

## OVER/UNDER VOLTAGE RELAY MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER PADA TEGANGAN 1 PHASA 220VAC

Fajar Gali Siringoringo <sup>\*)</sup>, Agus Sofwan, dan Agung Nugroho

Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang  
Jln. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)</sup>E-mail: fajar.ringo95@gmail.com

### Abstrak

Kualitas/mutu suplai tenaga listrik dalam suatu sistem rangkaian listrik sangat diperlukan. Kualitas suplai listrik buruk dapat menyebabkan gangguan dan bahkan merusak sistem jaringan tenaga listrik. Salah satu bentuk gangguan tersebut adalah terjadinya over/under voltage. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan suatu alat proteksi yang dapat mendeteksi adanya gangguan over/under voltage serta ambil tindakan untuk mengamankan jaringan tersebut apabila ada gangguan. Dalam kesempatan ini dilakukan perancangan alat yang mampu mengatasi permasalahan tersebut yaitu Over/Under Voltage Relay menggunakan mikrokontroler. Alat dirancang bertujuan untuk mendeteksi adanya gangguan over/under voltage pada tegangan satu fasa 220 V 50 Hz. Dalam peraturan standard batas tegangan jatuh adalah 10% dari tegangan normal dan batas tegangan lebih adalah 5% dari tegangan normal. Tetapi dalam perancangan ini membuat batas tegangan yang berbeda karena faktor pengambilan data dengan mudah. Batas tegangan yang ditentukan untuk gangguan under voltage yaitu -5 V dari tegangan normal (220V), sedangkan gangguan over voltage yaitu +5 V dari tegangan normal, dan membuat delay untuk under/over voltage adalah 3 detik. Output dari relay dihubungkan pada jaringan beban sehingga akan memutuskan aliran listrik apabila terjadi gangguan under/over voltage. Dari hasil pengujian yang dilakukan, relay over/under voltage menggunakan mikrokontroler yang dirancang dapat bekerja dengan baik.

*Kata kunci: Over/under voltage relay, Mikrokontroler.*

### Abstract

*The quality of power supply in an electrical circuit system is very necessary. The quality of bad electricity supply can cause interference and even damage the electricity network system. One form of interference is the occurrence of over / under voltage. To overcome this problem a protection device is needed that can detect the presence of over / under voltage interference and take action to secure the network if there is interference. On this occasion the design of a tool that is able to overcome these problems is done, namely Over / Under Voltage Relay using a microcontroller. The tool is designed to detect the presence of over / under voltage disturbances at one phase voltage 220V 50 Hz. In standard regulations the voltage drop limit is 10% of the normal voltage and the overvoltage limit is 5% of the normal voltage. But in this design makes the voltage limit different because the data retrieval factor is easily. The voltage limit specified for under voltage interference is -5 V from normal voltage (220V), while over voltage interference is +5 V from the normal voltage, and makes a delay for under / over voltage is 3 seconds. The output of the relay is connected to the load network so it will disconnect the electricity in the event of an under / over voltage interference. From the results of tests carried out, relay over / under voltage using a microcontroller designed to work properly.*

*Key Word: Over/under voltage relay, Mikrokontroler.*

### 1. Pendahuluan

Pada dasarnya dalam suatu jaringan listrik sangat diutamakan yang namanya dengan kualitas suplai listrik. Tetapi disamping itu kita tidak bisa memastikan kapan dan dimana kualitas tersebut menurun. Kualitas suplai listrik sangat dipengaruhi oleh adanya gangguan pada sistem tersebut. Adanya gangguan dalam suplai listrik dapat mempengaruhi bahkan merusak suatu sistem tenaga listrik. Gangguan yang terjadi dapat berbagai macam antara lain

adalah lonjakan atau penurunan tegangan listrik (*over/under voltage*). Jika gangguan tegangan ini tersambung ke peralatan listrik atau elektronika dan melebihi batas toleransi tegangan nominalnya, maka hal itu dapat mengganggu kinerja peralatan-peralatan tersebut atau bahkan dapat merusaknya [1].

Dalam sistem jaringan distribusi tegangan rendah yang memiliki tegangan normal sebesar 220 V merupakan bagian yang sering terjadi gangguan lonjakan atau penurunan tegangan listrik di beberapa titik dan biasanya

terjadi secara tiba-tiba sehingga pengelola listrik yaitu PT.PLN harus memberikan respon yang cepat dalam mengatasi hal tersebut. Pada umumnya proteksi apabila terjadi gangguan *under/over voltage* pada saluran distribusi akan diamankan dengan bekerjanya *recloser* (penghubung dan pemutus otomatis) pada tiang distribusi. Tetapi itu belum spesifik dalam menangani gangguan *under/over voltage* karena kita tidak mengetahui kondisi besaran tegangan yang ada. Dan kondisi tegangan hanya dapat kita pantau pada ruang kontrol gardu [2].

