
RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO DI PDAM GARUT

Akhmad Fauzi Ikhsan¹, Irman Nurichsan², Asep Wandi Priatna³
Program Studi Teknik Elektro¹, Program Studi Teknik Telekomunikasi²
Universitas Garut

Abstrak

Maksud penelitian ini yaitu untuk merancang bangun sebuah sistem monitoring dan kontrol motor induksi 3 fasa dengan menggunakan mikrokontroler Arduino uno, Membuat system pengaman motor induksi 3 fasa dari gangguan seperti under voltage, over voltage, missing fase, over curren, over temperature dan water level control, Membuat system peringatan dini melalui pesan singkat (SMS) ketika sewaktu-waktu terjadi gangguan pada motor induksi 3 fasa. Perancangan pada penelitian ini menggunakan metodologi prototype, Mengumpulkan seluruh kebutuhan untuk perangkat lunak dan keras, mengidentifikasikan semua kebutuhan dan garis besar sistem yang akan dibuat. Berdasarkan pengamatan dan pengujian alat secara keseluruhan maupun perbagian diperoleh hasil dengan dibuatnya alat ini di dapat system kontrol dan proteksi motor listrik 3 fasa yang menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560, Sistem ini dapat mengamankan motor listrik 3 fasa dari tegangan lebih, tegangan kurang, arus lebih, temperature lebih, dan kontrol tinggi permukaan air, Sistem ini dapat dikontrol menggunakan aplikasi web atau manual dari panel itu sendiri.

Sistem ini akan mengirim pesan SMS jika terjadi suatu gangguan pada motor listrik 3 fasa

Kata Kunci : mikrokontroler, Arduino uno, motor induksi 3 fasa

Pendahuluan

Motor induksi 3 fasa merupakan salah satu cabang dari jenis motor listrik yang merubah energi listrik menjadi energi gerak berupa putaran yang mempunyai slip antara medan stator dan rotor dengan sumber tegangan 3 fasa. Arus rotor motor ini bukan diperoleh dari suatu sumber listrik, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar. Motor induksi 3 fasa merupakan motor arus bolak-balik (AC) yang paling banyak digunakan untuk keperluan dalam kelangsungan proses suatu

industri. Dengan menggunakan motor induksi 3 fasa, banyak hal yang bisa dilakukan salah satu contoh adalah untuk menggerakkan pompa air di PDAM Garut.

PDAM Garut menggunakan motor induksi 3 fasa untuk menggerakkan pompa yang berfungsi untuk menyedot air dari sumur *intake* untuk dialirkan menuju Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang selanjutnya akan diolah agar bisa didistribusikan ke konsumen. Jumlah motor induksi 3 fasa di PDAM Garut lebih dari 50 unit dan terletak sangat berjauhan dari pusat kontrol. Selain itu untuk system pemantauan dan

pengambilan data serta pengendalian masih dilakukan dengan cara langsung mendatangi tempat / lokasi dimana motor induksi 3 fasa ini di pasang, sehingga memerlukan waktu yang lama dan memerlukan biaya oprasional yang tinggi.

Sesuai dengan peran dan fungsinya, maka motor induksi 3 fasa di PDAM Garut dinilai sangat penting, sehingga diharuskan bekerja dengan baik dan aman dengan semestinya. Namun banyak sekali jenis-jenis gangguan yang berpotensi untuk mengganggu fungsi dan kerja motor atau bahkan merusak motor itu sendiri, diantaranya yaitu *over voltage*, *under voltage*, *missing fase*, *over curren*, *over temperatur* dan terjadinya kekeringan pada intake rumah pompa yang dapat mengganggu pelayanan pendistribusian air terhadap konsumen.

Perkembangan teknologi menuntut sistem yang lebih murah, efisien, baik dari segi peralatan, alat ukur dan lain - lain. Saat ini proses pengamanan, pemantauan / monitoring dan pengendalian, dapat dilakukan dari jarak jauh secara *Real time*, dengan menggunakan sensor – sensor yang dipasang dalam rangkaian kontrol motor induksi 3 fasa dan di hubungkan dengan mikrokontroler Arduino uno, yang dimana nantinya mikrokontroler Arduino uno ini akan mengolah dan melakukan tindakan yang diperlukan oleh sistem. Maka dengan kemudahan ini, pihak industri atau pemakai lebih banyak memiliki keuntungan dari segi ekonomi, waktu, maupun jam kerja karyawan.

