

# Rancang Bangun Alat Pengubah Tegangan DC Menjadi Tegangan Ac 220 V Frekuensi 50 Hz Dari Baterai 12 Volt

Widyastuti

Jurusan Teknik Elektro Universitas Gunadarma  
Jl. Margonda 100 Depok  
E-mail : widyast@staff.gunadarma.ac.id

## Abstrak

Beberapa peralatan elektronik memang menggunakan tegangan DC sebagai sumber dayanya, namun ada juga peralatan elektronik yang menggunakan tegangan AC sebagai sumber daya. Sumber tegangan AC bisa didapat dengan mudah dari PT. PLN, namun pada kondisi tertentu, sumber listrik PLN tidak bisa didapatkan, sehingga dibutuhkan alat pengubah tegangan DC ke AC. Alat ini digunakan untuk mengubah tegangan DC dari baterai 12 V menjadi tegangan AC 220 V frekuensi 50 Hz. Bagian utama dari alat ini menggunakan IC multivibrator, rangkaian penguat transistor, dan trafo penaik tegangan. Keluaran yang dihasilkan alat ini adalah tegangan AC. Ketika tidak diberikan beban, besar tegangan yang dihasilkan adalah 220 V dengan frekuensi 50 Hz. Jika diberikan beban, tegangan yang dihasilkan menjadi turun. Penurunan nilai tegangan sebanding dengan besarnya beban yang diberikan, semakin besar beban yang diberikan, semakin besar pula nilai penurunan tegangannya atau dengan kata lain semakin kecil tegangan yang dihasilkan, sementara frekuensinya tetap 50 Hz.

**Kata Kunci** : Tegangan DC, tegangan AC, frekuensi 50 Hz, pengubah tegangan DC ke AC, multivibrator

## Pendahuluan

Beberapa peralatan elektronik menggunakan sumber tegangan DC sebagai sumber listrik, namun ada juga peralatan elektronik yang langsung memanfaatkan tegangan AC sebagai sumber listrik. Sumber tegangan AC dapat dengan mudah kita dapatkan dari penyedia listrik PLN, namun tidak selamanya listrik PLN tersedia. Adakalanya listrik PLN tidak bisa didapatkan pada kondisi-kondisi tertentu. Untuk itulah dibutuhkan alat yang dapat mengubah tegangan DC yang tersedia dari baterai menjadi listrik tegangan AC. Alat pengubah listrik DC menjadi AC ini biasanya kecil dan ringan, sehingga sangat cocok untuk dibawa dan dapat digunakan dengan mudah dimana saja. Perancangan alat ini memanfaatkan baterai 12 volt sebagai sumber tegangan, IC CD4047, IC LM 324, transistor, dan trafo step up. Alat ini dibuat untuk mengubah tegangan DC 12 Volt yang berasal dari baterai menjadi tegangan AC

220 V dengan frekuensi 50 Hz.

## Metode Penelitian

Pada penelitian ini dirancang dan dibuat serta diujicoba guna mendapatkan data, dimana data yang didapat selanjutnya digunakan sebagai bahan untuk analisis. Metode penelitian yang digunakan dari pembuatan sampai penyelesaian alat pengubah tegangan DC menjadi tegangan AC 220 V frekuensi 50 Hz dari baterai 12 V, terdiri dari tiga metode yaitu :

1. Studi Pustaka Mencari dan mengumpulkan data dari buku, internet serta literatur yang berkaitan dengan perancangan dan pembuatan alat.
2. Perancangan alat, dijelaskan tahapan yang berkaitan dengan perancangan alat, sebagai berikut :
  - (a) Mengumpulkan bahan-bahan yang

akan dipergunakan untuk perancangan alat.

- (b) Melakukan perencanaan dan perancangan alat.
- (c) Melakukan uji coba alat yang dapat menunjang perencanaan dan perancangan alat.

