

Analisa Perancangan Buck Converter Dengan Ground Terpisah (Iso-Buck) Menggunakan Matlab-Simulink Untuk Aplikasi Konverter Daya Multilevel

Anggun Anugrah
Institut Teknologi Padang, Padang
E-mail: anggunanugrah@itp.ac.id

ABSTRACT

Multilevel inverter is the best DC to AC power converter that was founded by experts in the field of power electronics, because it is able to provide AC voltage output with a very low Total Harmonic Distortion (THD), below 5%. However, this Multilevel Inverter is very difficult to find in the market today because there are no multilevel inverters that are able to work properly for large currents. A quite large pull current can cause voltage imbalances between inverter levels, thereby reducing inverter performance. This paper is presented as an effort to maintain multilevel inverter performance, by supporting the voltage at each regulated level so that the inverter is not affected when there is a large current pulling on the load. The technique used is to offer a Buck Converter Regulator with a separate ground (commonly known as Iso-Buck). The feasibility of this method is further analyzed using MATLAB-Simulink. The analysis shows that Iso-Buck work sufficiently and can regulate voltage well for large currents. So that it can be applied to a low-speed multi-phase permanent magnet generator energy converter.

Keywords: Multilevel inverter, buck converter, iso-buck, matlab, simulink

ABSTRAK

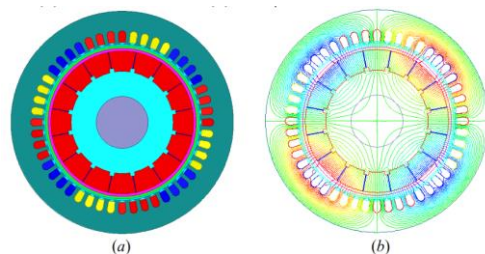
Multilevel inverter merupakan konverter daya DC ke AC terbaik yang berhasil ditemukan oleh para ahli di bidang elektronika daya, karena mampu memberikan keluaran tegangan AC dengan Total Harmonik Distorsi (THD) yang sangat rendah, dibawah 5%. Akan tetapi Multilevel Inverter ini hingga sekarang sangat sulit dijumpai di pasaran karena belum ada multilevel inverter yang sanggup bekerja dengan baik untuk tarikan arus yang besar. Tarikan arus yang cukup besar, dapat menyebabkan ketidakseimbangan tegangan antara level-level inverter, sehingga mengurangi performa inverter. Paper ini di sajikan sebagai salah satu usaha untuk menjaga performa multilevel inverter, dengan cara mendukung tegangan di setiap level teregulasi dengan baik sehingga inverter tidak terpengaruh ketika ada tarikan arus yang besar pada beban. Adapun teknik yang digunakan adalah menyediakan Regulator Buck Converter dengan ground yang terpisah (biasa dikenal dengan Iso-Buck). Kelayakan metode ini dianalisa lebih lanjut menggunakan Matlab-Simulink. Hasil analisa menunjukkan Iso-Buck dapat bekerja baik dan dapat meregulasi tegangan dengan baik untuk arus yang besar. Sehingga dapat diaplikasikan pada konverter energi generator permanen magnet multi fasa kecepatan rendah.

Kata Kunci: Multilevel inverter, buck converter, iso-buck, matlab, simulink

1. PENDAHULUAN

Generator permanen magnet multi fasa berkecepatan rendah adalah sebuah generator yang rotornya menggunakan magnet permanen (dengan jumlah kutub yang banyak) dan statornya mempunyai belitan multi fasa (bisa 3 fasa, 5 fasa atau bahkan lebih). Salah satu contohnya dapat dilihat pada gambar 1 sebelah ini [1]. Keunggulan dari generator tipe ini adalah dapat diaplikasikan untuk pembangkit listrik dengan turbin angin berkecepatan rendah, atau kincir air dengan aliran datar.

