

RANCANGAN SISTEM PENGENDALI MOTOR INDUKSI TIGA FASA DENGAN WATER LEVEL CONTROL (WLC)

Ujang Wiharja¹ Riskusnanto²

FT. Universitas Krisnadwipayana Jakarta

ujangwiharja@unkris.ac.id riskusnanto.aris@yahoo.co.id

Abstrak - Penggunaan air dalam dunia industri sangat penting, diantaranya untuk menunjang operasional dan produktifitas mesin. Untuk itu terdapat 14 komponen yang akan digunakan sebagai pengendali kontrol *Direct On line* terdiri dari MCB, Kontaktor, Thermal Overload Relay dan *Water Level Control (WLC)* FS-3 Hanyoung. Proses pengujian dilakukan di Hotel Santika Premiere Hayam Wuruk untuk menghidupkan elektrik pompa pada sistem pengisian bak penampungan air *recycle* berkapasitas 25 m³. Pengendali alat ini mempunyai 2 sistem kontrol *Direct On Line* untuk menjalankan motor listrik yang berkapasitas 4 kW. Dengan cara kerja otomatis menggunakan sensor *Water Level Control (WLC)* di bak penampungan atas.

Hasil dari pengujian panel pengendali ini, terdapat perbedaan nilai arus listrik sebesar 0.7 A. Dengan nilai aktual motor listrik sebesar 6.8 A – 7.5 A sedangkan pada *name plate* spesifikasi motor listrik sebesar 8.2 A – 14.2 A.

Kata Kunci : Kontrol Pompa Motor Listrik, Motor Listrik, Pengisian Air, MCB, WLC FS-3 Hanyoung

DESIGN OF THREE PHOTO CONTROL MOTOR CONTROL SYSTEM WITH WATER LEVEL CONTROL (WLC)

Abstract - The use of water in the industrial world is very important, in order to support the operational and productivity of the machine. For that there are 14 components that will be used as controllers *Direct On line* consists of MCB, Contactor, Thermal Overload Relay and *Water Level Control (WLC)* FS-3 Hanyoung. The testing process is done at Hotel Santika Premiere Hayam Wuruk to turn electric pumps on a 25 m pen recycling water recharge tub. The controller of this tool has 2 *Direct On Line* control system to run an electric motor with a capacity of 4 kW. By working automatically using a *Water Level Control (WLC)* sensor in the upper shelter.

Results from this control panel test, there is a difference in the value of electric current of 0.7 A. With the actual value of electric motors of 6.8 A - 7.5 A while in the *name plate* specification of electric motors of 8.2 A - 14.2 A

Keywords: Electric Motor Pump Control, Electric Motors, Water Filling, MCB, WLC FS-3 Hanyoung

I. PENDAHULUAN

Sejalan dengan persaingan di dunia industri, kebutuhan akan peralatan produksi yang tepat mutlak dibutuhkan agar dapat meningkatkan

efisiensi biaya dan waktu. Sebagian besar peralatan yang ada di industri menggunakan mesin listrik sebagai penggerak utama. Pada mulanya motor DC lebih banyak digunakan pada aplikasi penggunaan mesin listrik yang

membutuhkan pengaturan kecepatan dan torsi di industri, karena pada motor DC, fluks dan torsinya dapat dengan mudah diatur, yaitu dengan mengubah arus medan atau arus jangkarnya.

Motor induksi sekarang telah banyak dipakai di berbagai aplikasi dan industri karena memiliki beberapa keuntungan antara lain harganya murah, konstruksi motor kokoh, handal dan mudah pemeliharaannya. Tetapi motor induksi tidak dapat berubah tanpa adanya pengorbanan *efficiens* dan kecepatan menurun seiring bertambahnya beban. Karena ketidakmampuan motor induksi mempertahankan kecepatannya dengan konstan bila terjadi perubahan beban dan memperbaiki kinerjanya. Hal tersebut terjadi karena sifat yang dimiliki dari motor induksi yaitu tidak adanya hubungan yang linear antara arus motor dengan torsi yang dihasilkan. Maka dibutuhkan rangkaian system pengendali untuk mengendalikannya.

Salah satu penggunaan motor induksi yaitu pada mesin pompa *centrifugal* transfer air yang di kontrol oleh *Water Level Control* (WLC) di gedung-gedung bertingkat dan hotel. Motor induksi tiga fasa adalah motor elektrik untuk penggerakkan pompa air.

