
DETEKSI DAN ANALISA GANGGUAN TEGANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3 dan LABVIEW

Suminto

Prodi Teknik Elektro FT UNPAM

Jl. Raya Puspitek No.23, Buaran, Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

E-mail : dosen00944@unpam.ac.id

ABSTRAK

Semakin meningkatnya konsumsi energi listrik membuat pasokan listrik dari PLN terkadang tidak stabil dan terkadang terjadi pemadaman bergilir. Gangguan tegangan yang terjadi ini tidak mudah untuk diprediksi kapan waktunya. Alat ukur yang dapat mendeteksi di pasaran harganya masih relative maha. Oleh karena itu dikembangkan alat pendeteksi gangguan tegangan PLN baik karena adanya beban induktif, kapasitif ataupun resistif yang dapat terdeteksi secara real time dan dapat ter-record di dalam harddisk. Metoda penelitian ini adalah membuat alat pendeteksi tegangan menggunakan Mikrokontroler Arduino uno R3 yang terintegrasi dengan LABVIEW. Recording dilakukan pada titik terakhir sambungan PLN dengan beban dan tanpa tambahan beban. Penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai tegangan tanpa tambahan beban= 216.74 Volt, beban induktif = 208.38 Volt, beban kapasitif = 211.25 Volt, beban resistif = 210.95 Volt. Dari hasil pengukuran tersebut didapat beban induktif sangat berpengaruh terhadap terjadinya penurunan tegangan. Data yang yang diterima dapat diproses melalui output sesuai dengan perintah yang diinginkan secara continue dan real time.

Kata kunci: ARDUINO UNO R3, GANGGUAN TEGANGAN dan LABVIEW.

ABSTRACT

DETECTION AND ANALYSIS OF INTERFERENCE VOLTAGE microcontroller ARDUINO UNO R3 and LABVIEW. *Increasing electricity consumption makes electricity from PLN sometimes unstable and sometimes blackouts occur. The voltage disruption is not easy to predict when the time. Measuring tools that can track market prices are still high. Thus the detection of PLN voltage interference devices is either due to inductive, capacitive or detectable loads that can be detected in real time and can be recorded on hard disk. This research method is to create a voltage detector using Arduino uno R3 Microcomputer which is integrated with LABVIEW. The recording is done at the last point of the PLN connection with the load and no additional load. The study shows that the rated voltage without additional load = 216.74 Volt, inductive load = 208.38 Voltage, capacitive load = 211.25 Volt, resistive load = 210.95 Volt. From the measurement result obtained by inductive load very influence to the occurrence of voltage decrease. The received data can be processed through the output in accordance with the desired command to continue and real time..*

Keywords: ARDUINO UNO R3, INTERFERENCE VOLTAGE and LABVIEW

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dalam dunia industri berkembang dengan pesat, pesatnya industri tersebut membuat konsumsi energi listrik juga

semakin meningkat. Semakin meningkatnya konsumsi energi listrik membuat pasokan listrik dari PLN terkadang tidak stabil bahkan di wilayah tertentu terkadang PLN melakukan pemadaman secara bergilir. Terkadang suplai listrik dari PLN tegangan yang kirim ke konsumen tidak sesuai standar yang diberikan. Saat beban puncak tegangan dari PLN menjadi

berkurang dan saat beban sedikit tegangn dari PLN terkadang melebihi standar yang ada. Hal tersebut bisa membuat peralatan elektronik mengalami kerusakan. Dan bila gangguan tersebut sering terjadi akan membuat konsumen merugi.

Disisi lain perkembangan teknologi juga membawa dampak positif. Semakin maju teknologi juga semakin banyak pilihan bagi para konsumen untuk melakukan inovasi terhadap peralatan yang dapat digunakan untuk membackup bila tegangn dari PLN mati.

Mikrokontroler dan Labview digunakan sebagai alat pendeteksi terjadinya naik dan turunnya tegangan, karena data yang didapatkan akan akurat dan data yang diterima dapat langsung diproses melalui output sesuai dengan perintah yang diinginkan. Dalam kehidupan sehari-hari konsumen tidak menyadari jika terjadi gangguan tegangan dan kapan terjadinya gangguan. Yang di rasakan konsumen hanya listrik tiba-tiba padam dan tidak tahu penyebabnya. Bila dalam dunia industri terjaganya pasokan energi listrik akan mengurangi biaya akibat stopnya proses produksi. Dan bila proses produksi tetap bisa berjalan maka perusahaan akan mendapatkan untung seperti target yang di inginkan.

