

RANCANG BANGUN DAN ANALISIS PERALATAN PENDETEKSI DINI TEMPERATUR MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN SENSOR LM35 BERBASIS ZELIO SR2B121BD

Arif Dwi Laksono

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : ariflaksono@mhs.unesa.ac.id

Subuh Isnur Haryudo, S.T., M.T

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : subuhisnur@unesa.ac.id

Abstrak

Kerusakan pada motor induksi 3 fasa dapat dideteksi dari temperatur motor tersebut. Temperatur motor yang abnormal terjadi karena beban yang tidak seimbang, kegagalan isolasi pada lilitan motor induksi 3 fasa, pemilihan motor yang tidak sesuai penggunaan menyebabkan motor mengalami *over-current* dan masalah mekanis (pendinginan kurang, pelumasan kurang, *misalignment*). Penelitian ini bertujuan untuk menjadi suatu alternatif baru dalam dunia industri dengan mendeteksi dini dan memonitoring temperatur motor induksi 3 fasa yang berbasis PLC *zelio* SR2B121BD. Selain untuk mengurangi terjadinya kerusakan pada motor induksi 3 fasa alat ini juga mempermudah untuk memonitoring motor induksi 3 fasa dengan tampilan layar LCD yang menampilkan temperatur motor tersebut. Disini menggunakan sensor suhu LM35, PLC *zelio logic* tipe SR2B121BD dan motor induksi 3 fasa. Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yaitu membandingkan kinerja alat dengan perhitungan manual. Kinerja sistem pada penelitian ini yaitu pada suhu dibawah 60⁰ C lampu hijau menyala motor bekerja, saat suhu diantara 61⁰-70⁰ C lampu kuning menyala, jika suhu sudah mencapai 71⁰ C maka motor mati lalu kipas menyala untuk menurunkan panas motor dan menunggu operator untuk mengecek apakah ada kerusakan pada motor. Hasil dari penelitian ini memiliki akurasi sistem monitoring temperatur pada motor induksi 3 fasa. Rata-rata kesalahan hasil pengukuran yang relatif kecil dengan rata-rata eror pada perbandingan perhitungan manual dan kinerja alat yang dilihat pada LCD *zelio* SR2B121BD sebesar 3,20%.

Kata Kunci: *Zelio SR2B121BD, Sensor LM35, Motor Induksi 3 Fasa.*

Abstract

Damage to the three-phase induction motor can be detected from the temperature of the motor. Abnormal motor temperatures occur due to unbalanced loads, isolation failures in three-phase induction motor windings, selection of motors that are not suitable for use causes the motor to over-current and mechanical problems (lack of cooling, less lubrication, misalignment). This study aims to become a new alternative in the industrial world by detecting and monitoring the temperature of three-phase induction motors based on PLC *zelio* SR2B121BD. In addition to reducing the damage to the 3phase induction motor, this tool also makes it easy to monitor the three-phase induction motor with an LCD screen display that displays the temperature of the motor. Here it uses an LM35 temperature sensor, *zelio logic* PLC type SR2B121BD and a three-phase induction motor. In this study using a quantitative method that compares the performance of tools with manual calculations. The system performance in this study is that at temperatures below 60⁰C the green light turns on the motor is working, when the temperature is between 61⁰-70⁰ C the yellow light is on, if the temperature has reached 71⁰C then the motor turns off then the fan turns on to reduce the motor heat and waits for the operator to check whether there is damage to the motor. The results of this study have an accuracy of the temperature monitoring system on a 3phase induction motor. The average error of measurement results is relatively small with the average error in the comparison of manual calculations and the performance of the tool seen on the *zelio* SR2B121BD LCD of 3.20%.

Keywords: *Zelio SR2B121BD, LM35 Sensor, 3 Phase Induction Motor.*

PENDAHULUAN

Menurut Tugino (2009), motor induksi 3 fasa sering digunakan dalam dunia industri dari skala kecil sampai besar seperti untuk penggerak *conveyor*, pompa dan kompresor. Kebanyakan pengguna motor induksi 3

fasa jarang memperhatikan terjadinya kerusakan pada motor tersebut. Jika kerusakan pada motor induksi 3 fasa terjadi terus menerus maka umur motor tersebut tidak lama. Motor induksi 3 fasa harus diganti dengan yang baru dan membutuhkan biaya yang tidak murah.

Kerusakan pada motor induksi 3 fasa dapat dideteksi dari temperatur motor tersebut. Temperatur motor yang abnormal terjadi karena beban yang tidak seimbang, kegagalan isolasi pada lilitan motor induksi 3 fasa, pemilihan motor yang terlalu kecil yang menyebabkan motor menderita *over-current* dan masalah mekanis (pendinginan kurang, pelumasan kurang, *misalignment*). Pendeteksian dini terhadap motor dilakukan dengan melihat pola temperatur motor yang terjadi dapat mendukung program perawatan periodik yang saat ini banyak dilakukan di kalangan industri.

