

RANCANG BANGUN KONVERTER BUCK – BOOST MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA OMBAK

UNIVERSITAS TELKOM

DESIGN OF BUCK - BOOST CONVERTER USING FUZZY LOGIC FOR POWER WAVE

TELKOM UNIVERSITY

Agung Maulana, Ir. Mas Sarwoko, Angga Rusdinar Ph.D, Kharisma Bani Adam MT.

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

agungmaulana71@gmail.com, anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id

Abstrak – Hal utama yang diperhatikan dari penelitian ini yaitu perancangan sistem pembangkit listrik tenaga ombak khususnya dibagian elektronik untuk menghasilkan energi listrik serta keluaran sistem tersebut. Tegangan yang keluar dari generator masuk ke sistem buckboost converter yang keluarannya dapat lebih tinggi atau lebih rendah dari tegangan yang keluar dari generator. Tegangan tersebut juga dikontrol oleh mikrokontroller yang menggunakan metode fuzzy logic yang berguna untuk mengontrol arus dan tegangan yang sesuai dengan yang diinginkan lalu menghasilkan energi listrik yang disimpan didalam baterai yang berfungsi sebagai penyimpan energi tersebut . Dengan daya yang dihasilkan sebesar 14 Watt dan rata-rata tegangan yang dihasilkan 11,9193V dan tegangan minimum sebesar 3,2V, diharapkan dari penelitian ini dapat dihasilkan sebuah sistem pembangkit listrik tenaga ombak yang dapat membantu nelayan.

Kata kunci : Buck-Boost Converter, Generator, Fuzzy logic, Mikrokontroller, Gelombang laut

Abstract– Focus of this research is wave powered power generator system design especially on electronics to create electrical power and the system output. Output voltage from the generator will go through a buckboost converter which output could be higher or lower from the voltage output from the generator. It is also controlled by microcontroller which uses fuzzy logic method to control current and voltage fit to the user desire then produce electrical energy which is stored in a battery which serve as energy storage. With produced power of 14 Watt and mean of voltage 11,9193V and minimum voltage is 3,2V, this research aim to engineer a wave powered power generator that could help fishermen.

Keywords : Buck-boost Converter, Generator, Fuzzy Logic, Microcontroller, Sea Wave

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dimana 2 dari 3 bagian nya terdiri dari laut hal tersebut merupakan kekayaan alam yang menjadi sumber mata pencaharian khususnya untuk nelayan Indonesia. Namun pemanfaatannya masih tergolong minim dan belum sepenuhnya dimanfaatkan oleh pemerintah sebagai salah satu sumber energi. Dan juga dengan semakin menipisnya sumber energi khususnya bahan bakar minyak di bumi ini karena ini juga merupakan masalah terbesar yang dihadapi nelayan di Indonesia yang masih menggunakan bahan bakar minyak yaitu semakin tinggi nya harga bahan bakar minyak .

Oleh karena itu penulis akan merancang pembangkit listrik yang akan digunakan untuk perahu yang dengan penggunaan energi listrik sebagai pengganti bahan bakar minyak. Dengan menggunakan ombak laut yang tidak ada habisnya sebagai pembangkit listrik. Hal ini juga dapat membantu mengurangi polusi yang dihasilkan dari sisa bahan bakar minyak yang dihasilkan oleh perahu tersebut. Dengan adanya baterai yang berfungsi sebagai penyimpanan energi yang dihasilkan.

Fokus dari tugas akhir ini yaitu tentang optimalisasi keluaran dari pembangkit listrik tenaga ombak tersebut dengan menggunakan buck boost converter yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan keluaran dari generator tersebut sesuai yang diinginkan dengan menggunakan mikrokontroller yang berfungsi untuk mengatur keluaran yang dihasilkan dengan menggunakan metode fuzzy logic karena kelebihan menggunakan fuzzy logic yaitu konsepnya mudah dimengerti dan juga sederhana dan memiliki toleransi terhadap data data yang tidak tepat.

