

Perancangan Catu Daya Berbasis Up-Down Binary Counter Dengan 32 Keluaran

Rifaldi Yanis⁽¹⁾, Dringhuzen J. Mamahit, ST.M.Eng⁽²⁾, Drs. Elia Kendek Allo, Msc.⁽³⁾, Sherwin R.U.A. Sompie, ST.MT.⁽⁴⁾.

(1) Mahasiswa (2) Pembimbing 1 (3) pembimbing 2 (4) Pembimbing 3

Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115, Email: Rifaldi_019e2@yahoo.co.id

Abstract

With the rapid development of technology in the field of power electronics in particular, people are aware that there are things that can hurt one is the more expensive price of the components used. The power supply is frequently encountered today are generally still in shape and still in analog processes and the level of accuracy that has not been right so often goes wrong in determining the value of voltage. For this reason, it can be designed a power supply with a digital process.

In designing these tools, the authors make use of simple components of electronics are usually found in the market and some of the supporting components in engineered a power supply. The power supply can be used to supply DC voltage to a particular object with a combination of 5-bit binary number. To support the necessary labor supply additional system such as ATmega 8535 AVR for voltage value on the LCD display.

The ability of the power supply is capable of supplying voltages of an object or a specific load of recommended input voltage up to 32 volts and maximum current of 3 amperes and stable to be able to distribute the load has a power of 28 watt.

Keywords : Binary, Counter, DC Voltage, Power Supply.

Abstrak

Seiring perkembangan teknologi yang semakin pesat dalam bidang elektronika khususnya catu daya, manusia menyadari bahwa masih terdapat hal yang merugikan. Salah satunya adalah makin mahalnya harga komponen-komponen yang digunakan. Catu daya yang sering kita jumpai saat ini pada umumnya masih dalam bentuk dan proses yang masih secara analog dan tingkat keakuratannya yang belum tepat sehingga sering terjadi kesalahan dalam menentukan nilai tegangan. Karena alasan ini, maka dapat dirancang suatu catu daya dengan proses secara digital.

Dalam merancang alat ini, penulis memanfaatkan komponen-komponen sederhana yang merupakan komponen-komponen dasar elektronika yang biasa dijumpai di pasaran dan beberapa komponen penunjang dalam merencanakan suatu catu daya. Catu daya tersebut dapat digunakan untuk mensuplai tegangan DC untuk suatu objek tertentu dengan kombinasi bilangan *binary* 5-bit. Untuk menunjang kerja catu daya diperlukan sistem-sistem tambahan seperti AVR ATmega8535 untuk menampilkan nilai tegangan pada LCD.

menampilkan nilai tegangan pada LCD.

Kemampuan dari catu daya ini mampu mensuplai tegangan suatu objek atau beban tertentu yang merekomendasikan input tegangan sebesar 1,2 sampai dengan 32 Volt dan arus maksimum sebesar 3 ampere dan mampu mencatu dengan stabil suatu beban yang memiliki daya sebesar 28Watt.

Kata Kunci : Biner, Catu Daya, Pencacah, tegangan DC.

I. PENDAHULUAN

Pada perkembangan teknologi saat ini yang begitu berkembang dengan pesatnya. Terciptalah begitu banyak alat dengan teknologi yang begitu canggih sesuai dengan kebutuhan masyarakat yang ada. Khususnya dalam bidang elektronika yang merupakan bidang yang sangat berhubungan dengan pembuatan alat-alat yang menjadi kebutuhan masyarakat saat ini. Salah satu contohnya adalah catu daya.

Catu daya merupakan suatu rangkaian yang paling penting bagi sistem elektronika. Ada dua sumber catu daya yaitu sumber AC dan sumber DC. Sumber AC yaitu sumber tegangan bolak – balik yang berasal dari PLN, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah yang berupa baterai atau sumber tegangan lain yang dapat menyuplai tegangan DC seperti yang akan dirancang oleh penulis.

Perkembangan catu daya sudah dapat dilihat pada peralatan-peralatan elektronik saat ini. Setiap peralatan elektronik yang kita ketahui menggunakan catu daya sebagai penyuplai tegangan. Catu daya merupakan bagian utama dan sangat penting pada setiap peralatan-peralatan elektronik.

Kombinasi bilangan biner yang digunakan sebanyak 5-bit atau 32 kombinasi. Catu daya ini memiliki keuntungan dimana output tegangannya lebih akurat karena nilai tegangan sudah dapat dibaca secara langsung sehingga kesalahan yang terjadi dalam pembacaan nilai tegangan lebih minim. Pengaturan besar kecilnya nilai tegangan pada catu daya digital ini tidak lagi menggunakan

potensiometer tetapi sudah menggunakan push button sehingga pengguna lebih mudah merubah nilai tegangan. Secara umum catu daya digital ini memiliki keuntungan yaitu mampu menampilkan nilai tegangan yang secara dapat terbaca dengan tingkat keakuratan sedikit lebih baik dari catu daya analog.

II. LANDASAN TEORI

A. Catu Daya

Catu daya merupakan suatu rangkaian yang paling penting bagi sistem elektronika. Ada dua sumber catu daya yaitu sumber AC (*alternating current*) dan sumber DC (*direct current*). Sumber AC (*alternating current*) merupakan sumber tegangan bolak-balik, sedangkan sumber tegangan DC (*direct current*) merupakan sumber tegangan searah yang berupa baterai atau sumber tegangan lain yang dapat menyuplai tegangan DC (*direct current*). Perangkat elektronika mestinya dicatu oleh suplai arus searah DC (*direct current*) yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. Baterai atau ACCU adalah sumber catu daya DC yang paling baik.

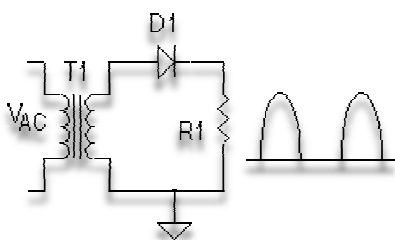
Berdasarkan teknik regulasi, terdapat dua jenis catu daya yang memenuhi keperluan tersebut, yaitu:

1. Catu daya dengan regulasi linier (*Linear regulated power supply*)
2. Catu daya dengan regulasi switching (*Switching regulated power supply*)

B. Penyearah (Rectifier)

Transformator (T1) diperlukan untuk menurunkan tegangan AC dari jala-jala listrik pada kumparan primernya menjadi tegangan AC yang lebih kecil pada kumparan sekundernya. Dioda (D1) berperan hanya untuk merubah dari arus AC menjadi DC dan meneruskan tegangan positif ke beban R1. Ini yang disebut dengan penyearah setengah gelombang (*half wave*). Untuk mendapatkan penyearah gelombang penuh (*full wave*) diperlukan transformator dengan *center tap* (CT).

Gambar 1. merupakan prinsip penyearah (*rectifier*) yang paling sederhana.