Untuk indonesia khususnya di daerah-daerah terisolir penggunaan generator tipe ini sangat membantu sekali. Hanya saja beban dari daerah ini menggunakan sistem satu fasa. Sehingga untuk mengoptimalkan hasil pembangkitan listrik dari generator multi fasa ini diperlukan sebuah



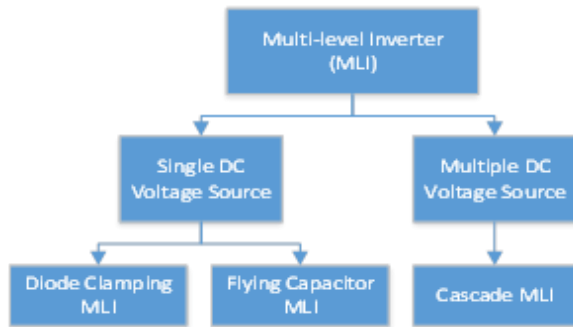
Gambar 1 Generator Permanen Magnet 12 Fasa dengan susunan magnet menurut Halbach. (a) Model geometri menggunakan elemen hingga 2D. (b) Distribusi garis-garis medan magnetik dalam keadaan tanpa beban.

konverter daya dari multi fasa ke satu fasa dengan tingkat THD yang sangat rendah [2], yang paling cocok dan sesuai adalah dengan menggunakan Multilevel Inverter (MI).

Penggunaan MI dapat menyeimbangkan penyerapan energi listrik dari setiap fasa pada generator multiphase, selain itu juga hasil keluaran dari MI memiliki THD yang sangat rendah bahkan bisa diperoleh gelombang keluaran berupa sinusoidal murni jika menggunakan level inverter yang cukup banyak.

2. MULTILEVEL INVERTER

Adapun multilevel inverter yang telah dikembangkan oleh para peneliti di seluruh dunia dapat diklasifikasikan dalam bentuk diagram blok [3] yang bisa dilihat pada gambar 2 berikut ini.



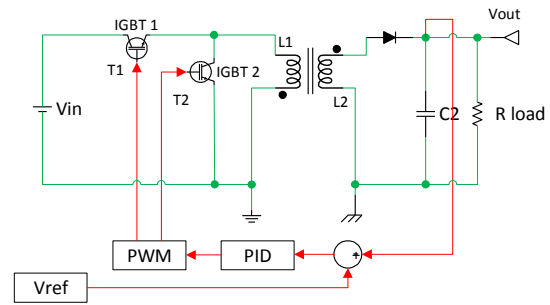
Gambar 2 Klasifikasi multilevel inverter

Multilevel inverter dengan topologi diode clamping flying capacitor maupun cascade mempunyai performa yang bagus dengan THD yang rendah untuk aplikasi-aplikasi dengan konsumsi arus yang kecil (dalam milli ampere). Akan tetapi jika diaplikasikan pada alat-alat yang mengkonsumsi arus yang besar, performa multilevel inverter tersebut akan turun dimana THD nya di atas 5%. Penurunan performa paling cepat terjadi untuk topologi diode clamping dan flying capacitor, ini disebabkan oleh penggunaan satu sumber dc. Untuk topologi cascade penurunan performa tergantung dari tegangan-tegangan dc di setiap levelnya, jika sumber tegangan di setiap level sudah tidak seimbang lagi maka performa MLI akan menjadi turun.

3. IMPLEMENTASI REGULATOR BUCK KONVERTER DENGAN GROUNDING TERPISAH (ISO-BUCK CONVERTER)

Salah satu cara untuk menjaga keseimbangan tegangan di setiap level dari MLI tersebut adalah dengan menyediakan regulator tegangan untuk setiap level yang mampu mendukung penyuplaian arus yang besar ke baban MLI. Untuk itu paper ini mengusulkan penggunaan regulator konverter buck yang terisolasi (iso-buck) pada setiap level dari MLI. Adapun bentuk rangkaian iso-buck yang dimaksud seperti ditunjukkan oleh gambar 3.

