

Design of Single Phase Motor Current, Voltage, Over Temperature Protection System and Temperature Timing in Water Heater

Rancang Bangun Sistem Proteksi Arus, Tegangan, Suhu Berlebih Motor 1 Fasa dan Pengaturan Waktu Suhu pada Water Heater

Naufal Prastyana¹, Agus Kiswantono²

^{1,2}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara, Surabaya

E-mail: *¹Opalsnaufal58@gmail.com, ²aguskiswantono@gmail.com

Abstract – *The induction motor is one of the many electrical equipment used in the industrial world to everyday life. In use, the condition of the motor must be in a state of standby at all times when it is needed to pump water from sources from the ground for daily life. In this study aims to overcome this by designing a protection system to protect IoT-based induction motors. This study aims to determine the effect of an IoT-based protection system in protecting motors from voltage, current, and excessive temperature disturbances. Making a monitoring and protection tool using the ESP32 Module as a microcontroller as well as a WIFI module with 3 sensors as parameter readers, namely to read voltage and current using the PZEM-004T Module, and read temperature with the DHT11 module. In monitoring the device is connected to the internet network to monitor the readings of the 3 sensor parameters on the computer. In this study, testing the Arduino program, the 3 sensors used to determine the percentage of errors on the tool and finally testing the protection against overvoltage, current and temperature against the program that has been compiled. From the results of testing the three sensors by comparing the data generated by the multimeter with monitoring and protection tools, the average percentage error for voltage is 0%, for current is 6.9%, and for temperature is 1.1%. In testing the protection voltage, current and temperature of the working system which is read by the device on the computer is effective in protecting excess voltage, temperature and current in accordance with the planned working method the system automatically stops the movement of the motor. In the process of protecting a single-phase induction pump motor, it is activated based on sensor reading data such as temperature, current, and voltage if it exceeds the upper limit parameter settings that have been programmed in the Arduino application, the system will automatically disconnect the relay to stop the single-phase pump motor. during the testing process to find out the current, temperature, and voltage that goes into a single phase motor, a tool is made that contains sensors to read these three parameters and makes monitoring that can be monitored on a computer using the Visual Studio application.*

Keywords — *DHT11, ESP32, IoT, PZEM-004 T, single phase induction motor*

Abstrak – *Motor induksi merupakan salah satu peralatan listrik dari banyaknya peralatan yang digunakan dalam dunia industri sampai dikehidupan sehari-hari. Dalam penggunaannya kondisi motor harus dalam keadaan *stand by* setiap saat ketika dibutuhkan untuk memompa air dari sumber dari dalam tanah untuk kehidupan sehari-hari. Pada penelitian ini memiliki tujuan untuk mengatasi hal tersebut dengan merancang sistem proteksi untuk melindungi motor induksi berbasis IoT. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sistem proteksi berbasis IoT dalam melindungi motor dari gangguan tegangan, arus, dan suhu berlebih. Membuat alat *monitoring* dan proteksi dengan menggunakan Modul ESP32 sebagai mikrokontroler sekaligus modul WIFI dengan 3 sensor sebagai pembaca parameter yaitu untuk membaca tegangan, dan arus menggunakan Modul PZEM-004T, dan membaca suhu dengan modul DHT11. Dalam memonitoring alat terhubung dengan jaringan internet untuk dimonitoring pembacaan 3 sensor parameter tersebut di komputer. Pada penelitian kali ini melakukan pengujian terhadap program *Arduino*, terhadap 3 sensor yang digunakan untuk mengetahui*

prosentase eror terhadap alat dan terakhir pengujian proteksi terhadap tegangan, arus dan suhu berlebih terhadap program yang telah disusun. Dari hasil pengujian ketiga sensor dengan membandingkan data yang dihasilkan multimeter dengan alat *monitoring* dan proteksi didapatkan rata-rata presentase eror terhadap tegangan sebesar 0%, terhadap arus sebesar 6,9%, dan terhadap suhu sebesar 1,1%. Pada pengujian proteksi tegangan, arus dan suhu sistem kerja yang dibaca oleh alat di komputer efektif dalam memproteksi tegangan, suhu, dan arus yang berlebih sesuai dengan cara kerja yang telah direncanakan sistem secara otomatis menghentikan pergerakan motor. Pada proses proteksi motor pompa induksi 1 fasa diaktifkan berdasarkan data pembacaan sensor seperti suhu, arus, dan tegangan apabila melebihi dari settingan parameter batas atas yang telah diprogramkan pada aplikasi *Arduino* maka secara otomatis sistem akan memutuskan *relay* untuk memberhentikan motor pompa 1 fasa. Selama proses pengujian untuk mengetahui arus, suhu, dan tegangan yang masuk ke motor 1 fasa dibuatkan alat yang berisikan sensor untuk membaca ketiga parameter tersebut dan pembuatan monitoring yang bisa pada pemantauannya di komputer dengan menggunakan aplikasi *Visual Studio*.

