat beroperasi dengan baik, karena hilangnya fasa atau beda tegangan fasa secara signifikan dapat menyebabkan motor induksi 3 fasa tersebut mengalami gangguan dan mengurangi umur dari motor itu sendiri atau yang lebih parah yaitu, terbakarnya gulungan motor.

**II. LANDASAN TEORI**

**a. Penguat Operasional IC**

Penguat operasional (op amp) adalah suatu penguat yang mempunyai dua masukan dan satu keluaran. Op amp terdapat di pasaran berupa rangkaian terpadu (integrated circuit- IC).



Gambar 1. Rangkaian dasar penguat operasional

Gambar 1 menunjukkan sebuah blok op amp yang mempunyai berbagai tipe dalam bentuk IC. Op amp dalam bentuk paket praktis IC seperti tipe 741 Seperti terlihat pada gambar 1, op amp memiliki masukan tak membalik v+ (non-inverting), masukan membalik v- (inverting) dan keluaran vo.

**b. Gerbang Logika**

Gerbang ( gate ) adalah suatu rangkaian logika dengan satu keluaran dan satu atau beberapa masukan. Rangkaian digital menggunakan gerbang logika untuk melakukan sebagian besar fungsinya. Berbagai jenis gerbang logika termasuk AND, OR, NOT, XOR, NOR dan NAND. Fungsi logika termasuk keputusan, perbandingan arithmatik dan perhitungan. Gerbang logika membuat keputusan dengan menghasilkan output yang tinggi atau rendah, tergantung pada kondisi masukannya.

Setelah perencanaan pemodelan di buat, langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi dengan menggunakan software *OptiFiber*, jika hasil nilai dispersi yang di dapatkan dari simulasi tidak mendekati nol di dua panjang gelombang yang berbeda, maka proses pembuatan simulasi akan kembali ke tahap pemodelan namun jika nilai dispersi sudah mendekati nilai nol di dua panjang yang berbeda maka proses simulasi sudah benar. Setelah hasil simulasi sesuai dengan yang diharapkan maka akan dilakukan analisa pada hasil simulasi tersebut.

**c. IC Regulator**

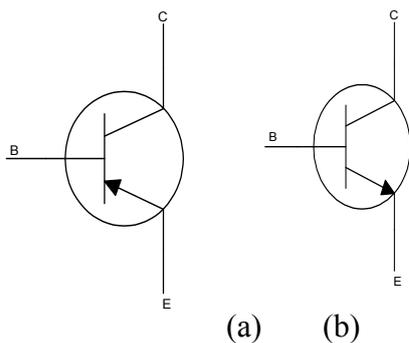
Salah satu metode agar dapat menghasilkan tegangan output DC stabil adalah dengan menggunakan IC 78XX untuk tegangan positif dan IC 79XX untuk tegangan negatif dalam system Regulator Tegangan.

- IC 7805 untuk menstabilkan tegangan DC +5 Volt
- IC 7809 untuk menstabilkan tegangan DC +9 Volt
- IC 7812 untuk menstabilkan tegangan DC +12 Volt

Berikut adalah skema elektronik Regulator Tegangan menggunakan IC 78XX dan IC 79XX dimana “XX” adalah tegangan stabil DC output.

**d. Transistor**

Transistor terdiri dari Uni Junction Transistor (UJT) dan Bipolar Junction Transistor (BJT). Transistor BJT ada dua jenis yaitu jenis Sambungan PNP dan jenis sambungan NPN. transistor disusun dari dua buah sambungan dioda hingga membentuk sambungan PNP dan Sambungan NPN. Simbol transistor bipolar seperti pada gambar 2. Dari gambar 2 mempunyai tiga kaki yang terdiri dari Basis (B), Emitter (E) dan Coolector (C)

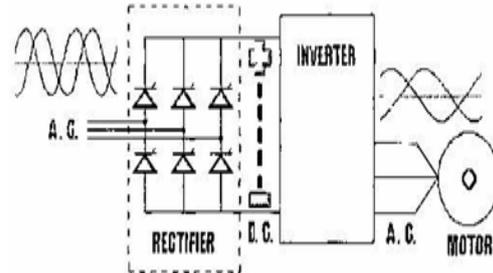


Gambar 2. Simbol transistor a. Simbol transistor PNP b. Simbol transisitor NPN

**e. Inverter**

Inverter adalah alat untuk mengatur kecepatan putaran rotor dengan cara mengatur frekuensi atau tegangan.