Adapun batasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini meliputi :

1. Dalam pengujian daya yang dihasilkan akan disimpan di baterai.
2. Menggunakan rangkaian buck boost converter.
3. Metode yang digunakan yaitu Fuzzy logic.
4. Menggunakan rangkaian switching dari baterai ke swicthing.
5. Baterai yang digunakan aki kering 12V.
6. Menggunakan Sensor tegangan dan arus.
7. Menentukan batas kerja Buck Boost Converter.

II. TEORI PENUNJANG

A. Buck-Boost Converter

Buck-boost konverter adalah konverter DC (direct current) yang output tegangan dapat lebih besar atau lebih kecil dari tegangan input, dan juga tegangan outputnya selalu bernilai negatif. Sistem *buck-boost converter* merupakan salah satu regulator dc to dc tipe switching non –insolated yang dapat menjawab kebutuhan akan sebuah sumber tegangan searah dengan tegangan keluaran yang variabel. Dengan sistem buck-boost konverter nilai tegangan keluaran dapat diatur untuk lebih besar maupun lebih kecil dari nilai tegangan masukannya dengan mengatur besar lebar pulsa (*duty cycle*) dari *PWM* (*Pulse Width Modulation*). karena itu dibandingkan dengan regulator tipe dc tipe pensakelaran yang lainnya, buck-boost konverter memiliki range tegangan keluaran yang lebih lebar^[1].

B. Aki (Akumulator)

Baterai atau aki, atau bisa juga accu adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewatkan arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel^[5].

C. Sensor Tegangan

Komponen tegangan adalah sensor tegangan yang berfungsi untuk menentukan tegangan jala-jala listrik setiap saat. Hal ini diperlukan untuk mengukur tegangan setiap saat. Sensor tegangan ini berupa pembagi tegangan. Tegangan yang dihasilkan masih berupa sinyal sinusoidal. Tegangan ini akan diteruskan ke input rangkaian penyearah^[5]

D. Sensor Arus

Sensor arus yang digunakan yaitu ACS712 adalah Hall Effect current sensor. Hall effect allegro ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC dan DC dalam pembacaan arus didalam dunia industry, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, switched-mode power supplies dan proteksi beban berlebih.^[7]

E. Mikrokontroler

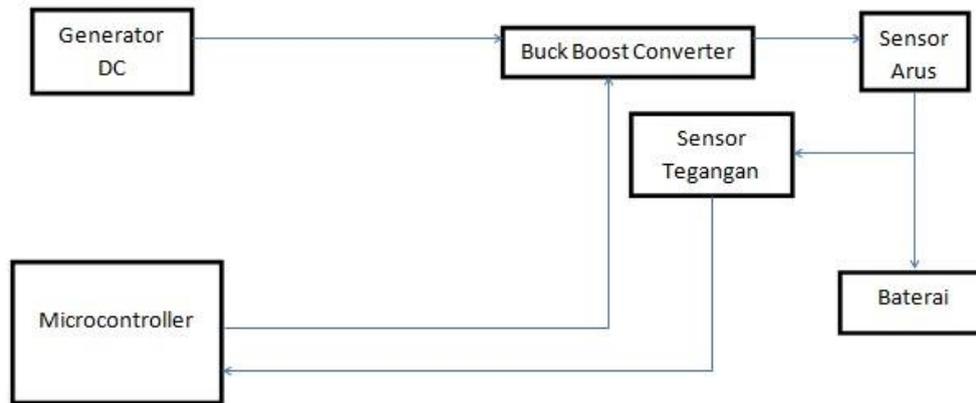
Mikrokontroler adalah IC yang dapat diprogram berulang kali, baik ditulis atau dihapus. Biasanya digunakan untuk pengontrolan otomatis dan manual pada perangkat elektronika. Rata-rata *mikrokontroler* memiliki instruksi manipulasi bit, akses ke I/O secara langsung dan mudah, dan proses *interrupt* yang cepat dan efisien.