Akan tetapi, dalam hal pengaturan kontrol dari motor induksi 3 fasa bukanlah suatu hal yang mudah. Seiring dengan perkembangan peralatan elektronika daya, maka teknologi pengaturan kontrol dari motor induksi 3 fasa semakin berkembang pula. Salah satunya adalah metode kontrol untuk menghidupkan motor induksi 3 fasa pada mesin pompa transfer air. Pengendalian merupakan masalah yang membutuhkan perhatian lebih

dalam hal perencanaan rancangan sistem pengendali motor induksi 3 fasa dengan *Water Level Control* (WLC). Selama pengendalian tenaga listrik berjalan normal sesuai yang kita inginkan, maka sistem tersebut dapat berjalan dengan normal.

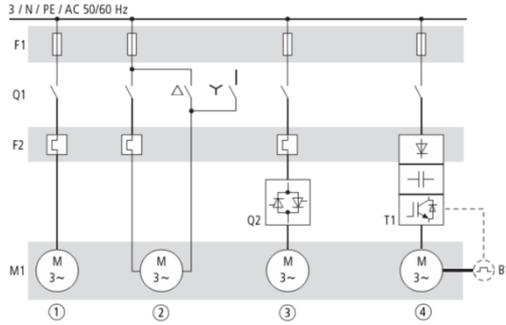
II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang penulis lakukan untuk tugas akhir ini, adalah:

1. Pengujian panel kontrol pengendali, pengujian diperlukan untuk mengetahui fungsi kerja dan kegunaannya. Memperbaiki kekurangan-kekurangan yang ditemukan setelah alat di uji coba sesuai dengan standar dari PUIL 2000.
2. Pengumpulan referensi berupa *website*, buku-buku dan jurnal-jurnal.
3. Analisa kerja dilakukan setelah uji coba panel kontrol pengendali secara berulang dan didapatkan suatu data mengenai kinerja alat tersebut. Maka penulis bisa melakukan analisa agar didapatkan suatu kesimpulan.

2.1 Sistem Pengendali Motor Listrik

Karena sistem pengoprasian motor dilakukan pada saat start, running dan Stop, maka keberhasilan suatu pengendalian motor listrik bukan saja ditentukan pada "*Running Performance*" motor, tetapi juga ditentukan oleh "*Starting Performance*". Pemilihan metoda starting banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kapasitas daya motor / keperluan arus starting, torsi starting, kecepatan, jenis atau tipe motor dan macam-macam beban yang digerakkan oleh motor tersebut.



Gambar 1 Sistem Kontrol Pengendali Motor listrik

2.1.1 Direct On Line starting

Starting dengan metoda ini menggunakan tegangan jala-jala / line penuh yang dihubungkan langsung ke terminal motor melalui rangkaian pengendali mekanik atau dengan relay kontaktor magnet.

2.1.2 Start Delta (Bintang Segitiga)

Starting awal dilakukan dalam hubungan bintang dan kemudian motor beroperasi normal dalam hubungan delta. Pengendalian bintang ke delta dapat dilakukan dengan sakelar mekanik Y / Δ atau dengan relay / kontaktor magnet.

2.1.3 Soft Starter (Q2)

Starter kontinyu dan bertahap, alternatif secara elektronik sebagai pengganti Start Delta (bintang-segitiga) motor starting. Beberapa yang dapat dilakukan adalah dengan:

1. Tahanan Primer (*Primary Resistance*), Starting dengan metoda ini adalah dengan menggunakan tahanan primer untuk menurunkan tegangan yang masuk ke motor.
2. *Auto Transformer*, Starting dengan metoda ini adalah dengan menghubungkan motor pada tap tegangan sekunder auto transformer terendah dan bertahap dinaikkan hingga mencapai kecepatan nominal motor dan motor terhubung langsung pada tegangan penuh / tegangan nominal motor.
3. Motor *Slip Ring* / Rotor lilit, Untuk motor rotor lilit (*Slip Ring*)

starting motor dilakukan dengan metoda pengaturan rintangan rotor (*Secondary Resistor*). Motor beroperasi normal pada rotor dalam hubungan bintang.

2.1.4 Variable Frequency Drivers (inverter)

Motor starter sebagai pengendali kecepatan motor dan terintegrasi dengan proteksi motor secara elektronik.

