

**PENGUKURAN TEGANGAN, ARUS DAN DAYA LISTRIK
MENGUNAKAN PERANGKAT TELEPON PINTAR**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

BAGUS ARDYANTO

D 400 140 038

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGUKURAN TEGANGAN, ARUS DAN DAYA LISTRIK
MENGUNAKAN PERANGKAT TELEPON PINTAR**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

BAGUS ARDYANTO

D 400 140 038

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Dedi Ary Prasetya, S.T., M.Eng
NIK. 982

HALAMAN PENGESAHAN

PENGUKURAN TEGANGAN, ARUS DAN DAYA LISTRIK
MENGUNAKAN PERANGKAT TELEPON PINTAR

OLEH

BAGUS ARDYANTO

D 400 140 038


Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Kamis, 24 Januari 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Dedi Ary Prasetya S.T., M.Eng
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ratnasari Nur Rochmah, S.T., M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Pratomo Budi Santosa, M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)



Dekan,



Sri Sudarjono, M.T., Ph.D

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 24 Januari 2019

Penulis



BAGUS ARDYANTO

D 400 140 038

PENGUKURAN TEGANGAN, ARUS, DAN DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN PERANGKAT TELEPON PINTAR

Abstrak

Seiring perkembangan teknologi di bidang motor listrik dc, maka diperlukan beberapa pengujian untuk mencari data parameter. Parameter tersebut di dapatkan melalui instrumentasi yang digunakan untuk nilai hasil dari motor dc yang akan dibuat. Pada saat pengukuran harus mengetahui daya listrik. Pada pengukuran konsumsi energi tersebut di dapat dari hasil pengukuran perkalian antara tegangan serta arus yang di serap oleh motor. Sensor yang di gunakan untuk menghitung arus dan tegangan yaitu INA219 dengan prinsip kerja perhitungan kuat arus pada medan elektromagnetik dengan nilai pengukuran maksimum 30 A dan menghitung tegangan dengan nilai perbandingan resistor dengan nilai maksimum pengukuran 25V. Parameter hasil tersebut akan di bandingkan melalui peralatan multimeter digital. Hasil dari pengukuran dari sensor akan di proses melalui NodeMCU dengan program yang sudah dibuat sebelumnya lalu di tampilkan pada LCD 16x2, hasil tersebut bisa di akses dengan mudah melalui smartphone dengan aplikasi Blynk. Berdasarkan hasil pengujian dari penugukuran tegangan, arus dan daya menggunakan sensor INA219 menghasilkan selisih tertinggi 0,4 volt pada pengukuran tegangan, 15,9 mA pada pengukuran arus dan 0,15 watt pada pengukuran daya.

Kata Kunci: arus, ESP8266, INA219, IoT, tegangan, smartphone,

Abstract

Along with the development of technology in the field of electric vehicles, some testing is needed to find parameter data. These parameters are obtained through the instrumentation used to value the results of the electric vehicles that will be made. At the time of measurement must know the electric power. In the measurement of energy consumption can be obtained from the results of multiplication measurements between the voltage and current absorbed by the motor. The sensor used to calculate current and voltage is INA219 with the working principle of calculating current strength on the electromagnetic field with a maximum measurement value of 30 A and calculating the voltage with the value of the resistor ratio with a maximum value of 25V measurement. The result parameters will be compared through digital multimeter equipment. The results of measurements from the sensor will be processed through NodeMCU with programs that have been made before and then displayed on LCD 16x2, these results can be accessed easily via a smartphone with the Blynk application. Based on the results of testing the measurement of voltage, current and power using the INA219 sensor produces the highest difference of 0.4 volts in voltage measurement, 29.3 mA in current measurements and 0.15 watts in power measurements.