Pada dasarnya rangkaian tersebut merupakan sebuah buck konverter yang diaktifkan dengan sinyal



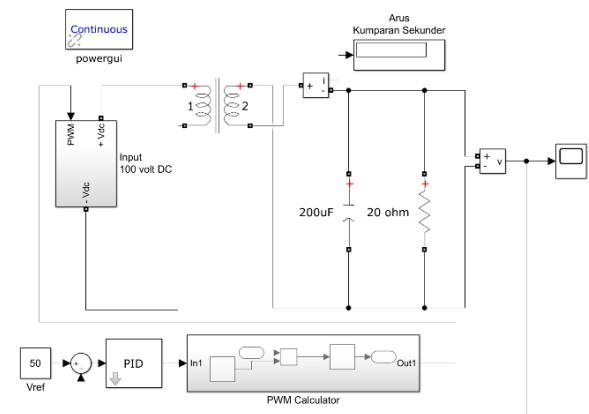
Gambar 3 Rangkaian Buck Converter Terisolasi (Iso-Buck Converter)

terurut dengan rapi (sinkron) untuk mendrive sebuah transformator yang terpisah primer dan sekundernya, bukan sebuah induktor pada rangkaian buck konverter pada umumnya [4 – 5].

Ketika T1 di ‘ON’ kan dan T2 di ‘OFF’ kan, tegangan yang melintas di kumparan primer adalah tegangan V_{in} . Sedangkan tegangan yang melintas di kumparan sekunder adalah positif, sehingga energi dapat ditransferkan melalui titik output.

Akan tetapi jika terjadi hal kebalikannya saat T1 ‘OFF’ dan T2 di ‘ON’ kan, kumparan primer terhubung singkat dengan ground sehingga tegangan di sisi primer sama dengan nol. Sedangkan tegangan disisi sekunder tidak terjadi perubahan polaritasnya karena di tahan oleh dioda zener SD

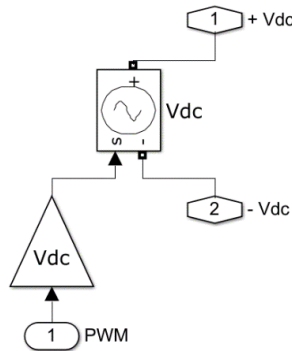
4. PEMODELAN ISOLATED BUCK CONVERTER DENGAN MATLAB-SIMULINK



Gambar 4 Pemodelan Iso-Buck Converter dalam Matlab-Simulink

4.1 Blok Tegangan Input Konverter

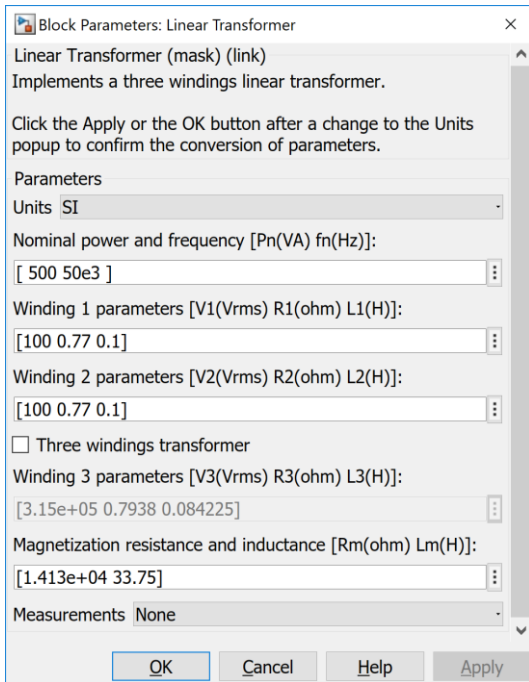
Bagian blok ini merupakan tegangan sumber arus searah bagi Iso-Buck Converter. Blok ini di susun sedemikian rupa sehingga dapat memberikan tegangan sesuai dengan yang direncanakan pada gambar rangkaian pada kumparan primer seperti gambar 3, rangkaian buck converter terisolasi. Adapun isi dari blok tersebut adalah seperti gambar 5 di bawah.