F. Logika Fuzzy

Logika *Fuzzy* merupakan logika dalam pengambilan keputusan yang digunakan untuk memecahkan masalah dengan sistem yang sulit untuk dimodelkan, teori tentang *fuzzy set* pertama kali diperkenalkan dan dikembangkan oleh Dr. Lotfi A. Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada tahun 1965^[1,2]. Dalam kehidupan banyak masalah dengan informasi yang sulit direpresentasikan ke dalam sebuah model rumus atau angka yang pasti karena informasi tersebut bersifat kualitatif (tidak bisa dihitung secara kuantitatif). Dalam buku^[9] pembuatan logika fuzzy dapat dijabarkan sebagai beberapa poin berikut:

III. PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem minimum, pin I/O yang digunakan dalam mikrokontroler ini adalah port D4 dan D5 sebagai keluaran PWM dan yang berfungsi mengatur keluaran tersebut, untuk yang berfungsi sebagai feedback dari sistem yaitu sensor arus dan sensor tegangan. Untuk diagram bloknya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Dalam tugas akhir ini akan merancang sitem pembangkit listrik tenaga ombak laut yang bisa menggerakkan perahu dimana hal ini tidak membutuhkan lagi bahan bakar minyak sebagai bahan bakarnya melainkan menggunakan listrik hasil dari pembangkit listrik tenaga ombak tersebut dalam perancangan sistem ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu piranti mekanikal, elektronika dan pengukuran . Keseluruhan diagram blok piranti elektronika terhubung terhadap generator dc dan juga terhubung terhadap baterai atau beban. *Generator DC* berfungsi mengkonversi dari energi mekanik menjadi energi listrik. Piranti elektronika ini berfungsi agar tegangan dan arus yang keluar dari *DC generator* sesuai dengan tegangan dan arus yang masuk ke dalam baterai adapun piranti pengukuran berupa sensor tegangan dan sensor arus.

Arus dan tegangan yang keluar dari *generator dc* bervariasi dari yang besar sampai kecil oleh karena itu dibutuhkan rangkaian *buck boost converter* yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan tegangan yang keluar dari generator agar sesuai dengan masukan baterai tersebut atau sesuai yang diinginkan.

Pada piranti elektronika komponen yang digunakan berupa induktor, resistor, kapasitor, dan menggunakan mosfet IRF150 yang berfungsi sebagai saklar dan menggunakan IC TLP 250 yang berfungsi sebagai rangkaian *Optocoupler*.

A. Perancangan Elektronika *Buck-Boost Converter*

Buck-Boost Converter yang di buat menggunakan Induktor sebesar 100uH dengan perhitungan seperti berikut:

$$Q = \frac{1 - D}{2f} = \frac{1 - 0,54}{2 \cdot 23000} = 10,43 \text{ (3.1)}$$

$$100 \mu\text{H} = \frac{0,46}{2f}$$

$$2f = \frac{0,46}{100 \mu\text{H}}$$

$$2f = 46000$$

$$f = 23000$$

Dengan perhitungan D sebagai berikut:

$$D = \frac{V_{out}}{V_{in} + V_{out}} = \frac{14}{12 + 14} = 0,54 \text{ (3.2)}$$

Jadi Frekuensi yang digunakan untuk pensaklaran sebesar 23KHz dengan *duty cycle* sebesar 0.54 dan Resistor yang digunakan sebesar 1Ω . Lalu menggunakan Kapasitor sebesar 100uF dengan perhitungan seperti berikut

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{D}{R \cdot f} = \frac{0,54}{1.100 \cdot 23000} = 2,3 \text{ (3.3)}$$

Dan menggunakan MOSFET IRF150 serta menggunakan IC TLP 250 sebagai rangkaian *Optocoupler*.

Untuk penyimpanan energi digunakan Baterai 12 V dengan arus 0,7mA.

B. Perancangan Sistem Pengendali

Sistem minimum merupakan rangkaian paling sederhana yang digunakan untuk mendukung kerja mikrokontroler. Komponen-komponen pendukung adalah rangkaian reset, kristal (*clock*), rangkaian catu daya 5 V DC, *In-System Programmer*, dan mikrokontroler. Pada perancangan sistem minimum menggunakan mikrokontroler yang dihubungkan dengan Buck-Boost Converter agar keluaran dari sistem stabil.