Kata Kunci — DHT11, ESP32, IoT, motor induksi 1 fasa, PZEM-004T

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan kemajuan industri di era globalisasi kini menjalani perkembangan yang pesat. Saat ini mayoritas masyarakat menggunakan motor induksi untuk menunjang kegiatan sehari-hari dari mulai bidang industri sampai dengan rumah tangga. Dalam penggunaannya motor induksi harus dilengkapi dengan proteksi motor sebagai pengaman/pelindung motor induksi dari arus, tegangan ataupun suhu yang berlebih pada saat motor sedang digunakan [1]. Selain itu kondisi dan *life time* motor pun menjadi hal yang sangat penting untuk mengetahui mudah atau tidaknya motor mengalami kerusakan. Dikarenakan diharuskannya kondisi motor dalam keadaan *stand by* setiap saat ketika dibutuhkan untuk memompa air dari sumber dari dalam tanah untuk kehidupan sehari-hari sebagai contohnya: motor pompa air menarik air dari dalam tanah ke tempat *water heater* digunakan untuk minum sampai dengan mandi.

Kerusakan motor induksi 1 fasa sering terjadi diakibatkan tidak benarnya saat instalasi pemipaan sebelum air menuju ke motor listrik AC sehingga dalam jangka waktu lama akan merusak motor atau mengurangi umur motor menyebabkan terbakarnya kumparan stator pada motor, hal tersebut juga dapat mengakibatkan korsleting listrik dan juga panasnya saluran instalasi akan selain berdampak pada motor itu sendiri akan berdampak pada instalasi sekitar. Sehingga akan menghasilkan air yang dikeluarkan tidak sesuai dengan harapan.

Motor listrik adalah salah satu peralatan penting di dunia yang berfungsi untuk menggerakkan mesin-mesin di industri [2]. Proteksi motor induksi sangat diperlukan dalam dunia industri baik skala yang sempit sampai dengan skala yang meluas dikarenakan motor induksi bila dipakai secara tidak berhenti sepanjang hari akan mengalami pemanasan pada motor induksi tersebut [3]. Permasalahan yang timbul berasal dari gangguan-gangguan di motor induksi ketika tegangan antar fasa tidak seimbang (*unbalance voltage*) pada motor induksi akan timbul panas dan arus tidak seimbang. Arus tidak seimbang ini akan membuat bagian belitan stator dan belitan rotor menjadi panas, akibat dari timbulnya panas yang berlebih menyebabkan umur motor akan bertambah pendek karena isolasi pada winding rusak, putaran dan torsi pada motor juga akan semakin turun, sehingga bisa berdampak kerusakan pada motor induksi [4]. Monitoring *real time* merupakan salah satu bagian dari peningkatan pada bidang teknologi yang berbeda bertujuan pada meningkatkan efisiensi operasi yang dihasilkan oleh sensor selanjutnya memproses dan menganalisis data kemudian menampilkan hasil secara langsung menggunakan perantara jaringan internet [5]. Proses kendali jarak jauh umumnya masih menggunakan media kabel komunikasi masalahnya jika semakin jauh jarak kendali maka semakin panjang pula kabel komunikasi yang digunakan, sehingga meningkatkan potensi kerusakan kabel dan potensi eror dalam pengiriman data untuk monitoring untuk menghindari masalah tersebut maka sistem kendali jarak jauh yang digunakan menggunakan sistem IOT [6].

Pada penelitian ini penulis ingin mengembangkan sistem proteksi tegangan dan arus berlebih pada motor induksi 1 fasa. Dengan menambahkan proteksi dari arus dan tegangan yang dapat

mengakibatkan rusaknya motor. Maka penulis mengangkat penelitian ini dengan judul RANCANG BANGUN SISTEM PROTEKSI ARUS, TEGANGAN, SUHU BERLEBIH MOTOR 1 FASA DAN PENGATURAN WAKTU SUHU PADA *WATER HEATER*. Dari penelitian ini diharapkan dapat mempermudah monitoring arus, tegangan, suhu dan waktu maupun mengatur batas proteksinya pada motor induksi 1 fasa dan waktu pada heater water pada Komputer

2. METODE PENELITIAN

2.1. Deskripsi Alat

Pada alat monitoring dan proteksi motor induksi 1 fasa terhadap arus, tegangan, dan suhu berlebih ini motor induksi dapat dimonitoring dan diproteksi sesuai dengan batas kemampuan/settingan pabrikan. Motor induksi ialah peralatan listrik prinsip kerjanya mengubah energi listrik menjadi energi gerak atau mekanik [7]. Pada umumnya motor jenis ini mempunyai konstruksi yang simple, sederhana, kokoh, dan nilai harganya yang terjangkau serta perawatannya yang relatif mudah sehingga banyaknya penggunaan motor induksi dalam dunia industri maupun dalam kebutuhan sehari-hari rumah tangga [8]. Pada motor induksi belitan stator tidak langsung terhubung oleh sumber listrik melainkan dieksitasi bermula perubahan medan magnetik dengan cara induksi arus pada belitan stator. Dalam menggerakkan motor induksi memerlukan daya listrik yang biasanya diartikan sebagai besarnya suatu usaha dalam memindahkan suatu muatan persatuan waktu atau lebih singkatnya bisa disebut energi listrik yang digunakan tiap detik [9]. Pada prinsipnya motor induksi bekerja berdasarkan pada hukum *Faraday* yang merupakan tegangan induksi akan tampak oleh perubahan induksi magnet pada suatu lilitan dan hukum *Lorentz* yang merupakan perubahan magnetik akan menimbulkan gaya [10].

