

## EFEKTIVITAS PENGISIAN BATERAI DENGAN TIGA MODE CHARGER OTOMATIS

### EFFECTIVITY OF BATTERY CHARGING WITH AUTOMATIC THREE CHARGER MODES

Satrio Dwi Nugroho<sup>1</sup>, Farida Asriani<sup>2</sup>, Eko Murdyantoro<sup>3</sup>

\*Email: [satrio.dwi.nugroho08@gmail.com](mailto:satrio.dwi.nugroho08@gmail.com)

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

---

**Abstrak**— Dewasa ini pengguna listrik semakin meningkat, semakin meningkatnya penggunaan listrik maka akan semakin meningkatnya beban. Sumber listrik terbagi dua yaitu AC dan DC. Dalam pengisian baterai ada beberapa mode pengisian baterai salah satunya memakai mode boost, normal, floating. Penulis bertujuan untuk merancang, mendesain, membuat serta menguji sistem pengisian tiga mode *boost*, normal, *floating* dan menguji sistem otomatis pada tiga mode *boost*, normal, *floating*. Penelitian dilakukan beberapa tahap yaitu tahap perancangan hardware, kemudian software, pengujian, dan pengambilan data serta analisis data. Mode pengisian boost adalah mode pengisian dengan arus yang sangat besar dalam rangkaian nilai arus boost mencapai 2 ampere (A). Mode normal adalah salah satu mode rangkaian dari tiga mode otomatis yang dibuat. Rangkaian mode normal arus yang dialirkan adalah 0,8 ampere (A). Yang ketiga adalah mode *floating*, mode ini nilai arus mencapai 0,1 ampere. Semua rangkaian dibuat otomatis oleh penulis dengan menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560 sebagai pusat pengontrolan dari tiga mode pengisian yaitu dengan mengatur relai pada sisi masukan tegangan. Kemudian diujicoba pengukurannya oleh sensor tegangan dan multimeter. Pengukuran *boost* 1 menit, 2 menit, 3 menit, 5 menit, 10 menit, 20 menit, 22 menit, 27 menit, 28 menit, 30 menit, 33 menit, 38 menit, 40 menit, 45 menit, 60 menit, 70 menit, 90 menit. Kemudian pada rangkaian normal diukur berdasarkan waktu yang sama dengan pengisian boost, ada dua kondisi berbeda dimenit 100 menit 120 menit sampai tegangan para baterai saat pengukuran normal mencapai 12 V.

**Kata kunci** — Pengisian baterai, mode pengisian.

---

**Abstract**— The load of electricity is increasing nowadays, it is caused by the enhancement of electricity usage. Power source is divided into 2, Alternating Current (AC) source and Direct Current (DC) source. In battery charging process, there are 3 modes, i.e., boost, normal, and floating. This research purpose is for planning, designing, making, and testing those modes involving its automation system with several methods such as hardware designing method, software designing method, testing method, data taking method and data analysis method. Boosting mode is the charging method with a high current which is approximately 2 amperes. Normal mode is the charging method which uses approximately 0,8 ampere. Floating mode is the charging method which uses approximately 0,1 ampere. . The author will make those modes and its automation system more efficient in time charging and quality through controlling some relays in voltage input with arduino mega 2560 and current sensor. The voltage value in boosting mode process is measured in 1st minute, 2nd minute, 3rd minute, 5th minute, 10th minute, 20th minute, 22th minute, 27th minute, 28th minute, 30th minute, 33th minute, 38th minute, 40th minute, 45th minute, 60th minute, 70th minute, and 90th minute. After that, the voltage value in normal mode process is measured in the same stage but with 2 additional time stages, that is 100th minute and 120th minute until the voltage in battery reaches 12 V.

**words** — Baterai charger, charger modes.

---

## I. PENDAHULUAN

Pada era sekarang, listrik sudah menjadi sesuatu yang wajib untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Baik untuk keperluan rumah tangga, industri maupun keperluan lainnya. Sumber listrik bisa didapatkan dari pembangkit listrik yang kebanyakan menggunakan sumber listrik AC. Dalam hal ini penggunaan sumber DC masih sangat minim untuk dipergunakan. dikarenakan sebagai energi cadangan. Sumber energi cadangan ini merupakan sumber energi yang digunakan apabila terjadi gangguan pada sumber AC. Berbeda dengan sumber AC yang sangat mudah didapat melalui jala-jala PLN dengan tegangan nominal 380/220V.