Frekuensi dan tegangan dari sysdrive inveter banyak digunakan untuk pengaturan kecepatan motor induksi fasa tiga. Prinsip dasar fungsi sysdrive inverter seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Prinsip dasar fungsi sysdrive inveter

Variabel pengaturan untuk kecepatan motor induksi berbanding lurus dengan frekuensi dari tegangan suplai dan berbanding terbalik dengan jumlah kutub pada motor induksi tersebut, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 1.

$$n = \frac{120xf}{p} \dots\dots\dots 1$$

Keterangan :

n = putaran ( Rpm)

f = frekuensi ( Hz)

p= Kutub

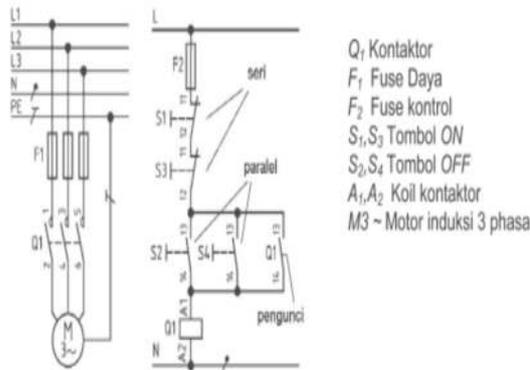
**III. HASIL PENELITIAN**

**A. Pengendalian Beban Motor Listrik**

**1. Pengendalian Hubungan Langsung**

Pengendalian hubungan langsung dikenal dengan istilah Direct ON Line (DOL) dipakai untuk mengontrol motor induksi dengan kontaktor Q1. Rangkaian daya pada gambar 2.73 memperlihatkan ada lima kawat penghantar, yaitu L1, L2, L3, N, dan PE, ada tiga buah fuse F1 yang gunanya sebagai pengaman hubung singkat jika ada gangguan pada rangkaian daya. Sebuah kontaktor memiliki enam kontak, sisi supply terminal 1, 3, dan 5, sedangkan di sisi beban terhubung ke motor terminal

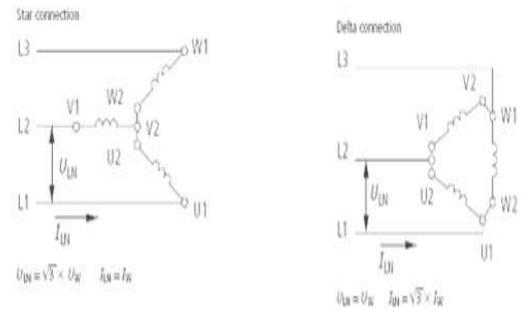
2, 4, dan 6. Notasi ini tidak boleh dibolakbalikkan. Rangkaian kontrol dipasang fuse F2 sebagai pengamanan jika terjadi hubung singkat pada rangkaian kontrol.



Gambar 4. Rangkaian daya dan kontrol Direct ON Line (DOL)

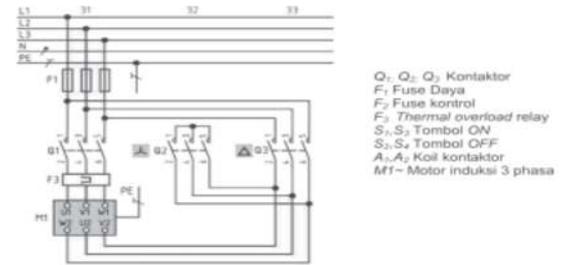
## 2. Pengendalian Hubungan Langsung

Hubungan langsung atau Direct ON Line dipakai untuk motor induksi berdaya di bawah 5 kW. Motor induksi dengan daya menengah dan besar antara 10 kW sampai 50 kW menggunakan pengendalian bintang segitiga untuk starting awalnya. Saat motor terhubung bintang arus starting hanya mengambil sepertiga dari arus starting jika dalam hubungan segitiga. Hubungan bintang sebuah motor dapat diketahui dari hubungan kawat pada terminal motor. Terminal W2, U2 dan V2 dikopel jadi satu, sedangkan terminal U1 dihubungkan ke jala-jala L1, terminal V1 ke jala-jala L2 dan terminal W1 ke jala-jala L3 yang ditunjukkan pada gambar 2.73a. Hubungan segitiga dalam hubungan terminal motor diketahui dari kombinasi hubungan jala-jala L1-U1-W2, jala-jala L2- V1-U2, dan jala-jala L3-W1-V2 seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Hubungan terminal a) Bintang b) Segitiga