Keyword: current, ESP8266, INA219, IoT, smartphone, voltage

1.PENDAHULUAN

Di era sekarang perkembangan motor dc di Indonesia menjadi bahan perbincangan, banyak penelitian yang berlomba – lomba untuk menciptakan motor listik dc yang banyak fitur dan berbagai macam bentuk dan penggunaanya. Motor dc merupakan motor yang mudah untuk diaplikasikan. Karena kemudahannya, pada saat ini motor dc sering digunakan untuk macam – macam keperluan, seperti peralatan industri, robotika maupun rumah tangga.

Perkembangan teknologi internet saat ini bukan hanya menghubungkan orang, namun bisa juga menghubungkan orang dengan benda, dan juga benda dengan benda, hal itu dikenal dengan *Internet of Things* (IoT) yang dapat dipahami sebagai lapisan informasi digital yang mencakup dunia fisik yang memungkinkan berbagai perangkat untuk saling berkomunikasi satu sama lain. Dari perkembangan teknologi IoT yang sudah mulai memasyarakat saat ini, muncul pemikiran untuk mengintegritas beberapa system sensor tegangan, arus yang terhubung internet melalui jaringan Wi-Fi untuk memonitor penggunaanya secara online melalui web server maupun aplikasi android (Mastawan 2017).

Pengujian motor dc sangat diperlukan untuk mengetahui performa dari motor dc tersebut. Pengukuran performa motor dc biasanya dilakukan dengan alat ukur sederhana dan pencatatan belum menggunakan internet sehingga data yang didapat tidak bisa dilakukan setiap saat dan hasilnya terlalu lama untuk didapatkan. Berdasarkan hal tersebut tugas akhir ini bertujuan untuk membuat alat ukur tegangan, arus dan daya motor dc yang dapat di akses menggunakan smartphone berbasis IoT.

Dalam penelitian ini sensor yang digunakan adalah sensor INA 219 dimana sensor tersebut dapat mengukur arus, tegangan dan daya sekaligus. Hasil pembacaan sensor akan diproses ke mikrokontroler, kemudian hasil tersebut akan di tampilkan pada LCD 16x2, mikrokontroler akan mengirim data ke cloud platform Blynk melalui internet lalu smartphone akan mengunduh data yang dikirim mikrokontroler lalu ditampilkan di aplikasi smarphone.

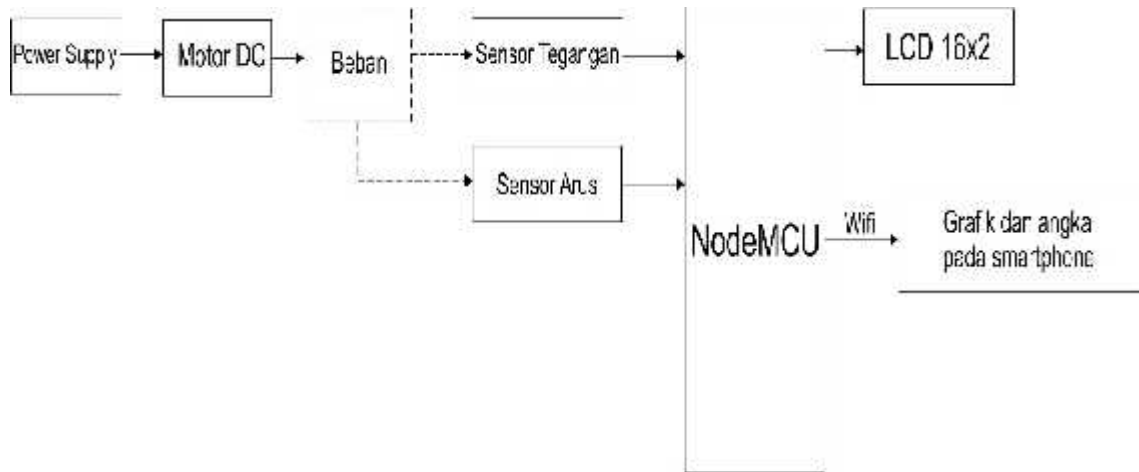
Tugas akhir ini diharapkan dapat terciptanya alat ukur tegangan, arus dan daya motor dc secara real time yang dapat di akses dari jaringan internet dan dapat di monitor menggunakan smartphone kapan saja.

