

PENERAPAN KONTROL ADAPTIF DAHLIN PROPORSIONAL PADA BUCK CONVERTER DENGAN GANGGUAN MEDAN MAGNET EKSTERNAL

USAGE ADAPTIVE CONTROL DAHLIN PROPORTIONAL TO BUCK CONVERTER WITH MAGNETIC FIELD EXTERNAL INTERFERENCE

Adwin Welmark Cristri¹, Dudi Darmawan², Reza Fauzi Iskandar³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹adwinsimanjuntak@telkomuniversity.ac.id, ²dudidw@telkomuniversity.ac.id, ³rezafauzii@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Sebagian pembangkit mikrohidro menggunakan generator DC, dengan demikian diperlukan perangkat elektronik *buck converter* yang merupakan salah satu jenis dari *dc-dc converter* yang berfungsi mengubah besaran transmisi listrik ke tempat penyimpanan energi atau dari baterai ke beban penggunaan listrik [1][4]. Pada rangkaian *buck converter* ini digunakan komponen induktor. Komponen induktor sendiri juga sensitif terhadap gangguan medan magnet di sekelilingnya. Jika perangkat *buck converter* ini beroperasi di pembangkit mikrohidro maka memungkinkan terjadinya gangguan medan magnet yang berasal dari generator. Oleh karena itu, diperlukan suatu perlakuan khusus untuk mempertahankan keadaan respon sistem walaupun sistem diganggu [3] [6] [7].

Dalam penelitian ini akan di uji *buck converter* dengan menggunakan metode kontrol adaptif proporsional Dahlin [8]. Dengan menggunakan metode ini diharapkan keadaan sistem dapat diketahui setiap saat, sehingga diketahui perlakuan yang perlu diberikan kepada sistem [7][8]. Selain itu, metode tersebut akan dibandingkan dengan metode kontrol proporsional konvensional.

Kata Kunci: *Buck Converter*, Mikrohidro, Gangguan Medan Magnet, Kontrol Adaptif Dahlin Proporsional

Abstract

Partially micro hydro power plants using generator DC, thus the necessary electronic devices buck converter which is one type of dc-dc converter which serves to change the amount of electricity to the transmission of energy storage or from the battery to the load electricity use [1] [4]. In buck converter inductor component is used. Inductor component itself is also sensitive to disturbance magnetic fields around. If the device operates in buck converter micro hydro generator then enables disturbance magnetic field emanating from the generator. Therefore, we need a special treatment to maintain the state of the system response although plagued system [3] [6] [7].

In this study will be tested using a buck converter with an adaptive control method of proportional Dahlin [8]. This method is by using state of the system is expected to be known at all times, in order to know which treatment should be given to the system [7] [8]. In addition, these methods will be compared with conventional proportional control method.

Keywords: *Buck Converter*, Mikrohidro, Gangguan Medan Magnet, Kontrol Adaptif Dahlin Proporsional

1. Pendahuluan

Saat ini gencar dilakukan peralihan penggunaan sumber energi listrik, dari sumber energi berbahan dasar fosil ke sumber energi yang terbarukan [1]. Peralihan ini terjadi dikarenakan semakin menipisnya cadangan sumber energi yang berbahan dari bahan fosil dan faktor pencemaran lingkungan yang merupakan residu dari penggunaan bahan fosil sebagai sumber energi listrik [1]. Salah satu sumber energi terbarukan yaitu adalah mikrohidro, terlebih di Indonesia banyak tersebar jalur-jalur sungai yang memungkinkan untuk dibangunnya pembangkit listrik mikrohidro [1] [2] [3]. Umumnya energi listrik yang dihasilkan dari sumber energi terbarukan berjenis direct current (arus searah) [1]. Dalam transmisi daya dari sumber ke beban atau tempat penyimpanan daya diperlukan suatu perangkat yaitu *dc-dc converter*, perangkat ini memiliki beberapa jenis salah satunya adalah *buck converter* [4]. Buck converter merupakan konverter daya dc-dc yang berfungsi menurunkan tegangan (sementara meningkatkan arus) dari inputnya menuju beban. Konverter daya jenis ini menggunakan metode pensaklaran frekuensi tinggi yang menggunakan transistor dan dioda sebagai saklar, yang diatur dengan merubah-rubah duty ratio [4] [5]

