

PERANCANGAN SISTEM UPS SPS DENGAN METODE INVERTER SPWM BERBASIS L8038CCPD

Widodo¹, Tole Sutikno², Siswanto³

¹Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, Kampus III, Jln. Prof Soepomo, Janturan, Telp. (0274) 379418, email: pr1@uad.ac.id

^{2,3}Program Studi Teknik Elektro, FTI, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, Kampus III Jln. Prof Soepomo, Janturan, Telp. (0274) 379418 Fax. (0274) 381523, email: tholes2000@yahoo.com, sisw4anto05@yahoo.com

Abstrak

Gangguan *total loss off line* atau listrik padam dapat menyebabkan kerusakan peralatan listrik, kerusakan data pada sistem komputer dan kerugian waktu serta biaya. Guna mengatasi hal tersebut diperlukan UPS untuk menggantikan sumber tenaga listrik sementara. Pada penelitian ini dirancang sistem UPS SPS dengan metode inverter SPWM. Hasil perbandingan antara gelombang sinusoida sebagai sinyal referensi dan gelombang segitiga sebagai sinyal pembawa yang dibangkitkan dari L8038CCPD digunakan untuk memicu jembatan inverter pada sistem UPS. Sebagai penaik tegangan digunakan transformator step-up dan sumber DC disediakan oleh batere dengan kapasitas 4,2 Ah. Hasil penelitian menunjukkan sistem UPS yang dirancang dapat digunakan untuk mengatasi gangguan listrik padam. Kapasitas daya dari transformator mempengaruhi kapasitas daya yang diberikan oleh sistem.

Kata kunci: UPS, SPWM, IC 8038.

1. PENDAHULUAN

Suplai listrik yang mengalami gangguan dapat menyebabkan kerusakan peralatan listrik konsumen, maupun kerusakan data-data dalam departemen yang membutuhkan data cepat dan akurat, yang pada akhirnya akan menimbulkan kerugian waktu dan biaya. Gangguan listrik tersebut dapat dikategorikan dalam beberapa golongan, yaitu [1]:

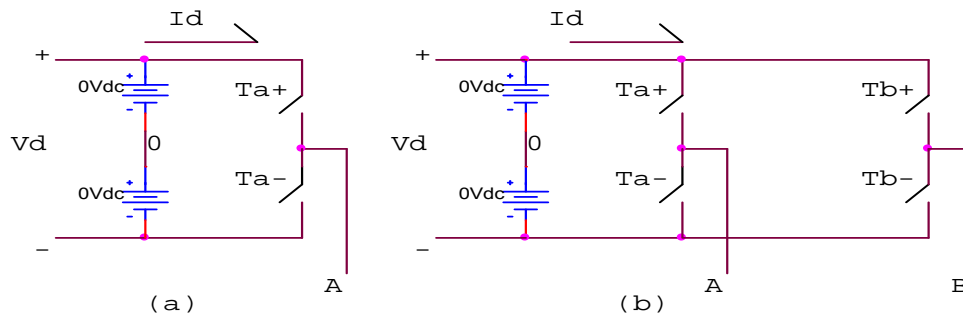
- Total loss off line*, gangguan ini terjadi karena terputusnya saluran distribusi listrik.
- KeKurangan atau kelebihan tegangan listrik, gangguan ini dapat menyebabkan peralatan yang di gunakan dapat mengalami kerusakan.
- Tegangan *spike* atau tegangan *transient*, pada dasarnya gangguan ini adalah terdapatnya tegangan puncak yang sangat tinggi tetapi sangat singkat.

Guna mengatasi hal tersebut, sebagai solusinya diperlukan UPS (*Uninterruptible Power Supply*) untuk menggantikan sumber tenaga listrik sementara. UPS merupakan sistem yang berdiri sendiri terhadap sistem suplai tenaga listrik yang diharapkan mampu melindungi peralatan listrik yang kritis terhadap gangguan.

Pada dasarnya sistem UPS terbagi menjadi dua, yaitu [1], [2]:

- Rotary power source (RPS)*
Sistem UPS RPS ini menggunakan mesin diesel sebagai pembangkit tenaga listriknya. Apabila terjadi gangguan listrik maka secara otomatis akan menghidupkan diesel kira-kira 15 detik setelah terjadi gangguan.
- Static power source (SPS)*.
Sistem UPS SPS dikembangkan menggunakan tegangan DC sebagai sumber pengganti sementara melalui sebuah inverter yang berfungsi merubah tegangan DC menjadi tegangan AC.

