

# KONTROL KECEPATAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA MELALUI ARUS ROTOR MENGGUNAKAN PI

Adlio Dwismara E  
 Program Studi Teknik Elektro,  
 Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan,  
 Universitas Hang Tuah,  
 Surabaya  
 adlio52@gmail.com

Geral Junio R  
 Program Studi Teknik Elektro,  
 Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan,  
 Universitas Hang Tuah,  
 Surabaya  
 geraldjunio12@gmail.com

Moch Toriq Setiawan  
 Program Studi Teknik Elektro,  
 Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan,  
 Universitas Hang Tuah,  
 Surabaya  
 muhammadtoriqsetiawan@gmail.com

**Abstract**— Dalam makalah ini disajikan pengaturan kecepatan motor induksi tiga fasa dalam bentuk simulasi. Pengaturan kecepatan motor dilakukan dengan menghubungkan resistor luar tiga fasa pada *slip-ring* rotornya. Arus bolak balik dari *slip-ring* rotor motor kemudian disearahkan oleh penyearah tiga fasa dan dihubungkan pada DC-DC konverter. Pensaklaran DC-DC konverter menggunakan metode *Zero Voltage Switching (ZVS)*. Proses pensaklaran tegangan nol sewaktu *turn-on* dengan bantuan komponen induktor resonansi  $L_r$  dan kapasitor resonansi  $C_r$ . Penelitian ini bertujuan merancang suatu DC-DC konverter dengan sumber tegangan dari terminal rotor pada motor induksi tiga fasa. DC-DC konverter yang dirancang menggunakan mode pensaklaran *zero voltage switching (ZVS)* dengan komponen induktor dan kapasitor yang diparalel. Berdasarkan hasil pengukuran pengaturan arus rotor induksi tiga fasa dengan metode ZVS dapat mengubah kecepatan rotor pada motor induksi tiga fasa pada rotor lilit tersebut.

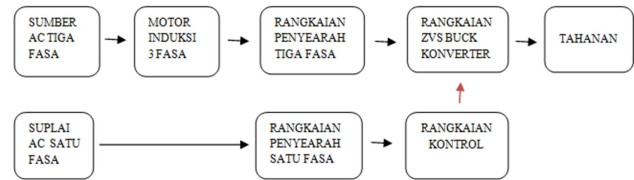
**Kata Kunci**— induksi, DC-DC konverter, Zero Voltage Switching, tiga fasa

## I. PENDAHULUAN

Motor induksi tiga fasa merupakan motor arus bolak-balik yang paling banyak digunakan sebagai aktuator yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak untuk berbagai keperluan dalam proses produksi pada suatu industri. Konstruksinya yang sederhana dan kuat mendasari alasan keluasan pemakaiannya. Namun motor induksi 3 fasa tidak terlepas dari beberapa kekurangan seperti arus start yang besar dan nilai overshoot motor yang mempengaruhi performa motor induksi tersebut. Salah satu pengatur kecepatan pada motor induksi rotor belitan tiga fasa yakni menghubungkan resistor luar tiga fasa pada slip-ring rotornya. Cara ini akan didapatkan torsi awal yang tinggi dan arus awal yang rendah. Tetapi cara ini tidak efisien bila terjadi ketidakseimbangan tegangan dan arus karena resistansi tiap fasanya tidak seimbang. Untuk hal tersebut, resistor tiga fasa ini dapat digantikan dengan satu resistor yang bernilai tetap. Daya dari slip motor kemudian di searahkan oleh penyearah tiga fasa yang dihubungkan ke Dc-Dc konverter dengan pensaklaran. Pensaklaran DC-DC konverter menggunakan metode *Zero Voltage Switching (ZVS)*. Proses pensaklaran tegangan nol sewaktu *turn-on* dengan bantuan komponen induktor resonansi  $L_r$  dan kapasitor resonansi  $C_r$ .

## II. BAHAN DAN METODE

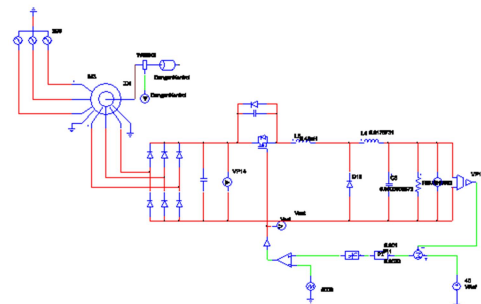
Metode modul penelitian ZVS buck konverter dengan motor induksi tiga fase terdiri dari dua blok rangkaian, yaitu blok rangkaian kontrol dan blok aliran rangkaian daya. Berikut adalah gambar blok diagram metode tersebut.



