Mendisain Rangkaian Power Supply pada Rancang Bangun Miniatur Pintu Garasi Otomatis.

Suwitno
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau
e-mail : suwitnoanisa @ gmail.com

Abstrak

Tulisan ini menyajikan perancangan dan pembuatan power supply untuk diterapkan pada miniatur pintu garasi secara otomatis menggunakan PLC Omron. Power Supply adalah suatu piranti yang memegang peranan sangat penting untuk aplikasi sistem kontrol karena tanpa kehadiran power supply suatu sistem tidak dapat bekerja. Power supply pada tulisan ini dirancang untuk menghasilkan tegangan 12 volt dan 5 volt arus searah. Power supply tegangan 12 volt digunakan sebagai catu daya penggerak motor dalam mendriver sistem pintu garasi otomatis sedangkan tegangan 5 volt difungsikan sebagai catu daya untuk sensor pemancar dan penerima sehingga perintah disisi masukan pada PLC dapat bekerja secara otomatis. Dari Hasil Pengujian perancangan dan pembuatan power supply sebagai catu daya miniatur pintu garasi secara otomatis diperoleh kinerja yang bagus.

Kata Kunci : Power supply, Pintu garasi otomatis

Pendahuluan

Setiap piranti elektronika membutuhkan catu daya berupa tegangan arus searah untuk bekerja. Meskipun baterai berguna dalam piranti yang bisa dibawa-bawa atau piranti berdaya rendah, akan tetapi waktu operasinya terbatas. Sumber daya yang mudah didapat dengan melakukan proses penyearahan dari sumber catu daya arus bolak balik (AC) yang tersedia dari PLN menjadi tegangan arus searah (DC). Namun hasil proses penyearah tegangan keluaran menghasilkan tegangan arus searah dan komponen riak, dengan timbulnya kompoenen riak tersebut mengakibatkan kinerja catu daya menurun. Untuk meningkatkan kinerja catu daya dari hasil proses penyearahan maka dilakukan penempatan filter berupa kapasitor.

Adapun tujuan dari pnelitian ini adalah untuk melakukan sebuah rancangan power supply sebagai sebagai supply pengontrolan relay untuk mendukung kinerja kontrol PLC.
Hasil rancang bangun power supply untuk pengontrolan sensor dan motor yang digunakan sebagai alat penggerak garasi otomatis. Dan keluaran yang diharapkan dihasilkannya catu daya yang sesuai pada rancang bangun pintu garasi otomatis.

Tinjauan Pustaka

Sebuah *power supply* dapat dibuat dengan tiga buah komponen utama, yaitu transformer, dioda penyearah, dan kapasitor *filter*

.

Transformator

Pada dasarnya transformator terdiri dari dua kumparan yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Dimana tegangan pada pada kumparan primer akan ditransformasikan (diubah) pada kumparan sekunder, yang besarnya tergantung dari masing-masing jumlah lilitan pada kedua kumparan tersebut. Bila pada kumparan primer terdapat N1 lilitan yang diberi sumber tegangan V1 dan pada kumparan sekunder terdapat N2 lilitan maka pada kumparan sekunder terdapat tegangan sebesar :

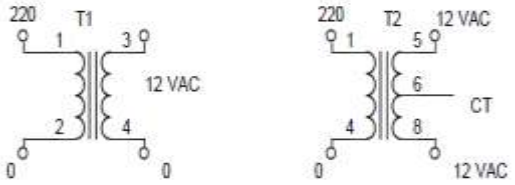
$$V_2 = \frac{N_1}{N_2} \times V_1 \text{.....(1)}$$

Dengan:
V_2 : tegangan sekunder (V)
V_1 : tegangan primer (V)
N_2 : jumlah lilitan sekunder
N_1 : jumlah lilitan primer

Di dalam transformator terjadi dua prinsip yaitu pada kumparan primer terjadi hukum Oersted dan pada kumpan sekunder terjadi hukum Faraday, yang mana bunyi dari kedua hukum adalah sebagai berikut:

- Hukum Faraday berbunyi bahwa medan magnet statis yang bergerak menurut fungsi waktu akan menghasilkan tegangan induksi yang kemudian menghasilkan arus listrik induksi.
- Hukum Oersted menyatakan bahwa arus listrik yang mengalir pada kawat penghantar, maka disekitar kawat penghantar tersebut terjadi medan magnet.