Landasan Teori

Motor Induksi Menurut Happyanto, (2014) Motor induksi adalah motor listrik arus bolak balik (AC) yang putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan putar pada stator, dengan kata lain putaran rotor dengan putaran medan pada stator terdapat selisih putaran yang disebut slip.

Motor induksi, merupakan motor yang memiliki konstruksi yang baik, harganya lebih murah dan mudah dalam pengaturan kecepatan, stabil ketika berbeban dan mempunyai efisiensi tinggi. Motor induksi adalah motor (AC) yang paling banyak digunakan dalam industri dengan skala besar maupun kecil, dan dalam rumah tangga. Motor induksi ini pada umumnya hanya memiliki satu suplai tenaga yang mengeksitasi belitan stator. Belitan rotornya tidak terhubung langsung dengan sumber tenaga listrik, melainkan belitan ini dieksitasi oleh induksi dari perubahan medan magnetik yang disebabkan oleh arus pada belitan stator. Hampir semua motor ac yang digunakan adalah motor induksi, terutama motor induksi tiga fasa yang paling banyak dipakai di perindustrian karena banyak memiliki keuntungan, tetapi ada juga kelemahannya.

Keuntungan motor induksi tiga fasa:

- a. Motor induksi tiga fasa sangat sederhana dan kuat.
- b. Biayanya murah dan dapat diandalkan.
- c. Motor induksi tiga fasa memiliki efisiensi yang tinggi pada kondisi kerja normal.
- d. Perawatannya mudah

Kerugian motor induksi tiga fasa:

- a. Kecepatannya tidak bisa bervariasi tanpa merubah efisiensi.
- b. Kecepatannya tergantung beban.
- c. Pada torsi start memiliki kekurangan.

Menurut Happyanto (2014) Motor induksi tiga fasa memiliki dua komponen dasar yaitu stator dan rotor, bagian rotor dipisahkan dengan bagian stator oleh celah udara yang sempit (air gap) dengan jarak antara 0,4 mm sampai 4 mm. Tipe dari motor induksi tiga fasa berdasarkan lilitan pada rotor dibagi menjadi dua macam yaitu rotor belitan (wound rotor) adalah tipe motor induksi yang memiliki rotor terbuat dari lilitan yang sama dengan lilitan statornya dan rotor sangkar tupai (Squirrel-cage rotor) yaitu tipe motor induksi dimana konstruksi rotor tersusun oleh beberapa batangan logam yang dimasukkan melewati slot-slot yang ada pada rotor motor induksi, kemudian setiap bagian disatukan oleh cincin sehingga membuat batangan logam terhubung singkat dengan batangan logam yang lain.

Prinsip Kerja Motor Listrik 3 Fasa

Apabila sumber tegangan 3 fase dipasang pada kumparan stator, akan timbul medan putar dengan kecepatan seperti rumus berikut :

$$N_s = 120 f/P$$

dimana:

N_s = Kecepatan Putar

f = Frekuensi Sumber

P = Kutub motor

Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor. Akibatnya pada batang konduktor dari rotor akan timbul GGL induksi. Karena batang konduktor merupakan rangkaian yang tertutup maka GGL akan menghasilkan arus (I). Adanya arus

(I) di dalam medan magnet akan menimbulkan gaya (F) pada rotor. Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya (F) pada rotor cukup besar untuk memikul kopel beban, rotor akan berputar searah dengan medan putar stator. GGL induksi timbul karena terpotongnya batang konduktor (rotor) oleh medan putar stator. Artinya agar GGL induksi tersebut timbul, diperlukan adanya perbedaan relatif antara kecepatan medan putar stator (n_s) dengan kecepatan berputar rotor (n_r).

Analisis Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Adapun perangkat keras yang dibutuhkan dalam perancangan alat pada tugas akhir ini, diantaranya :

- a. Tiga unit sensor tegangan tipe ZMPT101B yang digunakan sebagai alat ukur besaran tegangan listrik.
- b. Tiga unit sensor arus tipe ACS712-5 yang digunakan sebagai alat ukur besaran arus listrik.
 - a. Satu unit sensor Ultrasonik HC-SR04
 - b. Satu unit sensor suhu LM35
 - c. Satu unit module SIM 800L.
 - d. Satu unit Arduino Mega 2560 yang digunakan sebagai *Remote Terminal Unit* (RTU) atau kendali dari keseluruhan alat.
 - e. Satu unit Micro Relay dua channel tipe SRD-05VDC-SL-C yang digunakan sebagai akuator.
 - f. Satu unit *power supply* dengan kapasitas maksimum 12 Volt DC 3A.
 - g. Komputer sistem operasi windows dengan minimal RAM 2GB yang digunakan sebagai pemrograman kendali Arduino Mega 2560.
 - h. Satu unit MCB 3 fasa 6A.

