

RANCANG BANGUN CATU DAYA TENAGA SURYA UNTUK AUDIO MOBIL (HARDWARE)

Ir. Sutedjo.MT¹, Rusiana, ST², Guruh Wibisono³

¹ Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

² Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

³ Mahasiswa D3 Jurusan Teknik Elektro Industri

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya - ITS

Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111

Email : guruh_wibie@yahoo.com

ABSTRAK

Pada saat ini, di dunia terjadi krisis energi yang sangat berpengaruh pada kehidupan manusia. Karena hal inilah manusia selalu berpikir untuk menciptakan suatu energi alternatif untuk mengatasi masalah tersebut. Penggunaan solar cel adalah salah satu aplikasi dari sumber energy alternative. Solar cell adalah suatu alat yang dapat mengkonversi energy cahaya matahari menjadi sumber energy listrik.

Selain itu seiring dengan perkembangan jaman, penggunaan perangkat audio-video mobil sebagai sarana hiburan ketika mengendarai mobil sudah sangat menjamur di masyarakat. Tapi dari hal ini muncul suatu permasalahan baru pada mobil, yaitu sumber tegangan utama pada mobil (accu) mengalami drop tegangan akibat dari penggunaan perangkat audio-video mobil yang memiliki daya besar.

Salah satu solusi dari masalah tersebut adalah dengan menggunakan sumber energi alternatif catu daya tenaga surya untuk audio mobil. Alat ini dibangun dengan sumber tegangan berasal dari solar cell, buck boost converter sebagai regulator tegangan yang digunakan untuk mengisi perangkat-perangkat elektronika. ADC channel pada mikrokontroler digunakan sebagai umpan balik bagi kontroler yang juga terdapat pada mikrokontroler digunakan agar ouput konverter dapat dijaga pada nilai tertentu melalui pengaturan duty cycle PWM yang mengendalikan konverter. Dengan menggunakan metode pengkondisian, output tegangan dapat dijaga nilainya.

Kata kunci : Accu, solar cell, konverter, ADC Channel, PWM.

1. PENDAHULUAN

Dengan gaya hidup masyarakat masa kini dan seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan audio pada mobil menjadi pilihan masyarakat sebagai hiburan ketika berkendara di jalan raya untuk menghilangkan kejenuhan akibat macet dan jarak tempuh yang jauh.

Perangkat audio-video mobil yang biasanya terdiri dari *sound sistem*, LCD TV dan *tape recorder* jelas membutuhkan catu daya. Selama ini catu daya untuk audio mobil diperoleh dari accu pada mobil. Akibat kelebihan beban, accu mobil menjadi drop dan sulit untuk menghidupkan mesin mobil. Hal ini merupakan salah satu kerugian apabila memasang perangkat audio mobil dengan catu daya langsung dari accu mobil.

Salah satu solusi masalah tersebut adalah dengan tidak mengambilkan catu daya untuk perangkat audio mobil langsung dari accu mobil. Dengan mengkonversikan energi cahaya matahari menjadi energi listrik, maka energi

listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengisi batere.

Tegangan output yang dihasilkan oleh solar cell akan digunakan sebagai input rangkaian buck boost converter agar mampu untuk mengisi batere. Kinerja dari rangkaian buck boost converter ini diatur oleh mikrokontroler untuk mengatur nilai *duty cycle* agar tegangan output dari buck boost converter dapat digunakan untuk mengisi batere. Solar cell yang akan digunakan adalah solar cell dengan kapasitas 20 WP dengan tegangan output 8V - 20V tergantung dari intensitas cahaya matahari. Penggunaan rangkaian battery charger pada alat ini adalah untuk membatasi arus pengisian batere sehingga nilai arus tetap terjaga pada nilai nominal arus pengisian untuk menghindari kerusakan pada batere. Batere digunakan sebagai catu daya dari perangkat audio-video mobil yang terdiri dari *sound sistem*, LCD TV dan *tape recorder*. Untuk menjaga agar tegangan masuk ke audio-video tetap maka digunakan rangkaian regulator DC.

Sistem ini diharapkan tidak akan mengganggu kinerja accu mobil karena catu daya dari audio-video menggunakan rangkaian yang terpisah. Pada kondisi siang hari sistem ini akan dapat terus beroperasi karena solar cell akan mendapatkan intensitas cahaya dari matahari yang cukup, tetapi bila malam hari sistem ini hanya dapat beroperasi dalam jangka waktu tertentu.

2. DASAR TEORI

2.1 ENERGI SURYA

Suatu sumber energi listrik yang memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi diubah menjadi listrik. Pada kenyataannya *solar cell* juga sebagai sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan di masa yang akan datang, energi ini tidak mempunyai polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi, berlimpah sumber energi matahari yang berasal dari alam, terutama di negara-negara tropis seperti Indonesia yang akan menerima energi matahari sepanjang tahun.