Gambar 1. Penyearah Sederhana
(Sumber : Elektronika, 2002)

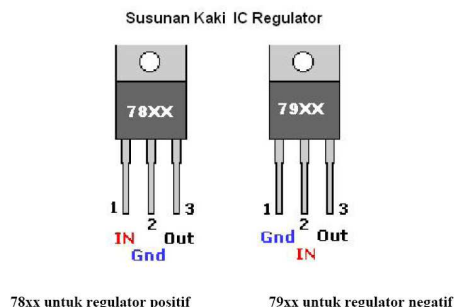
C. Voltage Regulator

Rangkaian penyearah sudah cukup bagus jika tegangan *ripple*-nya kecil, namun ada masalah stabilitas. Jika tegangan PLN naik/turun, maka tegangan *output*-nya juga akan naik/turun. Untuk beberapa aplikasi perubahan tegangan ini cukup mengganggu, sehingga diperlukan komponen *aktif* yang dapat meregulasi tegangan keluaran ini menjadi stabil. *Voltage regulator* berfungsi sebagai *filter* tegangan agar sesuai dengan keinginan. Oleh karena itu biasanya dalam rangkaian power supply maka IC regulator tegangan ini selalu dipakai untuk stabilnya output tegangan. Berikut susunan kaki IC regulator tersebut.

Misalnya 7805 adalah *regulator* untuk mendapat tegangan +5 volt, 7812 *regulator* tegangan +12 volt dan seterusnya. Sedangkan seri 79XX misalnya adalah 7905 dan 7912 yang berturut-turut adalah *regulator* tegangan -5 dan -12 volt. Selain dari *regulator* tegangan tetap ada juga IC *regulator* yang tegangannya dapat diatur. Prinsipnya sama dengan *regulator* OP-amp yang dikemas dalam satu IC misalnya LM317 untuk *regulator variable positif* dan LM337 untuk *regulator variable negatif*. Bedanya resistor R1 dan R2 ada di luar IC, sehingga tegangan keluaran dapat diatur melalui resistor eksternal tersebut.

Pada saat ini tidak perlu susah payah lagi mencari op-amp, transistor dan komponen lainnya untuk merealisasikan rangkaian *regulator* seperti di atas, karena rangkaian semacam ini sudah dikemas menjadi satu IC *regulator* tegangan tetap. Saat ini sudah banyak dikenal komponen seri 78XX sebagai *regulator* tegangan tetap positif dan seri 79XX yang merupakan *regulator* untuk tegangan tetap negatif. Bahkan komponen ini biasanya sudah dilengkapi dengan pembatas arus (*current limiter*) dan juga pembatas suhu (*thermal shutdown*).

Gambar 2. merupakan bentuk fisik dari IC regulator.



Gambar 2. IC Regulator

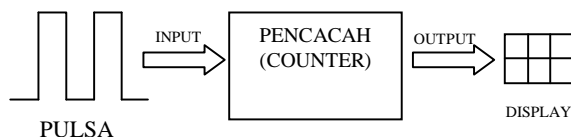
D. Pencacah (Counter)

Pencacah merupakan suatu rangkaian logika (sekuensial) atau rangkaian sirkuit *digital* yang berbentuk *chip* yang berfungsi untuk mencacah jumlah pulsa pada bagian *input* dan keluaran berupa digit biner dengan saluran tersendiri untuk setiap pangkat dua misalnya 2^0 , 2^1 , 2^2 dan seterusnya yang umumnya dihasilkan dari *oscillator*. Penghitung ini biasa menghitung pulsa secara biner murni (*binary counter*) atau menghitung secara desimal terkodekan (*decimal counter*). Hal ini dikarenakan *counter* membutuhkan karakteristik memori.

Menurut jumlah pulsa yang dapat dicacah, terdapat jenis pencacah modulo- 2^n ($n=1, 2, 3, \dots$), contoh pencacah modulo-4, pencacah modulo-8 dan pencacah modulo-16. Jika *clock* ke-0 dinyatakan sebagai keadaan awal pencacah, jumlah pulsa yang dapat dicacah oleh pencacah modulo-4 adalah 4 buah yaitu pulsa ke-0, ke-1, ke-2, ke-3 dan pada pulsa *clock* ke-4, output pencacah ini akan *reset* kembali ke 0. Pada pencacah modulo-8, *output* akan *reset* pada *clock* ke-8 sehingga pencacah ini hanya mampu mencacah pulsa *clock* ke-0 sampai dengan pulsa *clock* ke-7. Selain pencacah modulo- 2^n terdapat pula pencacah seperti modulo-5, modulo-6 dan modulo-10. Pewaktu (*timer*) memegang peranan penting dalam pengoperasian *counter*. Dibawah ini merupakan diagram blok sistem pencacah.

Sedangkan menurut pengaktifan elemen penyimpanannya dan dalam hal ini elemen penyimpanan pencacah adalah *flip-flop*. Pencacah (*counter*) terbagi atas beberapa jenis, terdapat pencacah jenis tak serempak atau pencacah tak sinkron (*asynchronous counter*) dan pencacah jenis serempak atau pencacah sinkron (*synchronous counter*) ada juga pencacah naik-turun (*up-down counter*) dan pencacah lingkaran (*ring counter*).

Gambar 3. menunjukkan diagram blok pencacah yang sederhana.



Gambar 3. Diagram Blok Pencacah

E. Pencacah Tak Serempak (Asynchronous Counter)

Pencacah tak serempak (*Asynchronous counter*) disebut juga *ripple counter*, karena *output* masing-masing *flip-flop* yang digunakan akan bergulingan (berubah kondisi dari 0 ke 1 atau sebaliknya) secara berurutan. Hal ini karena *flip-flop* yang paling ujung saja yang dikendalikan sinyal *clock*-nya, sedangkan sinyal lainnya diambil dari masing-masing *flip-flop* sebelumnya. Pada pencacah tak serempak ini, elemen-elemen penyusunnya yakni *flip-flop* bekerja secara tidak serempak ketika pencacah tersebut diberi *input* pulsa. Pada pencacah tak serempak, penundaan ialah sama dengan penundaan *flip-flop* yang dijumlahkan.

Asynchronous counter sendiri terbagi atas :

1. pencacah naik tak sinkron
2. pencacah turun tak sinkron
3. pencacah naik dan turun tak sinkron (*up-down counter*)

E.1. Pencacah Naik Tak Sinkron

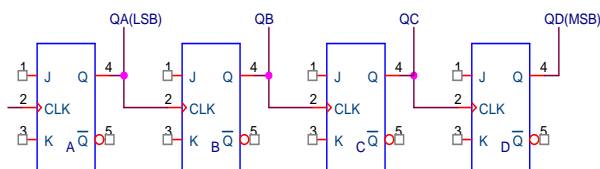
Dasar dari pencacah ini adalah *flip-flop* JK yang dioperasikan sebagai T *flip-flop* (*flip-flop* JK dalam kondisi *toggle*) yaitu dimana kedua input J dan K diberi nilai logika "1". Dalam keadaan demikian *flip-flop* JK akan berfungsi sebagai pembagi dua, atau dengan kata lain frekuensi *output flip-flop* JK tersebut sama dengan setengah frekuensi *clock* yang diberikan.

