

Analisa Pengendali Arah Putaran Motor Induksi 3-fasa 1 KW Dengan Menggunakan Note Book Arduino Uno R3

Nurhaida¹, Muhammad Noer², Nofiansah³, Mutiar⁴

Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang

E-mail: nurhaida@polsri.ac.id

ABSTRACT

Induction motors are widely used in industry. One example is applied to elevators used in multi-storey buildings. In its application, the elevator uses the principle of forward and reverse circuits because there are options when the elevator goes up or down. Based on the description of the above problem then designed a prototype reversal control device rotation 3k phase induction motor based on ATmega 328p microcontroller board. The entire core system is controlled by Arduino Uno R3 (Microcontroller ATmega 328p) with Visual Basic version 6.0 software. The inverting process of a three-phase induction motor based on ATmega 328p microcontroller board can simplify the equipment and can be operated from a place far enough that it tends to be more efficient and sophisticated than the conventional way.

Keywords: *Three-phase induction motor, microcontroller, visual basic*

ABSTRAK

Aplikasi dari motor induksi banyak digunakan pada industry, Salah satu contohnya pada *lift* yang digunakan pada bangunan bertingkat. Dalam pengaplikasiannya, menggunakan prinsip dari rangkaian *forward* dan *reverse* karena terdapat pilihan pada saat naik keatas atau turun kebawah. Berdasarkan deskripsi persoalan diatas maka dirancang suatu prototipe alat pengendali pembalik putaran motor induksi 3-fasa 1kW berbasis board mikrokontroler ATmega 328p. Keseluruhan inti sistem dikendalikan oleh Arduino Uno R3 (Mikrokontroler ATmega 328p) dengan software Visual Basic version 6.0. Proses pembalik putaran motor induksi 3-fasa berbasis board mikrokontroler ATmega 328p dapat menyederhanakan peralatan dan dapat dioperasikan dari tempat yang cukup jauh sehingga cenderung lebih efisien dan canggih dibandingkan dengan cara konvensional.

Kata Kunci: Motor induksi, board mikrokontroler ATmega 328p, visual basic

1. PENDAHULUAN

Motor Induksi adalah motor yang paling sering ditemui di industri karena keuntungan-keuntungan yang dimiliki motor induksi tersebut. Selain karena konstruksinya sangat kuat, motor induksi juga memiliki kehandalan yang tinggi dan memiliki harga yang relatif murah untuk industri.

Motor induksi 3-fasa sangat banyak digunakan pada industri-industri. Motor yang sering digunakan di industri ialah motor berjenis rotor sangkar, namun ada satu jenis motor lagi yakni motor rotor lilit/rotor belitan, motor jenis ini jarang digunakan karena harganya mahal dan biaya pemeliharaan yang lebih besar dibanding motor sangkar tupai. Namun dibalik kelemahannya itu motor ini memiliki kelebihan dibanding motor rotor sangkar yakni putaran motor dan starting torsi yang dapat diatur sedemikian rupa. Motor induksi banyak digunakan sebagai penggerak Utama pada sebagian besar industri. Pada umumnya motor yang digunakan untuk keperluan industri adalah motor-motor kecil yang efisiensinya tidak tinggi, sehingga banyak kerugian pada rangkaian magnetisasi saat beerbeban ringan. Motor yang dibuat oleh pabrik di

rancang untuk beroperasi mendekati beban penuh, sehingga jika beban turun di bawah beban penuh, tertentu maka efisiensi turun dengan cepat.

Dalam penggunaannya motor induksi ini memerlukan pengendali arah putaran. Seiring terjadinya kemajuan-kemajuan dari berbagai macam aspek kehidupan yang salah satunya adalah aspek teknologi, dimana perkembangan teknologi tersebut terjadi begitu pesat dan cepat. Dengan adanya perkembangan tersebut sangat memungkinkan manusia untuk mempermudah dan mempercepat pekerjaan mereka.

Dari kondisi itu memberi inspirasi kepada penulis untuk melakukan penelitian pengendalian menggunakan teknologi komputer, yang dalam hal ini penulis akan mengendalikan arah putaran sebuah motor induksi 3 fasa dengan menggunakan software yang dibuat dengan bahasa pemrograman.

2. MOTOR INDUKSI 3-FASA

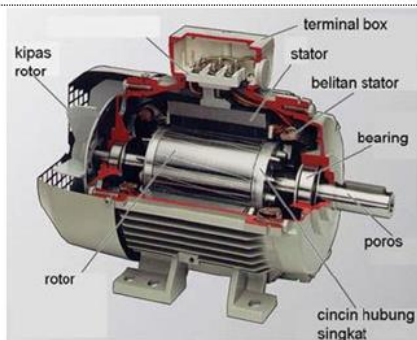
Motor listrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa tenaga putar. Motor listrik terdiri dari dua bagian yang sangat penting yaitu stator atau bagian yang diam

dan Rotor atau bagian berputar. Pada motor AC, kumparan rotor tidak menerima energi listrik secara langsung, tetapi secara induksi seperti yang terjadi pada energi kumparan transformator. Oleh karena itu motor AC dikenal dengan motor induksi. Dilihat dari kesederhanaannya, konstruksinya yang kuat dan kokoh serta mempunyai karakteristik kerja yang baik, maka motor induksi 3-fasa yang cocok dan paling banyak digunakan dalam bidang industri.