Penelitian ini juga dimaksudkan untuk menjadi suatu alternatif baru dalam dunia industri dengan mendeteksi dini dan memonitoring temperatur motor induksi 3 fasa yang berbasis PLC *zelio* SR2B121BD. Selain untuk mengurangi terjadinya kerusakan pada motor induksi 3 fasa alat ini juga mempermudah untuk memonitoring motor induksi 3 fasa dengan tampilan layar LCD yang menampilkan temperatur motor tersebut.

Menurut Ishak (2015), sistem yang digunakan ini memanfaatkan kemampuan *zelio logic* SR2B1121BD dalam akusisi data dan pengambilan keputusan. Layar LCD dari *zelio logic* sendiri untuk menampilkan kondisi suhu motor induksi 3 fasa sebagai bagian dari monitoring.

Pada penelitian ini menggunakan sensor suhu LM35, PLC *zelio logic* tipe SR2B121BD dan motor induksi 3 fasa. Untuk penelitian ini pada suhu dibawah 60°C lampu hijau menyala motor bekerja, saat suhu diantara 61^o-70^oC lampu kuning menyala, jika suhu sudah mencapai 71^oC maka motor mati lalu kipas menyala untuk menurunkan panas motor dan menunggu operator untuk mengecek apakah ada kerusakan pada motor.

KAJIAN PUSTAKA

Pengertian Distribusi Tenaga Listrik

PLC (kepanjangan dari *programmable logic controller*) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederet *Relay* yang dijumpai pada sistem kontrol proses konvensional. PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui sensor-sensor terkait), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, yang berupa menghidupkan atau mematikan luaranya (*logic*, 0 atau 1, hidup atau mati). Pengguna membuat program (yang umum dinamakan diagram tangga atau *ladder diagram*) yang kemudian harus dijalankan oleh PLC yang bersangkutan. Dengan kata lain, PLC menentukan aksi apa yang harus dilakukan pada instrument luaran berkaitan dengan status suatu ukuran atau besaran yang diamati (Putra, 2017).

PLC (*Programmable Logic Controller*) menggantikan fungsi *Relay*, *timer*, *counter* yang digunakan pada kontroler lama dengan komponen semikonduktor seperti IC (*Integrated Circuit*) dan transistor dengan tambahan kemampuan komputasi pada fungsi dasar pengontrolan

untuk membuat kontrol yang bisa diprogram.” (Andri, 2016: 87).

Dapat disimpulkan bahwa PLC memiliki banyak keunggulan dibanding dengan kontroler lain. Dari segi kontrol, PLC membutuhkan waktu yang lebih cepat untuk pengintegrasian dengan modul I/O. Selain itu, modifikasi program sangat mudah dilakukan karena berbasis pemrograman yang menyerupai rangkaian listrik yang mudah dipahami yang dilengkapi fungsi-fungsi *internal* seperti *timer*, *counter*, *analog* dan *comparator* yang sangat memudahkan perancangan. Sedangkan dari sisi perawatan, kemampuan yang handal dari PLC tidak membutuhkan perawatan yang berkala.

Zelio Logic Smart Relay

Smart Relay didefinisikan sebagai perangkat kendali yang dapat di program secara berulang – ulang untuk menjalankan instruksi logika, *timer*, *counter*, penjadwalan dengan *internal* RTC dan membaca data analog untuk proses *batch*. *Smart Relay* adalah sebuah perangkat *Relay* virtual yang di desain dari mikrokontroler untuk menggantikan fungsi *Relay* konvensional pada proses sekuensial. *Smart Relay* juga dikenal sebagai *programmable Relay*, *super Relay*, *intelligent Relay* atau micro PLC. Apapun istilahnya, secara fungsional *smart Relay* sangat mirip dengan PLC. Fitur – fitur dalam *smart Relay* lebih sederhana dibanding PLC.

Terdapat 2 tipe *smart Relay* yaitu tipe *compact* dan tipe *modular*. Terdapat perbedaan pada tipe *modular* yaitu dapat ditambahkan *extension modular* sehingga dapat ditambah *input* dan *output*. Meskipun demikian penambahan modul tersebut tetap terbatas hanya bisa ditambahkan sampai dengan 40 I/O. Selain itu untuk tipe *modular* juga dapat dimonitor dari jarak jauh dengan penambahan modul (Ishak, 2015: 68).

Cara kerja *smart Relay* yang pertama adalah memeriksa kondisi *input*. *Smart Relay* akan memeriksa setiap *input* yang ada. Kemudian semua akan di *input* ke dalam memori. Yang kedua adalah mengeksekusi program pada suatu instruksi. Sehingga kerja *smart Relay* adalah berdasarkan program. Setiap kondisi ditentukan oleh program yang dibuat. Terakhir *smart Relay* mengatur status pada prangkat keluaran. Dapat kita lihat bahwa *smart Relay* sangat penting dalam suatu proses (Ishak, 2015: 68). Pada gambar 1 ditunjukkan bentuk fisik dari *smart Relay Zelio*.



