

Perancangan dan Realisasi *Solar Charge Controller Maximum Power Point Tracker* dengan Topologi *Buck Converter* untuk *Charger Handphone*

ARIO AMRI IHSAN¹, WALUYO¹, SITI SAODAH²

1. Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional
2. Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung
Email : arioamri@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga surya (PLTS) mempunyai kelemahan dimana daya keluaran dari modul surya sangat tergantung pada kondisi sinar matahari. Apabila cuaca mendung, maka daya yang dihasilkan oleh modul surya juga berkurang. Rangkaian MPPT ini adalah solusi untuk mencari daya maksimum modul surya tersebut dalam cuaca cerah atau saat langit mendung. Dalam merancang MPPT ini, penulis memakai mikrokontroler PIC16f1503 sebagai otak dari metoda MPPT ini. Penulis juga menambahkan topologi buck converter untuk menurunkan tegangan dari modul surya menjadi $12 V_{DC}$. Hal itu dikarenakan tegangan nominal modul surya adalah $12 V_{DC}$ dan pada saat siang hari tegangan itu dapat berubah menjadi lebih tinggi, $V_{maksimum}$ bisa mencapai $17,19 V_{DC}$. Apabila tegangan keluaran modul kurang dari $12 V_{DC}$ atau pada saat malam hari ($V_{out} \text{ modul} = 0 V_{DC}$) maka beban akan disuplai murni oleh baterai. Penulis juga menambahkan inverter karena perancangan alat ini nantinya akan bisa digunakan secara universal. Dari hasil pengujian alat, diketahui bahwa daya keluaran dari solar charge controller MPPT ini lebih efisien dibandingkan dengan solar charge controller PWM biasa. Presentase rata-rata kelebihan daya keluaran modul surya yang dihasilkan charge controller MPPT ini bisa mencapai 11% dibandingkan dengan charge controller PWM biasa.

Kata kunci: *baterai, buck converter, charger handphone, inverter, modul Surya, MPPT.*

ABSTRACT

Solar Power Plant has a weakness where the power output of the solar modules is highly depend on sunlight condition. When it's cloudy, the generated power by the solar modules will be reduced. MPPT is a solution to seek the maximum power of the solar modules in clear weather, or when the sky is overcast. In the designing of MPPT, the authors use a microcontroller PIC16f1503 as the brains of MPPT method. The authors also added buck converter topology to reduce the voltage of the solar modules to $12 V_{DC}$. It was due to nominal voltage of the solar module was $12 V_{DC}$ and during the day the output power could reach higher voltage, voltage maximum could reach $17.19 V_{DC}$. When the output voltage of the module was less than $12 V_{DC}$ or at night ($V_{out} \text{ module} = 0 V_{DC}$), the load would be supplied purely by the battery. The authors also added an inverter because of its design would be used by universally. Based on the results of testing system, the output power of the MPPT solar charge controller was more efficient than that ordinary PWM solar charge controller. The average percentage of excess output power of solar modules produced by MPPT charge controller could reach 11% compared to the PWM charge controller.

Keywords : *battery, buck converter, charger cell phone, inverter, MPPT, solar module.*

1. PENDAHULUAN

Modul surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Akan tetapi, arus listrik yang dihasilkan oleh modul surya adalah arus searah (DC) maka dari itu dibutuhkan konverter untuk mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) untuk digunakan keperluan sehari-hari. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) juga dianggap tepat karena pembangkit ini ramah lingkungan jika dibandingkan dengan pembangkit-pembangkit listrik lain yang dapat mencemarkan lingkungan (**Massing, 2002**).

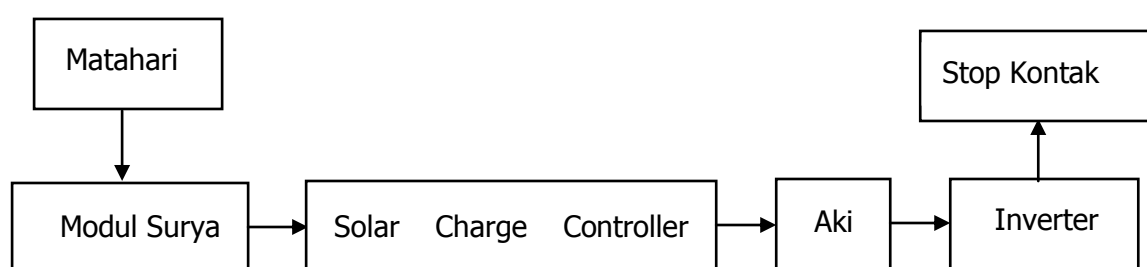
Modul surya memiliki kelemahan dimana daya keluarannya tergantung kepada kondisi cahaya matahari. Ketika cahaya matahari redup, arus keluaran modul surya bisa *drop* secara drastis, sehingga daya keluarannya tidak digunakan secara maksimal (**Darmawan, 2011**). Penulis mencoba memecahkan masalah tersebut dengan rangkaian *maximum power point tracker* dengan topologi *buck converter* dimana rangkaian tersebut akan memaksa modul surya mengeluarkan daya maksimalnya ketika cahaya matahari redup (berawan), sehingga pengisian ke aki/baterai tetap maksimal.

