

PERANCANGAN RANGKAIAN *CHARGER* TELEPON SELULER DENGAN SUMBER CATUAN *HANDSET* LAIN

Eka Wahyudi¹, Arief Hendra Saptadi², Eldia Rantedoping³

^{1,2}Program Studi Diploma III Teknik Telekomunikasi AKATEL Purwokerto

¹ekawahyudi@akatelsp.ac.id

ABSTRAKSI

Kecenderungan setiap orang yang ingin melakukan segala sesuatu dengan praktis dan mudah, menyebabkan munculnya keinginan untuk tidak mau dibatasi oleh tempat dan waktu dalam melakukan aktivitas. Demikian pula dalam hal mencatu baterai *handphone*, akan lebih praktis jika bisa mencatu listrik baterai *handphone* yang lemah (*low battery*) tanpa harus bergantung pada ketersediaan sumber arus PLN. Alat yang dirancang dalam penelitian ini digunakan untuk mencatu *handphone* tanpa melalui sumber PLN. Rangkaian utama alat ini terdiri dari 3 bagian utama, yaitu *multivibrator* astabil, *voltage quadrupler* dan *voltage regulation*. Rangkaian *multivibrator* astabil ini akan menghasilkan tegangan keluaran AC yang digunakan sebagai input rangkaian *voltage quadrupler* agar bisa bekerja. Rangkaian *voltage quadrupler* ini akan mengalikan 4 kali dari tegangan input yang masuk, sehingga tegangan keluaran (V_{out}) menjadi 4 kali tegangan masukan (V_{in}). Hasil akhir dari alat yang sudah dibuat belum memuaskan karena hanya bisa mencatu 1 jenis handset yaitu Nokia seri 8210 dengan efisiensi yang rendah. Untuk kedepannya alat ini bisa dikembangkan lagi dengan menaikkan nilai arus, dengan menggunakan penguatan transistor. Transistor yang digunakan harus memiliki karakteristik nilai h_{fe} yang tinggi dan tegangan DC yang kecil.

Kata kunci: *Charger, multivibrator astabil, voltage quadrupler dan voltage regulation*

1. PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan teknologi khususnya dibidang telekomunikasi sudah semakin pesat. Berkembangnya alat-alat telekomunikasi di atas juga diikuti oleh perangkat-perangkat pendukungnya. Namun masalah akan timbul jika penggunaan alat-alat tersebut harus dibatasi oleh tempat dan harus tersedianya sumber catuan seperti listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara).

Oleh karena itu, perlu untuk diciptakan suatu alat yang diharapkan bisa mengatasi masalah-masalah tersebut di atas. Alat ini memungkinkan seseorang mencatu daya pada *handphone* tanpa harus melalui sumber PLN ataupun sumber catuan listrik yang ada di mobil (*car kit*), tetapi memanfaatkan sumber catu daya dari *handset* lain yang daya baterainya masih banyak. Tegangan sumber dari *handset* yang berupa *handphone* ini, diambil langsung dari baterai *handphone*, tanpa melalui konektor pada *handphone* tersebut.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu bisa membuat alat pencatu daya baterai *handphone* dengan sumber catuan *handset* lain dan bisa menentukan

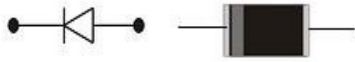
nilai masing-masing komponen penyusun alat sehingga alat bisa bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

1.1. Dioda

Dioda adalah suatu bahan semikonduktor yang dibuat dari bahan yang disebut *PN Junction* yaitu suatu bahan campuran yang terdiri dari bahan positif (*P type*) dan bahan negatif (*N type*). Bahan positif (*P type*) adalah bahan campuran yang terdiri dari Germanium atau Silikon dengan Aluminium yang mempunyai sifat kekurangan elektron dan bersifat positif. Bahan negatif (*N type*) adalah bahan campuran yang terdiri dari Germanium atau Silikon dengan Fosfor yang mempunyai kelebihan elektron dan bersifat negatif.

Apabila kedua bahan tersebut dipertemukan maka akan menjadi komponen aktif yang disebut Dioda. Pada gambar terlihat pada bagian yang terdiri dari bahan *P type* akan membentuk kaki yang disebut kaki Anoda dan bagian yang terdiri dari bahan *N type* akan membentuk Katoda. Dari uraian di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa dioda

adalah komponen yang memiliki 2 buah kaki seperti terlihat pada simbol dibawah ini.



Gambar 1. Bentuk dioda

1.2. Transistor

Transistor merupakan jenis komponen semikonduktor yang banyak digunakan di berbagai rangkaian elektronika, seperti rangkaian *amplifier*, *switching* dan sebagainya. Adapun kegunaan transistor adalah seperti penguatan, penyearah, pencampur, osilator, saklar elektronik dan lain-lain.

Sebagai penguat, transistor digunakan untuk menguatkan tegangan, arus atau daya, baik itu bolak-balik maupun searah. Sebagai penyearah, transistor digunakan untuk mengubah tegangan bolak-balik menjadi tegangan searah. Sebagai pencampur, transistor digunakan untuk mencampur dua macam tegangan bolak-balik atau lebih yang mempunyai frekuensi berbeda. Sebagai osilator, transistor digunakan untuk membangkitkan getaran-getaran listrik. Sedangkan sebagai saklar elektronik, transistor digunakan untuk menghidup-matikan rangkaian secara elektronik.

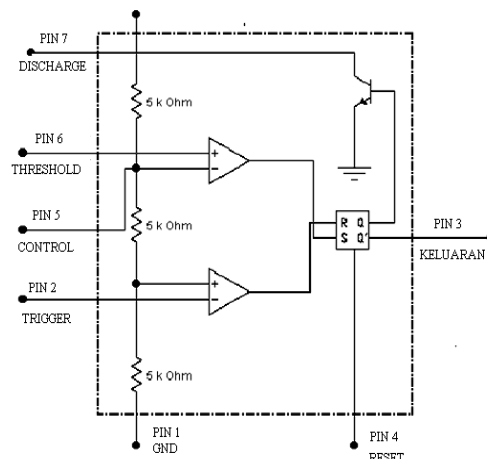
1.3. IC NE 555 sebagai Pewaktu (Timer)

IC pewaktuan 555 merupakan IC linear yang banyak digunakan dalam sistem digital. Pewaktuan 555 mempunyai dua cara kerja, yaitu sebagai *multivibrator astabil* (tidak mempunyai keadaan stabil) dan *multivibrator monostabil* (satu keadaan stabil). Cara kerja pewaktuan ini ditentukan oleh jaringan resistor dan kapasitor yang dihubungkan dari luar ke IC tersebut.

