

Perbaikan Faktor Daya Pada Motor *Brushless* DC Menggunakan *Buck Boost* Konverter Berbasis PID

¹Yunus Junior Paays, ²Iradiratu Diah P.K, ³Belly Yan Dewantara

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah Surabaya

E-Mail: ¹jrpaays48@gmail.com, ²iradiratu@hangtuah.ac.id, ³Bellyyandewantara@yahoo.com

Abstrak— Motor *Brushless* DC merupakan jenis motor yang sangat sering digunakan pada masa ini, keandalan motor ini sangat terpercaya sehingga penggunaannya pun sangat banyak. Penggunaan motor BLDC konvensional memerlukan beberapa komponen sebagai kontrolnya yaitu *transformator*, *rectifier* dan *inverter*. Penggunaan komponen *inverter* disini diperlukan karena motor BLDC sendiri memerlukan gelombang persegi untuk bekerja, namun *inverter* menyebabkan tingginya nilai distorsi harmonik yang menyebabkan juga turunya faktor daya pada motor BLDC, hal ini dikarenakan *switching* dari inverter itu sendiri, di sisi lain perlu kita bahwa motor BLDC merupakan beban non-liner. Dalam penelitian ini akan digunakan suatu konverter untuk memperbaiki faktor daya serta mengatur naik turunnya tegangan, konverter itu tidak lain adalah *buck boost* konverter. Konverter ini bertugas sebagai penstabil tegangan dan menyaring *ripple* arus dan tegangan sehingga dihasilkan faktor daya yang sesuai standart PLN yaitu 0,8. Nantinya konverter akan dikontrol oleh rangkaian kontrol yang berbasis PID.

Abstrac— Brushless DC motor is the motor that used to use in this present. Highly reliability, this motor has a lot of trusted users. The operation of konvensional BLDC motor needs a control system that is coupled from *transformator*, *rectifier*, and *inverter*. The application of *inverter* is strongly needed here, because the BLDC motor needs squares signal wave for the operation. In the other hand, the switching mosfet operation of *inverter* leads the high value of harmonic distortion that is also leads to the low value of power factor, besides that all, we need to know that BLDC motor is a non-liner load that is causing harmonic distortions too. In this research we will use a converter that is able to correct the value of power factor and control the rise and fall of voltage, the converter is *buck boost* converter. To get a good value of power factor, this converter work as a voltage stabilizer and ripple filter of the current and voltage. In the end, this converter will be ruled by a control system based on PID program.

Kata Kunci—Faktor daya, *Brushless DC*, *buck boost*, *inverter*, motor, kecepatan

I. Pendahuluan

Pada era modern ini penggunaan motor pada kegiatan sehari – hari tidak dapat dihindari, terutama pada sektor industri. Motor yang digunakan sangat beragam, diantaranya ada motor DC, motor induksi, motor sinkron, dan masih banyak lagi. Karena

penggunaan yang sangat intensif maka kualitas suatu motor tentunya sangat diperhatikan, ada beberapa hal yang mempengaruhi kualitas suatu motor, diantaranya ada Harmonisa Arus, Kualitas Torsi, Faktor Daya, dan sebagainya. Dalam penelitian ini yang menjadi konsentrasi adalah kualitas Faktor Daya. Jika kualitas faktor daya suatu sistem rendah maka akan terjadi *losses* (kerugian) baik dari segi kualitas tegangan dan arus listrik maupun dari segi ekonomi.

Dalam penelitian ini yang akan menjadi konsentrasi perbaikan faktor daya adalah pada motor *brushless DC* (BLDC). Motor BLDC memiliki ciri khas dengan tidak adanya Sikat komutator. Motor ini juga disebut sebagai motor dengan komutasi elektris karena komutasi elektris berbasis sinyal sensor *hall-effect* untuk posisi rotor dan sensor *back-emf* lebih sering digunakan dibandingkan komutasi mekanis[1].