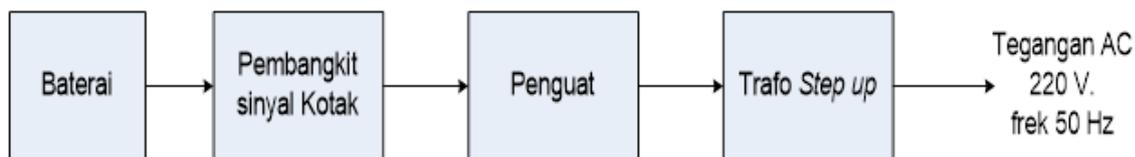
#### Uji Coba dan Pengukuran

Dilakukan uji coba dan pengukuran terhadap rangkaian sehingga dapat dilakukan analisa dan perbandingan antara hasil perhitungan berdasarkan teori dengan hasil pengukuran

## Perancangan Alat

Alat ini memanfaatkan baterai 12 Volt sebagai sumber tegangan DC yang akan diubah menjadi tegangan AC 220 V. Perancangan alat ini menggunakan komponen utama IC CD4047 sebagai IC multivibrator yang berfungsi sebagai pembangkit pulsa kotak dan sebagai pembangkit frekuensi sinyal berdenyut, dan tarfo step up sebagai penaik tegangan, sehingga alat ini bisa menghasilkan tegangan AC 220 V .

Perancangan alat ini berdasarkan blok diagram pada gambar 1 berikut.



Gambar 1: Blok diagram pengubah tegangan DC ke AC 220 V

Baterai yang digunakan pada perancangan alat ini adalah baterai dengan tegangan 12 V, dan kapasitas 4 Ah. Pembangkit sinyal kotak yang digunakan adalah rangkaian multivibrator yang terintegrasi dalam 1 chip IC, yaitu IC CD4047. Pembangkit sinyal kotak ini juga berfungsi sebagai pembangkit frekuensi sinyal berdenyut yang diatur agar menghasilkan frekuensi 50 Hz. Penguat yang digunakan merupakan rangkaian beberapa transistor yang dirangkai sehingga menjadi penguat Darlington dan juga rangkaian transistor paralel. Trafo step up yang digunakan ini berfungsi menaikkan tegangan AC 12 V menjadi tegangan AC 220 V. Rancangan rangkaian pengubah tegangan DC menjadi tegangan AC 220 V, seperti pada gambar 2. Untuk menghasilkan frekuensi sebesar 50 Hz, maka IC CD 4047 harus diatur nilai resistor dan kapasitornya. Untuk menghitung nilai frekuensi adalah seperti pada persamaan (1).

$$f = \frac{1}{T} \quad (1)$$

Adapun persamaan untuk mengatur periode (T) keluaran pada IC CD4047 adalah seperti pada persamaan (2) berikut.

$$T = 0,44RC \quad (2)$$

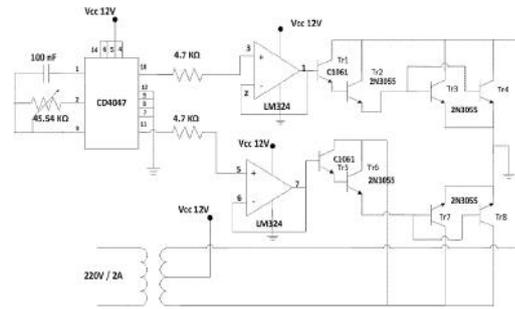
Transistor Darlington adalah rangkaian elektronika yang terdiri dari sepasang transistor bipolar (dwi kutub) yang tersambung secara tandem (seri). Sambungan seri seperti ini dipakai untuk mendapatkan penguatan (gain) yang tinggi, karena hasil penguatan pada transistor yang pertama akan dikuatkan lebih lanjut oleh transistor kedua. Keuntungan dari rangkaian Darlington adalah penggunaan ruang yang lebih kecil daripada rangkaian dua buah transistor biasa dengan bentuk konfigurasi yang sama. Penguatan arus listrik atau gain dari rangkaian transistor Darlington ini sering dituliskan dengan notasi  $\beta$  atau hFE. total dari rangkaian ini merupakan hasil kali dari penguatan masing-masing transistor yang dipakai:[3]