Rumus frekuensi *output flip-flop* dalam kondisi ini adalah:

$$f_{out} = \frac{1}{2^n} \times f_{in} \quad (1)$$

(n = banyaknya *toggle flip-flop* yang dipakai)
(f_{in} = frekuensi *input clock*)

Gambar 4 berikut merupakan pencacah naik tak sinkron yang menggunakan 4 buah *flip-flop* JK :



Gambar 4. Rangkaian *Flip-Flop* Pencacah Naik Tak Sinkron 4-Bit.

Cara kerja rangkaian pada gambar 4 adalah sebagai berikut:

- Output flip-flop* yang pertama (QA) akan berguling (menjadi 0 atau 1) setiap pulsa *clock* pada sisi negatif/*trailing edge* atau dari kondisi 1 ke 0.
- Output flip-flop yang lainnya akan berguling bila dan hanya bila *output flip-flop* sebelumnya berganti kondisi dari 1 ke 0 (sisi *negatif/trailing edge*) juga.
- Sebelum sinyal *clock* dijalankan, pertama kali masing-masing *flip-flop* harus di *reset* ke keadaan awal menjadi 0000.
- Setelah sinyal *clock* dijalankan, pulsa pertama menyebabkan QA berguling dari “0” ke “1” sehingga rangkaian tersebut mulai menghitung menjadi 0001.
- Pulsa *clock* kedua menyebabkan QA berguling dari “1” ke “0” sehingga QB akan berguling dari “0” ke “1” dan hitungannya akan menjadi 0010 dan seterusnya.

Dari diagram waktu diatas dapat dilihat dengan jelas bahwa QA berguling setiap kali pulsa *clock* pada sisi *negatif*-nya. QB berguling setiap kali sisi *negatif* dari QA. QC berguling setiap kali sisi *negatif* dari QB dan QD bergulingan setiap kali sisi *negatif* dari QC, dan karena masing-masing *flip-flop* berfungsi sebagai pembagi dua, maka frekuensi masing-masing *output*-nya adalah:

$$QA = \frac{1}{2} \text{ frekuensi sinyal clock.}$$

$$QB = \frac{1}{2} \text{ frekuensi QA} = \frac{1}{4} \text{ frekuensi sinyal clock.}$$

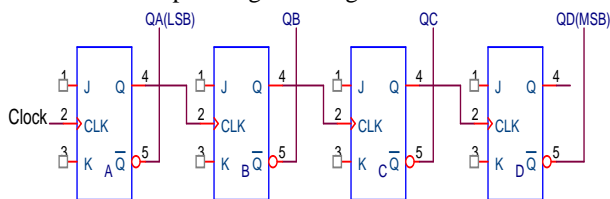
$$QC = \frac{1}{2} \text{ frekuensi QB} = \frac{1}{8} \text{ frekuensi sinyal clock.}$$

$$QD = \frac{1}{2} \text{ frekuensi QC} = \frac{1}{16} \text{ frekuensi sinyal clock.}$$

Dengan demikian didapat suatu pembagi $2^n = 16$ ($n =$ banyaknya *flip-flop*).

E.2. Pencacah Turun Tak Sinkron

Dari pencacah naik dapat kita buat menjadi pencacah turun dengan cara yang dibaca bukan keluaran Q melainkan keluaran **Qnot** atau dengan cara output **Qnot** sebagai masukan *clock* pada *flip-flop* berikutnya. Gambar 5 menunjukkan pencacah turun (*down counter*) yang dapat melakukan pencacahan dari 1111 sampai 0000 atau secara desimal 9 sampai dengan hitungan 0.



Gambar 5. Rangkaian *Flip-Flop* Pencacah Turun Tak Sinkron

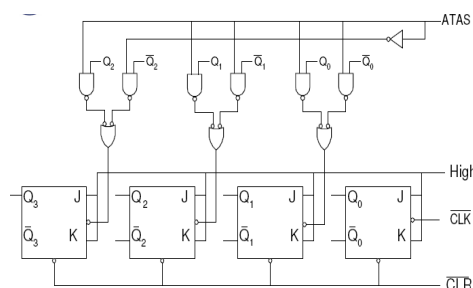
E.3. Pencacah Naik Dan Turun (*Up-Down Counter*)

Counter up-down asinkron adalah rangkaian digital gabungan dari *up counter* dan *down counter*. Pencacah ini dapat menghitung bergantian antara *up* dan *down* karena adanya input *eksternal* sebagai *control* yang menentukan saat menghitung *up* dan *down*. Pada rangkaian *up/down counter* asinkron, *output* dari *flip-flop* sebelumnya menjadi input *clock* dari *flip-flop* berikutnya.

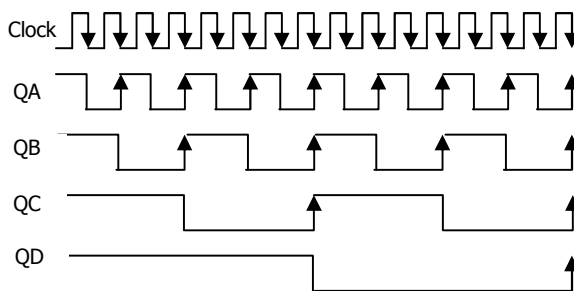
Bila dioperasikan sebagai *Up counter* maka rangkain tersebut akan melewati *output* Q sebagai sinyal *clock flip-flop* berikutnya. Bila dioperasikan sebagai *Down counter* yang dilewatkan adalah **Qnot**. *Up counter* bekerja bila input kontrol *Up* = ‘1’ dan input kontrol *Down* = ‘0’. *Down counter* bekerja bila input kontrol *Up* = ‘0’ dan input kontrol *Down* = ‘1’.

Gambar 6 menunjukkan cara menyusun sebuah pencacah *up-down*. Keluaran flip-flop dihubungkan dengan jaringan pengontrol, sebuah sinyal kendali *up* akan menghasilkan baik pencacahan turun maupun naik. Apabila sinyal *up* merupakan tingkat logika rendah (*low*), maka Q2, Q1 dan Q0 akan disalurkan ke masukan-masukan *clock*, proses ini akan menghasilkan pencacahan turun (*down*), dipihak lain apabila sinyal *up* merupakan tingkat logika tinggi (*high*), Q2, Q1, dan Q0 akan disalurkan ke masukan-masukan *clock* maka proses ini akan menghasilkan sebuah pencacah naik (*up*).

Gambar 7 menunjukkan diagram waktu pencacahan turun.



Gambar 6. Rangkaian 4-Bit *Up-Down Counter*



Gambar 7. Diagram Waktu Pencacahan Turun

F. Pencacah Biner Naik/Turun CD4029

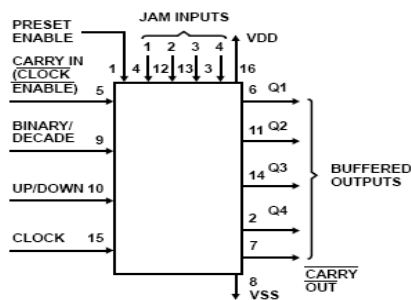
Salah satu seri IC yang menyediakan fungsi pencacah naik-turun adalah IC CMOS CD4029. IC ini dilengkapi dengan fasilitas *preset* dan kendali naik-turun dengan kemampuan pencacahan sampai modulo-16. Karena dilengkapi dengan fasilitas-fasilitas tersebut maka IC ini dinamakan *presettabel up-down counter*. Pada pencacah jenis ini, sinyal *preset* diberikan melalui suatu *input* paralel dan untuk memindah data *preset* tersebut ke *output* pencacah digunakan pengendali *preset enable* (PE). Untuk memberikan *preset* pada pencacah tersebut dilakukan dengan cara memasang sinyal *preset* terlebih dahulu pada *input* J₄, J₃, J₂, dan J₁. Selanjutnya diberikan sinyal PE sesaat dan karena dari jenis *active-low* maka sinyal PE yang diberikan dari tinggi ke rendah. Pada keadaan tidak aktif, PE harus bernilai tinggi.