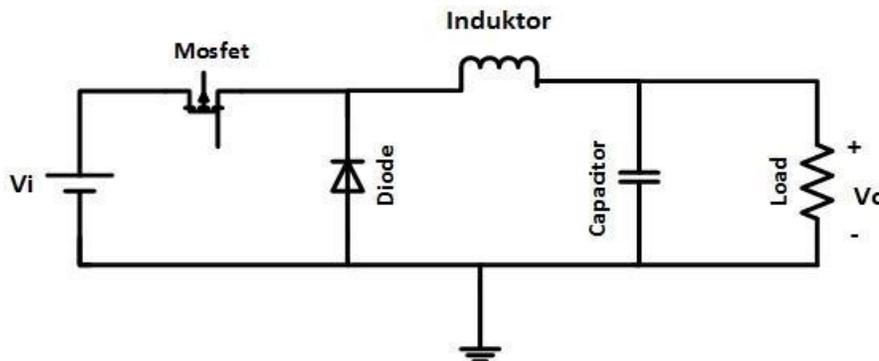
Pada rangkaian *buck converter* jenis ini digunakan komponen induktor yang sensitif terhadap perubahan medan magnet disekitarnya, maka jika sistem buck converter yang sedang beroperasi pada area pembangkit mikrohidro memungkinkan terpapar induksi medan magnet dari generator, maka kinerja dari konverter ini akan terganggu [3] [6]

[7]. Jika hal tersebut terjadi mungkin saja tujuan daya yang sudah ditentukan untuk digunakan pada beban tidak akan tercapai. Maka dari itu diperlukan sebuah perlakuan agar *buck converter* dapat menjaga kinerja walaupun konverter terpapar oleh induksi medan magnet. Pada penelitian ini dicoba menganalisis penggunaan metode Kontrol Adaptif Dahlin Proporsional, metode kontrol ini memiliki konsep untuk beradaptasi terhadap keadaan lingkungan sekitarnya [8]. Dengan demikian tujuan daya yang sudah ditentukan dapat tercapai walau dipengaruhi oleh medan magnet eksternal. Dengan cara mengetahui dan memperbaharui konstanta penguatan pada kendali proporsional yang diperlukan oleh sistem buck converter agar dapat mempertahankan tujuan nilai pentransfer daya ke beban [7] [8].

2. Dasar Teori

2.1. Buck Converter Modeling

Buck converter merupakan tipe dari konverter dc-dc, konverter ini berfungsi menurunkan tegangan dc menjadi tegangan dc lain yang lebih [9]. Rangkaian converter ini terdiri dari MOSFET yang digunakan untuk pengontrol saklar, sebuah diode, induktor dan rangkaian filter yang terdiri dari kapasitor dan resistor beban. *Buck converter* menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*) sebagai sinyal pensaklaran untuk menentukan lama waktu pensaklaran on dan off [9].



Gambar 1 Skema Buck Converter[7]

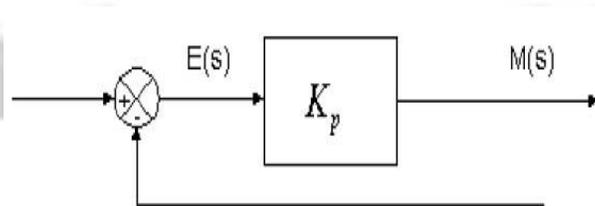
Nilai rata-rata tegangan sebanding dengan rasio antara waktu penutupan saklar aktif terhadap periode penyaklarannya (faktor kerja). Nilai factor kerja ini selalu berada di kisaran nol sampai satu, sehingga nilai tegangan rata-rata output yang dihasilkan selalu lebih rendah dibandingkan tegangan inputnya.