Dari latar belakang yang telah diungkapkan tersebut diperoleh permasalahan bagaimana cara mendeteksi gangguan tegangan dari PLN secara akurat, bagaimana cara mengetahui kapan terjadinya gangguan tegangan dari PLN yang diterima secara continue dan *real time*, dan bagaimana cara mengetahui perbedaan gangguan tegangan yang di sebabkan karena beban Induktif, Kapasitif dan Resistif .

Dari permasalahan ini peneliti ingin melakukan penelitian tentang nilai tegangan yang ada untuk menghindari kerugian akibat penerimaan tegangan yang tidak stabil.

TEORI

2.1 Definisi Mikrokontroler

Mikrokontroller adalah suatu chip cerdas yang dapat digunakan sebagai pengontrol utama sistem elektronika, misalnya system pengukur suhu digital (thermometer digital), sistem keamanan rumah, sistem kendali mesin industri, robot penjinak bom, dan lainlain. Hal ini dikarenakan didalam chip tersebut sudah ada unit pemroses, memori

ROM (Read Only Memory), RAM (Random Access Memory), I/O, dan fasilitas pendukung lainnya.[1]

Mikrokonktroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, remote controls, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat input output yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis.[2] Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka :

1. Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas
2. Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi
3. Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak

Agar sebuah mikrokontroler dapat berfungsi, maka mikrokontroler tersebut memerlukan komponen eksternal yang kemudian disebut dengan sistem minimum. Untuk membuat sistem minimal paling tidak dibutuhkan sistem clock.

2.2 Arduino Uno R3

Arduino Uno adalah sebuah rangkaian yang dikembangkan dari mikrokontroller berbasis ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 kaki digital *input / output*, dimana 6 kaki digital diantaranya dapat digunakan sebagai sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*). Sinyal PWM berfungsi untuk mengatur kecepatan perputaran motor. Arduino Uno memiliki 6 kaki analog *input*, kristal osilator dengan kecepatan jam 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah konektor listrik, sebuah kaki header dari ICSP, dan sebuah tombol *reset* yang berfungsi untuk mengulang program.[3]



Gambar 1. Board Arduino ATmega328
Sumber: [2]

Arduino adalah merupakan sebuah board minimum system mikrokontroler yang bersifat open source. Didalam rangkaian board arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel.

Arduino memiliki kelebihan tersendiri disbanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat open source, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam board arduino sendiri sudah terdapat loader yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan board mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian loader terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk loader ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial. Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam board kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-16.[2]

Sifat open source arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan board ini, karena dengan sifat open source komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran.[3]

2.3 Transformator (Trafo)

Transformator adalah komponen elektronika yang digunakan untuk mentransfer energy dari suatu sirkuit ke sirkuit lain menggunakan induksi magnet Atau suatu peralatan yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan arus bolak-balik. Satu lagi aplikasi yang sangat penting dari induksi elektromagnetik adalah transformator, yang sering juga disebut trafo. Sebagai contoh, jika kita hendak mengisi aki yang sudah habis, dibutuhkan transformator untuk peralatan charger yang mengubah tegangan listrik di rumah dari 220 Volt AC

menjadi sekitar 12 volt AC yang kemudian diubah lagi menjadi 12 volt DC dengan penyearah.[7]

2.4 Transformator Ideal

Pada transformator ideal, tidak ada energi yang diubah menjadi bentuk energi lain di dalam transformator sehingga daya listrik pada kumparan skunder sama dengan daya listrik pada kumparan primer. Atau dapat dikatakan efisiensi pada transformator ideal adalah 100 persen. untuk transformator ideal berlaku persamaan sebagai berikut :[6]

$$= \frac{P_s}{P_p} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

= efisiensi transformator

P_s = daya listrik kumparan sekunder

P_p = daya listrik kumparan primer

2.5 LabVIEW

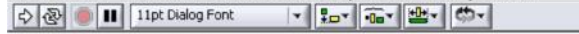
Program LabVIEW dapat disebut juga Virtual Instrument, atau VI, karena menampilkan dan mengoperasikan contoh bentuk instrumentnya, seperti osciloskop dan multimeter. LabVIEW meliputi pengaturan dari tool untuk mendapatkan, menganalisis, menampilkan, dan mengumpulkan data, lebih baik menggunakan tool untuk membantu anda mencari dan memecahkan masalah pengkodean anda. VI LabVIEW berisi tiga bagian utama—front panel, blok diagram, dan icon dan connector pane. Pada LabVIEW, anda sebagai *user interface*, atau front panel, dengan control dan indicator. Kontrolnya merupakan knob, push button, dial, dan perintah input deviceny. Indikatornya merupakan grafik, LED, dan perintah tampilan. Setelah anda sebagai pengguna interfacenya, anda menambahkan kode menggunakan VI dan struktur untuk control pada objek front panelnya. Blok diagram berisi kodenya. Pada beberapa kondisi, blok diagram menyerupai flowchart.[10]

