

## Rancang Bangun *Unipolar PWM* untuk Pengendalian Rangkaian *H-Bridge* Menggunakan *Operational Amplifier*

Asmar

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung  
asmarubb2@gmail.com

### Abstract

*Unipolar PWM control technique carried out by comparing triangular wave with two control voltages. The resulting pulses are used to control H-Bridge circuit. The technique can be done by using the functions of the operational amplifier. There are three main circuits needed is a triangular wave circuit, voltage control circuit, and a comparator circuit. With proper adjustment between the triangular waves and voltage control, voltage regulation will be obtained smooth.*

**Keywords :** *Unipolar PWM, H-bridge, operational amplifier, triangular wave circuit, voltage control.*

### Intisari

Teknik pengendalian dengan *Unipolar PWM* dihasilkan dengan membandingkan gelombang segitiga dengan dua tegangan kontrol. Pulsa yang dihasilkan digunakan untuk pengendalian rangkaian *H-Bridge*. Teknik pengendalian tersebut dapat dilakukan dengan memanfaatkan fungsi dari *operational amplifier*. Terdapat tiga rangkaian utama yang dibutuhkan yaitu pembangkit gelombang segitiga, tegangan kontrol dan pembanding. Dengan penyesuaian yang tepat antara gelombang segitiga dengan tegangan kontrol, diperoleh pengaturan tegangan yang halus.

Kata Kunci : *Unipolar PWM, H-bridge, operational amplifier, gelombang segitiga, tegangan kontrol.*

### I. PENDAHULUAN

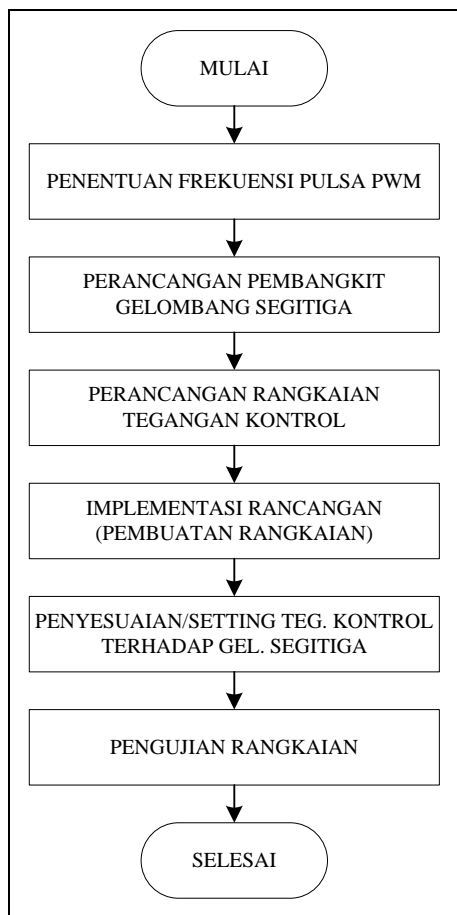
Pengendalian *DC-DC converter* dengan topologi *H-bridge* dilakukan dengan menggunakan pulsa *PWM*. Pulsa *PWM* dihasilkan dengan membandingkan gelombang segitiga dengan tegangan kontrol. Terdapat dua teknik pengendalian dengan pulsa *PWM*, yaitu bipolar dan *unipolar*. *Unipolar PWM* memerlukan dua sinyal kontrol yang nilainya saling berlawanan. Teknik pengendalian dengan *unipolar PWM* memberikan unjuk kerja yang lebih baik karena komponen harmonik yang dihasilkan akan berkurang. Hal ini akan mengurangi getaran pada motor DC [1],[2],[3].

Pulsa *PWM* yang dibangkitkan dengan mikrokontroler membutuhkan biaya yang lebih tinggi karena harga mikrokontroler relatif lebih mahal. Pada penelitian ini, pulsa *PWM* dibangkitkan dengan menggunakan komponen utama berupa *Operational Amplifier (Op-Amp)*. *Operational Amplifier* dapat digunakan sebagai pembanding, sebagai penguat dan untuk menghasilkan gelombang [4].