2.METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada tugas akhir ini adalah solder, glue gun, gergaji besi, laptop/komputer dan tool set. Bahan yang digunakan adalah NodeMCU sebagai mikroprosesor, sensor INA 219, LCD character 16x2, baterai, motor dc 12V, LED, kabel, PCB dan box.

2.2 Perancangan Sistem



Gambar 1. Blok diagram perancangan sistem alat

Cara kerja alat ukur daya, arus dan tegangan yang ditunjukkan Gambar 1 yaitu dimulai saat motor dc diberi tegangan, sensor sensor INA 219 akan membaca arus, tegangan, daya yang mengalir pada motor dc yang sudah terhubung beban lampu. NodeMCU akan memproses nilai yang didapat melalui algoritma program. NodeMCU akan memproses data yang didapat dari sensor dan di tampilkan melalui LCD 16x2 yang kemudian NodeMCU akan mengirim data melalui internet menggunakan modul wifi yang sudah ada pada NodeMCU. Data selanjutnya di unduh oleh aplikasi Blynk yang ada di *smartphone*. Aplikasi tersebut akan menampilkan nilai tegangan, arus dan daya dalam bentuk grafik dan angka

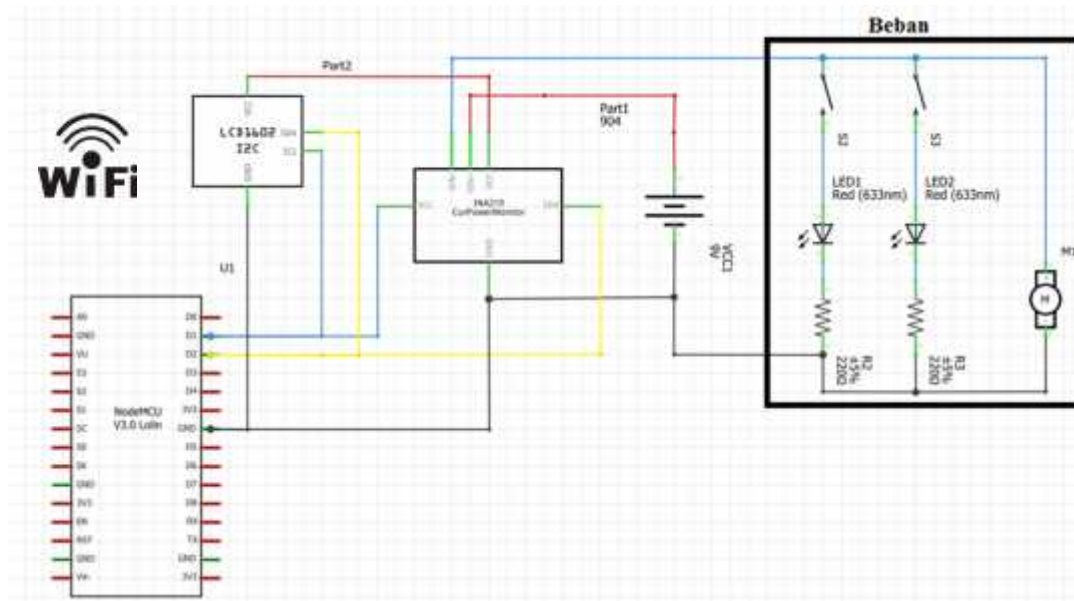


Gambar 2. Blok diagram alir penelitian

Diagram alir alat ukur daya, arus dan tegangan motor dc dengan menggunakan smartphone dimulai dari pengumpulan data, pada tahap ini dilakukan pencarian referensi mengenai alat ukur yang akan dibuat. Tahap selanjutnya mengumpulkan bahan – bahan alat yang akan dibuat yang selanjutnya pengujian mikrokontroler yang sudah terpasang sensor. Hasil dari simulasi akan diteruskan ke proses perakitan dan pembuatan alat. Pengujian