Prinsip dasar dari operasi inverter PWM adalah melakukan penyambungan dan pemutusan (*on* dan *off*) tegangan catu daya berulang-ulang selama setiap setengah perioda setiap fasa [1], [4], [5], [6].



Gambar 1. Inverter satu fasa (a) setengah Jembatan (b) jembatan penuh [1], [3].

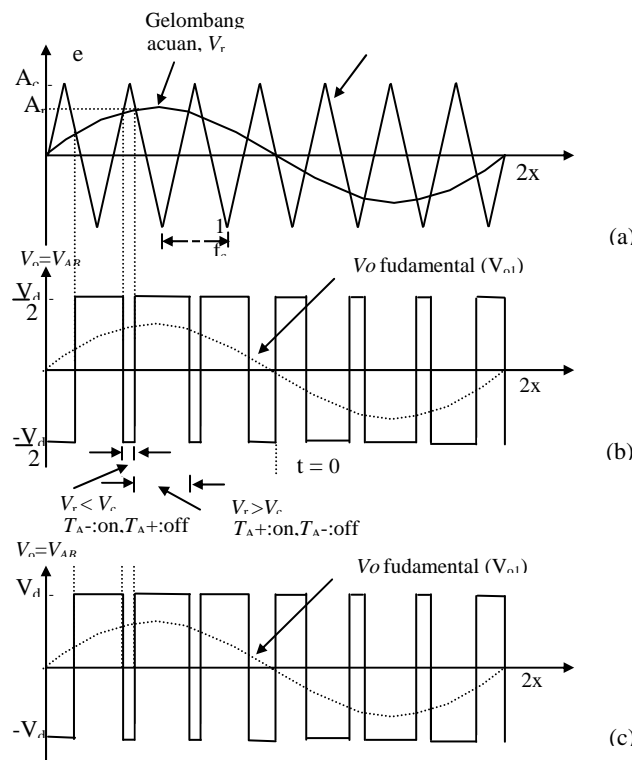
Penyambungan dan pemutusan saklar T_{A+} dan T_{A-} (Gambar 1a), diatur berdasarkan perbandingan V_r dan V_c sebagai berikut:

$$\text{Jika } V_r > V_c, T_{A+} : \text{on dan } T_{A-} : \text{off}, V_{A0} = V_d / 2 \tag{1}$$

atau

$$\text{Jika } V_r < V_c, T_{A-} : \text{on dan } T_{A+} : \text{off}, V_{A0} = -V_d / 2$$

Perbandingan gelombang V_r dan V_c dengan teknik penyaklaran tegangan dua arah (bipolar), diperlihatkan pada Gambar 2a.



Gambar 2. PWM sinusoida (SPWM) satu fasa dengan penyaklaran tegangan dua arah [5].

Tegangan keluaran efektif inverter setengah jembatan, yaitu tegangan efektif keluaran fasa A dan titik 0 catu daya, dinyatakan dengan $V_o = V_{A0}$. Bentuk gelombang tegangan keluaran diperlihatkan pada Gambar 2b.

Pengaturan saklar untuk inverter jembatan penuh adalah penyaklaran secara diagonal (T_{A+}, T_{B-}) dan (T_{A-}, T_{B+}) dua cabang saklar pada Gambar 1b. Misalkan T_{A+} : on, keluaran $V_{A0} = V_d/2$, dan T_{B-} : on, keluaran $V_{B0} = -V_d/2$, sehingga:

$$V_{b0}(t) = -V_{A0}(t) \quad (2)$$

dan

$$V_0(t) = M.V_d \text{ untuk } M \leq 1 \quad (3)$$

bentuk gelombangnya diperlihatkan pada Gambar 2 c.

Tegangan maksimum keluaran fundamental dapat dinyatakan dengan mengikuti persamaan 4 adalah

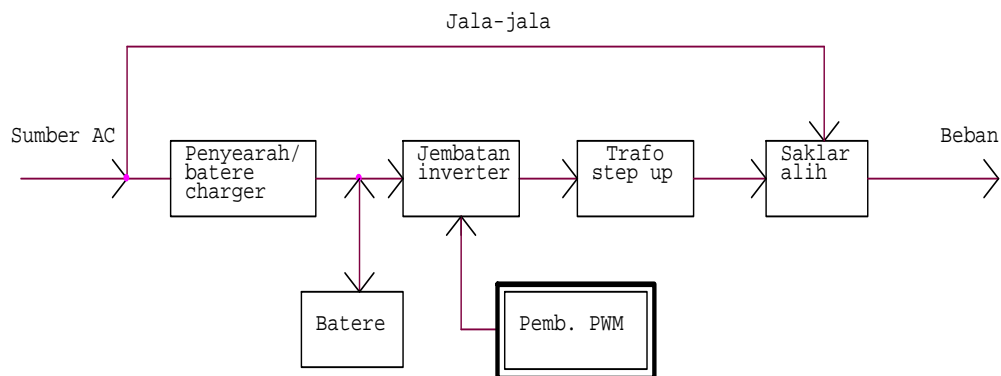
$$V_m = M.V_d \text{ untuk } M \leq 1 \quad (4)$$

