

ANALISA PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR DC MENGGUNAKAN BUCK BOOST KONVERTER

**Muhammad Imam Safii, Aisyah Nabila Putri F, Moch Cahyo Pujianto,
Belly Yan Dewantara, Iradirtu D. P.K**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah Surabaya
E-mail: muhis.muhammad@gmail.com, aisyahnabila49@gmail.com, cahyopuji6@gmail.com,
bellyyandewantara@gmail.com, iradirtu@hangtuah.ac.id

Abstrak: Motor DC merupakan salah satu motor listrik yang sering digunakan mulai dari penggerak utama pada mesin industri, penggerak utama pada sistem transportasi darat maupun laut bahkan untuk memenuhi kebutuhan penggerak peralatan rumah tangga. Untuk memenuhi setiap kebutuhan tersebut, diperlukan kontrol untuk mengatur kecepatan motor DC. Untuk jenis kontrol kecepatan motor DC bervariasi, mulai dari konverter *buck*, konverter *boost*, konverter *buck boost* dan lain-lain. Dalam penulisan ini, penulis menggunakan konverter *buck boost* untuk mengatur kecepatan motor DC karena memiliki daya yang relatif rendah, efisien dan ekonomis. Kunggulan lainnya adalah desain yang sederhana, kecepatan respon sangat cepat, dan faktor daya tinggi. Dengan merancang konverter *buck boost* terkontrol, dapat mengatur kecepatan motor DC secara otomatis dengan acuan kecepatan referensi yang telah ditetapkan pada berbagai variasi pembebanan. Sehingga kecepatan dapat dipertahankan meskipun dengan berbagai nilai pembebanan.

Kata Kunci: Motor DC, *Buck Boost Konverter*, Kecepatan, Variasi pembebanan.

PENDAHULUAN

Pada zaman seperti ini perkembangan teknologi dan kontrol sangat dibutuhkan, dan perangkat elektronik sudah tidak dapat dipisahkan lagi dari kehidupan sehari-hari. Salah satunya pemanfaatan Motor DC sebagai penggerak generator untuk menghasilkan energi disuatu sistem. Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik.

Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. (Frank D. Petruzella, 2001 : 331)

Motor DC dapat dikontrol menggunakan DC-DC Konverter salah satunya dengan *Buck-Boost* Konverter. Konverter DC-DC berfungsi untuk mengkonversi tegangan masukan searah konstan menjadi tegangan keluaran searah yang dapat divariasikan berdasarkan perubahan *duty cycle* rangkaian kontrol. *DC-DC Converter* digunakan untuk mengubah sumber tegangan DC yang tetap menjadi tegangan dc yang variable yang mengatur kondisi *on-off* rangkaian *DC Chopper* melalui rangkaian control PWM, komponen yang digunakan untuk menjalankan fungsi penghubung tersebut tidak lain adalah switch seperti misalnya Thyristor, MOSFET, IGBT, GTO.

Converter DC to DC adalah peralatan yang menghasilkan tegangan atau arus dc yang berasal dari suatu sumber DC. Konverter Buck Boost terdiri dari sebuah saklar Q, inductor, dioda dan kapasitor. Pengaturan kecepatan DC motor menggunakan *Boost Buck* Konverter, secara signifikan mengurangi kerugian *switching* dan biaya sehingga meningkatkan kecepatan dan efisiensi sistem DC motor *drive*. Struktur dasar DC konverter meningkatkan dan struktur dasar