Gambar 1 *Smart Relay Zelio*

Keuntungan menggunakan *Zelio Smart Relay* adalah (Ishak, 2015: 68):

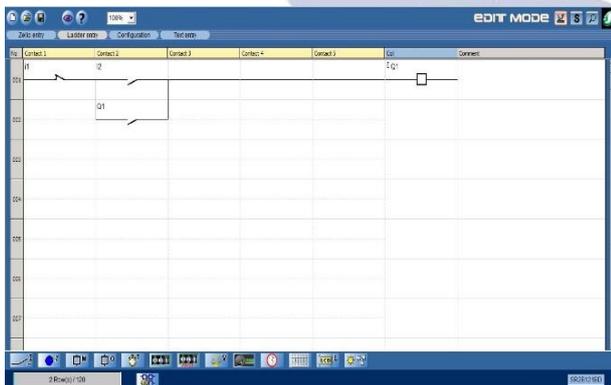
- Pemrograman yang sederhana. Dengan adanya layar LCD yang besar dan dilengkapi dengan backlight memungkinkan dilakukannya pemrograman melalui front panel *Software Zelio Soft 2*.
- Instalasi yang mudah.
- Harga lebih murah.
- Fleksibel, kompak dan dapat ditambahkan modul tambahan bila diperlukan, *dual programming language*, dan *multiple power capabilities* (12 VDC, 24 VDC, 24 VAC dan 120 VAC).
- Open connectivity*. Sistem *Zelio* dapat dimonitor secara jarak jauh dengan cara menambahkan *extension* modul berupa modem. Juga tersedia modul modbus sehingga *Zelio* dapat menjadi *slave PLC* dalam suatu jaringan PLC.

Kelemahan menggunakan *Zelio Smart Relay* adalah.

- Jumlah dan jenis *input*.
- Jumlah dan jenis *output*.
- Cara pemrograman menggunakan *Ladder* dan *FBD*.
- Jumlah memori yang tersedia. *Zelio* dapat di program hingga 120 Row (1 Row terdiri 5 kontak dan 1 koil).

Perangkat Lunak *Software Zelio Soft 2*

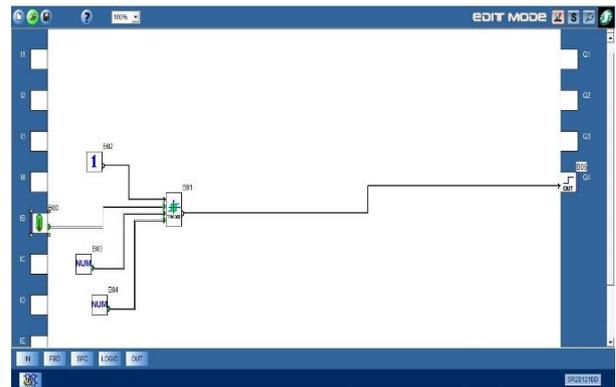
Pemrograman yang digunakan *smart Relay* ini adalah *software Zelio soft2*. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *Ladder Diagram (LD)* dan *Function Blok Diagram (FBD)*. Pada gambar 2 dapat dilihat contoh *layout* program yang menggunakan *ladder diagram*.



Gambar 2 Ladder Diagram

Pada *ladder language* terdapat dua macam simbol yang dapat digunakan yaitu *ladder simbol* dan *elektrikal simbol*. Pada *ladder simbol* terdapat 120 baris yang dapat digunakan untuk program. Fitur – fitur yang ada *timer*, yang digunakan untuk menghitung *delay* baik *on* ataupun *off*. *Counter* yang digunakan untuk menghitung maju atau mundur. *Analogue comparator* dan *counter comparator* yang digunakan untuk membandingkan. *Clock* yang digunakan untuk *range* waktu yang valid selama melakukan proses. *Control Relay* yang digunakan sebagai *internal Relay*. *Input* dan *output coil* juga terdapat kolom

komentar untuk memberi komentar dalam setiap baris. Pada gambar 3 dapat dilihat contoh *layout* program yang menggunakan *FBD language*



Gambar 3 FBD language

FBD menyediakan *grapichal programming* yang berdasarkan kegunaan dari *function block*. Selain itu *software* ini juga dapat digunakan untuk simulasi, monitoring, dan pengawasan. Juga dapat digunakan untuk mengupload dan men-download program. Meng-complie program secara otomatis. Selain itu juga terdapat menu *online help* (Wicksono,2009).

Sensor Suhu LM35

Sensor suhu merupakan komponen yang sering digunakan untuk merubah panas menjadi listrik untuk mempermudah dalam menganalisis besarnya. Untuk membuatnya ada dua cara yaitu dengan menggunakan bahan logam dan bahan semikonduktor. Cara ini digunakan karena logam dan bahan semikonduktor bisa berubah hambatanya terhadap arus listrik tergantung pada suhunya. Pada logam semakin besar suhu maka nilai hambatan semakin naik, berbeda dengan bahan semikonduktor, semaikn besar suhu maka nilai hambatan akan semakin turun. Ada empat macam sensor suhu yaitu, *Thermokopel*, *Thermistor*, *RTD (Resistance Temperature Detectors)*, IC LM35 dan DS1820. Tentunya tiap jenis alat tersebut mempunyai fungsi dan cara kerja yang berbeda – beda. Dalam pembuatan alat ini penulis menggunakan pendeteksi suhu IC LM35 (Utomo, 2011: 154).