dan tegangan efektif (rms) fundamental adalah:

$$V_{rms} = \frac{MV_d}{\sqrt{2}} = 0,7071 M.V_d \text{ untuk } M \leq 1 \quad (5)$$

2. PERANCANGAN SISTEM

Diagram kotak rancangan sistem UPS SPS yang diteliti pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram kotak rancangan sistem UPS SPS

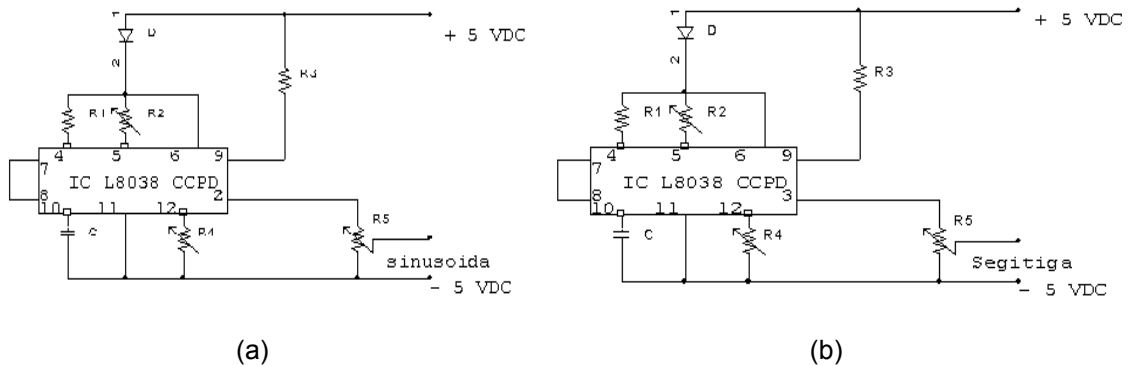
Rangkaian pembangkit PWM (Gambar 3) terdiri dari rangkaian pembangkit gelombang sinusoida dan segitiga, komparator, serta rangkaian driver. Diagram kotak rancangan rangkaian pembangkit sinyal SPWM ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram kotak pembangkit PWM

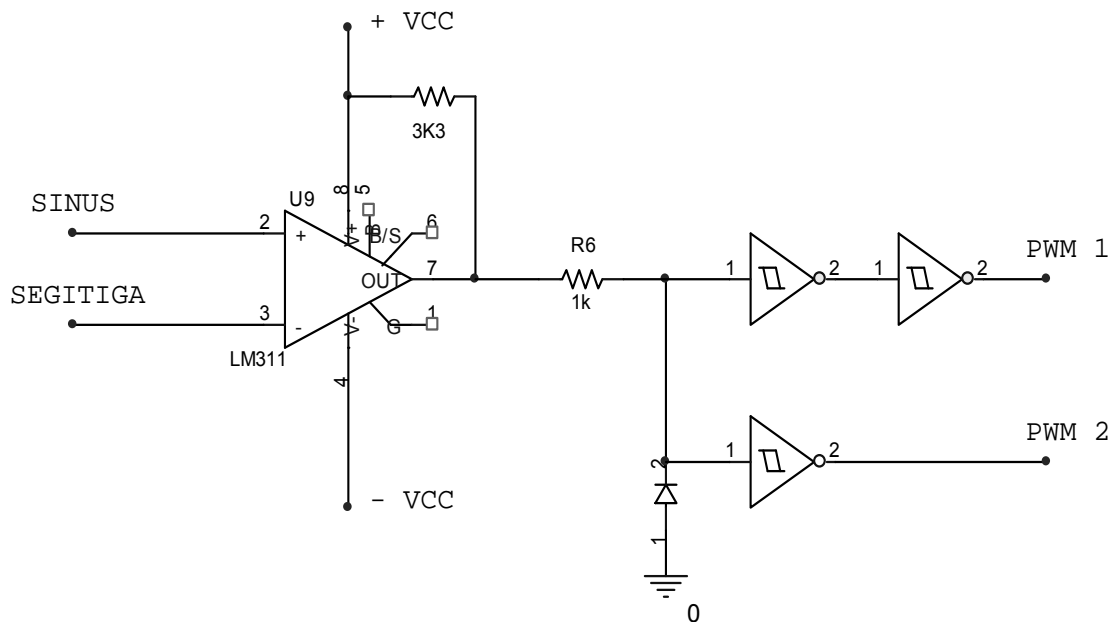
Sebagai rangkaian pembangkit gelombang sinusoida dan segitiga dipilih L8038CCPD (Gambar 5), karena IC tersebut dapat membangkitkan sinyal sinus dan segitiga dengan frekuensi yang dapat diatur dengan komponen luar yang minimal. Gelombang sinusoida diperoleh dari pin-2 L8038CCPD, sedangkan gelombang segitiga diperoleh dari pin-3.