Pada mode *Monostabil*, dapat menghasilkan waktu tunda yang akurat dari mikrodetik sampai jam. Pada mode *Astabil* dapat menghasilkan gelombang kotak dengan siklus aktif peubah.

a. Terminal Catudaya

Pasak 1 adalah *ground* dan pasak 8 adalah V_{cc} . V_{cc} pada pewaktuan 555 antara +5 V sampai +18 V, juga dapat dicatu dengan tegangan digital +5, dan penyerapan daya maksimumnya sebesar 600 mW.



Gambar 2. Diagram Blok Timer 555

Ada delapan terminal pada perwaktuan 555, yaitu :

b. Terminal Picu (*Trigger*) dan Ambang (*Threshold*)

Terminal picu terletak pada pasak 2 dan terminal ambang pada pasak 6. Kedua pasak ini merupakan terminal yang menentukan dua tingkat operasi yang mungkin ada dari dua tingkat ingatan. Dalam gambar 2 diatas, bila terminal picu pasak 2 diberi masukan, maka pembanding B akan membandingkan dengan tegangan V_1 atau tegangan ambang bawah (V_{AB}) yang besarnya $V_{CC}/3$. Keluaran pembanding B akan bernilai tinggi jika pemicu lebih rendah dari V_{AB} dan akan bernilai rendah jika lebih besar dari V_{AB} .

Pada terminal ambang, bila diberi masukan maka pembanding A akan membandingkan dengan tegangan V_2 , atau tegangan ambang atas (V_{AA}) yang besarnya $2 \cdot V_{CC}/3$. Keluaran pembanding A akan bernilai tinggi jika masukan ambang lebih tinggi dari V_{AA} dan akan bernilai rendah jika tegangan ambang lebih kecil dari V_{AA} .

Kedua keluaran pembanding A dan B masuk ke *flip-flop* yaitu pasak 3 dan pasak 7 yang saling berkomplementer, dimana masing-masing adalah terminal keluaran dan terminal pengosongan (*Discharge*). Keluaran pasak 3 akan bernilai tinggi jika keluaran pembanding B lebih tinggi dari keluaran pembanding A dan akan bernilai rendah bila sebaliknya. Jika kedua keluaran pembanding A dan B bernilai rendah/tinggi, maka keluaran pasak 3 akan sama dengan nilai sebelumnya (mengingat).

c. Terminal Keluaran

Terminal keluaran IC 555 pada pasak 3 ini berfungsi ganda, yaitu sebagai sumber arus atau sebagai penerima arus yang lazimnya sebesar 40 mA. Sedangkan tegangan keluaran untuk logika tinggi (*high*) sekitar 0,5 V di bawah V_{cc} , dan tegangan keluaran untuk logika rendah (*low*) sekitar 0,1 V di atas *ground*.

d. Terminal Reset

Terminal reset pada pasak 4, yang berguna untuk mengabaikan isyarat-isyarat pada masukan pemicu dan masukan ambang. Jika terminal reset diberi tegangan *ground* atau di bawah 0,4 V, maka terminal keluaran dan pengosongan dipaksa bertegangan *ground*. Bila tidak digunakan, terminal reset harus dihubungkan ke $+V_{cc}$.

e. Terminal Tegangan Pengendalian (*Control*)

Terminal tegangan pengendalian pada pasak 5 biasanya digunakan sebuah kapasitor 0.01 μF ke *ground* yang berfungsi melewati gangguan akan tegangan riak dari *cartridge* pada tegangan ambang. Terminal ini dapat digunakan untuk mengubah tegangan luar ke pasak 5 atau menghubungkan sebuah resistor dari pasak 5 ke V_{cc} .

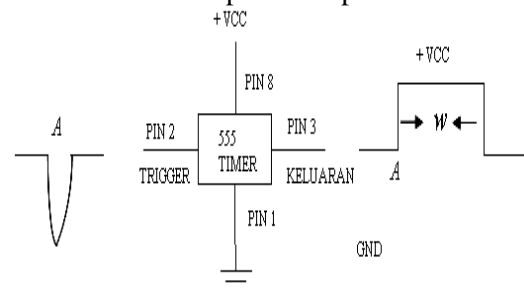
Pin-pin lain yang tidak disebutkan disini, dihubungkan dengan komponen *eksternal* yang menentukan lebar pulsa keluaran.

1.3.1. Operasi Monostabil

Gambar 3 berikut ini mengilustrasikan operasi monostabil. Mula-mula pewaktu 555 mempunyai tegangan keluaran rendah yang tidak dapat ditentukan. Saat pewaktu 555 menerima picuan (*trigger*) pada titik A, tegangan keluaran akan berubah dari rendah ke tinggi, seperti terlihat. Keluaran tetap akan tinggi untuk sementara waktu, dan akan kembali ke keadaan rendah setelah waktu tunda W. Keluaran akan tetap pada kondisi rendah sampai terdapat picuan berikutnya.

Multivibrator adalah rangkaian dua keadaan yang mempunyai nol, satu, atau dua keadaan stabil. Saat *timer* 555 digunakan pada mode *monostabil*, kadang-kadang disebut *multivibrator monostabil* karena hanya mempunyai satu keadaan stabil. *Multivibrator* itu stabil pada keadaan rendah

sampai menerima *trigger*, yang menyebabkan keluaran berubah ke keadaan tinggi. Akan tetapi keadaan tinggi adalah bukan keadaan stabil karena keluaran akan mengembalikan ke keadaan rendah pada saat pulsa berakhir.

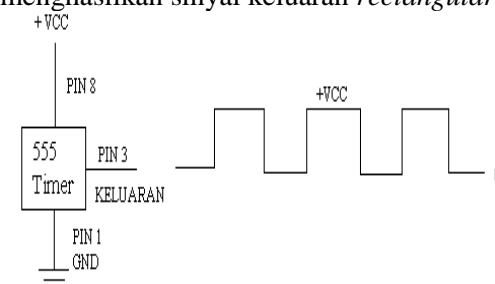


Gambar 3. *Timer* 555 pada mode *monostabil*

Saat beroperasi pada mode *monostabil*, *timer* 555 sering dianggap sebagai *Multivibrator one-shot* karena akan menghasilkan hanya satu pulsa pada setiap masukan *trigger*. Durasi dari pulsa keluaran ini dapat dikontrol secara presisi dengan resistor dan kapasitor luar.