Rangkaian daya hubungan bintang-segitiga ditunjukkan gambar 6, maksudnya perpindahan dari hubungan bintang ke hubungan segitiga dilakukan secara manual oleh operator.

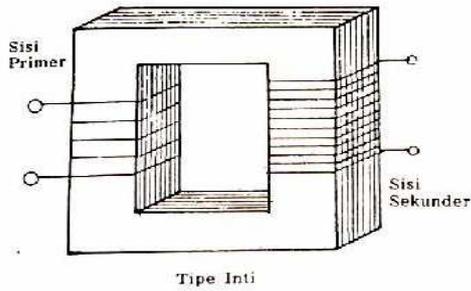


Gambar 6. Pengawatan daya bintang-segitiga

## B. Konstruksi Transformator

Secara umum dapat dibedakan dua jenis transformator menurut konstruksinya, yaitu :

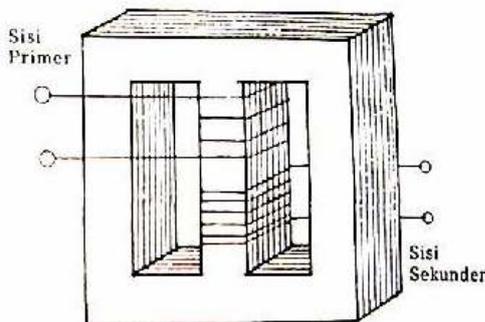
- Tipe inti
  2. Tipe inti terdapat dua kaki, yaitu masing-masing kaki dibelit oleh satu kumparan. Pada gambar 7 adalah gambar transformator tipe inti



Gambar 7. Konstruksi transformator tipe inti

- Tipe cangkang

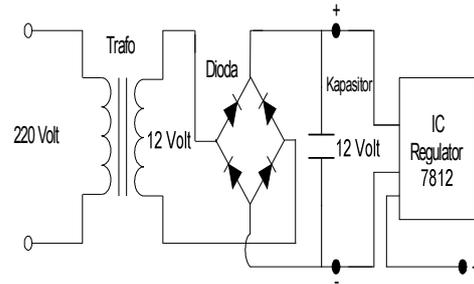
Pada tipe cangkang mempunyai tiga buah kaki, dan hanya kaki yang tengah-tengah dibelit oleh kedua kumparan. Kedua kumparan dalam tipe cangkang ini tidak tergabung secara elektrik, melainkan saling tergabung secara magnetik melalui inti. Pada gambar 8 adalah gambar trafo tipe cangkang



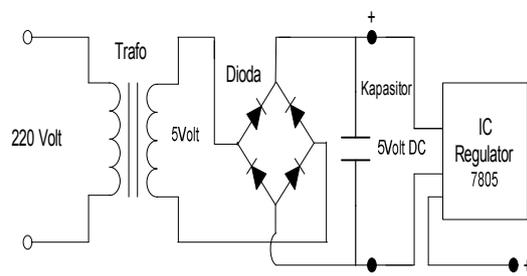
Gambar 8. Konstruksi transformator tipe cangkang

#### IV. PEMBAHASAN

Rangkaian catu daya ditunjukkan pada gambar 9 dan gambar 10.



Gambar 9 Rangkaian Catu Daya Output 12 V.