Proses konversi energi matahari menjadi energi listrik, ketika cahaya bersentuhan dengan solar cell akan diserap oleh bahan semikonduktor bertipe p dan n (p-n junction semiconductor), sehingga akan terjadi pelepasan elektron. Perubahan sigma gaya-gaya pada bahan terjadi apabila elektron bergerak menuju bahan semikonduktor pada lapisan yang berbeda maka akan terjadi perpindahan electron dari pita konduksi ke pita valensi. Gaya tolakan antar bahan semikonduktor akan menyebabkan aliran medan listrik.

Berikut adalah bahan-bahan yang dipakai sebagai bahan pembuatan *solar cell* antara lain sebagai berikut:

a. Single-crystalline silicon

Dibuat dari silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentuk kubus. Sekarang single-crystalline dapat dibuat setebal 200 mikron, dengan nilai efisiensi sekitar 24%.

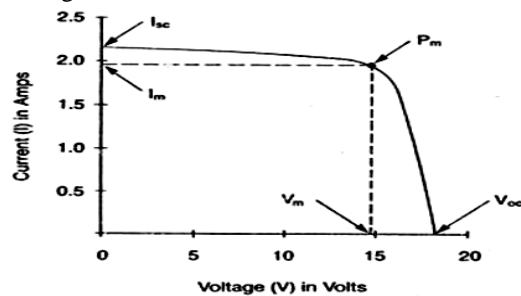
b. Multi-crystalline silicon

Dibuat dari peleburan silikon dalam tungku keramik, kemudian pendinginan perlahan untuk mendapatkan bahan campuran silikon yang akan timbul diatas lapisan silikon. Sel ini kurang efektif dibanding dengan sel polycrystalline (efektivitas 18%), tetapi biaya lebih murah.

c. Gallium Arsenide (GaAs)

GaAs adalah suatu atom dari golongan periodik III dan V yang digunakan untuk sel surya dengan efisiensi 25%.

Karakteristik kerja dari solar cell ketika sinar matahari jatuh pada diode silikon (*silikon cell*) akan menghasilkan *photon*. Secara konstan yang akan menghasilkan energi ± 0.5 volt - 0.6 volt pada 2 ampere. Dengan kekuatan radiasi cahaya matahari $1000 \text{ W/m}^2 = "1 \text{ sun}"$ akan menghasilkan arus listrik (I) sekitar 30 mA/cm^2 per sel surya. Pada gambar 1 ditunjukkan grafik I-V yang menggambarkan keadaan sebuah sel surya beroperasi secara normal. Solar cell menghasilkan energi maksimum jika nilai V_m dan I_m juga maksimum. Sedangkan I_{sc} adalah arus listrik maksimum pada nilai tegangan = nol; I_{sc} berbanding langsung dengan tersedianya sinar matahari. V_{oc} adalah volt maksimum pada nilai arus = nol; V_{oc} naik secara logaritma dengan peningkatan intensitas cahaya matahari, karakteristik ini memungkinkan solar cell untuk mengisi accu.



Gambar 2.1 Grafik I-V curve¹⁾

Keterangan Gambar 1 :

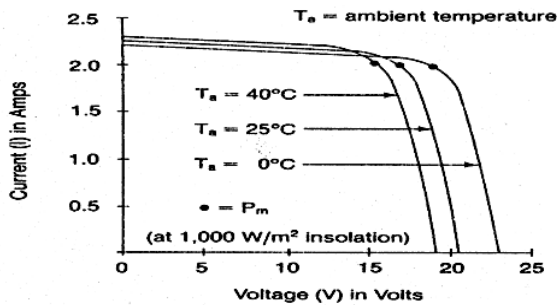
- I_{sc} = Arus hubung singkat.
- V_{sc} = Tegangan tanpa beban.
- V_m = Tegangan maksimum.
- I_m = Arus maksimum.
- P_m = Daya maksimum.

Faktor pengoperasian *maximum solar cell* sangat tergantung pada :

- a. Ambient air temperature.
- b. Radiasi solar matahari (*insolation*).
- c. Kecepatan angin bertiup.
- d. Keadaan atmosfer bumi.
- e. Orientasi panel atau array PV.
- f. Posisi letak sel surya (*array*) terhadap matahari (*tilt angle*).