CD4029 adalah pencacah naik/turun yang menghitung baik *mode* biner atau *dekade* bergantung pada *level* tegangan yang diberikan pada masukan *binary/decade*. Saat *binary/decade* pada logika “1”, pencacah menghitung dalam biner, sedangkan pada logika “0”, hitungannya dalam *dekade*. Bila dioperasikan sebagai *Up counter* maka rangkain tersebut akan melewati output Q sebagai sinyal *clock flip-flop* berikutnya. Bila dioperasikan sebagai *Down counter* yang dilewatkan adalah **Qnot**. *Up counter* bekerja bila *input* kontrol *Up* = ‘1’ dan *input* kontrol *Down* = ‘0’. *Down counter* bekerja bila *input* kontrol *Up* = ‘0’ dan *input* kontrol *Down* = ‘1’. Keluaran CD4029 berupa sinyal digital 4-bit .

Gambar 8 merupakan bentuk fisik dari IC CD4029. Sedangkan gambar 9 merupakan *pinout* dari IC CD4029.



Gambar 8. Bentuk Fisik IC CD4029



Gambar 9. Pinout IC CD4029

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat Dan Waktu Penelitian

Tempat perancangan dan pembuatan alat serta laporan akhir bertempat di Laboratorium Instrumentasi dan Elektronika, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi dan tempat tinggal penulis. Waktu dan lama perancangan sampai pembuatan sekitar ± 5 bulan, dimulai dari awal bulan desember 2011 sampai awal bulan mei 2012.

B. Alat Dan Bahan Yang Digunakan

Pada perancangan sistem ini, dibutuhkan beberapa *device*, komponen, toolkit serta program komputer pendukung yang dikelompokkan menjadi 2 bagian yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

B.1. Toolkit

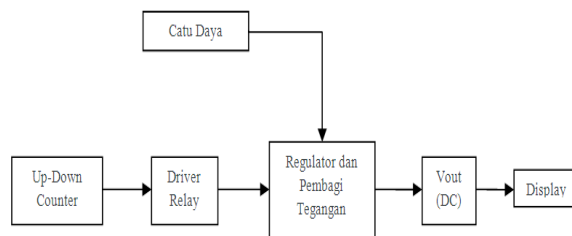
Alat-alat penunjang berupa obeng, tang, *soldering iron*, *solder attractor*, timah solder, pinset, cutter dan lain-lain.

B.2. Device

- a. Analog Multitester
- b. Digital Multitester
- c. Notebook
- d. Transformator CT
- e. Doida
- f. Electrolit Capacitor
- g. PCB
- h. IC Regulator
- i. IC Up-Down Counter
- j. IC Quad Nand Gate
- k. LED
- l. Relay
- m. Mikrokontroler
- n. LCD

C. Diagram Blok Sistem

Diagram dari sistem yang dirancang dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Diagram Blok Sistem

Diagram Blok Pada Gambar 10 dapat dijelaskan sebagai berikut:

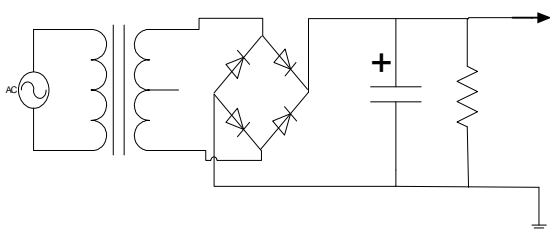
1. *Up-down counter* berfungsi sebagai pencacah *up-down* 5-bit yang akan mengatur kombinasi biner yang kemudian keluarannya diteruskan pada rangkaian *relay*.
2. *Driver relay* berfungsi sebagai rangkaian kopel untuk mengendalikan *aktif* tidaknya bagian atau rangkaian pembagi tegangan, yang dipicu dari sinyal *output up-down counter*.
3. Pembagi tegangan disini berfungsi sebagai rangkaian yang akan membagi tegangan keluaran dari catu daya yang dikontrol melalui *up-down counter*.
4. *Display* berfungsi sebagai penampil besar kecilnya nilai tegangan keluaran dari catu daya.
5. Catu daya merupakan rangkaian utama yang berfungsi sebagai penyuplai tegangan keseluruhan bagian rangkaian dan juga merupakan rangkaian yang tegangan keluarannya akan diatur secara variabel melalui rangkaian pembagi tegangan yang dikontrol dengan *up-down counter*.

D. Perancangan Perangkat Keras

Dari diagram blok yang telah dijelaskan di atas dapat diuraikan menjadi rangkaian-rangkaian dan konfigurasi penunjang sistem sesuai dengan blok diagram. Akan dijelaskan satu per satu rangkaian penunjang sistem pada sub bab selanjutnya.

D.1. Perancangan Catu Daya

Rangkaian catu daya pada gambar 11 menggunakan 1 buah transformator CT yang berfungsi untuk menurunkan tegangan AC dari jala-jala listrik pada kumparan primernya menjadi tegangan AC yang lebih kecil pada kumparan sekundernya. 4 buah dioda yang dirangkai menjadi jembatan *bridge* berperan untuk merubah arus AC menjadi DC dan meneruskan tegangan *positif* ke *filter* kapasitor (C), sementara untuk arus beban terhadap resistor (R) dicatu oleh tegangan kapasitor (C). *Output positif* DC kemudian diteruskan ke input rangkaian regulator dan pembagi tegangan.



Gambar 11. Rangkaian Catu Daya

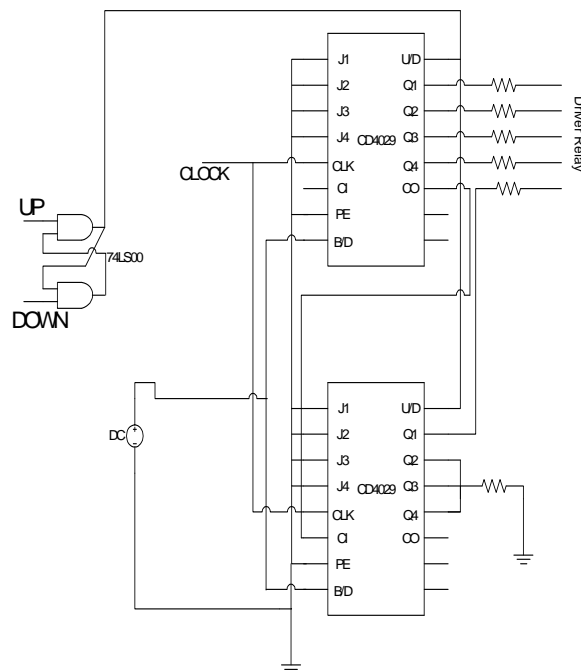
D.2. Perancangan Up-Down Counter

Up-Down Counter yang digunakan adalah seri IC CMOS CD4029 yang dapat mengatur operasi biner secara naik dan turun. *Up counter* bekerja bila *input* kontrol *Up* = '1' dan input kontrol *Down* = '0' sedangkan *Down counter* bekerja bila *input* kontrol *Up* = '0' dan input kontrol *Down* = '1'.