Dalam pengoperasian dengan menggunakan sumber tegangan AC satu fasa, umumnya motor *brushless DC* membutuhkan *full-wave rectifier*, kapasitor DC link, serta *inverter* dimana kontrol dilakukan melalui *switching* pada inverter menggunakan *Pulse Width Modulation* (PWM) [2]. Pengoperasian ini dapat menghasilkan nilai *Total Harmonic Distortion* (THD) dari arus sumber dan mengurangi Faktor Daya dari sumber AC karena pengaturan kecepatan menggunakan *switching* PWM pada inverter menyebabkan *losses* yang diakibatkan oleh frekuensi dari *switching* tersebut, [3].

Dalam penelitian ini perbaikan faktor daya akan dilakukan menggunakan konverter, ada beberapa jenis konverter yang sering digunakan diantaranya, *Cuk Converter*, *Boost Converter*, *Buck Boost Converter*, *Multilevel*, dan masih banyak lagi. Dalam Penelitian sebelumnya yang dilakukan Hadyan Pradana Putra, dkk,

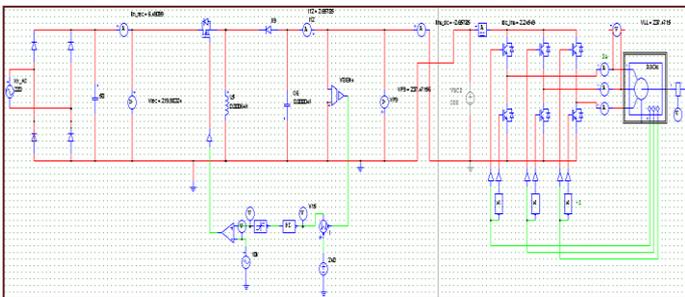
konverter yang digunakan adalah *Cuk Converter*, namun dalam penelitian ini konverter yang akan digunakan adalah *Buck Boost Converter* yang nantinya akan menjadi kontrol arus dan tegangan sehingga *losses* dan perbaikan faktor daya bisa di realisasikan.

Untuk mendapatkan hasil perbaikan faktor daya yang sempurna diperlukan suatu metode kontrol yang dapat mengatur keluaran dari *buck boost* konverter sehingga dapat menghasilkan nilai faktor daya yang baik. Metode yang digunakan nantinya mengadopsi dari *Hysterisis Current Control* namun hanya berkonsentrasi pada tegangan dan faktor daya saja.

II. Metode Penelitian

A. Konfigurasi Sistem

Untuk melakukan pengontrolan pada motor BLDC ada beberapa komponen yang diperlukan seperti *Full-wave rectifier*, *Inverter*, *DC Chopper*, dan Rangkaian kontrol.



Gambar1. Pemodelan sistem

Sistem dimulai dari adanya arus dan tegangan dari sumber AC, selanjutnya arus dan tegangan yang masuk akan di searahkan atau di ubah ke DC dengan menggunakan *Rectifier Dioda Tiga Fasa*. Selanjutnya hasil penyearahan tadi akan menuju ke *inverter* dimana *inverter* ini bertujuan mengontrol kecepatan dengan *switch* oleh PWM. *Buck Boost Converter* kita tempatkan di antara *rectifier* dan *inveter* bertujuan untuk memperbaiki faktor daya, *Buck Boost Converter* disini bertugas sebagai instrumen untuk menjaga nilai faktor daya tetap normal serta mengurangi harmonisa arus yang disebabkan penyearaahn dan *switching* pada inverter tadi, bisa dikatakan fungsi *buck boost converter* seperti regulator arus dan tegangan.

Konfigurasi sistem dari sistem pengaturan kecepatan motor *brushless* DC yang awal dan masih belum di kontrol dengan rangkain *PID* yang akan menjadi fokus disini adalah rangkain dari *buck boost converter* untuk stabilitas dari faktor daya. *buck boost converter* diletakan antara *rectifier* dan *inverter* yang berfungsi sebagai regulator arus dan tegangan ununtuk mendapatkan faktor daya yang baik, input dari *buck boost converter* diperoleh dari rangkaian *PID control* yaitu berupa *duty cycle* yang nantinya berpengaruh pada *switching*.