$$\beta = 1 + (\beta_1 * \beta_2) \quad (3)$$

Konfigurasi transistor paralel bertujuan untuk menguatkan kapasitas arus transistor. Dengan menghubungkan 2 buah transistor power secara paralel maka besarnya kemampuan transistor mengalirkan arus I total akan

menjadi 2 kali lebih besar sesuai persamaan (4) berikut.

$$I_{total} = I_1 + I_2 \quad (4)$$



Gambar 2: Rangkaian pengubah tegangan DC menjadi tegangan AC 220 V.[1]

## Hasil dan Pembahasan

### Pembangkit sinyal kotak (Multivibrator)

Pembangkit sinyal kotak adalah sebuah rangkaian pembangkit pulsa yang menghasilkan keluaran gelombang segi empat. Pembangkit sinyal kotak yang digunakan pada alat ini adalah rangkaian multivibrator dimana rangkaian multivibrator tersebut sudah terintegrasi pada satu chip IC CD4047. Rangkaian multivibrator IC CD4047 yang digunakan pada rancangan alat ini adalah seperti pada gambar 3 berikut.[2][5]

kapasitor ditentukan sebesar 100 nF, maka nilai R bisa dihitung dan didapatkan nilai sebesar  $\approx 46k\Omega$ . Berdasarkan persamaan (1), didapat perhitungan sebagai berikut.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50Hz} = 0,02detik$$

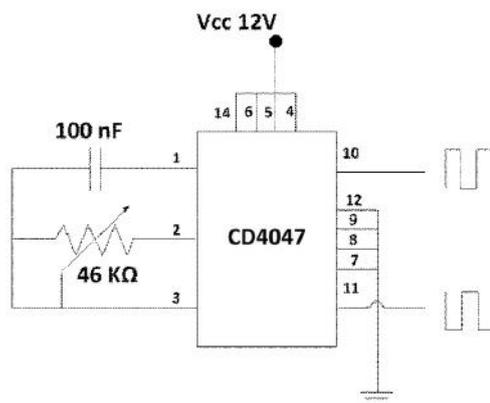
Dengan nilai C = 100 nF, sehingga nilai R dapat dihitung seperti pada perhitungan berikut.

$$T = 0,44R * 100nF$$

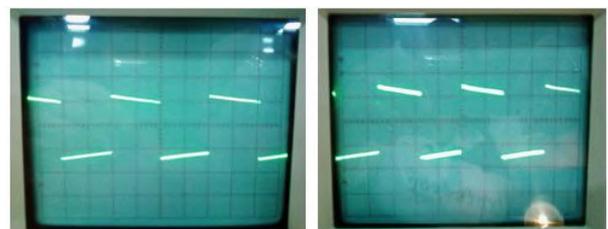
Sehingga didapat

$$R \approx 46k\Omega$$

Keluaran dari IC CD4047 berada pada kaki 10 dan 11 yang merupakan sinyal gelombang kotak dengan frekuensi 50 Hz. Gambar 4 berikut merupakan gambar gelombang kotak, keluaran dari IC CD4047 pada kaki 10 dan 11.



Gambar 3: Rangkaian Multivibrator



Gambar 4: Gelombang keluar pada multivibrator IC CD4047; (a) Gelombang pada kaki 10; (b) gelombang pada kaki 11

Rangkaian pada gambar 3 di atas, nilai resistor diatur berdasarkan persamaan (2) dan untuk menghitung frekuensinya, menggunakan persamaan (1).