Alat ini menggunakan 2 sensor yaitu komponen modul PZEM-004T sebagai sensor untuk membaca tegangan dan arus yang masuk ke motor dan komponen modul DHT 11 sebagai sensor untuk membaca suhu yang dihasilkan motor saat digunakan. Sensor PZEM-004T merupakan sebuah sensor dapat dipakai untuk pembacaan tegangan rms, arus rms, dan daya aktif yang dapat dihubungkan dengan Arduino UNO maupun wadah *platform opensource* lainnya [11]. Bentuk fisik dari modul sensor tegangan ini ialah sekitar 3,1 x 7,4 cm dipasang dengan kumparan trafo arus dengan ukuran 3 mm menjadi satu rangkaian dengan sensor tegangan, sementara untuk pembacaan pengukuran arus listrik dari 0 - 100A dan untuk pembacaan tegangan listrik dapat diukur dari 80 – 260V. Modul Sensor PZEM-004T ini dapat digunakan sebagai alat monitoring penggunaan energi listrik secara real time serta dapat disimpan pada basis data [12].

Sensor DHT 11 merupakan sebuah modul sensor yang berfungsi untuk sensing objektif suhu dan kelembapan mempunyai output tegangan analog yang bisa dianalisa lebih lanjut dengan mikrokontroler. Pada umumnya sensor ini mempunyai aplikasi kalibrasi untuk pengukuran nilai suhu dan juga kelembapan. [13]. Dalam penerapannya sensor DHT 11 ini tidak masalah karena tidak memiliki perbedaan antara 3 pin kaki dan 4 pin kaki. Tegangan yang masuk ke sensor ini sebesar 5V, dan rentang suhu pembacaan data variable suhu dari 0 – 50 °C dengan kesalahan ± 2 °C.

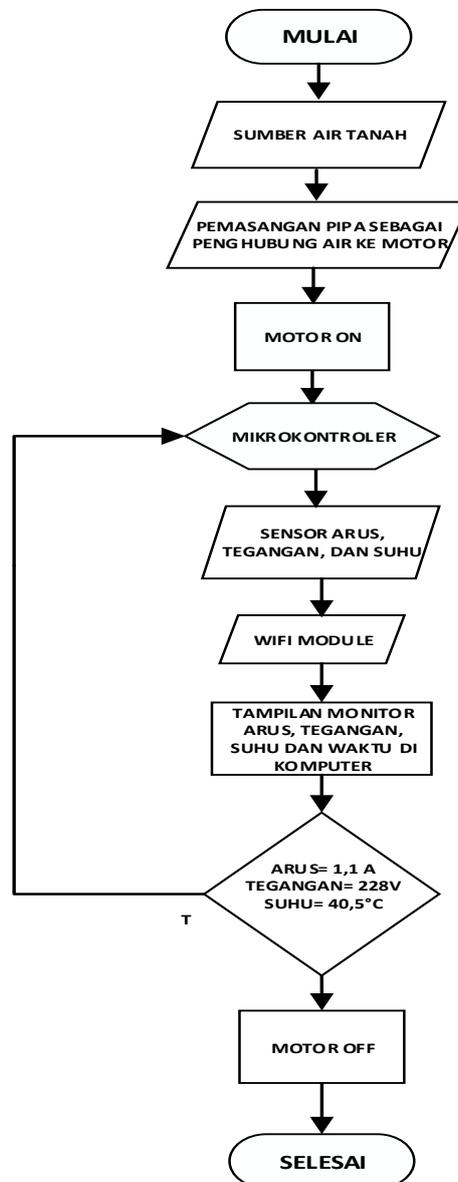
Sebagai kendali dan modul IoT pada alat ini menggunakan ESP 8266. Modul ESP 8266 merupakan sebuah komponen yang bisa terintegrasi dengan peralatan berbasis IoT yang bersifat *open source* dan memiliki 17 Pin GPIO (*General Purpose Input Output*) atau *pin* yang dapat digunakan sebagai penghubung ke *device module* maupun komponen elektronika lainnya [14]. Fungsi dari modul ESP8266 ini sebagai konektivitas jaringan internet dengan menggunakan *Wifi* atau sebagai perangkat tambahan untuk mengkoneksikan mikrokontroler agar bisa terhubung dengan jaringan internet dengan bantuan *Wifi* [15]. Modul ini berbasis bahasa pemrograman *Lua* namun umumnya dapat menggunakan aplikasi *Arduino IDE* untuk pemrogramannya [16].