Oleh karena itu penulis membuat alat ini sebagai penelitian. Dalam pembuatan penelitian ini digunakan sebuah mikrokontroler ARM sebagai pusat kontrol dalam sistem *under/over voltage* yang di *setting* dalam pemograman. [3] Data yang diproses mikrokontroler adalah *output* dari sensor tegangan yang digunakan, data yang diproses akan ditampilkan pada layar LCD dan dapat juga di kirimkan ke *website* yang digunakan sehingga dapat dipantau menggunakan Android yang digunakan. [4]

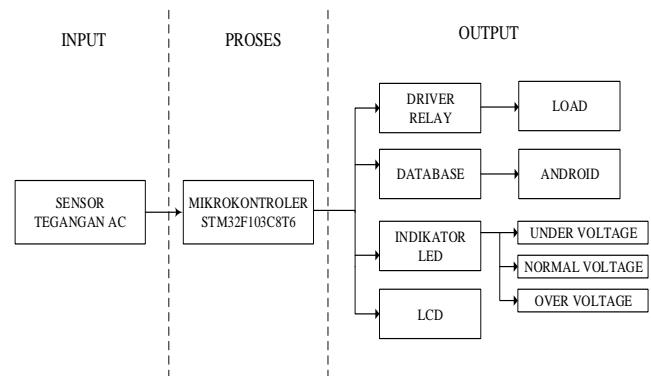
Adanya tujuan yang dirancang dalam pembuatan alat ini adalah untuk mengurangi terjadinya pemadaman yang disebabkan oleh gangguan *over/under voltage* pada saluran distribusi sekunder tegangan rendah yang tegangan normalnya adalah 220V, untuk mempermudah dan mempercepat mendapatkan data kondisi tegangan pada saluran distribusi sekunder tegangan rendah sehingga penanganan untuk suatu gangguan cepat untuk diatasi, dan memanfaatkan teknologi yang sangat berpengaruh pada perkembangan zaman sekarang ini yaitu menggunakan Android dalam menjaga kualitas sistem tenaga listrik.

Batasan masalah dalam penyusunan penelitian ini adalah hanya membahas keefektifan alat mikrokontroller dalam pengawasan gangguan *over/under voltage*, penggunaan alat yang akan direncanakan hanya pada saluran yang bertegangan 220VAC, pengujian alat dilakukan dengan variasi tegangan menggunakan VARIAC dan pengujian langsung sumber PLN pada rumah, dan alat ini hanya mampu mendeteksi tegangan pada jaringan, belum bisa melakukan control tegangan pada jaringan.

## 2. Metode

### 2.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan Secara garis besar, sistem terdiri dari perancangan penelitian ini memiliki 3 blok utama yaitu unit masukan, unit proses dan unit keluaran. Skema sistem keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perancangan Sistem

Pada unit masukan merupakan pengirim data ke mikrokontroler dalam bentuk membaca tegangan dengan sensor. Kemudian akan diterima pada unit proses yaitu melakukan pemograman pada mikrokontroler dengan membuat parameter-parameternya. Setelah dilakukan pemograman, data yang diolah akan disalurkan ke unit keluaran yang menjadi output dari sistem tersebut. Pada unit keluaran ada beberapa indikator untuk tiap kondisi, ada juga relai kontak beban dengan rangkaian dan juga pengiriman data ke database website menggunakan modul ESP01.[5]

#### 2.1.1. Perancangan Sensor ZMPT101B

Modul sensor tegangan ZMPT101B adalah sensor tegangan yang terbuat dari transformator tegangan ZMPT101B. Sensor ini memiliki akurasi tinggi, konsistensi yang baik untuk voltase dan tenaga pengukuran dan bisa mengukur sampai 250V AC. Sensor ini mudah untuk digunakan dan dilengkapi dengan multi turn trimmer potensiometer untuk menyesuaikan output ADC. Untuk dapat menemukan hasil yang lebih antara tegangan input dan output ADC menggunakan analisis regresi. Output ADC disesuaikan dengan trimpot ke nilai yang sesuai terhadap masukan referensi.

Perhitungan untuk menghasilkan nilai tegangan dari hasil pembacaan tegangan AC dapat menggunakan rumus :

$$V_{peak} = \sqrt{2} V_{RMS} \quad (1)$$

$$V_{RMS} = \frac{V_{peak}}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

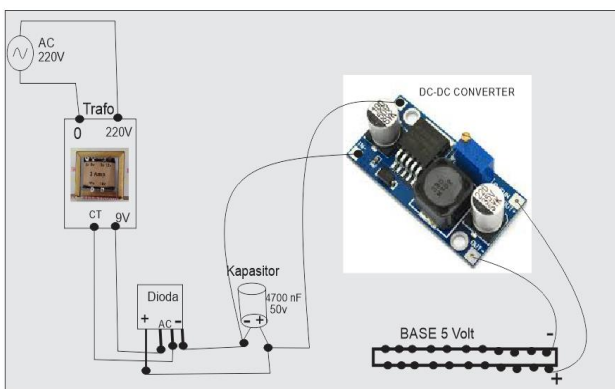
Data yang masuk ke mikrokontroler akan diolah menjadi data penampil tegangan rms AC keluaran variable transformator. Gambar 2 menunjukkan konfigurasi pin sensor ZMPT101B. [6]