Beberapa penelitian memanfaatkan sumber DC, dengan memanfaatkan energi matahari dengan menggunakan solar cell. Energi yang di hasilkan solar cell untuk mengisi baterai, sistem yang di jalankan adalah ketika pengisian sudah penuh sistem akan memutus secara otomatis pengisian baterai [1]. Sumber DC juga dapat di manfaatkan sebagai backup sistem yaitu memanfaatkan sumber PLN dan PLTS di aplikasikan secara otomatis untuk mengisi baterai laptop [2]. Dua sumber energi alternatif dapat dimanfaatkan sebagai solusi yang digunakan sebagai pengisian baterai dengan metode pensaklaran secara otomatis dan juga monitoring sumber pembangkit jika tidak bekerja [3]. Pemakaian baterai adalah pemakaian energi paling fleksibel ketika sumber energi sedang melimpah, baterai mampu menyimpan energi tersebut dan memakainya ketika sumber energi tidak tersedia atau mengalami kegagalan sistem. Guna menghindari hal-hal tidak tersedianya energi listrik ketika terjadi kegagalan sistem ada penelitian yang melakukan pengisian baterai secara bertahap yaitu ketika baterai satu penuh, baterai kedua yang akan diisi. Penelitian tersebut memakai solar cell dengan perangkat SCC ( Solar Charge Controller ) [4].

Penelitian sebelumnya hanya berfokus pada sumber listrik pengisian baterai dan tidak melihat perbedaan arus dengan mengganti rangkaian pengisian. Bahwa arus pengisian yang besar membuat baterai yang digunakan akan berdampak pada temperatur yang meningkat dan mengurangi masa pakai baterai [5].

Oleh karena itu penulis bertujuan membuat rangkaian pengisian baterai otomatis ini memiliki 3 mode pengisian yang bersumber dari grid PLN. Sistem ini dijalankan dengan secara selektif dengan memilih mode pengisian. Rangkaian pengisian memiliki beberapa komponen penting guna

mengubah besaran arus dan untuk menstabilkan tegangan keluaran outputnya diantaranya penyearah (*rectifier*), *current boost*, *floating*, dan *normal*. Dalam rangkaian boost mode pada saat terhubung dengan beban nilai arusnya sangat besar, *floating* mode pengisian baterai akan terus terisi dengan nilai arus yang sangat rendah atau kecil, pada mode normal pengisian baterai disesuaikan pada kapasitas baterai yaitu 10% dari kapasitas baterai.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Mengacu penelitian yang sebelumnya, Pengisian Baterai Otomatis Dengan Menggunakan Solar Cell. Penelitian tersebut membahas mengenai rancangan pengisian pengisian baterai otomatis dengan tenaga fosil (minyak bumi) diganti dengan menggunakan tenaga surya atau matahari Pengisi Baterai Otomatis Dengan Menggunakan Solar Cell. Penelitian tersebut membahas mengenai rancangan pengisian pengisian baterai otomatis dengan tenaga fosil (minyak bumi) diganti dengan menggunakan tenaga surya atau matahari [1]. Keunggulan dari tenaga surya bila dibanding dengan tenaga fosil (minyak bumi) adalah tidak menimbulkan polusi atau mencemarkan lingkungan. Sehingga disebut juga sebagai energi ramah lingkungan. Komponen utama dari alat ini adalah solar cell (sebagai masukan dengan mengubah energi surya menjadi energi listrik), rangkaian pengisi baterai (sebagai pengontrol), led indikator (sebagai indikator pengisian baterai), dan baterai charge (tegangan 12 V dengan arus 1,2 Ah). rangkaian ini berfungsi apabila ada suplai dari energi cahaya matahari yang kemudian energi ini diubah menjadi energi listrik melalui solar cell. Rangkaian ini menggunakan kontrol tegangan pada saat pengisian baterai, dan indikator dari alat ini menggunakan sebuah alat avometer dan ampermeter yang dapat menunjukkan baterai sedang diisi atau sudah penuh. Baterai 12V 1,2 Ah akan penuh saat pengisian 20 jam [1].

Penelitian lain meneliti dan merancang Battery Charge Controller Dual Sumber PLTS dan PLN Sebagai Suplai Charger Laptop. Penelitian tersebut membahas mengenai rancangan Sumber energi yang digunakan disimpan pada dua buah baterai dikendalikan dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560 [2]. kedua baterai saat pengisian dan untuk mencegah overcharging pada baterai. Selain itu, mikrokontroler juga digunakan untuk menentukan baterai mana yang digunakan untuk suplai pada rangkaian pengisian laptop, serta pemindahan sumber ke PLN saat kedua baterai dalam keadaan

kosong. Tegangan dan arus keluaran charger controller sebagai suplai charger laptop sebesar 12 volt dan 2.67 ampere [2].