alat yang sudah terpasang sensor dilakukan untuk memastikan sensor bekerja dengan baik dengan algoritma program serta menampilkan data dan nilai parameter pengukuran ke LCD 16x2. Tahap selanjutnya pengujian sensor yang di kalibrasi melalui pembacaan data tegangan dan arus, hasil akan dibandingkan dengan alat ukur multimeter sehingga hasil yang didapat lebih presisi dan dapat diterapkan di motor listrik. Hasil pengukuran data sensor kemudian di konversikan menjadi parameter lain melalui program algoritma. Hasil dari semua nilai parameter akan di tampilkan di LCD 16x2. Tahap

terakhir pengujian untuk mendapatkan nilai kepresisian alat dan dibandingkan dengan hasil pengukuran arus, tegangan, dan daya kemudian nilai parameter akan di unggah ke internet dan di simpan di database platform blynk. Smartphone akan mengunduh data dari database platform blynk menggunakan aplikasi blynk, aplikasi blynk akan menampilkan data parameter dalam bentuk grafik dan angka.

2.3 Perancangan Hardwere



Gambar 3. Rangkaian skematik

Rangkaian yang ditunjukkan pada gambar 3 sumber dari baterai akan mensupply daya ke mikroprosesor sebesar 9V. Mikroprosesor yang digunakan adalah NodeMCU V3 Lollin, LCD 16x2 yang sudah terpasang I²C modul backpack dan sensor INA219 yang digunakan pada gambar 3 memiliki pin VCC, GND, SCL dan SDA.

Tabel 1. Fungsi pin komunikasi I²C

No.	Pin	Fungsi
1.	SCL	<i>Input serial clock</i> untuk komunikasi 2 kabel
2.	SDA	Digital <i>input</i> dan <i>output</i> .
3.	VCC	Sumber tegangan eksternal 5V
4.	GND	<i>Ground</i>