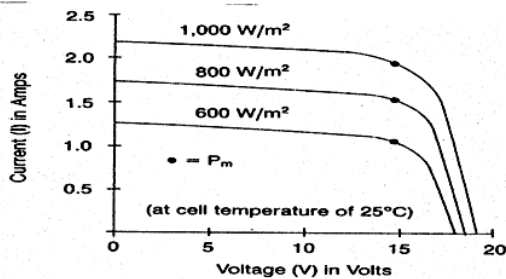
¹⁾Abdul Kadir, "Energi Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik Dan Potensi Ekonomi" Edisi kedua, hal 18.

Sebuah Sel surya dapat beroperasi secara maksimum jika temperatur sel tetap normal (pada 25 derajat celsius), kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada solar cell akan melemahkan *voltage open circuit* (V_{oc}). Setiap kenaikan temperatur sel surya 1 derajat celsius (dari 25 derajat) akan berkurang 0.4 % pada total tenaga yang dihasilkan atau akan melemah 2x lipat untuk kenaikan temperatur sel per 10 °C.



Gambar 2.2 Grafik arus terhadap temperature²⁾

Radiasi matahari di bumi dan di berbagai tempat adalah bervariasi, dan sangat tergantung keadaan intensitas cahaya ke permukaan bumi. Intensitas cahaya matahari akan banyak berpengaruh pada arus (I) dan sedikit pada tegangan(V).



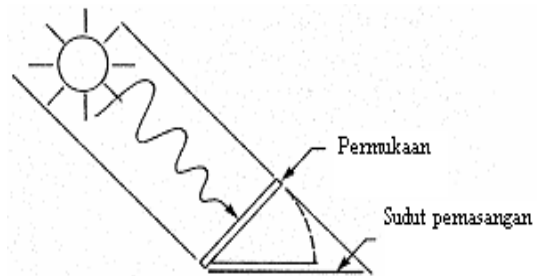
Gambar 2.3 Grafik arus terhadap tegangan³⁾

Kecepatan angin disekitar lokasi deretan solar cell dapat membantu mendinginkan permukaan temperatur kaca-kaca pada deretan solar cell. Keadaan atmosfer bumi berawan, mendung, jenis partikel debu udara, asap, uap air udara (Rh), kabut dan polusi sangat menentukan hasil maksimum arus listrik dari deretan solar cell.

Orientasi dari rangkaian solar cell ke arah matahari secara optimum adalah penting agar

panel/deretan solar cell dapat menghasilkan energi maksimum. Selain arah orientasi, sudut orientasi (*tilt angle*) dari panel/deretan solar cell juga sangat mempengaruhi hasil energi maksimum (lihat penjelasan *tilt angle*). Sebagai pegangan untuk lokasi yang terletak di belahan utara garis Khatulistiwa (*latitude*), maka panel/deretan solar cell sebaiknya diorientasikan ke Selatan, orientasi ke timur-barat walaupun juga akan dapat menghasilkan sejumlah energi dari panel-panel/deretan solar cell, tetapi tidak akan mendapatkan energi matahari optimum.

Tilt angle (sudut orientasi matahari) mempertahankan sinar matahari jatuh ke sebuah permukaan panel PV secara tegak lurus akan mendapatkan energi maksimum $\pm 1000 \text{ W/m}^2$ atau 1 kW/m^2 . Kalau tidak dapat mempertahankan posisi tegak lurus antara sinar matahari dengan bidang solar cell, maka ekstra luasan bidang panel solar cell dibutuhkan pengaturan bidang panel solar cell terhadap *sun altitude* yang berubah setiap jam dalam sehari.



Gambar 2.4 Ekstra luasan panel PV dalam posisi datar⁴⁾

2.2 Rangkaian Buck-boost converter

Pada beberapa aplikasi industri, diperlukan peralatan yang dapat mengubah sumber tegangan DC tetap menjadi tegangan DC yang variabel yaitu menggunakan DC *chopper* dan biasa disebut DC – DC konverter. DC *chopper* dapat digunakan sebagai regulator mode pensaklaran untuk mengubah tegangan DC, yang tidak teregulasi menjadi tegangan DC yang teregulasi. Untuk mengatur frekwensi pada PWM (*Pulse Widht Modulation*) menggunakan BJT, MOSFET, atau IGBT.

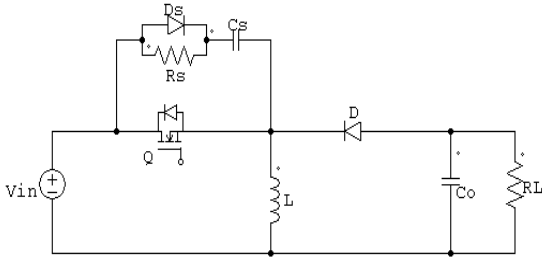
Susunan kerja untuk rangkaian *buck-boostconverter* ditunjukkan pada Gambar 5 ketika transistor on maka arus masuk ke induktor. Arus pada induktor akan naik secara linear, apabila saklar MOSFET ditutup selama waktu t_1 , arus

²⁾ ibid, hal 18

³⁾ ibid, hal 18

⁴⁾ ibid, hal 19.