2.2 Teori Dasar Pemilihan Peralatan Listrik

2.2.1 Tegangan

Perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik, dan dinyatakan dalam satuan volt. Kemudian setiap peralatan listrik harus mampu terhadap tegangan kontinyu maksimum dan tegangan lebih yang mungkin terjadi tanpa merusak peralatan tersebut.

2.2.2 Arus

Muatan listrik yang mengalir setiap detik. kemudian dalam pemilihan listrik, harus diperhatikan arus kontinyu maksimum yang terjadi dalam pelayanan normal. Selain itu, perlu di ingat nominal yang terjadi pada kondisi tidak normal dan lamanya arus yang mengalir dalam suatu rangkaian.

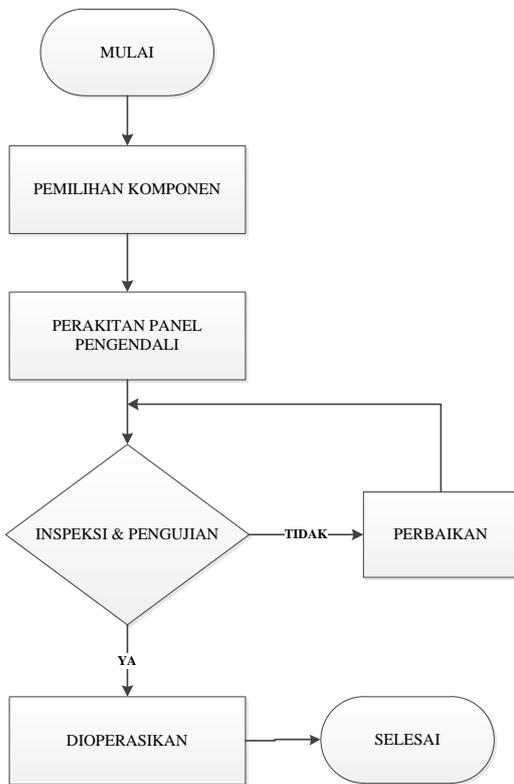
2.2.3 Daya

Laju energi yang dihantarkan atau kerja yang dilakukan per satuan waktu. Semua komponen listrik yang memerlukan daya, tentunya harus berdasarkan karakteristik beban, yang kemudian di perhitungkan factor beban dalam kondisi normal.

2.3 Proses Perancangan

Pengendali motor induksi 3 fasa ini merupakan sebuah alat bantu untuk menghidupkan sebuah motor listrik. *Design* yang menarik dan dilengkapi dengan nama komponen, simbol yang tepat serta berbagai keterangan tentang

komponen tersebut yang akan dapat dengan mudah dipahami. Dan berdasarkan standar *International Electrotechnical Commission (IEC)*, *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* dan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000). Kita harus memperhatikan petunjuk, spesifikasi, dan karakteristik komponen agar mempermudah dalam melakukan analisa ketersediaan suku cadang, mempermudah dalam pengerjaan dan menghindari kerusakan komponen.[1] Berikut data komponen yang akan digunakan pada panel pengendali ini:

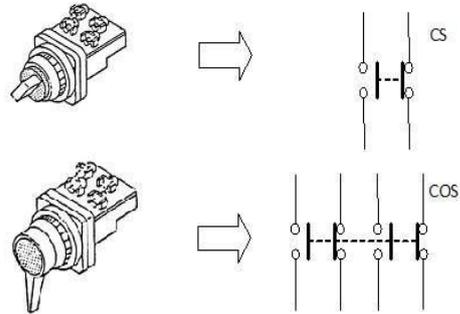


Gambar 2 Flowchart Diagram Proses Pabrikasi

Selector Switch

Select switch dapat digunakan sebagai switch kontrol (CS), yaitu untuk ON dan OFF sumber daya dsb. Selain itu dapat sebagai pemilihan tempat pengoperasian change over switch (COS), contoh pemilihan metode pengerjaan seperti manual, otomatis,

interlock atau independent.



Gambar 3 Bentuk Dan Simbol Dari Selector Switch

Push Button Switch

Push Button Switch ini digunakan untuk pengendalian / pengaturan peralatan guna memberikan tanda-tanda hubung putus dan sakelar terhubung/terputus dengan cara menekan/menarik dengan tangan.