Keuntungan Penggunaan motor induksi yang banyak dipakai di kalangan industri yakni karena bentuknya yang sederhana dan memiliki konstruksi yang kuat dan hampir tidak pernah mengalami kerusakan yang berarti, harga relatif murah dan perawatannya mudah, efisiensi tinggi pada keadaan berputar normal, tidak memerlukan sikat sehingga rugi-rugi daya yang diakibatkannya dari gesekan dapat dikurangi. Dan perawatan waktu mulai beroperasi tidak memerlukan starting tambahan khusus dan tidak harus sinkron.

Namun, disamping hal tersebut diatas, terdapat pula faktor-faktor kekurangan dari motor induksi yaitu pengaturan kecepatan dari motor induksi sangat mempengaruhi efisiensinya, kecepatan motor induksi akan menurun seiring dengan bertambahnya beban, dan kopel awal mutunya rendah dibandingkan dengan motor DC shunt.

Untuk mengenal lebih lanjut tentang motor induksi 3-fasa, dibawah ini adalah salah satu contoh gambar konstruksi dasar motor induksi 3-fasa.



Gambar 1 Konstruksi dasar motor induksi 3-fasa

Pada dasarnya motor induksi arus putar terdiri dari suatu bagian yang tidak berputar (stator) dan bagian yang bergerak memutar (rotor). Secara ringkas stator terdiri dari blok-blok dinamo yang berisolasi pada satu sisinya dan mempunyai ketebalan 0,35 – 0,5 mm, disusun menjadi sebuah paket blok yang berbentuk gelang. Disisi dalamnya dilengkapi dengan alur-alur. Didalam alur ini terdapat perbedaan antara motor asinkron dengan lilitan sarang (rotor sarang atau rotor hubung pendek) dan gelang seret dengan lilitan 3-fasa. Atau dari sisi lainnya bahwa inti besi stator dan rotor terbuat dari lapisan (email) baja silikon tebalnya 0,35 - 0,5 mm, tersusun rapi, masing-masing

terisolasi secara elektrik dan diikat pada ujung-ujungnya.

Lamel inti besi stator dan rotor bagian motor dengan garis tengah bagian motor, dengan garis tengah bagian luar dari stator lebih dari 1 m. Bagi motor dengan garis tengah yang lebih besar, lamel inti besi merupakan busur inti segmen yang disambung-sambung menjadi satu lingkaran. Celah udara antara stator dan rotor pada motor yang kecil adalah 0,25 – 0,75 mm, pada motor yang besar sampai 10 mm. Celah udara yang besar ini disediakan bagi kemungkinan terjadinya perenggangan pada sumbu sebagai akibat pembebanan transversal pada sumbu atau sambungannya. Tarikan pada pita (belt) atau beban yang tergantung tersebut akan menyebabkan sumbu motor melengkung.

Pada dasarnya inti besi stator dan belitan rotor motor tak serempak ini sama dengan stator dan belitan stator mesin serempak. Kesamaan ini dapat ditunjukkan bahwa pada rotor mesin tak serempak yang dipasang/sesuai dengan stator mesin tak serempak akan dapat bekerja dengan baik.

Pada bagian stator terdapat beberapa slot yang merupakan tempat kawat (konduktor) dari tiga kumparan 3-fasa yang disebut kumparan stator, yang masing-masing kumparan mendapatkan suplai arus 3-fasa. Stator terdiri dari pelat-pelat besi yang disusun sama besar dengan rotor dan pada bagian dalam mempunyai banyak alur-alur yang diberi kumparan kawat tembaga yang berisolasi. Jika kumparan stator mendapatkan suplai arus 3-fasa maka pada kumparan tersebut akan timbul flux magnet putar. Karena adanya flux magnet putar pada kumparan stator, mengakibatkan rotor berputar karena adanya induksi magnet dengan kecepatan putar rotor sinkron dengan kecepatan putar stator.

$$N_s = \frac{120}{p} f \quad (1)$$

Dimana:

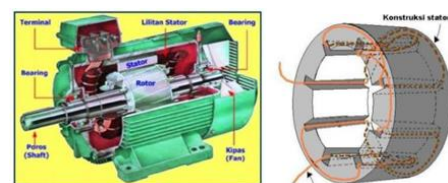
N_s = Kecepatan sinkron (rpm)

f = Besarnya frekuensi (Hz)