Pengaplikasian dari pemanfaatan solar cell digunakan untuk mengisi lebih dari satu baterai secara bertahap jika baterai satu penuh maka akan mengisi baterai yang lain. Sistem pengisian baterai dengan alat pengisi baterai otomatis menggunakan energi bersumber solar sel mampu mengisi baterai jenis LA dengan kapasitas 3,5 Ah dan 7,2 Ah secara bergantian berdasarkan level tegangan baterai. Nilai SOC baterai sangat penting sebagai pemberi informasi kepada mikrokontroller dengan bekerjanya relai untuk memutus pengisian jika baterai penuh atau SOC 100 %. Proses pengisian baterai akan berlangsung secara bergantian secara terus menerus [4].

Penelitian ini mengacu pada dasar-dasar prinsip dari elektronika pada buku elektronika dan elektronika daya yang menunjang penelitian ini [9],[10],[11].

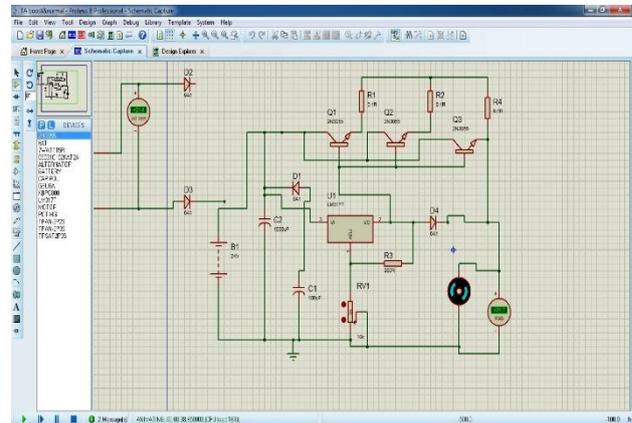
### III. METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai adalah metode mengukur nilai tegangan baterai terhadap waktu ( menit ) pengisian baterai dari ketiga rangkaian kemudian dianalisa berdasarkan lama waktu pengisian. Rangkaian sistem pengisian keseluruhan akan diuji dengan batasan tegangan tertentu untuk memilih mode pengisian. Respon pemilihan mode dilakukan oleh mikrokontroller dengan umpan balik dari sensor tegangan, guna menghindari pengukuran yang tidak valid, maka sumber listrik harus di putus sementara. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap simulasi komputer, tahap perancangan dan pengujian, tahap pengambilan data, tahap analisis, dan yang terakhir adalah tahap kesimpulan.

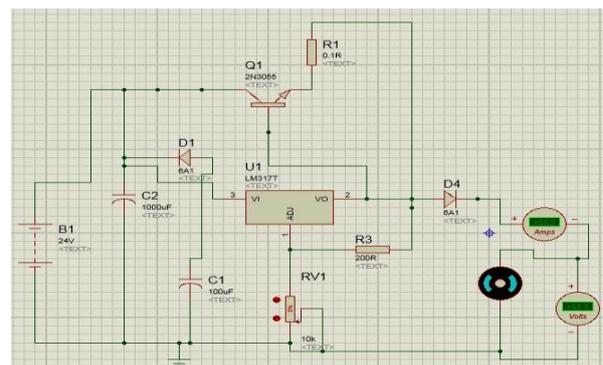
#### A. Perancangan Hardware

Tahap pembuatan ini akan dilakukan pembuatan rangkaian sesuai yang dirangkai Gambar 1. Hasil dari rangkaian tersebut diujicoba dirangkai yang digunakan untuk mengisi baterai 12 V. Gambar 1 merupakan skematik dari rangkaian boost dengan menggunakan perangkat lunak proteus. Rangkaian Gambar 2 mempunyai sumber tegangan sebesar 24 V. Keluaran dari rangkaian tersebut 21 V. Tegangan 21 V dapat diatur nilai tegangannya sesuai kebutuhan yang diinginkan. Tegangan AC yang masuk akan disearahkan dengan dioda bridge 6

ampere. Kemudian rangkaian akan terfilter dengan kapasitor dielektrik atau yang biasa disebut kapasitor polar. Mengaktifkan IC 317T untuk meregulator keluaran dari tegangan DC yang sudah difilter tadi. Tegangan maksimum yang dapat diubah adalah 40 V.