Pada pembuatan cata daya dc di perlukan transformator yang fungsinya sebagai penurun tegangan dari tegangan primernya yang tinggi; misalnya sebesar 220 Volt atau 380 Volt, menjadi tegangan yang lebih rendah pada bagian sekundernya, 6 Volt, 9 Volt, 12 Volt, atau 24 Volt. Ada dua jenis transformator penurun tegangan yaitu transformator penurun tegangan dengan CT *(Center Tap)* dan transformator penurun tegangan tanpa CT. ditunjukan pada Gambar 1.



(a) (b)

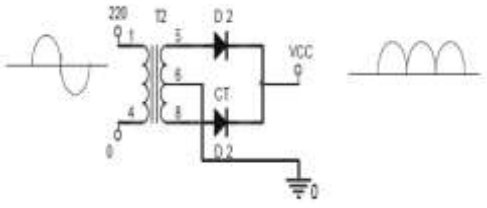
Gambar 1. (a). Trafo step down tanpa CT dan (b). Trafo step down dengan CT

Penyearah

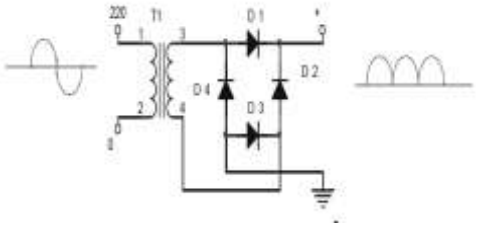
Penyearah *(rectifier)* merupakan bagian dari catu daya yang berfungsi untuk mengubah tegangan bolak-balik atau AC menjadi tegangan searah atau DC. Komponen yang berfungsi sebagai penyearah adalah dioda. Dalam pembuatan catu daya menggunakan 2 macam rangkaian penyearah yaitu

1. Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan CT
2. Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan dioda bridge.

Konfigurasi penyearah satu fasa gelombang penuh diperlihatkan pada Gambar 2.



(a)



(b)

Gambar 2. (a). Penyearah gelombang penuh dengan CT
(b). Penyearah gelombang penuh dengan dioda bridge

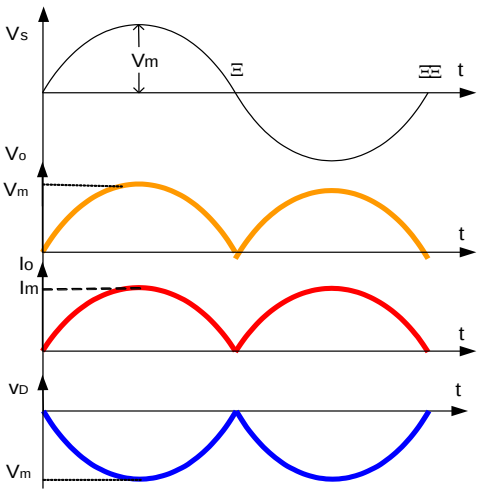
Prinsip kerja rangkaian penyearah (*rectifier*) adalah tegangan arus bolak balik yang berrasal dari PLN dengan tegangan 220 volt dihubungkan ke transformator penurun tegangan mengggunakan metode centre tap yang sisi sekundernya tegangan 12 VAC, kemudian gelombang arus bolak balik dengan tegangan 12 volt disearahkan dengan menggunakan penyearah satu fasa gelombang penuh dengan dioda bridge.