P = Jumlah kutub

Untuk mengetahui mengetahui besar daya motor

$$P_{3\theta} = \sqrt{3} V x I x \cos \theta \quad (2)$$



Gambar 2 Konstruksi Stator Mesin Induksi

Berdasarkan hukum Faraday tentang imbas magnet, maka medan putar yang secara relatif merupakan medan magnet yang bergerak terhadap penghantar rotor akan mengibaskan gaya gerak listrik (ggl). Frekuensi ggl imbas ini sama dengan frekuensi jala-jala. Besar ggl imbas ini berbanding lurus dengan kecepatan relatif antara medan putar dan penghantar rotor. Penghantar-penghantar dalam rotor yang membentuk suatu rangkaian tertutup, merupakan rangkaian melaju bagi arus rotor dan searah dengan hukum yang berlaku yaitu hukum Lenz. Arahnya melawan fluksi yang mengibaskan, dalam hal ini arus rotor itu ditimbulkan karena adanya perbedaan kecepatan yang berada di antara fluksi atau medan putar stator dengan penghantar yang diam. Rotor akan berputar dalam arah yang sama dengan arah medan putar stator, untuk mengurangi beda kecepatan di atas.

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \quad (1)$$

Dimana:

S = Slip

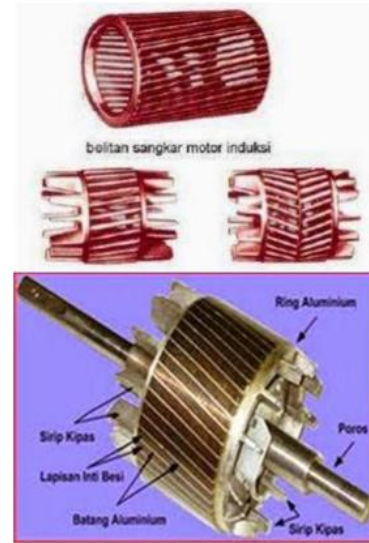
N_s = Kecepatan Sinkron (rpm) medan Stator

N_r = Kecepatan Sinkron (rpm) medan Rotor

2.1 Motor Rotor Sangkar

Motor rotor sangkar konstruksinya sangat sederhana, yang mana rotor dari motor sangkar adalah konstruksi dari inti berlapis dengan konduktor di pasang parallel dengan poros yang mengelilingi permukaan inti. Konduktornya tidak terisolasi dari inti, karena arus rotor secara alamiah akan mengalir melalui tahanan yang paling kecil konduktor rotor. Pada setiap ujung rotor, konduktor rotor semuanya dihubungkan singkatkan dengan cincin ujung. Batang rotor dan cincin ujung sangkar yang lebih kecil adalah coran tembaga atau aluminium dalam satu lempeng pada inti rotor. Dalam motor yang lebih besar, batang rotor tidak dicor melainkan dibenamkan kedalam alur kemudian dilas ditempatkan parallel terhadap poros motor tetapi kerap kali dimiringkan. Hal ini menghasilkan torsi yang lebih seragam dan juga mengurangi derau dengung magnetik sewaktu motor sedang jalan. Bentuk dari penampang potongan motor induksi rotor sangkar ini dapat dijelaskan seperti ditunjukkan pada gambar 3 di samping.

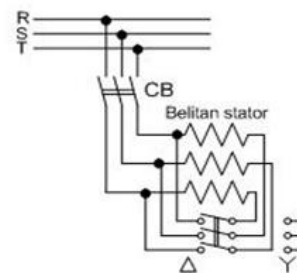
Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan kumparan yang terdiri dari beberapa batang konduktor yang disusun sedemikian rupa sehingga menyerupai sangkar tupai yang terlihat pada gambar dibawah ini, konstruksi rotor seperti ini sangat sederhana bila dibandingkan dengan rotor jenis mesin listrik lainnya.



Gambar 3 Penampang Potongan Motor Induksi Rotor Sangkar

Dengan demikian harganya pun murah karena konstruksinya yang demikian, padanya tidak mungkin diberikan pengaturan tahanan luar seperti pada motor induksi dengan rotor belitan.

Untuk membatasi arus mula yang besar, tegangan sumber harus dikurangi dan biasanya digunakan oto transformator atau saklar Y – D (seperti pada gambar dibawah ini). Tetapi berkurangnya arus akan berakibat berkurangnya kopel mula, untuk mengatasi hal ini dapat digunakan rotor jenis sangkarganda.