Miniature Power Relays

Relay adalah saklar (switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar / Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

Kontaktor Magnetik

Kontaktor magnet adalah gawai elektromekanik yang dapat berfungsi sebagai penyambung dan pemutus rangkaian, yang dapat dikendalikan dari jarak jauh . Pergerakan kontak-kontaknya terjadi karena adanya gaya elektromagnet. Kontaktor magnet merupakan sakelar yang bekerja berdasarkan kemagnetan, artinya alat ini bekerja bila ada gaya kemagnetan. Magnet berfungsi sebagai penarik dan melepas kontak-kontak. Arus kerja

normal adalah arus yang mengalir selama pemutaran tidak terjadi. Kumputan atau belitan magnet (*coil*) suatu kontaktor magnet dirancang untuk arus searah (DC) saja atau arus bolak-balik (AC) saja. Kontaktor arus searah (DC) kumparannya tidak menggunakan kumputan hubung singkat, sedang kontaktor arus bolak-balik (AC), pada inti magnetnya dipasang kumputan hubung singkat. Bila kontaktor untuk arus searah digunakan pada arus bolak-balik, maka kemagnetannya akan timbul dan hilang setiap saat mengikuti bentuk gelombang arus bolak-balik. Sebaliknya jika kontaktor yang dirancang untuk arus bolak-balik digunakan pada arus searah, maka pada kumputan itu tidak timbul induksi listrik, sehingga kumputan menjadi panas. Jadi kontaktor yang dirancang untuk arus searah, digunakan untuk arus searah saja begitu juga untuk arus bolak-balik. Umumnya kontaktor magnet akan bekerja normal bila tegangannya mencapai 85% tegangan kerjanya, bila tegangan turun kontaktor akan bergetar. Ukuran dari kontaktor magnet ditentukan oleh batas kemampuan arusnya.

Thermal Overload Relay (TOR)

Thermal Overload Relay (TOR) adalah suatu pengaman beban lebih. Menurut PUIL 2000 bagian 5.5.4.1; proteksi beban lebih (arus lebih) dimaksudkan untuk melindungi motor dan perlengkapan kendali motor, terhadap pemanasan berlebihan sebagai akibat beban lebih atau sebagai akibat motor tak dapat diasut. Beban lebih atau arus lebih pada waktu motor berjalan bila bertahan cukup lama akan mengakibatkan kerusakan atau pemanasan yang berbahaya pada motor tersebut. *Thermal Overload Relay (TOR)* memiliki rating yang berbeda-

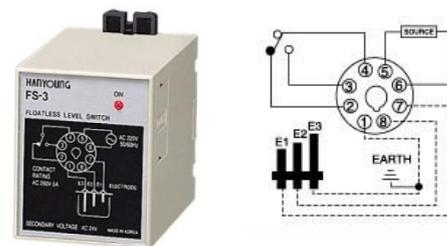
beda tergantung dari kebutuhan. Umumnya tiap-tiap *Thermal Overload Relay (TOR)* mempunyai batas rating yang dapat diatur.[1]



Gambar 4 Thermal Overload Relay (TOR)[3]

Water Level Control (WLC)

Water Level Control (WLC) adalah sebuah alat kontrol yang digunakan untuk mengetahui ketinggian air, hal ini sangat dibutuhkan untuk menjaga persediaan air agar selalu sesuai dengan kebutuhan. Secara garis besar prinsip kerja dari *Water Level Control (WLC)* adalah pengaturan ketinggian air dimana ketinggian air di monitor oleh batang-batang elektroda yang kemudian hasil di deteksi diteruskan ke sebuah kontrol untuk mengaktifkan kontak.



Gambar 5 WLC FS-3 Hanyoung

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Cara Kerja Panel Pengendali

Cara kerja dari panel pengendali motor induksi 3 fasa terbagi menjadi dua bagian yaitu:

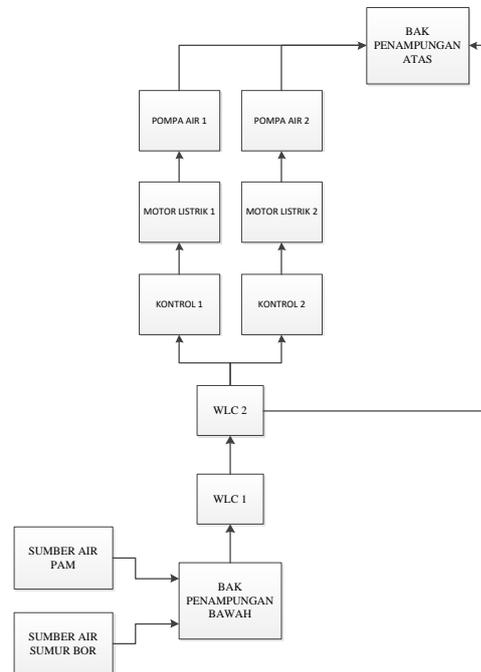
3.1.1 Kondisi Kerja Otomatis

1. *Selector switch* diposisikan pada posisi otomatis, maka saat level air di bak penampungan atas berkurang. Sampai dengan batas level yang ditentukan. Karena elektroda E3 terlepas dari E2, maka *Water Level Control (WLC)* akan memerintahkan sistem kontrol *Direct On Line starting* no 1 berfungsi. Secara otomatis motor listrik no 1 akan berfungsi menjalankan pompa *centrifugal* untuk mengirim air dari bak penampungan bawah ke bak penampungan atas.
2. Saat level air bak penampungan atas sudah sampai batas yang diinginkan. Karena elektroda E3 dan E1 terhubung pada *Water Level Control (WLC)*. Maka otomatis motor listrik akan berhenti berfungsi menjalankan pompa *centrifugal*.
3. Disaat air di bak penampungan atas kembali berkurang. Sampai dengan batas level yang ditentukan. Karena elektroda E3 terlepas dari E2, maka *Water Level Control (WLC)* akan memerintahkan sistem kontrol *Direct Online starting* no 2 berfungsi. Secara otomatis motor listrik no 2 air akan berfungsi menjalankan pompa *centrifugal* untuk mengirim air dari bak penampungan bawah ke bak penampungan atas.

3.1.2 Kondisi kerja manual

Putar *selector switch* pada posisi manual maka panel sistem pengendali dioperasikan menggunakan *push button* sehingga sistem kontrol *Direct On Line starting* dapat dihidupkan sesuai keinginan. Apabila ingin menghidupkan sistem no 1, maka tekan *push button* kontrol *Direct Online starting* no 1. Secara langsung sistem no 1 akan berfungsi. Langkah

tersebut dapat dilakukan apabila ingin menghidupkan pada sistem no 2.



Gambar 6 Blok Diagram Proses Fungsi Kerja

3.2 Pengujian Sistem Tanpa Gangguan

3.2.1 Pengujian Mode Otomatis

Pada pengujian sistem ini *Water Level Control (WLC)* bak penampungan atas memerintahkan untuk menghidupkan motor listrik. Sistem kontrol *direct on line* pompa 1 berfungsi menjalankan motor listrik no 1, untuk menggerakkan pompa *centrifugal* sehingga bak penampungan air di bak atas terisi. Setelah pengisian air sampai dengan batas level yang diinginkan, motor listrik no 1 berhenti dengan otomatis dan *indicator high water* bak penampungan atas menyala. Lalu dilakukan percoba dengan menarik *Water Level Control (WLC)* bak penampungan atas kembali. Sistem kontrol *direct on line* pompa 2 berfungsi menjalankan motor listrik no 2, untuk menggerakkan pompa *centrifugal*

sehingga bak penampungan air di bak atas terisi kembali. Setelah pengisian air sampai dengan batas level yang diinginkan, motor listrik no 2 berhenti dengan otomatis dan *indicator high water* bak penampungan atas menyala. Pada saat percobaan sistem ini berjalan dengan baik dan normal.

3.2.2 Pengujian Mode Manual

Pada pengujian sistem ini tombol *push button ON* pompa 1 di tekan, untuk menghidupkan sistem *direct on line* motor listrik no 1. Saat tombol tersebut ditekan, *contactor* sistem pengendali motor no 1 bekerja. Sehingga arus dapat dialirkan ke motor listrik no 1. Pengujian yang sama juga dilakukan pada pengendali motor no 2. Pada pengujian kedua sistem manual ini dilakukan, sistem dapat bekerja dengan baik dan normal.