Frekuensi sinyal sinus yang dihasilkan L8038CCPD adalah berkisar antara 20 Hz sampai 50 Hz, sedangkan untuk frekuensi gelombang segitiga yang dihasilkan adalah berkisar antara 100 Hz sampai 1000 Hz.



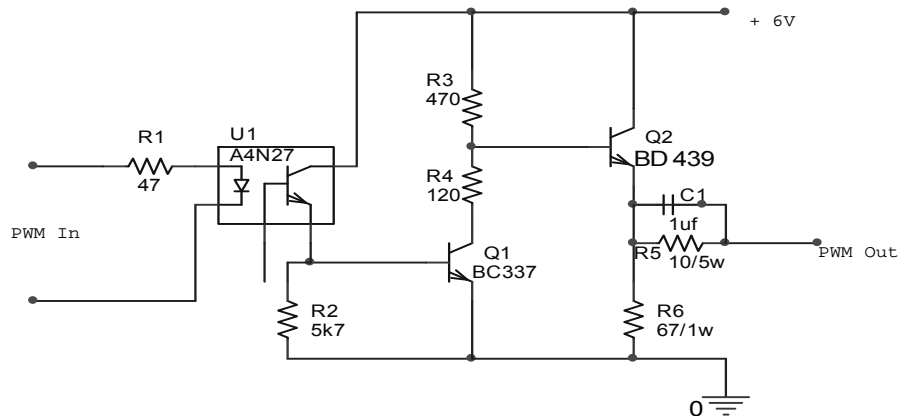
Gambar 5. (a) Diagram rangkaian pembangkit sinyal sinus, (b) Diagram rangkaian pembangkit sinyal segitiga

Sinyal SPWM dapat diperoleh dengan membandingkan amplitudo sinyal sinusoida sebagai sinyal referensi dengan sinyal segitiga sebagai sinyal pembawa melalui sebuah komparator. Komparator pada penelitian ini, menggunakan op-amp LM 311 (Gambar 6). Keluaran dari komparator ini merupakan sinyal PWM.



Gambar 6. Diagram rangkaian Komparator

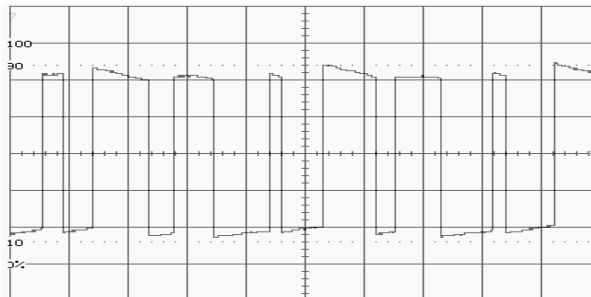
Sepasang sinyal PWM ini digunakan untuk menggerakkan pasangan transistor daya pada rangkaian jembatan inverter. Namun karena transistor daya memerlukan tegangan picu dan arus yang lebih besar, maka dibutuhkan rangkaian driver. Secara detail rangkaian driver tersebut ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian driver sinyal SPWM

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 8 berikut menunjukkan bentuk sinyal keluaran pembangkit SPWM.



Gambar 8. Bentuk gelombang keluaran rangkaian pembangkit PWM

Sinyal SPWM tersebut adalah sinyal yang digunakan untuk melakukan penyaklaran on-off pada rangkaian jembatan inverter.

Hasil pengamatan disaat transformator difungsikan sebagai *step-up* untuk berbagai variasi pembebanan (beban lampu pijar) pada step 0-220 V, yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Penurunan tegangan output pada kondisi berbeban disebabkan karena adanya harmonisa. Hal ini menunjukkan perlunya tapis yang lebih baik di sisi beban.