Gambar 2. Konfigurasi pin sensor ZMPT101B

### 2.1.2. Perancangan Catu Daya

Rangkaian catu daya berfungsi untuk memberikan catuan arus dan tegangan kepada rangkaian-rangkaian yang membutuhkan suplai daya. Setiap alat-alat listrik atau alat-alat elektronik membutuhkan catu daya agar dapat beroperasi dengan baik. Sumber catu daya tersebut dapat diambil dari sumber PLN yang besaran normal nya 220 VAC. Alat-alat elektronik yang mengambil catuan dari sumber PLN mebutuhkan suatu rangkaian adaptor yang dapat mengubah catuan arus bolak-balik menjadi catuan arus searah. Gambar 3 merupakan skema rangkaian catu daya.



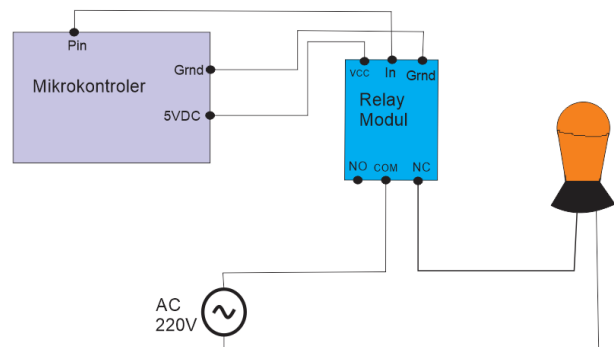
Gambar 3. Rangkaian catu daya

Transformator *stepdown* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari 220 volt AC menjadi 9 volt AC. Kemudian 9 volt AC akan disearahkan dengan menggunakan diode bridge dan menghasilkan tegangan DC sebesar 9,5V DC yang sudah diratakan oleh kapasitor 4700 uF. Untuk keperluan catu daya digunakan transformator dengan center tap (CT) agar bisa mendapatkan penyearah gelombang penuh (*full wafe*). Pada komponen-komponen peralatan modul hanya membutuhkan tegangan 5VDC sehingga harus diatur supaya catu daya menghasilkan 5VDC. Dengan itu, output dari kapasitor akan diterima oleh modul buck DC-DC Converter. Pada modul DC-DC converter dapat diatur dengan variasi resistor samapai menghasilkan tegangan 5VDC. *Output* dari rangkaian tersebut digunakan untuk

men-suplai tegangan mikrokontroler ,tegangan *relay*, dan modul lainnya.

### 2.1.3. Perancangan Driver Relay

Pada aplikasi alat ini, relay digunakan sebagai pemutus tegangan dari sumber ke beban apabila terjadi gangguan dengan *delay* yang sudah di *setting*. Dalam pemograman juga terdapat kondisi tegangan berapa yang terbaca oleh sensor supaya *relay* bekerja untuk memutus jaringan ke beban.



Gambar 4. Perancangan *relay module*

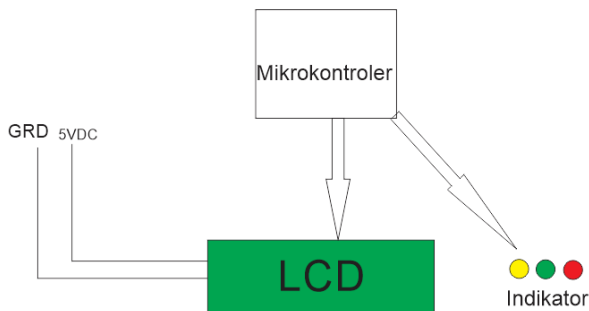
Pada gambar 4, perancangan rangkaian *relay module* dalam peralatan menggunakan relay NC (*Normally Close*) . Relay NC memiliki kondisi awal yang sebelum diaktifkan akan selalu pada posisi tertutup (*close*). Dan ketika diaktifkan akan berada pada posisi terbuka. Pada alat ini dirancang *relay* akan bekerja apabila terjadi gangguan *over voltage* atau *under voltage*. Tegangan *output* dari mikrokontroler menjadi *input* untuk rangkaian *driver relay*. Jika tegangan *output* arduino *high* maka rangkaian *driver relay* akan men-*drive relay on*, sebaliknya jika tegangan *output* arduino *low* maka *relay* akan *off*. [7]

### 2.1.4. Perancangan Rangkaian Display

LCD berfungsi untuk menampilkan karakter dan nilai. Dalam perancangan ini menggunakan sebuah layar LCD jenis BC 1602A yang merupakan LCD dua baris dengan setiap barisnya terdiri dari 16 karakter. Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul ini berupa jalur data yang masih termultiplek dengan jalur alamat. Berikut gambar perancangan LCD dengan mikrokontroler ARM ditunjukkan pada Gambar 5.