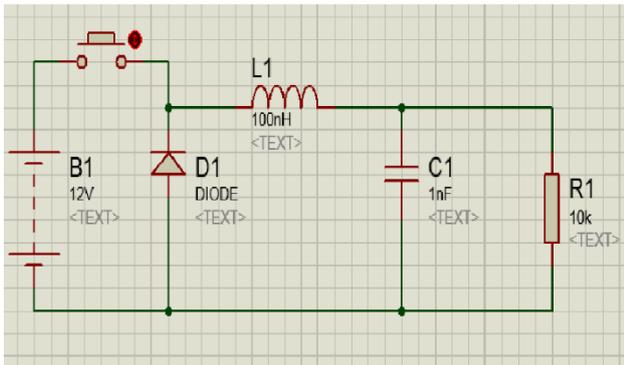


Gambar-1. Rangkaian Pengisian Boost



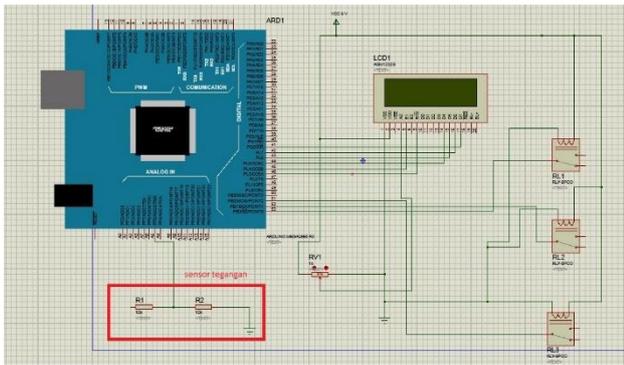
Gambar-2. Rangkaian Pengisian Normal

Gambar 2 Perancangan rangkaian normal ini menggunakan software proteus dan mensimulasikannya yang akan didapat adalah arus dari 0,4 A sampai 0,7 ampere. Setelah disimulasikan berhasil skematik yang dibuat dengan proteus dirakit hardwarenya. Rancangan rangkaian normal dilihat Gambar 2 yang merupakan rangkaian normal dengan tegangan dapat diatur. Menggunakan variabel resistor. Nilai tegangan  $V_o$  tergantung dari masukan rangkaian normal. Rangkaian normal ini dapat diatur nilai tegangannya dari 0 – 40 V karna batas dari tegangan IC 317 adalah sebesar 40 V. Untuk IC regulator dapat mengalirkan arus maksimal mencapai 1A. Rangkaian normal ini dapat mengalirkan arus dari 0,4 A- 0,7 A. Oleh karena itu rangkaian ini sangat cocok untuk mode pengisian normal.



Gambar - 3 Rangkaian Pengisian Floating

Rangkaian floating ini digunakan hanya untuk menghindari faktor drop tegangan baterai dilihat Gambar 3. Rangkaian floating ini menggunakan rangkaian DC-DC Buck Chooper. karena arus yang diinginkan sangat kecil pada mode floating.



Gambar-4. Rangkaian Sistem Kontrol

Perancangan hardware Gambar 4 mengkombinasikan rangkaian sensor, LCD dan relai. Rangkaian sistem kontrol merupakan sistem pusat dari pensaklaran yang dilakukan relai. Untuk berpindah mode bergantung dari pembacaan sensor. Saat pemindahan mode ini maka rangkaian LCD akan mengeluarkan tampilan status mode rangkaian yang digunakan dalam pengisian mode. Mode yang aktif ini akan berbeda dengan relainya sehingga tidak akan terjadi short circuit antar mode yang akan mengakibatkan kerusakan pada masing – masing mode.

### B. Perancangan Software

Perancangan software adalah perancangan menggunakan bahasa pemrograman C++ yang memakai software dari Arduino IDE untuk memprogram :

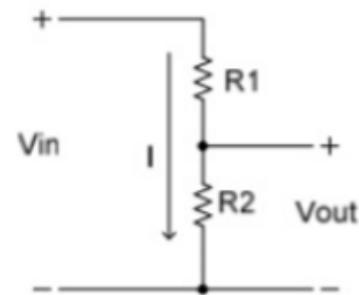
1. Relai
2. Sensor tegangan
3. LCD

### 4. Sistem kontrol

Dalam pemrograman relai, relai yang digunakan harus mampu bekerja sesuai perintah dan dengan respon yang cepat. Kemudian sensor tegangan merupakan kunci dari umpan balik dari sistem control dan baterai. Sensor tegangan harus dapat melakukan pembacaan secara realtime dan akurat. Untuk sistem kontrol program yang di buat harus sesuai dengan pemilihan masing-masing mode dan fungsinya, jika terjadi kegagalan dalam sistem kontrol mengakibatkan rangkaian charger tidak bekerja.