1.3.2. Operasi Astabil

Rangkaian *multivibrator astable* menggunakan *timer* 555 sebagai pembangkit gelombang pulsa. Saat digunakan pada mode ini, *timer* 555 tidak mempunyai keadaan stabil, yang berarti bahwa keadaan tetap untuk jangka waktu yang tidak tentu. Atau dengan kata lain, mode ini akan berisolasi ketika beroperasi di mode *astabil* dan akan menghasilkan sinyal keluaran *rectangular*.



Gambar 4. *Timer* 555 digunakan pada mode *astabil (free-running)*

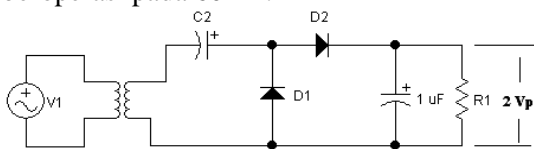
Gambar di atas menunjukkan *timer* 555 yang digunakan pada mode *astabil*. Seperti dilihat, keluaran adalah deretan pulsa *rectangular*. Karena tidak ada masukan *trigger* yang digunakan untuk memperoleh keluaran, operasi *timer* 555 pada mode *astabil* sering disebut dengan *multivibrator free-running*.

1.4. Pengali Tegangan (Voltage Multiplier)

Pengali tegangan (*Voltage multiplier*) adalah dua (atau lebih) penyearah puncak (*peak rectifier*) yang menjangkitkan tegangan searah setinggi kelipatan harga puncak tegangan bolak-balik yang dimasukkan ($2 \cdot V_p$, $3 \cdot V_p$, $4 \cdot V_p$, dan sebagainya). Berikut ini penjelasan tentang beberapa jenis pengali tegangan:

1.5.1. Voltage Doubler

Konfigurasi rangkaian ini adalah sama dengan *detector* puncak ke puncak, kecuali menggunakan dioda *rectifier* dan beroperasi pada 60 Hz.

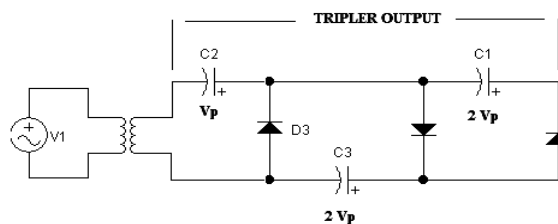


Gambar 5. Voltage Doubler

Bagian *clamber* menambahkan sebuah komponen DC ke tegangan sekunder. *Detector* puncak kemudian menghasilkan sebuah tegangan DC sebesar 2 kali tegangan sekunder.

1.5.2. Voltage Tripler

Pada gambar 6 terlihat bahwa dua bagian pertama berbuat seperti *voltage doubler*. Pada puncak putaran setengah negatif, D_3 mengalami *forward-bias*.



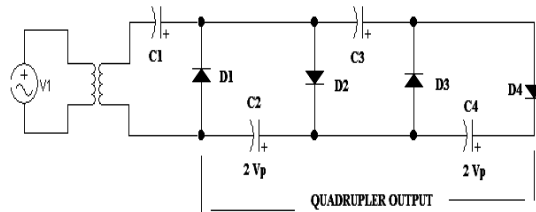
Gambar 6. Voltage Tripler

Keluaran *tripler* muncul melalui C_1 dan C_3 . Resistansi beban dapat dihubungkan melalui keluaran *tripler*. Sepanjang waktu tetap yang panjang, keluaran sebesar $3 \cdot V_p$.

1.5.3. Voltage Quadrupler

Gambar 7 di bawah ini adalah sebuah *voltage quadrupler*. Tiga bagian pertama adalah sebuah *tripler* dan keempat membuat seluruh rangkaian *quadrupler*. Kapasitor yang pertama mencatu tegangan sebesar V_p , adapun yang lainnya mengeluarkan tegangan sebesar $2 V_p$. Keluaran *quadrupler* melalui

hubungan seri dari C_2 dan C_4 . Resistor beban dapat dihubungkan melalui keluaran *quadrupler* untuk memperoleh $4 V_{pp}$. Secara teoritis, rangkaian dapat ditambah hingga tak terbatas, tetapi *ripple* akan meningkat seiring dengan bertambahnya tingkat pengali tegangan.



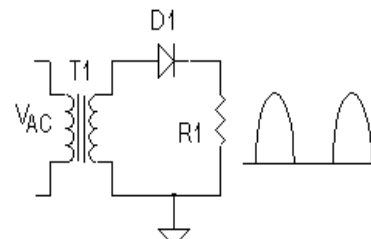
Gambar 7. Voltage Quadrupler

1.6. Penyearah

Terdapat 2 jenis penyearah yang dikenal dalam bidang elektronika yaitu:

1.6.1. Penyearah Setengah Gelombang

Pada penyearah setengah gelombang, dioda berlaku sebagai penghantar selama putaran setengah positif, tetapi tidak berlaku sebagai penghantar selama putaran setengah negatif.



Gambar 8. Penyearah Setengah Gelombang

Oleh karena itu, rangkaian memotong putaran setengah negatif seperti diperlihatkan pada gambar di atas. Tegangan setengah gelombang menghasilkan arus beban searah.

Nilai tegangan input transformator

$$V_{RMS} = \frac{V_P}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots (1)$$

Tegangan rata-rata DC pada penyearah setengah gelombang adalah:

$$V_{DC} = \frac{V_P}{\pi} = 0,318 \times V_P \dots\dots\dots (2)$$

Frekuensi keluaran yang dihasilkan:

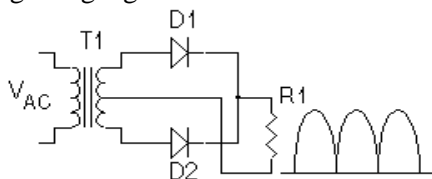
$$f_{out} = f_{in} \dots\dots\dots (3)$$

1.6.2. Penyearah Gelombang Penuh

Terdapat dua jenis penyearah gelombang penuh yaitu :

a. Center Tap

Penyearah gelombang penuh dengan *Center Tap* setara dengan dua kali penyearah setengah gelombang. Sebab pusat *tap*, masing-masing *rectifier* mempunyai sebuah tegangan masukan yang sama dengan dengan setengah tegangan sekunder.