Kegunaan LabVIEW untuk menghubungkannya dengan hardware seperti menambahkan, melihat, dan menggerakkan kontrol data device, dan *device GPIB, PXI, VXI, RS-232, dan RS-485*. LabVIEW juga dapat membangun untuk menghubungkan aplikasi anda untuk *Web* menggunakan *LabVIEW Web Server* dan software standarnya seperti jaringan *TCP/IP dan ActiveX*.[10]

Dengan menggunakan LabVIEW, anda dapat membuat percobaan dan pengukuran, penambahan data, control instrument, datalogging, analisi instrument, dan hasil aplikasi yang dihasilkannya. Anda juga dapat membuat stand-alone executable dan *shared libraries*, sama DLL, karena LabVIEW tersusun dari 32-bit[10]

2.6 Front Panel Toolbar LabVIEW

Berikut ini adalah tampilan front panel toolbar pada labview tombol-tombol toolbar tersebut digunakan untuk menjalankan dan merubah VI. berikut ini terlihat pada front panel.



Gambar 2. Tampilan front panel toolbar
Sumber:[10]

2.7 Blok Diagram Toolbar Labview

Saat anda menjalankan VI, tombol terlihat pada toolbar blok diagram bahwa anda dapat menggunakannya untuk *debug* VI. Toolbar berikut ini terlihat pada gambar 2.15.[10]



Gambar 3. Tampilan blok diagram toolbar labview
Sumber:[10]

METEDOLOGI

3.1 Perancangan Pendeteksi Gangguan Tegangan Berbasis Arduino Uno R3 dan Labview.

Berikut adalah hal yang harus dilakukan dalam membuat rancangan alat pendeteksi tegangan berbasis arduino yang terintegasi dengan labview::

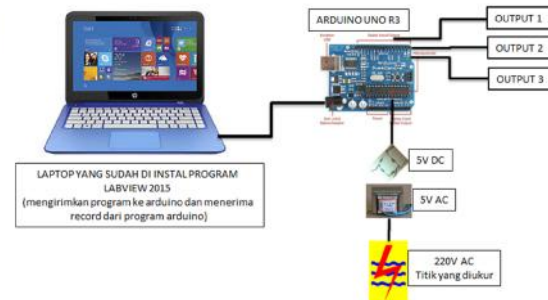
1. Menyiapkan perangkat keras berupa arduino, dalam hal ini yang di gunakan adalah arduino uno R3. Yang dinilai cukup mengkafer kebutuhan dalam menjalankan program dan cukup untuk mencari data yang inginkan.
2. Pada laptop atau computer diinstal program Labview. Dalam hal ini Labview yang digunakan adalah Labview 2015 karena dinilai lebih mudah untuk di sinkronisasikan dengan arduino uno R3.
3. Pada Laptop atau computer diinstal NI-VISA, hal tersebut harus dilakukan agar perangkat arduino dan Labview bisa dapat berkomunikasi dengan baik.
4. Mengisi program pada arduino agar arduino tersebut bisa diberi program melalui Labview.

3.2 Perancangan Hardware Alat Pendeteksi gangguan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dan Labview

Dalam melakukan penelitian tersebut diperlukan perangkat keras, dan berikut adalah spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk mendeteksi tegangan dari PLN.

- Trafo step down
- Dioda

- Arduino UNO R3 beserta Kabel konektifitas data Aduino dengan Laptop.
- Laptop / PC
- Lampu LED



Gambar 4. Rangkaian alat pendeteksi gangguan tegangan berbasis mikrokontroler Arduino UNO R3 dan Labview

Prinsip kerja rangkain pada gambar 3 adalah sebagai berikut:

1. Tegangan dari PLN 220VAC dan dimasukan ke trafo *stepdown* untuk kemudian diturunkan menjadi 4,5~5VAC.
2. Trafo *stepdown* akan menurunkan tegangan menjadi 4,5~5VAC yang kemudian dirubah menjadi 4,5~5VDC oleh jembatan dioda.
3. Tegangan 4,5~5VDC dari dioda dialirkan ke input analog pada arduino untuk selanjutnya tegangan tersebut diolah oleh arduino.
4. Arduino akan merekan data tengan yang masuk, dan data tersebut akan tersimpan dalam memori PC atau laptop yang digunakan untuk merekam data tersebut.
5. Jika tegangan dari PLN 220V maka trafo akan mengeluarkan tegangan 5V tegangan tersebut akan diolah oleh arduino untuk menyalakan output pada arduino sesuai dengan program yang tersimpan. Untuk mempermudah pemahaman pembacaan kerja pada output arduino dapat dilihat pada tabel berikut.