Pada perancangan sistem minimum ini menggunakan mikrokontroler ATmega 8535.

C. Perancangan Fuzzy Logic Buck-Boost Converter

1.1.1 Fuzzyfication

Data hasil pembacaan sensor arus dan tegangan merupakan data masukan bernilai tegas (*crisp*) kemudian diubah menjadi himpunan *fuzzy* menurut fungsi keanggotaannya.

Proses awal dari fuzzyfikasi adalah membuat *membership function* (fungsi keanggotaan) dari masukan, serta menentukan banyaknya *variable linguistic* dalam fungsi keanggotaan tersebut. Dari fungsi keanggotaan yang dibuat akan diketahui nilai derajat keanggotaan dari masing-masing *variable* dalam himpunan *fuzzy* berdasarkan masukan tegas (*crisp*).

Pada sistem ini terdapat masukan dari sensor tegangan dan arus. Masukan dari sensor arus dan tegan ini memiliki masing-masing tiga nilai linguistik untuk masing-masing sensor **K(Kecil)**, **S(Sedang)** dan **T(Tinggi)** dengan fungsi keanggotaan bahu segitiga.

Pada keluaran sistem menggunakan model sugeno, pembentukan fungsi keluaran pada model sugeno memiliki fungsi yang lebih sederhana dengan respon lebih cepat dari model yang lain. Bentuk keluaran fungsi keanggotaan pada model sugeno mempunyai bentuk *singleton*, bentuk dengan derajat keanggotaan satu pada suatu nilai *crisp* tunggal dan nilai nol pada suatu *crisp* yang lain.

Karena keluaran dalam bentuk *singleton* maka fungsi pada setiap nilai linguistik bernilai satu dan nol pada diluar nilai linguistik. Keluaran pada sistem yang dibuat ada dua, yaitu PWM untuk status pengisian baterai . Untuk keluaran sistem yang berupa kecepatan memiliki 3 nilai linguistik, yaitu: **STOP, NORMAL, CHARGING**.

1.1.2 Rule Inference

Pada *rule inference*, terjadi proses pengolahan data masukan fuzzyfikasi dengan hasil keluaran yang dikehendaki dengan aturan-aturan tertentu. Dari aturan-aturan yang dibentuk inilah yang nantinya akan menentukan respon dari sistem terhadap berbagai kondisi *set point* dan gangguan yang terjadi pada sistem yang akan dibuat. Rule inference sistem tertulis pada tabel 3.5.1 dan tabel 3..52.

Tabel Rule Inference Keluaran

Tegangan \ Arus	Kecil	Sedang	Tinggi
Kecil	Charging	Normal	Stop
Sedang	Charging	Normal	Normal
Tinggi	Normal	Stop	Stop

Keterangan : C: Charging, N: Normal, S: Stop.

Berdasarkan tabel, maka sistem mempunyai 16 aturan fuzzy, yaitu:

1 Jika Tegangan = **K** dan dan Arus = **K** Maka Baterai = **CHARGING**.

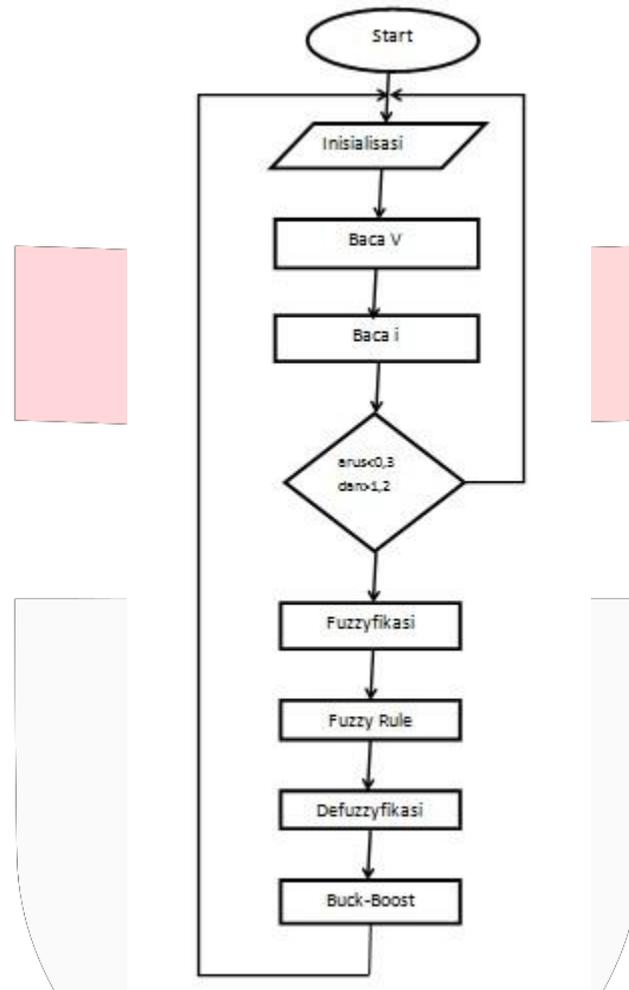
2 Jika Tegangan = **K** dan Arus = **K** Maka Baterai = **CHARGING**.dan Jika Tegangan= **K** dan Arus = **S** Maka Baterai = **NORMAL**.

3 Jika Tegangan = **K** dan Arus = **S** Maka Baterai = **CHARGING** dan Jika Tegangan = **K** dan Arus = **T** Maka Baterai = **NORMAL**.

25 Jika Tegangan = T dan Arus = T Maka Baterai = STOP.

1.1.3 Defuzzification

Defuzzifikasi merupakan pemetaan bagi nilai-nilai fuzzy keluaran yang dihasilkan pada tahap *rules inference* ke nilai-nilai keluaran kuantitatif. Pada perancangan robot mobil ini proses defuzzifikasi menggunakan metode *Weigth Average* dan keluaran dari proses defuzzifikasi berupa nilai PWM yang nantinya digunakan untuk mengontrol status pengisian Baterai.



Gambar 2 Flowchart sistem

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. Pengujian keluaran tegangan

Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan pembangkit listrik tenaga ombak ke Positif hardware serta Negatifnya nya lalu mikrokontroller terhubung dengan rangkaian *Optocoupler* yang terdapat pada hardware lalu masukan dari Mikrokontroller yang sudah mempunyai program untuk mengatur dan menset keadaan keluaran yang sesuai dengan yang dibutuhkan untuk mengisi Baterai. Kemudian sensor Arus dan Sensor tegangan berfungsi sebagai feedback dari keluaran sistem yang akan dibaca oleh mikrokontroller. Lalu *Personal Computer* berfungsi sebagai catu daya untuk mikrokontroller lewat *downloader*. Lalu ukur keluaran menggunakan multimeter.

Hasil pengujian

Pada pengujian ini data hasil keluaran berupa tegangan dan arus yang diukur oleh multimeter

Percobaan	Tegangan yang Dihasilkan		
	<i>Swell</i>	<i>Sea</i>	<i>Surf</i>
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	13.931
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	13.884
8	0	0	14.112
9	0	0	0
10	0	0	14.001
11	0	0	14.107
12	0	0	13.951
13	0	0	14.005
14	0	0	14.123
15	0	0	14.021
16	0	0	14.008
17	0	0	14.076
18	0	0	13.996
19	0	0	14.101
20	0	0	13.990
Rata-rata	0	0	11.9193 V

Tabel 1: Hasil Pengujian

B. Pengujian Keluaran Arus

Dari Tabel diatas percobaan dilakukan di 3 bagian laut dan dihasilkan nilai rata untuk bagian *Swell* adalah 0V dan di bagian *Sea* adalah 0V dan dibagian *Surf* adalah 11.9193V.