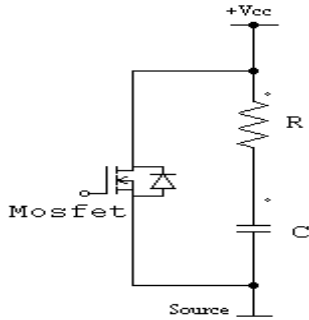
induktor akan naik dan energi disimpan pada induktor L dan kapasitor C. Apabila saklar dibuka selama waktu t_2 , energi yang tersimpan pada induktor akan dipindahkan ke beban melalui dioda D_1 dan arus induktor menjadi jatuh.



Gambar 2.5 Rangkaian buck-boostconverter

2.3 Rangkaian snubber

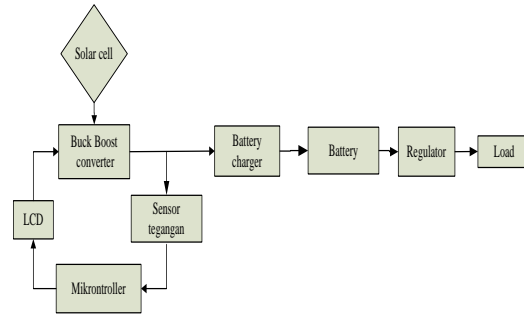
Pada rangkaian converter DC-DC dibutuhkan rangkaian snubber untuk memotong tegangan V_{ds} yang mempunyai spike terlalu tinggi/melampaui tegangan V_{ds} pada mosfet. Untuk rangkaian buck boost converter setelah disupply tegangan pada sisi input, tegangan spike yang ditimbulkan oleh induktansi bocor (*leakage inductance*) cukup tinggi. Untuk itu digunakan rangkaian snubber yang akan meredam tegangan spike tersebut.



Gambar 2.1. Rangkaian snubber

3. PERANCANGAN PERANGKAT KERAS (HARDWARE)

3.1 SKEMA DIAGRAM SISTEM



Gambar 3.1 Blok diagram sistem

Sebelum merancang perangkat lunak, yang perlu diketahui terlebih dulu adalah susunan dari sistem yang akan dibangun (blok diagram sistem). Secara keseluruhan gambaran sistem yang dibangun pada sistem pengaturan ini dapat dilihat pada gambar 3.1. Sistem ini terdiri dari empat bagian utama (*main block*) yaitu, bagian sensor, kontroler DC-DC Converter dan battery charger.

Pada sistem ini hanya terdiri dari dua buah sensortegangan, yaitu sensor tegangan dari Buck Boost Converter dan dari accu. Sensor tegangan berfungsi untuk membaca nilaiteganganoutput dari Buck Boost Converter dan accu. Parameter tegangan yang terbaca ini nantinya akan digunakan sebagai masukan dari kontroler. Hasil pembacaan dari sensor ini akan diolah oleh mikrokontroler dan selanjutnya ditampilkan ke LCD.

Pada bagian kontroler menggunakan mikrokontroler ATMegal6. Parameter masukan adalah berupa tegangan analog dari sensor tegangan yang kemudian dikonversi ke tegangan digital oleh ADC internal. Keluaran kontroler adalah berupa PWM terkontrol. Masukan dari sensor tegangan yang kedua adalah tegangan dari accu dan pembacaan sensor akan diolah oleh mikrokontroler untuk mengetahui status dari accu yang kemudian ditampilkan ke LCD.

Kemudian pada bagian DC-DC Converter yang digunakan adalah Buck Boost Converter dengan tegangan input antara 8-20V dan tegangan output 14,5V dengan cara mengatur nilai duty cycle pada penyulutan komponen semikonduktornya.

Bagian yang terakhir adalah battery charger. Rangkaian ini digunakan untuk mengisi accu dan akan mati secara otomatis apabila

tegangan accu sudah mencapai nilai 12V. Dan status dari accu akan ditampilkan pada LCD.

3.3.1 Solar Cell

Suatu sumber energi listrik yang memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi diubah menjadi listrik. Pada kenyataannya *solar cell* juga sebagai sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan di masa yang akan datang, energi ini tidak mempunyai polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi, berlimpah sumber energi matahari yang berasal dari alam, terutama di negara-negara tropis seperti Indonesia yang akan menerima energi matahari sepanjang tahun.