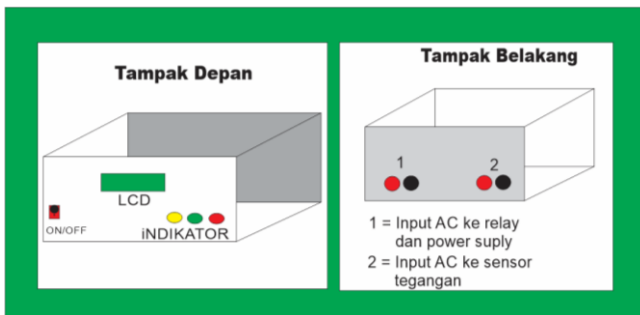
Pada perancangan *chasing over/under voltage relay* yang dibuat ini menggunakan kotak berbahan triplek dan akrilik sebagai *chasing*. Lokasi LED yang manjadi indikator *under voltage*, *normal voltage* dan *over voltage* dirancang pada kotak alat bagian depan. Selain indikator, LCD dan saklar juga dipasang dibagian depan kotak. Terminal *box* diletakkan pada bagian belakang. Semua komponen

rangkaian diletakkan pada bagian dalam *box* yang dilekatkan menggunakan *spacer*.



Gambar 5. Perancangan LCD

### 2.1.5. Perancangan Kotak Alat (*Chasing*)



Gambar 6. Perancangan kotak alat

## 2.2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan dan pembuatan perangkat lunak dalam pembuatan *under/over voltage relay* adalah pemrograman yang dilakukan pada mikrokontroler.

### 2.2.1. Perancangan Batas Kondisi

Perancangan batas kondisi yang dimaksud adalah perancangan batas tegangan untuk kondisi *over voltage*, *normal voltage* dan *under voltage*. Selain itu juga dilakukan perancangan nilai tegangan untuk kondisi *relay* bekerja.

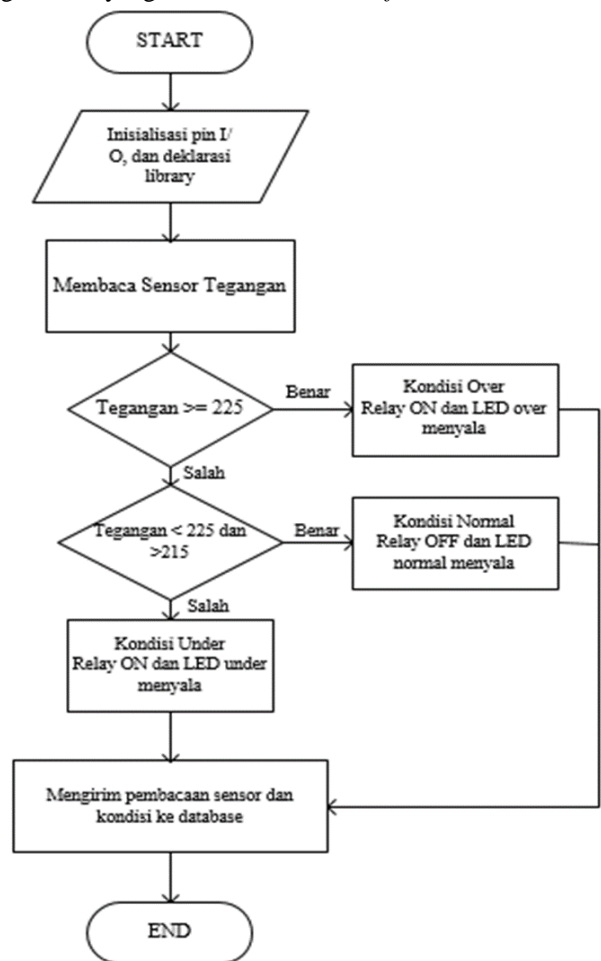
Berdasarkan peraturan Menteri energi dan sumber daya mineral No: 04 Tahun 2009 tentang aturan distribusi tenaga listrik pasal (b) menjelaskan bahwa batas tegangan jatuh (*under voltage*) adalah 10% dari tegangan normal (220 V) yaitu sebesar 198 V. Dan batas tegangan untuk tegangan lebih (*over voltage*) adalah 5% dari tegangan normal (220 V) yaitu sebesar 231 V.[8]

Untuk mencapai nilai yang lebih akurat dalam mendapatkan data pengujian, perancangan batas tegangan tiap kondisi dilakukan berbeda dengan peraturan yang sudah ada tetapi batas yang diberikan tidak melebihi batas

yang ada pada aturan tersebut. Dalam perancangan ini batas tegangan normal adalah antara 216 V sampai 224V. Tegangan bernilai 215 sudah berada dikondisi *under voltage*. Tegangan bernilai 225 sudah berada dikondisi *over voltage*.