Dioda akan menyearahkan tegangan 12 VAC menjadi 12 VDC dan 5 VDC.. Tegangan 12 VDC akan melalui sebuah kapasitor yang berfungsi sebagai filter denyut pada tegangan keluaran dioda dan Resistor berfungsi sebagai pembatas arus dan tegangan.. IC regulator berfungsi menstabilkan tegangan 5 VDC. Apabila saklar pada posisi tertutup maka arus akan mengalir pada terminal blok 5 VDC dan 12 VDC dan apabila saklar pada posisi terbuka maka arus tidak mengalir pada terminal blok 5 VDC dan 12 VDC.

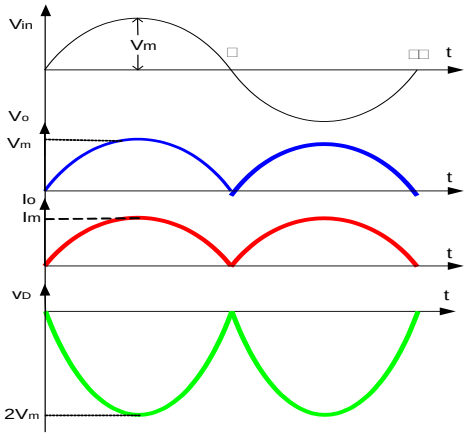
Jika tegangan masukkan penyearah gelombang penuh satu fasa tak terkendali dinyatakan

$$v_{in}(\omega t) = V_m \sin \omega t \quad \text{.....(2)}$$

Adapun bentuk gelombang tegangan masukan dan tegangan keluaran berserta arus keluaran dari kedua metoda penyearah satu fasa gelombang penuh ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Bentuk gelombang tegangan masukan dan tegangan keluaran berserta arus keluaran penyearah gelombang metode Jembatan



Gambar 4. Bentuk gelombang tegangan masukan dan tegangan keluaran berserta arus keluaran penyearah gelombang satu fasa metode Centre Tap (CT)

Tegangan keluaran arus searahnya ;

$$V_{dc} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} V_m \sin \omega t.d\omega t = \frac{2V_m}{\pi} \text{.....(3)}$$

Dan tegangan keluaran efektifnya adalah

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} {V_m}^2 \sin^2 \omega t.d\omega t} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \text{.....(4)}$$

Tegangan keluaran sesaatnya adalah

$$v_o(t) = \frac{2V_m}{\pi} + \frac{4V_m}{\pi}\sum_{n=2,4,\ldots}^{\infty} \frac{-1}{(n-1)(n+1)}\cos(n\omega t) \text{.....(5)}$$

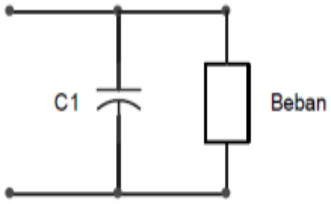
Berdasarkan Gambar 3 dan 4 bahwa tegangan *peak inverse voltage* (PIV) untuk penyearah satu fasa menggunakan metode jembatan sebesar Vm dan untuk metode *centre tap* sebesar 2Vm.

Penyaring Kapasitor (Filter Kapasitor)

Keluaran tegangan arus searah yang dihasilkan oleh rangkaian penyearah bukanlah DC murni, sehingga dibutuhkan sebuah penyaring. Rangkaian filter ini menggunakan kapasitor yang diletakkan melintasi terminal keluaran penyearah.

Kapasitor ini meratakan denyutan-denyutan tersebut dan memberikan suatu tegangan yang hampir DC murni, biasanya kapasitor *filter* itu adalah sebuah kapasitor elektrolit dengan harga yang besar. Adapun konfigurasi pemasangan kapasitor sebagai filter ditunjukkan pada Gambar 5

Besarnya kebutuhan nilai kapasitansi kapasitor yang harus ditempatkan sehingga komponen riak keluaran penyearah dapat direduksi dinyatakan pada persamaan sebagai berikut; Keluaran dari hasil penyearah mengandung riak atau harmonisa, sehingga diperlukan tapis sebagai penekanan riak ataupun harmonisa yang timbul dari sisi keluaran penyearah. Tapis arus searah biasanya berupa L, C, atau LC.