Perancangan *Up-Down Counter* disini menggunakan 2 buah IC CD4029 yang diparalelkan untuk mendapatkan pencacah modulo-32. *Pin* U/D merupakan *pin input* pengontrol *Up* dan *Down*. Pengontrol *Up* dan *Down* dibentuk dari dua buah gerbang NOR yang terkemas dalam seri IC 74LS00N dimana *pin input up* pada IC 74LS00N merupakan *pin input* kontrol untuk melakukan pencacahan naik (*count up*), sedangkan *pin input down* merupakan *pin input* kontrol untuk melakukan pencacahan turun (*count down*).

Pin CLK pada CD4029 digunakan sebagai input *clock* dari rangkaian *timer*. Input CLK ini berfungsi untuk memberikan sinyal *clock* dalam operasi *up-down counter*. Jadi melalui *pin* ini kita dapat melakukan operasi *up-down counter*. Besar denyut frekuensi yang dapat kita berikan pada *pin* tergantung dari sensitivitas pada operasi *up-down*. Dalam hal ini penulis mengatur atau memberikan denyut dengan frekuensi 1Hz dari *multivibrator* NE555.

Gambar 11 merupakan rangkaian *up-down counter*.



Gambar 12. Rangkaian Up-Down Counter

D.3. Perancangan Multivibrator

Multivibrator merupakan rangkaian yang cukup penting dalam pengoperasian *up-down counter* karena memiliki fungsi sebagai pembangkit sinyal *clock*. Di dalam IC *Timer 555*, terdapat dua komparator op-amp, sebuah *flip-flop*, transistor *discharge*, tiga resistor identik dan sebuah tahap keluaran. Keluaran dari dua komparator akan masuk ke masukan *SET* dan *RESET* dari *flip-flop* dan kemudian menentukan status logika dari keluarannya dan menentukan keluaran terakhir. Keluaran *komplementer flip-flop* akan masuk ke tahap keluaran dan pada dasar transistor *discharge*. Hal ini memastikan bahwa saat keluaran adalah *HIGH*, transistor *discharge* akan *OFF*, dan saat keluaran *LOW*, transistor *discharge* akan *ON*. Terminal-terminal dari *timer 555* adalah *ground* (terminal 1), *trigger* (terminal 2), *keluaran* (terminal 3), *reset* (terminal 4), *control* (terminal 5), *threshold* (terminal 6), *discharge* (terminal 7) dan *+Vcc* (terminal 8).

Pada rangkaian *multivibrator* ini, penulis menggunakan denyut dengan frekuensi 5Hz, dimana untuk menentukan denyut dengan frekuensi 5Hz tersebut dapat diperoleh nilai-nilai berikut :

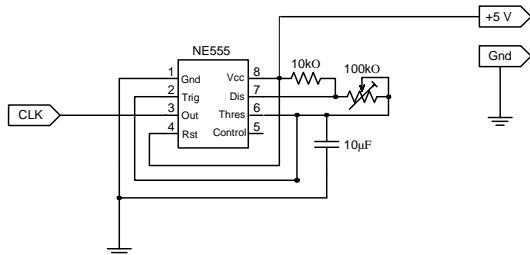
Diketahui :

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega = 10000 \text{ }\Omega ; R_2 = 0 - 100 \text{ k}\Omega = 0 - 100000 \text{ }\Omega ; C = 10 \text{ }\mu\text{F} = 0.00001 \text{ F}$$

$$f_{R_2=100 \text{ k}\Omega} = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C} = \frac{1.44}{(10000 + 200000)0.00001} = \frac{1.44}{2.1} = 0.7 \text{ Hz}$$

$$f_{R_2=0 \text{ k}\Omega} = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C} = \frac{1.44}{(10000 + 0)0.00001} = \frac{1.44}{0.1} = 14.4 \text{ Hz}$$

Gambar 13. Merupakan gambar rangkaian *multivibrator* yang berfungsi untuk membangkitkan sinyal *clock*.



Gambar 13. Rangkaian *Multivibrator*

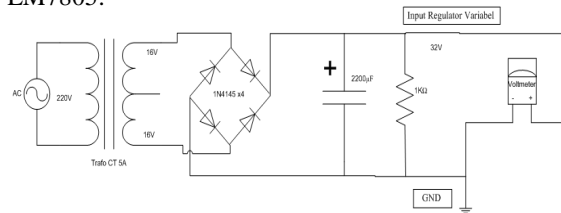
IV. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Catu Daya

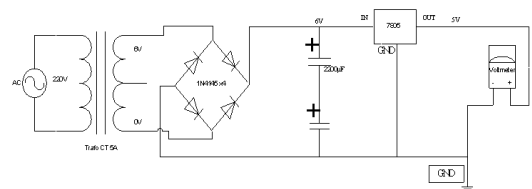
Dalam pengujian rangkaian catu daya ini dilakukan pengukuran besaran tegangan dengan menggunakan multimeter *digital*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian catu daya dapat menghasilkan tegangan yang sesuai dengan yang diharapkan, yaitu sebesar 32 V . Untuk menguji catu daya, dilakukan 5 kali pengukuran. Untuk pengukuran tegangan dilakukan pengukuran saat tanpa beban dan saat diberikan beban. Tujuan dari pengujian catu daya ini adalah untuk mengetahui efisiensi dari catu daya.

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel I, catu daya ini dapat dikatakan efisien karena memiliki tingkat efisiensi yang berkisar antara **98,69%** – **99,26%**, mengingat tidak ada catu daya yang sempurna atau memiliki tingkat efisiensi 100%.

Gambar 14 menunjukkan pengukuran tegangan keluaran catu daya sedangkan gambar 15 menunjukkan pengukuran catu daya dengan *regulator* LM7805.



Gambar 14. Pengukuran Tegang Keluaran Catu Daya.