$$V_o = \frac{\Delta T}{T} \cdot V_i \tag{1}$$

Dalam persamaan diatas ini masing-masing V_o , V_i , T_{on} , dan T adalah teganga output, tegangan input, lama waktu saklar on, dan periode waktu saklar on-off. Selain mengkonversi tegangan masukan dc menjadi lebih rendah konverter ini juga sekaligus akan meningkatkan nilai arus [9].

2.2 Kontrol Proporsional

Pengontrolan Proporsional memiliki keluaran yang berbanding lurus dengan nilai kesalahannya (selisih antara sinyal input dan *feedback* (besaran aktual) [12]. Dengan kata lain bahwa keluaran control Proporsional merupakan perkalian antara konstanta Proporsional dengan nilai inputnya (nilai kesalahan).



Gambar 2 Skema Kontrol Proporsional [12]

Gambar diatas menjelaskan hubungan antara besaran *setting*, besaran aktual yang telah dikalikan dengan besaran keluaran pengontrol *Proporsional* [12]. Selisih dari nilai input dan *feedback* (besaran aktual) akan mempengaruhi

pengontrol, untuk mengeluarkan sinyal positif (mempercepat pencapaian harga *setting*) atau negatif (memperlambat tercapainya harga yang diinginkan) [12].

$$u(t) = K_p e(t) \tag{2}$$

$u(t)$ merupakan sinyal output dari sistem kontrol yang didapatkan dari perkalian konstanta K_p dengan nilai kesalahannya $e(t)$ [12]. Secara eksperimen, dalam penggunaan kontrol Proporsional harus memperhatikan beberapa hal berikut:

1. Semakin besar nilai K_p yang diberikan maka respon dari sistem maka respon sistem untuk mencapai keadaan *steady state* (tunak) akan semakin cepat.
2. Akan tetapi jika diberikan nilai K_p yang berlebihan maka respon akan berosilasi dan menjadi tidak stabil.

2.3 Kontrol Adaptif Dahlin

Kontrol konvensional, seperti pengendali proporsional dapat dengan baik digunakan ketika parameter-parameter dalam suatu sistem tetap pada setiap saat, tetapi pengendali ini memiliki performa yang kurang baik ketika parameter-parameter dalam sistem berubah setiap keadaan. Sebab, dengan berubahnya parameter dalam sistem kemampuan akurasi pengendali proporsional akan menurun [8].

Eric Dahlin pada tahun 1968 memperkenalkan algoritma kontrol untuk sebuah sistem yang memiliki waktu delay [8]. Kontrol adaptif proporsional Dahlin memiliki keuntungan yaitu dapat mengikuti respon model sistem agar dapat mengejar error steady state yang kecil atau memperbaiki nilai akurasi, Dengan selalu melihat perubahan model sistem yang berubah-ubah. Sehingga ketika terjadi perubahan model sistem yang diakibatkan oleh faktor lingkungan sekitar atau dari dalam sistem sendiri maka algoritma Dahlin akan menerima parameter input dari sistem yang berubah dan akan diolah sehingga akan menghasilkan nilai gain kontroler yang baru agar dapat mengejar error yang kecil.

Untuk memahami atau mengamati perubahan sistem, kontrol adaptasi dahlin menggunakan pendekatan dengan metode Recursive Least Square untuk mendapatkan parameter-parameter perubah nilai kontrol yang menyesuaikan keadaan sistem.