Ket :  
 → : aliran sinyal  
 → : aliran daya

### A. Perancangan zvs dengan motor induksi tiga fasa

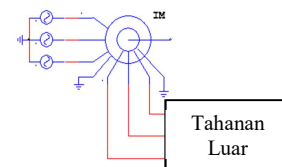
Perancangan simulasi di software PSIM digunakan untuk mengetahui karakteristik dan respon modul yang akan dibuat.



Gbr. A Zvs dengan motor induksi tiga fasa.

### B. Motor induksi rotor belit tiga fasa

Motor induksi tiga fasa yang digunakan adalah motor induksi tiga fasa rotor lilit.



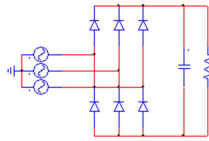
Gbr B. Motor Induksi tiga fasa

Tabel 1. Spesifikasi Motor Induksi Tiga Fasa Rotor Lilit

Parameter	Spesifikasi/Nilai Besaran
Name	Motor Induksi Tiga Fasa
Rs (stator)	0.294
Ls (stator)	1.39m
Rr (stator)	0.156
Lr (rotor)	0.74m
Lm (magnetizing)	41m
Ns/Nr Turns Ratio	1
No. Of Poles P	4
Moment of inertia	0.4
Torque Flag	0
Master/Slave Flag	1

### C. Rangkaian penyearah tiga fasa

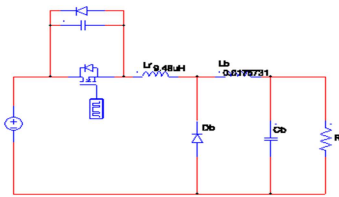
Rangkaian ini berfungsi mensuplai tegangan dari rotor ke rangkaian DC konverter. Tegangan sumber 220 AC diturunkan dan didapat dari penyearahan tegangan AC 25 Volt sehingga menjadi tegangan DC 35 Volt .



Gbr C. Rangkaian Penyearah Tiga Fasa

### D. ZVS buck konverter

proses pensaklaran terjadi pada kondisi arus nol dan pada tipe pensaklaran ZVS, proses pensaklaran terjadi pada kondisi tegangan nol.



Gbr D. ZVS buck konverter

Frekuensi pensaklaran dan frekuensi resonansi ditentukan berdasarkan Persamaan 1 berikut :

$$f_0 \geq f_s \quad (1)$$

Pada penelitian ini frekuensi pensaklaran ( $f_s$ ) yang diinginkan adalah sebesar 15 kHz– 45 kHz, dan ditetapkan frekuensi resonansi ( $f_0$ ) sebesar 25 kHz.

#### 1. Menentukan duty cycle buck

$$V_o = k \cdot V_s \quad (2)$$

$V_o$  = Tegangan output

$V_s$  = Tegangan input

$k$  = Duty cycle

#### 2. Menentukan Resistor (R)

$$R = V_o / I_o \quad (3)$$

#### 3. Menentukan Capacitor (C)

$$C = (k \cdot V_s + \Delta V) / (f \cdot R \cdot \Delta V) \quad (4)$$

$f$  = frekuensi

$R$  = Resistor

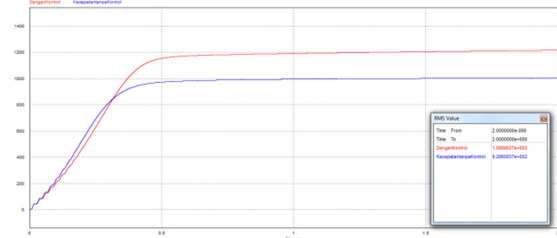
### E. Pengendali PI

Dalam pengendali PI terdapat beberapa parameter yang harus diatur untuk mendapatkan respon keluaran yang lebih baik. Parameter parameter yang dimaksud adalah parameter proportional ( $K_p$ ), integral ( $1/s K_I$ ). Beberapa parameter di atas memiliki fungsi dan kelebihan masing-masing untuk mengontrol suatu plant . Parameter proportional ( $K_p$ ) berfungsi untuk mengurangi rise time dan steady state error. Parameter integral berfungsi untuk menghilangkan steady state error pada suatu plant. Jika kedua pengendali di atas P dan I digabung maka akan menghasilkan pengendali PI.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi ZVS buck converter dengan menggunakan control loop tertutup yang di lakukan pada paper ini bertujuan untuk menganalisa eror study state respon time, dengan memberikan kontrol kecepatan yang berbeda-beda