Alat ini dirancang agar dapat menghasilkan frekuensi keluaran sebesar 50 Hz. Dengan nilai

Dari Gambar 4 (a) dan (b) bisa dilihat bahwa keluaran dari kedua kaki (kaki 10 dan 11) memiliki bentuk gelombang yang hampir

sama, yang berbeda adalah fasa denyut gelombang yang saling berkebalikan. Kedua gelombang pada kaki 10 dan 11 memiliki beda fasa gelombang sebesar  $180^\circ$  atau saling berkebalikan. Kedua gelombang pada gambar 4 tersebut memiliki skala yang tertera pada oscilloscope seperti pada Tabel 1 berikut.

Berdasarkan pada gambar 4 di atas, dapat dilihat bahwa gelombang tersebut memenuhi 4 kotak pada oscilloscope untuk 1 gelombang penuh. Jika periode untuk satu gelombang pada oscilloscope adalah T, maka :

$$T = \text{Jumlahkotak} \times \text{Time/Div}$$

Dengan menggunakan skala oscilloscope pada tabel 1, maka bisa dipastikan jika frekuensi pada keluaran IC CD4047 (gambar 4) adalah sebesar 50 Hz, berdasarkan persamaan (1), maka didapat perhitungan seperti berikut :

$$f = \frac{1}{4 \times 5ms} = 50Hz$$

Frekuensi keluaran yang dihasilkan sesuai dengan hasil perancangan yang diharapkan dengan perhitungan menggunakan persamaan (1) dan (2) di atas, yaitu sebesar 50 Hz.

Tegangan yang dihasilkan berdasarkan gambar 4 di atas adalah sebesar 6 Vpp. Hal ini bisa diketahui dari gambar 4 bahwa tegangan yang dihasilkan pada oscilloscope adalah sebesar 3 kotak, sehingga :

$$V = \text{Jumlahkotak}(\text{peaktpeak}) \times \text{Volt/div}$$

$$V = 3 \times 2\text{Volt/Div} = 6Vpp$$

### Rangkaian Penguat

Blok rangkaian penguat berdasarkan gambar 2, terdiri dari op-amp dan rangkaian transistor. Op- amp pada rangkaian tersebut dirancang sebagai Voltage follower. Fungsi dari op amp ini yaitu sebagai penerus tegangan agar tegangan yang masuk pada basis transistor 1 (Tr1) tidak mengalami penurunan atau sama dengan sinyal yang keluar dari multivibrator, fungsi lain dari voltage follower ini adalah sebagai penahan feed back atau umpan balik dari transistor ke multivibrator. Transistor penguat yang digunakan dirancang menjadi transistor penguat Darlington. Transistor yang digunakan memiliki karakteristik yang berbeda, Tr1 adalah transistor jenis NPN dengan kode C1061 sedangkan transistor 2 (Tr2) adalah transistor jenis NPN dengan kode 2N3055.

Transistor Darlington bersifat seolah-olah sebagai satu transistor tunggal yang mempun-

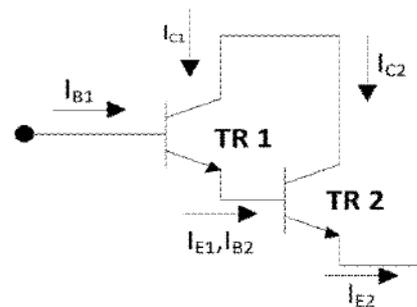
yai penguatan arus yang tinggi. Penguatan total dari rangkaian ini merupakan hasil kali dari penguatan masing-masing transistor yang dipakai, seperti pada persamaan (3) di atas.

$$\beta = 1 + (\beta_1 \times \beta_2)$$

Pada bagian penguat ini, juga digunakan rangkaian transistor yang dipasang paralel. Hal ini bertujuan untuk menguatkan kapasitas arus transistor sehingga dapat menambah daya watt yang dihasilkan. Konfigurasi transistor secara paralel ini adalah kaki basis dihubungkan dengan basis, emitor dengan emitor dan kolektor dengan kolektor. Pada konfigurasi 2 buah transistor paralel maka besarnya kapasitas atau kemampuan mengalirkan arus listrik transistor akan naik 2 kali lipat.