- i. Satu unit Kontaktor AC 3 fasa 20A.
- j. Tiga unit Push Button NO/NC.
- k. Satu unit *Change over swite*.
- l. Tiga buah lampu indikator.

Kebutuhan Perangkat Lunak (Software)

Setelah perangkat keras dirancang, maka langkah selanjutnya adalah perancangan perangkat lunak. Perangkat lunak ini berfungsi untuk mengatur kinerja keseluruhan sistem yang terdiri dari beberapa perangkat keras sehingga sistem ini dapat bekerja dengan baik.

Software yang harus di *install* dalam *personnal computer* (PC) sebelum dimulai perancangan adalah *Software Arduino IDE* versi 1.6.13 yang digunakan untuk pembuatan program pada mikrokontroler Arduino Mega 2560.

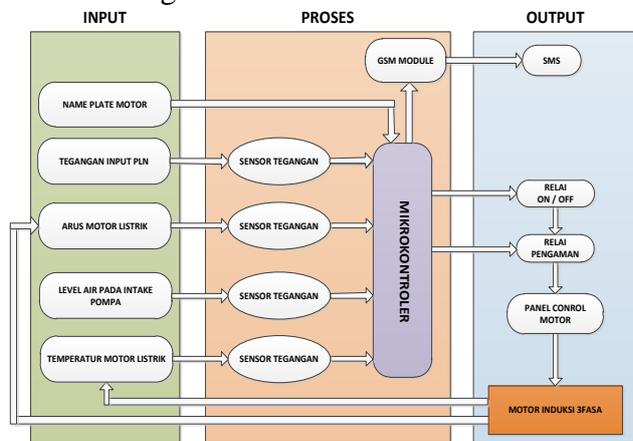
Perancangan Sistem

Perancangan adalah proses menuangkan ide dan gagasan berdasarkan teori - teori dasar yang mendukung. Proses perancangan dilakukan dengan cara pemilihan komponen yang akan digunakan, mempelajari karakteristik dan data fisiknya, membuat rangkaian skematik dengan melihat fungsi – fungsi komponen yang dipelajari. Perancangan dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem beserta rangkaian elektronik pendukungnya yang siap direalisasikan. Hal ini dilakukan agar sistem yang dibuat dapat berjalan sebagaimana mestinya.

Pada tahap perancangan ini dibagi menjadi dua tahap perancangan. Tahap pertama adalah perancangan perangkat keras (*hardware*) dan tahap kedua adalah perancangan perangkat lunak

(*software*) pada mikrokontroler Arduino Mega 2560.

Blok Diagram alat merupakan salah satu hal terpenting dalam perencanaan alat, karena dari blok diagram inilah dapat diketahui cara kerja rangkaian secara keseluruhan. Blok diagram ini akan menghasilkan suatu sistem yang dapat bekerja sesuai dengan perencanaan. Keseluruhan blok diagram dapat dilihat dalam gambar sebagai berikut:



Gambar 1 Blok diagram perancangan alat

Hasil dan Pembahasan

Penerapan Sistem

Penerapan sistem membahas hasil dari penerapan teori yang telah berhasil penulis kembangkan sehingga menjadisebuah sistem yang cukup stabil. Untuk mengetahui apakah tujuan – tujuan dari pembuatan alat ini telah terlaksana dengan baik atau tidak, maka perlu dilakukan pengujian dan analisa terhadap alat yang di buat. Berikut adalah foto tampak atas dari hasil perancangan alat sistem kontrol dan proteksi motor listrik 3 fasa dengan notifikasi SMS.