### 2.2.2 Perancangan Diagram Alir

Diagram alir dibuat untuk memudahkan dalam memahami perancangan dan cara kerja sistem ini. Berikut adalah dan diagram alir yang dibuat dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 7. Flowchart sistem kerja alat

Pada Gambar 7. pembacaan diagram alir dimulai dari “mulai”, kemudian, memasukkan nilai batas *under* 215V dan *over* 225V, dilanjut dengan membaca nilai tegangan dari sensor. Dilakukan penentuan kondisi untuk relai, jika terbaca  $\geq 225$ , maka relai on dan led *over* menyala, jika terbaca  $>215$  dan  $<225$ , maka relay off dan led normal menyala., dan jika terbaca  $\leq 215$ , maka relay on dan led *under* menyala, kemudia mengirimkan pembacaan sensor dan kondisi ke database, diakhiri dengan “selesai”.

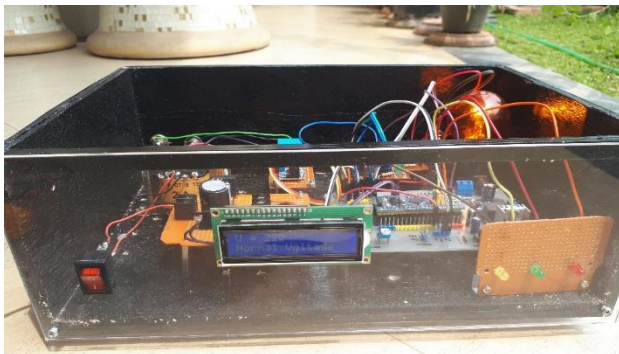
Pemrograman ini hanya menentukan kondisi dari pembacaan sensor tegangan yang telah dilakukan lalu

dikirimkan melalui modul internet ke database. Tegangan yang lebih dari 224 akan memasuki kondisi *over voltage* yang mengaktifkan *relay* dan led *over*. Selanjutnya tegangan yang terukur antara 216 sampai 224 termasuk pada kondisi normal yang akan mematikan *relay* dan menyalakan led normal. Sedangkan apabila tegangan 215 dan dibawahnya termasuk pada kondisi *under voltage* yang mengaktifkan *relay* dan led *under*. Ketika *relay* menyala maka akan memutuskan tegangan terhadap beban. [9]

### 3. Hasil dan Analisis

#### 3.1. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras yang dimaksud adalah untuk mengetahui apakah alat yang dirancang sudah bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Dalam pengujian ini dilakukan pengujian *hardware* yang meliputi pengujian: Pengujian sensor tegangan, Pengujian catu daya, Pengujian *driver relay*, dan Pengujian keseluruhan *over/under voltage relay*. Pengujian *under/over voltage relay* dilakukan di Lab. Teknik Elektro UNDIP menggunakan VARIAC dan di rumah dengan sumber tegangan langsung dari PT. PLN.



Gambar 8. *Over/under voltage relay* Menggunakan mikrokontroler

##### 3.1.1. Pengujian sensor tegangan

Tujuan pengujian sensor tegangan adalah untuk mengetahui hasil tegangan *output* dari sensor tegangan. Pengujian dilakukan mulai dengan melakukan kalibrasi pada modul sensor tegangan jenis ZMPT01b. Dalam melakukan kalibrasi tegangan yang di hasilkan harus sesuai yang dibutuhkan oleh mikrokontroler dengan batas tegangan yang diatur tiap kondisinya.

Tabel 1, merupakan data hasil kalibrasi sensor tegangan AC yang dibaca menggunakan osiloskop. Pada tabel tersebut terdapat nilai dari tegangan input yaitu nilai tegangan yang divariasikan menggunakan VARIAC. Nilai dari  $V_{pp}$  ( $V_{peak-peak}$ ) yang didapat sangat kecil sehingga error pada modul sensor tegangannya sangat kecil. Kalau di ukur manual menggunakan multimeter hamper memiliki nilai yang sama dengan inputan. Berdasarkan data tersebut

sensor tegangan jenis ZMPT sangat layak digunakan karena menghasilkan data yang akurat. Pengaturan gain yang dilakukan pada sensor ZMPT01B sebesar  $V_{PP} = 0,78 V$  dilakukan pada tegangan terukur  $V_{AC} = 230 V$ , dimana nilai  $V_{PP}$  adalah tegangan puncak antara positif dengan negatif gelombang keluaran ZMPT01B. Gelombang tersebut beresilasi pada nilai minimum 1,3 V dan nilai maksimum 2,080 V dengan titik offset VDC sebesar 1,677 V. Nilai offset ini tidak bernilai 1,65 V dikarenakan menyesuaikan tegangan referensi mikrokontroler. Hasil keluaran tegangan pada pengaturan kalibrasi sensor ZMPT01B ini sudah sesuai dengan kebutuhan mikrokontroler.