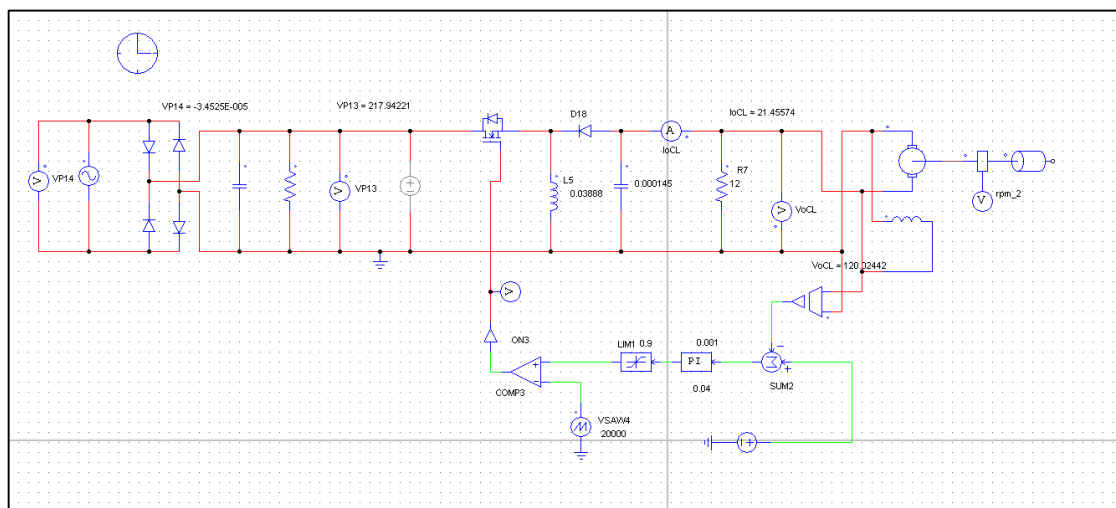
dari DC *buck* konverter memberikan daya nominal pada motor DC dari sumber DC tetap dan untuk mengontrol kecepatan system.

Dalam penelitian ini yang akan menjadi konsentrasi adalah mengatur kecepatan motor DC menggunakan *Buck Boost* Konverter terkontrol yang akan diuji coba pada beberapa variasi pembebanan. Sehingga Kecepatan motor DC dapat dipertahankan meskipun dengan berbagai nilai pembebanan.

METODE PENELITIAN

A. Konfigurasi Sistem

Untuk melakukan pengontrolan pada motor DC ada beberapa komponen yang diperlukan seperti *Fullwave Rectifier*, *DC Chopper*, dan Rangkaian control. 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 *Fullwave Rectifier Dioda*. Selanjutnya hasil penyearahan tadi akan menuju ke Konverter *Buck-Boost* dimana bertujuan mengatur naik turunnya tegangan output dengan *switch* oleh PWM atau bisa disebut dengan regulator. Konfigurasi sistem dari sistem pengaturan kecepatan motor DC yang awal dan masih belum di kontrol dengan rangkain PID yang akan menjadi fokus disini adalah rangkaian dari *buck boost* konverter untuk stabilitas dari tegangan output. Input saklar dari Konverter diperoleh dari rangkaian kontrol PID yaitu berupa *duty cycle* yang nantinya berpengaruh pada *switching*.



Gambar 1. Model Sistem

B. Pemodelan Motor DC

Pada penelitian ini motor DC akan disimulasikan menggunakan *software* PSIM, motor DC yang digunakan sendiri meruakan bawaan atau template dari *software* PSIM. Untuk rating motor DC sendiri bisa dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rating Motor DC

Parameter	Nilai
Nama	MotorDC
Resistansi Jangkar	0.5
Induktansi Jangkar	0.01

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Resistansi Medan	75
Induktansi Medan	0.02
Momen Inersia	0.4
Tegangan	120
Arus Medan	10
Kecepatan	1250 Rpm
Arus Jangkar	1.6

C. Perancangan *Buck Boost* Konverter

Perancangan *Buck Boost* konverter adalah menentukan parameter dari komponen – komponen konverter itu sendiri, rangkaian *buck-converter* memerlukan tegangan masukan yang lebih tinggi beberapa *Volt* (biasanya 3V atau lebih) dari tegangan keluarannya. Apabila tegangan masukan (V_{in}) berkurang levelnya hingga di bawah itu maka sebuah *buck* konverter tidak akan akurat lagi menghasilkan tegangan keluaran yang tepat atau tegangan keluaran menjadi tidak stabil. Pada saat seperti itulah diperlukan *boost* konverter agar tegangan yang telah turun itu dapat kembali dinaikkan kepada level yang diinginkan sehingga beban di sirkit keluaran tetap mendapatkan suplai tegangan sebagaimana mestinya dalam perancangan system dan simulasi *buck boost* konverter, penelitian ini pengendali digunakan untuk kecepatan motor DC. Berikut ini adalah rating hasil dari perancangan *buck boost* converter dalam mengendalikan kecepatan motor DC dengan beban yang berbeda.