Gambar 15. Pengukuran Catu Daya Dengan *Regulator* 7805

TABEL I. PENGUJIAN CATU DAYA

V _{OUT} /V (Tanpa Beban)	V _{OUT} /V (Dengan Beban)	η /% (Efisiensi)
40,4	40,1	99,26
40,3	39,98	99,21
40,4	39,88	98,71
40,5	39,97	98,69
40,3	39,97	99,18

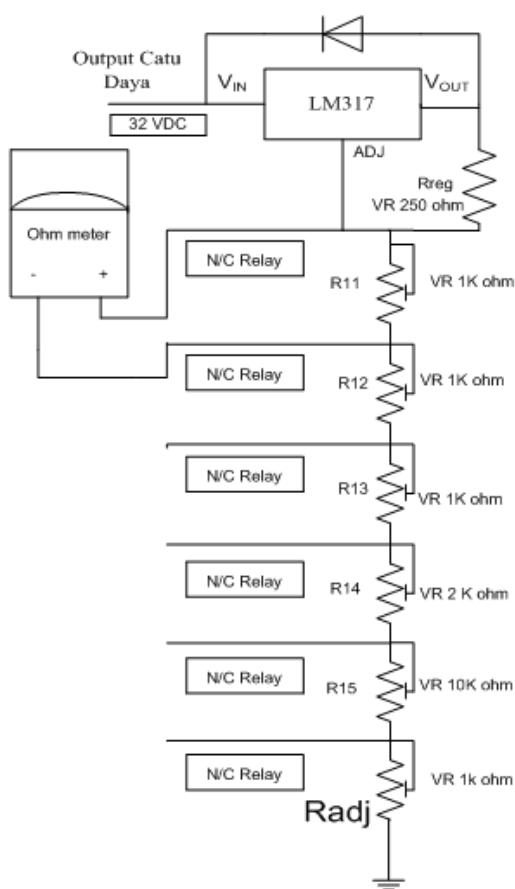
TABEL II. PENGUJIAN CATU DAYA DENGAN REGULATOR 7805

Jenis IC	Pengukuran ke	V _{in}	V _{out}
7805	1	6	5
	2	9	4,98
	3	12	4,97

Dari hasil pengukuran yang dilakukan dapat dilihat bahwa tegangan keluaran rata-rata IC LM7805 yang dihasilkan adalah sebesar 4,98 V yang secara teori seharusnya 5 V. Selisih nilai ini dapat disebabkan akibat tingkat akurasi alat ukur yang digunakan dan kurang idealnya nilai tegangan pada rangkaian yang dipengaruhi tahanan dalam alat ukur yang bertindak sebagai beban tambahan yang di dalam perhitungan tidak merupakan variabel yang dihitung.

B. Pengujian Rangkaian Pembagi Tegangan

Dalam pengujian rangkaian pembagi tegangan ini dilakukan pengukuran besaran tahanan dari resistor-resistor penyusunnya dengan menggunakan *multimeter digital*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah besaran tahanan sudah sesuai dengan nilai tahanan yang diharapkan untuk dapat membagi tegangan keluaran menjadi variabel yang dibutuhkan. Pengukuran rangkaian pembagi tegangan dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Pengukuran Nilai Tahanan

Untuk menentukan nilai tahanan yang sesuai dengan *output* tegangan yang diharapkan, dapat dihitung sebagai berikut.

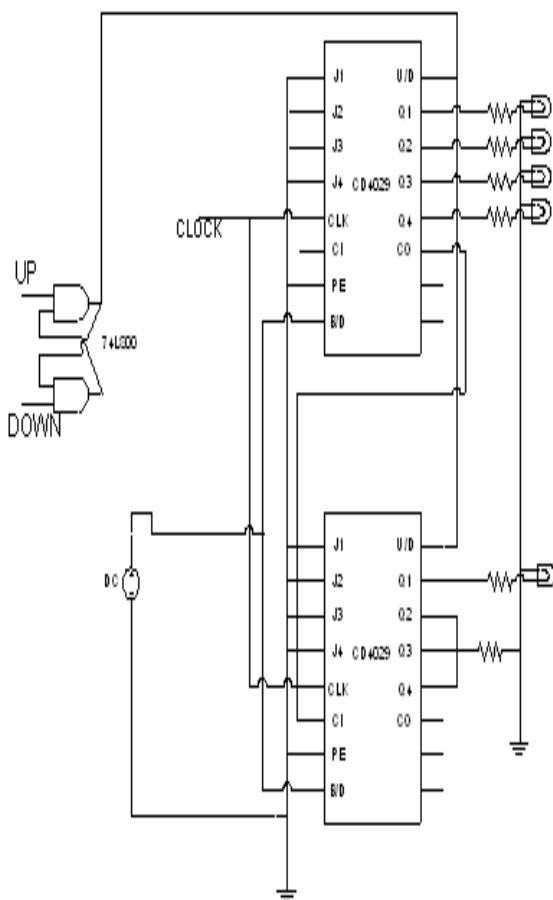
- $R11 = 250\Omega \left(\frac{2V}{1.25V-1}\right) = 150\Omega$
- $R12 = 250\Omega \left(\frac{3V}{1.25V-1}\right) = 350\Omega$
- $R13 = 250\Omega \left(\frac{5V}{1.25V-1}\right) = 750\Omega$
- $R14 = 250\Omega \left(\frac{9V}{1.25V-1}\right) = 1550\Omega$
- $R15 = 250\Omega \left(\frac{17V}{1.25V-1}\right) = 3150\Omega$

TABEL III. PERHITUNGAN NILAI TAHANAN

V _x (V)	R _x (Ω)
2	150
3	350
5	750
9	1550
17	3150

TABEL IV. PERHITUNGAN VARIABEL TEGANGAN BERDASARKAN NILAI TAHANAN YANG DI TENTUKAN

R15	R14	R13	R12	R11	R2'	Vout
-	-	-	-	-	0	1.25
-	-	-	-	150	150	2
-	-	-	350	-	350	3
-	-	-	350	150	550	4
-	-	750	-	-	750	5
-	-	750	-	150	950	6
-	-	750	350	-	1150	7
-	-	750	350	150	1350	8
-	1550	-	-	-	1550	9
-	1550	-	-	150	1750	10
-	1550	-	350	-	1950	11
-	1550	-	350	150	2150	12
-	1550	750	-	-	2350	13
-	1550	750	-	150	2550	14
-	1550	750	350	-	2750	15
-	1550	750	350	150	2950	16
3150	-	-	-	-	3150	17
3150	-	-	-	150	3350	18
3150	-	-	350	-	3550	19
3150	-	-	350	150	3750	20
3150	-	750	-	-	3950	21
3150	-	750	-	150	4150	22
3150	-	750	350	-	4350	23
3150	-	750	350	150	4550	24
3150	1550	-	-	-	4750	25
3150	1550	-	-	150	4950	26
3150	1550	-	350	-	5150	27
3150	1550	-	350	150	5350	28
3150	1550	750	-	-	5550	29
3150	1550	750	-	150	5750	30
3150	1550	750	350	-	5850	31
3150	1550	750	350	150	5950	32



Gambar 17. Kombinasi Biner 00001 Untuk Tegangan 2V

TABEL V. HASIL PENGUJIAN RANGKAIAN UP-DOWN COUNTER

LED5	LED4	LED3	LED2	LED1	LOGIKA
-	-	-	-	-	00000
-	-	-	-	ON	00001
-	-	-	ON	-	00010
-	-	-	ON	ON	00011
-	-	ON	-	-	00100
-	-	ON	-	ON	00101
-	-	ON	ON	-	00110
-	-	ON	ON	ON	00111
-	ON	-	-	-	01000
-	ON	-	-	ON	01001
-	ON	-	ON	-	01010
-	ON	-	ON	ON	01011
-	ON	ON	-	-	01100
-	ON	ON	-	ON	01101
-	ON	ON	ON	-	01110
-	ON	ON	ON	ON	01111
ON	-	-	-	-	10000
ON	-	-	-	ON	10001
ON	-	-	ON	-	10010
ON	-	-	ON	ON	10011
ON	-	ON	-	-	10100
ON	-	ON	-	ON	10101
ON	-	ON	ON	-	10110
ON	-	ON	ON	ON	10111
ON	ON	-	-	-	11000
ON	ON	-	-	ON	11001
ON	ON	-	ON	-	11010
ON	ON	-	ON	ON	11011
ON	ON	ON	-	-	11100
ON	ON	ON	-	ON	11101
ON	ON	ON	ON	-	11110
ON	ON	ON	ON	ON	11111