Keterangan:

- a. Sensor Suhu
- b. Sensor Ultrasonik

- c. Sensor Tegangan
- d. Sensor Arus
- e. Arduino Mega 2560
- f. Kontaktor Magnet

Proses pengujian alat:

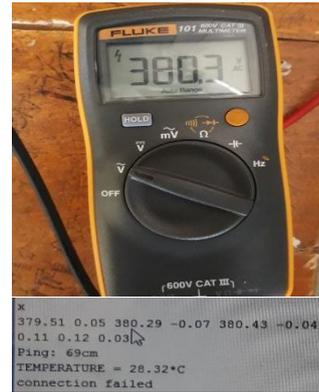
1. Menghubungkan prangkat keras alat sistemkontrol dan proteksi motor listrik 3 fasa ke laptop / PC dengan menggunakan kabel USB. Menjalankan software program Arduino IDE. Membuka program serial COM pada software Arduino IDE. Melakukan pengujian semua sensor pada alat sistemkontrol dan proteksi motor listrik 3 fasa.

Setelah rangkaian prangkat keras di berikan arus listrik yang berasal dari laptop atau PC, rangkaian prangkat keras akan melakukan inisialisasi selama beberapa detik. Dan kemudian ketika mengakses serial COM pada software Arduino IDE maka akan tampil semua parameter sensor yang terpasang pada alat tersebut. Kemudian membandingkan parameter alat ukur sistem yang di buat dengan parameter alat ukur yang telah di kalibrasi sesuai standard internasional.

Pengujian Rangkaian Sensor Tegangan ZMPT101B

Pada pengujian sensor tegangan dilakukan dengan melakukan pengukuran tegangan, melihat tampilan akuisi pada serial COM software Arduino IDE dan membandingkannya dengan Avo Meter digital .Untuk keperluan pengujian ini, digunakan Avo Meter Digital merk Fluke 101 sebagai bahan pembanding hasil pengukuran.

Di bawah ini adalah tabel dan Gambar hasil pengujian data yang didapat ketika proses pengujian sensor tegangan ZMPT101B.



Gambar 2 Pengujian sensor tegangan ZMPT101B

Tabel1 Data Pengujian Hasil Pengukuran Sensor Tegangan Fasa R

NO	FASA	Tegangan Terbaca Avo Meter (V)	Tegangan Terbaca Sistem (V)	Vout Sensor Tegangan (V)	Selisih (V)	Kesalahan (%)
1	V - R	380.3	380.43	2.35	0.13	0.00034
2	V - R	379.7	380.23	2.32	0.53	0.00139
3	V - R	379.6	379.49	2.29	0.11	0.00029
4	V - R	380.2	381.19	2.34	0.99	0.00029
5	V - R	381.1	382.10	2.36	1	0.00259
6	V - R	382.3	382.54	2.38	0.24	0.00062
7	V - R	379.7	379.42	2.29	0.28	0.00074
8	V - R	379.9	380.37	2.30	0.47	0.0012
9	V - R	380.4	379.83	2.31	0.57	0.0015

Tabel 2. Data Pengujian Hasil Pengukuran Sensor Tegangan Fasa S

NO	FASA	Tegangan Terbaca Avo Meter (V)	Tegangan Terbaca Sistem (V)	Vout Sensor Tegangan (V)	Selisih (V)	Kesalahan (%)
1	V - S	380.3	380.43	2.35	0.13	0.00034
2	V - S	379.7	380.23	2.31	0.53	0.00139
3	V - S	379.6	379.49	2.30	0.11	0.00029
4	V - S	381.2	382.41	2.36	1.21	0.00316
5	V - S	380.9	381.24	2.32	0.34	0.00089
6	V - S	379.6	379.9	2.29	0.3	0.00079
7	V - S	381.2	380.84	2.37	0.36	0.00095
8	V - S	380.7	380.31	2.31	0.39	0.00103
9	V - S	379.8	379.65	2.29	0.15	0.0004
10	V - S	380.6	380.55	2.32	0.05	0.00013
Selisih Rata-rata					0.145	
Presentasi Error					0.000379	

Tabel .3 Data Pengujian Hasil Pengukuran Sensor Tegangan Fasa T

NO	FASA	Tegangan Terbaca Avo Meter (V)	Tegangan Terbaca Sistem (V)	Vout Sensor Tegangan (V)	Selisih (V)	Kesalahan (%)
1	V - T	380.3	380.76	2.35	0.46	0.001208
2	V - T	379.7	380.23	2.32	0.53	0.001394
3	V - T	379.9	379.53	2.30	0.37	0.00097
4	V - T	380.9	381.49	2.33	0.59	0.001547
5	V - T	379.6	379.37	2.29	0.23	0.00061
6	V - T	381.2	381.49	2.32	0.29	0.00076
7	V - T	379.7	380.31	2.29	0.61	0.001604
8	V - T	379.6	379.73	2.28	0.13	0.000342
9	V - T	381.2	380.21	2.32	0.99	0.0026
10	V - T	383.1	383.17	2.37	0.07	0.000183
Selisih Rata-rata					0.183	
Presentasi Error					0.000285	