Dalam perancangan penelitian ini penulis memilih *handphone* sebagai beban dikarenakan di Indonesia ini masih banyak wilayah-wilayah yang sudah terjangkau sinyal tetapi belum terjangkau oleh infrastruktur listrik. Maka dari itu perancangan sistem ini dianggap tepat untuk permasalahan tersebut.

2. METODOLOGI RANCANGAN

2.1 Perancangan Sistem

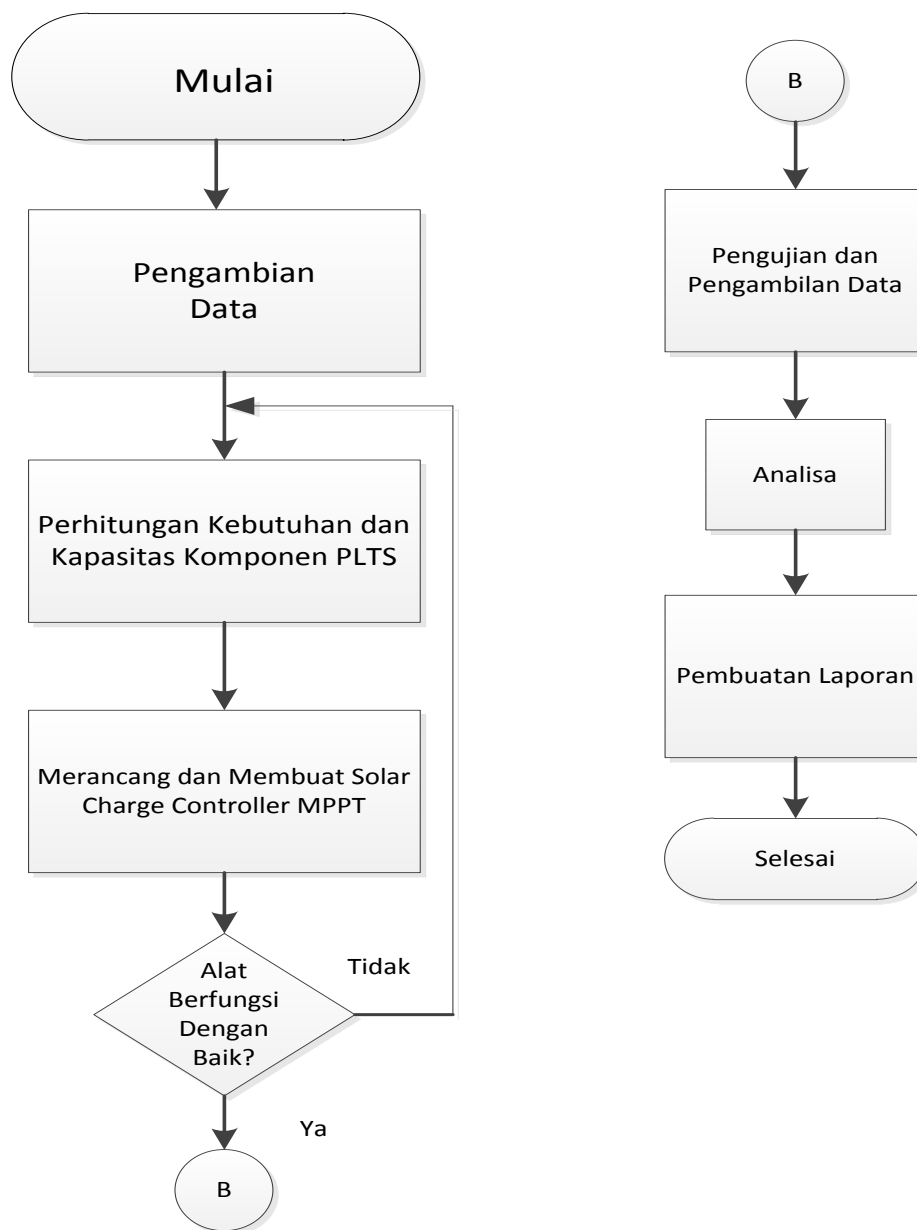
Perancangan sistem yang akan dijadikan penelitian memiliki beberapa langkah di dalam penyelesaiannya. Berikut dijelaskan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Pada saat modul surya terkena cahaya matahari, maka sel surya akan merubah cahaya matahari menjadi listrik searah (DC). Dengan adanya *solar charge controler* MPPT, maka MPPT ini akan memaksa modul surya untuk mengeluarkan daya maksimalnya (**Harmini, 2010**). *Solar charge controller* MPPT dapat menjaga agar tegangan dan charging dari modul surya ke baterai maupun ke load (inverter) dapat terus berlangsung walaupun saat mendung atau matahari redup. Secara ringkas dapat disampaikan bahwa input tegangan pada controller MPPT dapat jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan *charge controller* PWM. Lalu akan diteruskan ke aki untuk penyimpanan listrik. Aki juga bertugas untuk mengalirkan

listrik ke inverter apabila mendapat suplai lebih (aki tidak kosong). Aki akan meneruskan ke inverter, dimana inverter akan merubah listrik DC menjadi AC dengan tegangan keluaran 220V. Dari inverter dihubungkan ke stop kontak berlubang 5. Maka dari itu jika ada orang yang ingin mencharge *handphone*-nya tinggal mencolokkan saja *charger* Handphone-nya ke stop kontak tersebut. Berikut *flowchart* sistem seperti yang digambarkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. *Flowchart* Sistem