Sensor suhu LM35 merupakan komponen elektronika yang memiliki fungsi sebagai pengubah dari besar fisis temperatur ke besar tegangan yang memiliki koefisien sebesar 10 mV/°C yang berarti bahwa kenaikan temperatur 1°C maka akan terjadi kenikan tegangan sebesar 10mV. LM35 mempunyai keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain. LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus, serta tidak memerlukan penyetelan lanjut.

LM35 ini dapat mengidentifikasi temperatur pada motor dimana *output* tegangan keluar sangat linear berpadanan dengan perubahan temperatur. Jangka sensor mulai dari -55° sampai 150°C.

- b. Kelas isolasi B
Temperatur maksimal yang diperbolehkan untuk kelas isolasi B adalah 130°C
- c. Kelas isolasi F
Temperatur maksimal yang diperbolehkan untuk kelas isolasi F adalah 155°C
- d. Kelas isolasi H
Temperatur maksimal yang diperbolehkan untuk kelas isolasi H adalah 180°C

Penyebab kenaikan temperatur motor seperti.

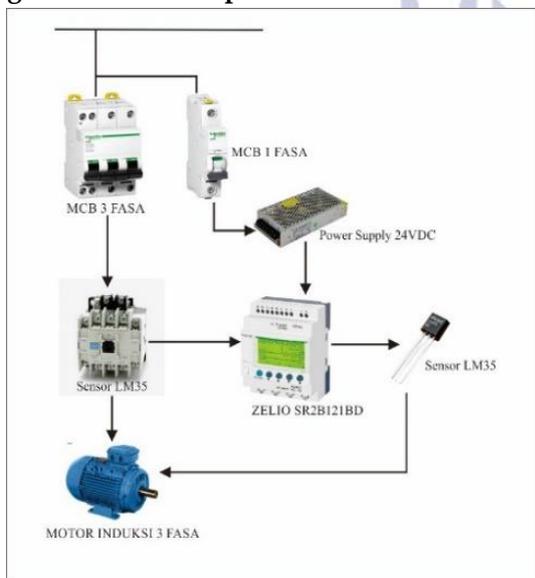
- a. *Overcurrent* (bisa disebabkan karena *overload*, *undervoltage*, *overvoltage*, tegangan fasa tak seimbang, harmonic, atau *short circuit*).
- b. *Broken rotor bar* (untuk jenis rotor sangkar).
- c. *Short* pada laminasi inti stator (*stator core*).
- d. Masalah mekanis (pendingin kurang, pelumas kurang, *misalignment*).

Metode Penelitian

Menurut Kasiram (2008) metode eksperimen adalah suatu penelitian yang menuntut peneliti untuk mengendalikan satu atau dua variable bebas serta mengamati variable-variabel terkait. Hasil dari metode eksperimen diolah dengan menggunakan metode deskriptif dimana suatu penilitaian yang hanya memaparkan apa yang terdapat dan terjadi dalam sebuah kancang, lapangan atau wilayah tertentu.

Pada penelitian ini merancang bangun dan analisis peralatan pendeteksi dini temperatur motor induksi 3 fasa dengan sensor LM35 berbasis PLC *Zelio SR2B121BD*. Penelitian berguna untuk mendeteksi gangguan temperatur yang *abnormal* dari beban motor induksi 3 fasa, serta memberitahukan informasi terhadap operator agar motor induksi 3 fasa dalam keadaan aman dan tidak ada gangguan karena itu akan meminimalisir terjadinya kerusakan pada motor induksi 3 fasa.