Sebagai pada sistem ini digunakan *water heater* digunakan untuk memanaskan air pada bak air. *Water Heater* merupakan sebuah teknologi yang mayoritas ditingkatkan perkembangannya karena tidak memakai sumber api untuk memanaskan air melainkan penggunaannya dengan proses induksi yang didapat dari aliran arus listrik bolak-balik mengalir melalui koil yang terbuat dari sebuah tembaga

[17]. Prinsip kerja water heater ialah air yang mengalir menuju sebuah wadah yang sudah dilapisi dengan isolasi dan terdapat penambahan dengan *coil* yang akan dipanaskan dengan menggunakan arus listrik.

Sedangkan *relay* pada sistem ini untuk mengendalikan *ON/OFF* dari *water heater*. *Relay* merupakan sebuah pemutus dan penyambung yang dikendalikan oleh arus bandingan piranti ini dengan saklar *reed*, *relay* mempunyai sebuah kumparan tegangan minim yang dililitkan pada sebuah inti [18]. Prinsip kerja *relay* berpedoman pada sistem kerja elektromagnetik untuk menjalankan kontak saklar, menyebabkan aliran arus listrik yang minim dapat menyalurkan arus listrik yang memiliki tegangan maksimal. Pada umumnya *relay* ini memiki 4 komponen dasar yakni elektromagnet (*Coil*), *armature*, saklar, dan *spring*. Sementara jika tidak dihantarkan arus listrik maka akan terjadi sebaliknya kembali ke posisi awal tertutup (NC) berbeda dengan saklar yang biasanya dipakai untuk menghidupkan dan mematikan lampu dilakukan manual tanpa perlu dialiri arus listrik [19].

Sesuai Gambar 1 ini sebagai penjelasan alur kerja alat dalam memproteksi dan memonitoring motor induksi 1 fasa.

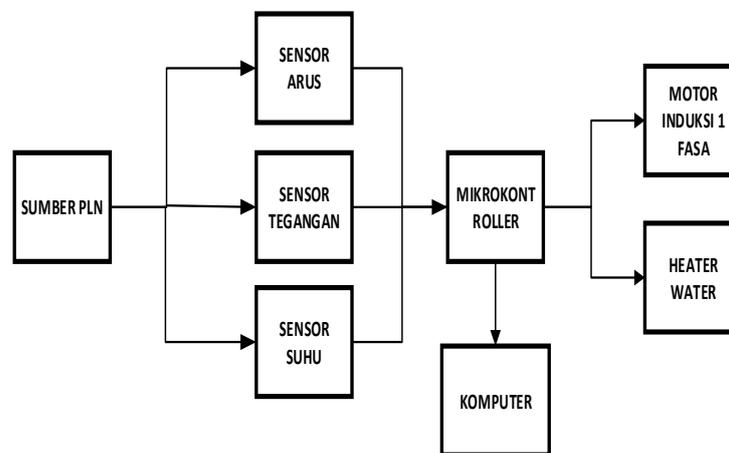


Gambar 1. Blok Diagram Alur Kerja Alat

Pada Gambar 3.1 blok diagram alur kerja alat diatas diawali dengan menentukan sumber air tanah dengan disimulasikan dengan wadah air pada ember setelah itu, melakukan pemasangan instalasi pemipaan untuk alur air dari sumber air ke wadah ember dengan hisapan motor 1 fasa selanjutnya, setelah medianya sudah ada maka sistem bisa dinyalakan dari motor induksi 1 fasa, mikrokontroller sekaligus *wifi module*, maupun sensor arus, tegangan, dan suhu. Apabila data yang dibaca oleh mikrokontroller melebihi dari *set point* yang ditentukan maka proteksi akan aktif dengan memberhentikan motor 1 fasa dan pada aplikasi komputer akan ada indikator merah jika tegangan, arus, dan suhu melebihi set point yang ditetapkan dan dikategorikan motor dalam keadaan tidak normal, tetapi jika sebaliknya data yang dibaca mikrokontroller ESP 8266 tidak melebihi set point yang di tetapkan dalam program, maka proteksi motor tidak akan aktif dan motor akan tetap nyala dan dikategorikan bahwa motor dalam keadaan normal.

2.2. Perancangan Alat

Pada perancangan alat ini menjelaskan mengenai rancangan pada *hardware* maupun rancangan pada *software*. Berikut Gambar 2 Blok diagram dari alat monitoring dan proteksi motor induksi 1 fasa..

