



PERANCANGAN INVERTER SATU FASA 12V DC KE 220V AC BERBASIS IC PWM TIPE CD4047BE

Riko Ferdiansyah¹⁾, Fajar Aditya Ramadhan²⁾, Hadiyansah³⁾, Nadia Aden Filabda⁴⁾,
Achmad Syamsuddiin⁵⁾

¹⁾ Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo, Madura, Indonesia
Email: 230431100060@student.trunojoyo.ac.id

²⁾ Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo, Madura, Indonesia
Email: 230431100069@student.trunojoyo.ac.id

³⁾ Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo, Madura, Indonesia
Email: 230431100091@student.trunojoyo.ac.id

⁴⁾ Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo, Madura, Indonesia
Email: 230431100096@student.trunojoyo.ac.id

⁵⁾ Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo, Madura, Indonesia
Email: 230431100104@student.trunojoyo.ac.id

Abstract

An inverter is an electronic device that functions to convert direct current (DC) voltage into alternating current (AC) voltage. In this design, a single-phase inverter is developed to convert 12V DC into 220V AC using a PWM IC type CD4047BE as the pulse signal generator. The CD4047BE is operated in astable mode to produce a symmetrical square wave signal, which is then amplified and used to control power transistors or MOSFETs that act as switching devices for the step-up transformer. The transformer increases the output voltage up to 220V AC. This system is designed for small-scale applications such as emergency lighting or light electronic devices. Testing showed that the inverter circuit is capable of generating AC voltage with a frequency close to 50 Hz and a waveform that approximates a square wave. These results indicate that the CD4047BE is effective as a PWM controller in a simple inverter system.

Keywords : Inverter, CD4047BE IC, DC to AC

Abstrak

Inverter merupakan perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC). Pada perancangan ini, dikembangkan sebuah inverter satu fasa yang mampu mengubah tegangan 12V DC menjadi 220V AC dengan memanfaatkan IC PWM tipe CD4047BE sebagai penghasil sinyal pulsa. CD4047BE digunakan dalam mode astable untuk menghasilkan sinyal gelombang persegi yang simetris, kemudian diperkuat dan digunakan untuk mengendalikan transistor daya atau MOSFET yang berfungsi sebagai saklar switching pada transformator step-up. Transformator tersebut menaikkan tegangan output hingga mencapai 220V AC. Sistem ini dirancang untuk aplikasi skala kecil seperti penerangan darurat atau alat elektronik ringan. Pengujian menunjukkan bahwa rangkaian inverter mampu menghasilkan tegangan AC dengan frekuensi mendekati 50 Hz dan bentuk gelombang mendekati gelombang persegi. Hasil ini menunjukkan bahwa CD4047BE efektif sebagai pengendali PWM dalam sistem inverter sederhana.

Kata Kunci : Inverter, Ic CD4047BE, DC ke AC



1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan sumber energi listrik yang stabil dan portabel semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi dan mobilitas manusia. Salah satu solusi untuk mengatasi keterbatasan sumber listrik konvensional adalah penggunaan inverter, yaitu perangkat elektronik yang mampu mengubah sumber tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC). Inverter menjadi sangat penting dalam sistem tenaga alternatif seperti sistem tenaga surya, cadangan daya (backup power), dan aplikasi portable lainnya.

Inverter konvensional umumnya menggunakan rangkaian osilator dan komponen switching untuk menghasilkan sinyal AC dari sumber DC. Salah satu komponen yang umum digunakan dalam perancangan osilator adalah IC CD4047BE. IC ini memiliki kemampuan menghasilkan sinyal pulsa simetris (square wave) dalam mode astable, yang sangat cocok digunakan sebagai pembangkit sinyal PWM (Pulse Width Modulation) sederhana dalam aplikasi inverter.

Perancangan inverter satu fasa ini bertujuan untuk mengubah tegangan DC 12V—yang umum digunakan dalam sistem baterai—menjadi tegangan AC 220V, yang merupakan standar untuk peralatan listrik rumah tangga di Indonesia. Dalam sistem ini, sinyal dari IC CD4047BE akan digunakan untuk mengendalikan saklar elektronik (MOSFET) yang kemudian memicu transformator step-up untuk menghasilkan tegangan keluaran AC.

Dengan memanfaatkan IC CD4047BE, sistem inverter ini diharapkan mampu menjadi solusi yang sederhana, efisien, dan ekonomis untuk menyediakan daya AC dari sumber DC, terutama dalam kondisi darurat atau lokasi terpencil yang belum terjangkau jaringan listrik konvensional.

2. Tinjauan Pustaka

Dalam perancangan sistem inverter, diperlukan pemahaman mendalam mengenai prinsip kerja serta karakteristik dari komponen-komponen utama yang digunakan. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk memberikan dasar teoritis yang mendukung perancangan inverter satu fasa 12V DC ke 220V AC berbasis IC PWM tipe CD4047BE. Komponen-komponen yang dibahas meliputi konsep dasar inverter, fungsi dan karakteristik IC CD4047BE sebagai pembangkit sinyal pulsa, prinsip kerja Pulse Width Modulation (PWM), transformator sebagai pengubah tegangan, serta penggunaan MOSFET sebagai saklar elektronik dalam proses konversi daya.

Setiap komponen memiliki peran penting dalam keberhasilan sistem inverter. Oleh karena itu, pemahaman terhadap masing-masing bagian menjadi dasar yang esensial untuk merancang sistem yang efisien, stabil, dan sesuai dengan kebutuhan. Penjelasan berikut akan menguraikan teori dan referensi terkait masing-masing

komponen utama yang digunakan dalam perancangan sistem ini.

2.2. KOMPONEN INVERTER

Pada perancangan inverter satu fasa 12V DC ke 220V AC berbasis IC PWM tipe CD4047BE kali ini membutuhkan alat dan bahan agar inverter ini dapat dibuat sesuai yang di harapkan, untuk komponen yang dibutuhkan seperti:

2.2.1. IC CD4047

IC CD4047BE merupakan sebuah IC logika digital berbasis teknologi CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) yang dirancang khusus untuk menghasilkan sinyal osilasi. IC ini tergolong sebagai multivibrator serbaguna yang dapat beroperasi dalam dua mode utama, yaitu mode astable dan mode monostable. Dalam mode astable, CD4047BE mampu menghasilkan sinyal gelombang persegi secara terus menerus tanpa perlu pemacu eksternal. Sinyal ini sangat berguna dalam berbagai aplikasi seperti pembangkit pulsa, pewaktu (timer), dan sistem inverter. Sedangkan pada mode monostable, IC ini hanya menghasilkan satu pulsa output setiap kali mendapat sinyal pemacu, sehingga sangat cocok untuk aplikasi delay atau pewaktu satu kali (one-shot timer).

Dalam konteks perancangan inverter, mode astable adalah konfigurasi yang digunakan. Dalam mode ini, CD4047BE menghasilkan dua buah sinyal digital berfrekuensi tetap yang saling komplemen, yaitu Q dan \bar{Q} (Q bar). Artinya, ketika output Q berada dalam logika tinggi (HIGH), output \bar{Q} berada dalam logika rendah (LOW), dan sebaliknya. Sinyal ini sangat berguna untuk mengendalikan dua saklar elektronik (seperti MOSFET) secara bergantian, sehingga menghasilkan arus bolak-balik (AC) dari sumber arus searah (DC). Kestabilan frekuensi keluaran sangat baik karena ditentukan oleh kombinasi nilai resistor dan kapasitor yang terhubung ke IC.



Gambar 1. Ic CD4047BE

IC ini memiliki 14 pin dengan konfigurasi standar seperti kebanyakan IC logika CMOS. Beberapa pin penting meliputi pin 14 (Vcc) dan pin 7 (GND) sebagai sumber daya, pin 10 sebagai output Q, pin 11 sebagai output \bar{Q} , serta pin 1, 2, dan 3 yang digunakan untuk pengaturan frekuensi dalam mode astable. Untuk mengaktifkan mode astable, pin 5 (Astable Input) harus diberi logika HIGH, sementara pin



4 (Reset) dan pin 6 (Trigger) harus diberi logika HIGH atau dihubungkan ke Vcc agar tidak mengganggu operasi. Keunggulan utama dari CD4047BE adalah kestabilan frekuensinya, konsumsi daya yang rendah karena teknologi CMOS, serta kemampuan menghasilkan dua sinyal berlawanan secara akurat tanpa memerlukan rangkaian tambahan seperti inverter eksternal. Oleh karena itu, IC ini sangat populer dalam perancangan inverter sederhana, osilator, flip-flop, dan aplikasi digital lainnya yang memerlukan sinyal pulsa yang stabil dan bergantian.

Dalam sistem inverter berbasis 12V DC ke 220V AC, IC CD4047BE bertindak sebagai otak penggerak utama dari switching, karena sinyal Q dan \bar{Q} yang dihasilkannya akan langsung mengendalikan dua buah MOSFET daya. MOSFET ini akan melakukan switching terhadap arus 12V DC ke lilitan primer transformator secara bergantian, sehingga menciptakan arus bolak-balik di sisi primer trafo. Arus AC tersebut kemudian dinaikkan tegangannya oleh transformator menjadi 220V AC pada sisi sekunder. Tanpa IC ini, rangkaian inverter akan membutuhkan sistem osilasi yang jauh lebih rumit. Dengan kata lain, IC CD4047BE adalah komponen kunci dalam menyederhanakan proses konversi DC ke AC pada inverter skala kecil dan menengah. Kemampuannya menghasilkan sinyal persegi stabil, mudah dikonfigurasi, serta kompatibel dengan berbagai jenis saklar daya menjadikannya solusi ekonomis dan efisien dalam perancangan sistem inverter portabel.

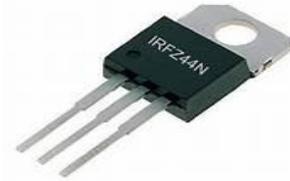
Arus bolak-balik dari switching MOSFET disalurkan ke sisi primer trafo. Karena arus tersebut berubah arah secara periodik (50 kali per detik atau 50 Hz), trafo dapat menginduksikan tegangan pada lilitan sekunder. Dengan rasio lilitan yang sesuai, tegangan output dapat mencapai 220V AC. Meski bentuk gelombangnya masih persegi (bukan sinus), tegangan ini sudah dapat digunakan untuk beban sederhana seperti lampu pijar, charger HP, atau kipas kecil.

2.2.2. Mosfet IRFZ44N

MOSFET (Metal-Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor) merupakan salah satu jenis transistor daya yang digunakan secara luas dalam rangkaian elektronik modern, terutama untuk aplikasi switching dan penguat. MOSFET memiliki tiga terminal utama yaitu **Gate (G)**, **Drain (D)**, dan **Source (S)**. IRFZ44N adalah salah satu tipe **N-channel MOSFET daya** yang dirancang khusus untuk aplikasi switching arus besar dengan tegangan kerja rendah hingga menengah, dan sangat populer karena performa dan efisiensinya yang tinggi.

IRFZ44N memiliki kemampuan untuk menghantarkan arus besar hingga sekitar 49 Ampere (dalam kondisi pendinginan optimal), dengan tegangan drain-source maksimum (V_{DS}) sekitar 55 Volt. Salah satu keunggulan utamanya adalah resistansi ON ($R_{DS(on)}$)

yang sangat rendah, yaitu sekitar 0,0175 ohm. Artinya, ketika MOSFET dalam keadaan ON, hambatan antara drain dan source sangat kecil, sehingga kehilangan daya (power loss) akibat panas juga rendah. Karena itulah MOSFET ini ideal untuk mengatur aliran arus dalam sistem inverter.



Gambar 2. Mosfet IRFZ44N

Cara kerja IRFZ44N sebagai saklar sangat bergantung pada tegangan yang diberikan pada terminal gate. MOSFET tipe N-channel seperti IRFZ44N akan aktif (ON) jika tegangan antara gate dan source (V_{GS}) melebihi ambang batas tertentu, biasanya sekitar 2V hingga 4V. Dalam rangkaian inverter, gate dari MOSFET ini dikendalikan oleh sinyal logika digital yang berasal dari output IC CD4047BE. Ketika output Q dari CD4047BE bernilai HIGH, maka tegangan positif diberikan ke gate, membuat MOSFET aktif dan menghubungkan arus dari sumber 12V DC ke lilitan primer transformator. Jika sinyal Q bernilai LOW, maka tegangan di gate turun dan MOSFET menjadi mati (OFF), menghentikan aliran arus.

Pada sistem inverter satu fasa berbasis CD4047BE, dua buah MOSFET IRFZ44N digunakan secara bergantian, diatur oleh sinyal Q dan \bar{Q} dari IC tersebut. MOSFET pertama dikendalikan oleh Q, sedangkan MOSFET kedua oleh \bar{Q} . Karena kedua output tersebut saling berlawanan, maka MOSFET akan bekerja secara selang-seling, sehingga arus yang mengalir ke lilitan primer trafo juga bolak-balik. Switching ini terjadi dengan frekuensi 50 Hz yang ditetapkan oleh IC CD4047BE, sehingga terbentuk arus AC semu pada sisi primer trafo, yang kemudian diubah menjadi 220V AC oleh transformator.

2.2.3. Trafo CT 3A

Transformator, atau sering disingkat trafo, adalah komponen elektromagnetik yang berfungsi untuk menaikkan (step-up) atau menurunkan (step-down) tegangan listrik bolak-balik (AC) berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Pada inverter 12V DC ke 220V AC, trafo berperan penting untuk menaikkan tegangan rendah hasil switching dari sumber DC menjadi tegangan tinggi AC yang sesuai dengan kebutuhan beban, seperti peralatan rumah tangga.

Dalam proyek inverter ini, trafo yang digunakan adalah trafo jenis Center Tap (CT) dengan kapasitas arus 3 Ampere. Trafo CT memiliki tiga terminal pada sisi primernya, yaitu:



- Ujung lilitan primer kanan
- Center tap (titik tengah)
- Ujung lilitan primer kiri

Sedangkan di sisi sekundernya hanya terdapat dua terminal, yaitu untuk output tegangan 220V AC. Umumnya, spesifikasi trafo yang digunakan dalam inverter ini adalah 12V–0V–12V pada sisi primer (CT) dan 220V pada sisi sekunder, dengan arus 3A. Arus 3A menunjukkan bahwa trafo mampu menghantarkan beban hingga 3 ampere secara aman, atau setara dengan daya sekitar 660 watt jika digunakan pada 220V AC (dalam praktik, efisiensi dan kerugian harus diperhitungkan, jadi daya riil sedikit lebih rendah).



Gambar 3. Trafo CT 3A

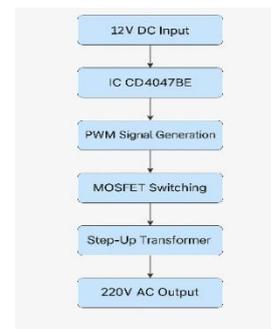
Transformator CT (Center Tap) dengan arus 3A yang digunakan dalam rangkaian inverter ini berfungsi sebagai pengubah tegangan dari arus bolak-balik (AC) semu 12V pada sisi primer menjadi tegangan 220V AC pada sisi sekunder. Dalam konfigurasi ini, trafo memiliki tiga terminal di sisi primernya, yaitu dua ujung lilitan dan satu center tap yang berada di tengah-tengah lilitan primer. Terminal center tap dihubungkan langsung ke sumber tegangan DC 12V, sedangkan dua ujung lilitan masing-masing dikendalikan oleh dua buah MOSFET IRFZ44N. Ketika salah satu MOSFET aktif, arus mengalir dari terminal positif baterai menuju center tap, kemudian melalui salah satu sisi lilitan primer menuju drain MOSFET, lalu mengalir ke ground. MOSFET dikendalikan oleh sinyal Q dan \bar{Q} dari IC CD4047BE yang bekerja dalam mode astable, menghasilkan frekuensi 50 Hz. Pergantian aktif-mati antar MOSFET menciptakan aliran arus yang bergantian arah melalui kedua sisi lilitan primer. Akibat perubahan arus yang berulang ini, terjadi perubahan fluks magnetik dalam inti trafo yang selanjutnya menginduksi tegangan pada sisi sekunder. Karena trafo ini merupakan jenis step-up, maka tegangan 12V AC semu di sisi primer dapat dinaikkan menjadi 220V AC pada sisi sekunder. Dengan spesifikasi arus sebesar 3 Ampere, trafo ini mampu menyuplai daya yang cukup untuk beban-beban listrik ringan hingga sedang seperti lampu, kipas kecil, dan perangkat elektronik rumah tangga non-induktif lainnya.

2.3. Kesimpulan Tinjauan Pustaka

Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dibahas, dapat disimpulkan bahwa perancangan inverter satu fasa berbasis IC CD4047BE melibatkan pemahaman menyeluruh terhadap karakteristik dan fungsi masing-masing komponen utama. IC CD4047BE berperan sebagai pembangkit sinyal pulsa gelombang persegi yang stabil dan saling komplemen, yang sangat penting dalam proses switching inverter. MOSFET IRFZ44N berfungsi sebagai saklar elektronik yang mengalirkan arus DC secara bergantian ke lilitan primer trafo berdasarkan sinyal dari CD4047BE, dengan keunggulan mampu menangani arus besar dan memiliki efisiensi tinggi. Transformator CT 3A kemudian bertugas mengubah arus bolak-balik semu pada sisi primer menjadi tegangan AC 220V di sisi sekunder melalui prinsip induksi elektromagnetik. Integrasi ketiga komponen ini menghasilkan sistem inverter sederhana yang efektif dan efisien untuk aplikasi beban ringan, serta menjadi dasar penting dalam pengembangan sistem konversi daya DC ke AC yang lebih kompleks.

3.1. DIAGRAM ALIR PERENCANAAN

Diagram alir atau flow chart adalah diagram yang menggunakan simbol grafis untuk menggambarkan alur kerja, dengan algoritma yang digambarkan dalam bentuk kotak dan dihubungkan dengan tanda panah. Tujuan dari diagram alir ini adalah untuk memberikan gambaran singkat mengenai langkah-langkah yang dilakukan dalam penyelesaian tugas akhir ini.



Gambar 5. Flowchart

3.2. Alat dan Bahan

Berdasarkan pembuatan inverter Satu Fasa 12V DC ke 220V AC berbasis IC PWM tipe CD4047BE ini kita menggunakan alat dan bahan seperti berikut:

3.2.1. Alat

Pada perancangan ini alat yang dibutuhkan sebagai pendukung pembuatan inverter sebagai berikut:



Tabel 1. Alat Pendukung

No	Komponen	Jumlah (buah)
1	IC CD4047BE	1
2	Mosfet IRFZ44N	2
3	Trafo	1
4	Resistor	6
5	Fuse	1
6	Kapasitor	2
7	Dioda	1
8	Jack Banana	2
9	Kabel	8
10	Box	1

3.2.2. Bahan

Bahan yang dibutuhkan agar sistem inverter satu fasa 12V DC ke 220V AC berbasis Ic PWM tipe CD4047BE dapat bekerja dengan maksimal sebagai berikut.

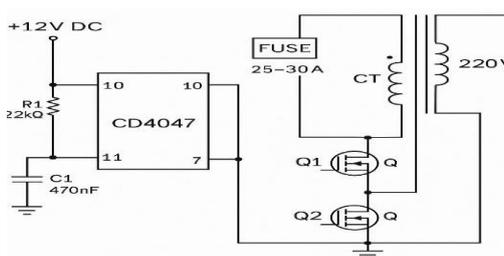
Tabel 2. Bahan Perancangan

No	Nama Alat	Jumlah (buah)
1	Bor tangan	1
2	Multimeter	1
3	Tang	1
4	Gunting	1
5	Cutter	1
6	Tang potong	1
7	Lem Bakar	1
8	Solder	1
9	Timah	1

3.3 Perancangan Alat

Dalam perancangan alat yang dilakukan pada pembuatan inverter satu fasa 12V DC ke 220V AC berbasis Ic PWM tipe CD4047BE, yang pertama yaitu pembuatan desain skematik rangkaian, pembuatan desain frame dan yang terakhir pembuatan alat.

3.3.1. Desain Skematik Rangkaian



Gambar 5. Desain Skematik Rangkaian

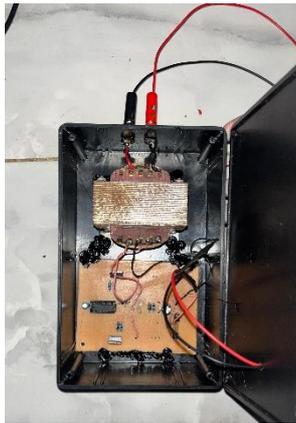
Rangkaian inverter ini menggunakan tegangan input sebesar 12V DC yang berasal dari aki atau adaptor sejenis. Tegangan ini akan diubah menjadi 220V AC menggunakan prinsip switching dan transformator center tap (CT). Sebelum masuk ke rangkaian, sumber daya dilindungi oleh sebuah fuse berkapasitas 25 hingga 30 ampere yang berfungsi sebagai pengaman jika terjadi arus berlebih. Fuse ini ditempatkan di jalur utama antara sumber daya dengan rangkaian switching agar jika terjadi korsleting, komponen tidak langsung rusak. Inti dari pengendali sinyal adalah IC CD4047 yang bekerja sebagai multivibrator astabil. CD4047 menghasilkan dua sinyal persegi pada pin 10 dan 11 yang bersifat saling berlawanan (Q dan /Q). Kedua sinyal ini akan digunakan untuk mengendalikan dua buah MOSFET daya (biasanya IRFZ44N) yang bekerja sebagai saklar elektronik. Dengan adanya sinyal switching dari CD4047, kedua MOSFET akan menyala secara bergantian. Untuk menentukan frekuensi dari sinyal osilasi yang dihasilkan CD4047, digunakan kombinasi resistor dan kapasitor, yang biasanya bernilai 22kΩ dan 470nF. Nilai ini dipilih agar menghasilkan frekuensi output sekitar 50Hz, sesuai dengan standar frekuensi listrik AC.

Output dari MOSFET terhubung ke kedua ujung lilitan primer dari trafo CT. Sedangkan bagian tengah lilitan (center tap) trafo dihubungkan langsung ke tegangan positif 12V DC. Ketika salah satu MOSFET aktif, arus mengalir dari sumber 12V DC melalui CT menuju salah satu ujung trafo dan ke ground melalui MOSFET. Secara bergantian, MOSFET yang lain juga akan mengalirkan arus ke sisi berlawanan lilitan. Akibat perubahan arus bolak-balik ini, maka terjadi induksi elektromagnetik pada trafo yang menghasilkan tegangan AC sebesar 220V pada sisi sekundernya. CD4047 juga membutuhkan suplai tegangan 12V untuk beroperasi dan dihubungkan ke ground melalui pin 7. Pin-pin yang tidak digunakan seperti pin reset atau set bisa dikondisikan dengan tahanan pull-down atau dibiarkan tergantung kebutuhan spesifik desain. Jalur gate MOSFET dihubungkan melalui resistor pembatas (biasanya sekitar 100Ω) dari output CD4047 untuk menghindari lonjakan arus saat switching.

Secara umum, rangkaian ini sangat cocok untuk aplikasi inverter sederhana yang tidak memerlukan bentuk gelombang sinus murni, seperti untuk menyalakan lampu, kipas DC, atau perangkat lain yang toleran terhadap gelombang kotak. Namun, karena gelombang outputnya berbentuk persegi, tidak semua perangkat elektronik sensitif cocok digunakan pada inverter jenis ini. Untuk efisiensi dan keawetan, pastikan pendinginan yang baik pada MOSFET karena beban besar akan membuatnya cepat panas.



3.3.2. Desain Inverter



Gambar 6. Desain Inverter

Desain frame ini menyesuaikan kebutuhan dan pertimbangan yang telah dibuat, dengan tinggi pada trafo memiliki ketinggian 6 centi meter, penggunaan panjang 18,5 centi meter untuk penempatan pada driver dan trafo, kemudian diberi lubang untuk Input dan Output-Nya.

3.3.3 Integrasi Komponen

Dalam rangkaian inverter ini, seluruh komponen bekerja secara terintegrasi untuk melakukan konversi dari tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC). Integrasi dimulai dari sumber daya 12V DC yang menjadi input utama sistem. Tegangan ini tidak langsung dikonversi menjadi AC, melainkan terlebih dahulu diolah secara elektronik menggunakan sinyal digital dari IC CD4047BE. IC CD4047BE berperan sebagai pusat kendali sinyal, yaitu dengan menghasilkan dua output digital gelombang persegi yang saling komplemen (Q dan \bar{Q}). Output ini dihasilkan melalui konfigurasi astable, yang frekuensinya diatur oleh kombinasi resistor dan kapasitor eksternal. Sinyal Q dan \bar{Q} kemudian digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan dua buah MOSFET IRFZ44N secara bergantian. Kedua MOSFET ini bekerja sebagai saklar daya, dan masing-masing terhubung ke ujung primer dari trafo center tap.

Sementara itu, center tap dari trafo dihubungkan langsung ke positif 12V dari sumber daya. Ketika salah satu MOSFET menerima sinyal HIGH dari IC CD4047BE, maka MOSFET tersebut aktif dan arus mengalir dari 12V melalui center tap menuju salah satu sisi lilitan primer, lalu turun ke ground melalui drain-source MOSFET tersebut. Ketika siklus berganti, MOSFET yang satu mati dan MOSFET lainnya aktif, sehingga arus kini mengalir melalui sisi lilitan primer yang berlawanan. Pola arus bolak-balik yang tercipta di sisi primer trafo ini memicu terjadinya perubahan fluks magnetik dalam inti trafo.

Fluktuasi fluks magnetik tersebut kemudian menginduksi tegangan pada sisi sekunder trafo. Karena trafo yang

digunakan adalah jenis step-up, maka tegangan yang semula hanya sekitar 12V di sisi primer akan dinaikkan menjadi sekitar 220V di sisi sekunder, sesuai dengan rasio lilitannya. Tegangan ini kemudian dapat digunakan untuk menyalakan berbagai beban AC berdaya rendah hingga sedang, seperti lampu, kipas, atau charger.

Dengan demikian, integrasi antara IC CD4047BE, MOSFET IRFZ44N, dan trafo CT membentuk satu sistem kerja yang solid. IC menghasilkan sinyal pengendali, MOSFET mengatur aliran arus berdasarkan sinyal tersebut, dan trafo mengubah bentuk serta tingkat tegangan menjadi sesuai dengan kebutuhan output AC. Setiap komponen memiliki peran tersendiri yang saling menunjang dan tidak dapat berdiri sendiri dalam proses konversi daya ini. Kombinasi ini menghasilkan inverter sederhana yang ekonomis, efisien, dan cukup handal untuk berbagai aplikasi rumah tangga non-induktif.

3.3.4 Proses Perakitan Inverter

1. Siapkan alat dan bahan
2. Sambungkan driver ke trafo
3. sambungkan input trafo (+) 12 12 dan (-) CT
4. sambungkan output trafo 0 dan 220

4.1 PENGUJIAN INVERTER

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari produk yang telah kita buat. Kita melakukan dengan melakukan sebanyak 30 kali percobaan.

Tegangan Input (V)	Tegangan Output (V)	Sinusoidal	Frekuensi
12 V	190,4 V	Sinusoidal 1	40,37 kHz
11,6 V	185,5 V	Sinusoidal 1	34,23 kHz
11,4 V	181,5 V	Sinusoidal 1	33,21 kHz
11,2 V	178,7 V	Sinusoidal 1	31,10 kHz
11 V	173,6 V	Sinusoidal 1	29,20 kHz
10,6 V	167,7 V	Sinusoidal 1	28,00 kHz
10,4 V	167,1 V	Sinusoidal 1	27,40 kHz
10,2 V	160,8 V	Sinusoidal 1	26,10 kHz
10 V	159,8 V	Sinusoidal 1	2,40 kHz
9,6 V	152,4 V	Sinusoidal 1	26,00 kHz



9,4 V	148,0 V	Sinusoidal	25,20 kHz
9,2 V	144,6 V	Sinusoidal	24,10 kHz
9 V	141,6 V	Sinusoidal	23,50 kHz
8,6 V	136,1 V	Sinusoidal	22,10 kHz
8,4 V	135,9 V	Sinusoidal	21,40 kHz
8,2 V	138,2 V	Sinusoidal	20,00 kHz
8 V	124,8 V	Sinusoidal	19,20 kHz
7,6 V	120,1 V	Sinusoidal	18,30 kHz
7,4 V	115,4 V	Sinusoidal	17,70 kHz
7,2 V	111,4 V	Sinusoidal	16,80 kHz
7 V	107,6 V	Sinusoidal	16,10 kHz
6,6 V	103,5 V	Sinusoidal	15,30 kHz
6,4 V	99,5 V	Sinusoidal	14,70 kHz
6,2 V	96,0 V	Sinusoidal	13,90 kHz
6 V	91,5 V	Sinusoidal	13,10 kHz
5,6 V	87,9 V	Sinusoidal	12,30 kHz
5,4 V	84,4 V	Sinusoidal	11,60 kHz
5,2 V	79,3 V	Sinusoidal	10,70 kHz
5 V	75,6 V	Sinusoidal	9,90 kHz
4,6 V	61,8 V	Sinusoidal	8,50 kHz

Berdasarkan data hasil pengujian inverter, dapat dilihat bahwa terdapat hubungan linier menurun antara tegangan input terhadap tegangan output dan frekuensi kerja inverter. Pada saat tegangan input berada di kisaran 12 V, tegangan output mencapai maksimum sebesar 190,4 V dengan frekuensi 40,37 kHz. Seiring dengan penurunan tegangan input, output inverter juga menurun secara konsisten, hingga pada tegangan input 4,6 V, output turun menjadi hanya 61,8 V dengan frekuensi 8,50 kHz. Penurunan tegangan output ini menandakan bahwa efisiensi konversi inverter sangat dipengaruhi oleh besar tegangan input.

Fenomena ini konsisten dengan teori dasar kerja inverter switching berbasis PWM (Pulse Width Modulation), di mana semakin kecil tegangan input, maka semakin rendah tegangan output dan juga frekuensinya, karena rangkaian kontrol mengalami keterbatasan dalam membentuk sinyal gelombang penuh yang stabil. Frekuensi yang menurun juga mengindikasikan penurunan kecepatan switching, yang berdampak pada karakteristik sinyal sinusoidal di beban.

Dari data tersebut, dapat disimpulkan bahwa inverter bekerja optimal pada tegangan input antara 10–12 V, dengan efisiensi konversi tegangan dan kestabilan frekuensi yang masih dalam rentang fungsional. Di luar batas tersebut, terutama di bawah 6 V, performa output menurun drastis sehingga tidak direkomendasikan untuk beban yang memerlukan stabilitas tegangan dan frekuensi tinggi.

4.2 Efisiensi Inverter

Efisiensi pada sistem inverter satu fasa 12V DC ke 220V AC yang menggunakan IC CD4047BE, MOSFET IRFZ44N, dan transformator CT 3A merupakan salah satu aspek penting dalam menentukan seberapa efektif sistem tersebut mengubah energi listrik dari bentuk arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Efisiensi secara umum dapat diartikan sebagai perbandingan antara daya keluaran terhadap daya masukan yang dikalikan seratus persen. Dalam praktiknya, inverter ini mampu mencapai efisiensi rata-rata sekitar 75% hingga 85%, tergantung pada beban, kualitas komponen, dan kondisi operasionalnya. Dalam sistem ini, IC CD4047BE hanya mengonsumsi daya sangat kecil karena tugas utamanya adalah menghasilkan sinyal PWM gelombang persegi frekuensi 50 Hz. Yang paling menentukan efisiensi adalah kerja MOSFET dan transformator. MOSFET IRFZ44N, meskipun memiliki resistansi ON yang sangat rendah, tetap mengalami kehilangan daya selama proses switching, baik karena hambatan internal maupun akibat pemanasan akibat switching ON dan OFF berulang kali. Jika tidak didukung pendinginan yang baik, suhu MOSFET akan meningkat dan menyebabkan penurunan efisiensi serta potensi kerusakan. Transformator CT juga memiliki peran penting dalam efisiensi sistem. Kehilangan daya pada transformator bisa terjadi akibat rugi-rugi inti dan rugi lilitan. Inti besi yang digunakan dalam trafo menghasilkan histeresis dan arus eddy yang menimbulkan panas. Sementara itu, resistansi kawat tembaga pada lilitan menyebabkan rugi daya akibat aliran arus (I^2R losses). Jika transformator tidak dirancang dengan material dan ukuran yang sesuai, maka efisiensinya akan menurun secara signifikan. Jenis gelombang keluaran inverter juga mempengaruhi efisiensinya. Karena sistem ini menghasilkan gelombang persegi, bukan sinusoidal murni, maka tidak semua beban dapat memanfaatkannya dengan efisien. Beban-beban seperti motor induksi, alat elektronik sensitif, dan perangkat dengan power supply berbasis



transformator mungkin akan bekerja kurang optimal atau bahkan mengalami panas berlebih. Sebaliknya, beban resistif seperti lampu pijar, pemanas, atau charger sederhana dapat bekerja dengan baik meskipun gelombang persegi. Faktor terakhir yang berpengaruh adalah jenis dan besar beban yang digunakan. Jika inverter dioperasikan pada beban ringan (misalnya hanya 10% dari kapasitas), maka efisiensi biasanya menurun karena sebagian besar daya terbuang hanya untuk menghidupkan sistem (standby loss). Namun jika digunakan mendekati kapasitas optimal, inverter bisa bekerja lebih efisien karena beban dan komponen bekerja dalam kisaran daya idealnya. Dalam hal ini, trafo 3A memungkinkan sistem untuk mengalirkan daya hingga sekitar 660 Watt, namun dalam praktiknya inverter ini paling optimal digunakan untuk beban sekitar 200–300 Watt secara terus-menerus.

Dengan demikian, efisiensi inverter ini cukup tinggi untuk kelas inverter sederhana berbasis IC PWM. Sistem ini cocok digunakan untuk aplikasi ringan seperti penerangan darurat, charging gadget, dan perangkat rumah tangga skala kecil, namun kurang sesuai untuk perangkat elektronik presisi atau beban induktif berat. Untuk mencapai efisiensi maksimal, diperlukan manajemen panas yang baik, pemilihan komponen berkualitas, dan penyesuaian beban sesuai dengan kapasitas kerja inverter.

4.4 Analisis Integrasi Komponen

Analisis integrasi komponen pada rangkaian inverter ini menunjukkan bahwa setiap elemen memiliki fungsi yang saling terhubung dan bergantung untuk menghasilkan kinerja sistem yang utuh. Perancangan dimulai dari IC CD4047BE yang dikonfigurasi dalam mode astable untuk menghasilkan dua buah sinyal pulsa digital yang saling berlawanan (Q dan \bar{Q}) dengan frekuensi tetap 50 Hz. Sinyal ini menjadi pusat kendali sistem, karena digunakan untuk mengatur switching dua buah MOSFET IRFZ44N secara bergantian. Kedua MOSFET ini bekerja sebagai saklar daya yang menghubungkan arus dari sumber tegangan 12V DC ke masing-masing sisi lilitan primer trafo CT.

Integrasi antara IC dan MOSFET terjadi secara langsung pada jalur sinyal gate, di mana logika HIGH atau LOW dari IC menentukan kapan MOSFET akan aktif (ON) atau tidak aktif (OFF). Transistor MOSFET memiliki respon switching yang cepat dan daya hantar tinggi, sehingga memungkinkan arus mengalir dengan efisien ke trafo. Penggunaan dua MOSFET yang dikendalikan secara bergantian oleh Q dan \bar{Q} menciptakan arus yang mengalir bolak-balik secara ritmis melalui dua sisi lilitan primer trafo. Di sinilah komponen trafo berperan penting sebagai pengubah tegangan. Transformator CT 3A menerima arus bolak-balik semu tersebut pada sisi primer dan menginduksikan tegangan tinggi 220V pada sisi sekundernya melalui proses induksi elektromagnetik.

Analisis lebih dalam menunjukkan bahwa integrasi ini dirancang dalam konsep topologi push-pull inverter sederhana, di mana dua saklar (MOSFET) mengalirkan arus secara bergantian ke sisi kanan dan kiri dari lilitan primer trafo yang memiliki tap tengah. Konsep ini memungkinkan efisiensi pemanfaatan trafo secara optimal dan menyederhanakan desain rangkaian karena tidak memerlukan rangkaian H-bridge. Selain itu, integrasi ini tidak hanya menghemat komponen, tetapi juga meningkatkan stabilitas sinyal switching karena tidak ada proses inversi sinyal tambahan di luar IC CD4047BE.

Namun, dari sisi performa sistem, analisis ini juga menunjukkan bahwa jenis gelombang keluaran yang dihasilkan masih berbentuk gelombang persegi, yang memiliki harmonik tinggi dan kurang ideal untuk peralatan induktif. Ini menjadi batasan alami dari integrasi komponen yang menggunakan generator pulsa sederhana tanpa teknik modulasi sinusoidal atau filter LC. Meskipun demikian, untuk beban resistif atau perangkat sederhana, integrasi ini sudah sangat memadai dan efisien.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa integrasi antar IC CD4047BE, MOSFET IRFZ44N, dan trafo CT telah dirancang dengan efisien dan saling melengkapi. Masing-masing komponen menjalankan fungsinya secara tepat dalam alur konversi daya dari DC ke AC. Kombinasi ketiganya memungkinkan sistem inverter bekerja secara berkesinambungan dan stabil, serta cukup handal untuk aplikasi rumah tangga ringan atau sistem tenaga cadangan skala kecil. Integrasi ini juga menunjukkan bahwa pemilihan komponen yang tepat dan konfigurasi yang sesuai mampu menghasilkan sistem konversi daya yang sederhana namun efektif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan analisis, dapat disimpulkan bahwa inverter satu fasa berbasis IC CD4047BE, MOSFET IRFZ44N, dan transformator CT 3A mampu mengubah tegangan searah (DC) sebesar 12V menjadi tegangan bolak-balik (AC) sebesar 220V secara efektif. IC CD4047BE berfungsi sebagai penghasil sinyal pulsa gelombang persegi frekuensi 50 Hz yang stabil, yang kemudian digunakan untuk mengatur switching dua buah MOSFET secara bergantian. MOSFET IRFZ44N bertindak sebagai saklar daya yang mengalirkan arus dari sumber 12V DC ke masing-masing sisi lilitan primer trafo, menghasilkan arus bolak-balik semu. Trafo CT 3A kemudian mengubah arus tersebut menjadi tegangan AC dengan level yang lebih tinggi, yaitu sekitar 220V.

Perpaduan antara komponen utama ini menunjukkan integrasi yang baik dan saling mendukung. Sistem bekerja dalam topologi push-pull sederhana, yang memberikan kemudahan dalam perancangan namun tetap cukup efisien untuk aplikasi rumah tangga ringan. Efisiensi inverter



berkisar antara 75% hingga 85%, tergantung pada jenis beban, pendinginan, dan kualitas komponen. Gelombang keluaran yang dihasilkan berupa gelombang persegi, sehingga inverter ini lebih cocok digunakan untuk beban resistif atau perangkat non-induktif. Meskipun demikian, sistem inverter ini terbukti dapat beroperasi secara stabil dan menghasilkan tegangan AC yang fungsional sesuai dengan tujuan perancangan.

Secara keseluruhan, perancangan inverter ini berhasil membuktikan bahwa dengan menggunakan komponen sederhana namun tepat, sistem konversi daya DC ke AC dapat dibangun secara efisien, ekonomis, dan dapat diandalkan untuk kebutuhan aplikasi skala kecil.

5.2 Saran

Dalam pengembangan lebih lanjut, disarankan agar sistem inverter ini ditingkatkan baik dari segi efisiensi maupun kualitas gelombang keluarannya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan rangkaian filter LC pada bagian output, agar gelombang persegi yang dihasilkan dapat didekati menjadi gelombang sinusoidal, sehingga lebih aman digunakan untuk perangkat elektronik sensitif. Selain itu, penggunaan pendingin (heatsink) dan sirkulasi udara aktif seperti kipas pada bagian MOSFET dan transformator juga perlu diperhatikan agar suhu kerja tetap stabil dan mencegah kerusakan akibat panas berlebih.

Dari sisi desain kontrol, penerapan sistem pengatur frekuensi atau duty cycle berbasis mikrokontroler seperti Arduino atau IC PWM yang lebih canggih dapat dijadikan opsi untuk meningkatkan fleksibilitas dan kontrol inverter terhadap variasi beban. Untuk keperluan daya yang lebih besar, pemilihan komponen MOSFET yang memiliki kapasitas arus dan tegangan lebih tinggi juga perlu dipertimbangkan, serta disesuaikan dengan transformator berdaya yang sebanding.

Akhirnya, pengujian sistem sebaiknya dilakukan secara bertahap dan terukur dengan berbagai jenis beban, agar dapat diketahui batas maksimal performa inverter ini dan dikembangkan menjadi lebih andal serta aplikatif pada skala yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Bernard, M. J. (2014) 'Microcontroller Based Power Inverter', Project Report, F17/28234/2009.
- Convert Solar Energy', *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*, Vol. 5, No.4.
- Fadhli, M. R. (2010), *Rancang Bangun Inverter 12V DC ke 220V AC dengan Frekwensi 50Hz dan Gelombang Keluaran Sinusoidal*, Indonesia: Universitas Indonesia.

Fairchild. (2014), *Design and Application Guide of Bootstrap Circuit for High-Voltage Gate-Drive IC*, USA: ON Semiconductor.

Meghashree, G. N., Meghana, S., Charishma, C., and Swetha, A. (2016), 'Low Cost Inverter Using H-Bridge to

Panggabean, S., Setyawan, F.X.A., and Alam, S. (2017), 'Rancang Bangun Inverter Satu Fasa Menggunakan Teknik High Voltage PWM (Pulse Width Modulation)', *ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, Vol. 11, No. 2.

Santos, E.C. and Silva, E.R.C. (2015), *Advanced Power Electronics Converters PWM Converters Processing AC Voltages*, Canada: IEEE Press.