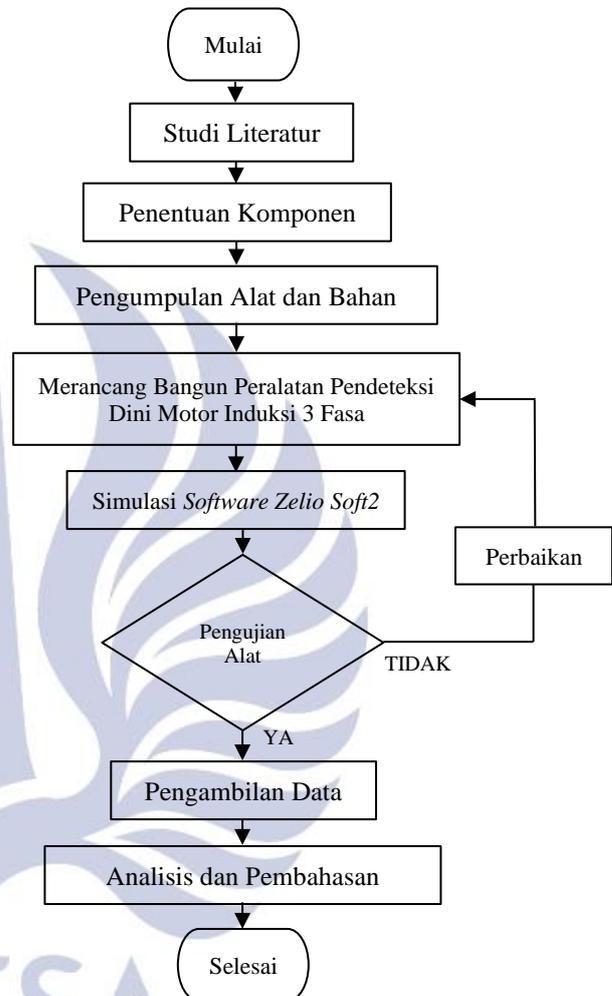
Diagram Blok Prototipe



Gambar 6 Diagram Blok Prototipe

Diagram blok prototipe terdapat dua rangkaian yaitu rangkaian daya dan rangkaian kontrol. Pada rangkaian daya dimulai dari MCB tiga fasa menuju kontaktor untuk mengamankan motor induksi tiga fasa. Pada rangkaian kontrol dimulai dari MCB satu fasa untuk mensupply tegangan pada *power supply* dan PLC *zelio SR2B121BD*.

Diagram Alir Rancangan Penelitian



Gambar 7 Diagram Alir Penelitian

Studi literatur dilaksanakan dengan mempelajari tentang *plc zelio SR2B121BD*, motor induksi tiga fasa, sensor LM35 dan komponen lain yang terkait dengan penelitian ini. Penentuan komponen bertujuan untuk meminimalisir terjadinya kesalahan saat membeli komponen. Mengumpulkan alat dan bahan sebelum melakukan perancangan. Memulai merancang komponen yang sudah disiapkan. Setelah merancang dilakukan simulasi terlebih dahulu pada *software zeliOSOFT2*. Setelah merancang dan mensimulasikan dilakukan pengujian alat apakah sudah sesuai dengan yang di rencanakan. Jika belum sesuai dengan yang direncanakan dilakukan perbaikan dan merancang ulang alat tersebut. Jika sudah sesuai yang diinginkan selanjutnya dilakukan pengambilan data. Setelah pengambilan data selesai mulai melakukan analisis pada hasil pengujian dan membuat pembahasan dari hasil analisis.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah membandingkan rancangan dan hasil kinerja alat yang sudah dibuat. Data yang diambil dari pengujian alat adalah besar tegangan yang masuk pada *zelio* SR2B121BD dari sensor suhu LM35, hasil kinerja alat ditampilkan pada LCD *zelio* SR2B121BD serta dilakukan pengukuran menggunakan alat ukur *thermogun*.

Hasil dan Pembahasan

a. Hasil Pengujian Pada Alat (Motor Induksi 3 Fasa)

Pengujian pada alat dilakukan menggunakan motor induksi 3 fasa dengan menempelkan sensor LM35 pada *body* motor untuk mengetahui suhu pada motor tersebut. Pengujian dilakukan dengan melihat nilai suhu pada alat ukur, LCD pada *zelio* SR2B121BD dan mengukur nilai tegangan *output* pada modul sensor suhu LM35 untuk dihitung secara manual. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Pada Alat

No	LCD (°C)	Alat Ukur (°C)	LM35 (V)	Waktu (menit)	Respon Output	
					Lampu	Motor
1	28	28	2,91	0	Lampu 1	Nyala
2	32	32	3,32	5	Lampu 1	Nyala
3	34	34	3,45	10	Lampu 1	Nyala
4	34	35	3,58	15	Lampu 1	Nyala
5	36	36	3,73	20	Lampu 1	Nyala
6	37	37	3,81	25	Lampu 1	Nyala
7	37	38	3,86	30	Lampu 1	Nyala
8	38	39	3,89	35	Lampu 1	Nyala
9	38	39	3,91	40	Lampu 1	Nyala
10	38	39	3,93	45	Lampu 1	Nyala
11	38	39	3,94	50	Lampu 1	Nyala
12	38	39	3,95	55	Lampu 1	Nyala
13	39	39	3,96	60	Lampu 1	Nyala

Pada percobaan ini dilakukan dengan mengambil data dilakukan setiap 5 menit sekali. Pada pengambilan di 5 sampai 30 menit pertama suhu terus meningkat sebanyak 1°C setiap 5 menit. Setelah melakukan percobaan pada menit ke 35 sampai 60 menit suhu motor sudah mulai stabil di angka 39°C.

b. Hasil Pengujian Pada Alat (Motor Induksi 3 fasa dengan Pemanas)

Pengujian pada alat dilakukan menggunakan motor induksi 3 fasa dan pemanas berupa *hairdryer* dan lampu pijar untuk mengetahui respon dari motor induksi. Hasil dari pengujian menggunakan pemanas *hairdryer* dan lampu pijar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Alat Dengan Pemanas