Gambar 9. Penyearah gelombang penuh dengan *Center Tap*

Dioda D1 menghantar ke putaran setengah positif dan dioda D2 menghantar ke putaran setengah negatif. Sebagai hasilnya, arus beban *rectifier* mengalir selama setengah putaran bersama-sama. *Rectifier* gelombang penuh berbuat sama dengan dua kaki bolak balik pada *rectifier* setengah gelombang.

Tegangan input transformator adalah:

$$V_{RMS} = \frac{V_P}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots(4)$$

Tegangan rata-rata DC pada penyearah gelombang penuh adalah:

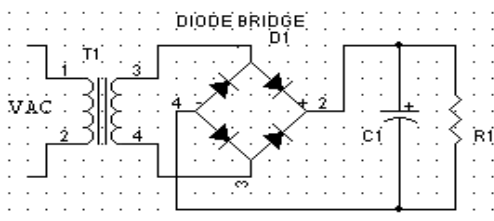
$$V_{DC} = \frac{2V_P}{\pi} \dots\dots\dots(5)$$

Frekuensi keluaran yang dihasilkan:

$$f_{out} = f_{in} \dots\dots\dots(6)$$

b. Jembatan (*Bridge*)

Penyearah jembatan merupakan penyearah gelombang penuh sebab ia memproduksi tegangan keluaran gelombang penuh. Rangkaian ini memiliki karakteristik yang mirip dengan penyearah *Center Tap*.



Gambar 10. Penyearah gelombang penuh dengan jembatan

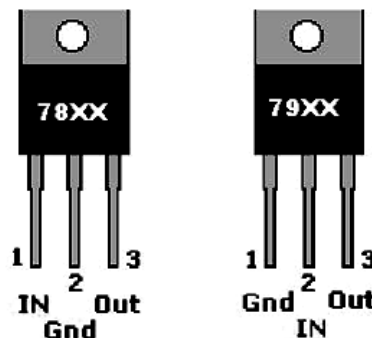
Dioda-dioda D₁ dan D₂ menghantar di atas setengah putaran positif dan D₃ dan D₄ menghantar di atas setengah putaran negatif.

Sebagai hasilnya arus beban penyearah mengalir selama diantara setengah putaran.

1.7. Regulator

Regulator berfungsi sebagai penstabil level tegangan agar sesuai dengan keinginan. Oleh karena itu biasanya dalam rangkaian *power supply*, IC *Regulator* tegangan ini selalu dipakai untuk menstabilkan keluaran tegangan.

Berikut susunan kaki dari IC *regulator* tersebut:



Gambar 11. 78xx untuk tegangan positif dan 79xx untuk tegangan negatif

Dari gambaran tersebut dapat diketahui, misalkan 7805 adalah *regulator* untuk mendapat tegangan +5 volt, dan 7812 adalah *regulator* tegangan +12 volt dan seterusnya maka untuk seri 79XX, misalnya 7905 dan 7912 maka keduanya berturut-turut adalah *regulator* dengan keluaran tegangan -5 dan -12 volt.

Selain berupa *regulator* tegangan tetap, terdapat juga IC *regulator* dengan tegangan keluaran yang dapat diatur. Prinsipnya sama dengan *regulator* OP-AMP yang dikemas dalam satu IC misalnya LM317 untuk *regulator* peubah positif dan LM337 untuk *regulator* *variable* negatif. Perbedaannya, resistor R₁ dan R₂ berada di luar IC, sehingga tegangan keluaran dapat diatur melalui resistor *eksternal*

2. METODE PENELITIAN

Dalam pembuatan perangkat ini, jenis metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental. Metode ini bertujuan untuk mendapatkan rancangan alat dengan cara mencari, memodifikasi dan menguji rangkaian-rangkaian elektronika di dalam beberapa blok berbeda, yang kemudian disatukan menjadi suatu perangkat lengkap.

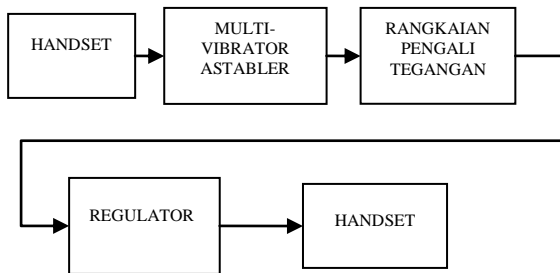
Dalam proses pembuatan alat ini, terlebih dahulu disimulasikan pada *Personal Computer* yang dilengkapi dengan perangkat lunak elektronika yang bisa digunakan untuk merancang dan menguji suatu rangkaian elektronika dan setelah sesuai dengan yang diharapkan, komponen-komponen penyusun alat ini akan dirangkai pada PCB sebenarnya.

2.1. Perancangan Alat

Rancangan *charger* ini mengadopsi prinsip kerja rangkaian pengali 4 kali tegangan DC (*Quadruple Multiplier*) yang memanfaatkan kombinasi komponen dioda dan kapasitor. Rangkaian *quadruple multiplier* ini memerlukan *input* berupa tegangan V_{AC} (pulsa atau *clock*), untuk itu diperlukan suatu rangkaian pembangkit pulsa atau rangkaian *Multivibrator Astabler*. Sumber tegangan dari ponsel terlebih dahulu melewati rangkaian keluaran dari *Multivibrator Astabler* dengan keluaran berupa *clock* atau *timer* yang dapat dihitung dengan rumus:

$$T = 0.693 (R_a + 2 \cdot R_b) \dots \dots \dots (7)$$

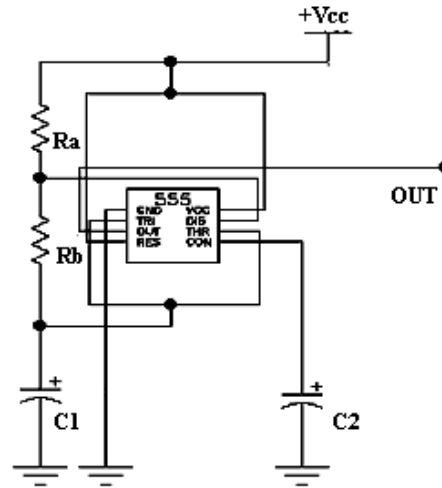
Diagram blok *charger* antar ponsel ini yaitu sebagai berikut :