Gambar 5 Isi dari bagian blok sumber tegangan input DC

4.2 Blok Transformer

Bagian blok ini merupakan transformer dengan perbandingan 1:1 untuk mentransfer energi dari sisi primer ke sisi sekunder. Adapun setingan untuk transformer ditunjukkan gambar 6 berikut:



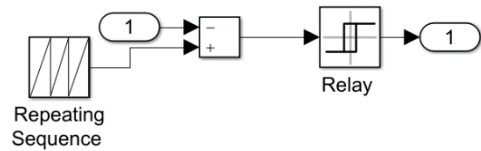
Gambar 6 Setingan transformer Iso-Buck Converter

4.3 Blok Vref

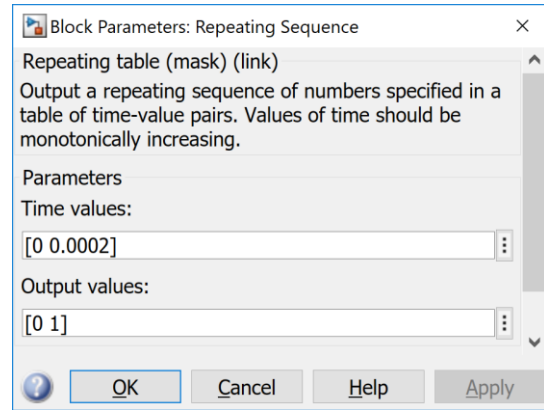
Bagian blok ini merupakan pengontrol atau penyeting nilai tegangan keluaran dari Iso-Buck Converter. Untuk Simulasi ini keluaran dari Iso-Buck Converter di kontrol pada tegangan 50 volt.

4.4 Blok PWM Calculator

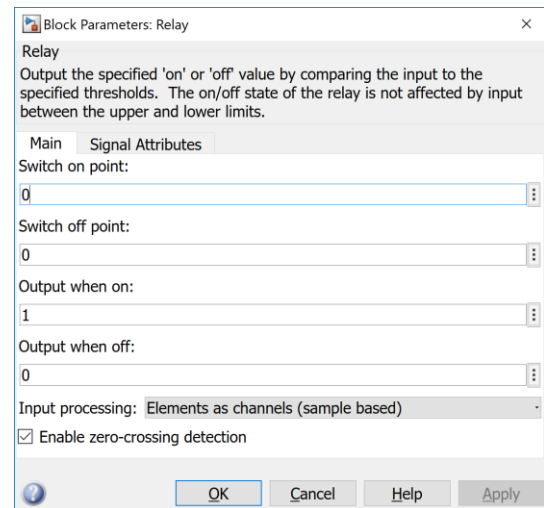
Bagian blok ini berfungsi untuk menghitung kemudian membangkitkan gelombang PWM untuk menswitching sumber tegangan DC yang akan di teruskan ke kumparan primer iso-buck konverter. Lebih lengkapnya, blok PWM kalkulator dan nilai setingan untuk blok Repeating Sequencenya ditunjukkan pada gambar 7 dan 8 berikut.