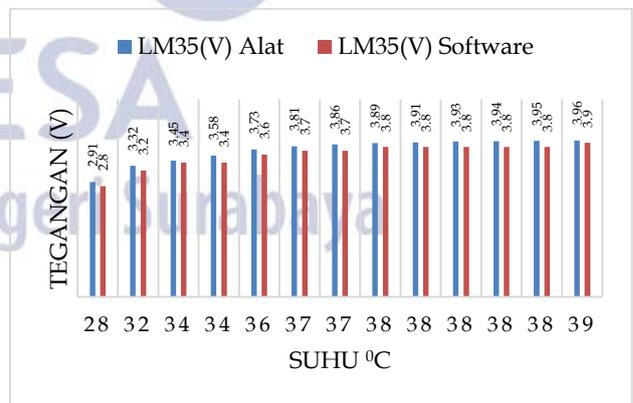
No	LCD (°C)	Alat Ukur (°C)	LM35 (V)	Waktu (Menit)	Respon Output	
					Lampu	Motor
1	29	29,7	2,92	Awal	Lampu 1	Nyala
2	43	43,3	4,47	5	Lampu 1	Nyala
3	45	44,1	4,58	10	Lampu 1	Nyala
4	45	45,9	4,69	15	Lampu 1	Nyala
5	47	48,4	4,81	20	Lampu 1	Nyala
6	47	48,7	4,84	25	Lampu 1	Nyala
7	48	48,9	4,85	30	Lampu 1	Nyala
8	52	52,5	5,24	35	Lampu 2	Nyala
9	53	54,4	5,46	40	Lampu 2	Nyala
10	55	56,4	5,68	45	Lampu 2	Nyala
11	58	58,3	5,58	50	Lampu 2	Nyala
12	60	59,9	6,09	55	Lampu 2	Nyala
13	60	60,8	6,1	60	Lampu 2	Nyala

Pada percobaan ini dilakukan pengambilan data setiap 5 menit sekali dengan jangka waktu 1 jam. Pada awal suhu ruangan 29°C pada LCD *zelio* setelah 5 menit pertama kenaikan suhu cukup tinggi 43°C pada *zelio*. Suhu terus mengalami peningkatan hingga pada menit 35 suhu mencapai 52°C dan lampu kuning menyala yang menandakan suhu sudah di atas 50°C. Setelah menit ke 50 sampai 60 suhu sudah mulai stabil di 60°C.

Analisis Perbandingan Perancangan dan Pengujian Alat

a. Analisis perbandingan perancangan pengujian menggunakan motor induksi 3 fasa tanpa pemanas.

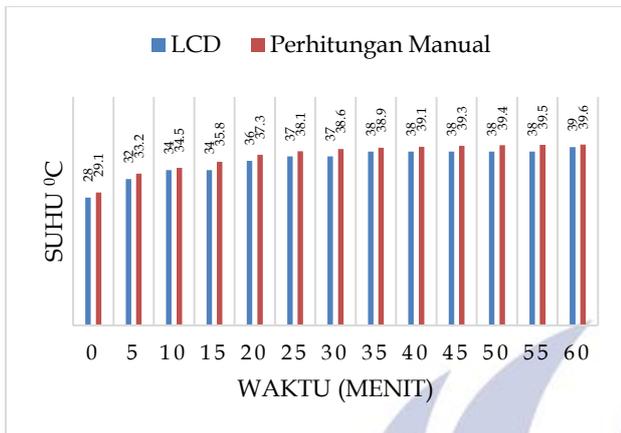
Pengujian menggunakan motor induksi 3 fasa dengan hasil pengujian tegangan pada *software zelio soft2* dan alat ukur AVometer. Untuk hasil perbandingan tegangan dari alat ukur AVometer dan simulasi *software* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Grafik Perbandingan Tegangan Pada Software dan Alat

Dari hasil perhitungan *error* pengukuran tegangan modul sensor LM35 dan *software* pada *zelio soft2* diketahui selisih tidak terlalu besar dengan nilai rata-rata *error* 3,32%.

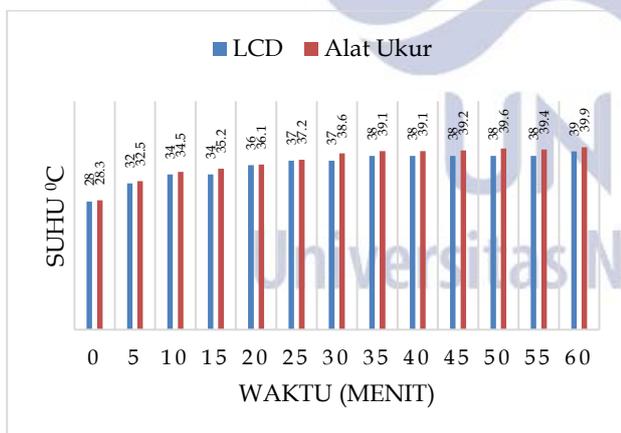
Hasil pengujian analisis perhitungan manual dan kinerja alat dengan meihat pada tampilan LCD *zelio* SRB121BD. Untuk hasil perbandingan kinerja alat dan perhitungan manual dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Grafik Perbandingan Kinerja Alat dan Perhitungan Manual

Dari hasil perhitungan *error* kinerja alat yang dilihat pada LCD *zelio* SR2B121BD dan perhitungan manual pada tegangan masuk ke *zelio* SR2B121BD atau tegangan keluaran pada modul sensor LM35 diketahui hasil rata-rata *error* sebesar 3,20% dan pada perhitungan manual dapat dilihat semakin besar tegangan maka suhu semakin tinggi.

Perbandingan analisis untuk nilai suhu pada LCD *zelio* SR2B121BD dengan alat ukur menggunakan *thermogun* dapat dilihat pada gambar 9 sebagai berikut.