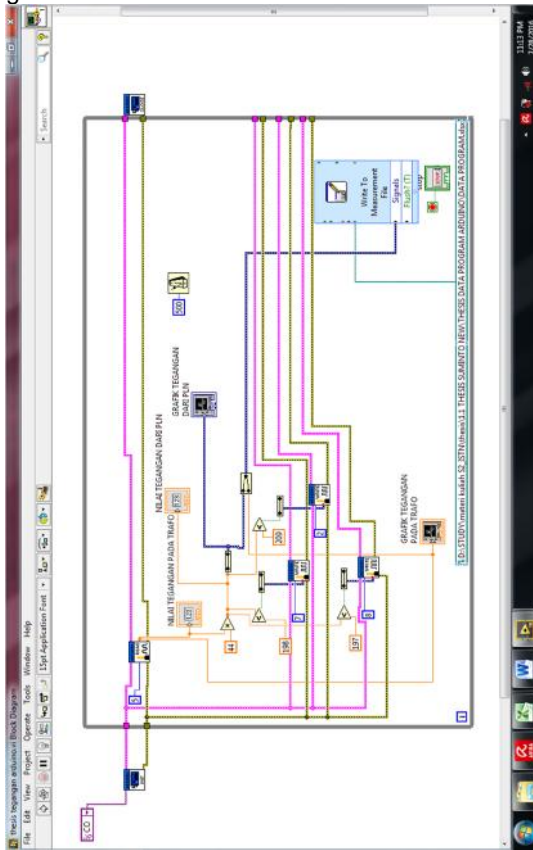
3.3 Perancangan Software Alat Pendeteksi gangguan Tegangan Berbasis Mikrokontroler terintegasi dengan Labview

Dalam perancangan software alat pendeteksi gangguan tegangan berbasis mikrokontroler ini prinsip dasarnya adalah mendeteksi nilai tegangan yang sebelumnya analog menjadi digital. Dan data digital tersebut dirubah ke dalam bentuk nilai atau angka dalam tegangan. Dan selanjutnya data atau angka

digital tersebut akan di simpan dalam bentuk file excel dan di simpan ke dalam hardisk komputer.

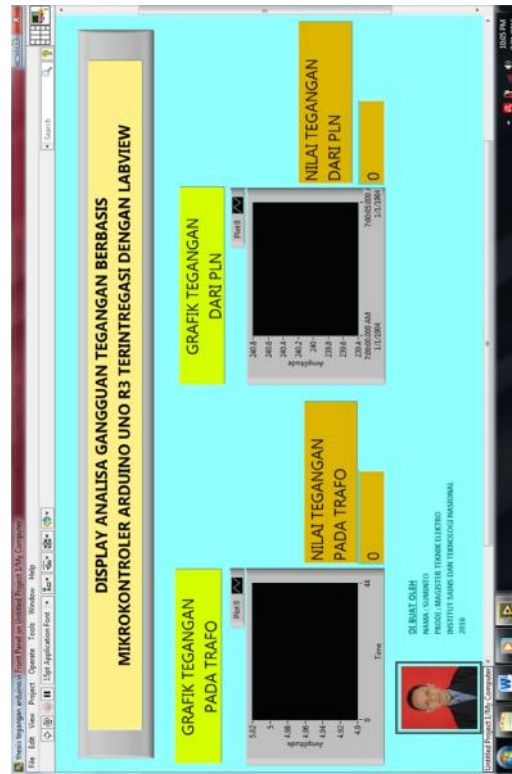
3.1.1 Pembuatan program pada labview untuk arduino.

Pembuatan program rangkaian pendeteksi tegangan berbasis mikrokontroler yang terintegrasi dengan labview adalah seperti gambar 3.8.



Gambar 5. Tampilan program pendeteksi gangguan tegangan berbasis arduino uno R3 dan Labview

Sedangkan untuk panel front digunakan sebagai tampilan display saat program tersebut menjalankan perintah yang diinginkan. Untuk program pada gambar tampilan view nya saya membuat seperti di gambar.