2.2 Spesifikasi Peralatan

Dalam merancang sistem ini dibutuhkan peralatan-peralatan yang sesuai sehingga sistem dapat berjalan dengan baik. Dalam perancangan sistem ini, digunakan spesifikasi peralatan seperti modul surya, baterai/aki dan inverter sebagai berikut.

1. Spesifikasi Modul Surya

Spesifikasi modul surya yang digunakan untuk penelitian ini seperti yang disebutkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Modul Surya

Jenis Cell-Mono / Polycrystalline	Jumlah	36 cells
Daya maksimum	Pm	100 Wp
Tegangan Nominal	Vnom	12 Vdc
Arus Hubung Singkat	Isc	6,84 A \pm 5%
Arus Daya Maksimum	Ipm	5,82 A
Tegangan Kerja Terbuka	Voc	21,75 Vdc \pm 5%
Tegangan Nominal Maksimum	Vpm	17,19 Vdc \pm 5%
Dimensi (LxWxH)	mm	1020x670x35mm
Suhu Kerja	$^{\circ}$ C	-40 s/d 50

2. Spesifikasi Aki/Battery

Spesifikasi aki/battery yang digunakan untuk penelitian ini seperti yang disebutkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Aki/ Battery

Merk Baterai yang digunakan	Yuasa NS 60L(S) MF - 46B24L(S)
Jumlah Baterai	1 Unit
Jenis Baterai	Aki Maintenance Free
Tegangan nominal Baterai	12 Volt
Kapasitas Baterai	45 Ah
Dimensi	238x129x202 mm

3. Spesifikasi Inverter

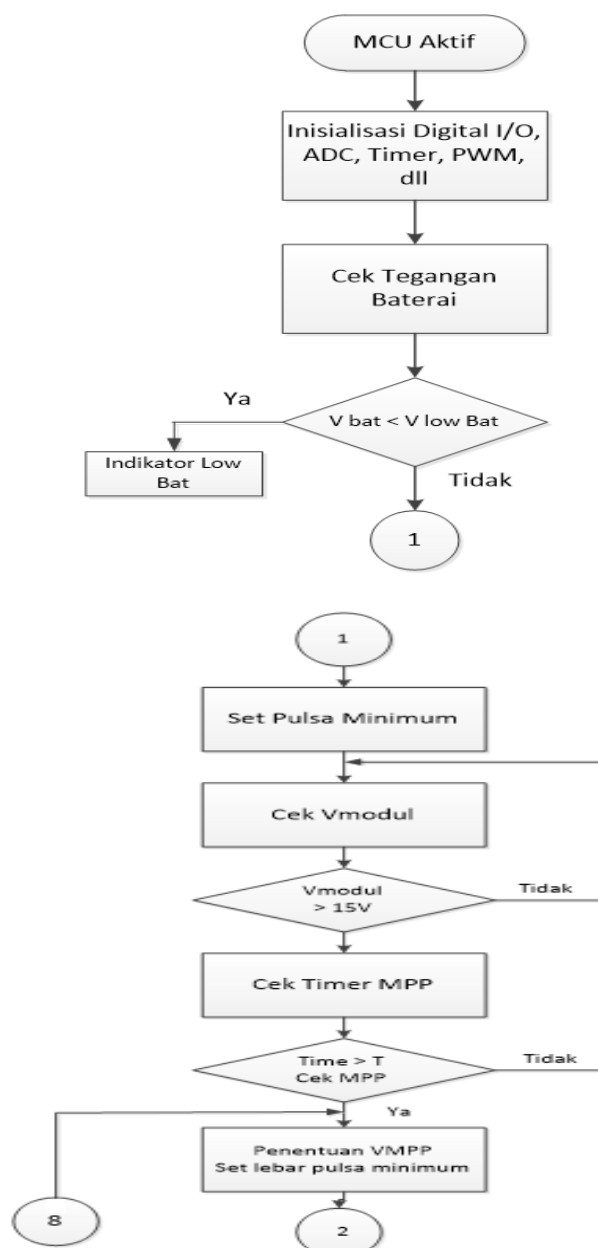
Spesifikasi inverter yang digunakan untuk penelitian ini seperti yang disebutkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Inverter

Jumlah Inverter	1 unit
Power	150 Watt
Tegangan input nominal	12 VDC
Tegangan input maksimal	14 VDC
Tegangan Output nominal	220 Volt