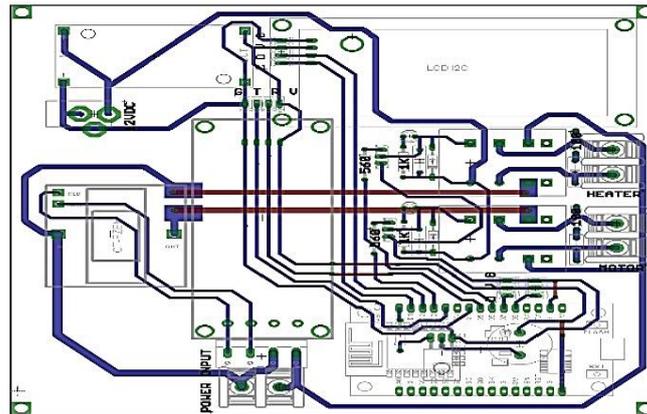


Gambar 2. Blok Diagram Perancangan Alat

Seperti pada Gambar 2 Blok diagram perancangan alat, pertama pastikan sumber PLN yang digunakan ialah 1 phasa atau 220Volt, selanjutnya dari sumber tegangan akan menyalakan 3 sensor yang akan digunakan sebagai parameter utama pada tugas akhir ini seperti: sensor tegangan, sensor arus, dan sensor suhu setelah aktif maka sensor akan membaca data-data sesuai fungsinya. Setelah parameter yang akan diuji terbaca maka akan dikirimkan ke mikrokontroller untuk disesuaikan dengan program yang akan direncanakan sesuai kebutuhan untuk mengendalikan *output*-nya yaitu motor induksi 1 fasa dan dimonitoring data-data yang dibutuhkan kedalam komputer.

2.3. Perancangan PCB

Pada perancangan PCB pada alat *monitoring* dan proteksi motor induksi 1 fasa mendesain pembuatan PCB sebagai tempat pijakan sensor tegangan, arus, suhu, mikrokontroler ESP8266 sebagai pembaca parameter, LCD sebagai tempat tampilan data, serta tempat *relay* yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP8266 sebagai kontak untuk mengendalikan motor.

Gambar 3. *Layout Bawah PCB*

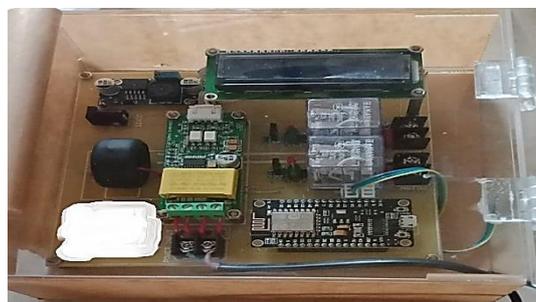
Seperti pada Gambar 3 *layout* bawah PCB diatas, setelah gambar rangkaian PCB telah selesai dibuat, maka selanjutnya penulis akan menjabarkan bahan-bahan serta jumlahnya yang terdapat pada PCB dengan rincian seperti Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Bahan Perancangan PCB

No	Nama Bahan	Jumlah
1	LCD	1 Buah
2	ESP 8266	1 Buah
3	Relay	2 Buah
4	PZEM-004T	1 Buah
5	PCB 1 Layer	1 Buah
6	LED	2 Buah
7	Resistor	6 Buah
8	Dioda Zener	2 Buah
9	Kapasitor	4 Buah
10	Transistor NPN	2 Buah
11	Terminal Blok	3 Buah

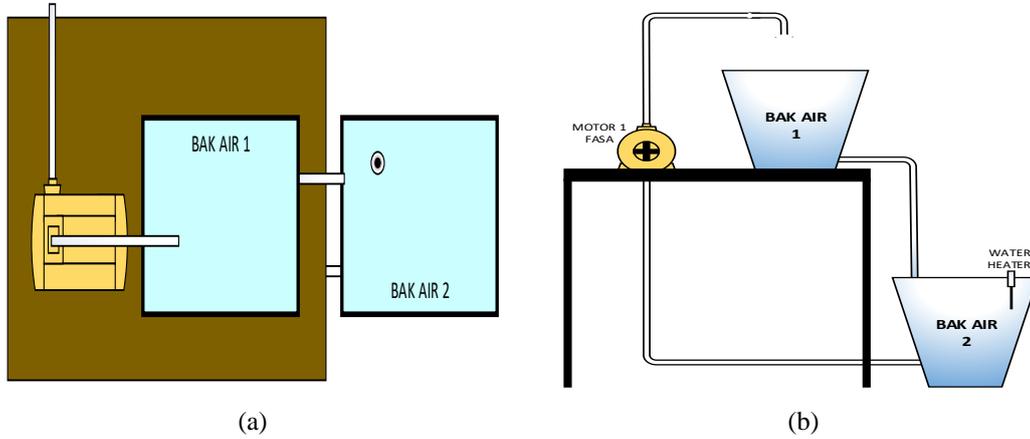
2.4. Perancangan Mekanik

Pada perancangan mekanik ini pertama penulis akan menampilkan alat *monitoring* dan proteksi motor induksi 1 fasa yang sudah dimasukkan kedalam pelindung seperti yang di lihat oleh Gambar 4. Fungsi dari pelindung ini ialah untuk melindungi rangkaian komponen yang sudah tertancap pada PCB dari percikan air ataupun dari debu-debu yang akan menyebabkan rangkaian komponennya rusak.

Gambar 4. *Box Akrilik Alat Monitoring dan Proteksi*

Singkatnya untuk mengetahui penggambaran lebih jelas pada bagian plant “Rancang Bangun Sistem Proteksi Arus, Tegangan, Suhu Berlebih Motor 1 Fasa dan Pengaturan Waktu Suhu Pada *Water Heater*” penulis akan menampilkan dalam bentuk 2 dimensi, sehingga pada perancangan mekanik pada

plant kali ini akan menampilkan gambaran bentuk *layout plant* dari tampak atas sampai dengan tampak samping serta bahan-bahan yang akan digunakan dalam membuat plant sebagai pendukung alat monitoring dan proteksi sehingga memperjelas perancangan mekanik pada *plant*.