B. Pemodelan BLDC

Pada penelitian ini motor BLDC akan disimulasikan menggunakan *software* PSIM, motor BLDC yang digunakan sendiri meruakan bawaan atau template dari *software* PSIM. Untuk rating motor BLDC sendiri bisa dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rating motor BLDC

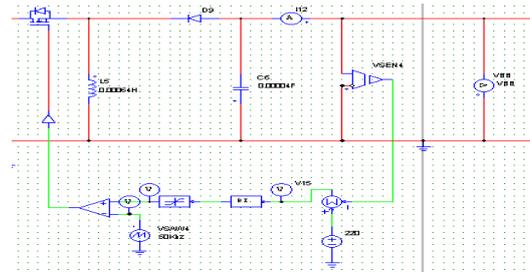
Parameter	Nilai
Rated Power	850 watt
Rated Speed	2400 rpm
Rated Torque	2,5221 Nm
Resistance	11.9 ohm
Inductance	0.00270 mH
Speed constant (krpm/V)	25,999
Torque constant (Nm/A)	0,21145
No. of poles	4
Moment of inertia	0,0004838 kg.m ²
No load speed	2900 rpm
No load current	0,8 A

C. Perancangan Buck Boost Konverter

Perancangan *buck boost* konverter adalah dengan mengentukan parameter dari komponen – komponen konverter itu sendiri, *buck boost* konverter dalam penelitian ini saat vital karena merupakan konverter PFC (*Power Factor Correction*). Berikut ini adalah rating dari *buck boost* konverter.

Tabel 2. Rating *buck boost* konverter

Vrms,max	240 V
Vrms,min	200 V
Vp,max	323 V
Vp,min	390 V
Vavg,max	216 V
Vavg. min	180 V
Vout.optimal	100 V
Vout,max	110 V
Vout,min	10 V
Pmax	850 watt
Pmin	10 watt
Frekuensi Switching	50 Khz



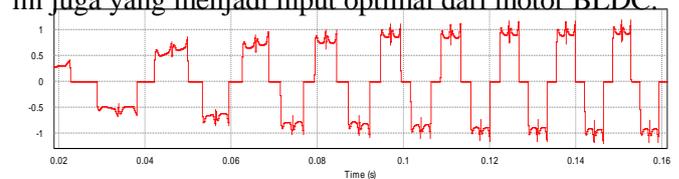
Gambar 2. Kontrol dari *buck boost*

Kontrol ini nantinya akan mendapat inputan tegangan aktual awal yang keluar dari *buck boost* yang selanjutnya di proses dengan tegangan referensi supaya menghasilkan sinyal *duty cycle* untuk *switching*. Ada nya kontrol ini juga berperan penting dalam perbaikan faktor daya karena tanpa kontrol maka sistem menjadi *open loop* dan tidak terkontrol.

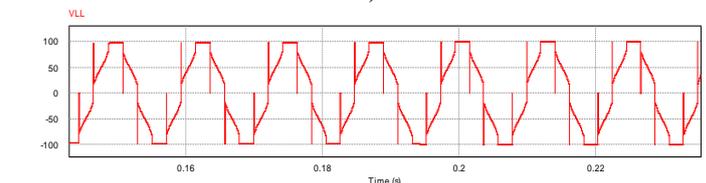
iii. Hasil dan Pembahasan

Dalam melakukan analisa pada motor BLDC kali ini, kita fokuskan pada perbaikan faktor daya, hasil akan berupa THD (*Total Harmonic Distorion*) dan PF (*Power Factor*). Semua akan disimulasikan dalam software PSIM dengan variable perubahan beban dari tanpa beban, 0,25 Nm, 0,5 Nm, 0,75 Nm, dan 1 Nm.

Tegangan awal rms 220 V dari sumber akan diturunkan menjadi 100 V di *buck boost* dan paramter ini juga yang menjadi input optimal dari motor BLDC.