Gambar 12. Diagram blok *charger* antar *handphone*

2.1.1. Multivibrator Astabil

Multivibrator adalah rangkaian sekuensial atau rangkaian aktif. Rangkaian ini dirancang untuk mempunyai karakteristik jika salah satu rangkaian aktif bersifat menghantar, maka rangkaian aktif yang lain bersifat *cut off* atau terpacung. *Multivibrator* berfungsi untuk menyimpan bilangan biner, mencacah pulsa, menahan atau mengingat pulsa *trigger*, menyerempakkan operasi aritmetika dan fungsi pokok lain yang ada dalam sistem digital.



Gambar 13. *Multivibrator Astabler*

Dari nilai-nilai komponen penyusun *multivibrator Astabil* yang digunakan pada rangkaian alat, maka dapat dihitung parameter-parameter sinyal keluaran *Multivibrator Astabil*.

Diketahui nilai R_a , R_b dan C dari rangkaian yaitu:

- $R_a = 1 \text{ k}\Omega$
- $R_b = 22 \text{ k}\Omega$
- $C = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$

Maka lebar pulsa (W) sinyal keluaran *multivibrator* yaitu:

$$\begin{aligned} W &= 0,693 (R_a + R_b) C \\ &= 0,683 (1 \cdot 10^3 + 22 \cdot 10^3) 0,1 \cdot 10^{-6} \\ &= 15,9 \cdot 10^{-4} \text{ s} \end{aligned}$$

Periode pulsa sinyal keluaran *multivibrator* yaitu:

$$\begin{aligned} T &= 0,693 (R_1 + 2R_2)C \\ &= 0,683 (1 \cdot 10^3 + 2 \cdot 22 \cdot 10^3) \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} \\ &= 31,2 \cdot 10^{-4} \text{ s} \end{aligned}$$

Frekuensi pulsa sinyal keluaran *multivibrator* yaitu:

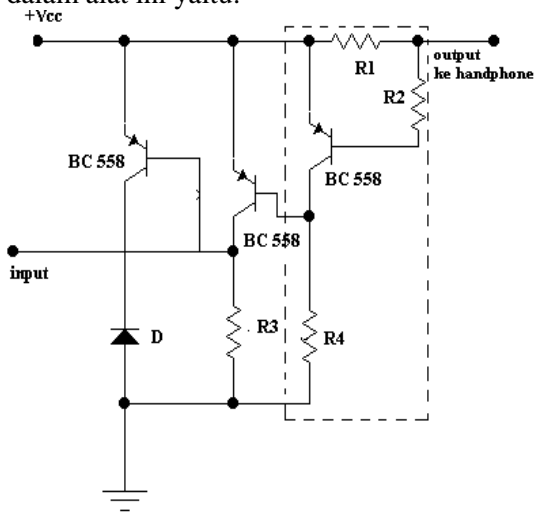
$$\begin{aligned} f &= \frac{1,44}{(R_a + 2R_b)C} \\ f &= \frac{1,44}{(1 \cdot 10^3 + 2 \cdot 22 \cdot 10^3) 0,1 \cdot 10^{-6}} = 320 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Siklus aktif (D) pulsa sinyal keluaran *multivibrator* yaitu:

$$\begin{aligned} D &= \frac{R_a + R_b}{R_a + 2R_b} \times 100\% \\ D &= \frac{1 \cdot 10^3 + 22 \cdot 10^3}{(1 \cdot 10^3 + 2 \cdot 22 \cdot 10^3)} \times 100\% = 51\% \end{aligned}$$

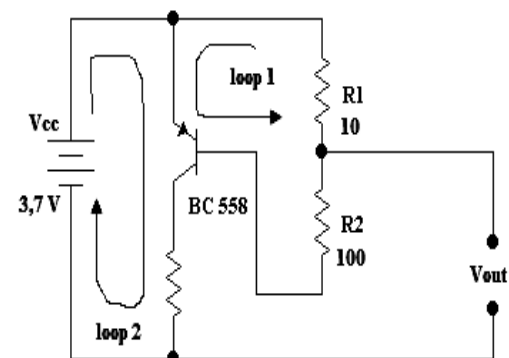
2.1.2. Voltage Regulation

Rangkaian *regulator* yang digunakan dalam alat ini yaitu:



Gambar 14. Rangkaian *regulator*

Rangkaian yang berada di dalam garis putus-putus tersebut untuk selanjutnya dianalisa.



Gambar 15. Rangkaian yang dianalisis

Dari *loop 1* bisa dibuat persamaan sebagai berikut :

$$V_{eb} - V_{R1} - V_{R2} = 0 \dots\dots\dots(8)$$

$$V_{eb} = V_{R1} + V_{R2} \dots\dots\dots(9)$$

Nilai V_{eb} diperoleh dari *datasheet* transistor BC 558 yaitu sebesar 5 Volt.

Berdasarkan rangkaian di atas, maka persamaan V_{out} dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V_{out} = V_{CC} - V_{R1} \dots\dots\dots(10)$$

Nilai V_{R1} diperoleh dari persamaan sebagai berikut ini:

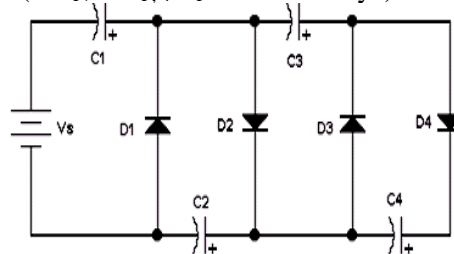
$$V_{R1} = \frac{R_1}{R_2} \times V_{eb} = \frac{10}{10+100} \times 5 = 0,45 \text{ V}$$

Dengan diperolehnya nilai V_{R1} , maka nilai besarnya V_{out} dapat diperoleh sebesar:

$$V_{out} = V_{CC} - V_{R1} = 3,7 - 0,45 = 3,25 \text{ V}$$

2.1.3. Voltage Quadrupler

Rangkaian *voltage quadrupler* merupakan salah satu jenis dari rangkaian pengali tegangan (*voltage multiplier*). Pengali tegangan adalah dua atau lebih penyearah puncak yang menghasilkan tegangan DC sama dengan perkalian dari tegangan puncak *input* ($2 V_P, 3 V_P, 4 V_P$ dan seterusnya).