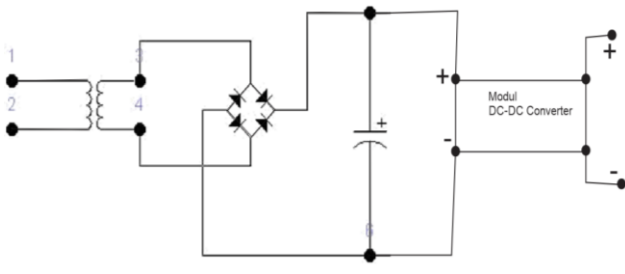
Tabel 1. Tabel nilai kalibrasi sensor tegangan

Tegangan	Vpp	Vmax	Vmin
0	0.08	1.72	1.64
10	0.1	1.74	1.64
20	0.12	1.74	1.62
30	0.18	1.78	1.6
40	0.18	1.78	1.6
50	0.2	1.78	1.58
60	0.24	1.8	1.56
70	0.28	1.84	1.56
80	0.32	1.84	1.52
90	0.36	1.86	1.5
100	0.38	1.88	1.5
110	0.4	1.88	1.48
120	0.44	1.9	1.46
130	0.48	1.92	1.44
140	0.5	1.94	1.44
150	0.54	1.94	1.4
160	0.56	1.96	1.4
170	0.6	1.98	1.38
180	0.64	2	1.36
190	0.66	2	1.34
200	0.7	2.04	1.34
210	0.72	2.04	1.32
220	0.76	2.06	1.3
230	0.78	2.08	1.3

##### 3.1.2. Pengujian catu daya

Tujuan pengujian rangkaian catu daya dilakukan untuk mengetahui *output* dari rangkaian catu daya dengan cara mengukur tegangan keluaran dari rangkaian catu daya dengan menggunakan alat ukur digital multimeter. Rangkaian diatas adalah rangkaian catu daya. Pada rangkaian digunakan trafo *step down* untuk menurunkan tegangan dari 220 V menjadi 9 V. Tetapi tegangan yang dihasilkan masih tegangan AC. Mikrokontroler adalah komponen yang membutuhkan tegangan DC makan tegangan tersebut diubah menjadi tegangan DC menggunakan diode bridge. Setelah tegangan yang dihasilkan sudah tegangan DC, dibutuhkan sebuah kapasitor yang membuat hasil diode menjadi stabil [3]. Walaupun hasil tegangan sudah stabil yaitu 5V DC, akan tetapi belum bisa menjadi catu daya untuk mikrokontroler.

Karna Ampere yang dihasilkan masih sangat kecil. Untuk itu pada rangkaian digunakan *converter* DC-DC jenis *buck*. Sehingga mikrokontroler mampu dijalankan menggunakan catu daya yang dirancang. Pada pengujian nilai yang diubah oleh *diode bridge* dari tegangan AC sebesar 9V menjadi tegangan DC 9,5V merupakan hasil yang sangat bagus. Error yang terjadi pada dioda sangat kecil sehingga hasil yang dihasilkan hampir sama dengan data yang diterima.



Gambar 9. Rangkaian pengujian catu daya

### 3.1.3 Pengujian *driver relay*

Tujuan pengujian *driver relay* adalah untuk mengetahui apakah rangkaian *relay* berfungsi sesuai dengan perancangan, yaitu jika tegangan *output* arduino *high* maka rangkaian *driver relay* akan men-*drive relay on*, sebaliknya jika tegangan *output* arduino *low* maka *relay* akan *off*. Dalam pemrograman mikrokontroler di *setting* batas tegangan untuk normal voltage adalah 216 V sampai 224 V. Apabila melewati batas normal maka dianggap terjadi gangguan *over voltage* ataupun *under voltage*. Ketika terjadi gangguan ke dua kondisi tersebut *relay* akan bekerja sehingga tegangan menuju beban akan terputus. Dengan pengujian menggunakan beban dapat di implementasikan ke dalam sistem tenaga listrik.

### 3.1.4. Pengujian kondisi *under/over voltage relay*

Tujuan pengujian *under/over voltage relay* adalah untuk mengetahui apakah peralatan sudah berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, serta membandingkan data *output* sensor tegangan dengan alat *under/over voltage relay* apakah sudah berfungsi yaitu dapat mendeteksi adanya gangguan *under/over voltage* pada suatu rangkaian listrik. Dari hasil pengukuran sensor tegangan, tegangan sebesar 215 V sudah melewati batas toleransi *under voltage* sebesar -5V dari tegangan nominal, dan tegangan sebesar 225 V sudah melewati batas toleransi *over voltage* sebesar +5V dari tegangan nominal yang diijinkan. Pengujian *under/over voltage relay* sudah bisa dilakukan percobaan dengan syarat *under/over voltage relay* belum tersambung ke beban.

### 3.1.5. Pengujian Kelayakan Alat

Tujuan pengujian kelayakan alat ini sebagai *under/over voltage relay* adalah untuk mengetahui apakah hasil dari pengujian sesuai dengan yang diharapkan, yaitu dapat mendeteksi adanya gangguan drop tegangan (*under voltage*) dan gangguan tegangan lebih (*over voltage*) dalam satu rangkaian listrik. *Output* dari rangkain *relay* dihubungkan kerangkaian beban .