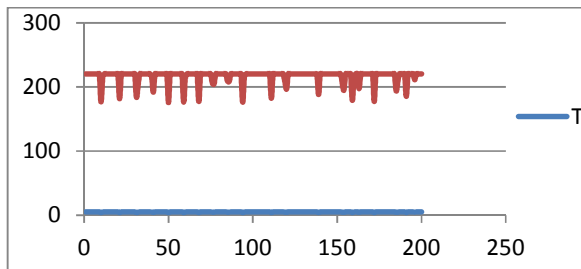
Gambar 6. Tampilan monitor pendeteksi gangguan tegangan berbasis arduino terintegrasi dengan Labview

Pada tampilan front panel (gambar 3.9) akan menampilkan nilai tegangan secara real time dan datanya selalu terekam ke dalam memori PC atau laptop. Data yang masuk akan otomatis dalam bentuk file EXCEL sehingga memudahkan bagi kita untuk Mengolah data tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil penelitian deteksi dan analisa gangguan tegangan berbasis Arduino UNO R3 dan Labview dengan tegangan real dari PLN tanpa tambahan beban di titik pengukuran.

Pendeteksi gangguan tegangan berbasis arduino UNO R3 di tempat simulasinya dilakukan di Laboraturium mesin-mesin listrik Universitas Pamulang. Pengambilan data tegangan tersebut dilakukan secara real time dan dilakukan dalam durasi setiap 0,5detik. Rata-rata nilai tegangan hasil pengukuran tersebut adalah 216.74 Volt, untuk detail data hasil pengukuran tegangan 100 detik pertama dapat di lihat pada gambar 7.

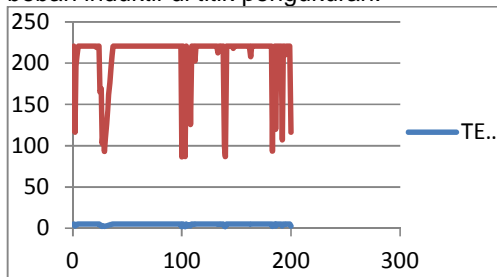


Gambar 7. Grafik deteksi tegangan PLN tanpa tambahan beban di titik pengukuran

4.2 Hasil penelitian deteksi dan analisa gangguan tegangan berbasis Arduino UNO R3 dan Labview tegangan real time dari PLN dengan tambahan beban Induktif di titik pengukuran.

Deteksi gangguan tegangan dari PLN juga dikombinasikan dengan menambahkan beban Induktif. Berikut ini adalah data tegangan PLN jika ditambahkan beban induktif 186,5 Watt dan posisi pengambilan data di tempatkan pada titik terakhir beban tersebut di ambil. Rata-rata nilai tegangan hasil pengukuran tersebut adalah 208.38 Volt.

Berikut adalah tampilan gambar grafik saat pengukuran tegangan dengan tambahan beban induktif di titik pengukuran.

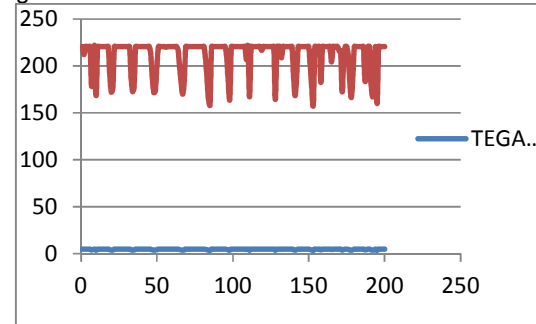


Gambar 8. Grafik deteksi tegangan PLN dengan tambahan beban induktif di titik pengukuran.

4.3 Hasil penelitian deteksi dan analisa gangguan tegangan berbasis Arduino UNO R3 dan Labview tegangan real time dari PLN dengan tambahan beban kapasitif di titik pengukuran.

Deteksi gangguan tegangan dari PLN juga dilakukan dengan menambahkan beban kapasitif. Berikut ini adalah data tegangan PLN jika di tambahkan beban kapasitif 220 μ f 400V. Posisi pengambilan data di tempatkan pada titik

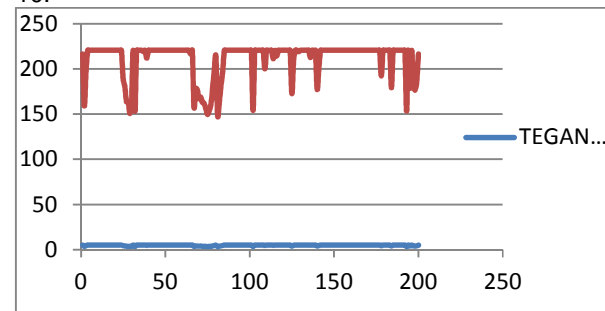
terakhir beban tersebut diambil. Rata-rata nilai tegangan hasil pengukuran tersebut adalah 211.25 Volt, sedangkan detail hasil pengukuran tegangan 100 detik pertama dapat di lihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik deteksi tegangan PLN dengan tambahan beban kapasitif di titik pengukuran.