Gambar 4 Rangkaian Rotor Sangkar

2.1 Motor Rotor Lilit

Motor rotor lilit atau motor cincin slip berbeda dengan motor rotor sangkar dalam konstruksinya. Seperti namanya rotor dililit dengan lilitan terisolasi serupa dengan lilitan stator. Lilitan fasa rotor dihubungkan secara Y dengan poros motor. Ketiga cincin slip yang terpasang pada cincin slip dan sikat-sikat dapat dilihat berada disebelah kiri lilitan rotor. Lilitan rotor tidak dihubungkan ke pencatu. Cincin slip dan sikat semata-mata merupakan penghubung tahanan kendali variabel luar ke dalam rangkain motor. Motor rotor lilit kurang banyak diwarnakan dikandingkan dengan motor rotor sangkar karena harganya mahal dan

biaya pemeliharaan lebih besar. Bentuk rotor lilit dapat dilihat pada gambar berikut ini.

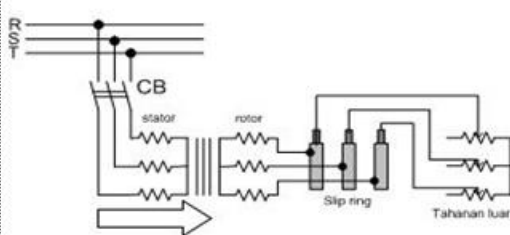


Gambar 5 Penampang potongan motor induksi rotor lilit

Komutator berfungsi sebagai penyerah mekanik yang Bersama-sama dengan sikat membuat suatu kerja sama yang disebut komutasi. Supaya menghasilkan penyearah yang lebih baik, maka komutator yang digunakan hendaknya dalam jumlah yang besar. Setiap belahan (segmen) komutator berbentuk lempengan. Disamping penyearah mekanik maka komutator berfungsi juga untuk mengumpulkan GGL induksi yang terbentuk pada sisi-sisi kumparan. Oleh karena itu komutator dibuat dari bahan konduktor, dalam hal ini digunakan dari campuran tembaga.

Isolator yang digunakan terletak antara komutator-komutator dan komutator-komutator as (poros) menentukan kelas dari motor berdasarkan kemampuan terhadap suhu yang timbul dari mesin tersebut. Jadi disamping sebagai isolator terhadap listrik pada panas tertentu pada listrik, maka isolator digunakan harus mampu terhadap panas tertentu.

Seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini, penambahan tahanan luar sampai harga tertentu dapat membuat kopel mula mencapai harga maksimum, kopel mula yang besar ini memang diperlukan pada waktu start. Motor induksi dengan rotor lilit memungkinkan penambahan (Pengaturan Tahanan Luar) tahanan luar yang dapat diatur ini dihubungkan ke rotor melalui cincin, selain untuk menghasilkan kopel mula yang besar tahanan luar tadi diperlukan untuk membatasi arus mula yang besar pada saat start motor. Disamping itu dengan mengubah tahanan luar, kecepatan motor dapat diatur. Dibawah ini terdapat rangkaian induksi dengan belitan memungkinkan penambahan tahanan luar.



Gambar 6 Rangkaian rotor lilit

2.3 Beda Motor Induksi Rotor Sangkar dengan Rotor lilit

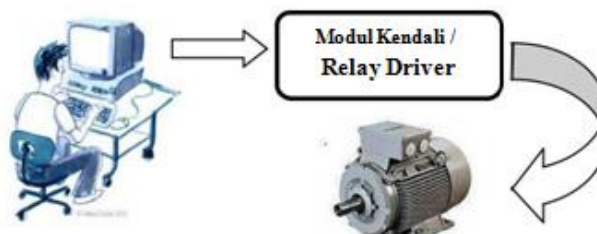
Jika di dibandingkan antara rotor sangkar dan rotor lilit ada perbedaan- perbedaan sebagai berikut:

1. Karakteristik motor induksi rotor sangkar sudah fixed, sedang pada motor induksi dengan rotor lilit masih dimungkinkan variasiK karakteristiknya dengan cara menambahkan rangkaian luar melalui slipring/sikatnya.
2. Jumlah kutub pada rotor sangkar menyesuaikan terhadap jumlah kutub pada lilitan statornya, sedangkan jumlah kutub pada rotor sudahtertentu.

Suatu keuntungan dari motor induksi dengan rotor lilit adalah dapat ditambah tahanan luar. Hal ini sangat menguntungkan untuk starting motor pada beban yang berat dan sekaligus sebagai pengatur putaran motor. Rangkaian motor induksi dengan rotor lilit, dilengkapi dengan tahanan luar. Dalam penggunaannya rotor sangkar lebih banyak dipakai sebab harganya murah. Kelemahan pada starting torque diatasi dengan konstruksi *double squirrel cage* dan *deep bar cage*.