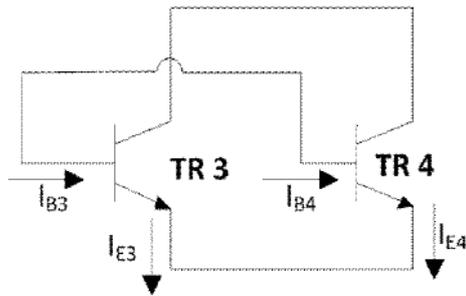
Transistor yang digunakan pada hubungan paralel ini adalah dengan menggunakan jenis transistor yang sama, agar tidak terjadi panas yang tidak seimbang antara transistor satu dan yang lainnya. Pada perancangan alat ini, transistor yang digunakan adalah 2 buah transistor daya NPN dengan kode 2N3055, lihat gambar 5 dan 6. Dengan menghubungkan 2 buah transistor power secara paralel maka besarnya kemampuan transistor mengalirkan arus  $I_{total}$  akan menjadi 2 kali lebih besar sesuai persamaan (4) di atas.

$$I_{total} = I_1 + I_2$$

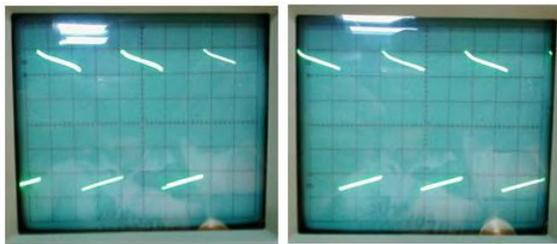


Gambar 5: Rangkaian pasangan darlington

Uji coba dilakukan dengan mengukur dan melihat gambar gelombang keluaran dari kolektor-kolektor transistor yang masuk ke trafo dengan menggunakan oscilloscope. Dengan meletakkan probe oscilloscope pada kaki kolektor Tr4 dan kaki kolektor Tr8 terhadap ground. Hasil dari pengukuran menggunakan oscilloscope dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 6: Transistor paralel



Gambar 7: Gelombang pada kaki-kaki kolektor Transistor yang masuk ke trafo; (a) gelombang pada kolektor Tr4; (b) gelombang pada kolektor Tr8

Pada gambar 7 memiliki skala seperti pada Tabel 1. Dengan demikian dapat dihitung besarnya nilai tegangan dengan menggunakan persamaan (3), dengan banyak kotak untuk 1 gelombang penuh adalah 5.2 kotak, maka nilai tegangan adalah sebesar 10.2 Vpp, berdasarkan perhitungan berikut:

$$V = 5.2 \text{ kotak} \times 2 \text{ Volt/Div}$$

$$V = 10.2 \text{ Vpp}$$

Terdapat perbedaan nilai antara perhitungan dan pengukuran. Presentase besarnya perbedaan tersebut sebesar 6 %, berdasarkan perhitungan berikut : (5)

$$\% \text{ kesalahan} = \left| \frac{\text{data perhitungan(teori)} - \text{data pengukuran}}{\text{data perhitungan(teori)}} \right| \times 100\% \quad (5)$$