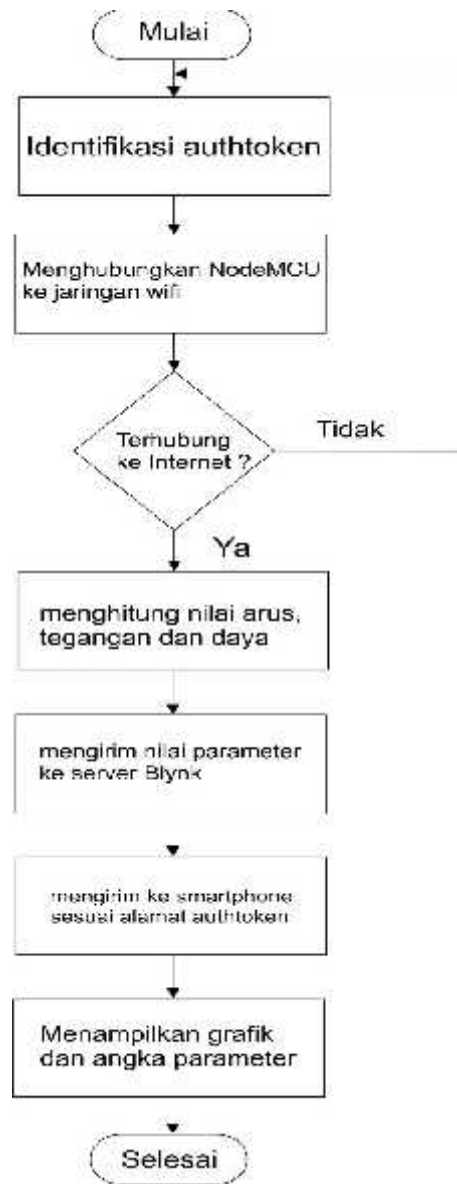


Gambar 4. Sensor INA219

Dengan menggunakan jenis komunikasi I^2C , maka dapat menghubungkan lebih banyak sensor hanya dengan dua jalur kabel. Pin SCL dan SDA masing-masing dihubungkan ke pin D1 (scl) dan D2 (sda) NodeMCU. Sedangkan pin VCC dan GND masing-masing dihubungkan ke pin 5V dan GND NodeMCU. Sensor INA219 pada dasarnya memiliki konsep yang sama dengan sensor dc lainnya namun sensor ini tidak hanya mengukur arus melainkan tegangan dan daya dapat diukur menggunakan sensor ini.

2.4 Perancangan Software

Perancangan software pada tugas akhir ini adalah membuat algoritma pada NodeMCU, membuat algoritma untuk komunikasi data ke Wi-Fi, serta algoritma untuk mengirim data ke platform blynk. Perancangan di mulai saat membuat algoritma setiap modul dan sensor yang gunakan apabila modul dan sensor berfungsi dan bekerja dengan baik selanjutnya seluruh program algoritma digabungkan dan dijalankan pada satu mikroprosesor.



Gambar 5. Blok diagram cara kerja NodeMCU

Pada gambar 5 menunjukkan proses komunikasi dari NodeMCU ke smartphone. Pada program NodeMCU perlu menyisipkan authtoken yang dikirim aplikasi blynk pada email yang sudah tersinkronasi pada aplikasi, authtoken adalah alamat yang diperlukan untuk menghubungkan perangkat keras ke smartphone selain itu juga menginputkan nama wifi dan password agar terhubung dengan koneksi wifi yang digunakan. Program akan memberikan inialisasi variable awal kemudian sensor akan berkerja dan mulai pembacaan, Nilai parameter selanjutnya akan dikirim ke server cloud Blynk yang kemudian aplikasi Blynk akan memproses data nilai parameter agar dapat ditampilkan secara grafik dan angka.

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Bentuk dan Desain Alat

Hasil hardware alat ukur tegangan, arus dan daya terdiri dari mainboard yang ditunjukkan pada gambar yang terdiri dari mikroprosesor NodeMCU, LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan parameter diproses NodeMCU, sensor INA219 digunakan untuk pembacaan parameter arus dan tegangan, sumber tegangan rangkain pada gambar menggunakan baterai ABC kotak yang menghasilkan tegangan 9V, rangkain pcb, lcd, dan baterai akan diletakan pada box.



Gambar 6. Hardware alat ukur

Nilai parameter yang diproses NodeMCU akan di unggah ke server platform Blynk, Sebelum diunggah pada blynk, NodeMCU membutuhkan auth token untuk menghubungkan antara NodeMCU dengan aplikasi pada smartphone, auth token di dapat pada saat awal pembuatan interface aplikasi blynk, blynk akan mengirim auth token melalui email yang digunakan dan sudah tersinkronasi aplikasi blynk. Kemudian smartphone akan mengunduh data pada server blynk dan akan ditampilkan berbentuk grafik dan berbentuk angka. Hasil aplikasi blynk pada smartphone yang ditunjukkan pada gambar 7 terdiri dari SuperChart digunakan untuk menampilkan grafik pembacaan parameter tegangan, arus dan daya, labeled value digunakan untuk menampilkan angka – angka pembacaan parameter.