3. SISTEM KENDALI

Blok diagram di bawah ini menggambarkan bahwa sistem pengendalian arah putaran motor induksi 3 fasa menggunakan komputer ini diawali oleh seorang operator yang sedang mengoperasikan sebuah komputer dimana komputer tersebut mengirimkan berupa data ke modul kendali dimana modul kendali ini berisi mikrokontroler dan driver relay. Lalu mikrokontroler tersebut mengolah data yang dikirim oleh komputer tersebut yang selanjutnya mikrokontroler tersebut akan memerintahkan relay untuk bekerja. Apabila relay bekerja maka motor pun akan bekerja karena rekey tersebut terhubung langsung dengan sumber listrik dan *coil* kontaktor yang digunakan untuk menggerakkan motor.



Gambar 7 Blok diagram pengendalian arah putaran motor induksi 3-fasa

Bagian-bagian dari sistem pengendali arah putaran motor induksi 3 fasa adalah sebagai berikut.

1. Komputer

Komputer ini berfungsi untuk mengontrol atau mengendalikan arah putaran motor induksi 3 phasa. bagian pengontrolan ini menggunakan *software Visual Basic 2010 Express* yang dibuat dengan tampilan berupa *Layer* pengontrolan dengan *Adjustment Mode* yang nantinya user sendiri yang akan menggerakkan motor induksi sesuai keinginannya.

2. Mikrokontroler

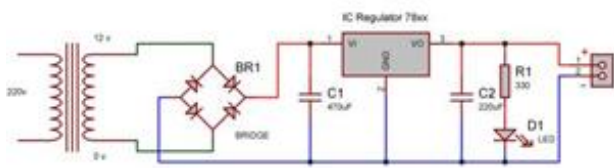
Mikrokontroller ini berfungsi sebagai memproses dan mengolah data yang dikirimkan oleh komputer yang selanjutnya program yang ada didalam *mikrokontroller* tersebut akan mengirimkan perintah untuk menggerakkan motor.

3. Motor Induksi

Motor induksi merupakan bagian output dari sistem ini, dimana motor induksi ini lah yang akan dikendalikan oleh operator menggunakan komputer.

3.1 Perancangan Power Suplay

Rangkaian *power supply* di bawah ini merupakan salah satu contoh rangkaian *power supply* yang paling sederhana dan yang paling sering ditemui dalam dunia elektronika. Hanya dengan menggunakan beberapa komponen inti dari power supply yakni satu buah dioda bridge atau 4 buah dioda biasa dan satu buah kapasitor. Dioda bridge / 4 buah dioda biasa digunakan sebagai penyearah gelombang bolak balik yang dihasilkan oleh trafo step down atau trafo penurun tegangan dan kapasitor digunakan sebagai penghilang riak gelombang yang telah disearahkan oleh dioda bridge.



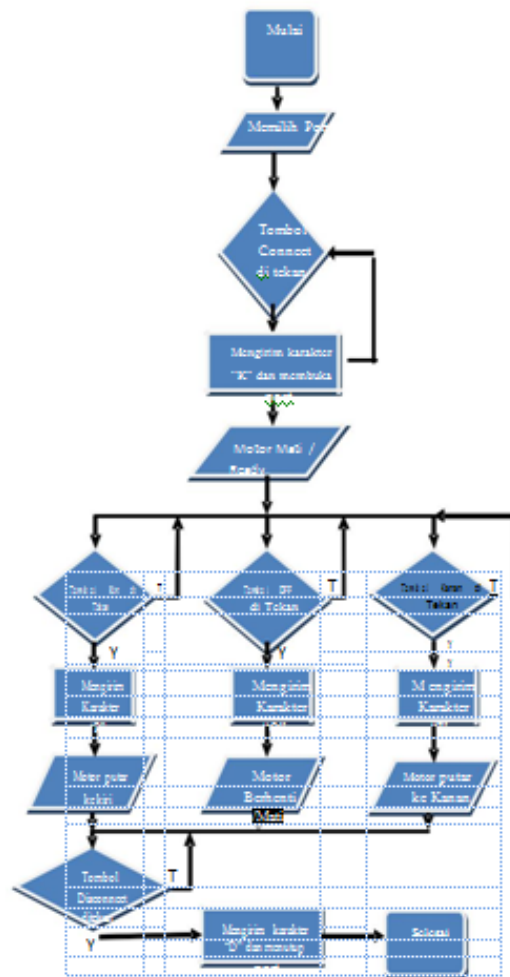
Gambar 8 Rangkaian Power Suplay

Tegangan yang dihasilkan oleh trafo masih berbentuk gelombang AC dan harus disearahkan dengan menggunakan penyearah. Rangkaian penyearah yang digunakan memanfaatkan 4 buah dioda yang telah dirancang untuk bisa meloloskan kedua siklus gelombang ac menjadi satu arah saja.