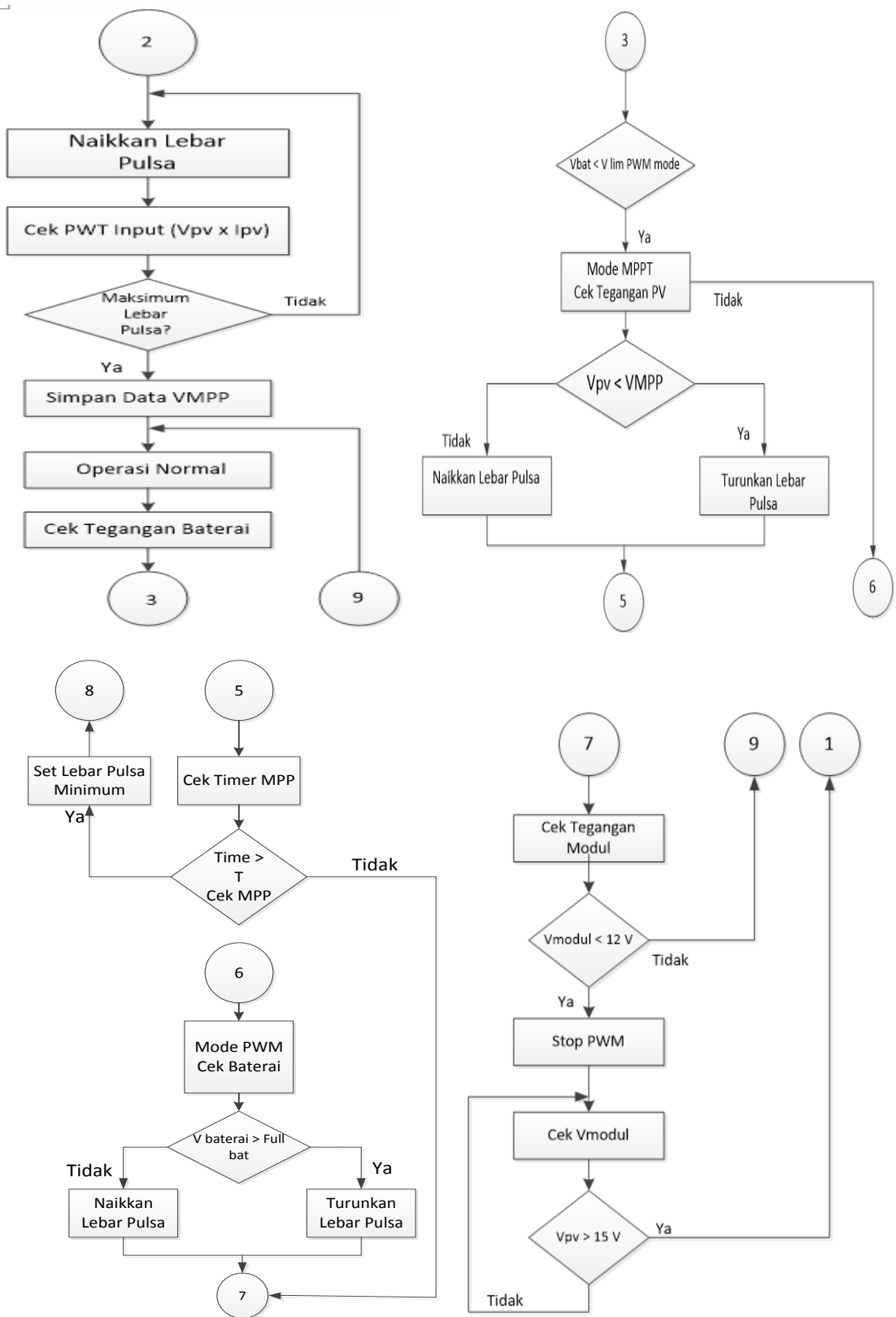
2.3 Perancangan dan Kebutuhan *Controller* MPPT

Maximum Power Point Tracking atau sering disingkat dengan MPPT merupakan sebuah sistem elektronik yang dioperasikan pada sebuah panel surya sehingga panel surya bisa menghasilkan daya maksimum (**Nugroho, 2011**). Perlu diperhatikan, MPPT bukanlah sebuah sistem tracking mekanik yang digunakan untuk mengubah posisi modul terhadap posisi matahari sehingga mendapatkan energi maksimum matahari. MPPT benar-benar sebuah sistem elektronik yang bisa menelusuri titik daya maksimum *power* yang bisa dikeluarkan oleh sebuah panel PV. Sistem MPPT bekerja dengan cara memaksa panel surya agar bekerja pada titik daya maksimumnya, sehingga daya yang mengalir ke beban adalah daya maksimal (**Morales, 2000**). Pada umumnya digunakan DC-DC converter dalam sebuah sistem MPPT untuk menggeser daya operasi dari panel surya menjadi titik daya maksimalnya. Gambar 3 menjelaskan bagaimana cara kerja MPPT untuk memaksimalkan daya dari modul surya.