Membentuk nilai K_p baru dapat menggunakan pengendalian proporsional Dahlin [12] dalam persamaan 1).

$$K_p = - \frac{(a_1 + 2)}{b_1} \tag{3}$$

Parameter a_1, a_2 , dan b_1 akan berubah secara otomatis akibat perubahan-perubahan kondisi sistem. Variabel Q dalam persamaan diatas dapat dijelaskan pada persamaan (2).

$$Q = 1 - e^{-\frac{T_0}{B}} \tag{4}$$

Variabel B merupakan konstanta waktu dan T_0 adalah settling time dari sistem. Jika nilai B semakin kecil maka kecepatan respon sistem close loop akan meningkat [8].

Kontrol adaptif dahlin merupakan suatu metode identifikasi terpadu. Pendekatan dalam menggunakan metode ini terdiri dari dua fase yaitu fase identifikasi parameter terlebih dahulu dan setelah itu fase kontrol. Setelah setiap fase didesain dari pendekatan tersebut selesai diidentifikasi, informasi parameter yang berkaitan dapat digunakan dan diimplementasikan dalam berbagai algoritma kontrol [8].

2.4. Kontrol Buck Converter Metode Kontrol Proporsional Adaptif Dahlin



Gambar 3 Skema Kontrol Pengisian adaptif Proporsional

Skema diatas menggambarkan alur transfer daya atau energi listrik yang berasal dari sumber menuju beban. Dalam mentransfer daya tersebut dibutuhkan sebuah perangkat berupa konverter DC-DC jenis *buck converter*. Perangkat ini berfungsi agar transfer daya dari sumber ke beban maksimal, sebab jarak antara letak sumber dan beban kemungkinan besar diletakkan cukup jauh ini akan berakibat daya terdispersi akan semakin banyak dan daya yang diterima beban jauh lebih kecil dibandingkan yang dihasilkan sumber.

Buck converter ini bekerja dengan menghasilkan pulsa on-off yang lebar pulsanya dapat diatur. Pulsa berasal atau dihasilkan oleh *driver PWM (Pulse Width Modulation)*. *Driver PWM* akan merubah-ubah besar lebar pulsa on-off sesuai dengan sinyal input yang diterima yaitu sinyal output dari sistem kontrol proporsional.

Dalam sistem ini menggunakan metode Kontrol Adaptif Dahlin dan hanya menggunakan parameter kontrol Proporsional saja. Metode kontrol ini akan merubah nilai konstanta kontrol menyesuaikan dengan kondisi sistem proses dalam hal ini adakah *DC-DC Converter*, dengan meninjau input-output *DC-DC Converter* berupa parameter daya listrik. Untuk dapat menggunakan metode ini diperlukan identifikasi pendekatan orde dan sistem terlebih dahulu. Untuk sistem ini dilakukan pendekatan orde sistem satu.

2.5. Desain Buck Converter

Dalam mendesain subsistem berupa *buck converter* yang digunakan sebagai aktuator juga. Maka dilakukan terhadap perhitungan nilai induktor, nilai kapasitor, serta menentukan dioda dan mosfet yang digunakan dalam rangkaian *buck converter*. Setelah melakukan penentuan komponen-komponen yang akan digunakan dalam rangkaian maka perlu dilakukan pengujian menggunakan simulasi pada software Matlab dan langkah terakhir dalam mendesain rangkaian ini dilakukan pengujian di *project board*.

Untuk mengoptimalkan fungsi aktuator yang digunakan dalam hal ini *buck converter* maka diperlukan penentuan komponen-komponen dengan tepat. Pada sistem yang akan dirancang terdapat beban memerlukan output sebesar 3 Watt dengan tegangan sekitar 12 Volt -13 Volt. Sedangkan tegangan sumber dari panel di asumsikan sebesar 16 Volt, maka dapat ditentukan desain arus yang diinginkan adalah:

$$I_{out} = \frac{P_{beban}}{V} = \frac{3 \text{ Watt}}{12 \text{ Volt}} = 0.25 \text{ A} \quad (5)$$