Gambar 7. Interface aplikasi Blynk

3.2 Hasil Pengujian Sensor

Untuk mengetahui apakah data parameter sensor INA219 valid atau tidaknya maka dilakukan pengujian menggunakan multimeter, pengujian dilakukan terhadap motor dc dan 2 lampu yang terhubung paralel. Error dan presentase error dapat dicari dengan persamaan 1 dan 2:

$$\text{selisih} = |\text{Nilai Perkiraan} - \text{Nilai Riil}| \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Persentase kesalahan} = \frac{|\text{Selisih}|}{|\text{Nilai Riil}|} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

Tabel 2. Pengukuran dan perhitungan alat ukur

Vin	Lampu 1	Lampu 2	Motor DC (Rpm)	Pengukuran menggunakan sensor			Pengukuran menggunakan multimeter			Selisih		
				Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (Watt)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (Watt)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (Watt)
3,3 V	OFF	OFF	870	3,3	41,2	0,14	3,3	41	0,14	0	0,2	0
5 V	OFF	OFF	1445	5,3	48	0,22	5,1	42	0,21	0,2	6	0,01
7 V	OFF	OFF	2010	7,2	57,5	0,4	7,1	43	0,31	0,1	14,5	0,09
10 V	OFF	OFF	2910	9,8	59,9	0,59	9,9	45	0,44	0,1	14,9	0,15
12 V	OFF	OFF	3665	12	56,9	0,69	11,9	47	0,55	0,1	9,9	0,14
3,3 V	ON	OFF	588	3,3	42,6	0,14	3,3	45	0,14	0	3,6	0
5 V	ON	OFF	1422	5,1	56,3	0,27	5,1	53	0,27	0	8	0
7 V	ON	OFF	1973	6,8	54,9	0,38	7	63	0,44	0,2	8	0,06
10 V	ON	OFF	3106	10,5	76,3	0,81	10,1	78	0,76	0,4	2,3	0,05
12 V	ON	OFF	3515	11,8	102,4	1,02	11,9	90	1,01	0,1	12,4	0,01
3,3 V	ON	ON	600	3,04	52,6	0,16	3,1	45	0,13	0,06	7,6	0,03
5 V	ON	ON	1341	5,1	68,4	0,34	5,3	60	0,31	0,2	8,4	0,03
7 V	ON	ON	1959	7	86,2	0,6	7,2	73	0,52	0,2	13,2	0,08
10 V	ON	ON	2851	9,9	102	0,99	9,9	100	0,99	0	15,6	0
12 V	ON	ON	3465	11,7	127,9	1,49	11,9	112	1,33	0,2	15,9	0,16

Dari data yang diperoleh dari pengujian sensor menggunakan motor dc 12V dan semua lampu dalam keadaan mati, nilai tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan memiliki nilai yang hampir sama. Nilai yang di ambil pada saat pengukuran tegangan, arus dan daya adalah nilai yang sering muncul. Dari hasil pengukuran pada tabel 2, pada pembacaan sensor tegangan menghasilkan selisih terkecil yaitu 0V dan nilai terbesar 0,2V, parameter pembacaan sensor arus selisih terkecil yaitu 0,2mA dan nilai terbesar 14,9mA, parameter pembacaan daya di hasilkan selisih terkecil 0watt dan nilai terbesar 0,15watt. Kecepatan motor pada saat tanpa beban lampu sangat cepat sehingga nilai tertinggi adalah 3665 rpm dengan tegangan input 12V.

Pada pengujian kedua menggunakan motor dc yang terhubung beban dua lampu, lampu satu nyala dan lampu kedua mati semua lampu terhubung paralel, dari pembacaan sensor diatas menunjukkan nilai tegangan, arus dan daya yang dihasilkan hampir sama dan nilai arus yang dihasilkan pada pengujian kedua mengalami kenaikan. Kecepatan yang yang didapat menggunakan alat ukur tachometer mengalami perubahan penurunan kecepatan di karenakan terdapat beban yang tersambung pada motor sehingga kecepatan mengalami penurunan. Dari data pada tabel 2 data

yang didapat bahwa selisih tegangan tertinggi adalah 0,4V, selisih arus 12,4A dan selisih daya 0,06watt. Kemudian selisih tegangan terendah adalah 0V dengan presentase kesalahan 0% disini bisa dikatakan sempurna, selisih arus 2,3A dan daya 0 watt.