C. Pengujian Rangkaian Up-Down Counter

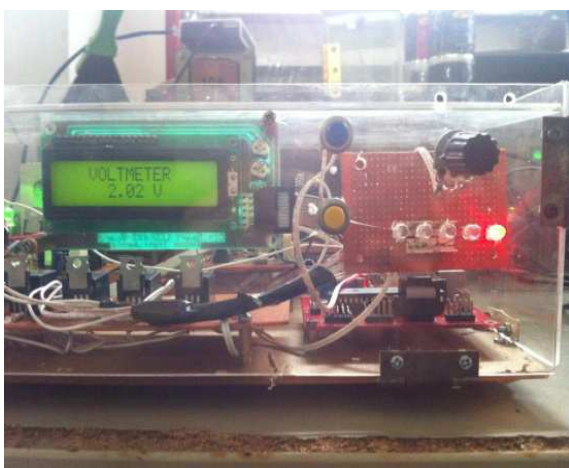
Pengujian rangkaian *up-down counter* dilakukan untuk membuktikan apakah keluran logika sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Pada pengujian rangkaian *up-down counter* ini penulis menguji dengan menggunakan LED pada pin *output up-down counter* untuk melihat perubahan logika dengan memberikan input “0” dan “1”. Pada gambar 17 dibawah ini dapat dilihat pengujian dilakukan dengan menggunakan 5 buah LED.

Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel V.

Gambar 17 menunjukkan cara pengujian rangkaian *up-down counter* sedangkan Gambar 18 menunjukkan kombinasi biner 00001 untuk tegangan 2V.

D. Pengujian Tegangan Keluaran

Gambar 19 merupakan pengukuran variabel tegangan keluaran. Dalam pengujian ini dilakukan pengukuran nilai tegangan keluaran melalui *regulator* variabel LM317. Pada pengujian ini penulis melakukan pengukuran tegangan keluaran dengan menggunakan beban dan tanpa beban.

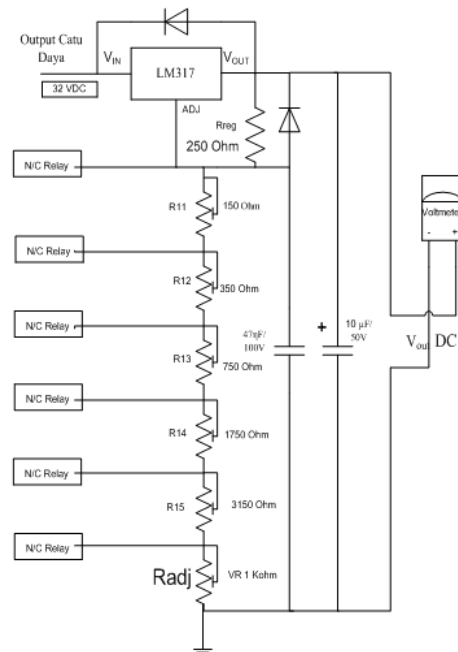


Gambar 18. Pengujian Rangkaian Up-Down Counter

Pengukuran tegangan keluaran juga dapat dihitung sebagai berikut.

- Pada saat logika 00000 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{0}{250}) = 1.25 \text{ V}$
- Pada saat logika 00001 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{150}{250}) = 2 \text{ V}$
- Pada saat logika 00010 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{350}{250}) = 3 \text{ V}$
- Pada saat logika 00011 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{550}{250}) = 4 \text{ V}$
- Pada saat logika 00100 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{750}{250}) = 5 \text{ V}$
- Pada saat logika 00101 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{950}{250}) = 6 \text{ V}$
- Pada saat logika 00110 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{1150}{250}) = 7 \text{ V}$
- Pada saat logika 00111 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{1350}{250}) = 8 \text{ V}$
- Pada saat logika 01000 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{1550}{250}) = 9 \text{ V}$
- Pada saat logika 01001 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{1750}{250}) = 10 \text{ V}$
- Pada saat logika 01010 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{1950}{250}) = 11 \text{ V}$
- Pada saat logika 01011 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{2150}{250}) = 12 \text{ V}$
- Pada saat logika 01100 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{2350}{250}) = 13 \text{ V}$
- Pada saat logika 01101 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{2550}{250}) = 14 \text{ V}$
- Pada saat logika 01110 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{2750}{250}) = 15 \text{ V}$
- Pada saat logika 01111 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{2950}{250}) = 16 \text{ V}$
- Pada saat logika 10000 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{3150}{250}) = 17 \text{ V}$
- Pada saat logika 10001 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{3350}{250}) = 18 \text{ V}$
- Pada saat logika 10010 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{3550}{250}) = 19 \text{ V}$
- Pada saat logika 10011 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{3750}{250}) = 20 \text{ V}$
- Pada saat logika 10100 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{3950}{250}) = 21 \text{ V}$

- Pada saat logika 10101 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{4150}{250}) = 22 \text{ V}$
- Pada saat logika 10110 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{4350}{250}) = 23 \text{ V}$
- Pada saat logika 10111 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{4550}{250}) = 24 \text{ V}$
- Pada saat logika 11000 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{4750}{250}) = 25 \text{ V}$
- Pada saat logika 11001 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{4950}{250}) = 26 \text{ V}$
- Pada saat logika 11010 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{5150}{250}) = 27 \text{ V}$
- Pada saat logika 11011 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{5350}{250}) = 28 \text{ V}$
- Pada saat logika 11100 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{5550}{250}) = 29 \text{ V}$
- Pada saat logika 11101 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{5750}{250}) = 30 \text{ V}$
- Pada saat logika 11110 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{5850}{250}) = 31 \text{ V}$
- Pada saat logika 11111 : $V_{out} = 1.25 (1 + \frac{5950}{250}) = 32 \text{ V}$



Gambar 19. Pengukuran Variabel Tegangan Keluaran

TABEL VI. PENGUKURAN TEGANGAN KELUARAN

LED5 R15	LED4 R14	LED3 R13	LED2 R12	LED1 R11	R2'	V _{out}
-	-	-	-	-	0	1.25
-	-	-	-	150	150	2
-	-	-	350	-	350	3
-	-	-	350	150	550	4
-	-	750	-	-	750	5
-	-	750	-	150	950	6
-	-	750	350	-	1150	7
-	-	750	350	150	1350	8
-	1550	-	-	-	1550	9
-	1550	-	-	150	1750	10
-	1550	-	350	-	1950	11
-	1550	-	350	150	2150	12
-	1550	750	-	-	2350	13
-	1550	750	-	150	2550	14
-	1550	750	350	-	2750	15
-	1550	750	350	150	2950	16
3150	-	-	-	-	3150	17
3150	-	-	-	150	3350	18
3150	-	-	350	-	3550	19
3150	-	-	350	150	3750	20
3150	-	750	-	-	3950	21
3150	-	750	-	150	4150	22
3150	-	750	350	-	4350	23
3150	-	750	350	150	4550	24
3150	1550	-	-	-	4750	25
3150	1550	-	-	150	4950	26
3150	1550	-	350	-	5150	27
3150	1550	-	350	150	5350	28
3150	1550	750	-	-	5550	29
3150	1550	750	-	150	5750	30
3150	1550	750	350	-	5850	31
3150	1550	750	350	150	5950	32