Gambar 16. *Voltage quadrupler*

Gambar di atas adalah *voltage quadrupler*, empat penyearah puncak dalam keadaan bertingkat. Dimana tiga bagian pertama adalah *tripler* dan keempat membuat keseluruhan rangkaian *quadrupler*. Seperti ditunjukkan pada gambar 3, kapasitor pertama dimuati V_P ($n = 1$), sisanya yang lain dimuati $2 V_P$ ($n = 2$). *Output quadrupler* adalah pada hubungan seri C_2 dan C_4 . Sebagaimana biasanya, resistansi beban besar (konstanta waktu panjang) diperlukan agar *output* kira-kira $4 V_P$ ($n = 4$). Sesuai teori dapat ditambahkan seksi-seksi hingga tak terbatas, namun pengaturan tegangannya menjadi sangat buruk. Ini sebabnya sehingga jarang dilihat n lebih besar dari 4.

3. ANALISA DAN PENGUJIAN ALAT

3.1. Pengukuran Blok Rangkaian

Setelah perancangan dan pembuatan alat selesai, maka selanjutnya dilakukan pengukuran alat, untuk mengetahui besarnya parameter arus dan tegangan. Pengukuran ini dilakukan di masing-masing keluaran dari ketiga rangkaian penyusun alat yaitu *multivibrator astabil*, tegangan *quadrupler* dan tegangan *regulation*. Berikut ini penjelasan mengenai proses pengukuran yang dilakukan dengan instrumen ukur (multimeter dan osiloskop).

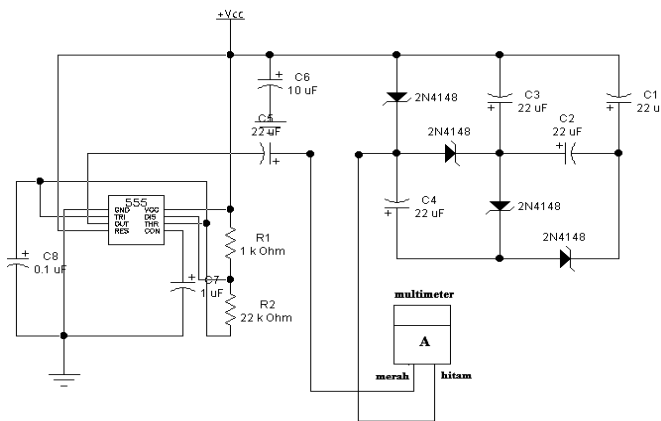
3.1.1. Rangkaian Multivibrator Astabil

Berikut ini merupakan hasil yang diperoleh dari pengukuran menggunakan osiloskop dan multimeter:

$$V_{out} = 1.31 \text{ Volt}$$

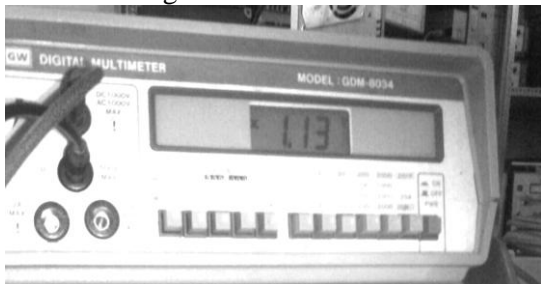
$$I_{out} = 0,1 \text{ mA}$$

Berikut ini posisi penempatan alat ukurnya:



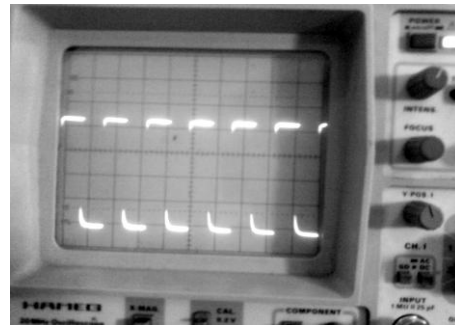
Gambar 17. Rangkaian Pengukuran *Multivibrator* Astabil

Di bawah ini adalah tampilan hasil pengukuran yang dilakukan dengan multimeter digital:



Gambar 18. Tampilan Hasil Pengukuran *Multivibrator* Astabil

Dari hasil pengukuran yang diperoleh pada kedua kondisi di atas, dapat dianalisa bahwa nilai tegangan yang diperoleh berbeda. Tegangan *output* yang lebih besar diperoleh saat *multivibrator* tidak terhubung ke rangkaian yang lain. Kondisi ini dapat dijelaskan bahwa pada saat *output multivibrator* terhubung dengan rangkaian lain, maka beban dari keluaran *multivibrator* akan semakin besar. Beban tersebut berupa rangkaian tegangan *multiplier* dan tegangan *quadrupler*. Karena arus keluaran dari *multivibrator* memang sangat rendah, maka pada saat diberikan beban masukan, pengurangan arus akan semakin besar. Dengan semakin kecilnya nilai arus, maka nilai beban yang terhubung dengan dengan *output* akan menghasilkan nilai tegangan yang rendah juga. Berikut ini merupakan gambar sinyal keluaran dari *multivibrator astabil*, yang diukur saat sudah terhubung dengan blok diagram selanjutnya :



Gambar 19. *Output Multivibrator* Astabil

Dari gambar yang diukur dan ditampilkan melalui osiloskop, terlihat bahwa sinyal yang dikeluarkan oleh *multivibrator* berupa sinyal kotak, yang tidak memiliki keadaan stabil, artinya akan selalu berubah dalam konstanta waktu tertentu. Berdasarkan pengamatan pada gambar yang diperoleh, maka dapat dihitung parameter-parameter yang berkaitan dengan sinyal *output* dari *multivibrator* ini sendiri.