Pada sistem ini menggunakan solar cell dengan kapasitas 20 WP yang akan menghasilkan tegangan antara 8-20V dengan arus maksimal 1A. Penggunaan solar cell 20 WP ini dipilih karena tegangan dan arus yang dihasilkan sudah cukup digunakan untuk melakukan pengisian pada accu dan efisien terhadap penggunaannya pada mobil.

Pada solar cell ini, tegangan dan arus yang dihasilkan sangat berpengaruh pada intensitas cahaya matahari. Hal ini juga sangat berpengaruh terutama pada arus yang dihasilkan oleh solar cell. Maka dari itu, karena keterbatasan arus yang dihasilkan oleh solar cell, maka arus pengisian pada accu pun tidak bisa maksimal.



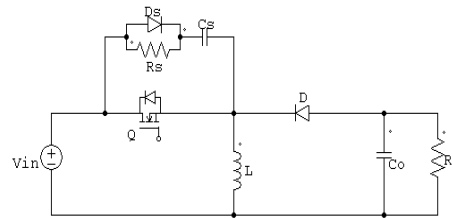
Gambar 3.2 Solar Cell

3.3.2 Perencanaan dan pembuatan Rangkaian Buck Boost Converter.

Pada beberapa aplikasi industri, diperlukan peralatan yang dapat mengubah sumber tegangan DC tetap menjadi tegangan DC yang variabel yaitu menggunakan DC *chopper* dan biasa disebut DC – DC konverter. DC *chopper* dapat digunakan sebagai regulator mode pensaklaran untuk mengubah tegangan DC, yang tidak teregulasi menjadi tegangan DC yang teregulasi. Untuk mengatur frekwensi pada

PWM (*Pulse Widht Modulation*) menggunakan BJT, MOSFET, atau IGBT.

Susunan kerja untuk rangkaian *buck-bostconverter* ditunjukkan pada Gambar 5 ketika transistor on maka arus masuk ke induktor. Arus pada induktor akan naik secara linear, apabila saklar MOSFET ditutup selama waktu t_1 , arus induktor akan naik dan energi disimpan pada induktor L dan kapasitor C. Apabila saklar dibuka selama waktu t_2 , energi yang tersimpan pada induktor akan dipindahkan ke beban melalui dioda D_1 dan arus induktor menjadi jatuh.



Gambar 3.3 Rangkaian *buck-boostconverter*

Pada perancangan Buck Boost Converter ini, komponen-komponen yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Komponen semi konduktor menggunakan MOSFET IRFP460.
- Fast recovery diode MUR1560.
- Snuber Diode FR370.
- $L = 0.5$ mH.
- $C_o = 517$ μ F 200V.
- $C_s = 1$ nF.
- $R_s = 5$ K Ω 20W.

Keterangan :

- L : Induktor
- Co : kapasitor output
- Cs : snuber capacitor
- Rs : snuber resistor



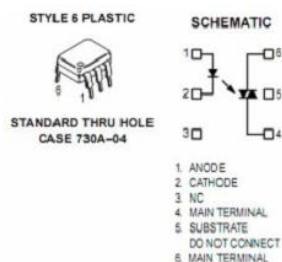
Gambar 3.4 Hardware Buck Boost Converter

Dengan perencanaan seperti pada uraian di atas, maka desain Buck Boost Converter ini memiliki tegangan input yang variable antara 8-

20V dan mampu menghasilkan tegangan output sesuai dengan set point tegangan yang diinginkan yaitu sebesar 14,5V. Dan nilai *duty cycle* nya diatur secara otomatis oleh mikrokontroler.

3.2.2. Optocoupler

Pada situasi tertentu, logika dengan tegangan rendah dan arus rendah mengontrol tegangan tinggi. Umumnya tidak lazim untuk menghubungkan antara rangkaian *low power control* dengan rangkaian beban *high power* yang dikontrol. Alasannya adalah adanya *noise* dari *high power* yang mengganggu *low power control*. Alasan lainnya adalah mungkin saja tegangan tinggi dari beban terumpan balik ke komponen pengendali yang mengakibatkan kerusakan. Oleh karena itu diperlukan isolasi sekaligus penguatan dari rangkaian *low power control*. *Optocoupler* adalah alat yang dipakai untuk mengkopel cahaya dari suatu sumber ke detektor tanpa adanya perantara. Oleh karena itu piranti ini disebut juga *optoisolator*. Sinyal listrik (arus) pada input diubah menjadi sinyal optik dengan menggunakan sumber cahaya (biasanya LED). Sinyal optik tersebut akan diterima oleh detektor untuk diubah kembali menjadi sinyal listrik. Bentuk dan diagram rangkaian *optocoupler* dapat dilihat dalam gambar 3.9.