Gambar 7 Isi dari bagian blok PWM Calculator



Gambar 8 Setingan blok repeating sequence

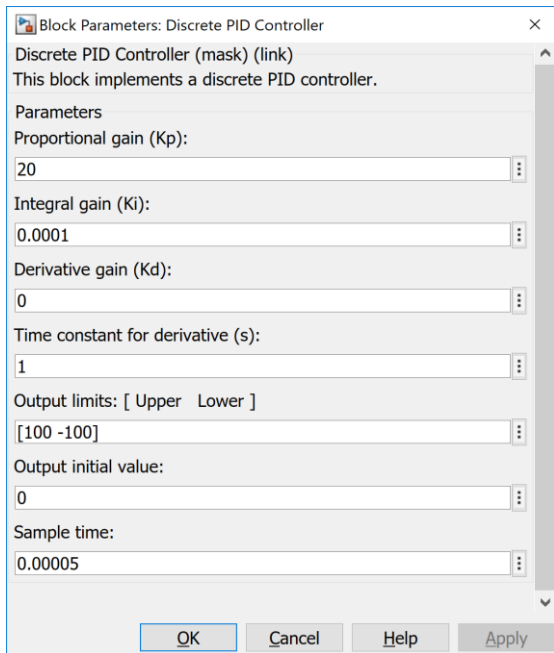


Gambar 9 Seting parameter untuk blok Relay di dalam blok PWM kalkulator

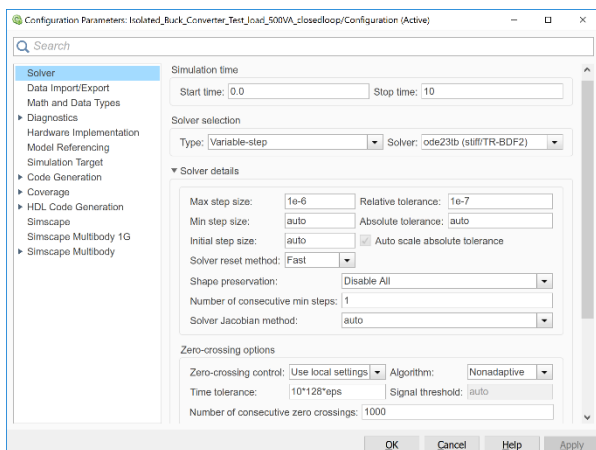
Nilai 0.0002 pada time value merupakan perioda dari switching frekuensi untuk mendrive sumber tegangan DC ke kumparan primer. Setingan di blok relay di setingannya tampak pada gambar 9 di atas.

4.5 Blok PID

Blok PID ini berfungsi untuk menentukan nilai *duty cycle* yang akan dihasilkan oleh PWM kalkulator ini nantinya. Nilai-nilai parameter untuk P, I dan D dapat diinputkan secara manual atau menggunakan tool yang disediakan oleh matlab. Setingan PID yang digunakan dalam simulasi ini, dapat dilihat pada gambar 10. Adapun konfigurasi parameter untuk solusi penyelesaian simulasi ini dijelaskan pada gambar 11.



Gambar 10 Setingan PID



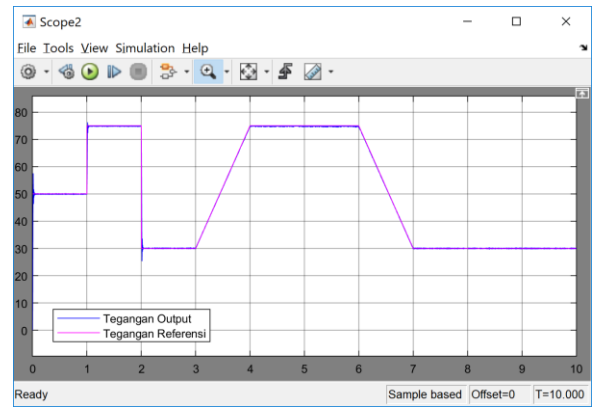
Gambar 11 Konfigurasi Parameter Simulink

Jadi agar simulasi ini dapat bekerja dengan baik, tipe solver selection yang dipilih Variable-Step dan solversnya yang dipilih adalah ode23tb(stiff/TR-BDF2). Dengan relative tolerance = 1e-7 dan maximum step size = 1e-6.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

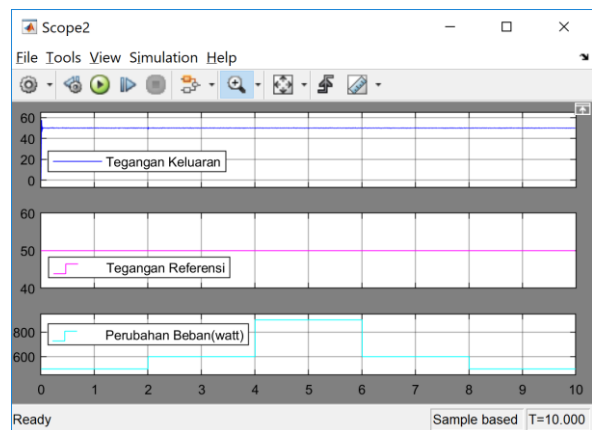
Berikut adalah gambar hasil simulasi Isolated Buck Converter dengan memvariasikan setingan tegangan referensi untuk mengatur keluaran tegangannya akan tetapi kondisi beban dari konverter tetap konstan di 500 watt.