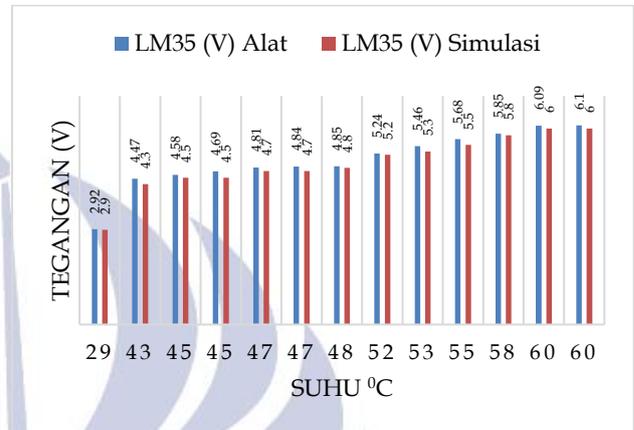


Gambar 9 Perbandingan Kinerja Alat dan Alat Ukur *Thermogun*

Dari hasil perhitungan *error* kinerja alat yang dilihat pada LCD *zelio* SR2B121BD dan alat ukur menggunakan *thermogun* diketahui bahwa selisih tidak terlalu besar dengan rata-rata *error* sebesar 2,38%.

b. Analisis perbandingan perancangan pengujian menggunakan motor induksi 3 fasa dengan pemanas.

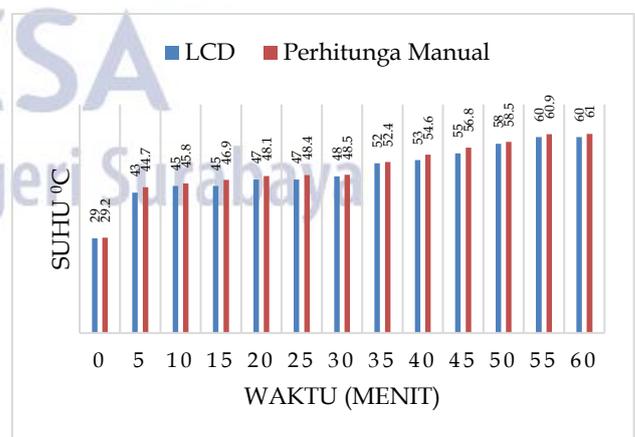
Pengujian menggunakan motor induksi 3 fasa dengan hasil pengujian tegangan pada *software zelio soft2* dan alat ukur AVometer. Untuk hasil perbandingan tegangan dari alat ukur AVometer dan simulasi *software* dapat dilihat pada gambar 10



Gambar 10 Grafik Perbandingan Tegangan Pada *Software* dan Alat

Dari hasil perhitungan *error* kinerja alat yang dilihat pada LCD *zelio* SR2B121BD dan alat ukur menggunakan *thermogun* diketahui bahwa selisih tidak terlalu besar dengan rata-rata *error* sebesar 2,38%.

Hasil pengujian analisis perhitungan manual dan kinerja alat dengan meihat pada tampilan LCD *zelio* SRB121BD. Untuk hasil perbandingan kinerja alat dan perhitungan manual dapat dilihat pada gambar 11.

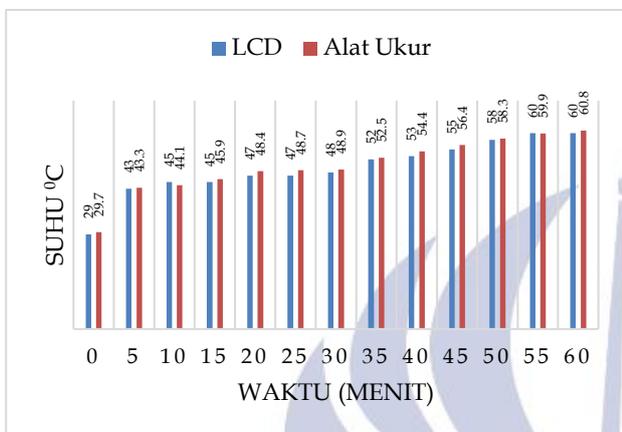


Gambar 11 Grafik Perbandingan Kinerja Alat dan Perhitungan Manual

Dari hasil perhitungan *error* kinerja alat yang dilihat pada LCD *zelio* SR2B121BD dan perhitungan manual pada tegangan masuk ke *zelio* SR2B121BD atau tegangan keluaran pada modul sensor LM35

dengan menggunakan pemanas diketahui hasil nilai rata-rata *error* sebesar 2,10% dan pada perhitungan manual dapat dilihat semakin besar tegangan maka suhu semakin tinggi.

Perbandingan analisis untuk nilai suhu pada LCD *zelio* SR2B121BD dengan alat ukur menggunakan *thermogun* dapat dilihat pada gambar 12 sebagai berikut.