Gambar 3. Flowchart MPPT Bagian I

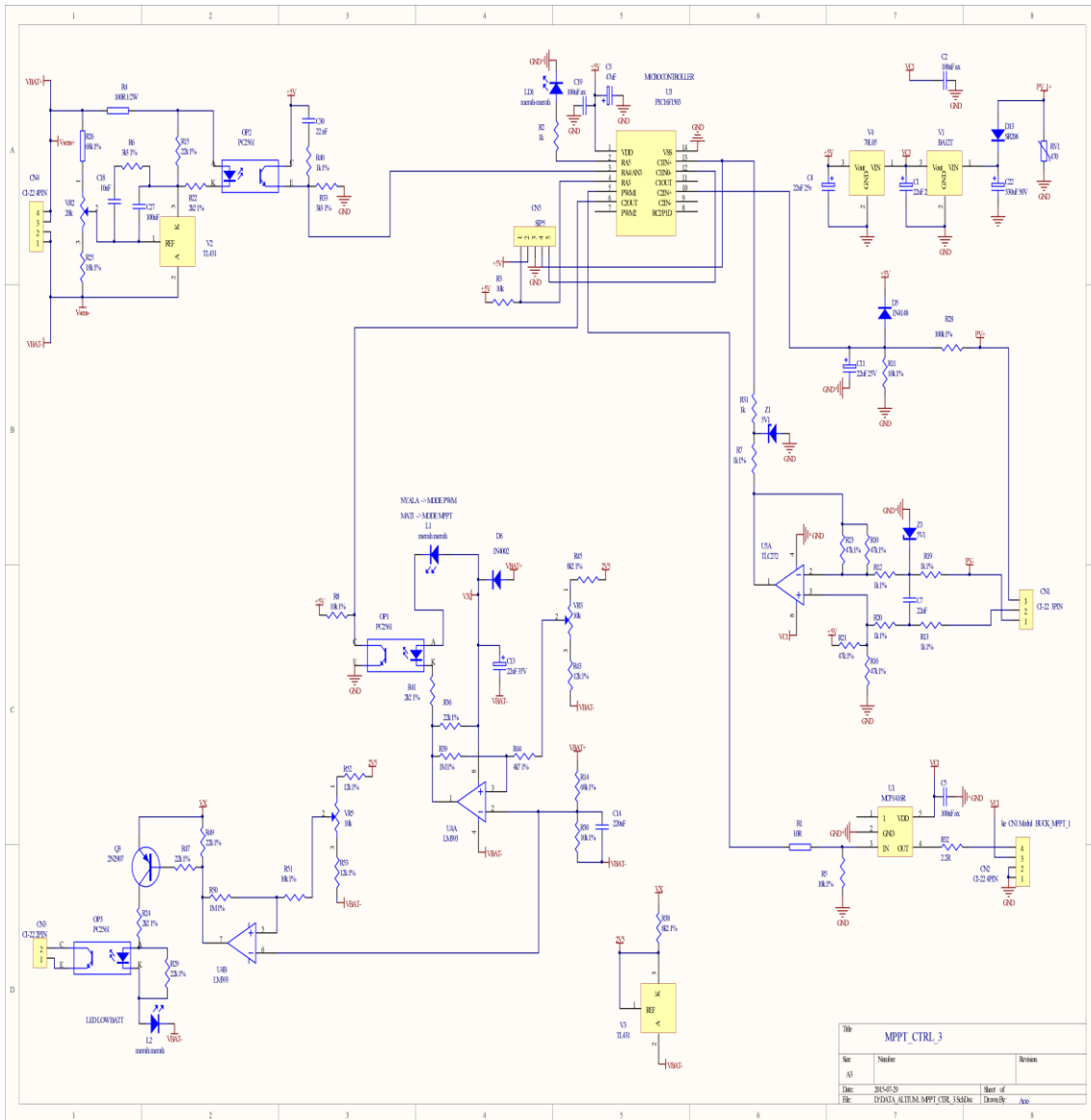
Gambar 4 merupakan lanjutan dari flowchart seperti yang digambarkan oleh Gambar 3. Pada Gambar 4 terlihat bagaimana mikrokontroler mempertahankan tegangan maksimal yang sudah diingatnya.



Gambar 4. Flowchart MPPT Bagian II

B. Perancangan Rangkaian Kontrol MPPT

Gambar 6 menggambarkan rangkaian kontrol MPPT yang direalisasikan. Terdapat beberapa rangkaian seperti rangkaian catu daya, rangkaian pengukur tegangan, rangkaian penguat tegangan, dan rangkaian pengukur tegangan baterai.