Gambar 5. Filter dengan menggunakan Kapasitor

Pada penelitian ini digunakan tapis berupa kapasitor C. Pada perancangan tapis diperlukan penentuan besar harmonisa dan frekuensi yang akan direduksi. Tapis arus searah digunakan untuk memperkecil riak tegangan keluaran catu daya dengan cara melalukan arus riak harmonisa ke-n pada kapasitor C tapis. Pada harmonisa ke-n tersebut reaktansi tapis C haruslah jauh lebih kecil daripada impedansi beban yang dicatu adalah

$$\frac{1}{n\omega C} = Z_{beban}/10 \text{ .....(6)}$$

Penentuan impedansi dipilih pada saat beban puncak atau pada kondisi impedansi minimum. Sementara impedansi beban dapat diperoleh dari hasil perbandingan tegangan beban dan arus beban yang ingin dibuat. Jadi untuk menentukan parameter kapasitor yang dibutuhkan untuk mereduksi riak ataun harmonisa disisi keluaran penyearah adalah

$$C = \frac{10 \times I_{beban}}{n\omega V_{beban}} \text{ .....(7)}$$

n adalah urutan frekuensi harmonisa yang dominan muncul pada hasil keluaran penyearah

Bahan dan Metode Penelitian

Metode yang akan dilakukan dalam merancang dan membuat power supply arus searah untuk catu daya miniatur pintu garasi otomatis diperlukan power supply arus searah keluaran 12 V dan 5V . Power supply tersebut diperoleh dengan memanfaatkan sumber catu daya arus bolak balik yang tersedia dari PLN sebesar 220 volt, dan tegangan arus bolak balik tersebut diturunkan menjadi 12 volt arus bolak balik menggunakan trsnsformator penurun tegangan, tegangan bolak balik 12 volt disearahkan menjadi arus searah 12 volt melalui suatu rangkaian penyearah satu fasa gelombang penuh dan melalui IC 7805 tegangan keluaran power supply 12 Vdc, karena selain power supply 12 V, dibutuhkan juga power supply yang tegangan keluaran 5 V, sehingga dari power supply keluaran 12 V diubah menjadi tegangan arus searah 5 Vdc menggunakan IC LM 7805.

Untuk menentukan spesifik tegangan keluaran arus searah yang diinginkan 12 Vdc berdasarkan persamaan (1.3) dan persamaan (1.4) tegangan keluaran arus searah $V_{dc} = 2Vm/\pi$ dan tegangan efektif V_{rms} belitan skunder trafo adalah $V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$, sehingga tegangan efektif belitan skunder trafo berdasarkan persamaan (4) adalah $V_{rms} = \frac{\pi V_{dc}}{2\sqrt{2}} = \frac{\pi \times 12}{2\sqrt{2}} = 13{,}3\,volt$ sedangkan tegangan maksimumnya $V_m = \frac{\pi \times V_{dc}}{2} = \frac{\pi \times 12}{2} = 18{,}85 volt$

Spesifikasi kemampuan daya arus searah diinginkan 40VA pada beban maksimum, sehingga kemampuan arus pada masing-masing belitan sekunder trafo dihitung dari persamaan daya semu VA = V_{rms} x I_{rms}. Besarnya arus efektif belitan Sekunder trafo adalah I_{rms} = 40VA/13,3V = 3 ampere. Jadi arus maksimum yang mampu ditarik oleh catu daya arus searah adalah I_{dc} = VA/V_{dc} = 40VA/12V = 3,3 ampere.

Kedua dalam pemilihan jenis dioda untuk melakukan proses penyearah adalah kemampuan memelalukan arus beban dan tegangan bias balik puncak (PIV). Cara menentukan kemampuan dioda melalukan arus kapasitas daya keluaran penyearah 40 VA, maka penentuan kemampuan arus maksimum dioda dihitung dengan membagikan kapasitas daya terhadap dua kali tegangan efektif keluaran penyearah.