Tabel 1. Hasil pengamatan tegangan keluaran trafo *step-up* pada kondisi tanpa beban

Kapasitas Arus Trafo (A)		Tegangan Input/ Primer (V)	Tegangan Output/ Sekunder(V)
Primer	Sekunder		
5	0,3	12	205
11	0,6	12	215

Tabel 2. Hasil pengamatan tegangan keluaran trafo *step-up* pada kondisi berbeban

Kapasitas Arus Trafo (A)		Tegangan Input/ Primer (V)	Tegangan Output/ Sekunder(V)	Kapasitas Beban (W)
Primer	Sekunder			
5	0,3	12	200	15
		12	186	25
11	0,6	12	209	15
		12	195	25

Pada penelitian ini yang digunakan sebagai sumber tegangan DC adalah batere dengan kapasitas $2 \times 6 \text{ V}$; $4,2 \text{ Ah}$ yang dipasang seri untuk mendapatkan tegangan 12 V dan transistor daya yang digunakan dalam jembatan inverter mempunyai daya 115 W . Berdasar Tabel 1 dan Tabel 2 di atas, kapasitas transformator dan batere akan mempengaruhi kestabilan tegangan keluaran sistem disaat mengalami pembebanan. Guna mendapatkan kapasitas daya yang maksimal, perlu digunakan batere yang mempunyai kapasitas sesuai dengan kapasitas transformator yang digunakan.

Bahwa rangkaian yang digunakan pada pengisi batere adalah detektor taraf tegangan dengan penyetelan bebas histeresis dan tegangan tengah. Pengisi akan melepaskan batere disaat tegangan batere mencapai $13,10 \text{ V}$ dan batere akan terisi kembali disaat tegangan batere turun pada posisi $10,05 \text{ V}$ (diukur saat batere mengalami pembebanan).

Fungsi dari detektor taraf tegangan pada rangkaian pengisi batere yaitu membandingkan tegangan masukan dari batere dan pengisi (penyearah). Disaat tegangan batere terisi sampai batas tegangan atas V_{UT} ($13,5 \text{ V}$) maka, tegangan out put (V_O) dari detektor taraf tegangan tersebut akan berada pada $+V_{sat}$, yang akan menghidupkan transistor dan mengoperasikan relai, sehingga kontak NC terbuka untuk melepaskan batere dari pengisi. Bila E_1 turun di bawah batas tegangan bawah V_{LT} ($10,5 \text{ V}$), V_O akan pindah ke $-V_{sat}$, yang akan melepaskan rile pada kedudukan tertutup (keadaan relai tidak bekerja).

Saklar alih yang digunakan dalam rancangan sistem UPS adalah berupa *relay* elektromagnetis dan disaat pengalihan beban masih terjadi kedip tegangan yang disebabkan oleh adanya kecepatan peralihan dari relai elektromagnetis yang digunakan hanya mempunyai kecepatan $50\text{-}100 \text{ ms}$, dan semakin cepat peralihannya maka akan semakin baik kinerja sistem tersebut.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian sistem dan analisis data, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem UPS SPS dapat dirancang dengan metode inverter SPWM yang dibangkitkan L8038CCPD.
2. Sistem UPS SPS hasil rancangan dapat digunakan untuk mengatasi gangguan *total loss off line* atau listrik padam, namun masih pada beban rendah.
3. Tegangan yang dihasilkan dari jembatan inverter maupun trafo *step-up* adalah amplitudo tegangan yang berbentuk gelombang kotak atau mengikuti bentuk sinyal penyalarnya yaitu sinyal PWM.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susanto, W.K., "**Jala-Jala Listrik PLN: Sebuah Permasalahan dan Penyelesaiannya**" <http://alds.stts.edu/>, 2000.
- [2] Ferdinan, P., "**Perancangan dan Pembuatan Jembatan Inverter Satu Fasa**" <http://www.geocities.com/pferdinan>, 2003.
- [3] Dewan, S.B., Straughen, A., "**Power Semiconductor Ciruits**" John Wiley, New York, 1975.
- [4] Kusmantoro, A., "**Inverter Dengan Pengatur PWM Analog**" Skripsi S-1, Teknik Elektro, Universitas Semarang, Semarang, 2000.
- [5] Rashid, M.H., "**Power Electronics. Cicuits Device and Applications**" Prentice Hall, New Jersey, 1993.
- [6] Sutikno, T., "**Inverter PWM Dua Fasa Berbasis FPGA**" Tesis S-2, Teknik Elektro, Universitas Gadjah Mada, 2004.