Gambar 6. Rangkaian Kontrol MPPT

Pada rangkaian kontrol ini ada dua algoritma yang dijalankan:

1. Pada saat lampu indikator rangkaian MPPT menyala, itu menandakan bahwa selama 6 detik mikrokontroler PIC16F1503 sedang mencari daya maksimal yang dihasilkan modul surya persekian detiknya dengan cara:

$$P_{maksimum} = I_{OUT} \text{ modul surya} + V_{OUT} \text{ modul surya}$$

Selama 6 detik itu, mikrokontroler PIC16F1503 akan mencatat setiap P_{out} yang dihasilkan modul surya. Dan mikrokontroler akan mengingat daya paling maksimum yang dihasilkan modul surya dalam 6 detik itu.

2. Algoritma yang terakhir adalah mikrokontroler PIC16F1503 akan mempertahankan daya paling maksimal yang telah didapat dari algoritma pertama. Maka dari itu kalau dilihat sinyal PWM yang dikirim dari mikrokontroler PIC16F1503 ke MOSFET, sinyal tersebut akan membesar dan mengecil. Itu membuktikan bahwa mikrokontroler PIC16F1503 sedang berupaya mempertahankan daya paling maksimum yang diingatnya selama 6 detik tadi. Lampu indikator di setting setiap 30 detik menyala, dan ketika lampu indikator menyala kembali dia akan mencari daya paling maksimal per 6 detik seperti langkah pertama dan begitu seterusnya sehingga didapatkan daya keluaran paling maksimum per 30 detiknya.

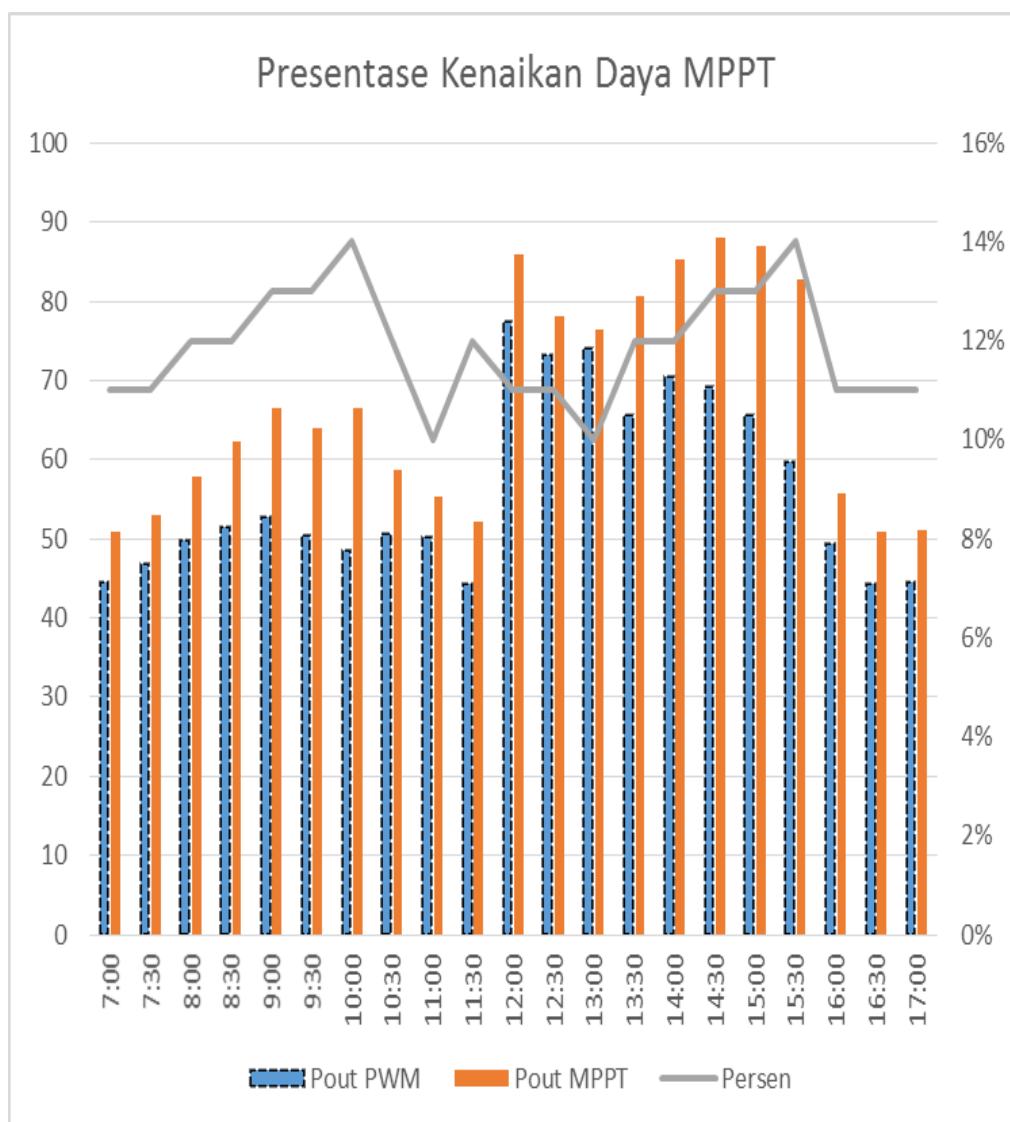
3. PENGUJIAN ALAT DAN ANALISIS

Pengujian *controller* MPPT yang dilakukan adalah membandingkan daya keluaran MPPT dengan *controller* PWM seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 5.