Periode pulsa (T) keluaran diperoleh dari:

$$\begin{aligned} T &= \text{time/div} \times \text{lebar pulsa (divisi)} \\ &= 2 \text{ ms /div} \times 1,6 \text{ div} \\ &= 3,2 \text{ ms} \end{aligned}$$

Frekuensi pulsa (f) keluaran yaitu:

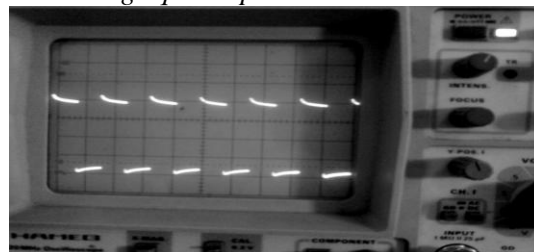
$$f = 1 / T = 1 / (3,2 \cdot 10^{-3}) = 312,5 \text{ Hz}$$

Tegangan keluaran pulsa (V_{out}):

$$\begin{aligned} V_{out} &= \text{volt/div} \times \text{tinggi pulsa (div)} \\ &= 0,2 \text{ volt/div} \times 4,5 \text{ div} = 0,9 \text{ Volt} \end{aligned}$$

3.1.2. Rangkaian *Voltage Quadrupler*

Pengukuran *output* dari rangkaian *voltage quadrupler* dilakukan dengan menggunakan multimeter digital. *Voltage quadrupler* diukur pada saat terhubung dengan *multivibrator astabil*, yang berfungsi membangkitkan sinyal kotak, sebagai *input* dari *voltage quadrupler*.



Gambar 20. *Input Voltage Quadrupler*

Hasil yang diperoleh dari pengukuran *output* rangkaian ini sebelum diberi beban yaitu:

$$V_{out} = 0,82 \text{ V (tanpa terhubung ke beban)}$$

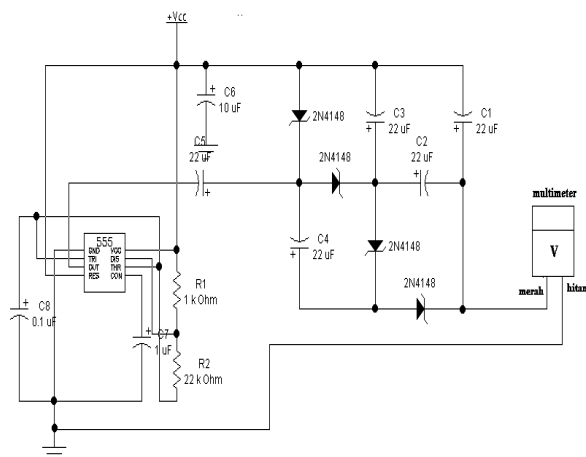
$V_{out} = 4,57$ (terhubung ke *voltage regulation*)

$I_{out} = 2,54$ mA



Gambar 21. Pengukuran *Output Quadrupler*

Posisi penempatan alat ukur pada saat pengukuran tegangan keluaran *voltage quadrupler* adalah seperti tertera di dalam gambar 22.



Gambar 22. Posisi Penempatan Alat Ukur Pada Pengukuran Tegangan

Namun hal yang berbeda diperoleh saat dilakukan pengukuran I_{out} dengan beban sebuah resistor, *voltage regulation* diperoleh nilai arus yang sangat kecil dan jika dilakukan pengukuran tegangan, maka akan diperoleh nilai tegangan yang jauh lebih kecil. Artinya bahwa pada saat *output voltage quadrupler* diberikan suatu beban yang terhubung langsung ke *ground*, maka tegangan keluaran akan jatuh. Hal ini disebabkan karena nilai arus yang sangat kecil, sehingga saat diberikan beban, maka terjadi jatuh tegangan pada *output voltage quadrupler*.

Kenaikan tegangan dari *voltage quadrupler* ini terjadi secara bertahap, mengikuti waktu pengisian dan pembuangan kapasitor yang digunakan. Hal ini bisa dilihat pada waktu pengukuran yang dilakukan, nilai tegangan yang terukur pada *display*

multimeter digital akan terus naik, sampai mencapai nilai maksimal. Jadi nilai tegangan *output* yang diambil sebagai tegangan keluaran *voltage quadrupler*, bukanlah nilai awal yang ditampilkan oleh alat ukur, pada saat dilakukan pengukuran, tetapi nilai yang sudah tetap dari tampilan multimeter digital, setelah mengalami perubahan beberapa saat.

3.1.2. Pengukuran *Voltage Regulator*

Voltage Regulator merupakan bagian akhir dari alat yang dibuat. Pengukuran tegangan dan arus keluaran dari blok rangkaian *voltage regulator*, akan sama dengan nilai tegangan dan arus keluaran dari alat yang dibuat. Pengukuran keluaran *voltage regulator* dilakukan pada saat terhubung dengan rangkaian alat sebelumnya yaitu *voltage quadrupler* dan *multivibrator* astabil. Adapun hasil pengukurannya bisa dilihat seperti di bawah ini:



Gambar 23. Pengukuran *output voltage regulation*

Berikut ini hasil pengukuran yang diperoleh:

$V_{out} = 4,12$ Volt

$I_{out} = 4,26$ mA (dengan R beban 1 k Ω)

Nilai tegangan keluaran yang diperoleh hanya mengalami sedikit penguatan dari nilai tegangan sumbernya (V_{CC}). *Voltage regulator* juga memiliki arus keluaran yang sangat kecil yaitu hanya sekitar 4 mA.

Untuk mengubah arus keluaran menjadi semakin besar, dapat dilakukan dengan mengubah nilai dari resistor R_2 , tetapi hal ini akan mengubah nilai tegangan keluaran.

Jika tegangan keluaran semakin kecil, maka ini akan menyebabkan perangkat menjadi tidak mampu untuk mencatu *handphone*.