Percobaan	Tegangan (v)	Arus (mA)
1	1.325	6.022727
2	1.401	6.368182
3	2.223	10.10455
4	4.532	20.60000
5	3.021	13.73182
6	2.780	12.63636
7	3.109	14.13182
8	4.682	21.28182
9	2.390	10.86364
10	3.754	17.06364
11	4.378	19.900000

12	3.902	17.736364
13	5.831	26.504545
14	3.908	17.763636
15	4.342	19.736364
16	5.843	26.559091
17	4.730	21.500000
18	3.921	17.822727
19	5.961	27.095455
20	4.869	22.131818
Rata-rata	3.8451	17.477727

Table 2: Rata-rata keluaran Arus pada posisi Surf

Selisih tegangan antara output catu daya tanpa beban dan dengan beban relatif kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa drop tegangan akibat beban relatif kecil.

V. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada perancangan converter Buck-Boost, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan hasil percobaan tegangan minimum agar bisa *Step Up* sebesar kurang lebih 3,2V
2. Penggunaan sensor tegangan dan arus berguna sekali sebagai *feedback* keluaran tersebut
3. Dan juga Keluaran dari Buck-Boost Converter tersebut selalu negatif.
4. Pengaruh fuzzy logic yaitu untuk menstabilkan keluaran dengan cara mengontor duty cycle dari keluaran oleh Karena itu keluaran dari buck-boost converter menggunakan fuzzy logic lebih stabil keluarannya.

REFERENSI

- [1.] <http://ngerumpilistrik.blogspot.com/2012/06/membuat-dan-mendesain-buck-boost.html>, diakses pada tanggal 16 April 2015, 20.30
- [2.] Mochamad, Suryo. 2010. "Rancang Bangun Buck Boost Konverter". Depok. Universitas Indonesia
- [3.] Sudrajat. 2008. "Dasar Dasar Fuzzy Logic". Bandung. Universitas Padjajaran
- [4.] Klir, George J., Yuan, Bo. 1995. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic Theory and Applications. Prentice Hall. New Jersey
- [5.] <http://ki-tapunya.blogspot.com/2013/12/pengertian-dan-fungsi-baterai-aki.html>, diakses pada 16 April 2015, 20.55
- [6.] Kuswanto, Hery. 2010. "ALAT UKUR LISTRIK AC (ARUS, TEGANGAN, DAYA) DENGAN PORT PARALEL". Surakarta. Universitas Sebelas Maret.
- [7.] <http://bamzelka.blogspot.com/2012/07/sensor-arus.html>, diakses pada 16 April 2015, 21.25
- [8.] <https://www.tokopedia.com/cigs/auto-step-up-down-2-in-1-modul-dc-buck-boost-converter-module>, diakses pada 16 April 2015, 22.00
- [9.] <http://duniaelektronika.net/wp-content/uploads/2013/06/ATmega-8535.jpg>, diakses pada 21 Desember 2015, 19.00
- [10.] <http://www.duniaelektronika.net/wp-content/uploads/2013/06/mikrokontroler-atmega8535.jpg>, diakses pada 21 Desember 2015, 19.05
- [11.] https://ecs7.tokopedia.net/img/product-1/2015/8/26/249712/249712_7254a430-a44c-4c71-acdd-ebd0bcaa9150.jpg, diakses pada 17 April 2015, 11.26
- [12.] https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRwBHukMKIKfeGKZ49A_9AYlmd1fuRUBz3vNKmbeGHwQE0PIt2SKw, diakses pada 17 April 2015, 11.27
- [13.] <http://www.atmel.com/images/doc2502.pdf>, diakses 21 Desember 2015, 21.00.

- [14.] <http://3.bp.blogspot.com/v4N4ampHaIg/TbgABDO0WXI/AAAAAAAAGI/lcJyxtGYOfA/s320/Konfigurasi%2Bpin.bmp> , diakses pada 9 Desember 2015, 21.00
- [15.] Gamayel,Rizal,.,Budiharto.W.2007. ”Belajar sendiri 12 Proyek Mikrokontroler Untuk Pemula” PT.Elex Media Komputindo. Jakarta