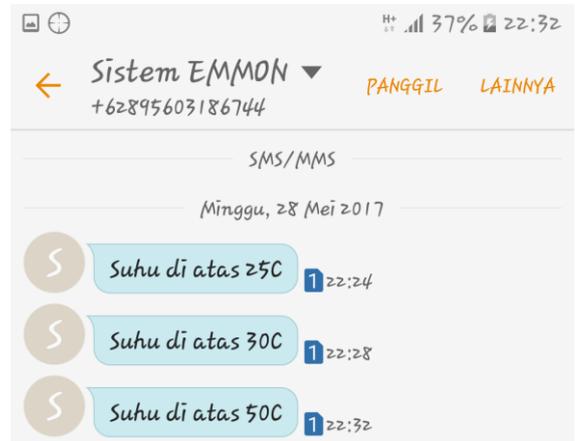
Dari hasil pengujian dan perbandingan pengukuran menggunakan Rangkaian sensor tegangan AC dan Avo Meter Digital, terdapat selisih nilai rata-rata pembacaan sebesar:

Fasa R ± 0.376 V atau kesalahan $\pm 0.000984\%$

Fasa S ± 0.145 V atau kesalahan $\pm 0.000379\%$

Fasa T ± 0.183 V atau kesalahan $\pm 0.000285\%$

Pada pengujian gangguan suhu lebih diketahui bahwa sistem akan melakukan tindakan pengamanan ketika suhu telah melebihi set point yang telah ditentukan. Pada data terdapat adanya selisih antara nilai suhu pengujian dengan nilai set suhu, dikarenakan ketika sistem mengamankan gangguan sensor suhu tetap mengukur nilai suhu yang naik. Dan sistem akan mengirim pesan SMS "Suhu di atas N" ke no yang telah di setting sebelumnya di dalam program.



Gambar 3 Sistem mengirim SMS ketika terjadi gangguan (*Over temperature*)

Pengujian WLC (*Water Level Control*)

Pengujian WLC dilakukan untuk memperoleh respon sistem terhadap gangguan level air. Pada pengujian, sensor Ultrasonik di naikan hingga tinggi permukaan air melebihi batas set poin yang telah ditentukan.

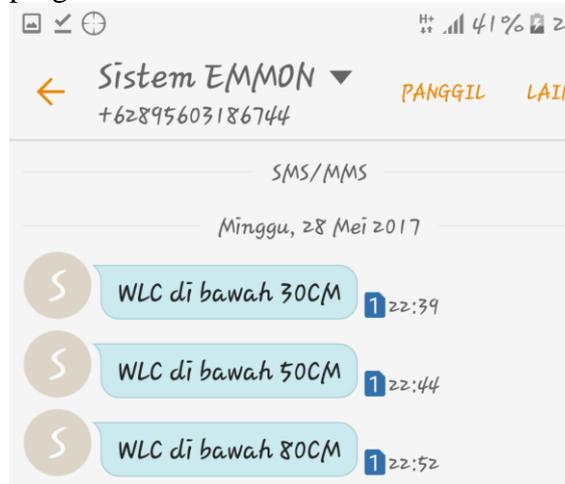
Berikut adalah tabel data hasil pengujian respon sistem pengamanan terhadap gangguan suhu lebih (*Over current*) pada motor induksi 3 fasa.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sistem WLC (*Water Level Control*)

NO	Nilai Level Air Yang Di Set (CM)	Nilai Pengujian Sistem (CM)	Kondisi Sistem	Sistem Mengirim SMS
1	30	40	Tidak Trif	Tidak
2	30	28	Trif	Ya
3	35	40	Tidak Trif	Tidak
4	35	30	Trif	Ya
5	40	60	Tidak Trif	Tidak
6	40	32	Trif	Ya
7	50	60	Tidak Trif	Tidak
8	50	47	Trif	Ya
9	60	75	Tidak Trif	Tidak
10	60	39	Trif	Ya

Pada pengujian WLC diketahui bahwa sistem akan melakukan tindakan pengamanan ketika WLC membaca tinggi permukaan air kurang dari set point

yang telah di tentukan. Sistem akan mengirim pesan SMS “WLC di bawah N CM” ke no yang telah di setting sebelumnya di dalam program.



