

Rancang bangun inverter sinusoida dengan frekuensi variabel

Mohammad Luqman¹, Bambang Priyadi², Agus Sukoco Heru Sumarno³

Email: mohluqmanpolinema@gmail.com, bambang.privadi@polinema.ac.id, agus.sukoco@polinema.ac.id

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 14 Juli 2023

Direvisi 26 Agustus 2023

Diterbitkan 30 Oktober 2023

Kata kunci:

Inverter sinusoida
Pembangkit SPWM
Arduino Uno
L-298 H-bridge

ABSTRAK

Alat untuk mengubah daya dc menjadi daya ac disebut dengan inverter. Inti dari inverter sinusoida terletak pada kontrol switching, dimana bentuk gelombang dan frekuensi ditentukan pada alat kontrol, salah satunya adalah gelombang SPWM. Dipasaran telah tersedia pembangkit SPWM seri EGS-002, yang beroperasi pada frekuensi tetap 50 HZ atau 60 Hz, sehingga tidak bisa di gunakan untuk membangkitkan listrik dengan frekuensi variabel. Sebagai pembangkit sinyal SPWM dan penentu frekuensi variabel digunakan mikrokontroler arduino Uno. Frekuensi yang direncanakan adalah 10Hz sampai dengan 50Hz. Kontrol frekuensi direncanakan menggunakan variabel resistor. Sebagai *driver switching* menggunakan *H-bridge* jenis L-298 yang sudah tersedia dalam bentuk modul driver motor L-298 dan transformator konvensional sebagai penaik tegangan. Hasil yang telah dicapai adalah inverter yang bisa menghasilkan sinyal SPWM dengan frekuensi bisa diatur mulai 9,7Hz sampai dengan 58,14Hz melalui variabel resistor eksternal. Dan sesudah melalui tranformator/filter akan menghasilkan sinyal sinusoida dengan frekuensi yang sama.

ABSTRACT

A device for converting dc power into ac power is called an inverter. The essence of the sinusoidal inverter lies in the switching control, where the waveform and frequency are determined by the controller, one of which is the SPWM waveform. In the market, there is an EGS-002 series SPWM generator, which operates at a fixed frequency of 50 Hz or 60 Hz, so it cannot be used to generate electricity with variable frequency. As a SPWM signal generator and variable frequency determinant, Arduino Uno microcontroller is used. The planned frequency is 10Hz to 50Hz. Frequency control is planned using a variable resistor. As a switching driver, it uses an L-298 type H-bridge which is already available in the form of an L-298 motor driver module and a conventional transformer as a voltage booster. The result that has been achieved is an inverter that can produce SPWM signals with adjustable frequency from 9.7Hz to 58.14Hz through an external variable resistor. And after going through the transformer / filter will produce a sinusoidal signal with the same frequency.

Keywords:

Sinusoida inverter
SPWM generator
Arduino Uno
L-298 H-bridge

Penulis Korespondensi:

Mohammad Luqman,
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang,
Jl. Sukarno Hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia.
Email: mohluqmanpolinema@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Trend dunia saat ini adalah munculnya kendaraan listrik baik berupa sepeda maupun mobil. Pada kendaraan listrik dibutuhkan daya dengan frekuensi sinusoida variabel mulai dari 0 Hz sampai dengan ribuan

Hz dengan daya besar. Perkembangan terbaru penggerak mobil berupa mesin listrik dengan daya sampai dengan 455 HP. Saat ini media untuk menyimpan daya berupa baterai dan memberikan daya dalam bentuk gelombang searah/ dc, sedangkan mesin listrik pada kendaraan listrik berupa motor ac. Untuk itu diperlukan alat untuk mengubah daya dc menjadi daya ac yang disebut dengan inverter.

Motor listrik pada kendaraan listrik mutlak membutuhkan tegangan berbentuk sinusoida murni. Inti dari inverter sinyal sinusoida terletak pada kontrol *switching*, dimana bentuk gelombang dan frekuensi ditentukan pada alat kontrol ini, salah satunya adalah gelombang SPWM. Dipasaran telah tersedia pembangkit SPWM seri EGS-002, modul ini beroperasi pada frekuensi tetap 50 HZ atau 60 HZ, sehingga tidak bisa digunakan untuk membangkitkan daya listrik dengan frekuensi daya yang variabel.

Antonius dan Riski [1] Pada penelitian ini, inverter dirancang menggunakan metode SPWM dan menghasilkan gelombang sinus pada frekuensi, 50 Hz dan 25 Hz. Frekuensi dikontrol berdasarkan pembacaan sensor kelembaban tanah. Sistem ini menggunakan Arduino Uno sebagai pembangkit sinyal SPWM, memproses pembacaan sensor kelembaban tanah dan mengontrol filter LC. Inverter mampu menghasilkan tegangan 200 volt pada frekuensi yang sama, setelah diberi beban motor pompa air inverter mengalami penurunan tegangan, sehingga tegangan inverter pada kondisi tanah kering adalah 163 volt, sedangkan pada kondisi tanah lembab tegangannya 137 volt. Bentuk gelombang luaran tidak ditunjukkan.

Laith, Taha dan Ahmed [2] pada penelitian ini dilakukan rancang bangun dan implementasi praktis inverter satu fasa berbasis teknik Selective Harmonic elimination-Pulse Width Modulation (SHE-PWM). Untuk menghasilkan pulsa gerbang pengontrol inverter digunakan mikrokontroler Arduino mega. Studi perbandingan antara teknik sinusoidal-PWM dan SHE-PWM menggunakan MATLAB/ Simulink, pada LOH (Lower Order Harmonics) yang sama pada bentuk gelombang tegangan keluaran, SHE-PWM memiliki lebih sedikit jumlah pulsa per setengah siklus daripada strategi sinusoidal-PWM. Simulasi dilakukan dengan menggunakan sepuluh sudut *switching* untuk menggerakkan beban R-L.

Talha Mujahid at-all [3], pada penelitian ini dirancang Penggerak frekuensi variabel yang akan mengontrol kecepatan motor induksi satu fasa sesuai kebutuhan pengguna. Penggerak ini dihubungkan dengan laptop dan dioperasikan dengan perangkat lunak Arduino-IDE yang menghasilkan sinyal yang dikontrol frekuensinya dan diberikan ke inverter uji. Eksplorasi drive SPIM ini digambarkan sebagai penggerak frekuensi variabel di mana kecepatan motor induksi satu fasa (SPIM) dikendalikan dengan menggunakan teknik kendali skalar. Variasi frekuensi yang dihasilkan terkait dengan kecepatan adalah antara 25-50 Hz. Yang bersesuaian kecepatan 1500 rpm hingga 3000 rpm, Efisiensi yang dicapai penggerak motor lebih dari 90 persen pada semua kecepatan. Motor menjadi panas saat beroperasi pada frekuensi yang lebih rendah dari 25-40 Hz. Tingginya nilai arus pada rangkaian menyebabkan rugi-rugi panas.

Emmanuel Agung Nugroho [4] meneliti SPWM Inverter dengan teknik pengendalian tegangan dan frekuensi secara bersamaan (Variable Voltage variable frequency) atau dikenal sebagai volt/hertz control yang bisa menjadi solusi dari permasalahan perbaikan kualitas daya dan faktor daya, sekaligus mampu mengendalikan motor pada saat start ataupun pada saat motor berjalan. Inverter volt/hertz ini dirancang untuk membangkitkan tegangan 3 fasa sebagai pengendali motor AC 3 fasa dari sumber tegangan 1 fasa dengan arus motor berupa gelombang sinus yang sefasa terhadap tegangan sumber sebagai bukti perbaikan faktor daya. Motor listrik mampu dikendalikan kecepatannya dari frekuensi 10 Hz hingga 50 Hz secara linier. Hasil bentuk tegangan luaran masih banyak harmonisa dengan bentuk mendekati gelombang modified sinusoida.

Emmanuel Agung Nugroho [5] Penelitian ini meng-implementasikan perancangan sistem kendali Variable Speed Drive (VSD) pada Inverter 3 fasa yang dilakukan dengan software Power Simulator dan diprogramkan kedalam IC mikrokontrol AT89S52. Mikrokontroler membangkitkan sinyal sinusoidal 3 fasa sebagai sinyal referensi pada inverter 3 fasa yang digunakan untuk mengendalikan motor induksi 3 fasa dengan metode Sinusoidal SPWM. Metode pembangkitan sinyal 3-fasa dilakukan dengan cara look up table yaitu pengambilan data sampling diskrit 256 data dari software power simulator kedalam port input. Pada setiap port keluaran mikrokontroler membentuk satu pola kuantisasi sinyal gelombang satu fasa, untuk membangkitkan gelombang 3 fasa dilakukan dengan mengamati data keluaran pada ketiga port keluaran. Dengan menggunakan DAC maka pola kuantisasi yang dihasilkan setiap port mikrokontroler diubah menjadi sinyal analog berbentuk sinusoidal. Rangkaian multiplier pada sistem ini digunakan untuk menghasilkan sinyal sinusoidal yang dapat diatur frekuensi dan amplitudonya secara bersama-sama.

Kusuma Wardana dkk [6] merancang inverter satu fasa 150 W untuk mengatur nilai frekuensi dan tegangan AC pada luaran inverter. Sistem ini direalisasikan dengan menggunakan mikrokontroler, Tegangan luaran inverter diatur dengan mengubah nilai puncak pada output konverter SEPIC pada sisi terminal input inverter, sedangkan frekuensi output inverter diatur melalui modulasi SPWM. Tegangan luaran yang dihasilkan bervariasi dalam skala 25-100 Volt. Frekuensi keluaran inverter dapat dipilih sesuai keinginan, antara 25 Hz dan 50 Hz. Bentuk gelombang luaran belum sempurna sebagai gelombang sinus lebih mendekati bentuk gelombang kotak.

Abdennabi Brahma et al [7] menyajikan teknik baru untuk menghasilkan pengendali SPWM digital menggunakan mikrokontroler PIC16F876. Teknik ini terutama digunakan untuk mengontrol tegangan luaran inverter DC/AC. Sebagai SPWM digital maka lebar pulsa akan bervariasi secara sinusoidal. Topik pada penelitian ini adalah mengembangkan teknik SPWM baru untuk rangkaian kontrol inverter pada sistem pompa surya menggunakan teknik tabel pencarian, yaitu dengan cara mengimplementasikan dan menguji berbagai nilai Indeks modulasi amplitudo mulai dari 0,5 sampai 1,3 (over modulation) dengan frekuensi switching 1 kHz. Pengontrol yang diteliti mampu menghasilkan dua SPWM yang saling komplemen pada frekuensi switching dan indeks modulasi amplitudo yang diinginkan. Efisiensi dari metode ini adalah lebar pulsa keluaran dapat dengan mudah divariasikan dengan mengubah ma-indeks berbasis nilai register PWM dan dengan demikian dapat diperoleh sistem kontrol adaptif yang sederhana.

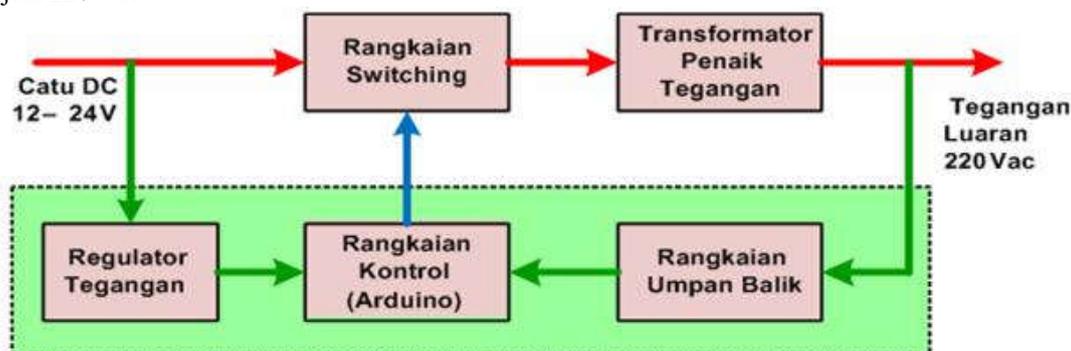
Si Jie Shangguan [8] ; pada penelitian ini dilakukan perancangan sebuah inverter yang dapat diubah frekuensi dan tegangan luarannya. Untuk mengubah frekuensi digunakan mikrokontroler, sehingga inverter akan menghasilkan arus ac dengan bentuk gelombang sinusoidal 40-50Hz. Proyek ini menggunakan chip EG8010 untuk menghasilkan gelombang SPWM. Penggunaan sistem secara hard-ware dapat menghemat ruang dan beban prosesor. Kemudian menggunakan IR2110 untuk menggerakkan rangkaian jembatan penuh dan menggunakan STM32 untuk mengontrol EG8010 dalam menghasilkan gelombang SPWM. Rangkaian yang dibuat dapat mengubah tegangan dc menjadi tegangan ac dengan frekuensi dapat diubah antara 20Hz-100Hz, tegangan puncak gelombang sinus ditentukan oleh input dc. Efektivitas perangkat ini adalah 90% dan distorsi harmonik total (THD) lebih kecil dari 2%. Bentuk gelombang luaran sinusoidal tidak ditampilkan.

Ahmad Antares Adam [10] penelitian ini bertujuan untuk membangun rangkaian inverter satu fasa sebagai pengatur kecepatan motor induksi satu fasa yang beroperasi berdasarkan variasi frekuensi. Variasi frekuensi dikembangkan oleh osilator yang bekerja berdasarkan rasio nilai kapasitor dengan resistor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rangkaian inverter ini dapat mengatur kecepatan motor kapasitor secara proporsional terhadap frekuensi tegangan stator. Tegangan yang dihasilkan tidak linier terhadap penambahan nilai frekuensi, terutama untuk daerah frekuensi 35 – 50 Hz. Bentuk gelombang luaran dari inverter tidak dijelaskan.

Muhammad dan Refdinal Nazir [9] Pada implementasi inverter, penggunaan komputer untuk menghasilkan sinyal tidak praktis dan tidak ekonomis, sementara penggunaan operational amplifier sebagai penggeser fasa menghasilkan sudut pergeseran fasa yang tidak tetap di setiap rentang frekuensi. Dalam paper ini sebuah Flash PEROM mikrokontroler AT89C51 digunakan untuk menghasilkan sinyal sinusoidal kontrol tiga fasa dengan frekuensi variable, karena harga AT89C51 jauh lebih murah ketimbang UV-EPROM, Selain itu AT89C51 mudah digunakan untuk aplikasi lainnya. Hasil dari rancangan rangkaian penggerak SPWM tiga fasa ini memiliki keterbatasan dalam hal penentuan frekuensi sehingga hanya dapat bekerja pada frekuensi tertentu saja dengan kenaikan frekuensi yang tidak linier sehingga dibutuhkan modifikasi program pada mikrokontroler.

2. METODE PENELITIAN

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk membuat inverter yang akan mengubah tegangan dc 12-24 volt menjadi tegangan ac 220 volt yang merupakan kelanjutan dari penelitian terdahulu [14] [15]. Adapun fokus penelitian ini terletak membuat sinyal SPWM dan mengontrolnya agar mendapatkan output berupa sinyal sinusoidal dengan frekuensi yang bisa diatur dari 10 Hz sampai dengan 50Hz. Dimana komponen utama dari pembangkit tersebut berupa mikrokontroler tipe arduino yang berada pada blok berwarna “hijau”. Regulator tegangan adalah pensuplai daya untuk operasional arduino dan rangkaian umpan balik digunakan untuk mendeteksi tegangan luaran. Rangkaian switching adalah Penguat H-bridge untuk mengubah sinyal SPWM dari arduino menjadi sinyal daya ac-SPWM untuk diumpankan ke transformator untuk manikkan tegangan menjadi 220V ac.



Gambar 1. Blok diagram rencana penelitian

2.1. Perencanaan Port Arduino

Untuk mengubah daya dc menjadi ac dibutuhkan sebuah rangkaian switching dalam konfigurasi H-Bridge. Dan untuk mengendalikan *H-bridge* tersebut itu dibutuhkan 4 buah sinyal driver masing-masing diberi nama 1HO, 1LO untuk frekuensi dasar 50 Hz dan 2HO, 2LO untuk SPWM pada frekuensi tinggi. Pada arduino uno 6 buah pin yang mendukung luaran berbentuk PWM (*Pulsa Width Modulation*). Enam port output ini dalam keadaan default mempunyai frekuensi PWM sebesar 500 Hz untuk pin no. 3, 9, 10, 11 dan 1000 Hz untuk pin no. 5, 6. Karena hanya dibutuhkan 4 pin saja maka digunakan pin no 10 dan 11 untuk frekuensi dasar dan pin no. 5, 6 untuk SPWM frekuensi tinggi, pemilihan pin ini didasarkan atas kedekatan lokasi masing-masing pin. Daftar penggunaan port arduino beserta fungsi terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penggunaan Port Arduino

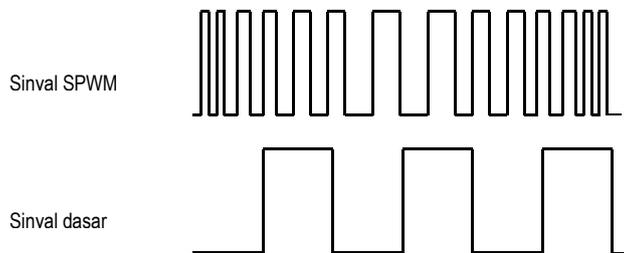
No.	Pin - Arduino	Fungsi	Keterangan
1	11	2HO	SPWM frekuensi tinggi
2	10	2LO	SPWM frekuensi tinggi
3	6	1HO	Frekuensi dasar 50 Hz
4	5	1LO	Frekuensi dasar 50 Hz

2.2. Penentuan Frekuensi SPWM

Frekuensi default sebesar 1000 Hz pada pin 5, 6 masih kurang tinggi untuk aplikasi switching inverter, sehingga perlu diubah ke batas yang lebih tinggi, yaitu dengan menggunakan perintah perubahan timer. Pin ini menggunakan “timer 0” untuk mengatur frekuensi dengan batas tertinggi sebesar 62500 Hz. Untuk aplikasi ini frekuensi tersebut terlalu tinggi maka dipakai frekuensi berikut yang lebih rendah yaitu sebesar 7812,5 Hz. Untuk itu digunakan perintah : $TCCR0B = TCCR0B \& B11111000 | 8$. Sedangkan untuk frekuensi dasar sebesar 50 Hz maka PWM default untuk port 10 dan 11 sebesar 500 Hz dianggap sudah cukup.

2.3. Desain Perangkat Lunak

Bentuk sinyal yang diharapkan adalah seperti terlihat pada Gambar 2. Pada sinyal SPWM nilai duty-cycle (lebar pulsa) tergantung pada posisi mana dia berada dan ini tergantung dari posisi sudut antara 0 – 180°, sedang pada sinyal dasar nilai duty cycle konstan sebesar 50% pada frekuensi yang bisa diatur antara 10Hz sampai dengan 50Hz.



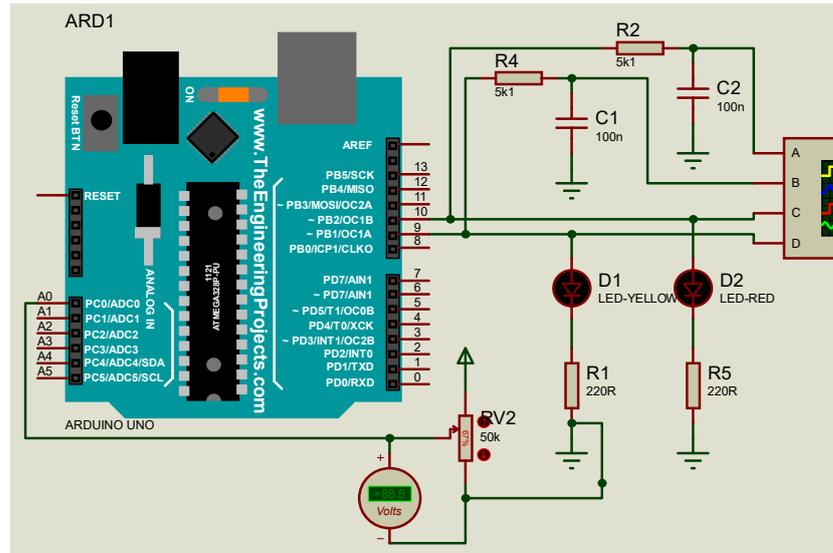
Gambar 2. Bentuk sinyal pada masing-masing pin arduino.

Untuk mengatur frekuensi hanya perlu mengubah frekuensi dasar saja, sedangkan bentuk sinyal SPWM adalah tetap. Frekuensi luaran merupakan fungsi dari delay, dimana delay merupakan waktu eksekusi PWM untuk sudut tertentu, dengan penambahan sudut dirancang sebesar 10 derajat, sehingga untuk setengah periode sinus (1800) akan ada 18.

2.4. Perencanaan delay variabel

Dari perencanaan frekuensi diatas sudah bisa didapatkan bahwa frekuensi SPWM yang dihasilkan bisa berubah mulai dari 10 Hz sampai dengan 50 Hz sebagai fungsi dari delay. Untuk langkah selanjutnya adalah merancang bagaimana delay bisa berubah sebagai fungsi respon dari parameter-masukan dari luar.

Untuk itu akan digunakan sinyal tegangan yang bisa diatur dari luar untuk mengubah nilai delay, dimana tegangan tersebut akan bernilai antara 0V sampai dengan 5V yang akan membangkitkan sinyal delay 100µS sampai 1200µS yang bersesuaian dengan frekuensi SPWM 49 Hz sampai dengan 10 Hz. Sinyal tegangan ini akan berasal dari pembagi tegangan yang akan diumpankan ke pin analog input pada arduino, dan dipilih pin A0. Pembagi tegangan ini akan menggunakan sebuah potensiometer 50kΩ dan rangkaiannya terlihat pada gambar 4.

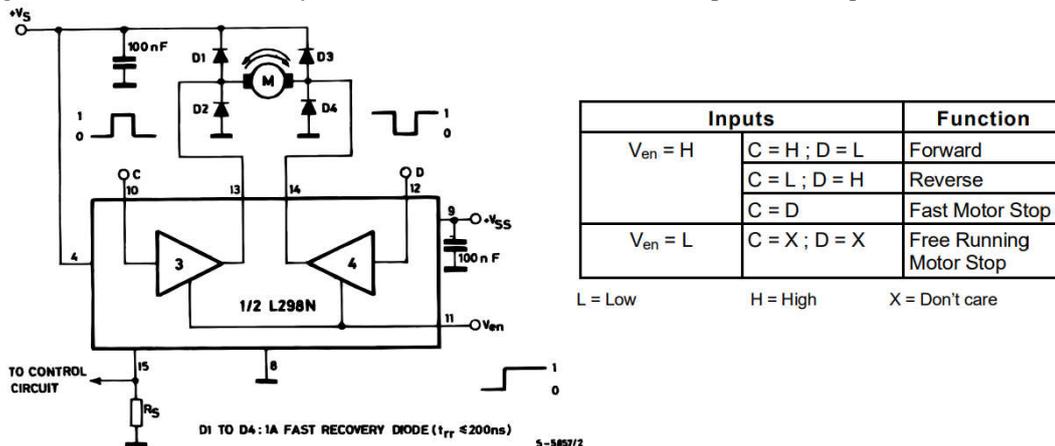


Gambar 4. Rangkaian pembagi tegangan sebagai pengatur frekuensi.

2.5. L298 sebagai driver SPWM inverter

Secara umum mayoritas inverter sinusoida menggunakan rangkaian jembatan penuh (H-bridge) sebagai penggerak akhir (final driver) untuk menghasilkan sinyal SPWM pada daya tinggi. Pada operasional H-bridge inverter, kedua lengan jembatan biasanya digunakan untuk bentuk dan frekuensi sinyal yang berbeda, satu sisi untuk sinyal dasar 50 Hz sedang sisi yang satu untuk sinyal SPWM pada frekuensi tinggi sampai sekitar 20 kHz. Sehingga sisi kanan dan kiri jembatan tidak bisa menggunakan sinyal yang saling komplemen, sehingga untuk inverter biasanya menggunakan 4-buah sinyal kontrol untuk mengemudikan (control) ke-empat transistor H-bridge.

Dipasaran banyak tersedia modul H-bridge, yang digunakan sebagai driver untuk mengendalikan motor dc, biasanya untuk menentukan arah putar CW atau CCW serta beberapa bisa untuk mengatur kecepatan putar motor dc, sehingga kontrol sinyal hanya ada dua saja, yaitu untuk lengan kanan dan lengan kiri jembatan. Sedangkan modul H-bridge yang menyediakan penuh kontrol untuk ke-4 transistornya belum tersedia. Untuk itu disini akan dicoba memgggunakan modul H-bridge yang tersedia dipasaran dengan dua kontrol bagi penggunaan inverter, salah satunya adalah modul motor driver L298 seperti terlihat pada Gambar 5.



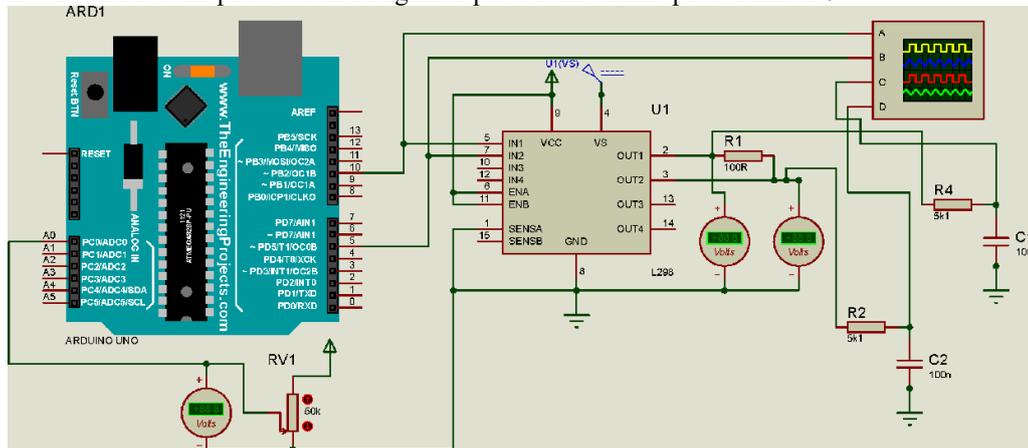
Gambar 5. L298 sebagai pengendali motor dc.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk kebutuhan inverter, bentuk daya yang mengalir ke beban akan berbentuk sinyal SPWM dengan frekuensi sekitar 7,8 kHz. Sehingga permasalahan yang timbul adalah bagaimana agar daya yang sampai ke beban berbentuk pulsa dengan frekuensi tinggi. Berdasarkan lembar data dari IC L298 keluaran ST Microelectronics, komponen ini mempunyai frekuensi komutasi f_c (Vi) sebesar 25 kHz pada arus beban $I_L = 2A$, sehingga dianggap mampu untuk menangani perubahan luaran pada frekuensi 7812 Hz.

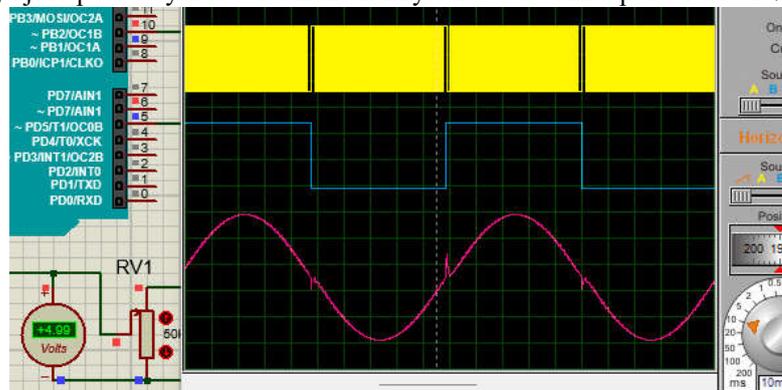
Untuk itu dicoba alternatif metoda untuk mendapatkan daya berbentuk gelombang pulsa ke beban. Ada dua metoda yang mungkin bisa digunakan, yang pertama adalah dengan mengatur mati-hidup sistem, yaitu dengan cara memberikan pulsa kontrol SPWM pada input “Enable” dan sinyal frekuensi dasar pad pin C dan pin-D secara komplen. Dari hasil penelitian dan percobaan ternyata cara ini tidak berhasil dan gagal untuk mendapatkan output SPWM.

Cara yang kedua adalah memberikan pulsa kontrol pada pin-input C dan D, dimana D diberi input pulsa dasar 50 Hz dan C diberi input SPWM. Sedangkan pin-Enable selalu aktif. Sehingga diharapkan terdapat sinyal SPWM bolak-balik pada beban. Rangkaian percobaan terlihat pada Gambar 6.

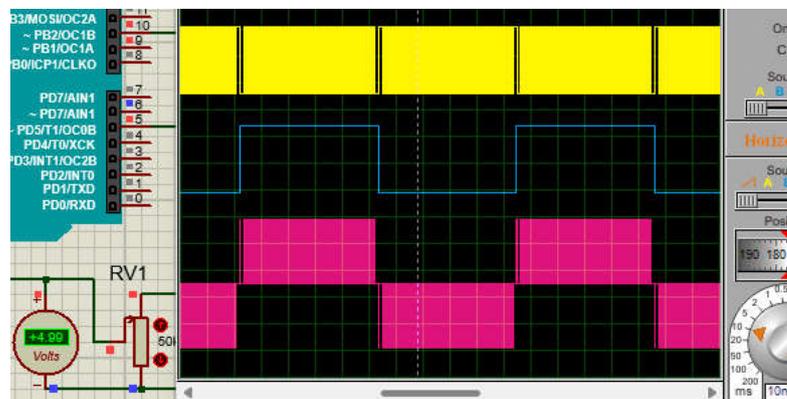


Gambar 6. Rangkaian simulasi percobaan driver L298

Hasil percobaan dengan tegangan input 12 Vdc terlihat pada Gambar 6, saat sinyal kontrol = 0V (frekuensi maksimum), maka didapatkan sinyal dasar dengan periode 16,8 ms yang ekivalen dengan frekuensi 59,52 Hz. dan pada tegangan kontrol = 4,99 V diperoleh frekuensi 9,7 Hz. Bentuk sinyal sinusoida yang dihasilkan juga cukup bagus kecuali pada saat perpindahan SPWM positif ke negatif terjadi spike (lonjakan) tegangan karena adanya jeda pada sinyal SPWM. Bentuk sinyal SPWM terlihat pada Gambar 7.

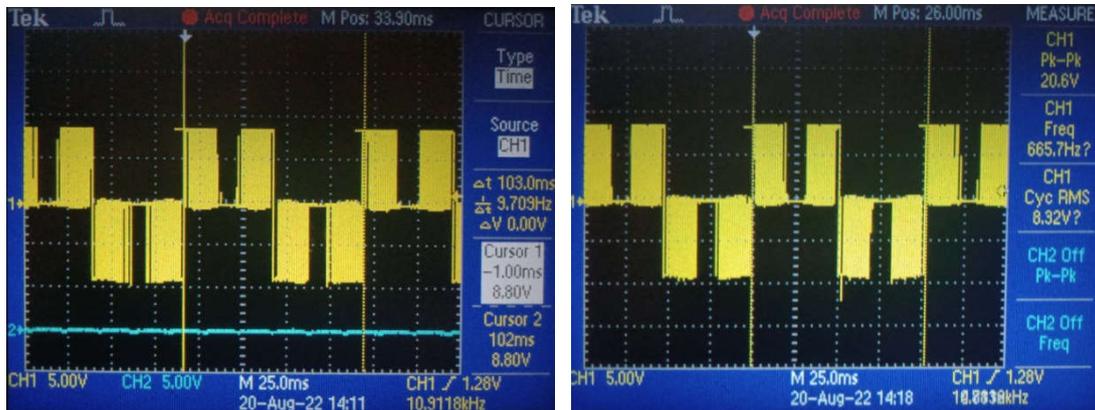


Gambar 7. Vout pada VR=5V, f= 9,7 Hz , Vsin= 25 Vpp, Vdasar= 5V, Vspwm in = 5V.

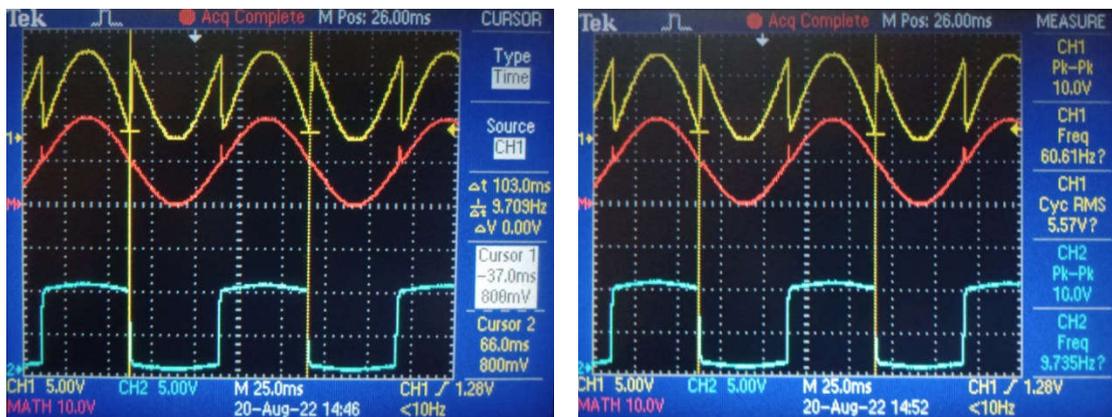


Gambar 8. Bentuk sinyal a) SPWM dari uP. b) Sinyal dasar. c) output SPWM 25 Vpp

Berikutnya program dan rangkaian tersebut direalisasikan pada komponen yang sesungguhnya, dengan catu pada L289 sebesar 10Vdc, maka hasilnya adalah seperti terlihat pada gambar 8 dengan frekuensi bisa diatur mulai dari 9,7 Hz sampai dengan 58,48 Hz dengan tegangan output sekitar 20 Vpp. Jika pada output SPWM diberi beban induktif / transformator/ simulasi $L = RC$, maka hasilnya seperti terlihat pada gambar 9.



Gambar 9. Output SPWM pada beban dengan $f=9,7$ Hz dan $V_{out} = 20,6$ Vpp



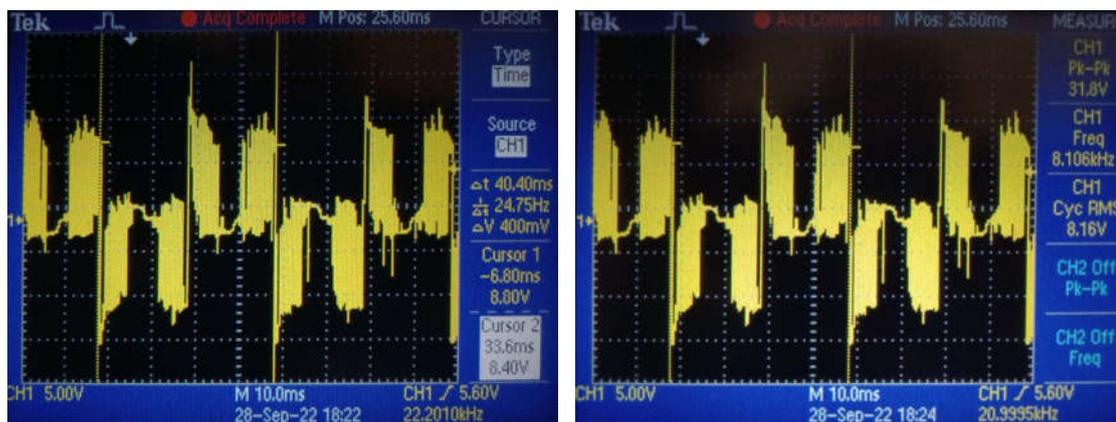
Gambar 10. Output Sinusoida pada beban RC dengan $f=9,7$ Hz dan $V_{out} = 20$ Vpp

Rangkaian percobaan terlihat pada Gambar 10. Kesimpulan dari percobaan tersebut rangkaian, program sudah berhasil untuk mendapatkan sinyal sinusoida dengan frekuensi yang bisa diatur antara 10 Hz sampai dengan 50 Hz.



Gambar 10. Rangkaian percobaan arduino dan L289.

Jika sinyal luaran dari driver L298 diumpankan pada transformator maka bentuk sinyal SPWM yang terjadi adalah seperti terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Bentuk output sinyal SPWM dari L-298.

4. KESIMPULAN

Alat ini terdiri dari mikroprosesor Arduino Uno sebagai pembangkit gelombang SPWM dengan frekuensi yang bisa diatur melalui potensiometer 50 k Ω , dan modul motor driver L298 sebagai pengganti H-bridge serta transformator penaik tegangan. Modul L298N menggunakan IC L298 Dual Full-Bridge Driver, yang biasanya digunakan untuk mengendalikan motor dc sehingga hanya mempunyai 2 buah input, dan untuk keperluan inverter maka hanya diperlukan 2 buah input, sedangkan kedua input yang lain adalah komplemen dari 2 input yang tersedia. Dan input komplemen sudah disediakan dalam IC L 298 menggunakan high-speed inverter. Gelombang dasar berbentuk gelombang persegi pada frekuensi 10 – 50Hz dengan siklus tugas (duty Cycle) 50%, Sedangkan gelombang SPWM bekerja pada frekuensi 31,3 kHz, dengan bentuk SPWM sinusoida pada sudut 0 – 180° dan berbentuk anti-sinusoida (komplemen-sinusoida) pada sudut 180° – 360°. Luaran sistem ini sudah mampu menghasilkan gelombang luaran sinusoida pada sebuah inverter pada frekuensi 9,7 Hz sampai 58,14 Hz dengan hasil baik sesuai dengan luaran modul EGS-002 sebagai bench-mark untuk penelitian ini.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Antonius Rajagukguk, Riski Kurniawan , 2021 ; “Design Inverter SPWM Tow Frequency Based Soil Moisture Sensor Using Arduino”, International Journal of Electrical, Energy and Power System Engineering (IJEPESE) e-ISSN: 2654-4644 Vol. 4, No. 2, pp. 163-168.
- [2] Laith A. Mohammed, Taha A. Husain, Ahmed M. T. Ibraheem , 2021 : “Implementation of SHE-PWM technique for single-phase inverter based on Arduino”, International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE) Vol. 11, No. 4, August 2021, pp. 2907~2915 ISSN: 2088-8708.
- [3] Talha Mujahid , Awais Tahir , Muhammad Awais , Ahsan Kamal and Umar Hayyat†, 2020 ; “Design and Implementation of Variable Frequency Drive by Using Scalar Control Technique”, International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET) , February 2020,
- [4] Emmanuel Agung Nugroho ; 2019 ; “Inverter Dengan Metode Kendali Variable Voltage Variable Frekuensi Sebagai Pengatur Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa”, Elektra, Vol.4, No.2, Juli 2019, Hal. 7 – 19 ISSN: 2503-0221.
- [5] Emmanuel Agung Nugroho, 2018 :” Implementasi Sistem Kendali Variable Speed Drive Pada Inverter 3 Fasa Menggunakan Mikrokontrol At89s52”, Jurnal SIMETRIS, Vol. 9 No. 1 April 2018 ISSN: 2252-4983.
- [6] Moch. Kusuma Wardana , Irham Fadlika , Ahmad Fahmi , 2018 : “Rancang bangun inverter satu fasa SPWM dengan output tegangan dan frekuensi variable”, TEKNO Vol. 28 Issue 1, p1-16 | Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Indonesia | Maret 2018 , <http://journal2.um.ac.id/index.php/tekno> | ISSN 1693-8739.
- [7] Brahmi, A., Abounada, A., Massaq, Z. and El Amrani, A. : ”Control Circuit based Microcontroller Implementing a New Sinusoidal Pulse with Modulation Technique for Solar Inverter”, Proceedings of the 1st International Conference of Computer Science and Renewable Energies (ICCSRE 2018), pages 271-276 ISBN: 978-989-758-431-2
- [8] Si Jie SHANGGUAN , 2018 :” Single-Phase Sine Wave Frequency Inverter Power Supply”, First International Conference on Advanced Algorithms and Control Engineering IOP Publishing IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1087 (2018) 042004.

-
- [9] Muhammad 1 , Refdinal Nazir 2; 2016 : ”Perancangan Dan Pembuatan Rangkaian Pengge Rak Spwm Tiga Fasa Menggunakan Mikrokontroler At89c51”, Jurnal Ecotipe, Volume 3, Nomor 1, April 2016 ISSN 2355-5068 ;
- [10] Ahmad Antares Adam1, 2015 : ”Rangkaian Inverter Satu Fasa Berdasarkan Perubahan Frekuensi Untuk Pengendalian Kecepatan Motor Kapasitor”, Gravitasi Vol. 14 No.1 (Januari-Juni 2015) ISSN: 1412-2375
- [11] Muhammad Habib Al Khairi, 2022 : “Tutorial Lengkap Menggunakan Driver L298N dengan Arduino” , Updated: Agustus 2, 2022 , [https:// www. mahirelektro.com/ 2020/02/ tutorial-menggunakan-driver-motor-l298n-pada-Arduino.html](https://www.mahirelektro.com/2020/02/tutorial-menggunakan-driver-motor-l298n-pada-Arduino.html).
- [12] ST Microelectronics, 2000 : “L298 Dual Full-Bridge Driver” – Data Sheet and Aplication Note, STMicroelectronics – Italy.
- [13] Hari Santoso, 2016 : “Panduan Praktis Arduino untuk Pemula”, www.elangsakti.com, Juni 2016.
- [14] Mohammad Luqman, Herwandi, Dony Radianto: “Rancang Bangun Driver Invertger dengan Kendali EGS-002”, Jurnal ELTEK Vol.19 No.1, pp. 94-100, April 2021.
- [15] Mohammad Luqman, Achmad Komarudin, Sidik Nurcahyo : “Rancang Bangun Pembangkit Sinusoidal Pulse Width Modulation Berbasis Arduino”, Jurnal Eltek Vol. 20, No. 1, hal. 25~32, April 2022