4.4 Hasil penelitian deteksi dan analisa gangguan tegangan berbasis Arduino UNO R3 dan Labview tegangan real time dari PLN dengan tambahan beban resistif di titik pengukuran.

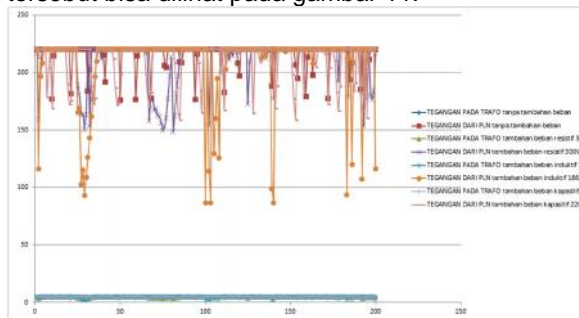
Dalam analisa ini deteksi gangguan tegangan dari PLN juga di kombinasikan dengan menambahkan beban resistif. Berikut ini adalah data tegangan PLN jika di tambahkan beban resistif 300W. Rata-rata nilai tegangan hasil pengukuran tersebut adalah 210.95 Volt. Posisi pengambilan data di tempatkan pada titik terakhir beban tersebut di ambil. Detail gradik pengukuran tegangan dapat di lihat pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik deteksi tegangan PLN dengan tambahan beban resistif di titik pengukuran

4.5 Hasil perbandingan deteksi dan analisa gangguan tegangan berbasis Arduino UNO R3 dan Labview tegangan real time dari PLN dengan tanpa beban tambahan, dengan tambahan beban induktif, dengan tambahan beban kapasitif dan dengan tambahan beban resistif di titik pengukuran.

Setelah melakukan pengukuran data tegangan tanpa menggunakan tambahan beban, menggunakan tambahan beban induktif, menggunakan tambahan beban kapasitif dan menggunakan beban tambahan resistif. Hasil pengukuran tersebut di bandingkan. Perbandingan hasil pengukuran data tegangan tersebut bisa dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Grafik perbandingan tegangan

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisa deteksi gangguan tegangan berbasis Arduino UNO R3 yang terintegrasi dengan Labview tersebut dapat ditarik kesimpulan.

Alat Pendeteksi gangguan tegangan sudah dapat digunakan sesuai dengan fungsinya, yaitu melakukan pengukuran tegangan secara kontinue dan real time. Selain dapat melakukan pengukuran tegangan dengan akurat, data pengukuran tegangan dapat tersimpan dalam harddisk atau memori laptop.

Dari hasil pengukuran, Tegangan yang diterima yang terlihat normal ternyata ada gangguan tegangan turun atau naik, namun karena waktu yang begitu cepat (dalam hitungan 0,5 detik) sehingga konsumen tidak menyadari tentang adanya gangguan tegangan tersebut. Apabila melakukan pengukuran tegangan dengan mengganti jenis beban yang berbeda (beban pada area titik yang di ukur) maka gangguan yang terdeteksi pada alat ukur juga

berbeda, dan didapat hasil akhir rata-rata nilai tegangan tanpa tambahan beban di titik pengukuran = 216.74 Volt , jika ditambahkan beban induktif di titik pengukuran = 208.38 Volt, jika ditambahkan beban kapasitif di titik pengukuran = 211.25 Volt, jika ditambahkan beban resistif di titik pengukuran = 210.95 Volt. Dari hasil pengukuran tersebut didapat bahwa beban induktif sangat berpengaruh terhadap terjadinya penurunan tegangan.