Frekuensi saklar mikrokontroler yang digunakan dalam *buck converter* adalah 7.8kHz dengan demikian kita dapat menentukan nilai induktansi dan kapasitansi dari komponen induktor dan kapasitor. Dengan menentukan riak dari arus induktor sebesar 10% dari arus output [4].

$$\Delta I_L = 10\% \times I_{out} = 0.0225 \quad (6)$$

V_{out} yang ingin dicapai berkisar 12 Volt hingga 13 Volt maka diambil nilai tertinggi untuk menentukan duty ratio (D) maksimumnya [4]:

$$D = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{13}{16} = 0.8125 \quad (7)$$

Dengan mengharapkan riak tegangan output hanya sampai 1 Volt saja. maka nilai Induktor (L) dan Kapasitor (C) didapat [4]:

$$L = \frac{1}{f} \times (V_{in} - V_{out}) \times D \times \frac{1}{\Delta I_L} = 128,6 \mu\text{H} \quad (8)$$

$$C = \frac{V_{out} \times (1-D)}{8 \times L \times \Delta V_{out} \times f^2} = 40 \mu\text{F} \quad (9)$$

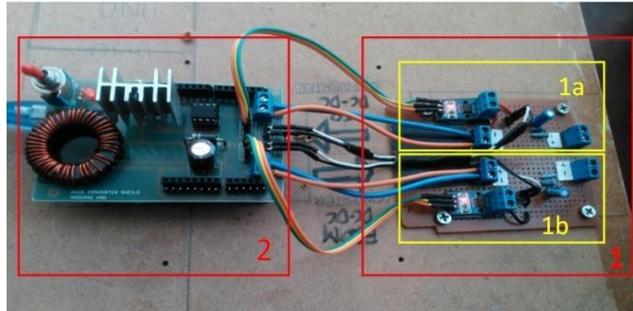
Dengan demikian nilai Induktor dan Kapasitor yang digunakan berkisar 128,6 μH dan 40 μF . Selain itu, dipakai MOSFET tipe IRLZ44 sebagai switching, Dioda 1N522 sebagai saklar sekunder dan juga menggunakan IC sebagai Driver Gate Mosfet dengan spesifikasi terdapat pada datasheet [4].

Sebelum digunakan sebagai aktuator, rangkaian *buck converter* ini akan diuji terlebih dahulu dan di bandingkan dengan beberapa komposisi nilai Induktor dan Kapasitor yang lainnya [4].

3. Pembahasan

Dalam perancangan sistem *charge controller* dengan menggunakan metode kontrol adaptif Dahlin terdapat dua subsistem utama yaitu rangkaian *buck converter* sebagai aktuator dan menggunakan rangkaian sensor daya yang di tempatkan pada input *buck converter* dan output *buck converter*. *Charge controller* ini menggunakan mikrokontroler dengan tipe ATmega328P yang berfungsi sebagai otak dari sistem. Pada mikrokontroler tersebut ditanam algoritma kontrol adaptif Dahlin yang bekerja memberi sinyal pada aktuator untuk merespon keadaan yang diterima oleh sensor.

Sistem ini didesain sedemikian rupa untuk mentransfer daya ke beban (perangkat elektronik) yang memiliki tahanan transfer daya maksimal 3 Watt bersifat resistif, dengan demikian daya yang ditransfer sesuai dengan ketentuan dari beban yang dipakai sehingga dapat menjaga *life-time* dari beban dan dapat menjaga daya yang ditranfer tidak melebihi daya yang diperlukan sehingga tidak terjadi daya disipasi dari beban (perangkat).