Gambar 5. a. *Layout Plant Tampak Atas*; b. *Layout Plant Tampak Samping*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode pengujian yang akan dilakukan pada kali ini akan dilakukan dengan 4 tahap pengujian yaitu: pengujian sensor tegangan, pengujian sensor arus, pengujian sensor suhu, pengujian proteksi.

Perhitungan menentukan presentase eror dalam penelitian ini berlaku seperti pada Persamaan 1 sebagai berikut.

$$\text{Persentase Error} = \left[\frac{X - X_i}{X} \right] \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Dimana X merupakan nilai dari aplikasi monitoring dan proteksi pada komputer sedangkan X_i adalah nilai dari alat ukur multimeter.

3.1. Pengujian Sensor Arus, Tegangan dan Suhu

Pengujian penelitian ini dilakukan sebanyak 8 kali pengambilan data pengujian untuk dibandingkan dengan multimeter. Tabel 2 merupakan hasil pengujian sensor tegangan yang dilakukan sebanyak 8 kali.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Tegangan

No	Multimeter / Voltmeter (V)	Aplikasi Monitoring PC (V)	Error (%)
1	82	82	0
2	90	90	0
3	100	100	0
4	140	140	0
5	180	180	0
6	200	200	0
7	210	210	0
8	220	220	0

Berdasarkan Tabel 2 yang merupakan hasil pengujian sensor tegangan yang dibandingkan dengan multimeter, menghasilkan rata-rata presentase eror sebesar 0%. Untuk pengujian sensor arus yang dibandingkan dengan multimeter diperoleh data pengujian sebagaimana yang disajikan oleh Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Arus

No	Multimeter / Amperemeter (A)	Aplikasi Monitoring PC (A)	Eror (%)
1	0,9	0,983	8,4
2	0,9	0,93	3,2
3	0,8	0,883	9,3
4	0,7	0,796	12,1
5	0,8	0,805	0,6
6	0,8	0,849	5,7
7	0,8	0,894	10,51
8	0,9	0,957	5,9

Berdasarkan Tabel 3 yang merupakan hasil pengujian sensor arus yang dibandingkan dengan multimeter, terdapat perbedaan 3 angka dibelakang koma sehingga menghasilkan rata-rata presentase eror sebesar 6,96%. Untuk pengujian sensor suhu yang dibandingkan dengan thermometer digital diperoleh data pengujian sebagaimana yang disajikan oleh Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Suhu

No	Termometer digital (⁰ C)	Aplikasi Monitoring PC (⁰ C)	Eror (%)
1	34	34	0
2	31	32	3,12
3	31	32	3,12
4	32	32	0
5	32	32	0
6	32	33	3,03
7	34	34	0
8	36	36	0

Berdasarkan Tabel 4 yang merupakan hasil pengujian sensor suhu yang dibandingkan dengan thermometer digital, terdapat perbedaan data selama pengambilan data 8 kali sehingga rata-rata presentase eror yang didapatkan sebesar 1,1%.

Sehingga dari rata-rata presentase eror dari ketiga sensor pada sensor suhu mendapatkan presentase eror yang paling tinggi dikarenakan terdapat data yang didapatkan pada aplikasi monitoring di komputer bisa mengukur sampai 3 angka dibelakang koma sehingga data yang didapatkan oleh alat tersebut lebih akurat.

3.2. Pengujian Proteksi

Pengujian proteksi ini akan dilakukan secara 3 tahap pengujian proteksi yaitu: pengujian tegangan berlebih, pengujian arus berlebih, dan pengujian suhu berlebih. Tabel 5 merupakan hasil pengujian proteksi tegangan berlebih yang dilakukan sebanyak 6 kali.

Tabel 5. Hasil Pengujian Proteksi Tegangan Berlebih

No	Monitoring PC (V)	Batas Atas Tegangan Berlebih (V)	Kondisi Motor	Durasi (Menit)
1	82	228	Motor ON	1.8
2	100	228	Motor ON	3.32
3	180	228	Motor ON	5.33
4	210	228	Motor ON	10.28
5	220	228	Motor ON	12.45
6	229	228	Motor OFF	15.1

Berdasarkan Tabel 5 yang merupakan hasil pengujian proteksi tegangan berlebih dimulai pada saat tegangan 82 V motor sudah mulai berjalan dimenit ke-1 detik ke-8 masih dibawah dari batas parameter tegangan berlebih yang sudah disetting sehingga sistem menanggapi motor masih dalam keadaan normal begitu sampai dengan pengujian ke enam terjadi gangguan tegangan berlebih di menit ke- 15 dan detik ke-1 tegangan yang dibaca mencapai 229 V melebihi dari batas atas settingan parameter yaitu 228 V sehingga sistem akan membaca bahwa motor mengalami gangguan tegangan berlebih maka secara otomatis sistem akan mati. Untuk pengujian proteksi arus berlebih diperoleh data pengujian sebagaimana yang disajikan oleh Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Pengujian Proteksi Arus Berlebih