### C. Perancangan Sistem Kontrol

Perancangan sistem kontrol adalah penggabungan antara software dengan hardware, keduanya dikombinasikan secara penuh guna mencapai tujuan dari perancangan. Prinsipnya sensor tegangan adalah memakai pembagi tegangan yaitu :

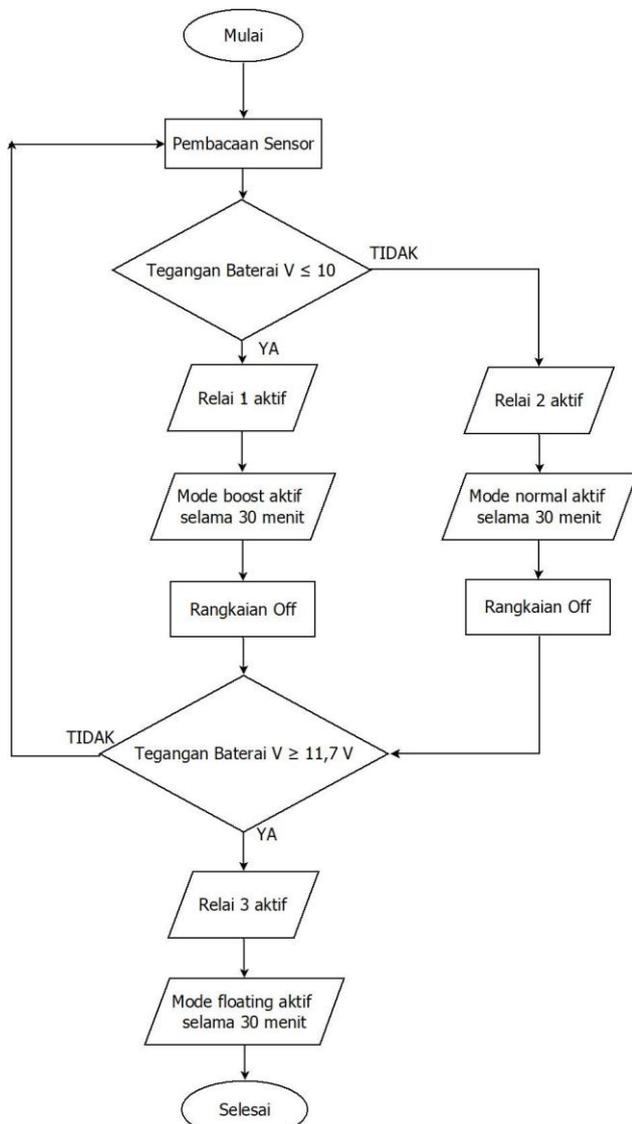


Gambar-5. Prinsip sensor pembagi tegangan

$$V_{out} : V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

- $V_{in}$  : Tegangan baterai  
 $R_1, R_2$  : Resistor sensor  
 $V_{out}$  : Tegangan deteksi

Prinsip dari sistem di gambar 5 ini hal terpenting terletak dari sensor tegangan dan respon relai. Sistem mula-mula mendeteksi tegangan baterai kemudian memilih mode dengan kategori dari tegangan baterai, dalam hal ini sensor mengirimkan data berupa analog ke mikrokontroller kemudian mikrokontroller merespon adanya inputan dan memilih mode yang dibuat. Masing masing mode bekerja selama 30 menit setelah bekerja selama waktu yang ditentukan sistem akan berhenti dan sensor akan mendeteksi kembali tegangan baterai.



Gambar-6. Alur Kerja Sistem

Pemberhentian sistem sementara guna menghindari kesalahan pembacaan tegangan baterai karena pada rangkaian ini tegangan output charger sama dengan tegangan baterai, oleh karena itu harus diberikan jeda guna pembacaan yang akurat.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Kinerja Sistem Kontrol

Kinerja sistem kontrol memastikan bahwa pemilihan mode sesuai dengan inputan dari tegangan pada saat mendeteksi. Berikut hasil dari pengamatan kinerja sensor dan system kontrolnya.