Tabel 2. *Rating Buck-Boost Konverter*

Parameter	Nilai
Resistor	12 ohm
Induktor	388.8 mH
Kapasitor	145 uF
$V_{in\ min}$	190 V
$V_{in\ max}$	400 V
V_{out}	120 V
Frekuensi	50 Hz
Ripple	1 %

Buck Boost konverter berfungsi untuk mengubah level tegangan DC, baik ke level yang lebih tinggi maupun ke level yang lebih rendah. Namun *buck boost* konverter mengubah polaritas dari tegangan output terhadap tegangan input. Dari data hasil perancangan di atas selanjutnya yang perlu dilakukan adalah menentukan perhitungan pada komponen – komponen dari *buck boost* converter. Besar dan kecilnya *ripple* maka akan di tentukan sesuai yang di inginkan adalah sebesar 0,1% perhitungan sendiri menggunakan rumus – rumus berikut ini :

Step – 1: Menentukan Arus output (I_o):

Dengan rumusnya adalah:

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

Step – 2: Menentukan *Duty Cycle*:

Setelah mendapatkan hasil arus output maka selanjutnya kita hitung komponen lain, selanjutnya memperhitungkan *duty cycle* yang di inginkan (k):

Dengan rumusnya adalah:

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

Step – 3: Menentukan Resistor (R):

Selanjutnya perhitungan komponen Resistor (R)

Dengan rumunya adalah:

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

Step – 4: Menentukan Induktor (L):

Perhitungan Komponen Induktor (L) Dengan rumusnya adalah:

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

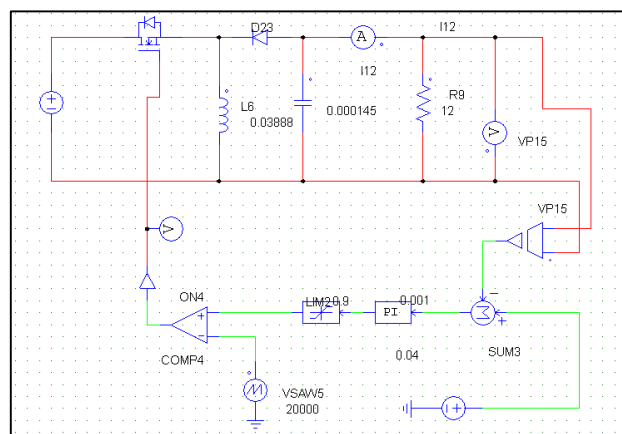
Step – 5: Menentukan Capasitor (C)

Perhitungan komponen Capasitor (C) dengan Rumusnya adalah:

$$C = \frac{V_{out} K}{\Delta V_{out} R_f} \dots\dots\dots (5)$$

D. Metode Kontrol

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



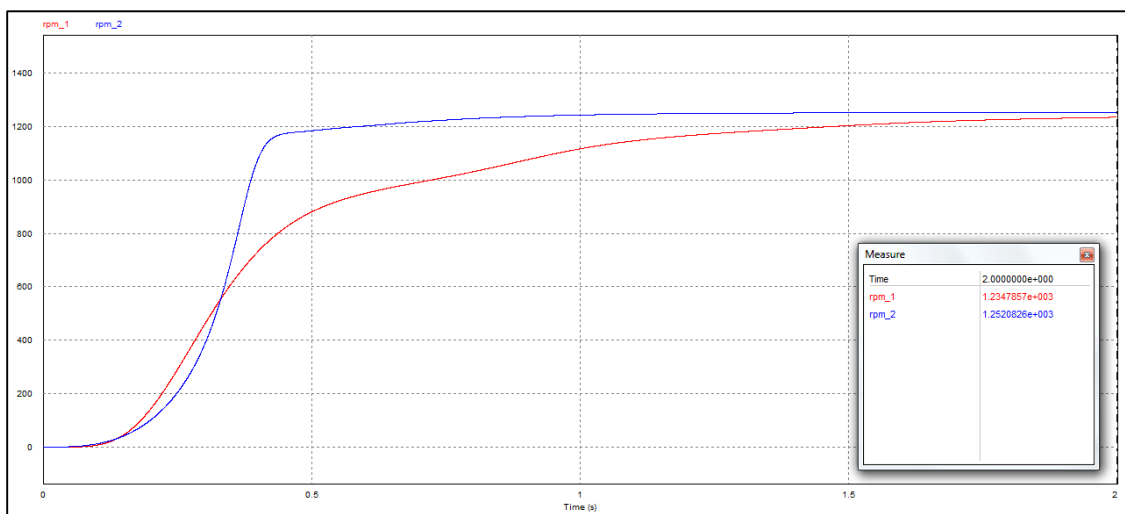
Gambar 2. Model Kontrol Buck Boost

Kontrol ini nantinya akan mendapatkan inputan tegangan aktual awal yang keluar dari buck boost yang selanjutnya diproses dengan tegangan referensi supaya menghasilkan sinyal *duty cycle* untuk *switching*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

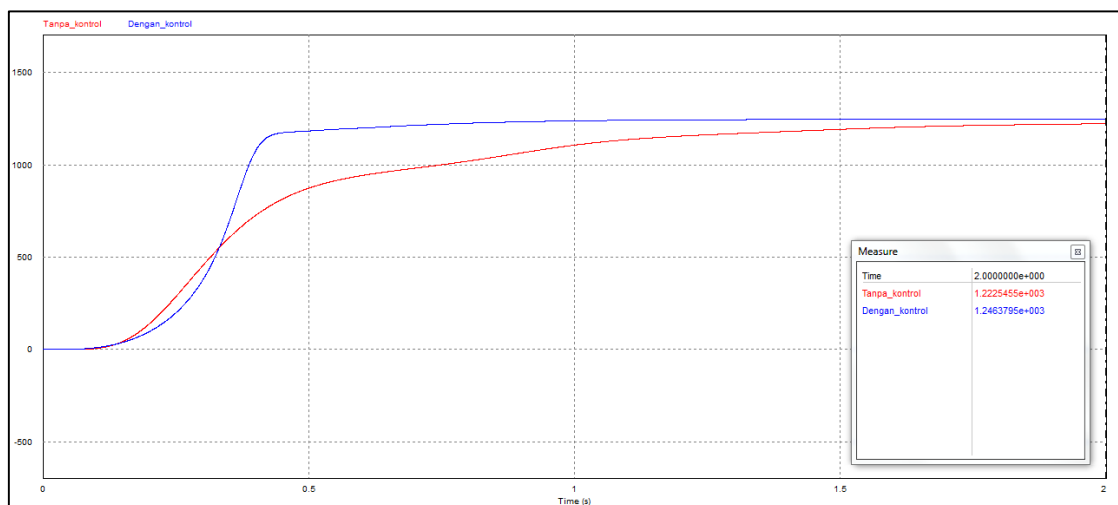
Simulasi dilakukan dengan menggunakan Software Power Simulator (PSIM). Dari hasil simulasi seluruh sistem dibuat analisa dan hasilnya berupa kecepatan dengan membandingkan hasil simulasi antara buck boost tanpa kontrol dengan terkontrol dan kestabilan kecepatan jika pada saat tanpa beban dan berbeban. Simulasi dalam Software PSIM dengan variable perubahan tanpa beban sampai berbeban, 1 Nm dan 5 Nm.

Tegangan input 220 (Vi) dari sumber tegangan dan tegangan output 120 (Vo) dan Respon kecepatan motor sebesar 1250 Rpm.



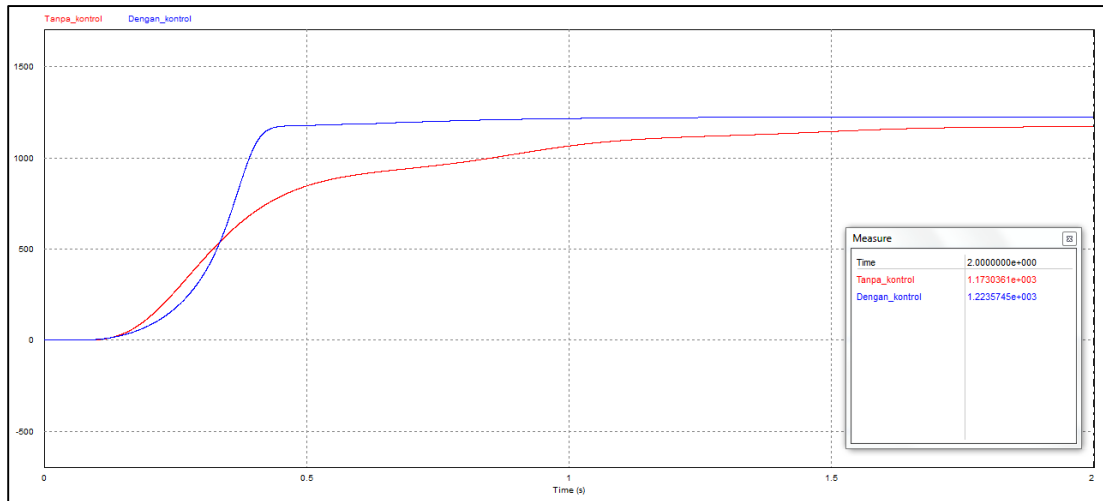
Gambar 3. Respon kecepatan motor tanpa beban