Gambar 4. Sistem mengirim SMS ketika terjadi (Level air kurang dari set point)

Pengujian Delay Waktu Sistem Kontrol

Pengujian delay waktu button dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang di butuhkan dari inputan aplikasi ke perangkat.

Pengujian Delay Waktu Button Turn On

Pengujian delay waktu button on dilakukan untuk mengetahui lamanya transfer pengiriman perintah dari aplikasi web ke perangkat.

Tabel 5. Pengujian Delay Waktu Button Turn On

Tombol Yang Di Tekan	Percobaan	Delay Waktu (Detik)
Tombol ON	Ke-1	5.32
	Ke-2	6.12
	Ke-3	4.67
	Ke-4	6.74
	Ke-5	5.49

	Ke-6	6.25
	Ke-7	5.83
	Ke-8	6.19
	Ke-9	4.83
	Ke-10	5.51
	Ke-11	4.72
	Ke-12	6.12
Rata-rata Waktu Delay		5.69

Dari pengujian tabel diatas di peroleh rata – rata 5.69 detik, data tersebut diperoleh dari lamanya waktu pengiriman perintah dari aplikasi ke perangkat.

Pengujian Delay Waktu Button Turn Off

Pengujian delay waktu button off dilakukan untuk mengetahui lamanya transfer pengiriman perintah dari aplikasi web ke perangkat.

Tabel 6. Pengujian Delay Waktu Button Turn Off

Tombol Yang Di Tekan	Percobaan	Delay Waktu (Detik)
Tombol OFF	Ke-1	8.98
	Ke-2	10.21
	Ke-3	9.58
	Ke-4	9.73
	Ke-5	8.79
	Ke-6	10.37
	Ke-7	9.38
	Ke-8	10.19
	Ke-9	9.27
	Ke-10	8.83
	Ke-11	8.80
	Ke-12	9.38
Rata-rata Waktu Delay		9.53

Dari pengujian tabel diatas di peroleh rata – rata 9.53 detik, data tersebut diperoleh dari lamanya

waktu pengiriman perintah dari aplikasi ke perangkat.

Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan dan pengujian alat secara keseluruhan maupun perbagian dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Dengan dibuatnya alat ini ini dapat system kontrol dan proteksi motor listrik 3 fasa yang menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560.
- b. Sistem ini dapat mengamankan motor listrik 3 fasa dari tegangan lebih, tegangan kurang, arus lebih, temperature lebih, dan kontrol tinggi permukaan air.
- c. Sistem ini dapat dikontrol menggunakan aplikasi web atau manual dari panel itu sendiri.
- d. Sistem ini akan mengirim pesan SMS jika terjadi suatu gangguan pada motor listrik 3 fasa.

Saran

- a. Perlunya pengujian mengenai peralatan-peralatan elektronika yang digunakan sebagai peralatan pendukung dalam tugas akhir ini agar dapat diketahui tingkat keandalannya dalam jangka panjang.

- b. Penggunaan sensor suhu pada penelitian selanjutnya baiknya menggunakan rangkain penguat agar dapat menggunakan kabel dengan panjang lebih dari 2M
- c. Sebaiknya perlu dilakukan pengoptimalan fitur-fitur yang ada pada mikrokontroler untuk diaplikasikan pada motor induksi 3 fasa.

Daftar Pustaka

1. Anhar. (2010). Panduan Menguasai PHP dan MySQL Secara Otodidak. Jakarta: Mediakita.
2. Haryanto, E. V. (2012). Jaringan Komputer. Yogyakarta: CV. ANDI OFFSET.
3. Hidayat, R. (2010). Cara Praktis Membangun Website Gratis. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
4. Lahinta, F. C. (2015). Aplikasi Pengaduan Sengketa Tanah Di BPN Kantor Kota Manado. Tugas Akhir , 7-8.
5. Raharjo, B. (2016). Modul Pemrograman WEB (HTML, PHP, & MySQL). Bandung: Modula.
6. Syafrizal, M. (2005). Pengantar Jaringan Komputer. Yogyakarta: CV. ANDI OFFSET.