Dari gambar 12, dapat dilihat, bahwa keluaran tegangan dapat mengikuti referensi tegangan yang diberikan kepadanya dengan sangat baik dan tepat. Pada saat t = 0 detik, tegangan di keluaran konverter dengan cepat merespon menjadi 50 V juga dan terdapat ripel tegangan (*spike*) yang sangat jelas dalam selang



Gambar 12 Perbandingan antara tegangan referensi bagi Iso-Buck Converter dengan tegangan keluarannya dengan beban konstan.

waktu yang cukup singkat tersebut. Terdapat spike tegangan ketika terjadi perubahan tegangan yang tiba-tiba, baik itu ketika menaikkan atau menurunkan tegangan, seperti yang dapat di lihat saat-saat lainnya t = 1 detik dan t = 2 detik Akan tetapi, spike tegangan dapat teredam dengan baik ketika perubahan tegangan referensi untuk mengatur keluaran tegangan konverter dilakukan dengan perlahan, baik saat menaikkan dari t = 3 detik ke t = 4 detik, atau menurunkan tegangan referensinya dari t = 5 detik ke t = 6 detik.



Gambar 13 Perbandingan antara tegangan referensi Iso-Buck Converter dengan tegang keluarannya ketika terjadi perubahan konsumsi daya pada beban.

Gambar 13 Merupakan simulasi selanjutnya untuk pengujian model rangkaian Isobuck converter dengan cara mensting tegangan keluaran konverter pada tegangan konstan 50 volt, akan tetapi konsumsi daya pada beban di variasikan dengan cara menaikkan atau menurunkannya. Dari gambar tersebut, dapat di lihat bahwa tegangan konverter di set pada nilai yang konstan 50 volt. Dengan memvariasikan beban 500 watt dari t = 0 detik kemudian naik jadi 600 watt saat t = 2 detik, kemudian di naikan lagi hingga 900 watt saat t = 4

detik hingga kemudian diturunkan lagi seperti semula secara bertahap saat $t = 6$ detik dan $t = 8$ detik. Dapat dilihat bahwa konverter tersebut mampu meregulasi tegangan keluarannya dengan baik dan tepat.

6. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa Iso-Buck Konverter ini dapat bekerja dengan baik, dimana output tegangannya berhasil diregulasi dan tidak terpengaruh dengan perubahan beban. Hal ini sangat mendukung sekali jika alat ini kemudian di aplikasikan sebagai regulator tegangan untuk setiap level pada konverter daya multiple voltage source atau yang biasa kita kenal dengan Cascade Multilevel Inverter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan banyak terimakasih atas bantuan dari semua pihak yang telah banyak membantu sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik. Penelitian ini di biyai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat dibawah Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pembangunan, Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi. Sesuai dengan Kontrak Penelitian Nomor: 309/27.010.5/PN/II/2018

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K Wei, et. al (2014). Research on AC output characteristic of a multiphase permanent magnet generator with rectified load. 2014 IEEE Conference and Expo Transportation Electrification Asia-Pacific (ITEC Asia-Pacific), Beijing, China, IEEE.
- [2] Putra, A. M. N., & Zoni, M. (2018). Desain Kendali Pada D-STATCOM Menggunakan Sistem Kendali Hybrid. *Jurnal Momentum*, 20(2), 65-69.
- [3] Sontakke, M. (2018). Analysis & Comparison Multilevel Inverter Topologies. *Journal of Electrical and Power System Engineering. Journal of Electrical and Power System Engineering* 4(3): 13-25.
- [4] Rossetti, R. (2017) Iso-Buck Converter Enables Smaller, More Efficient Isolated Power Supplies Design Solutions - Power 3.
- [5] Ismail, F., Warmi, Y., & Putra, A. M. N. (2018). Perbaikan Performa DC-Link Inverter Satu Fasa Menggunakan Interleaved dc-dc Boost Converter pada Aplikasi Photovoltaics. *Jurnal Teknik Elektro-ITP*, 7(1), 74-78.