3.3 Pengujian Sistem Dengan Gangguan

1. Pada pengujian sistem ini diberikan gangguan yaitu dengan menarik elektroda *Water Level Control* (WLC) pada bak penampungan air bawah. Dan mencoba mengangkat elektroda *Water Level Control* (WLC) bak penampungan air atas. Dengan percobaan ini di dapat data, bahwa kontrol pengendali motor listrik tidak dapat berfungsi karena terbaca bahwa kondisi air di bak penampungan tidak ada.
2. Pada pengujian kedua ini, Impeller pompa *centrifugal* di *setting* berat. Dengan cara seperti itu kerja dari elektrik menjadi bertambah berat dan putar menjadi tertahan sehingga arus yang berjalan semakin tinggi. Pada saat arus yang tinggi berjalan melewati komponen *Thermal*

Overload Relays (TOR), komponen tersebut bekerja memutuskan arus yang sudah dibatasi. pada pengujian ini, *Thermal Overload Relay* (TOR) di set 8.5 A. Dan pengujian ini posisi *selector switch* pada posisi manual. Percobaan dilakukan pada kedua sistem panel pengendali motor listrik. Pada saat percobaan tersebut sistem berjalan dengan baik dan normal.

3.4 Analisa Data

Keberadaan sebuah sistem kontrol merupakan hal sangat yang vital bagi sebuah proses, agar sebuah proses sistem kontrol dapat berjalan dengan baik. Dan berdasarkan data yang diambil dari pengujian tersebut, komponen-komponen dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan fungsi kegunaannya. Setelah dilakukan percobaan pada mode otomatis dan manual panel sistem pengendali motor induksi 3 fasa. Sistem dapat bekerja sesuai dengan cara kerja dan deskripsi yang diharapkan. Pada akhirnya, panel pengendali motor induksi 3 fasa dengan *Water Level Control* (WLC) dapat digunakan untuk pengisian air dari bak penampungan air bawah ke bak ke bak penampungan air atas.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari hasil implementasi dan pengujian laporan tugas akhir yang berjudul “**Rancangan Sistem Pengendali Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Water Level Control (WLC)**”, ada beberapa hal yang dapat disimpulkan

1. Panel pengendali motor induksi 3 fasa dapat berfungsi dan bekerja secara baik dan normal dengan sistem otomatis maupun sistem manual.
2. Perbedaan nilai arus listrik antara motor listrik 1 berkapasitas 4 kW dengan arus yang berbeban 7.4 A

- 7.5 A dan motor listrik 2 berkapasitas 4 kW dengan arus yang berbeban 6.8 A – 6.9 A. Penyebab selisih arus sebesar 0.6 A dikarenakan jarak pipa *output* pompa tersebut.
3. Perbedaan nilai arus listrik aktual pada motor listrik sebesar 0.7 A. Dengan nilai aktual motor listrik sebesar 6.8 A – 7.5 A dan pada *name plate* spesifikasi motor listrik sebesar 8.2 A – 14.2 A dikarenakan total Head pompa air kecil berbanding spesifikasi dari pompa di *name plate*.
 4. *Water Level Control* (WLC) FS-3 Hanyoung dapat berfungsi dengan baik di sistem kontrol pengendali motor ini dan dari harga FS-3 Hanyoung lebih ekonomis dibanding dengan pabrikan atau merek lainnya.
- (PUIL). SNI 022:2011/Amd 1:2013. Jakarta.
- [3] Manual Book Catalog. Metasol MCB, Contactors dan Overload Relays. Ls Industrial System
 - [4] Ni Wayan Rasmini. Kontrol Pompa Air Limbah Menggunakan Sensor WLC Omron 61F-G. Jurnal Logic. Vol. 14. No. 3 Nopember 2014. Teknik elektro. Politeknik Negeri Bali
 - [5] Ujang Wiharja. DIKTAT Mata Kuliah. Mesin Tak Serempak

4.2. Saran

Berdasarkan hasil implementasi ada beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut agar sistem pengendali motor induksi ini dapat lebih baik lagi dalam pengoperasiannya, yaitu:

1. Menambahkan sistem sensor level permukaan air agar apabila sensor Water Level Control (WLC) *error* dapat diketahui lebih awal.
2. Menambahkan sistem kendali jarak jauh (*remote*) dengan *Programmable Logic Controller* (PLC) agar dapat di control melalui *Personal Computer* (PC) pengendali.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional.2000. Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL). SNI 04-0225-2000. Jakarta.
- [2] Badan Standarisasi Nasional.2011. Persyaratan Umum Instalasi Listrik