Gambar 3.9. Optocoupler

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

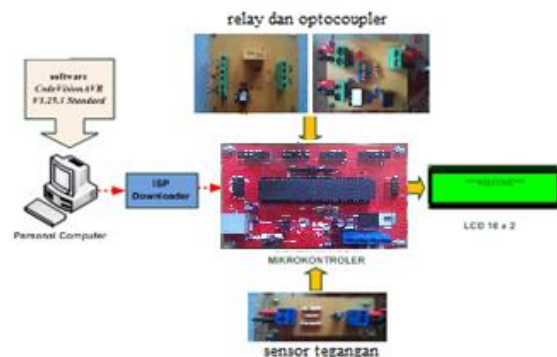
4.1 PENGUJIAN SISTEM MINIMUM MIKROKONTROLER

Tujuan dari pengujian rangkaian ini adalah untuk mengetahui apakah rangkaian sistem minimum ATmega 16 sudah dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan pengetesan pada jalur port-port yang dimiliki oleh mikrokontroler ATmega 16. Port-Port tersebut dihubungkan dengan perangkat input dan perangkat output yang digunakan dalam proyek akhir ini. Perangkat-perangkat tersebut

diantaranya adalah: *LCD character* 16x2, sensor tegangan, rangkaian *optocoupler*, dan *relay*. Cara pengujiannya yaitu terlebih dahulu IC mikrokontroler di isi program menggunakan software *CodeVisionAVR V1.25.3 Standard*. Setelah itu program di-*compile* dengan tujuan untuk mengetahui apakah program masih terdapat *error* atau tidak. Untuk men-*download* program, dilakukan dengan cara menghubungkan langsung mikrokontroler dengan PC menggunakan komunikasi paralel dan menggunakan rangkaian *ISP downloader* sebagai rangkaian *buffer*.

Peralatan yang digunakan dalam proses pengujian rangkaian sistem minimum ini adalah: modul rangkaian mikrokontroler ATmega 16 beserta perangkat input dan perangkat output yang digunakan dalam proyek akhir ini sebagai indikator keluaran port, rangkaian *power supply* sebagai catu daya, kabel konektor, rangkaian *ISP downloader* dan seperangkat PC beserta software *CodeWizardAVR V1.25.3 Standard*.

Blok diagram pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Blok diagram pengujian sistem minimum mikrokontroler

Listing program yang di-*download*-kan ke mikrokontroler dibuat untuk menyalakan PortA yang dihubungkan dengan sensor tegangan sebagai pembacaan ADC, PortC yang dihubungkan dengan *LCD character* 16x2 dan PortB yang dihubungkan dengan rangkaian *optocoupler* sebagai penyulutan sinyal PWM dan PortD yang dihubungkan dengan *relay*. Setelah program selesai di-*download* ke mikrokontroler, perangkat-perangkat yang terhubung dengan sistem minimum mikrokontroler tersebut dapat berfungsi dengan baik. Mikrokontroler dapat membaca ADC dari sensor tegangan yang terhubung dengan port A. LCD yang terhubung dengan PortC dapat menampilkan pesan sesuai dengan yang dituliskan pada program.

Rangkaian optocoupler yang terkoneksi dengan PortB juga bisa memberikan masukan dengan baik pada sistem minimum mikrokontroler. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Hasil pengujian LCD

Ada beberapa hal yang perlu mendapat perhatian penuh pada saat pengujian sistem minimum ini. Diantaranya adalah masalah kabel konektor, kabel konektor yang digunakan terutama pada LCD haruslah benar-benar terhubung dengan baik. Jika tidak maka data yang dikirim ke LCD akan mengalami *lossing* dan LCD tidak bisa bekerja secara maksimal.

4.2 PENGUJIAN SOLAR CELL 20 WP

Tujuan dari pengujian solar cell ini adalah untuk mengetahui karakteristik tegangan output dari solar cell berdasarkan waktu. Karena solar cell adalah salah satu sumber energi alternatif yang dapat mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Besarnya nilai tegangan output dari solar cell berdasarkan intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sel-sel pada luasan solar cell tersebut. Maka, hal ini dapat dikaitkan dengan waktu pengujian.

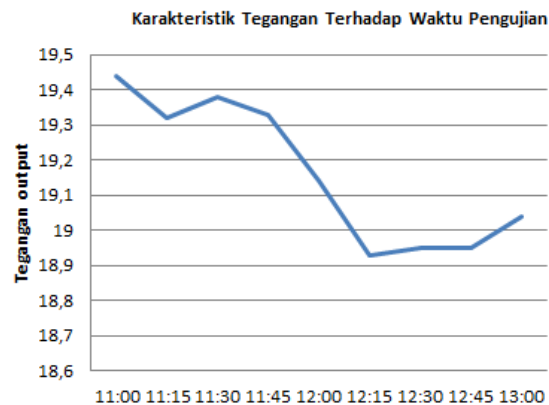
Solar cell yang digunakan pada sistem ini adalah 2 buah solar cell 10 WP yang dipasang secara paralel, sehingga karakteristiknya akan sama dengan solar cell 20 WP yaitu dapat menghasilkan tegangan output antara 8-20V dan arus maksimal 1A.