DAFTAR REFERENSI

- [1] H. Kurniawan, D. M. Informatika, J. S. Komputer, and K. Cahaya, "Jurnal TEKNOIF ISSN: 2338-2724 IMPLEMENTASI SISTEM KENDALI CAHAYA DAN SIRKULASI UDARA RUANGAN DENGAN MEMANFAATKAN PC DAN MIKROKONTROLER," ISSN 2338-2724, vol. 3, no. 1, pp. 12–19, 2015.
- [2] R. Santos, *18+RANDOM NERD TUTORIALS PROJECT*, no. 2010. 2010.
- [3] A. F. Silvia, E. Haritman, and Y. Muladi, "RANCANG BANGUN AKSES KONTROL PINTU GERBANG BERBASIS ARDUINO DAN ANDROID," <http://jurnal.upi.edu/electrans> (I ISSN 1412 – 3762), vol. 13, no. 1, pp. 1–10, 2014.
- [4] S. MONK, *PROJECTS FOR THE EVIL GENIUS* (ISBN: 978-0-07-174134-7). Mc Graw Hill Companies, Inc, 2010.
- [5] Hainur Rasjid Achmadi, *Generator & Transformer, BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL 2004*. Jakarta, Indonesia, 2004.
- [6] James H. Harlow, *ELECTRIC PAWER TRANSFORMER ENGINEERING* (ISBN:0849317045). Boca Raton, Florida 33431.: Mariesa Crow, 2004.
- [7] H. L. Willis, E. Power, C. Engineering, and W. A. Thue, *Transformer Engineering: Design and Practice* (ISBN:0824756533). 270 Madison Avenue, New York, USA: Marcel Dekker, Inc, 2004.
- [8] N. S. Nise, *Control Systems Engineering, 6th Edition*. 2010.
- [9] M. Dekker, *Transformer Engineering_Design & Practice-Kulkarni+Khaparde* (ISBN:0824756533). New York USA: Marcel Dekker, Inc., 2004.
- [10] L. Programming and B. One, *LabVIEW Course* (ISBN:0217863531). Jakarta, Indonesia, 2010.

LAMPIRAN:

Time setiap 0,5 detik	TEGANGAN DARI PLN tanpa tambahan titik pengukuran	TEGANGAN DARI PLN tambahan beban resistif 300W di titik pengukuran	TEGANGAN DARI PLN tambahan beban induktif 186,5W di titik pengukuran	TEGANGAN DARI PLN tambahan beban kapasitif 220µf di titik pengukuran
1	220.5588	216.4624	220.5588	220.5588
2	220.5588	159.1128	116.424	212.1504
3	220.5588	197.274	196.4116	220.5588
4	220.5588	220.5588	208.2696	220.5588
5	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
6	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
7	220.5588	220.5588	220.5588	178.3012
8	220.5588	220.5588	220.5588	203.9576
9	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
10	176.792	220.5588	220.5588	168.3836
11	214.7376	220.5588	220.5588	220.5588
12	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
13	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
14	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
15	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
16	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
17	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
18	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
19	220.5588	220.5588	220.5588	189.9436
20	220.5588	220.5588	220.5588	172.0488
21	181.7508	220.5588	220.5588	175.4984
22	220.5588	220.5588	219.0496	220.5588
23	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
24	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
25	220.5588	189.0812	165.1496	220.5588
26	220.5588	180.8884	169.0304	220.5588
27	220.5588	163.856	102.6256	220.5588
28	220.5588	163.4248	115.346	220.5588
29	220.5588	150.7044	92.9236	220.5588
30	220.5588	163.2092	109.0936	220.5588
31	184.1224	220.5588	126.3416	220.5588
32	202.664	153.076	142.9428	220.5588
33	220.5588	220.5588	161.9156	188.2188
34	220.5588	220.5588	176.3608	172.6956
35	220.5588	220.5588	196.6272	177.6544
36	220.5588	220.5588	209.7788	220.5588
37	220.5588	219.2652	220.5588	220.5588
38	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
39	220.5588	211.9348	220.5588	220.5588
40	214.9532	220.5588	220.5588	220.5588
41	191.884	220.5588	220.5588	220.5588
42	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
43	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
44	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
45	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
46	220.5588	220.5588	220.5588	211.9348
47	220.5588	220.5588	220.5588	186.7096
48	220.5588	220.5588	220.5588	171.6176
49	220.5588	220.5588	220.5588	173.3424
50	175.714	220.5588	220.5588	198.7832
51	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
52	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
53	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
54	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
55	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
56	220.5588	220.5588	220.5588	219.912
57	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
58	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
59	176.5764	220.5588	220.5588	220.5588
60	214.522	220.5588	220.5588	220.5588
61	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
62	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
63	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
64	220.5588	220.5588	220.5588	216.8936
65	220.5588	216.4624	220.5588	198.1364
66	220.5588	220.5588	220.5588	181.9664
67	220.5588	157.8192	220.5588	169.8928
68	177.4388	178.3012	220.5588	182.182
69	220.5588	176.5764	220.5588	220.5588
70	220.5588	167.09	220.5588	220.5588
71	220.3432	168.5992	220.5588	220.5588
72	220.5588	162.9936	220.5588	220.5588
73	220.5588	161.9156	220.5588	220.5588
74	220.5588	156.0944	220.5588	220.5588
75	220.5588	149.6264	220.5588	220.5588
76	205.898	153.5072	220.5588	220.5588
77	204.6044	160.4064	220.5588	220.5588
78	220.5588	177.6544	220.5588	220.5588
79	220.5588	197.274	220.5588	220.5588
80	220.5588	213.444	220.5588	220.5588
81	220.5588	148.5484	220.5588	220.5588
82	220.5588	162.778	220.5588	208.2696
83	220.5588	181.5352	220.5588	186.7096
84	220.5588	197.0584	220.5588	163.856
85	209.3476	220.5588	220.5588	158.466
86	208.4852	220.5588	220.5588	220.5588
87	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
88	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
89	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
90	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
91	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
92	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
93	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
94	176.3608	220.5588	220.5588	220.5588
95	216.0312	220.5588	220.5588	220.5588
96	220.5588	220.5588	220.5588	208.2696
97	220.5588	220.5588	220.5588	183.6912
98	220.5588	220.5588	220.5588	164.7184
99	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
100	220.5588	220.5588	86.4556	220.5588
101	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
102	220.5588	154.154	114.0524	220.5588
103	220.5588	220.5588	86.6712	220.5588
104	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
105	220.5588	220.5588	129.36	220.5588
106	220.5588	220.5588	160.1908	220.5588
107	220.5588	220.5588	194.9024	220.5588
108	220.5588	220.5588	125.6948	220.5588
109	220.5588	200.0768	220.5588	206.7604
110	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
111	182.6132	220.1276	220.5588	167.09