TABEL VII. PENGUKURAN TEGANGAN KELUARAN DENGAN BEBAN RESISTOR 1K Ω

Logika	V _{out} (perhitungan)	V _{out} (pengukuran)
00000	1.25	1.3
00001	2	2.3
00010	3	3.3
00011	4	4
00100	5	5.3
00101	6	6.1
00110	7	7.1
00111	8	7.9
01000	9	9.3
01001	10	10.1
01010	11	11.1
01011	12	11.9
01100	13	13.1
01101	14	14
01110	15	15
01111	16	15.8
10000	17	16.9
10001	18	18.1
10010	19	19.1
10011	20	19.9
10100	21	21.1
10101	22	21.9
10110	23	23

10111	24	23.8
11000	25	25.1
11001	26	26
11010	27	27
11011	28	27.8
11100	29	29.1
11101	30	29.9
11110	31	30.9
11111	32	31.8

Pada tabel VI, dapat dilihat bahwa terjadi perubahan tegangan keluaran pada saat pengukuran untuk beberapa variabel *output* sekitar 0.1 – 0.3 Volt. Hal ini dikarenakan adanya perubahan nilai resistor penyusun pada rangkaian pembagi tahanan, ketidakakuratan dalam pembacaan alat ukur, dan adanya tahanan dalam alat ukur yang secara tidak langsung menjadi beban tambahan.

Hasil pengukuran tegangan keluaran dengan beban resistor 1K Ω seperti yang terdapat pada tabel VII menunjukkan adanya perubahan nilai tegangan keluaran seperti pada pengukuran yang dilakukan tanpa beban sekitar 0.1 - 0.4 Volt untuk beberapa variabel tegangan keluaran.

E. Pengukuran Arus Keluaran

Pengujian dengan menggunakan resistor yang memiliki tingkat daya yang besar ini bertujuan untuk melihat jatuh tegangan dan mengetahui tingkat kestabilan dari catu daya ini. Semakin kecil jatuh tegangan dari catu daya ini maka semakin baik kinerja yang dihasilkan dan semakin stabil. Pada pengujian ini, penulis hanya mengambil beberapa *sample* tegangan sumber yaitu 5V, 12V dan 30V.

Pada tabel VIII dapat dilihat bahwa jatuh tegangan dari masing-masing tegangan sumber dalam pengujian adalah 0.13V untuk tegangan sumber 5V, 0.23V untuk tegangan sumber 12V dan 0.21V untuk tegangan 30V dengan jatuh tegangan rata-rata adalah sebesar 0.19V. Jadi, berdasarkan pengujian dapat diambil kesimpulan bahwa, pengujian dengan menggunakan resistor yang memiliki tingkat daya sebesar 20 Watt tidak akan mempengaruhi kestabilan dari catu daya ini, hal ini dikarenakan jatuh tegangan rata-rata yang terukur hanya sebesar 0.19V.

TABEL IX. PENGUKURAN DENGAN BEBAN 25 Ω /20 WATT

V _{Sumber}	I (A)	V _{Pengujian}
5 V	0.23	4,87 V
12 V	0,48	11,77 V
30 V	1,18	29,79 V

V. KESIMPULAN

Dari pengujian yang dilakukan pada alat yang telah dirancang, penulis dapat menarik beberapa kesimpulan yaitu :

- 1) Tegangan keluaran dari catu daya ini adalah 1.25 Volt sampai 32 Volt dengan perubahan 1 Volt untuk setiap kenaikan variabel keluarannya.
- 2) Tegangan keluaran dari catu daya ini tidak selamanya tepat dengan perubahan tegangan sekitar 0.1 - 0.6 Volt untuk setiap perubahan 1 Volt tegangan keluaran baik pada saat tanpa menggunakan beban dan pada saat diberi beban, hal ini disebabkan karena adanya perubahan nilai tahanan pada setiap resistor dirangkaian pembagi tegangan akibat dari kurang tepatnya pengukuran dalam menentukan nilai tahanan yang digunakan, adanya tahanan dalam alat ukur, adanya beban tambahan dan *error* pembacaan alat ukur.
- 3) Pemasangan resistor 1k Ω (Radj) bertujuan untuk mengatur perubahan tegangan keluaran dalam hal ini menjadi toleransi untuk setiap perubahan tegangan keluaran yang besar pengaturannya sekitar 0.1 – 3 Volt.
- 4) Frekuensi rata-rata yang dihasilkan dari multivibrator yaitu 4,914 Hz dan waktu per denyut untuk frekuensi rata-rata tersebut adalah 203,63 ms. Dimana dalam 1 detik terjadi 4,914 denyutan dan waktu yang diperlukan untuk setiap denyutan adalah 203,63 ms.
- 5) Arus maksimum yang mampu dicatu oleh rangkaian catu daya ini dengan beban resistor 1K Ω sebesar 0.032 A dan beban 100 Ω sebesar 0.32 A. Untuk mendapatkan catu arus yang lebih besar harus mengganti *transformator* dengan suplai arus yang lebih besar.
- 6) Catu daya ini mampu mencatu dengan stabil suatu beban yang memiliki daya sebesar 28 Watt dengan jatuh tegangan rata-rata sebesar 0.2V.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Irawan, "*Pintar Elektronika*, Jilid 2", Penerbit Bahagia, Pekalongan, 1991.
- [2] R. Blocher, "*Dasar Elektronika*", Penerbit ANDI, Yogyakarta, 2003.
- [3] I. Gottlieb, "*Catu Daya-Switching Regulator*", Penerbit Gramedia, Jakarta, 1992.
- [4] G. Hanapi, "*Prinsip-Prinsip Elektronik*, Edisi 2", Penerbit Erlangga, Surabaya, 1996.
- [5] K. F. Ibrahim, "*Teknik Digital*", Penerbit ANDI, Yogyakarta, 1996.
- [6] A. Maini, "*Digital Electronics*", Penerbit John Wiley & Sons, West Sussex, 2007.
- [7] F. Petruzella, "*Elektronika Industri*", Penerbit Andi, Yogyakarta, 1996.
- [8] S. Rangkuti, "*Mikrokontroler ATMEL AVR*", Penerbit Informatika, Bandung, 2002.

[9] R. Traister, "*Proyek IC 555*", Penerbit Gramedia, Jakarta, 1987.

[10] A. Winoto, "*Mikrokontroler AVR ATmega8/16/32/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*", Penerbit Informatika, Bandung, 2010.