Gambar 12 Grafik Perbandingan Kinerja Alat dan Alat Ukur

Dari hasil perhitungan *error* kinerja alat yang dilihat pada LCD *zelio* SR2B121BD dan alat ukur menggunakan *thermogun* diketahui bahwa selisih rata-rata *error* sebesar 1,79%.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka didapatkan simpulan sebagai berikut. Rancangan dibuat menggunakan *zelio logic* tipe SR2B121BD sebagai kontroler utama dengan sensor suhu LM35 untuk pengontrol suhu motor induksi 3 fasa dan lampu indikator yang digunakan untuk indikasi kondisi motor induksi 3 fasa. Analisis dilakukan dengan membandingkan kinerja alat yang dapat dilihat pada LCD *zelio* dengan perhitungan manual dan alat ukur *thermogun* untuk mencari selisih *error* keseluruhan.

Kinerja peralatan pendeteksi dini temperatur motor induksi 3 fasa dengan mendeteksi panas pada bagian *body* motor menggunakan sensor LM35. Hasil dari pendeteksian sensor masuk ke PLC *zelio* SR2B121BD untuk diolah dengan ketentuan jika panas motor dibawah 60°C maka lampu hijau nyala dan motor bekerja, apabila suhu motor antara 61-70°C maka lampu kuning nyala motor bekerja dan jika panas motor sudah mencapai suhu 71°C maka lampu merah akan menyala motor mati kemudian kipas akan bekerja untuk menurunkan suhu motor.

Pengujian dilakukan dua kali yaitu menggunakan pemanas dan tanpa pemanas dengan membandingkan antara tegangan yang diukur pada keluaran modul LM35 atau masukan analog pada *zelio* SR2B121BD yang diukur menggunakan AVOMeter. Hasil dari selisih tegangan rata-rata *error* tanpa pemanas 3,32% dan dengan pemanas 2,33%. Untuk yang kedua membandingkan selisih suhu kinerja alat yang dilihat pada LCD *zelio* SR2B121BD dengan perhitungan manual yang didapat dari tegangan keluaran dari modul LM35. Hasil dari selisih suhu rata-rata *error* tanpa pemanas 3,30% dan dengan pemanas 2,10%. Terakhir yaitu perbandingan selisih suhu kinerja alat yang dapat dilihat pada LCD *zelio* SR2B121BD dengan alat ukur *thermogun*. Hasil dari selisih suhu kinerja alat dengan alat ukur *thermogun* rata-rata *error* tanpa pemanas 2,28% dan dengan pemanas 1,79%.

Saran

Untuk hasil lebih maksimal dapat menambahkan dua modul sensor LM35 pada bagian sisi kanan dan kiri motor agar dapat mengindra panas motor dengan maksimal.

Sistem monitoring yang digunakan pada penelitian ini masih menggunakan tampilan pada LCD, maka lebih baik dikembangkan menggunakan monitoring jarak jauh yang tersedia pada *zelio* schneider.

Dapat menambahkan sensor arus untuk lebih meminimalisir terjadinya kerusakan pada motor induksi 3 fasa yang disebabkan arus lebih.

DAFTAR PUSTAKA

- Andri Ferdiansyah, Ida Bagus Alit Swamardika, I Gusti Agung Putu Raka Agung. 2016. "Rancang Bangun Sistem Pencahayaan Otomatis Berbasis Pemrograman *Ladder* PLC (*Programmable Logic Controller*) *Zelio*". Jurnal Teknologi Elektro, Vol. 15, No. 2, Juli – desember 2016
- Datasheet *echtop*. Data sheet for three-phase squirrel-cage motor (www.simotopgroup.com, di akses pada 12 Januari 2018)
- IEC 60085. 2004. *Electrical Insulation-Thermal Classification*
- Ishak Lisa Fitriani, Sadi Sumardi, 2015, Sistem Kontrol Temperatur Menggunakan PLC *Zelio* SR2B121BD, Simulasi Pada Prototipe Ruang Dengan Suhu 29⁰-36⁰ C. Jurnal Teknik, Vol 4, No. 1, Januari
- Kasiram. 2008. *Metodologi Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*. Malang: UIN Maliki press
- Putra, Agfianto Eko. 2017. *PLC: Konsep, Pemrograman dan Aplikasi (omron CPM1A/CPM2A dan ZEN Programmable Relay)*. Yogyakarta: Gava Media
- Ritonga Tondy Zulfadly, Samsul Amien. 2015 "Analisis Pengaruh Tegangan Injeksi Terhadap Kinerja Motor Induksi Tiga Fasa Rotor Belitan". Jurnal Universitas Sumatea Utara Vol. 10, No 26, Januari 2015

- Tugino. 2009. "Rekayasa Sistem Monitoring dan Analisis Temperatur Motor Listrik Berbasis Komputer". JFN, vol 3 No. 2, November 2009. Jurusan Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
- Utomo Ambari Tri, Rahmadani Syahputra, Iswanto. 2011. "Implementasi Mikrokontroler Sebagai Pengukur Suhu Delapan Ruang". Jurnal teknologi, Vol 4 No. 2, Desember 2011, 153-159. Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Wicaksono, H. 2009. *Programmable Logic Control (Teori, Pemograman dan Aplikasinya dalam Otomasi Sistem)*. Yogyakarta: Graha Ilmu