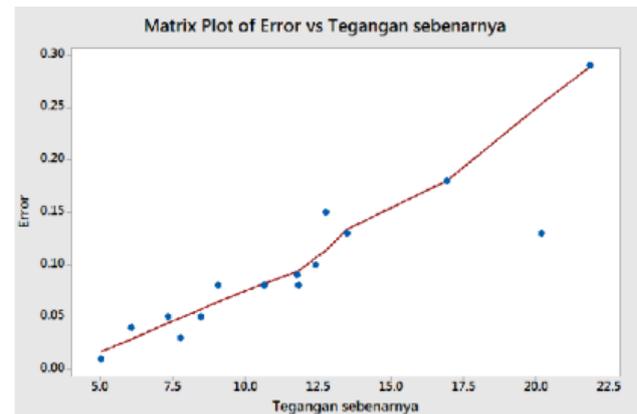
Table 1 Performa Sistem Kontrol

	Mode Boost	Mode Normal	Mode Floating	Performa
Relay 1	ON	OFF	OFF	Sesuai
Relay 2	OFF	ON	OFF	Sesuai
Relay 3	OFF	OFF	ON	Sesuai

Performa dari sistem kontrol ini cukup baik dan sesuai karena mikrokontroller mampu memilih mode dengan baik berdasarkan tegangan inputan dari sensor, kekurangan dalam sistem kontrol ini adalah ditemukannya panas berlebih pada relay jika sering bekerja hal ini dikarenakan prinsip dari mekanikal relay yang bergesekan namun panasnya mekanikal relay tidak berdampak pada performa arus yang mengalir.

### B. Kinerja Sensor Tegangan

Percobaan kinerja sensor tegangan ini menggunakan sensor tegangan yang kompatibel dengan mikrokontroller Arduino, dari hasil pengukuran sensor berikut merupakan hasil dari sensor tegangan.



Gambar-7. Tingkat keakuratan sensor tegangan

Percobaan keakuratan dari sensor tegangan ini untuk mengukur tegangan sebenarnya menggunakan multimeter type dan merk Fluke 11B. Untuk mengetahui tingkat eror pengukuran maka digunakan rumus

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n error^2 \quad (2)$$

MSE : Mean Square Error

n : Banyaknya data

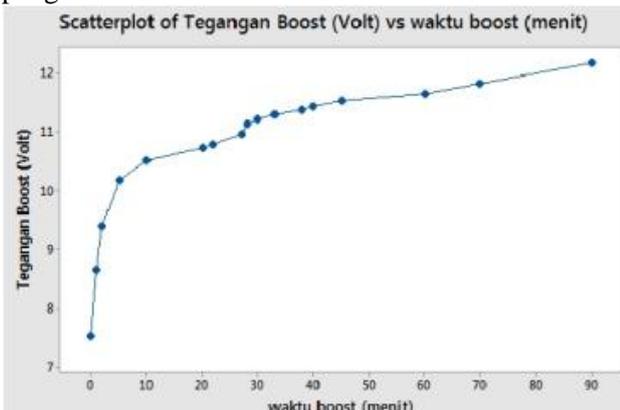
error : Selisih tegangan

Dari hasil data gambar 7 didapat semakin tinggi pengukuran tegangannya maka semakin tinggi eror yang di dapat dalam pengukuran, Hal ini tidak berpengaruh pada tegangan 12 V karena tingkat eror pengukuran tidak lebih dari 0,20, artinya sensor tegangan sangat baik digunakan untuk mengukur tegangan baterai 12 V. Hal yang mempengaruhi eror

pada pembacaan tegangan adalah nilai resistor yang bervariasi, yang seharusnya hal ini dapat diabaikan.

### C. Kinerja Mode Boost

Mode boost dirancang untuk mode tercepat dalam pengisian baterai dalam percobaan ini didapat data dari 10 kali pengambilan data dengan proses menguji performa rangkaian mode boost pengisian baterai. Berikut merupakan hasil dari rata-rata pengisian baterai mode boost.