No	Monitoring PC (A)	Batas Atas Arus Berlebih (A)	Kondisi Motor	Durasi (Menit)
1	0,9	1,1	Motor ON	1.8
2	0,8	1,1	Motor ON	3.32
3	0,8	1,1	Motor ON	5.33
4	0,8	1,1	Motor ON	10.28
5	0,9	1,1	Motor ON	12.45
6	1,127	1,1	Motor OFF	27.57

Berdasarkan Tabel 6 yang merupakan hasil pengujian proteksi arus berlebih dimulai pada saat tegangan 0,9 A motor sudah mulai berjalan dimenit ke-1 detik ke-8 masih dibawah dari batas parameter arus berlebih yang sudah disetting sehingga sistem menanggapi motor masih dalam keadaan normal dan pada percobaan pertama ini arus lebih besar daripada percobaan selanjutnya dikarenakan terdapat arus starting motor akan besar saat mototr awal digerakkan selanjutnya pada pengujian ke enam terjadi gangguan arus berlebih di menit ke- 27 dan detik ke-57 arus yang dibaca mencapai 1,127 A melebihi dari batas atas settingan parameter yaitu 1,1 A sehingga sistem akan membaca bahwa motor mengalami gangguan arus berlebih maka secara otomatis sistem akan mati. Untuk pengujian proteksi suhu berlebih diperoleh data pengujian sebagaimana yang disajikan oleh Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Pengujian Proteksi Suhu Berlebih

No	Monitoring PC (°C)	Batas Atas Suhu Berlebih (°C)	Kondisi Motor	Durasi (Menit)
1	34	40	Motor ON	1.8
2	32	40	Motor ON	3.32
3	32	40	Motor ON	5.33
4	34	40	Motor ON	10.28
5	36	40	Motor ON	12.45
6	41	40	Motor OFF	39.27

Berdasarkan Tabel 7 yang merupakan hasil pengujian proteksi suhu berlebih dimulai pada saat tegangan 34 °C motor sudah mulai berjalan dimenit ke-1 detik ke-8 masih dibawah dari batas parameter suhu berlebih yang sudah disetting sehingga sistem menanggapi motor masih dalam keadaan normal begitu sampai dengan pengujian ke enam terjadi gangguan suhu berlebih di menit ke- 39 dan detik ke-27 suhu yang dibaca mencapai 41 °C melebihi dari batas atas settingan parameter yaitu 40 °C sehingga sistem akan membaca bahwa motor mengalami gangguan suhu berlebih maka secara otomatis sistem akan mati.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa dalam memproteksi motor pompa induksi 1 fasa berdasarkan data pembacaan sensor seperti suhu, arus, dan tegangan apabila melebihi dari settingan parameter batas atas yang telah diprogramkan pada aplikasi Arduino maka

secara otomatis sistem akan memutuskan relay untuk memberhentikan motor pompa 1 fasa. Pada penelitian ini untuk mengetahui arus, suhu, dan tegangan yang masuk ke motor 1 fasa dibuatkan alat yang berisikan sensor untuk membaca ketiga parameter tersebut dan pembuatan monitoring yang bisa pada pemantauannya di komputer dengan menggunakan aplikasi *Visual Studio*. Penghubung monitoring data parameter pada alat monitoring dan proteksi motor 1 fasa dengan monitoring pada komputer dengan menggunakan jaringan internet, maka dari itu komponen yang digunakan untuk menghubungkan jaringan internetnya menggunakan ESP 8266 yang juga digunakan sebagai mikrokontroler. Pembuatan monitoring pada komputer dengan menggunakan aplikasi *Visual Studio* menyesuaikan variable parameter yang masuk ke motor pompa 1 fasa dapat dimonitoring.