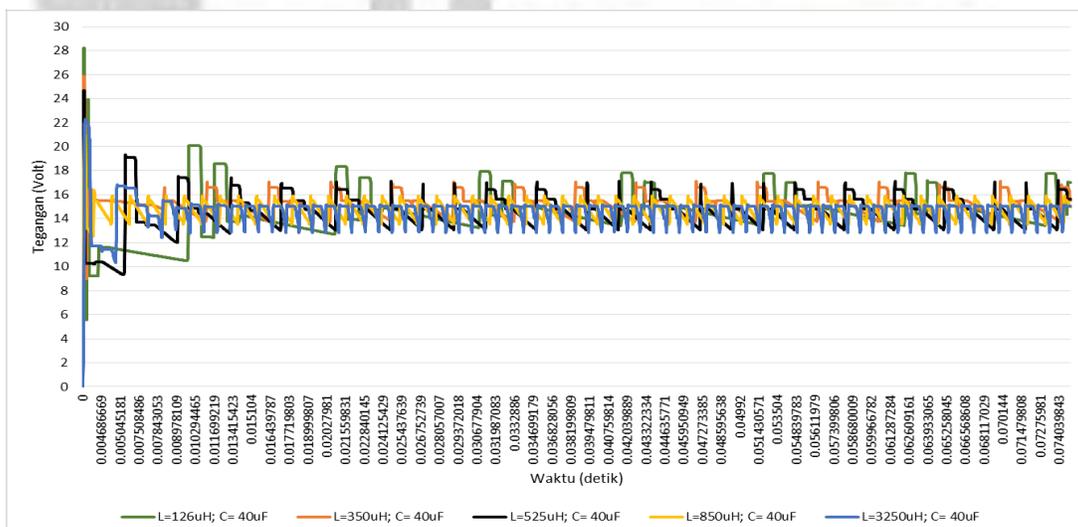
Gambar 4. Sistem Buck Converter

Dalam gambar diatas terlihat antara *board* mikrokontroler dengan *buck converter* (yang ditunjukkan pada kotak berangka dua), pada bagian ini mikrokontroler terletak di bawa rangkaian *buck converter* dan sensor daya input-daya output (yang ditunjukkan pada kotak berangka satu, angka 1a menunjukkan sensor daya input dan angka 1b menunjukkan sensor daya output) terpisah, hal ini didesain untuk menjaga medan magnet yang dihasilkan oleh induktor agar tidak mengganggu sensor arus yang sensitif terhadap perubahan medan magnet disekitarnya.

3.1. Pengujian *Buck Converter* Pada *Software Matlab*

Pada pengujian ini digunakan beberapa komposisi pada rangkaian *buck converter* dengan memvariasikan nilai dari komponen induktor, kapasitor dan resistansi beban, untuk melihat kondisi transien dan kondisi tunak pada tegangan outputnya. Pada pengujian ini digunakan tegangan input 16 Volt dan frekuensi pensaklaran 7,8 kHz dengan duty ratio 80%.

3.3.1. Variasi Induktor

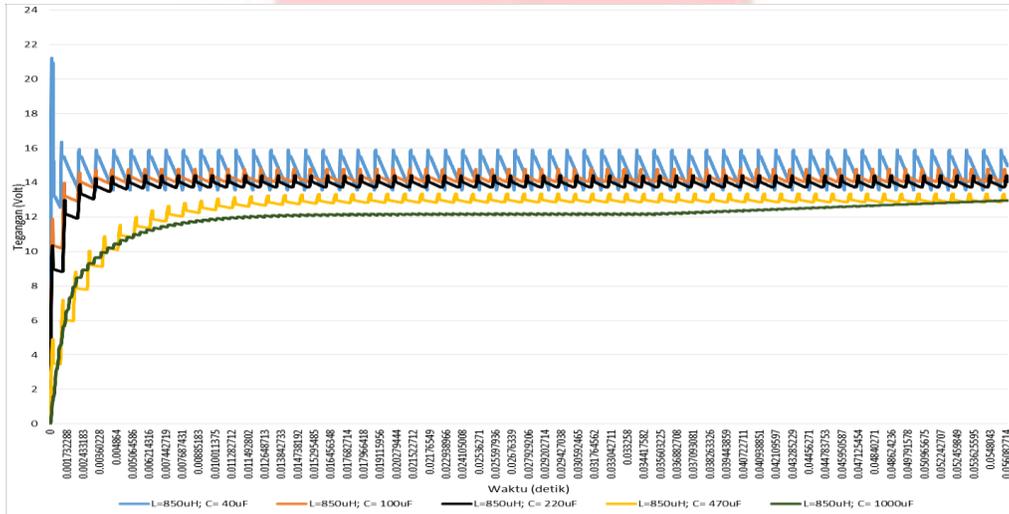


Gambar 5. Perbandingan Respon Tegangan Output dari *Buck Converter* dengan Variasi nilai Induktor