**Tabel 5. Presentase Kenaikan Daya Keluaran MMPT dibandingkan PWM
Pada Tanggal 22 Agustus 2015**

Jam	Pout Charge Controller PWM	Pout Charge Cotroller MPPT	Presentase Kenaikan Daya
07.00 WIB	44,46 Watt	50,83 Watt	11 %
07.30 WIB	46,83 Watt	53,06 Watt	11%
08.00 WIB	49,81 Watt	57,95 Watt	12 %
08.30 WIB	51,45 Watt	62,36 Watt	12 %
09.00 WIB	52,68 Watt	66,45 Watt	13 %
09.30 WIB	50,55 Watt	63,87 Watt	13 %
10.00 WIB	48,55 Watt	66,456 Watt	14 %
10.30 WIB	50,69 Watt	58,615 Watt	12 %
11.00 WIB	50,26 Watt	55,313 Watt	10 %
11.30 WIB	44,42 Watt	52,05 Watt	12 %
12.00 WIB	77,43 Watt	85,92 Watt	11 %
12.30 WIB	73,3 Watt	78,12 Watt	11 %
13.00 WIB	74,06 Watt	76,5 Watt	10 %
13.30 WIB	65,63 Watt	80,6 Watt	12 %
14.00 WIB	70,56 Watt	85,26 Watt	12 %
14.30 WIB	69,18 Watt	88,08 Watt	13 %
15.00 WIB	65,667 Watt	86,97 Watt	13 %
15.30 WIB	59,7 Watt	82,66 Watt	14 %
16.00 WIB	49,4 Watt	55,64 Watt	11 %
16.30 WIB	44,34 Watt	50,96 Watt	11 %
17.00 WIB	44,61 Watt	51 Watt	11 %

Pada Tabel 5 terlihat daya keluaran antara *solar charge controller* MPPT dan PWM, sangat jelas bahwa daya keluaran yang dihasilkan oleh *solar charge* MPPT lebih besar daripada daya keluaran dari *solar charge controller*. Rata-rata kenaikan daya keluaran jika memakai *solar charge controller* MPPT adalah 11% lebih besar jika dibandingkan dengan menggunakan *solar charge controller* PWM. Bila dilihat dari data Tabel 5 presentase kenaikan daya output *solar charge controller* MPPT justru lebih terasa jika matahari mulai redup (berawan) jika dibandingkan dengan *solar charge controller* PWM. Maka dari itu metoda *maximum power point tracker* dianggap tepat untuk memaksimalkan daya pada saat matahari mulai redup, terkecuali pada saat malam hari karena tegangan keluaran (V_{out}) modul surya adalah 0 V_{DC} . Berikut adalah tampilan grafiknya seperti yang digambarkan oleh Gambar 7.



Gambar 7. Presentase Kenaikan Daya MPPT

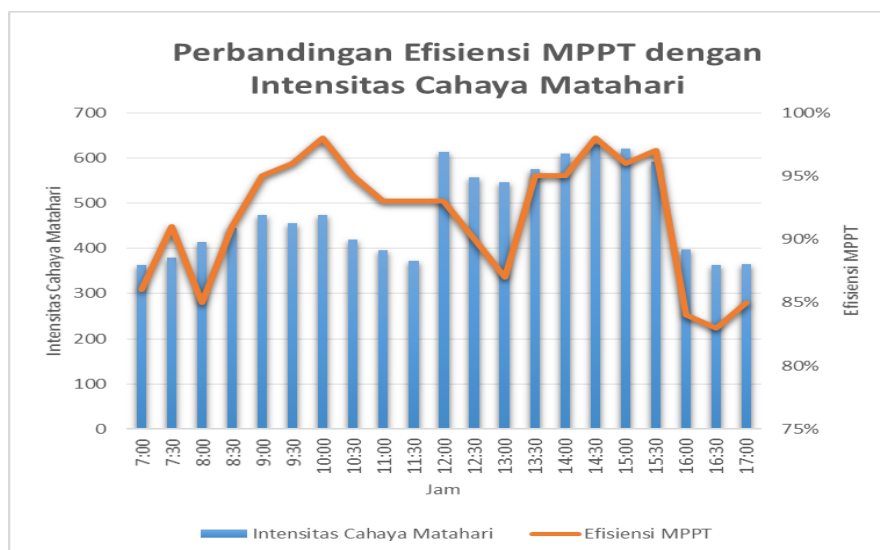
Sekarang mari kita lihat data intensitas cahaya matahari pada saat pengukuran yaitu tanggal 22 Agustus 2015 dengan menggunakan alat ukur Solar Meter. Pengambilan data ini dilakukan agar memperkuat data hasil pengukuran *solar charge controller* MPPT yang dianggap solusi untuk PLTS pada saat langit mendung/berawan. Pada Tabel 6 diperoleh data intensitas cahaya matahari di lingkungan kampus Institut Teknologi Nasional Bandung pada

tanggal 22 Agustus 2015. Berikut data yang telah diambil dari pengukuran seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 6.