Pada perencanaan penelitian ini dirancang penyearah satu fasa gelombang penuh tipe jembatan, nilai peak inverse voltage dioda minimal sama dengan tegangan maksimum skunder trafo $V_m = \pi V_{dc}/2$, yang dalam penelitian tegangan arus searah dipilih 12 volt sehingga diperoleh tegangan maksimum skunder trafo V_m = 18,85 volt dan arus maksimum sekunder trafo $I_m = \sqrt{2}$ x $I_{rms} = \sqrt{2}$ x 3 ampere sama dengan 4,2 ampere.

Berdasarkan keberadaan ketersediaan komponen dipasaran dipilih dioda 5A/50V. Dari perolehan arus maksimum tersebut ditentukan kemampuan minimal melalukan arus masing-masing tiap dioda dengan membagikan arus maksimum dioda dan akar dari dua. Karena rangkaian catu daya searah yang dirancang adalah tipe jembatan penuh, maka PIV dioda minimal sama dengan tegangan maksimum masukan dari sumber masukan penyearah.

Ketiga mengidentifikasikan urutan harmonisa yang muncul dari hasil keluaran proses penyearah satu fasa gelombang penuh tak terkendali metode jembatan, sehingga dari urutan harmonisa yang muncul disisi keluaran penyearah kita akan dapat menentukan parameter tapis yang fungsinya menekan atau mereduksi harmonisa yang timbul disisi keluaran penyerah. Pada penelitian ini tapis yang akan digunakan berupa tapis kapasitor C.

Penentuan parameter tapis berdasarkan impedansi beban minimum suatu catu daya arus searah yang dirancang. Impedansi minimum terjadi pada saat catu daya arus searah melayani beban maksimum.

Rancangan sumber catu daya arus searah yang dirancangan dengan spseifikasi tegangan keluaran nominal 12 volt dan arus searah maksimum 2,9 ampere, sehingga dari paramater tegangan dan arus keluaran dapat ditentukan nilai kapasitansi kapasitor yang harus ditempatkan pada sisi keluaran penyearah yang diharapkan diperoleh catu daya arus searah yang menghasilkan tegangan dc murni.

Adapun nilai kapasitansi kapasitor C berdasarkan Persamaan (7) dengan memilih level frekuensi maksimum 50 Hz adalah :

$$C = \frac{10 \times 3{,}3A}{4 \times 2\pi \times 50Hz \times 12V} = 2.200\mu F .$$

Berdasarkan ketersediaan komponen kapasitor yang ada dipasaran maka dipilih kapasitor dengan kapasitas 2.200 μF/50 volt.

Rangkaian rancangan power supply secara elektronika seacara keseluruhan ditampilkan pada Gambar 6.