### A. Analisa hasil tanpa beban



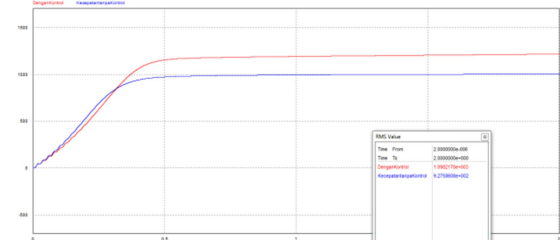
Gbr A hasil kontrol kecepatan tanpa beban

Dengan adanya perbandingan antara rangkaian buck converter, maka di buktikan dengan adanya hasil grafik di atas dimana untuk warna merah terkontrol dan warna biru tidak terkontrol.

	Kecepatan	Error	Respon time	Overshoot
Tanpa kontrol	985	-	0.65	1004

Tabel A. kontrol kecepatan tanpa beban

### B. Analisa hasil dengan beban 0.1 Nm



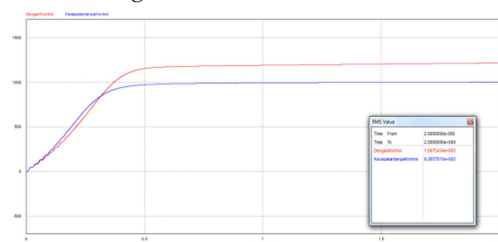
Gbr B. hasil kontrol kecepatan dengan beban 1 Nm

Penjelasan dari grafik ini sama dengan perbedaan pada pengaruh adanya beban , aapun parameter dari kecepatan = 990, respon time = 0.62 , Error study state = 2.1% , Beban = 0.1 Nm, overshoot = 1003

	Kecepatan	Error	Respon time	Overshoot
Tanpa kontrol	990	-	0.65	1003
Dengan kontrol	1180	2.1%	0.62	-

Tabel B. kontrol kecepatan dengan beban 0.1 Nm

### C. Analisa hasil dengan beban 0.2 Nm



Gbr C kontrol kecepatan dengan beban 0.2 Nm

Penjelasan dari grafik sama dengan gambar 4 dan 5. Perbedaan terletak pada pengaruh adanya beban, adapun parameter dari kecepatan = 1160, respon time = 0.69, Error stedy state = 2.7% Beban = 0.2 Nm, Overshoot = 1001.

	Kecepatan	Error	Respon time	Overshoot
Tanpa kontrol	990	-	0.69	1001
Dengan kontrol	1160	2.7%	0.69	-

Tabel C kontrol kecepatan dengan beban 0.2 Nm

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dari paper ini dapat disimpulkan pengaturan kecepatan motor dengan menghubungkan resistor luar tiga fasa pada slip ring rotornya. Hasil pengukuran pengaturan arus rotor pada motor induksi tiga fasa dengan metode ZVS dapat merubah kecepatan rotor pada motor induksi tiga fasa pada rotor lilit tersebut. Kecepatan yang dihasilkan sesuai dengan pemasangan variable resistor tiga fase. Pengaturan variabel resistor dilakukan secara mekanik untuk mengubah kecepatan motor. Untuk memudahkan pengaturan kecepatan motor, digunakan rangkaian arus searah yang hanya membutuhkan satu tahanan luar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. K. Kazimierczuk, Pulse-width Modulated DC – DC Power Converters, 3rd ed. Ohio: John Wiley & Sons Ltd, 2008. J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
- [2] Lendyanto Reza, Sukmadi, Windarta. *Pengaruh Pengaturan Boost Converter terhadap torsi dan kecepatan motor induksi tiga fasa rotot belitan*, 2017. K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.
- [3] S. J. Chapman, Electric Machinery Fundamentals, 4th ed. Australia: McGraw-Hill Companies, 2003.
- [4] Andreyckak, Bill. Zero Voltage Switching Resonant Power Conversion. Texas Instruments Inc. United States. 1999.
- [5] Rahman Zya, Windarta dan Hermawan. *Perancangan Zero Voltage Switching Buck dengan beban resistif bervariasi dan sebagai catu daya untuk motor arus searah*. 2018.
- [6] Gunawan. *Rancang Bangun DC-DC Buck Converter dengan PID Diskrit sebagai Pengendali Tegangan Keluaran*. UI, 2009.
- [7] Jamlay Marselin, Faizal. *Dual Feedback control Boost Converter menggunakan PI Controller*. 2014.
- [8] Ashari, Mochamad. Sistem Konverter DC"ITS Pers, Surabaya 2012. W.E Robert "Fundamentals Power Electronics" Cluwer Academic Publishers, New York. 2001.