Tabel 6. Intensitas Cahaya Matahari di Lingkungan ITENAS Tanggal 22 Agustus 2015

No	Kondisi Matahari		Jam	Intensitas Cahaya Matahari (w/m ²)
	Cerah	Berawan		
1	✓		07.00	362,9
2	✓		07.30	378,84
3	✓		08.00	413,76
4	✓		08.30	445,25
5	✓		09.00	474,453
6		✓	09.30	456,03
7		✓	10.00	474,5
8		✓	10.30	418,5
9		✓	11.00	395
10		✓	11.30	372
11	✓		12.00	613
12		✓	12.30	557,7
13	✓		13.00	546,2
14	✓		13.30	575,5
15	✓		14.00	608,75
16	✓		14.30	628,89
17	✓		15.00	620,96
18			15.30	591
19		✓	16.00	397,26
20		✓	16.30	363,85
21		✓	17.00	364,1

Setelah kita mendapatkan data intensitas cahaya matahari, mari kita lihat perbandingan daya keluaran *solar charger controller* MPPT terhadap intensitas cahaya matahari seperti yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan Efisiensi MPPT Terhadap Intensitas Cahaya Matahari

Setelah kita mengukur *solar charge controller* MPPT, mari kita ukur tegangan aki/*battery*. Berikut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tegangan Aki Tergantung Kondisi

Kondisi Aki	Tegangan
Full	14,3 V _{DC}
Low	10,87 V _{DC}

Selain dari kondisi aki, tegangan aki/*battery* juga tergantung kepada beban itu sendiri. Semakin banyak *handphone* yang dicas maka akan semakin kecil pula tegangan aki/*battery*. Berikut datanya seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengukuran Aki/ Battery

Kondisi Aki	Tegangan
Tidak Berbeban	12,43 V _{DC}
Dibebani 1 HP	12,34 V _{DC}
Dibebani 2 HP	12,28 V _{DC}
Dibebani 3 HP	12,21 V _{DC}
Dibebani 4 HP	12,19 V _{DC}
Dibebani 5 HP	11,98 V _{DC}

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pengukuran dan pengujian sistem ini adalah sebagai berikut.

1. Daya output *solar charge controller* MPPT terbukti lebih besar bila dibandingkan dengan daya output *solar charge controller* PWM. Keunggulan daya keluaran *solar charge controller* MPPT jika dirata-rata naik 11% jika dibandingkan dengan *charge controller* PWM.
2. Bila dilihat dari pengujian alat, presentase kenaikan daya output *solar charge controller* MPPT justru lebih terasa jika matahari mulai redup (sore hari) jika dibandingkan dengan *solar charge controller* PWM. Maka dari itu metoda *maximum power point tracker* dianggap tepat untuk memaksimalkan daya pada saat matahari mulai redup (sore hari).
3. Sinyal PWM menuju MOSFET akan selalu bergerak (melebar dan mempersempit), ini dikarenakan Mikrokontroler PIC16F1503 menjaga daya maksimum yang sudah direkamnya dalam per 30 detik.
4. Apabila tegangan keluaran dari modul surya kurang dari 12V maka *solar charge* MPPT akan OFF dan suplai murni dari aki.

5.2 Saran

1. Dalam merancang *solar charge controller* MPPT selanjutnya dapat dikembangkan dengan topologi *boost-buck* converter untuk dapat menaikkan dan menurunkan tegangan.
2. Banyak metoda dalam sistem MPPT ini, diharapkan selanjutnya perancangan MPPT pada panel surya dengan menggunakan metode *fuzzy*.

DAFTAR RUJUKAN

- Nugroho, T.A., (2011) "*Desain dan Implementasi MPPT dengan metode Maximum Power Line untuk Photovoltaic dengan Kompensasi Suhu*", Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Rashid, H.M., (2001) "Power Electronics handbook, University of Florida, University of West Florida Joint rogram and Computer Engineering University of West Florida Pensacola, Florida.
- Massing, Ir., MT, (2002) "*Pembangkit Tenaga Listrik*. Course Note Jurusan Teknik Elektro, Samarinda.
- Harmini, (2010) "*Implementasi MPPT (Maximum Power Point Tracker) DC-DC Converter pada Sistem Photovoltaic dengan Menggunakan Algoritma Tegangan Konstan, Perturb and Observe (P&O) dan Incremental Conductance*", Tesis, Magister Sistem Teknik, Program Minat Studi Mikrohidro, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Darmawan, D., (2011) "*Perancangan Maximum Power Point Tracker (MPPT) untuk Panel Surya Menggunakan Konverter Cuk dengan Metode Hill Climbing*", Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Morales, D., (2000) "*Maximum Power Point Tracking Algorithms for Photovoltaic Applications*", Tesis, Master of Science in Technology, School of Science and Technology, Aalto University.