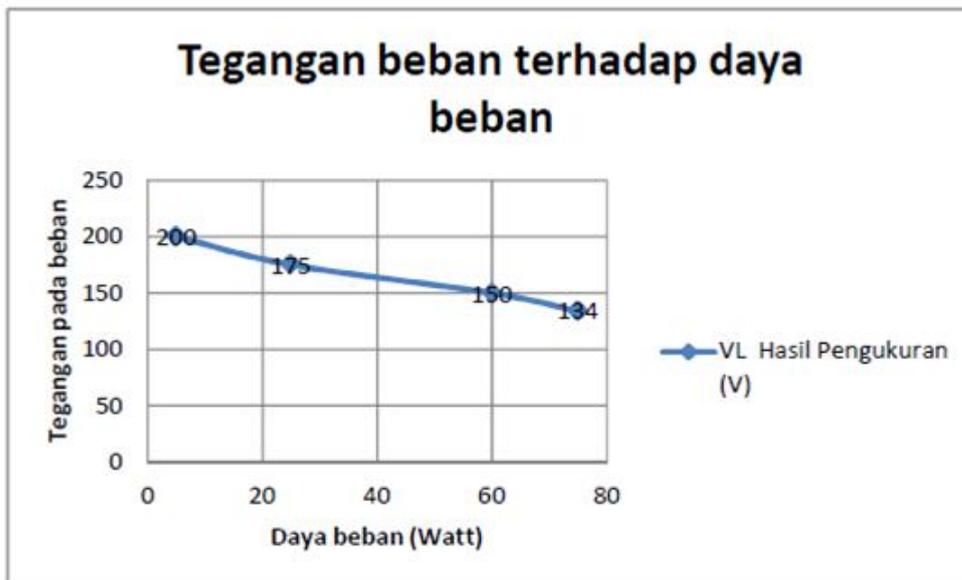
### Trafo step up

Transformator pada rangkaian ini dirancang untuk menaikkan tegangan 12 V AC menjadi 220 V AC. Untuk itu digunakanlah trafo step up dengan spesifikasi CT, 220 V AC. Untuk pengujian trafo sekaligus keseluruhan hasil rancangan, maka rangkaian ini dihubungkan dengan beban agar dapat diketahui tegangan dan daya yang dihasilkan.[4] Beban yang digunakan adalah lampu pijar. Hasil pengukuran menggunakan beban dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3: Uji coba rangkaian dengan beban yang berbeda

Beban yang diberikan (W)	Tegangan yang dihasilkan (V)	Keadaan Lampu
-	220	-
5	200	Menyala Redup
25	175	Menyala Redup
60	150	Menyala Redup
75	134	Menyala Redup

Dari Tabel 3 di atas, dapat dilihat bahwa tegangan yang dihasilkan tergantung dari daya beban yang diberikan. Semakin besar beban yang diberikan, semakin turun tegangan yang dihasilkan. Gambar 8 berikut ini memperlihatkan grafik hubungan antara tegangan dan daya pada beban.



Gambar 8: Grafik hubungan daya beban terhadap tegangan pada beban

Dari grafik pada Gambar 8, dapat dilihat tegangan pada beban semakin kecil seiring dengan meningkatnya daya beban yang diberikan pada rangkaian. Ini berarti tegangan yang dihasilkan pada sisi sekunder trafo berbeban adalah berubah-ubah nilainya tergantung dari daya beban yang diberikan.

## Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

Alat ini sudah bisa mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC dengan frekuensi 50 Hz. Pada saat tidak diberikan beban, alat ini dapat menghasilkan tegangan AC sebesar 220 V. Namun ketika diberikan beban pada keluaran trafo step up, tegangan turun. Semakin besar beban yang diberikan, semakin besar pula penurunan tegangannya.

### Saran

Untuk mengoptimalkan hasil, sebaiknya menggunakan rancangan trafo step up sendiri yang

sesuai, agar dapat menghasilkan arus dan tegangan yang diharapkan.

## Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 303 Rangkaian Elektronika, edisi keempat, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1996.
- [2] Anonim, Datasheet National Instrumentation CD4047BM/CD4047BC Low Power Monostable/Astable Multivibrator, URL: [www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com), Oktober 2009.
- [3] Boylestadt, R and L Nashelsky, Electronic Devices and Circuit Theory, Prentice Hall, New York, 2005.
- [4] Sumanto, Teori Transformator, Andi Yogyakarta, Yogyakarta, 1996.
- [5] Hughes, Fredrick W, Panduan op-amp (terjemahan). Elex Media Komputindo, Jakarta, 1990.