112	220.5588	220.5588	202.664	220.5588	180	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
113	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588	181	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
114	220.5588	211.288	220.5588	220.5588	182	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
115	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588	183	220.5588	220.5588	93.3548	220.5588
116	220.5588	214.3064	220.5588	220.5588	184	220.5588	179.1636	212.1504	220.5588
117	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588	185	193.8244	220.5588	220.5588	220.5588
118	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588	186	208.7008	220.5588	119.8736	220.5588
119	208.2696	220.5588	220.5588	216.678	187	220.5588	220.5588	220.5588	184.1224
120	196.8428	220.5588	220.5588	220.5588	188	220.5588	220.5588	220.5588	190.5904
121	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588	189	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
122	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588	190	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
123	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588	191	185.416	220.5588	220.5588	181.5352
124	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588	192	220.5588	220.5588	107.1532	167.09
125	220.5588	172.6956	220.5588	220.5588	193	220.5588	153.2916	220.5588	176.792
126	220.5588	209.132	220.5588	220.5588	194	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588
127	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588	195	220.5588	178.5168	210.21	159.9752
128	220.5588	220.5588	220.5588	164.2872	196	211.288	220.5588	220.5588	220.5588
129	220.5588	219.0496	220.5588	220.5588	197	220.5588	180.2416	220.5588	220.5588
130	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588	198	220.5588	176.5764	220.5588	220.5588
131	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588	199	220.5588	184.9848	220.5588	220.5588
132	220.5588	220.5588	220.5588	208.7008	200	220.5588	216.4624	116.424	220.5588
133	220.5588	220.5588	212.5816	220.5588					
134	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
135	220.5588	220.5588	214.522	220.5588					
136	220.5588	212.5816	220.5588	220.5588					
137	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
138	219.912	218.834	220.5588	220.5588					
139	188.2188	220.5588	98.7448	220.5588					
140	220.5588	177.4388	86.6712	188.65					
141	220.5588	201.1548	220.5588	168.3836					
142	220.5588	220.5588	220.5588	188.0032					
143	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
144	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
145	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
146	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
147	220.5588	220.5588	217.9716	220.5588					
148	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
149	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
150	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
151	220.5588	220.5588	220.5588	198.352					
152	220.5588	220.5588	220.5588	176.792					
153	206.3292	220.5588	220.5588	158.6816					
154	195.118	220.5588	220.5588	220.5588					
155	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
156	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
157	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
158	220.5588	220.5588	220.5588	182.3976					
159	179.1636	220.5588	220.5588	220.5588					
160	213.6596	220.5588	220.5588	220.5588					
161	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
162	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
163	197.4896	220.5588	207.6228	220.5588					
164	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
165	220.5588	220.5588	220.5588	204.3888					
166	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
167	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
168	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
169	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
170	220.5588	220.5588	220.5588	215.8156					
171	220.5588	220.5588	220.5588	216.0312					
172	177.4388	220.5588	220.5588	172.48					
173	220.5588	220.5588	220.5588	204.1732					
174	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
175	220.5588	220.5588	220.5588	220.5588					
176	220.5588	220.5588	220.5588	210.4256					
177	220.5588	220.5588	220.5588	183.0444					
178	220.5588	192.3152	220.5588	166.2276					
179	220.5588	220.5588	220.5588	188.0032					