### II. METODE PENELITIAN

Diagram alir penelitian diperlihatkan pada gambar 1. Sebelum menentukan nilai-nilai besaran yang akan digunakan pada rangkain, terlebih dahulu harus ditentukan frekuensi pulsa *PWM*. Frekuensi

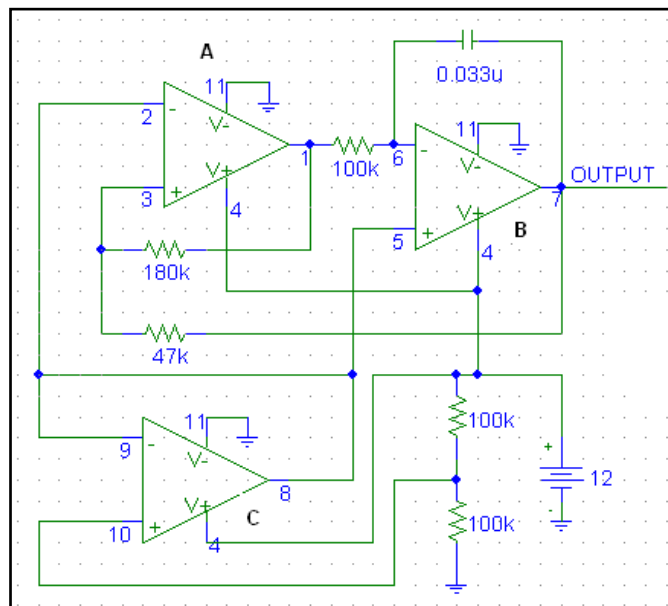
yang dapat digunakan untuk aplikasi motor DC, tergantung pada kualitas motor. Motor DC konvensional bekerja dengan baik pada frekuensi rendah (ratusan Hz). Beberapa motor DC kelas *high-end* bekerja dengan mulus pada frekuensi 20 kHz.. Pada penelitian ini, frekuensi pulsa *PWM* yang akan dibuat ditetapkan pada kisaran 250 Hz. Hal ini sesuai dengan kualitas motor DC yang digunakan.



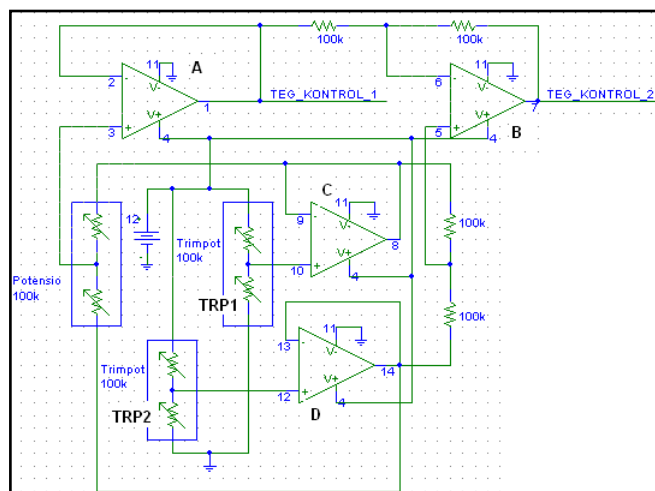
Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Rangkaian pembangkit gelombang segitiga yang digunakan ditunjukkan pada gambar 2. *Op-Amp* A berfungsi untuk menghasilkan gelombang persegi. Gelombang persegi tersebut diubah menjadi gelombang segitiga melalui *Op-Amp* B. Sedangkan *Op-Amp* C berfungsi untuk menjaga kepatuhan tegangan. Komponen *Op-Amp* yang digunakan adalah IC LM324. Analisis untuk menentukan nilai-nilai resistansi dan kapasitansi pada rangkaian tersebut dilakukan dengan menggunakan PSPICE.

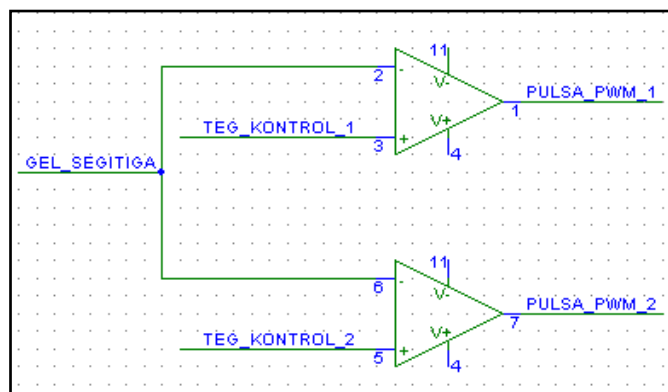
Rangkaian sinyal kontrol diperlihatkan pada gambar 3. Faktor kerja pulsa *PWM* diatur melalui potensio. Trimpot TRP1 dan TRP2 digunakan untuk mengatur nilai maksimum dan minimum tegangan kontrol sesuai dengan nilai maksimum dan minimum sinyal segitiga. Hal ini bertujuan agar perubahan nilai tegangan akibat pengaturan potensio selalu berada diantara nilai maksimum dan minimum gelombang segitiga. Dengan demikian pengaturan posisi potensio dapat dimanfaatkan 100% sehingga diperoleh pengaturan tegangan yang halus.