Pada pengujian terakhir motor dc 12V menggunakan beban 2 lampu yang keduanya nyala bersamaan, pada pengujian terakhir pembacaan sensor tegangan sangat stabil, namun pada pembacaan sensor mangalami kenaikan cukup tinggi berbeda dengan pengujian kedua pada tabel 2 arus hanya mengalami kenaikan tidak terlalu tinggi, dan pembacaan sensor daya yang dihasilkan mengalami kenaikan tidak terlalu tinggi. Pada saat pengukuran menggunakan multimeter tidak pada waktu yang sama pada saat pengukuran menggunakan sensor hingga menyebabkan tegangan dan arus yang di ukur tidak sama dan menyebabkan selisih yang didapat lebih besar, pada pengukuran ini kecepatan motor juga mengalami penurunan karena beban lampu menyala semua sehingga pembagian arus mengakibatkan menurunnya kecepatan motor. Selisih dari pengujian terkahir yang menggunkan beban 2 lampu yang menyala bersamaan hasil yang di peroleh nilai terkecil pada pembacaan tegangan adalah 0V dan nilai yang terbesar adalah 0,2V, pada pembacaan sensor arus di peroleh nilai terkecil 13,2mA dan nilai yang terbesar adalah 29,3 mA, dan pembacaan daya di diperoleh nilai terkecil 0,03watt dan nilai yang terbesar 0,15watt.



Gambar 8. Grafik Perbandingan selisih Tegangan pengukuran alat ukur

Dari gambar 8 menunjukkan grafik perbandingan selisih tegangan dari ketiga pengujian, selisih tertinggi pada saat beban lampu 1 menyala dengan selisih 0,4V, selisih terendah pada saat bebaan lampu 1 menyala dengan 0V kemudian mengalami kenaikan dan rata-rata kesalahan yang paling rendah pada pengukuran tanpa beban lampu.



Gambar 9. Grafik perbandingan selisih arus pengukuran alat ukur

Pada gambar 9 menunjukkan titik tertinggi pada saat dua lampu menyala dengan nilai 15,9mA, selisih terendah pada saat arus tanpa beban lampu dengan 0mA. Pada saat dua lampu menyala memiliki selisih yang besar dikarenakan pada saat pengukuran multimeter dan pengukuran sensor tidak bersamaan.



Gambar 10. Grafik perbandingan selisih daya pengukuran alat ukur

Berdasarkan grafik pada gambar 10 daya mengalami penurunan pada beban lampu 1 menyala, selisih tertinggi pada saat beban 2 lampu menyala dengan selisih 0,16 watt dan yang terendah 0 watt pada saat beban lampu 1 menyala dan tanpa beban.

3.3 Pembahasan

Tegangan dan arus yang diperoleh dari sensor INA219 dan perhitungan daya akan di olah NodemMCU, LCD 16x2 di gunakan untuk menampilkan hasil dari pengukuran pada sensor seperti pada gambar 6, parameter yang di tampilkan ada 3 yaitu Vb, Ab, Db. Pada pin jack banana hitam yang bersebelahan pin jack banana merah akan tersambung pada motor dc yang sudah tersambung lampu untuk mengukur tegangan, arus dan daya. Pada pin jack banana merah akan tersambung positif pada power supply dan pin jack banana hitam yang terpasang terpisah akan terhubung negatif pada power supply. Selanjutnya data yang sudah di olah NodeMCU akan dikirim ke cloud server platform Blynk sebagai data yang nantinya akan di tampilkan pada pada smarphone.