Data hasil pengujian solar cell berdasarkan waktu pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Data hasil pengukuran Tegangan output solar cell berdasarkan waktu pengujian.

Waktu	V solar cell (V)	Waktu	V solar cell (V)
10:00	19,16	13:15	19,10
10:15	19,17	13:30	19,02
10:30	19,33	13:45	18,97
10:45	19,41	14:00	19,06
11:00	19,44	14:15	19,00
11:15	19,32	14:30	18,78
11:30	19,38	14:45	18,73
11:45	19,33	15:00	17,39
12:00	19,14	15:15	17,65
12:15	18,93	15:30	16,54
12:30	18,95	15:45	16,70
12:45	18,95	16:00	16,01
13:00	19,04		

Karakteristik dari solar cell tersebut adalah apabila waktu semakin siang dan dalam keadaan cuaca yang cerah, maka dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 4.3 Grafik Karakteristik tegangan output solar cell terhadap waktu pengujian

Dari data di atas dapat diketahui bahwa solar cell dapat mengeluarkan tegangan maksimal pada waktu pengujian jam 11.00 siang. Hal ini menunjukkan bahwa jam tersebut matahari mempunyai intensitas cahaya yang maksimal pula.

Ada juga hal yang perlu diperhatikan ketika menggunakan solar cell sebagai sumber tegangan, yaitu sudut datang cahaya matahari terhadap bidang solar cell. Apabila sudut datang tepat tegak lurus terhadap bidang solar cell,

maka solar cell dapat mengeluarkan arus dan tegangan output dengan nilai yang maksimal.

4.3 PENGUJIAN RANGKAIAN BUCK BOOST CONVERTER

Buck Boost Converter merupakan salah satu jenis dari rangkaian *DC-DC Converter* yang fungsinya adalah untuk menaikkan dan menurunkan tegangan DC. Teori dasar tentang kerja pada rangkaian ini adalah ketika nilai *duty cycle* di atas 50%, maka rangkaian ini akan menaikkan tegangan dan ketika nilai *duty cycle* di bawah 50% maka rangkaian ini akan menurunkan tegangan.

Pada sistem ini dibangun rangkaian *Buck Boost Converter* dengan nilai input antara 8-20V dan nilai output 14,5V yang digunakan sebagai tegangan *charging battery*.

Rangkaian *Buck Boost Converter* ini dibangun dengan nilai-nilai komponen sebagai berikut :

- Komponen semi konduktor menggunakan MOSFET IRFP460.
- Fast recovery diode MUR1560.
- Snuber Diode FR370.
- L = 0.5 mH.
- Co = 517 μ F 200V.
- Cs = 1 nF.
- Rs = 5 K Ω 20W.

Keterangan :

L : Induktor

Co : Capacitor output

Cs : Snuber capacitor

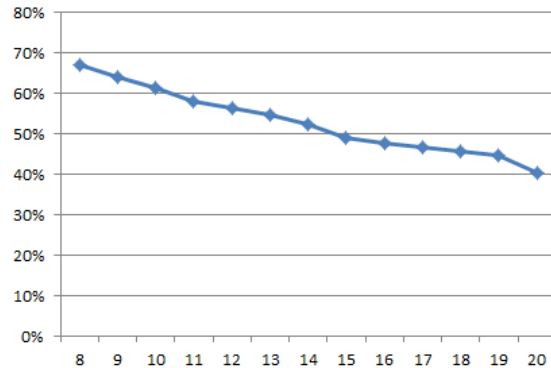
Rs : Snuber Resistor

Data dari hasil pengujian rangkaian buck boost converter ini dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.2 Data hasil pengujian Buck Boost Converter

Vin(V)	Duty Cycle(%)	Vout prak(V)	Vout Teori(V)
8	67%	14,5	16,24
9	64,20%	14,5	16,14
10	61,50%	14,5	15,97
11	58,10%	14,5	15,25
12	56,30%	14,5	15,46
13	54,70%	14,5	15,7
14	52,40%	14,5	15,41

15	49,10%	14,5	14,5
16	47,90%	14,5	14,7
17	46,90%	14,5	15
18	45,80%	14,5	15,2
19	44,60%	14,5	15,3
20	40,50%	14,5	13,6



Gambar 4.5 Grafik antara *duty cycle* terhadap tegangan input buck boost converter

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan ketika membangun rangkaian Buck Boost Converter. Salah satunya adalah kualitas dari komponen semikonduktor yang digunakan. Karena penggunaan jenis komponen semikonduktor yang kualitasnya kurang baik sangat mempengaruhi tegangan dan arus output dari rangkaian ini. Komponen semikonduktor yang digunakan adalah Mosfet IRFP460. Dan hal lain yang sangat berpengaruh terhadap rangkaian ini adalah nilai kualitas dari lilitan induktor yang digunakan, karena rangkaian ini adalah jenis rangkaian yang beroperasi pada frekwensi tinggi.