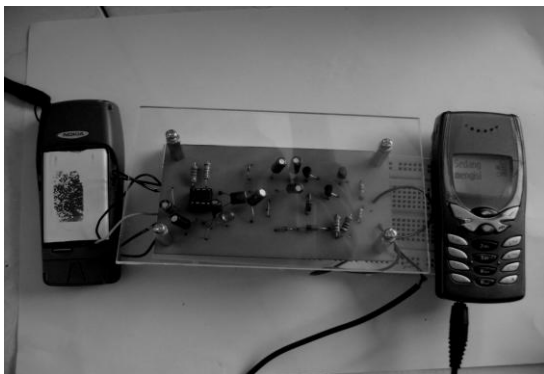
3.2. Pengujian Rangkaian Keseluruhan

Setelah alat selesai dibuat, maka dilakukan pengujian untuk mencatu *handphone* dengan sumber catuan *handset* lain berupa *handphone*. Tegangan sumber dari *handset* diperoleh dari baterai *handset* tersebut. Alat ini diletakkan di antara dua *handphone* yang akan dicatu. Pada pengujian ini digunakan *handset* sumber berupa *handphone* nokia tipe 2300, dan *handphone* yang akan dicatu menggunakan nokia tipe 8210. Berikut ini langkah-langkah pengujian yang dilaksanakan:

1. Membuka penutup bagian belakang *handphone* yang berfungsi sebagai sumber, sehingga baterai *handphone* bisa terlihat
2. Menghubungkan kabel *input* alat dengan kutub-kutub baterai *handphone* dengan benar, tidak boleh terbalik antara kutub positif dan kutub negatif pada polarisasi baterai dan alat.
3. Menghubungkan konektor yang sudah terpasang pada *output* alat ke *handphone* yang akan dicatu.

Tampilan pengujian yang dilakukan adalah sebagaimana tertera dalam gambar 24.

Dari hasil pengujian yang diperoleh, alat ini berhasil mencatu *handphone*, yang ditandai dengan indikator baterai *handphone* yang dicatu sudah mulai bergerak, tetapi efisiensi alat ini terbilang masih sangat rendah.



Gambar 24. Tampilan Pengujian Alat

Setelah 1 jam dilakukan pengisian, hanya 1 balok baterai pada *handphone* 8210 yang bertambah, sedangkan baterai *handset* sumber semakin berkurang. Jika tegangan sumber dari *handphone* nokia tipe 2300 semakin berkurang, maka alat ini tidak akan bisa melakukan pengisian ke *handphone* tipe 8210, sehingga untuk menggunakan alat ini dibutuhkan daya baterai *handset* sumber yang

kuat. *Handphone* yang berfungsi sebagai *handset* sumber tidak boleh dalam keadaan *low battery*.

Efisiensi alat yang sangat rendah ini, disebabkan oleh arus keluaran dari alat ini yang sangat kecil yaitu hanya sekitar 4 mA, sehingga pada saat melakukan pengisian akan sangat lama dan pasti baterai *handphone* yang diisi tidak akan pernah penuh 100 % seperti jika menggunakan *charger handphone* pada umumnya, yang menggunakan sumber listrik 220 V sebagai sumber. Arus keluaran yang kecil ini juga dipengaruhi oleh sumber catuan yang digunakan, yang mempunyai arus dan tegangan yang terbatas. Karena sumber catuan berupa baterai *handphone* maka kualitasnya pasti tidak sebagus menggunakan sumber catuan 220 V. Daya baterai *handphone* akan kosong, jika terus menerus digunakan. Baterai *handset* sumber yang digunakan pada alat ini akan sangat cepat kosong karena ada penambahan beban yang dicatu selain komponen *internal handphone*, yaitu komponen-komponen pada alat ini. Dalam pengujian, pada saat sedang melakukan pencatuan, *handset* sumber dibiarkan dalam keadaan mati, agar daya yang keluar hanya sebatas mencatu alat, tanpa mencatu komponen *internal* dari *handset* tersebut.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan alat dan data-data yang telah diperoleh dari hasil pengujian maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini:

1. Bagian utama dari perangkat pencatu *handset* ini terdiri dari rangkaian *multivibrator* astabil, *voltage quadrupler* dan *voltage regulator*.
2. Efisiensi suatu alat pencatu daya *handphone* sangat ditentukan oleh besarnya daya keluaran alat tersebut.
3. Kelemahan utama dari alat ini adalah arus yang dihasilkan masih sangat rendah sehingga belum memenuhi kebutuhan perangkat yang dicatu.

4.2. Saran

Sebagai pertimbangan untuk perbaikan alat ini dan kemungkinan pengembangannya di masa mendatang, maka berikut ini adalah beberapa masukan yang diusulkan:

1. Permasalahan arus keluaran yang kecil dapat dicoba diatasi dengan menggunakan transistor yang memiliki karakteristik nilai h_{fe} yang besar dengan tegangan masukan yang kecil. Beberapa tipe transistor yang memenuhi kriteria tersebut adalah 2SD2114K dan 2SD2144S yang diproduksi oleh ROHM.
2. Jika permasalahan utama tersebut teratasi, maka alat ini bisa dikembangkan untuk bisa mencatu lebih dari satu jenis *handset* dengan pengaturan tegangan yang disesuaikan dengan karakteristik *handset* yang dicatu.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Boylestad, Robert. Nashelsky, Louis. 1998. *Electronic Devices and Circuit Theory (Seventh Edition)*. Prentice Hall.
- [2] Blocher, Richard. 2003. *Dasar Elektronika*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [3] Daniswara, Soni, Riyan. 2006. *Mencari dan memperbaiki kerusakan pada handphone*. Kawan Pustaka. Depok.
- [4] Donnel, Hendri. *Kupas Tuntas Hardware Handphone*. 2005. Vyctoria. Semarang.
- [5] Fairchild Semiconductor. 2002. *BC556/ 557/558/559/560*, Fairchild Semi-conductor.
- [6] Fairchild Semiconductor. 2003. *1N4001-1N4007*. Fairchild Semiconductor.
- [7] Freeman, Roger L. 2005. *Fundamentals of Telecommunications*. John Wiley and Sons. New Jersey.
- [8] Malvino, Albert Paul. 2004. *Dasar-Dasar Elektronika*. Salemba Teknika. Jakarta.
- [9] Muhsin, Muhammad. 2004. *Elektronika Digital – Teori dan Soal Penyelesaian*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [10] National Semiconductor. 2006. *LM555 Timer*. National Semiconductor, 2006.
- [11] ROHM Semiconductor. 2008. *High-current Gain Medium Power Transistor (20V, 0.5A) 2SD2114K / 2SD2144S*. ROHM Semiconductor. 2008.
- [12] Surigi. 2004. *Elektronika Dasar dan Peripheral Komputer*. Andi Offset. Yogyakarta.