Gambar 11. Tampilan display modul

Selanjutnya data yang sudah tersimpan pada cloud akan dikirim ke aplikasi blynk dimana aplikasi tersebut sudah sebelumnya sudah diatur widget superchart sebagai tampilan grafik yang akan menampilkan grafik parameter, parameter juga akan diatur dalam bentuk labeled value sebagai tampilan dalam bentuk angka. Setiap perubahan nilai, data baru akan di kirim ke aplikasi blynk sehingga proses monitoring data secara realtime, pada gambar 12 adalah tampilan hasil dari aplikasi blynk yang sudah jadi.



Gambar 12. Tampilan pada aplikasi Blynk

4. PENUTUP

Hasil yang didapat pada alat monitoring daya motor listrik melalui smartphone berbasis Iot ini dapat mengukur parameter pengukuran dengan baik, alat ini dapat menampilkan parameter tegangan, arus dan daya yang nantinya dikirim menuju server platform blynk melalui jaringan wifi yang tersedia pada NodeMCU sehingga dapat di monitor secara online pada smartphone, pada sensor tegangan dapat bekerja dengan baik hingga 20V namun pada percobaan hanya digunakan sampai 12V karena motor yang digunakan memiliki tegangan input maksimal 12V, sensor arus yang didapat pada pengukuran sampai 129mA . Pada saat motor tidak terhubung beban kecepatan motor mencapai 3665 rpm pada tegangan input 12V, ketika terhubung beban kecepatan motor akan menurun mencapai 3465 rpm, tegangan yang keluar tidak jauh berbeda dengan tegangan inputan namun arus mengalami naik turun dan tidak stabil.

Dalam pengukuran ada beberapa faktor yang membuat selisih yang terlalu besar diantaranya faktor perhitungan algoritma program, faktor yang kedua adalah pada saat pengujian sensor dan pengujian di multimeter tidak bersamaan menyebabkan selisih terlalu besar. Faktor selanjutnya adalah kelancaran koneksi internet yang digunakan, hal tersebut dapat mengganggu proses transfer data pada aplikasi blynk. Penulis juga berharap alat monitoring daya dapat dikembangkan lagi. Alat yang sudah dibuat hanya dapat untuk monitoring saja. Agar lebih bermanfaat dapat dikembangkan dengan menambah rangkaian aktuator dan sistem aplikasi yang dibuat sendiri, dan dapat digunakan pada saat keadaan online ataupun offline.

PERSANTUNAN

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan segala kemudahan dan kelancaran sehingga tugas akhir yang berjudul "Pengukuran Tegangan, Arus dan Daya listrik menggunakan perangkat telepon pintar" ini dapat diselesaikan dan disetujui. Ucapan terima kasih penulis kepada kedua orang tua yang selalu memberikan do'a dan motivasi dalam pengerjaan tugas akhir ini serta bapak Dedi Ary Prasetya S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingannya selama proses pengerjaan tugas akhir. Tak lupa juga penulis persembahkan ucapan terimakasih kepada teman - teman Electronic 2014, Asisten Laboratorium Teknik Elektro UMS dan Teknik Elektro UMS 14 yang telah memberikan bantuan dan motivasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitriandi, Afrizal dkk. 2016,. Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway. *ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro Volume 10, No. 2, Mei 2016* hlm 87
- Fraden, Jacob. 1996. *The Hand Book of Modern Sensor*. California: Thermoscan, Inc.
- I Gusti P M E K, Ida A D G dan Lie J,"Monitoring Menggunakan Daya Listrik Sebagai Implementasi Internet of Things Berbasis Wireless Sensor Network", *Teknologi Elektro*, Vol. 16, No. 3, Hal. 50-55, 2017
- Kadir, Abdul. 2013. *Panduan PraktisMempelajari Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Yogyakarta: Andi.

Sunanda W, dan Dinata I, "Penerapan Perangkat Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasis Arduino dan Internet", Jurnal Amplifier, Vol. 4, No. 2, Hal. 21-22, 2014

Yuliansyah, Harry. 2016. *Uji Kinerja Pengiriman Data Secara Wireless Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis Rest Architecture. ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro Volume 10, No. 2, Mei 2016*