Untuk pengembangan selanjutnya pada alat ini yaitu pada sisi kualitas bahan dan komponen yang digunakan bisa menggunakan kualitas yang bagus dan lebih simpel. Tampilan monitoring dan aplikasi yang digunakan bisa menggunakan aplikasi yang lebih baik dan lebih dimengerti oleh semua kalangan dan terakhir sensor yang digunakan untuk melindungi motor bisa ada upgrade proteksi dalam hal selain arus, tegangan, dan suhu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Widarsono, "Design and Implementation of Protection Relay 3 Phase Induction Motor," *JAREE (Journal Adv. Res. Electr. Eng.,* vol. 3, no. 2, pp. 124–128, 2019, doi: 10.12962/j25796216.v3.i2.99.
- [2] A. Daud, "Rancang Bangun Modul Proteksi Arus Beban Lebih Dan Hubung Singkat," *J. Tek. Energi,* vol. 9, no. 1, pp. 37–44, 2019.
- [3] D. Sarifatullah, Muhamad; Notosudjono, Didik; Suhendi, "Perancangan Sistem Proteksi Thermal Pada Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Kontrol Arduino Menggunakan Jaringan Iot," *J. Online Mhs. Bid. Tek. Elektro,* pp. 1–13, 2020.
- [4] M. K. A. Darmawansyah; Rosa and I. N. Anggraini, "Sistem Proteksi Motor Induksi 3 Fasa Terhadap Berbagai Gangguan Menggunakan Mikrokontroler," *J. Amplif. J. Ilm. Bid. Tek. Elektro Dan Komput.,* vol. 10, no. 1, pp. 9–17, 2020, doi: 10.33369/jamplifier.v10i1.15168.
- [5] A. Putra, D C; Bachrah, A; Kiswantono, "Remote Reading Beban Listrik Rumah yang Terintegrasi Menggunakan IOT," *Aisyah J. Informatics Electr. Eng. Univ. Aisyah Pringsewu,* vol. 3, no. 2, pp. 143–147, 2021, [Online]. Available: <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE/article/view/bebanlistrik%0Ahttp://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE/article/download/bebanlistrik/56>.
- [6] B. Syaefudin, Akhmad; Kiswantono, Agus; Purwahyudi, "Sistem Kendali Kinerja Motor 1 Phasa Pada WTP Menggunakan ESP8266 Tipe 01," *Sent. VI 2021,* no. November 2021, pp. 110–119, 2021.
- [7] J. W. Supono; Rijanto, T; Leksono, "Perancangan Sistem Kendali dan Monitoring Tegangan Motor 3 Fasa Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi Blynk," *J. Reaktom,* vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2020, [Online]. Available: <https://journal.unesa.ac.id/index.php/inajet/article/view/13004%0Ahttps://journal.unesa.ac.id/index.php/inajet/article/view/13004/5404>.
- [8] S. Khurse, S. Nair, S. Salam, and A. P. V. Hardas, "IOT Based Single phase Induction Motor Protection System," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.,* vol. 10, no. 4, pp. 1391–1394, 2022, doi: 10.22214/ijraset.2022.41518.

- [9] H. Firdaus, "Rancang Bangun Penggerak Pintu Pagar Geser Menggunakan 12 Volt Direct Current (DC) Power," *J. Media Teknol.*, vol. 04, no. 02, pp. 155–164, 2018.
- [10] I. Kartikawati, Sulistyaning; Antika, Roseanne; Prastyaningrum, "Pengaruh Media Kit Ggl Induksi Elektromagnetik Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Ggl Induksi," *J. Teknol. Terap. G-Tech*, vol. 3, no. 2, pp. 208–213, 2020, doi: 10.33379/gtech.v3i2.421.
- [11] A. Anwar, Salwin; Artono, Tri; Nasrul; Dasrul; Fadli, "Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T," *Proceeding Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 3, no. 1, pp. 272–276, 2019, [Online]. Available: <http://e-jurnal.pnl.ac.id/index.php/semnaspnl/article/view/1694>.
- [12] H. Zuklarnain;, Andriana; Baehaqi, "Sistem kWh Meter Digital Menggunakan Modul PZEM-004T," *J. TIARSIE*, vol. 16, no. 1, pp. 29–34, 2019, doi: 10.32816/tiarsie.v16i1.43.
- [13] M. Rangan, Andi Yusika; Yusnita, Amelia; Awaludin, "Sistem Monitoring berbasis Internet of things pada Suhu dan Kelembaban Udara di Laboratorium Kimia XYZ," *J. E-Komtek*, vol. 4, no. 2, pp. 168–183, 2020, doi: 10.37339/e-komtek.v4i2.404.
- [14] R. Boy Panroy Manullang, Andi; Saragih, Yuliarman; Hidayat, "Implementasi NodeMCU ESP8266 Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis IoT," *J. Inform. dan Rekayasa Elektron.*, vol. 4, no. 2, pp. 163–170, 2021.
- [15] A. D. W. M. Sidik, I. Himawan Kusumah, A. Suryana, Edwinanto, M. Artiyasa, and A. Pradiftha Junfithrana, "Design and Implementation of an IoT-Based Electric Motor Vibration and Temperature Disruption Handling System," *Fidel. J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 30–33, 2020, doi: 10.52005/fidelity.v2i2.108.
- [16] B. Pangestu, Anggher Dea; Ardianto, Feby; Alfaresi, "Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266," *J. Ampere*, vol. 4, no. 1, pp. 187–197, 2019, doi: 10.31851/ampere.v4i1.2745.
- [17] M. A. Dirja, Iman; Jihan, "Rancang Bangun Pemanas Air (Heater) Dengan Menggunakan Baterai Berbasis Arduino Pro Mini," *Infomatek*, vol. 21, no. 2, pp. 91–96, 2019, doi: 10.23969/infomatek.v21i2.1981.
- [18] M. Y. Aditya, "Rancang Bangun Alat Penguji Relay 220 Vac Portable Pada Cubicle Panel Unit 6 PLTA TES," vol. I, no. 1, pp. 23–39, 2021, [Online]. Available: <https://blogpenemu.blogspot.com>.
- [19] B. A. Saputra, E. P. Hidayat, and A. Z. Arfianto, "Internet of things-based steam pump motor protection due to voltage unbalance," *J. Robot. Control*, vol. 1, no. 2, pp. 64–69, 2020, doi: 10.18196/jrc.1214.