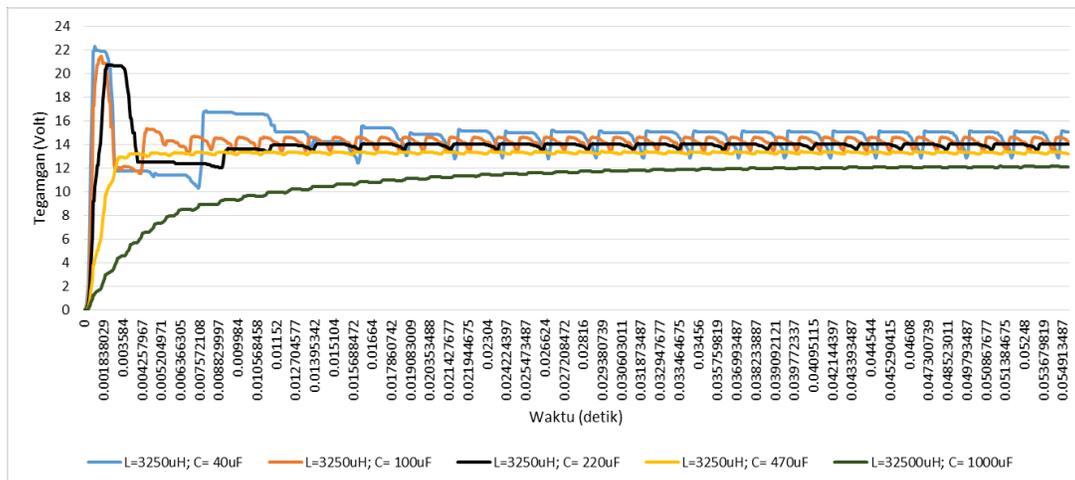
Dalam percobaan variasi pertama dilakukan dengan menggunakan kapasitor yang sama dengan menggunakan lima variasi induktor. Dapat dilihat dari gambar di atas bahwa memiliki perbedaan nilai tegangan output sesuai dengan perhitungan matematis pada persamaan (1) yaitu 12,8 Volt, akan tetapi fluktuasi terjadi lebih sedikit pada variasi induktor di sekitar 0,85 mH dan 3,25 mH. Sedangkan pada variasi kapasitor dan induktor yang sesuai dengan persamaan (22) dan (23) memiliki fluktuasi yang sangat tinggi. Oleh karena itu, variasi induktor 0,85 mH dan 3,25 mH akan digunakan pada pengujian variasi kapasitor.

3.3.2 Variasi Kapasitor

Pada pengujian ini digunakan variasi nilai dua induktor yaitu 0,85 mH dan 3,25 mH, sebab pada percobaan sebelumnya memiliki fluktuasi yang tidak jauh berbeda dan memiliki perbedaan dengan nilai perhitungan matematis (1) yang tidak terlalu jauh dibandingkan dengan variasi induktor yang lain.