Grafik buck boost terkontrol menunjukkan kecepatan motor stabil 1250 Rpm dengan rest time 1.3 detik dibandingkan dengan buck boost tanpa kontrol kecepatan belum stabil 1230 Rpm dengan rest time 2 detik.



Gambar 4. Respon kecepatan motor dengan beban 1 Nm

Grafik buck boost terkontrol menunjukkan kecepatan motor stabil 1246 Rpm dengan rest time 1.3 detik dibandingkan dengan buck boost tanpa kontrol kecepatan belum stabil 1220 Rpm dengan rest time 2 detik.



Gambar 6. Respon kecepatan motor dengan beban 5 Nm

Grafik buck boost terkontrol menunjukkan kecepatan motor stabil 1222 Rpm dengan rest time 1.3 detik dibandingkan dengan buck boost tanpa kontrol kecepatan belum stabil 1170 Rpm dengan rest time 2 detik.

Tabel 3. Rest Time Kecepatan Motor

No.	Kondisi	Tanpa Kontrol		Dengan Kontrol	
		Kecepatan	Rest Time	Kecepatan	Rest Time
1	Tanpa beban	1230 Rpm	2 detik	1250 Rpm	1.3 detik
2	Beban 1 Nm	1220 Rpm	2 detik	1246 Rpm	1.3 detik
3	Beban 5 Nm	1170 Rpm	2 detik	1222 Rpm	1.3 detik

Setelah melakukan simulasi pada setiap tahap dan variabel pembebanan kemudian diperoleh data yang menunjukan perbandingan antara buck boost converter tanpa kontrol dan dengan kontrol. Dimana pada grafik terkontrol kecepatan stabil sekitar 1220-1250 Rpm dengan rest time selama 1,3 detik, sedangkan grafik tanpa kontrol kecepatan masih belum stabil 1170-1230 Rpm dengan rest time 2 detik.

KESIMPULAN

Dengan analisa yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal, diantaranya:

1. Kecepatan Motor DC pada buck boost terkontrol lebih stabil pada 1220-1250 rpm dibanding tanpa kontrol pada 1170-1230 Rpm.
2. Rest time buck boost terkontrol lebih cepat 0.7 detik dibandingkan tanpa kontrol.
3. Kecepatan motor pada buck boost terkontrol dapat dipertahankan dengan beban maksimum 5 Nm dengan error steady state sebesar 28 rpm dibandingkan tanpa kontrol yang tidak bisa mempertahankan kecepatan motor jika diberi beban dengan error steady state sebesar 80 Rpm.

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

DAFTAR PUSTAKA

- Ajijatmo Dwi dan Imam R. 2017. Analisis Pengendalian Kecepatan DC-Motor Berbasis *Buck-Boost* Konverter. *Junal Intake*: Vol. 8 No. 2
- Pays Yunus Junior, Iradiratu D.P.K dan Belly Y.D. 2018. Perbaikan Faktor Daya Pada Motor *Brushless* DC Menggunakan *Buck Boost* Konverter berbasis PID. *Jurnal SinarFe7*: Vol 1-4
- Petruzella Frank D. 2001. *Elektronika Industri*. Yogyakarta: ANDI
- Yusifar Feri dan Suryo M.H. 2015. Rancang Bangun *Buck Boost* Konverter. *Jurnal Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia*: Vol 1-2