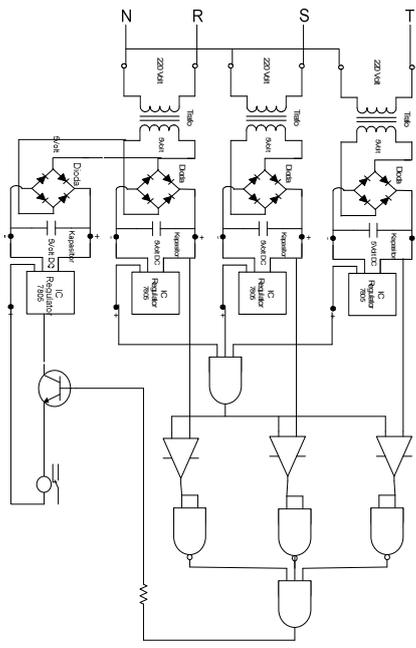


Gambar 10. Rangkaian Catu Daya Output 5 V.

Rangkaian pembanding merupakan otak dari alat proteksi jatuh tegangan fasa pada motor induksi 3 fasa dimana rangkaian ini menggunakan IC Op-Amp LM339 sebagai pembanding atau komparator antara tegangan referensi yang tetap terhadap tegangan input dari fasa R-S-T yang selalu berubah-ubah. Apabila tegangan input yang selalu berubah-ubah tersebut menyamai tegangan referensi maka IC Op-Amp tersebut akan mengeluarkan sinyal output.

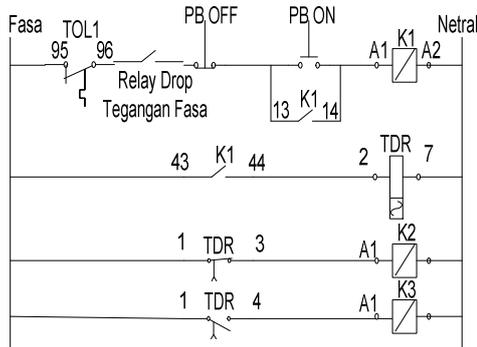
Rangkaian penggerak relay adalah rangkaian yang memanfaatkan suatu transistor yang bertipe sebagai switch / saklar untuk mengaktifkan suatu relay. Transistor disini dipergunakan karena sinyal output yang keluar dari IC logika sangat rendah kurang lebih 5 V sehingga tidak akan sanggup untuk mengkatifkan komponen yang berkapasitas lebih besar.

Gambar 11 adalah gambar pengawatan rangkaian alat proteksi penurunan tegangan fasa tiga dimana rangkaian tersebut berfungsi untuk mematikan rangkaian kontrol apabila terjadi drop tegangan pada salah satu atau beberapa fasa, juga apabila terjadi padam salah satu fasa atau beberapa fasa.



Gambar 11. Rangkaian alat proteksi beda tegangan fasa

Rangkaian pengendali bintang – segitiga seperti pada gambar 12.



Gambar 12. rangkaian pengendali bintang segitiga

V. PENUTUP

Inverter bekerja setelah beda tegangan terendah 190 Volt. Pengaturan frekuensi pada inverter motor tidak dipengaruhi oleh tegangan masukan. Semakin turun tegangan, standart deviasi putaran semakin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Drs. Yon Rijono., Dasar Teknik Tenaga Listrik, Edisi Revisi, Penerbit Andi Yogyakarta. (2002).
- [2] Anthony Zuriman dan Efendi Asnal, 2004, "Sistem pengaman motor induksi 3-fasa terhadap gangguan hubung singkat satu fasa dengan cara merubah sumber tegangan", Prosiding SNVMS 2004, ISBN:979-96964-1-0, hal. 643-649.
- [3] Robert Boylestad, Louis Nashelsky, 1996, Electronic Devices and Circuit Theory sixth edition, New Jersey: PrenticeHall.
- [4] Cowern, Ed, 2000, "Keep Up to Speed with Motor Terms", EC&M, January, pp. 52 - 56.
- [5] Panjaitan Bonar, 2012, "Proteksi Sistem Tenaga Listrik", Andi Yogyakarta.
- [6] Anthony Zuriman, 2005, — Perancangan sistem kendali dual fungsi pengoperasian motor induksi 3-fasa ||, Jurnal Momentum, Vol. 3 No. 2, Agustus 2005, hal. 58-63.
- [7] Saputra Ardyan, 2009 "Rancang Bangun Inverter Satu Fasa Sebagai Penggerak Motor Induksi Satu Fasa", Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya.