

PERANCANGAN INVERTER 3 PHASA DENGAN METODE 3 HALF BRIDGE

Muhar Danus

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

e-mail : mds_danus@yahoo.com

ABSTRAK

Pentingnya proses konversi DC ke AC atau yang umumnya dikenal dengan inverter masih perlu dikembangkan, yang difokuskan pada pemanfaatan sumber energi listrik untuk industri dan rumah tangga yang dikendalikan oleh PLN. Rancangan inverter untuk mengubah 24 Volt DC menjadi 380/220 Volt AC 3 fasa dengan frekuensi 50 Hz dengan bentuk gelombang sinusoidal. Inverter 3 fasa menggunakan metode 3 *half bridge* dengan NE555 dan CD4017 yang merupakan rangkaian terintegrasi (IC) dan 1 rf 3205 MOSFET amplifier yang mampu menghasilkan sinyal yang hampir mendekati sinyal sinusoidal dengan frekuensi 50 Hz. Saat diuji pada saat memuat dan membongkar hasil respon dari IC NE555 dan IC CD4017 dan penguat pada MOSFET menunjukkan kondisi yang cukup baik sesuai dengan hasil yang diinginkan dan cocok dipergunakan pada skala tangga. Ketika diuji beberapa kali, tidak menyebabkan terjadinya panas atau kerusakan sehingga masing-masing IC termasuk NE555 dan CD4017 dan tidak terjadinya kesalahan pada penerapan 3 half bridge di MOSFET.

Kata kunci: 3 *Half Bridge*, inverter 3 fasa

I. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri cukup pesat di berbagai bidang, tentunya hal ini juga mampu membuat kehidupan manusia menjadi lebih mudah. Sejalan dengan kemajuan industri yang sangat pesat, maka kebutuhan akan listrik sebagai sumber energi dalam pelaksanaan industri juga semakin meningkat.

Perkembangan barang-barang elektronika dan beberapa perangkat pendukung mengalami perkembangan, dengan alat-alat elektronika yang semakin beragam. Salah satu sistem elektronika yang banyak dikenal adalah inverter yang berfungsi mengubah tegangan DC 12-24V menjadi tegangan 220/380 AC 50Hz. Inverter ini berfungsi sebagai cadangan listrik baik di kendaraan maupun dirumah, sebagai *emergency power* (Ashari, 2017) saat aliran listrik rumah padam. Inverter ini juga biasanya digunakan sebagai pengendali kecepatan motor di dunia industri. Selain itu, di masa mendatang inverter DC ke AC akan memegang peranan penting dalam mengubah energi DC dari sumber energi terbarukan sel surya menjadi energi listrik AC yang dapat dipergunakan sehari-hari.

Aplikasi inverter ini dapat digunakan pada perangkat rumah tangga, komputer, peralatan pertukangan, pompa air, kipas angin, sistem suplai energi pada rumah di daerah terpencil dan berbagai barang elektronik lainnya (Rifdian, 2017). Selain dari pada itu inverter ini dapat juga digunakan pada peralatan penunjang dalam industri (Ashari, 2017) seperti motor induksi 1 fasa dan motor induksi 3 fasa. Penelitian membahas perancangan inverter 3 fasa dengan menggunakan metode halfbridge, yang bekerja pada frekuensi 50 Hz untuk peralatan listrik rumah tangga.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Inverter 3 fasa

Inverter 3 fasa merupakan perangkat konversi energi dari sistem DC menjadi AC 3 fasa. Inverter 3 fasa pada umumnya memiliki kapasitas daya yang besar (Rifdian, 2017), bila dibanding sistem 1 fasa. Karena keterbatasan kapasitas arus pada saklar semikonduktor, membangun inverter 100 kVA 3 fasa akan lebih mudah dibandingkan dengan membangun inverter 100 kVA 1 fasa. Dalam dunia industri, inverter 3 fasa banyak digunakan sebagai pengendali motor induksi (Fitzgerald, 1984), *uninterruptible power supply* (UPS), pengatur faktor daya, dan filter harmonisasi (Rashid, 1993).

Inverter sebagai catu daya diharapkan membangkitkan tegangan yang selalu konstan dan frekuensi yang konstan pula. Untuk keperluan catu daya standar ataupun UPS, tegangan output yang diharapkan sinusoidal 50 Hz dengan nilai tegangan 220 V/380 V.

B. Sistem 3 fasa

Pembangkitan, transmisi dan pemakaian daya besar dari tenaga listrik bolak-balik hampir pasti melibatkan sejenis sistem atau rangkaian yang disebut sistem fasa banyak atau rangkaian fasa banyak. Dalam sistem demikian ini tiap sumber terdiri atas satu kelompok tegangan yang mempunyai ukuran besar dan sudut

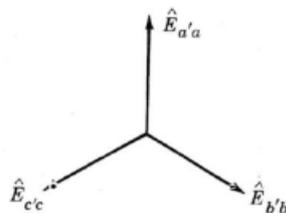
phasa yang berkaitan. Jadi sebuah sistem dengan n-fasa akan menggunakan sumber tagangan yang secara konvensional terdiri dari n-tegangan dengan magnitude yang sama dan berturut-turut berbeda phasa sebesar $360^\circ/n$ (Fitzgerald, 1984).

Sebuah sistem 3 phasa akan menggunakan sumber tegangan yang secara konvensional terdiri atas tiga buah tagangan dengan magnitude yang sama dan berbeda phasa sebesar 120° . Masing-masing tegangan dari sumber 3 phasa dapat dihubungkan dengan rangkaian berlainan, dengan demikian dapat dibentuk menjadi tiga buah sistem satu phasa yang terpisah. Selain itu, seperti akan diperhatikan pada bagian "a" Gambar , dapat dibuat hubungan listrik simetris antara ketiga tegangan dan rangkaian yang bersangkutan untuk membentuk sebuah sistem tiga phasa (Setiawan, 2016).

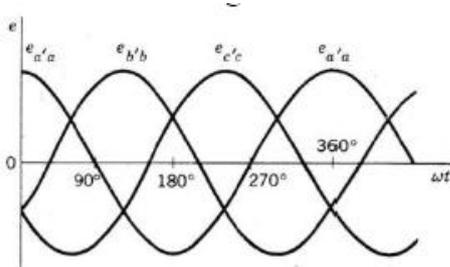
C. Pembangkitan tegangan tiga phasa

Sistem tiga phasa ada tiga buah gelombang sinusoidal dengan perbedaan sudut sebesar 120° listrik dalam waktu sebagai akibat dari perbedaan tersebut maka perbedaan antar phasa sebesar 120° dalam ruang. Diagram fasor yang bersangkutan terlihat pada Gambar 1. Umumnya tidak awal waktu sumbu patokan pada diagram pada Gambar 1 dan Gambar 2 terdapat dua kemungkinan penggunaan tegangan yang dibangkitkan secara demikian ini. Didalam sistem pembangkitan terdapat enam buah terminal diantaranya ialah $a, a', b, b', c,$ dan c' pada rangkaian dapat dihubungkan pada sistem tiga phasa yang berlainan, atau ketiga phasa terdiri dari rangkaian dapat saling dihubungkan dan dipergunakan untuk mencari catu daya 3 phasa.

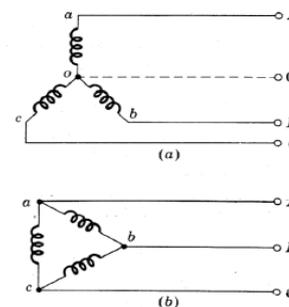
Ketiga phasa dari rangkaian dapat saling dihubungkan dalam dua cara yaitu hubungan Y dan Δ dapat dilihat dari Gambar 1 terminal a', b' dan c' dapat digabungkan membentuk netral 0, dengan menghasilkan suatu hubungan Y, atau terminal a dan b', b dan c', c dan a' dapat digabungkan sendiri-sendirinya, menghasilkan suatu hubungan Δ (Ashari, 2017).



Gambar 1. Diagram fasor tegangan yang dibangkitkan



Gambar 2. Gelombang tegangan 3 phasa



Gambar 3. Hubungan Y dan Δ

Ketiga tegangan phasa, Gambar 2 dan Gambar 3 besarnya sama dan berbeda phasa sebesar 120° listrik, yang merupakan karakteristik dari sistem 3 phasa setimbang. Selanjutnya, impedansi pada setiap phasa satu sama lain sama, sehingga arus phasa yang dihasilkan juga sama dan satu sama lain berbeda phasa sebesar 120° listrik. Daya untuk setiap phasa sama dan aliran daya reaktif juga sama pada masing-masing phasa [2].

Dalam teknik kelistrikan untuk mencari tegangan dan daya dalam jaringan listrik 3 phasa menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_{L-L} = V_{L-N} \times \sqrt{3} \tag{1}$$

Dengan,

- V_{L-L} = Tegangan antar phasa (Δ)
- V_{L-N} = Tegangan phasa ke netral (Y)

Daya Output masing-masing dapat dihitung menggunakan rumus,

$$P = V \times I \times \sqrt{3} \quad (2)$$

Dengan :

P = Daya (Watt)
V = Tegangan (Volt)
I = Arus (Ampere)

D. Baterai 12 Volt

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energi yang dapat dikonversi menjadi daya. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi.

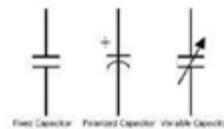
Reaksi elektrokimia reversibel pada baterai berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai (Rashid, 1993) yaitu, dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel. Baterai secara umum terdiri dari dua jenis yaitu, baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang hanya dapat dipergunakan sekali pemakaian saja dan tidak dapat diisi ulang. Hal ini terjadi karena reaksi kimia material aktifnya tidak dapat dikembalikan. Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang, karena material aktifnya didalam dapat diputar kembali. Kelebihan dari pada baterai sekunder adalah harganya lebih efisien untuk penggunaan jangka waktu yang panjang.

E. Kapasitor dan Resistor

Kapasitor adalah perangkat yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik. Sebagai akibatnya, kapasitor merupakan suatu tempat penampungan (reservoir) di mana muatan dapat disimpan dan kemudian diambil kembali. Aplikasi-aplikasinya yang umum meliputi kapasitor penampung dan kapasitor penghalus yang digunakan dalam catu daya (Rashid, 1993), pencampuran sinyal-sinyal ac di antara tahapan-tahapan (*stages*) amplifier, dan pemisah sinyal-sinyal dalam catu daya (dengan kata lain secara efektif mentanahkan catu daya untuk sinyal-sinyal ac).

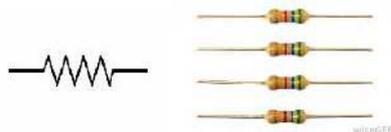


Gambar 4. Bentuk Kapasitor



Gambar 5. Simbol Kapasitor

Konsep resistansi sebagai sesuatu yang melawan arus. Bentuk-bentuk resistor konvensional mengikuti suatu "hukum garis lurus" (*straight line law*) ketika tegangan diplot terhadap arus dan ini memungkinkan kita untuk menggunakan resistor sebagai suatu sarana untuk mengkonversi arus menjadi jatuh tegangan, dan sebaliknya (perhatikan bahwa melipat-duakan arus yang diberikan akan menghasilkan tegangan jatuh sebesar dua kalinya, dan seterusnya). Karena itu, resistor merupakan sarana untuk mengontrol arus dan tegangan yang bekerja dalam rangkaian-rangkaian elektronik (Tolley, 2002).



Gambar 6. Symbol dan bentuk resistor

F. IC NE555 dan IC CD4017

IC NE 555 ini merupakan IC timer atau pewaktu dan salah satu chip rangkaian terintegrasi paling serbaguna, selain dari pada itu IC ini juga perpaduan antara analog dan digital (Tolley, 2002) (Rashid, 1993) tetapi juga pengaplikasian dari rangkaian ini tidak terbatas secara virtual di dalam dunia generasi pulsa digital. Perangkat ini adalah rangkaian timing presisi dengan produksi tingkat ambang dan pemICu terdiri dari dua proses.

Tingkat ambang dapat diubah dengan menggunakan kontrol-tegangan terminal. Saat input pemICu jatuh di bawah pemicu tingkat aplikasi, flip-flop diatur, dan hasilnya tinggi. Jika input pemICu berada di atas level trigger dan flip-flop di-reset, dan hasilnya menjadi rendah. Ketika outputnya rendah, jalur impedansi

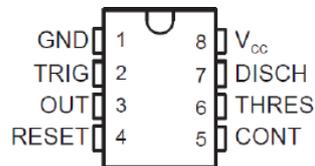
rendah disediakan antara debit (DISCH) dan ground. Sirkit output saat ini sampai 200 mA. Operasi ditentukan untuk persediaan 5 V sampai 15 V. Dengan suplai 5-V, output level kompatibel dengan input TTL. Fekkuensi output pada IC Ne555 dapat dihitung dengan persamaan :

$$F = 1/T \tag{3}$$

Dengan :

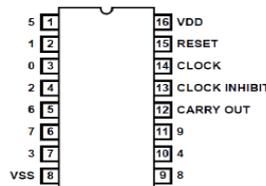
F = Frekuensi

T = Waktu



Gambar 7. Bentuk fisik IC Ne 555

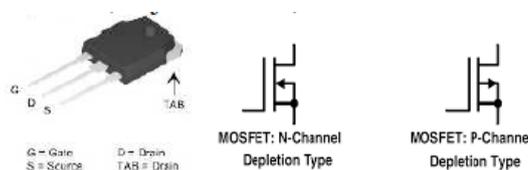
IC CD4017 memiliki 5-tahap penghitung Johnson memiliki 10 keluaran yang didekode, masing-masing. Masukan termasuk waktu, reset, dan waktu INHIBIT sinyal. Aksi pemicu Schmitt di rangkaian masukan waktu menyediakan pembentukan denyut yang memungkinkan input pulsa tak terbatas naik dan turun waktu. Counter ini maju satu hitungan pada sinyal clock positif transisi jika sinyal waktu INHIBIT rendah [4]



Gambar 8. Bentuk fisik IC CD4017

G. MOSFET

MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) adalah suatu transistor dari bahan semikonduktor (silikon) dengan tingkat konsentrasi ketidakmurnian tertentu. Tingkat dari ketidakmurnian ini akan menentukan jenis transistor tersebut, yaitu transistor MOSFET tipe-N (NMOS) dan transistor MOSFET tipe-P (PMOS). Bahan silikon digunakan sebagai landasan (substrat) dari penguras (drain), sumber (source), dan gerbang (gate). Selanjutnya transistor dibuat sedemikian rupa agar antara substrat dan gerbangnya dibatasi oleh oksida silikon yang sangat tipis. Oksida ini diendapkan di atas sisi kiri dari kanal, sehingga transistor MOSFET akan mempunyai kelebihan dibanding dengan transistor BJT (Bipolar Junction Transistor), yaitu menghasilkan disipasi daya yang rendah (Tolley, 2002).



Gambar 9. Bentuk fisik dan simbol MOSFET

H. Transformator

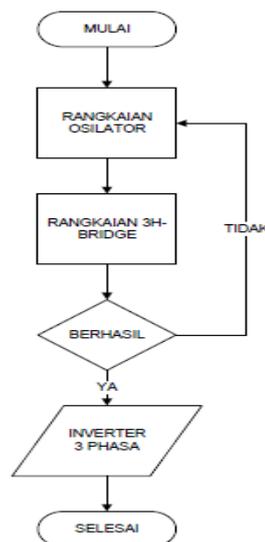
Tranformator adalah alat untuk menggabungkan daya atau sinyal AC dari satu rangkaian ke rangkaian lainnya. Tegangan dapat dinaikkan (*step-up*) dengan tegangan skunder lebih besar dari tegangan primer (Setiawan, 2016) atau diturunkan (*step-down*) tegangan sekunder lebih kecil dari primer karena tidak dimungkinkan adanya kenaikan tegangan tranformator adalah komponen pasif seperti halnya resistor, kapasitor dan induktor, kenaikan tegangan sekunder hanya dapat dicapai dengan akibat berkurangnya arus sekunder, demikian pula sebaliknya. Pada dasarnya, daya sekunder akan sedikit lebih kecil dari pada daya primer sebagai akibat adanya rugi-rugi(loses) di dalam transformator.

Sepesifikasi dari sebuah transformator umumnya mencakup rating tegangan dan arus prtimer dan sekunder, rating daya yang dibutuhkan yaitu daya maksimal, biasanya dinyatakan dalam Volt-ampere,VA yang

dapat terus-menerus diberikan oleh transformator pada kondisi-kondisi tertentu (Agus, Dedid, Agus, & Rusminto, 2013), kisaran frekuensi biasanya dinyatakan sebagai batas atas dan batas bawah dari frekuensi kerja, dan pengaturan dari transformator biasanya dinyatakan sebagai persentase dari beban penuh. Spesifikasi yang terakhir ini merupakan ukuran kemampuan transformator untuk mempertahankan tegangan output yang di-rating dalam kondisi berbeban (Ashari, 2017).

III. METODE PENELITIAN

Alur penelitian Perancangan Inverter 3 Fasa Dengan Metode 3 *half bridge* dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah dalam *flowchart* (Gambar 10) berikut ini :

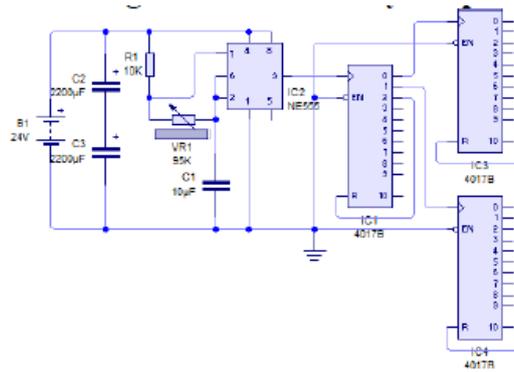


Gambar 10. *Flowchart* Penelitian

A. Rangkaian osilator sinyal 3 fasa

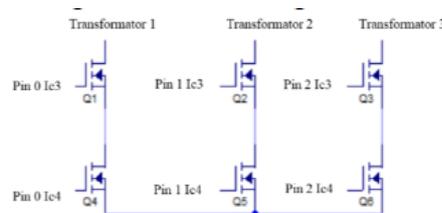
Prinsip kerja rangkaian sinyal ini diawali dari sumber tegangan 24 Vdc melalui kapasitor yang berfungsi sebagai penyimpan daya sementara, setelah itu masuk ke IC NE555 sebagai IC pembangkit sinyal kotak dengan jumlah getaran/frekuensi yang bias diatur sesuai kebutuhan (Tolley, 2002) sebagaimana di dalam rangkaian ini terdapat VR yang bisa diatur untuk mengendalikan sinyal output dari IC NE555 (pin 3). Output dari IC NE555 masuk ke pin input pada IC 4017 (IC1) dimana IC ini adalah IC flip-flop yang terdiri dari 10 pin output dan satu pin inputan, pada IC 4017 (IC1) penggunaan pin output hanyalah dua pin saja untuk sistem flip-flop menuju 2 IC 4017 (IC3 dan IC4) agar hanya dua pin yang berfungsi maka IC 4017 (IC1) di reset terdapat pada pin R ke output 3 (pin 2) jadi output hanya dua pin, kedua pin output (pin 0 dan pin 1) tersebut di hubungkan ke input IC 4017 (IC3 dan IC4).

IC 4017 (IC3 dan IC4) bekerja secara bergantian untuk menghasilkan sistem 3 fasa, apabila pin 0 IC1 On, pin 0 IC3 On, pin 1 IC1 On, pin 0 IC4 dan 0 IC 3 On, pin 0 IC1 On, pin 1 IC3 dan pin 0 IC4 On, pin 0 IC1 On, pin 1 IC3 dan pin 1 IC4 On, pin 1 IC1 On, pin 2 IC3 dan pin 1 IC4 On, pin 1 IC1 On, pin 2 IC3 dan pin 2 IC4 On, pin 0 IC1 On, pin 0 IC3 dan 2 IC4 On dan seterusnya.



Gambar 11. Rangkaian osilator 3 phasa

B. Rangkaian 3 Half Bridge

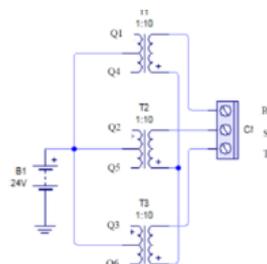


Gambar 12. Rangkaian 3 Half bridge

Dalam rangkaian ini terdapat ada 6 buah mosfet bekerja berdasarkan inputan dari IC 4017 (IC3 dan IC4) untuk On/Off sesuai keluaran dari kedua IC tersebut. 6 buah mosfet ini berfungsi sebagai pengat sinyal dari keluaran IC 4017, untuk pembakitan sinyal 3 phasa ke 6 buah mosfet ini akan bergantian, apabila Q1 On Q4 Off, Q2 On Q5 Off, Q3 On Q6 Off, Q4 On Q1 Off, Q5 On Q2 Off, Q6 On Q3 Off, selaian dari itu ada kondisi dimana Q1 dan Q6 On, Q4 dan Q3 Off, Q2 dan Q6, Q5 dan Q3 Off, Q2 dan Q4 On, Q1 dan Q5 Off, Q4 dan Q3 On, Q1 dan Q6 Off, Q3 dan Q5 On, Q2 dan Q6 Off, Q5 dan Q1 On, Q4 dan Q2 Off, kembali ke Q1 dan Q6 On, Q4 dan Q3 Off.

C. Tranformator 3 phasa

Tranformator 3 phasa ini bekerja berdasarkan perintah dari Mosfet sebagaimana diatas tadi sudah di jelaskan kondisi On dan Off pada mosfet begitupula pada kondisi ini Jika T1 dan T3 On maka T2 Off, T2 dan T3 On T1 Off , T1 dan T2 On T3 Off, kembali ke T1 dan T3 On T2 Off.



Gambar 13. Transformator 3 phasa

IV. HASIL PENELITIAN

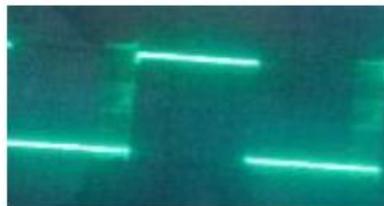
Hasil dan pembahasan pada tugas akhir ini ditekankan pada pengujian setiap komponen penyusun dari sebuah sistem yaitu inverter 3 fasa nantinya dari pengujian ini didapat hasil untuk dianalisa dari perancangan yang telah terealisasi. Pengujian meliputi :

- Keluaran sinyal rangkaian osilator
- Keluaran gelombang transformator 3 Ampere 3 buah yaitu R-S, R-T dan S-T.
- Keluaran tegangan dan arus dari R-S, R-T dan S-T tanpa dengan beban
- Tegangan dan arus pada inputan tanpa beban dan dengan beban

A. Keluaran sinyal rangkaian osilator

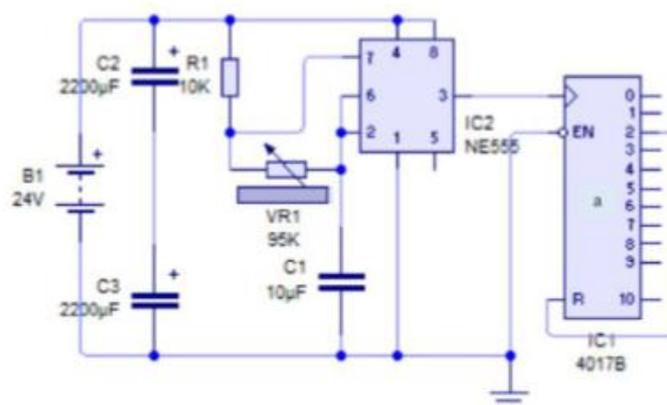
Rangkaian osilator ini ialah rangkaian pembangkitan sinyal gelombang sinusoidal dengan komponen pendukung seperti integrated circuit (IC) resistor dan kapasitor. Dalam rangkaian osilator (Gambar 11) komponen yang digunakan berupa: dua buah baterai 12 Volt, buah satu buah IC Ne555, tiga buah IC 4017, tiga buah kapasitor, satu buah resistor dan satu buah variabel resistor.

Pada rangkaian ini menggunakan resistor 10k yang di hubungkan pada pin 7 ke positif sumber berguna sebagai penghambat arus yang masuk pada pin 7 sesuai dengan spesifikasi kebutuhan arus pada pin 7, arus yang di butuhkan pada pin 7 ialah 0,001-0,010 sangat kecil maka saya menggunakan resistor 10k yang menghasilkan arus keluaran 0.002. Selanjutnya dari pin 7 di pasang variabel resistor yg di seri dengan pin 2 dan 6 serta kapasitor menuju ke negatif sumber, dalam halini saya menggunakan kapasitor 10 μ f dengan variabel resistor 100k untuk mengatur kecepatan gelombang dan lebar gelombang keluaran dari IC Ne555.



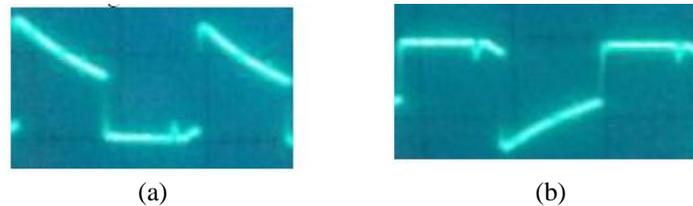
Gambar 14. Output Osilator

Fungsi kapasitor di sini ialah sebagai pengendali tegangan dari variabel resistor sebagaimana kapasitor sifatnya tegangan tertinggal terhadap arus. Dari hasil pengujian di monitor osiloskop pada Gambar 14 dengan kondisi time/div 0.2 ms, dan Volt/div 5 Volt, dapat dihitung frekuensi output pada IC Ne555, berdasarkan persamaan 1, dengan pengukuran dengan $T = 0.2 \text{ ms}$; $V = 5 \text{ Volt}$; $0.2 \text{ ms} = 0,0002 \text{ s}$; maka $F = 5 \text{ KHz}$.



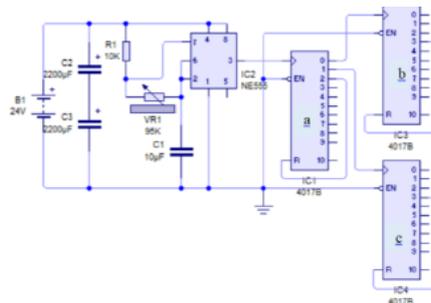
Gambar 15. Rangkaian IC 4017a dengan High dan Low

Setelah IC Ne 555 kita menuju ke IC 4017 a, dalam hal ini IC 4017 a di input gelombang kotak (Intercil, 1998) dari keluaran IC Ne555 yang masuk ke pin 14 pada IC 4017 a. dalam IC 4017 terdapat 10 pin output di mana pin-pin ini on secara bergantian IC 4017 bersifat flip-flop. Dari hasil pengukuran yang terlihat dari gambar diatas sinyal keluaran pada IC IC 4017 a mengalami perubahan dari inputan sinyal kotak IC Ne555 sinyal keluaran ini berbentuk segitiga yang berpasangan (high dan low) dalam kondisi ini ada kenaikan tegangan 2 Volt dari keluaran IC Ne555 yang hanya 5 Volt maka ada kenaikan pada sinyal keluaran IC 4017 a ini sehingga membentuk sebuah sinyal segitiga yang berpasangan.

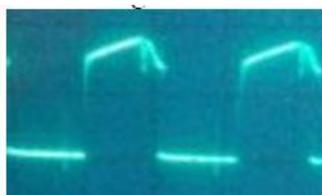


Gambar 16. Keluaran Sinyal High (a), Keluaran sinyal low (b)

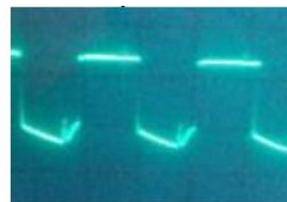
Data yang di dapat dalam pengukuran ialah time/div 0.5ms dan Volt/div 7 Volt, besarnya frekuensi berdasarkan persamaan 3, dengan $T = 0,5 \text{ ms}$; $V = 7 \text{ Volt}$; $0,5 \text{ ms} = 0,0005 \mu\text{s}$; maka $F = 10,000/5 \mu\text{s} = 2 \text{ KHz}$. Selanjutnya keluar dari IC 4017 c ini terdiri dari dua output yang berebentuk sinyal segitiga high dan low seperti pada gambar di atas masuk ke input pin IC 4017 b dan c. Kedua IC ini sama seperti IC a perinsip kerjanya hanya yang membedakan output dari IC 4017 b dan c menggunakan 3 pin lalu di reset kembali. IC 4017 b berfungsi sebagai pembangkit sinyal high yang di kontrol oleh IC 4017 A pin 3, sementara IC 4017 c berfungsi sebagai pembangkit sinyal low yang dikontrol dari oleh keluaran IC 4017 A pin 2. Berikut adalah gambar sinyal keluaran IC 4017 b dan c.



Gambar 17. Rangkaian IC 4017 b dan c



Gambar 18. Sinyal keluaran IC 4017 b



Gambar 19. Sinyal keluaran IC 4017 c

Dari hasil pengujian diatas terlihat perubahan sinyal keluaran dari IC 4017 a yang berbentuk segitiga berubah menjadi sinyal hampir mendekati sinus namun sinyal masi seperti sgitiga. Data yang didapat dari hasil pengukuran yaitu time/div $20 \mu\text{s}$ dan Volt/div 7 Volt, frekuensi keluaran dari sinyal ini dapat di hitung dengan persamaan 3, dengan $T = 20 \mu\text{s}$; $V = 7 \text{ Volt}$; $20 \mu\text{s} = 0.02 \text{ s}$; maka $F = 10/0.02 \text{ s} = 50 \text{ Hz}$.

B. Keluaran gelombang transformator 3 Ampere 3 buah yaitu R-S, R-T dan S-T.

Transformator yang dipakai pada tugas akhir ini memakai 3 buah transformator CT yang masing – masing mempunyai kapasitas 3 Ampere karena output yang akan dikeluarkan adalah 3 buah yaitu R, S dan T. Hasil pengujian di dapat hasil keluaran dari transformator seperti terlihat pada Gambar dibawah ini



Gambar 20. Keluaran Transformator

C. Keluaran tegangan dari R-S, R-T, S-T (fasa) tanpa beban dan dengan beban

Besarnya tegangan pada pengujian tanpa berbeban dalam jaringan listrik 3 fasa menggunakan rumus 1 (Tabel 1); untuk daya setiap fasa beban (Tabel2) adalah sebagai berikut :

Pengujian berbeban

Tabel.1 Pengujian tegangan keluaran dari inverter L-L dan L-N tanpa beban

Titik Pengujian	V_{L-L} (Volt)	V_{L-N} (Volt)
R - S	396	222,0
R - T	397	222,2
S-T	395	221.8

Pengujian berbeban

Tabel 2. Pengujian tegangan, arus keluaran dari inverter L-L dan L-N berbeban

Fasa	Beban 50 Watt			Beban 100 Watt			Beban 150 Watt		
	V_{L-L} (Volt)	V_{L-N} (Volt)	I_{OUT} (Ampere)	V_{L-L} (Volt)	V_{L-N} (Volt)	I_{OUT} (Ampere)	V (Volt)	I (Ampere)	Daya (Watt)
R - S	390	220	0,621	360	200	0,621	300	172	0.621
R - T	391	221	0,622	361	201	0,622	300	172	0.622
S - T	389	219	0,620	359	199	0.620	290	164,5	0.620

D. Tegangan, arus dan daya pada input tanpa beban dan berbeban

Besarnya tegangan dalam jaringan listrik 3 fasa menggunakan rumus 1 dan 2, pada pengujian berbeban dan tanpa beban sebagai berikut :

Tabel 3. Pengujian tegangan dan arus input inverter L-L tanpa beban

V_{L-L} Tanpa beban (Volt)	I_{L-L} Tanpa beban (Ampere)	Daya (Watt)
19,5	2,42	47,19
19,3	2,40	46,23
19,1	2,40	45,84

Tabel 4. Pengujian tegangan dan arus input inverter L-N tanpa beban

V_{L-N} Tanpa beban (Volt)	I_{L-N} Tanpa beban (Ampere)	Daya (Watt)
20,0	2,52	50,2
19,8	2,50	49,5
19,7	2,50	49,3

Tabel 5. Tegangan arus dan daya input L-L dan L-N inverter berbeban

Beban (Watt)	I (Ampere)	V (Volt)	Daya _{L-L} (Watt)	Daya _{L-N} (Watt)
--------------	------------	----------	----------------------------	----------------------------

50	3,12	18,5	57,72	66,15
100	3,50	17,3	60,55	65,08
150	4,40	16,1	70,84	73,35

E. Tegangan, arus dan daya pada output berbeban pada phasa

Daya Output masing-masing phasa dihitung dengan persamaan 2 dirangkum dalam tabel berikut,

Tabel 6. Tegangan, arus dan daya output inverter berbeban pada setiap phasa

Phasa	Beban 50 Watt			Beban 100 Watt			Beban 150 Watt		
	V (Volt)	I (Ampere)	Daya (Watt)	V (Volt)	I (Ampere)	Daya (Watt)	V (Volt)	I (Ampere)	Daya (Watt)
R - S	381,01	0,621	409,81	346,41	0,621	372,59	297,91	0,621	320,43
R - T	382,78	0,622	412,38	348,24	0,622	375,06	297,91	0,622	320,49
S - T	379,31	0,620	407,33	344,67	0,620	370,13	284,92	0,620	305,96

V. KESIMPULAN

Rangkaian inverter 3 phasa yang dirancang menggunakan metode 3 half bridge dengan pendukung *integrated circuit* (IC) Ne 555 dan CD 4017 serta penguat mosfet irf 3205, mampu membentuk sinyal keluran hampir mendekati sinyal sinusoidal dengan frekuensi 50 Hz. Pada saat pengujian dengan menggunakan beban motor induksi 1 phasa rangkaian inverter 3 phasa ini mampu bekerja dengan baik. Tegangan output tanpa beban dari inverter dengan hubungan Δ sebesar 381 Vac dan hubungan Y sebesar 222 Vac. Tegangan output dengan beban hubungan Δ 380 Vac dan hubungan Y 220 Vac. Rangkaian inverter ini juga mampu mengangkat beban 50 Watt sampai 150 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, C., Dedid, C., Agus, I., & Rusminto. (2013). *Rancang Bangun Inverter 3 Fasa untuk Pengatur Kecepatan Motor Induksi*. Suabaya: Poltek Elektronika PENS-ITS.
- Ashari, M. (2017). *Desain Konverter Elektronika Daya*. Bandung: Informatika.
- Fitzgerald, A. E. (1984). *Mesin-Mesin Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- Intercil. (1998). *Data set CD 4017 bms. -: -*.
- Rashid, M. (1993). *Power Electronic*. Jakarta: Erlangga.
- Rifdian. (2017). *Rancang Bangun Inverter Tiga Phasa Back to Back Converter Pada Sistem Konversi Energi Angin*. Penelitian, 38-46.
- Setiawan, A. E. (2016). *Rancang Bangun Inverter 3 Fasa Sebagai Pengendali*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan IV (pp. 17-24). Surabaya: INSTITUT TEKNOLOGI ADHI TAMA SURABAYA.
- Tolley. (2002). *Rangkaian Elektronika Prinsip dan Aplikasinya*. Jakarta: Erlangga.