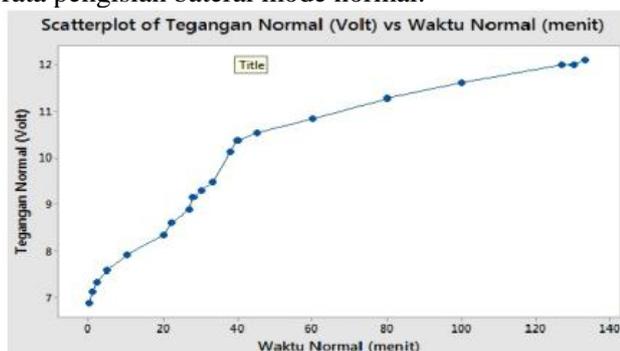


Gambar-8. Rata-rata hasil pengisian mode boost

Kenaikan seluruh data 10 kali percobaan pengisian mode boost Gambar 7. Bahwa rangkaian boost ini sangat tidak stabil. Hal ini dikarenakan mode boost langsung mengisi dengan arus besar diawal waktu pengisian, mengakibatkan rangkaian boost ini mengalami kenaikan temperatur. Rata-rata kenaikannya dari rerata 10 kali percobaan ialah 0,2737 Volt. Tegangan baterai sudah melebihi 12 V, kondisi baterai temperturnya hangat.

### D. Kinerja Mode Normal

Mode Normal dirancang untuk mode pengisian sedang dalam pengisian baterai dalam percobaan ini didapat data dari 10 kali pengambilan data dengan proses menguji performa rangkaian mode normal pengisian baterai. Berikut merupakan hasil dari rata-rata pengisian baterai mode normal.



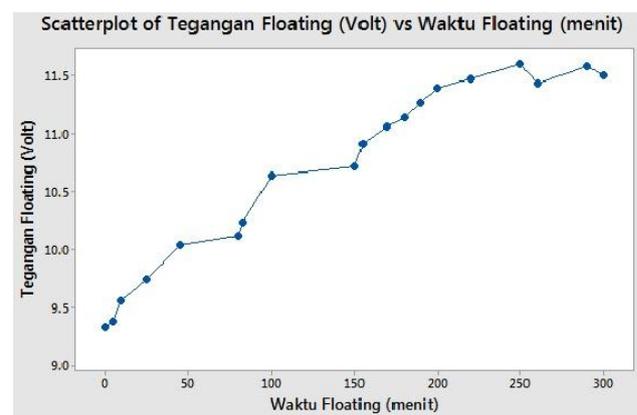
Gambar-9. Rata-rata hasil pengisian mode normal

Dilihat dari pengisian normal dengan 10 kali percobaan, seluruh dari rerata pengisian Gambar 9 pengisian normal membutuhkan rata-rata pengisian waktu sekitar 127,8 menit dengan rerata tegangannya sebesar 0.2833 Volt. Hal ini diambil dari semua rata-rata waktu dan tegangan yang diperlukan untuk mencapai 12V pada pengisian normal. Hampir dari seluruh pengisian percobaan normal ini tidak begitu adanya panas berlebih yang di timbulkan, namun tetap saja ada naiknya temperatur.

### E. Kinerja Mode Floating

Mode Floating di rancang untuk pengisian yang lambat atau digunakan untuk menghindari drop tegangan pada saat baterai tidak di gunakan, yang artinya pengisian ini jika di hubungkan ke baterai dari tegangan drop nya akana sangat lama sampa mencapai 12 V. Berikut merupakan hasil dari 5 kali percobaan mode floating.

Dilihat dari grafik data Gambar 10 dapat diambil kesimpulan bahwa arus mengisi baterai sangat rendah. Karena digunakan berulang-ulang kali rangkaian mengalami drop arus pada Grafik kenaikan tegangan data mode floating. Waktu pengisiannya rata-rata membutuhkan waktu 322 menit dari rerata waktu tersebut dalam rangkaian floating ini tidak terlalu mengalami temperatur yang tinggi. Rangkaian ini tidak dianjurkan dalam pengisian dari tegangan pengisian drop baterai karena membutuhkan waktu yang lama dalam pengisiannya.



Gambar-10. Rata-rata pengisian mode Floating

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Dalam penelitian ini dapat di ambil kesimpulan bahwa semua relai yang diperintah oleh mikrokontroler untuk memilih mode sudah sangat sesuai. Menggabungkan semua rangkaian menjadi satu bagian, rangkaian dapat bekerja secara optimal dan sesuai dengan fungsinya. Adapun lama waktu pengisian setiap rangkaian yang diujicoba mendapatkan waktu yang berbeda-beda karena arus yang mengalir juga berbeda. Untuk rangkaian Boost yang digunakan sebagai pengisian cepat dapat mengisi baterai 7,2 Ah 12V dengan waktu rata-rata 90 menit sedangkan untuk rangkaian normal 127,8 menit dan untuk rangkaian floating membutuhkan waktu yang lama rata-rata pengisian 322 menit. Adapun kondisi termal yang dihasilkan dari rangkaian boost dalam kondisi hangat pada baterai. Kondisi termal pada relai cukup panas. Untuk mendapatkan pembacaan tegangan yang ideal sebagai umpan balik dari sensor dalam penelitian ini membutuhkan waktu 2 menit sampai 3 menit.