4.4 PENGUJIAN RANGKAIAN BATTERY CHARGER

Rangkaian *battery charger* ini digunakan untuk mengisi accu 12 volt. Rangkaian ini dibangun dengan komponen utama dua buah *thyristor* dengan tipe BT 151 yang dipasang secara seri pada sisi input dan output. Fungsi utama rangkaian *battery charger* pada system ini adalah untuk menjaga nilai dari arus pengisian pada *accu*.

Berikut adalah data rangkaian *battery charger* dengan tegangan input berasal dari solar cell :

Tabel 4.3 Data Pengujian Battery Charger dengan input solar cell

V solar cell (V)	V charging (V)	I charging (A)	V Battery (V)
19,44	14,83	0,99	12,67
19,32	15,00	1,00	12,79
19,38	14,99	1,00	12,84
19,33	15,00	1,00	12,92
19,14	15,13	1,00	12,98
18,93	15,16	0,95	13,05
18,95	15,21	0,95	13,13
18,95	15,45	0,88	13,18
19,04	15,26	0,85	13,21
19,10	15,32	0,75	13,31
19,02	15,30	0,70	13,34
18,97	15,29	0,66	13,33
19,06	15,22	0,55	13,33
19,00	15,28	0,57	13,36
18,78	15,11	0,41	13,28
18,73	14,98	0,22	13,14
17,39	14,55	0,10	13,00

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melalui beberapa proses dalam pengerjaan proyek akhir ini secara keseluruhan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

5.1 KESIMPULAN

Setelah melalui beberapa proses dalam pengerjaan proyek akhir ini secara keseluruhan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem ini akan bekerja maksimal pada range antara jam 10.00-14.00, karena intensitas cahaya matahari sangat terang dalam kondisi cuaca cerah.
2. Dalam merancang dan membangun rangkaian Buck Boost Converter membutuhkan ketelitian yang tinggi, Komponen dengan kualitas baik, dan membutuhkan nilai kualitas induktor yang baik agar hasilnya dapat sesuai dengan harapan.
3. Accu yang digunakan dapat mengoperasikan sistem dan beban dalam jangka waktu 7 jam.

4. Dalam merancang dan membangun sistem pada audio-video mobil, membutuhkan rangkaian power amplifier dengan daya yang cukup tinggi yaitu minimal 40 Watt agar suara yang dihasilkan dapat dinikmati dengan baik.

5.2 SARAN

Pada pengerjaan Proyek akhir ini tidak lepas dari berbagai macam kelemahan di dalamnya, baik itu pada perencanaan system maupun pada peralatan yang telah dibuat. Untuk memperbaiki kekurangan- kekurangan serta sebagai masukan untuk perbaikan system menjadi lebih sempurna ke depannya, maka diberikan beberapa saran dan harapan sebagai berikut:

1. Perlunya ditambahkan sebuah catu daya untuk dapat memberi sumber tegangan terhadap minimum sistem AT MEGA 16, karena menggunakan battrey 9V kurang efisien dalam penggunaannya.
2. Perlunya penambahan tampilan pada LCD untuk mengetahui status lain pada sisten ini.
3. Agar alat ini bias bekerja secara optimal dan handal, diharapkan untuk ke depannya dalam pemilihan sensor perlu diperhatikan karakteristik dari sensor tersebut, pemilihan jenis komponen dan spesifikasi harus sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad H Rashid, "Power Electronics Circuits, Devices, and Application 2nd Ed ", PT Prenhallindo, Jakarta, 1999
- [2] Joke Pratilastiarso, " ElektronikaDaya II", PENS - ITS, Surabaya,1994
- [3] Datasheet of Mikrokontroller AT Mega 16.
- [4] Abdul Kadir, "Energi Sumber Daya, Inovasi, TenagaListrik Dan Potensi Ekonomi" Edisi kedua, cetakan pertama tahun 1995.
- [5]Atmel "Data Sheet 8-bit AVR Mikrokontroller ATmega16", Atmel Corporation, 2002
- [6] Zaenal Arifin " Portable Solar Charger", *Proyekakhir PENS-ITS*.2009.