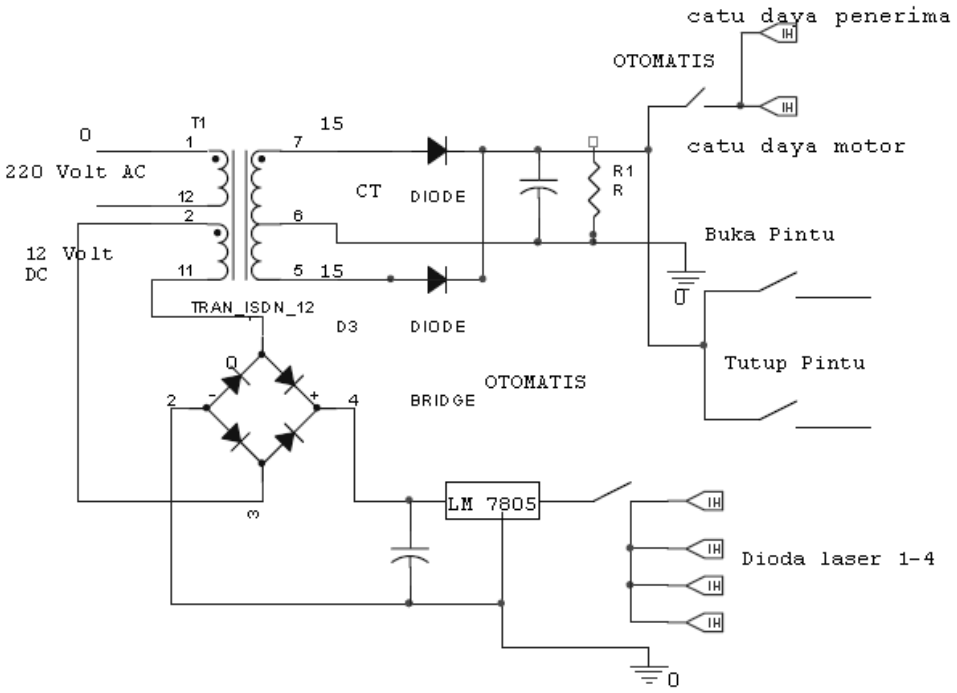
Hasil dan Pembahasan

Penyearah *(rectifier)* merupakan bagian dari catu daya yang berfungsi untuk mengubah tegangan bolak-balik atau AC menjadi tegangan searah atau DC.

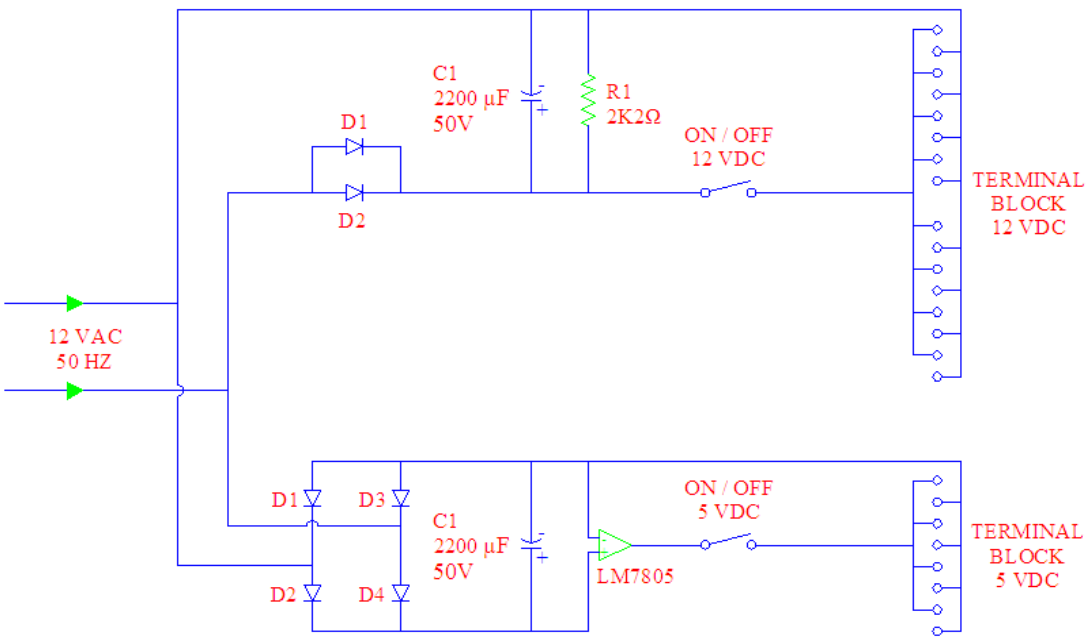
Tegangan input disearahkan oleh dioda, tegangan searah yang melewati dioda itu belum DC murni dan masih berdenyut untuk menghilangkan denyutan tersebut dengan menggunakan capasitor yang berfungsi sebagai filter. Keluaran tegangan dipasang IC regulator untuk menstabilkan keluaran tegangan.

Dari hasil perancangan pembuatan power suply arus searah yang keluarannya 12 V dan 5 V dipilihlah type dioda IN 5401 dengan kemampuan 5A/50 V. Dengan tapis C dengan nilai kapasitansi kapasitornya sebesar 2.200µF/50V. Untuk menghasilkan tegangan power suply 5 volt yang diperoleh dari tegangan arus searah 12 V , maka di tempatkan IC LM 7805.