### B. Saran

Dalam penelitian ini di dapat beberapa saran yaitu :

1. Sensor yang digunakan tidak hanya menggunakan sensor pembagi tegangan.
2. Relai yang digunakan adalah tipe relai mekanik sehingga akan timbul panas.
3. Penambahan sensor suhu untuk melihat temperatur rangkaian masing-masing.

## UCAPAN TERIMA KASIH

1. Terimakasih kepada Allah SWT yang telah memberikan hidayah dan nikmat sehat serta kedua Orang tua yang telah memberikan motivasi dan semangat selama mengerjakan Penelitian ini
2. Terimakasih kepada Farida Asriani, S.T., M.T. dan Eko Murdyantoro, S.T., M.T. yang telah dengan sabar membimbing penelitian ini.
3. Terimakasih kepada Widhiatmoko Herry Purnomo, S.T., M.T. yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam mengerjakan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purnomo,W. “Pengisi Baterai Otomatis Dengan Menggunakan Solar Cell”. Tugas Akhir. Depok: Universitas Gunadarma. 2010.
- [2] Andi. dkk, ‘Rancang Bangun Battery Charge Controller dual Sumber PLTS Dan PLN Sebagai Suplai Charger Laptop’. *Prosiding Seminar Nasional Fisika(E-Journal)*, volume 4, Oktober 2015
- [3] Pradana, Michael A P. ‘Kontrol Pengisian Baterai Otomatis Pada Sistem Pembangkit Listrik Alternatif’. Tugas Akhir. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma. 2015.
- [4] Zakri, Azriyenni Azhari dkk. “Sistem Otomatis Pengisian Baterai Bersumber Solar Sel Menggunakan Pengendali Arduino”. LPPM Universitas Negeri Riau.
- [5] Indra, dkk. “Pengaruh Penggunaan Battery Life Extender Technology Terhadap Temperatur Charging Dan Berat Elektrolit Pada Yuasa Lead Acid Battery Tipe Liquid Vented 12v 5ah’. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik dan Kejuruan*, Vol. 7 No.1, Januari 2014.
- [6] Abidin. Zainal, “Pemodelan Power Supply Dc Dengan Multisim 12.0 Sebagai Media Pembelajaran”. S1: ISSN No. 2085 - 0859, *Jurnal Teknika Vol 7 No 1*, Maret 2015.
- [7] Asnil. “Aplikasi Perangkat Lunak Simulasi Sebagai Alat Bantu Untuk Mempelajari Rangkaian Konverter Daya”. Tugas Akhir. Padang: Universitas Negeri Padang. 2013.
- [8] Abdillah, M. ‘Rancang Bangun Rangkaian AC to DC Full Converter Tiga Fasa dengan Harmonisa Rendah’. Tugas Akhir. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. 2011.
- [9] Boylestad, “Nashelsky. *Electronic Devices And Circuit Theory Eleventh Edition*”. New York : Pearson. 2013.
- [10] Rashid, ‘Muhammad H. Power Electronics Handbook Second Edition. USA’ : Pearson Prentice Hall. 2007.
- [11] Rashid, ‘Muhammad H. Power Electronics Handbook Second Edition’. USA : Pearson Prentice Hall. 2007.
- [12] Rashid, Muhammad H. ‘Power Electronics Circuits, Devices, And Applications Third Edition’. USA : Pearson Prentice Hall. 2011.

- [13] Gunawan. A. “Rancang bangun baterai charge controller dual sumber PLTS dan PLN sebagai sumber charger laptop”.P-ISSN: 2339-0654 eISSN:2476-9398. Vol 4, oktober 2015. 2015.
- [14] Achriansyah Muhammad, K. “Charger Otomatis Berbasis Mikrokontroler Untuk Lead Acid Battery 312 Volt” (Software). Vol 1, No.1, 2012. Jurnal Elektro PENS. Politeknik Elektronika Negeri: Surabaya. 2012.