Gelombang dua arah yang telah diubah menjadi satu arah keluaran dari dioda bridge masih memiliki riak atau masih memiliki amplitude tegangan yang tidak rata. Hal ini dikarenakan dioda bridge hanya menghilangkan siklus negative dan menjadikannya siklus positif tetapi tidak merubah bentuk

gelombang sama sekali dimana masih memiliki lembah dan bukit. Untuk itu dimanfaatkan kapasitor yang mempunyai kapasitansi yang cukup besar untuk membuat rata gelombang tersebut. Hal ini dikarenakan lamanya proses pelepasan muatan oleh kapasitor sehingga seolah-olah amplitudo dari gelombang tersebut menjadi rata.

Dari proses penyearah diatas, membuat arus dari ac menjadi dc. Dan selanjutnya arus tersebut masuk kedalam *IC Reguator* yang dalam hal ini, penulis menggunakan *IC Regulator 7805 dan 7812*. IC Regulator 7805 membuat tegangan yang sebelumnya 12 volt menjadi 5 volt dan untuk *IC Regulator 7812* mengubah tegangan yang sebelumnya 12 Volt menjadi stabil tetap di 12 Volt sesuai dengan kebutuhan suplay di rangkaian.



Gambar 9 Diagram alir rangkaian

3.2 Prinsip Kerja Rangkaian

Diawali dari sumber, tegangan masuk ke MCB 3-fasa 25A/220V kemudian keluaran dari MCB masuk ke anak kontak NC (95 dan 96) TOR. Dari anak kontak TOR masuk ke modul relay 2 channel ATmega 328 lalu ke koil kontaktor untuk mengaktifkan kontaktor sehingga anak kontak NO bisa mengoperasikan motor induksi. Hubungkan

modul relay 2 channel dengan board mikrokontroler ATmega 328p. Modul relay 2 channel juga memiliki port USB yang digunakan untuk mengoperasikan melalui komputer sehingga perputaran motor dapat diatur melalui program visual basic.

3.3 Kerja Software

Sementara sistem telah diberi supply, buka aplikasi kontrol motor 3-fasa tunggu loading dan jendela login akan tampil. Isi username dan password untuk masuk ke kontrol motor 3-fasa. Jika modul telah ready, software akan memberikan dua pilihan sebagai penggerak motor. Dua pilihan tersebut adalah motor putar kanan dan motor putar kiri. Jika operator menekan tombol putar kanan, mikrokontroler akan memberikan perintah dengan mengeluarkan logika 1 pada pin P2.0 ke *driver relay* dan logika 0 pada P3.1 ke lampu led indikator secara bersamaan. Logika 1 di *driver relay* akan memicu transistor untuk menghubungkan sumber DC di koil rele 1 sehingga rele 1 beroperasi. Anak kontak rele 1 ini di beri tegangan 10 volt DC untuk mengaktifkan rele yang lebih besar. Kontak NO dari rele ini di beri tegangan AC 220 volt untuk mengoperasikan koil kontaktor 1. Begitu juga logika 0 di *driver relay* akan memicu transistor untuk menghubungkan sumber DC di koil rele 2 sehingga rele 2 beroperasi. Anak kontak rele 2 ini di beri tegangan 10 volt DC untuk mengaktifkan rele yang lebih besar. Kontak NO dari rele ini di beri tegangan AC 220 volt untuk mengoperasikan koil kontaktor 2. Kontak NO kontaktor 1 dan 2 inilah yang diberi sumber tegangan 3-fasa untuk mengoperasikan motor induksi. Saat motor beroperasi, pada software terdapat tombol "OFF" untuk menghentikan putaran dari motor.

3.4 Pengambilan Data Hasil Pengujian Putaran Motor

Terdapat langkah-langkah atau prosedur dalam proses pengambilan data pada sistem pembalik putaran berbasis mikrokontroler ATmega 328p dengan *interface* komputer. Prosedur tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Menyusun rangkaian pembalik putaran motor sesuai gambar
2. Mengoperasikan motor induksi 3-fasa dengan menekan tombol pembalik putaran kanan dan pada software.
3. Menekan tombol OFF pada software untuk menghentikan putaran motor.
4. Mengoperasikan motor induksi 3-fasa dengan menekan tombol pembalik putaran kiri dan pada software.

5. Ulangi percobaan pada poin 3 untuk menghentikan putaran motor.
6. Menentukan besarnya V_{dc}/I_{dc} pada rangkaian pembalik putaran motor dengan menggunakan alat ukur multimeter digital.
7. Catat hasil pengukuran.

4. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 1 Hasil pengujian putaran motor kanan saat start

Fasa	I (A)	V (volt)
L1	0,60	220
L2	2,5	216
L3	2,84	228,5

Tabel 2 Hasil pengujian putaran motor kanan saat Stabil

Fasa	I (A)	V (volt)
L1	2,06	220,3
L2	2,02	221,4
L3	1,83	226,2

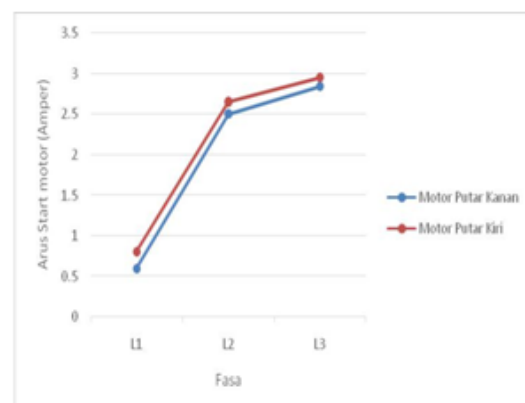
Tabel 3 Hasil pengujian putaran motor kiri saat Start

Fasa	I (A)	V (volt)
L1	0,81	219
L2	2,65	227
L3	2,95	223

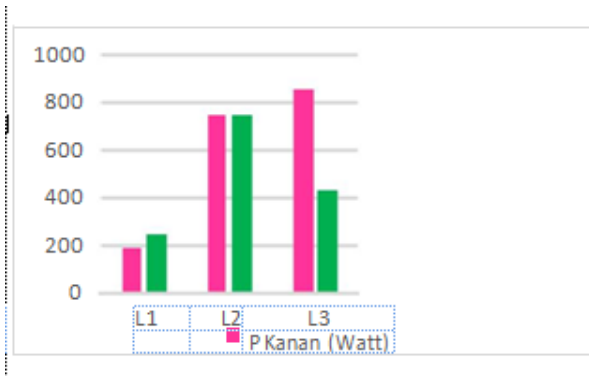
Tabel 4 Hasil pengujian putaran motor kiri saat Stabil

Fasa	I (A)	V (volt)
L1	2,05	219,3
L2	1,93	226,5
L3	2,03	223

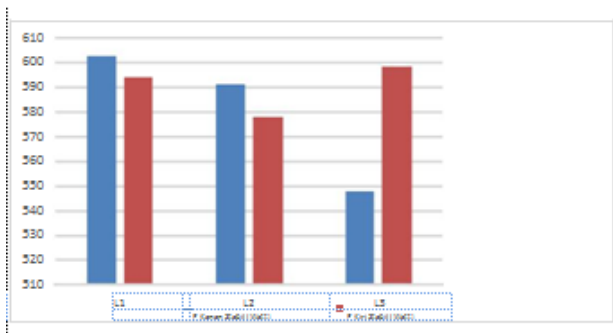
Hasil pengujian diatas dapat disajikan dalam grafik seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 10 Grafik arus start motor pada saat putar kanan dan kiri



Berdasarkan pada grafik di atas daya pada saat putaran motor kanan pada saat start di L1, L2, dan L3 adalah sebesar 185,97-watt, 741,80 watt, dan 856,50 watt. Sedangkan daya pada saat putaran motor kiri start pada L1, L2, dan L3 adalah 240,07-watt, 743,43 watt, dan 424,1 watt.



Gambar 11 Grafik daya motor saat Kondisi Stabil

Berdasarkan pada grafik 11. daya pada saat putaran motor kanan stabil pada L1, L2, dan L3 adalah 602,72-watt, 591,18 watt, dan 547,45 watt. Sedangkan daya pada saat putaran motor kiri stabil pada L1, L2, dan L3 adalah 594,22-watt, 577,97 watt, dan 598,37 watt.

Jika motor induksi 3-fasa dioperasikan dengan sumber tegangan bolak-balik pada kumparan stator, maka motor akan berputar dengan kecepatan putaran. Perputaran motor digerakkan oleh medan putar yang mempunyai kecepatan sinkron. Bila medan putar dihilangkan dengan melepaskan sumber tegangan bolak-balik pada kumparan stator, maka lambat laun motor akan berhenti berputar.

Dari data diatas terlihat jika pada rangkaian pembalik putaran motor induksi 3-fasa ini pada saat start, putaran motor kanan pada L1, L2,dan L3 dengan arus yang mengalir sebesar 0,64 A, 2,6 A,dan 2,85 A dan tegangan 221 V, 217 V,dan 228,6 V. Akan tetapi pada motor putaran kanan dalam keadaan stabil arus yang dihasilkan pada L1, L2,dan L3 sebesar 2,08 A, 2,03 A,dan 1,84 A dengan besar tegangan 220,4 V, 221,5 V, dan 226,3 V. Jadi, pada rangkaian pembalik putaran motor kanan arus yang

paling besar adalah pada saat start motor sebesar 2,85A dan tegangannya sebesar 228,6 V.

Berdasarkan percobaan kedua yang telah dilakukan pada rangkaian yang sama dengan putaran motor kiri terlihat jika pada rangkaian pembalik putaran motor induksi 3-fasa pada saat start putaran motor kiri pada L1, L2,dan L3 dengan arus 0,83 A, 2,48 A dan 1,44 A dan besar tegangan 220 V, 228 V,dan 224 V. Ketika motor putaran kanan dalam keadaan stabil arus yang dihasilkan pada L1, L2,dan L3 sebesar 2,06 A, 1,94 A,dan 2,04 A dan tegangan 219,4 V, 226,6 V, dan 223,1 V. Jadi, pada rangkaian pembalik putaran motor kiri arus yang paling besar ialah pada saat motor start sebesar 2,48 A dan tegangan 228 V.