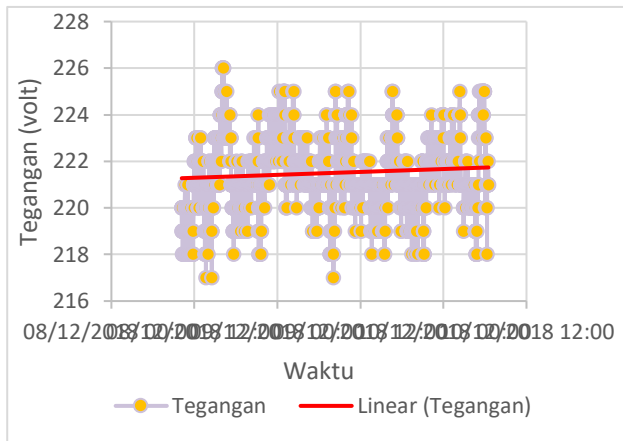
Tabel 2. Hasil pengujian kelayakan *over/under voltage Relay*

No	Tegangan Multimeter (V)	Tegangan Sensor ZMPT101B (V)	Error (V)	Error (%)
1	10	10	0	0.00%
2	20	20	0	0.00%
3	30	29	1	3.33%
4	40	40	0	0.00%
5	50	50	0	0.00%
6	60	61	1	1.67%
7	70	70	0	0.00%
12	80	80	0	0.00%
13	90	91	1	1.11%
14	100	100	0	0.00%
15	110	110	0	0.00%
16	120	121	1	0.83%
17	130	130	0	0.00%
18	140	141	1	0.71%
19	150	150	0	0.00%
20	160	160	0	0.00%
21	170	172	2	1.18%
22	180	180	0	0.00%
23	190	190	0	0.00%
24	200	201	1	0.50%
25	210	210	0	0.00%
26	220	220	0	0.00%
27	230	229	1	0.43%
28	185	185.22	0.22	0.119
29	190	190.14	0.14	0.074
30	195	195.51	0.51	0.262
31	200	200.88	0.88	0.440
32	205	205.36	0.36	0.176
33	210	210.28	0.28	0.133
34	215	215.65	0.65	0.302
35	220	220.57	0.57	0.259
36	225	225.04	0.04	0.018
37	230	229.52	0.48	0.209
Error rata - rata			0.391	0.425

Berdasarkan Tabel 2. Rata-rata error pembacaan tegangan sensor yaitu sebesar 0.391V atau 0.43%. Adanya beberapa perbedaan disebabkan oleh noise pada komponen-komponen yang dirancang. Tetapi dari hasil yang didapat, dengan menghasilkan error yang sangat kecil alat ini sudah layak untuk di implementasikan ke sebuah jaringan. Karena mampu membaca tegangan dengan efektif dan akurat.

### 3.1.6. Pengujian Keandalan

Pengujian keandalan yang dimaksud adalah pengujian yang dilakukan langsung dari sumber tegangan yang disalurkan oleh jaringan distribusi tegangan rendah . Data yang diperoleh selama pengujian keandalan dilakukan dapat dilihat pada grafik data berikut ini :



Gambar 10. Grafik database hasil pengujian lapangan

Gambar 10 adalah grafik hasil dari pengujian yang dilakukan secara nonstop 43 jam 20 menit . Jika dilihat secara keseluruhan tegangan yang diuji mendapatkan nilai rata-rata yang stabil yaitu dapat dilihat pada linear tegangan antara 221 V -222 V. Walaupun beberapa waktu ada yang mencapai over voltage. Tetapi gangguan hanya terjadi beberapa detik dan kembali normal.

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa over/under voltage menggunakan mikrokontroler memiliki kinerja yang andal dalam memproteksi tegangan rendah saluran distribusi.

## 3.2. Analisa Sistem

Tujuan analisa sistem adalah menganalisa hasil pengukuran dan pengujian rangkaian terhadap data yang dihasilkan dari pengujian rangkaian.

### 3.2.1. Sensor tegangan

Dari hasil yang didapat kemampuan modul sensor tegangan AC menghasilkan hasil yang akurat dan hamper tidak memiliki *error*. Sehingga dengan hasil seperti itu , modul ZMPT01b sangat layak digunakan sebagai sensor tegangan.

### 3.2.2 Catu daya

Dari hasil yang didapat dari perancangan catu daya, dapat disimpulkan bahwa catu daya yang dirancang sudah sesuai

dengan yang diharapkan dan beroperasi sesuai dengan diperlukan komponen lainnya.

### 3.2.3. Rangkaian *driver relay*

Dari hasil pengujian yang dilakukan, modul *relay* bekerja dengan baik tanpa ada hambatan. Dari segi sensitifitasnya, modul relay tersebut sangat sensitif sehingga respon dari mikrokontroler sangat cepat. Sehingga analisa yang didapat, modul *relay* ini sangat layak untuk digunakan.

### 3.2.4. Pengujian kondisi *under/over voltage relay*

Dari pengujian yang sudah dilakukan telah didapatkan bahwa kondisi yang ditampilkan sudah sesuai dengan batas tegangan yang di setting Sensitifitas dari sensor sangat diunggulkan karena sangat berpengaruh besar dalam menentuka kecepatan dari hasil kondisi tegangan.