Gambar 2. Pembangkit gelombang segitiga.



Gambar 3. Rangkaian tegangan kontrol.

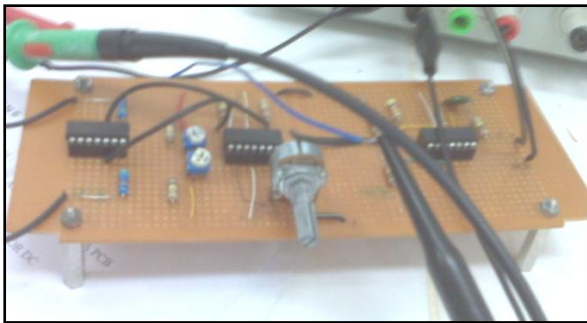


Gambar 4. Rangkaian pembanding .

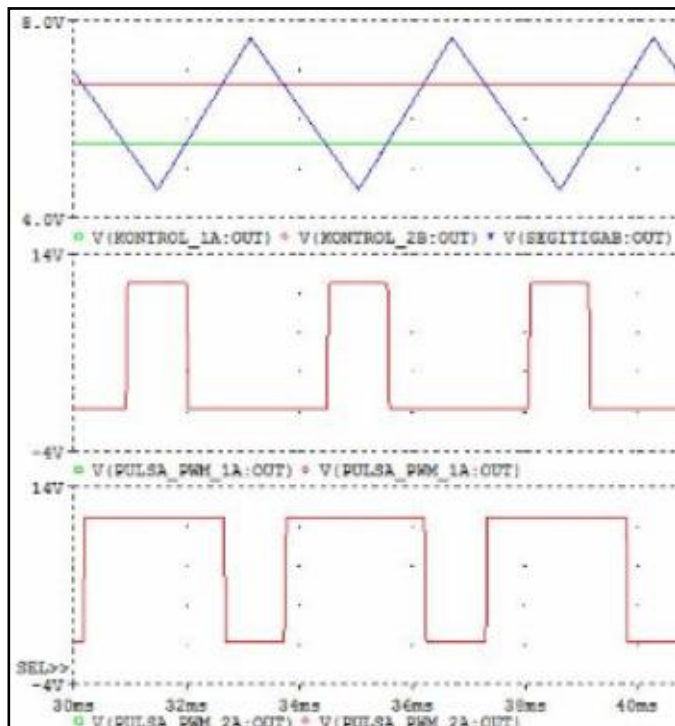
Sinyal kontrol kedua diperoleh dengan memperkuat sinyal kontrol pertama dengan penguatan sebesar -1. Hal ini dilakukan melalui *Op-Amp* B. Pulsa *PWM* dihasilkan dengan membandingkan gelombang segitiga dan tegangan kontrol seperti diperlihatkan pada gambar 4.

### III. HASIL PENELITIAN DAN PENGUJIAN

Hasil pembuatan rancangan ditunjukkan pada gambar 5. Frekuensi pulsa yang dihasilkan berdasarkan hasil simulasi sekitar 250 Hz. Gelombang segitiga, tegangan kontrol dan pulsa *PWM* hasil simulasi dengan PSPICE diperlihatkan pada gambar 6.

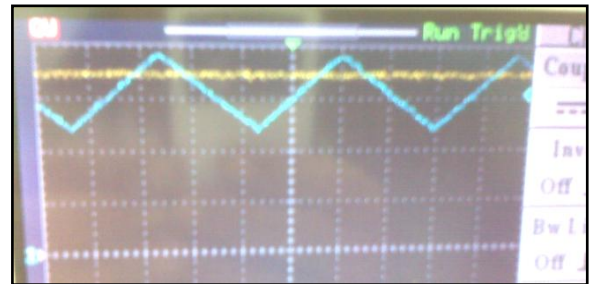


Gambar 5. Hasil implementasi rancangan

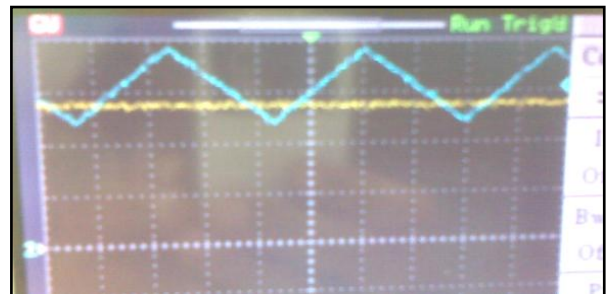


Gambar 6. Hasil simulasi.

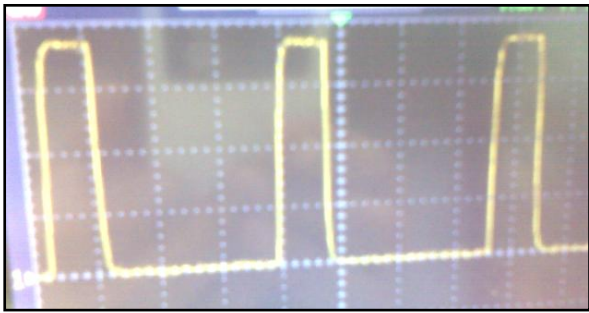
Hasil pengukuran gelombang segitiga dan tegangan kontrol dengan osiloskop diperlihatkan pada gambar 7 dan gambar 8. Skala yang digunakan adalah 2 V/div dan 1,5 ms/div. Sedangkan hasil pengukuran pulsa *PWM* diperlihatkan pada gambar 9 dan 10 dengan skala 3 V/div dan 1,5 ms/div. Frekuensi pulsa berdasarkan hasil pengukuran sekitar 250 Hz. Dari gambar-gambar tersebut, nilai maksimum dan minimum gelombang segitiga serta bentuk dan frekuensi pulsa *PWM* yang dihasilkan tidak terlalu berbeda dengan hasil simulasi.



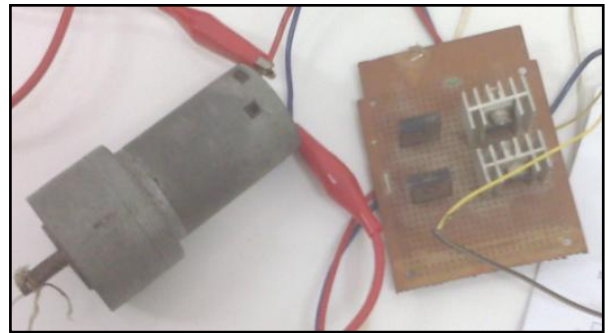
Gambar 7. Hasil pengukuran gelombang segitiga dan tegangan kontrol pertama.



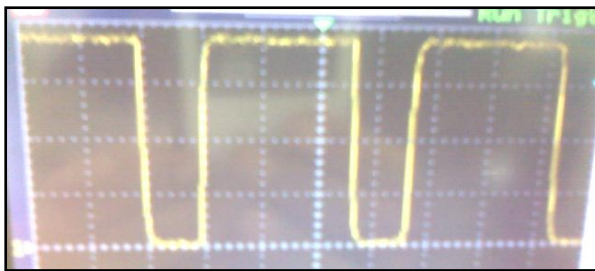
Gambar 8. Hasil pengukuran gelombang segitiga dan tegangan kontrol kedua



Gambar 9. Hasil pengukuran pula *PWM* pertama.



Gambar 11. Pengujian rangkaian pada *H-bridge* dengan beban motor DC



Gambar 10. Hasil pengukuran pula *PWM* kedua.

Pengujian rangkaian pada *H-bridge* dengan beban motor DC diperlihatkan pada gambar 11. Komponen yang digunakan pada *H-bridge* adalah mosfet BUZ11 (tipe N) dan IRFP9240 (tipe P). Dengan setting yang tepat pada trimpot akan dihasilkan pengaturan kecepatan putaran yang halus baik arah *forward* maupun *reverse*. Tegangan *output* yang dihasilkan sesuai dengan tegangan sumber yang digunakan yaitu -12 V sampai dengan 12 V.

#### IV. KESIMPULAN

Teknik pengendalian dengan *unipolar PWM* dapat dilakukan dengan menggunakan *Op-Amp*. Dengan setting yang tepat, akan diperoleh pengaturan tegangan yang halus.

#### REFERENSI

- [1]. Rashid, MH. (1988). Power Electronics: Circuits, devices and application. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- [2]. Mohan, Undeland, Robbins. (1995). Power Electronics, second Edition. Singapore . John Wiley & Sons Inc.
- [3]. Hart, DW. (1997). Introduction to Power Electronics. Indiana: Prentice-Hall International, Inc.
- [4]. Zuhail, Zhanggischan. (2004). Prinsip Dasar Elektroteknik. Jakarta. Gramedia Pustaka utama.