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan putaran motor kanan dan putaran motor kiri yang berasal dari rangkaian pembalik putaran motor ini berbasis board mikrokontroler 328p. Maka didapat hasil perhitungan sebagai berikut.

1. Motor Induksi 3-fasa pada saat start (putar kanan):

- Untuk L1 $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$
 $= 1,73 \times 221 \times 0,64 \times 0,76$
 $= 185,97 \text{ watt}$
- Untuk L2 $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$
 $= 1,73 \times 217 \times 2,6 \times 0,76$
 $= 741,80 \text{ watt}$
- Untuk L3 $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$
 $= 1,73 \times 228,6 \times 2,85 \times 0,76$
 $= 856,6 \text{ watt}$

2. Motor Induksi 3-fasa pada saat keadaan stabil (putar kanan):

- Untuk L1 $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$
 $= 1,73 \times 220,4 \times 2,08 \times 0,76$
 $= 602,74 \text{ watt}$
- Untuk L2 $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$
 $= 1,73 \times 221,5 \times 2,03 \times 0,76$
 $= 591,18 \text{ watt}$
- Untuk L3 $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$
 $= 1,73 \times 226,3 \times 1,84 \times 0,76$
 $= 547,46 \text{ watt}$

3. Motor Induksi 3-fasa pada saat start (putar kiri):

- Untuk L1 $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$
 $= 1,73 \times 220 \times 0,83 \times 0,76$
 $= 240,07 \text{ watt}$

$$\begin{aligned} \text{b. Untuk L2 } P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \\ &= 1,73 \times 228 \times 2,48 \times 0,76 \\ &= 743,43 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Untuk L3 } P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \\ &= 1,73 \times 224 \times 1,44 \times 0,76 \\ &= 424,1 \text{ watt} \end{aligned}$$

4. Motor Induksi 3-fasa pada saat keadaan stabil (putar kiri):

$$\begin{aligned} \text{a. Untuk L1 } P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \\ &= 1,73 \times 219,4 \times 2,06 \times 0,76 \\ &= 594,23. \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Untuk L2 } P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \\ &= 1,73 \times 226,6 \times 1,94 \times 0,76 \\ &= 577,98 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Untuk L3 } P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \\ &= 1,73 \times 223,1 \times 2,04 \times 0,76 \\ &= 598,38 \text{ watt} \end{aligned}$$

5. KESIMPULAN

Proses pembalik putaran motor induksi 3-fasa berbasis board mikrokontroler ATmega 328p dapat menyederhanakan peralatan dan dapat dioperasikan dari tempat yang cukup jauh sehingga cenderung lebih efisien dan canggih dibandingkan dengan cara konvensional. Pengendali Motor Listrik AC 3-fasa ini terdiri dari beberapa komponen-komponen

antara lain *Board Microcontroller ATmega 328p*, *Magnetic Contactor (MC)*, *Module Relay 2 Channel*, *Miniature Circuit Breaker (MCB)*, *Thermal Overload Relay (TOR)*, *Lamp Indicator*. Terdapat nilai arus terbesar 2,84 A dan tegangan 228,65V dari rangkaian pembalik putaran motor induksi 3-fasa 1 kW yaitu, pada putaran kanan saat start dan nilai arus terkecil pada rangkaian pembalik putaran motor induksi 3-fasa 1 kW yaitu sebesar 0,63 A dan tegangan 216 V pada putaran kanan saat start.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.Rachman Hsibuan, Rizki Muhammad Fahmi Syawali, 2014, "Studi Perbaikan Torsi dan Efisiensi Motor Induksi 3-fasa Degnan Memperbaiki Faktor Daya Motor Induksi, Universitas Sumatera Utara.
- [2] Baretho, Septiadho, 2015, Pengaruh Perubahan Faktor Daya Terhadap Torsi dan Efisiensi Motor Induksi 3-fasa (Rotor lilit)
- [3] Daryanto, 2014, Konsep Dasar Teknik Elektronika Kelistrikan, Edisi Pertama Bandung, Penerbit Alfabeta.
- [4] Zuhail, 1991, Dasar Tenaga Listrik, Bandung, Institut Teknologi Bandung.
- [5] <http://eprints.polsri.ac.id/1751/> Diakses 13 Februari 2017
- [6] Arif Gusto, 2015, Motor Induksi, <http://otomodifikasi8.blogspot.co.id/2015/05/normal-0-false-false-false-in-x-none-x.html>. Diakses 22 februari 2017