Gambar 3. Gambar grafik arus AC input motor BLDC (no load)



Gambar 4. Gambar sinyal Tegangan AC input motor BLDC (no load)

Gambar 3 dan gambar 4 menunjukkan arus dan tegangan no load pada sistem, besar arus adalah 2,32 A dan tegangan 100 V, untuk THD dari arus sendiri sebesar 0,2087 atau sekitar 5% sedangkan untuk tegangan sendiri THD sebesar 1,19 atau sekitar 1%. Untuk Faktor daya sendiri atau PF dapat dilihat pada software PSIM

Selanjutnya yang perlu dilakukan adalah menentukan dan melakukan perhitungan pada komponen – komponen dari *buck boost* konverter. Akan ditentukan bahwa ripple yang diinginkan adalah 0,1%. Perhitungan menggunakan rumus – rumus berikut ini:

Yang harus kita tentukan pertama adalah arus output:

$$I_o = \frac{P_o}{V_{out}} \dots \dots \dots (1)$$

Setelah mendapatkan hasil I_o barulah kita hitung komponen lain, selanjutnya perhitungan *duty cycle* yang diinginkan (k):

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{k}{1-k} \dots \dots \dots (2)$$

Selanjutnya perhitungan komponen Resistor (R),

$$R = \frac{V_o}{I_o} \dots \dots \dots (3)$$

Perhitungan komponen Induktor (L),

$$L = \frac{V_{out} \times V_{in}}{(V_{out} + V_{in}) \times \Delta i L} \dots \dots \dots (4)$$

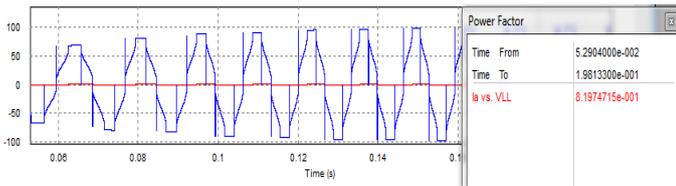
Perhitungan komponen Capacitor (C),

$$C = \frac{V_{out} k}{\Delta V_{out} R f} \dots \dots \dots (5)$$

D. Metode Kontrol

Metode kontrol yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan blok kontrol PI pada software PSIM, kontrol ini bertujuan menjaga tegangan tetap stabil walaupun diberikan variasi beban yang berbeda beda.

dengan mengkondisikan sinyal tegangan dan arus dalam satu grafik,



Gambar 5. Sinyal Tegangan dan Arus

Setelah disimulasikan nilai PF dari sistem didapatkan sebesar 0,81, dimana nilai ini sudah dianggap cukup baik. Selanjutnya akan kita tambahkan beban untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai PF, untuk hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Power Factor dan kecepatan dengan perubahan beban

Beban	speed	Power Factor
No load	2393 rpm	0,95
0,25 Nm	1918 rpm	0,95
0,5 Nm	1393 rpm	0,94
0,75 Nm	856 rpm	0,95
1 Nm	523 rpm	0,96

iv. Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal, diantaranya:

1. Faktor daya yang didapat dengan menambahkan *buck boost* konverter pada sistem sudah baik yaitu berkisar 0,8
2. Semakin besar beban maka kecepatan menurun namun faktor daya tetap baik.
3. Nilai THD berpengaruh pada baik buruknya PF

Daftar Pustaka

- [1] T. J. Sokira and W. Jaffe, *Brushless DC Motors: Electronics Commutation and Controls*. Blue Ridge Summit, PA, USA: Tab Books, 1989..
- [2] J. R. Handershot and T. J. E Miller, *Design of Brushless Permanent Magnet Motors*. Oxford, U.K.: Clarendon Press, 2010.
- [3] B. Singh and V. Bist, „Power quality improvement in a zeta converter for brushless DC motor drives“ *IET Sci. Meas. Technol.*, Vol. 9, Iss. 3, pp. 351 -361, 2015
- [4] Hadyan Perdana, Heri S, dan Sjamjul A. 2016. Perbaikan Faktor Daya Menggunakan *Cuk Converter* pada Pengaturan Kecepatan Motor *Brushless DC*. Vol. 5, No. 2. ISSN. 2337-3539
- [5] Esty Wulandari, Dedet Candra, dan Soedibyo. 2015. Penggunaan *Buck Boost Converter* untuk Perbaikan Faktor Daya Pada Rangkaian Penyearah Satu Fasa. Vol. 1, No. 1. POMITS 1-7