### 3.1.5. Pengujian Kelayakan Alat

Perancangan Over/Under Voltage Relay yang menggunakan mikrokontroler mendapatkan hasil yang sesuai dengan harapan. Pengujian dilakukan tiap-tiap komponen sehingga untuk melakukan perancangan keseluruhan tidak terlalu berbahaya dengan komponen-komponen lainnya. Hasil pembacaan tegangan oleh sensor tegangan sangat akurat karena data yang dikirim berselang waktu beberapa detik saja. Secara keseluruhan, perancangan alat layak untuk di implementasikan ke jaringan sistem tenaga listrik.

### 3.1.6 Pengujian Keandalan

Dari pengujian yang dilakukan 43 jam 20 menit tanpa di matikan, didapatkan data yang akurat tentang kondisi tegangan selama dilakukan pengujian. Semua komponen tidak ditemukan kerusakan akibat dilakukan pengujian keandalan. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa over/under voltage relay menggunakan mikrokontroler merupakan alat yang andal digunakan.

## 4. Kesimpulan

Dari hasil perancangan, pembuatan, pengujian dan analisis sistem *over/under voltage relay* menggunakan mikrokontroler ARM maka dapat disimpulkan bahwa perancangan *over/under voltage relay* menggunakan mikrokontroler bertujuan untuk mendeteksi tegangan AC yang memiliki besaran normal 220V, pada perancangan alat di *setting* dengan 3 (tiga) kondisi yaitu kondisi *under voltage*, *normal voltage* , dan *over voltage*, dengan batas tegangan normal di *setting* berada pada tegangan 216 V sampai dengan 224 V, ketika tegangan yang dibaca sensor tegangan adalah 215 V maka indikator *under voltage* akan

menyala dan *relay* akan bekerja, dan ketika tegangan yang dibaca sensor tegangan adalah 225 V maka indikator *over voltage* akan menyala dan *relay* akan bekerja. Perancangan Over/Under Voltage Relay menggunakan Mikrokontroler lebih ekonomis dibandingkan keluaran pabrik karena memiliki komponen-komponen yang dapat mudah dicari dan harga yang lumayan ekonomis. *Over/Under voltage relay* mampu berperan dalam proteksi tegangan pada saluran distribusi yang bertegangan 220V karena dapat disimpulkan bahwa alat ini mampu mengambil data dengan akurat.

Dari hasil yang disimpulkan ada beberapa saran yang perlu diketahui untuk pengembangan produk ini yaitu bahwa perancangan *over/under voltage relay* menggunakan mikrokontroler hanya berfungsi sebagai pendeteksi tegangan dan memberikan output indikator, sehingga disarankan alat ini dapat dikembangkan lagi dengan menambahi kontrol timbal balik ke jaringan. Sehingga apabila terjadi gangguan, jaringan dapat dikontrol menggunakan Android. Perancangan alat sebaiknya dilakukan dengan pengujian tiap-tiap komponen sehingga akan lebih aman untuk dilakukan pengujian keseluruhan.

## Referensi

- [1]. Mario, Boni P. Lapanporoa, dan Muliadi. Prisma Fisika. *Rancang Bangun Sistem Proteksi dan Monitoring Penggunaan Daya Listrik Pada Beban Skala Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega328P*.2018:Vol.VI,No.01:23-26
- [2]. Narotama.2018.<http://dosen.narotama.ac.id/wp-content/MODUL-1-SistemDistribusi>. [diakses pada 26 juni 2018]
- [3]. Muhammad Safii, dan Rizky Citra Asid. Metik Jurnal. *Perancangan Sistem Monitoring Tegangan Output Genset Menggunakan Ethernet Shield & Sms Gateway Berbasis Arduino Uno*. 2018 :Vol.02. No.1: 46-49
- [4]. M. Cahyadi. Electrician. *Rancang Bangun Catu Daya DC 1V-20V Menggunakan Kendali P-I Berbasis Mikrokontroler*. 2016Volume 10, No. 2: 100-104.
- [5]. A. Fitriandi, E. Komalasari, and H. Gusmedi, "Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway," J. Rekayasa dan Teknol. Elektro, vol. 10, no. 2, pp. 87-98, 2016.
- [6]. [www.rtwxbening.wordpress.com/2018/05/16/mengakses-sensor-tegangan-ac-zmpt101b/](http://www.rtwxbening.wordpress.com/2018/05/16/mengakses-sensor-tegangan-ac-zmpt101b/)
- [7]. Deni Hendarto, dan Bayu Prananda Gumilang. *Penerapan Sistem Proteksi Under Over Voltage Relay Pada Low Voltage Main Distribusi Panel (Lvmdp) Di Gedung Ir H Priyono Uika Bogor*. 2016.Vol.02.No.1 :57-51
- [8]. SPLN, "Menteri ESDM tentang aturan distribusi sistem tenaga listrik" No.04.2009: 214.
- [9]. Benny Situmeang. Tugas Akhir. *Under/Over Voltage Relay Berbasis Mikrokontoler Atmega328*. Teknik Informatika. Politeknik Negeri Batam. 2013.