Komponen dan type yang digunakan untuk membuat Penyearah *(rectifier)* adalah 2 bh dioda IN 5401, 4 bh dioda IN 4002, 1 bh IC Regulator LM 7805, 2 bh kapasitor 2200 µF/ 50 V dan 1 bh resistor 2k2 ohm. Hasil rancangan dan pembuatan power suply ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 6. Rangkaian Perancangan Power Supply (Catu Daya)



Gambar 7. Hasil Rangkaian Perancangan dan Pembuatan Power Supply

Pengujian alat dilakukan di laboratorium kontrol. pengujian alat rancang bangun pintu garasi otomatis dengan menggunakan PLC OMRON CPM1A meliputi semua bagian yang dilakukan secara bertahap, yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik alat saat diberi beban. Pengujian menggunakan multimeter digital. Analisa alat dilakukan untuk menganalisa karakteristik alat yang di dapat dari pengujian alat.

Pengujian Rangkaian *Power Supply*

Tabel 1. Pengujian Rangkaian Power Supply

Vin (Volt)	Vout (Volt)
225.2	11.78

Analisa Pengujian Rangkaian *Power Supply*

Tegangan input sisi primer transformator yang diharapkan 220 VAC. Karena tegangan input sisi primer transformator mengalami kenaikan dari tegangan supply dari PLN yaitu 225.2 VAC. Tegangan output sisi sekunder transformator yang diharapkan adalah 12 VAC. Tegangan output sisi sekunder transformator mengalami penurunan yaitu 11.78 VAC dikarenakan tegangan sisi sekunder mengalami penurunan karena telah dibebani. Adapun rangkaian yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 8.

Gambar 8. Blok Rangkaian Power Supply

Pengujian Rangkaian Penyearah (*rectifier*)

Tabel 2. Pengujian Rangkaian Penyearah

Jenis Penyearah	Vin (VAC)	Vout (VDC)
Penyearah dengan CT	11.78	12.94
Penyearah dengan dioda bridge	11.78	4.99

Analisa Pengujian Rangkaian Penyearah (*rectifier*)

Tegangan input penyearah dengan CT adalah 11.78 VAC dan tegangan output 12.94 volt. Tegangan output mengalami kenaikkan dikarenakan penyearah tidak menggunakan IC regulator untuk menstabilkan tegangan keluaran dan pada saat di beri beban.

Tegangan input penyearah dengan dioda bridge adalah 11.78 VAC dan tegangan output 4.99 volt. Tegangan output telah mendekati 5 VDC dikarenakan penyearah dengan dioda bridge menggunakan IC regulator untuk menstabilkan tegangan pada saat di beri beban. Gambar 9. menunjukkan rangkaian penyearah yang telah dibuat.

Gambar 9. Blok Rangkaian Penyearah (Rectifier)

Kesimpulan

Hasil Perancangan dan pembuatan power suply yang menghasilkan tegangan keluaran arus sesrah 12 vol dan 5 volt setelah dilakukan pengujian bekerja dengan baik

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapakan banyak terima kasih kepada Lembaga penelitian Universitas Riau yang telah membantu pendanaan untuk terselenggaranya penelitian ini.

Daftar Pustaka

Balza Achmad, 2007. ***Pemrograman PLC Menggunakan Simulator***. Yogyakarta : Andi.

Husanto dan Thomas, 2007. ***PLC (Programmable Logic Control)***. Yogyakarta : Andi.

Mohan, 2004, ***Power Electronics Converters Application and Design***, Jhon Wiley & Sons INC Third Edition.

Muhammad H. Rashid, 1993, ***Power Electroniccs***, Printice Hall International , Second edition.

Suwitno, 2005, ***Analisis Rancang Bangun Konverter dc to dc Srtep Down***, Teknologi FT-UNRI September.

William Bolton, 2004. ***Programmable Logic Controller (PLC) Sebuah Pengantar*** Edisi Ketiga. Jakarta : Erlangga.

Yulianto, 2006. ***Panduan Praktis Belajar PLC (Programmable Logic Controller)***. Jakarta Elex Media Komputindo.