Gambar 6. Perbandingan Respon Tegangan Output dari *Buck Converter* dengan Variasi Nilai Kapasitor dengan Nilai Induktor 0.85 mH



Gambar 7. Perbandingan Respon Tegangan Output dari *Buck Converter* dengan Variasi Nilai Kapasitor dengan Nilai Induktor 3.25 mH

Dapat dilihat pada grafik diatas di uji beberapa variasi kapasitor. Jika dilihat maka didapatkan bahwa dengan menggunakan nilai kapasitor yang lebih besar maka fluktuasi yang terjadi akan lebih kecil. Akan tetapi, dengan menggunakan kapasitor yang lebih besar maka respon akan lebih lama mencapai nilai tunaknya. Oleh karena itu, pada percobaan ini diambil kapasitor 470 μ F sebab fluktuasi yang terjadi kecil dibandingkan dengan variasi

kapasitor yang bernilai lebih kecil dan respon lebih cepat dibandingkan dengan kapasitor yang bernilai lebih besar. Dengan demikian akan diuji pada project board *buck converter* dengan variasi 0.85 mH dengan 470 μ F dan 3.25 mH dengan 470 μ F.

3.2. Pengujian Buck Converter Pada Project Board

Pada pengujian ini, digunakan variasi nilai kapasitor dan induktor pada *buck converter* yang telah ditentukan pada percobaan simulasi di dalam Matlab, yaitu variasi 0.85 mH dengan 470 μ F dan 3.25 mH dengan 470 μ F.

Tabel 1 Pengujian Buck Converter dalam Project Board

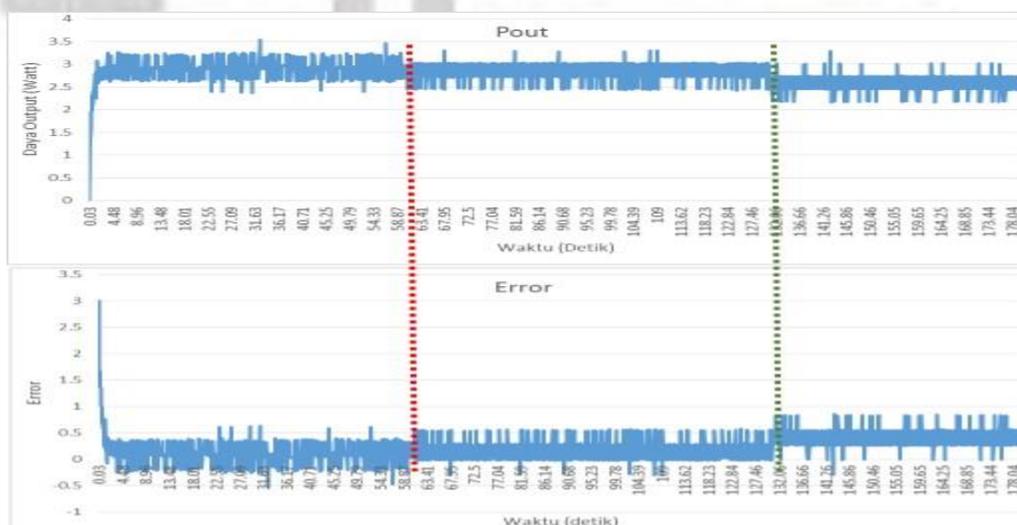
Nilai Tegangan Input	L= 3.28mH, C= 470 μ F, R_L = 47 Ohm	L= 0.8mH, C= 470 μ F, R_L = 47 Ohm
	Error Terhadap Perhitung Matematis	
15 Volt	18.03%	21.81%
17 Volt	19.36%	16.19%
20 Volt	23.13%	14.52%
Rata-Rata Error	20.17%	17.50%

Tabel 4.1. menampilkan error dari kedua variasi dari induktor dan sepuluh variasi nilai *duty ratio* dan juga diuji pada tiga variasi nilai tegangan input, lalu setiap hasil dibandingkan dengan hasil perhitungan matematisnya dan dilihat persentase errornya. Setelah itu error nilai dari setiap variasi *duty ratio* yang di uji dalam tiga variasi input dirata-ratakan. Dan selanjutnya rata-rata error dari sepuluh *duty ratio* akan dirata-ratakan.

Dari data hasil pengujian yang ditampilkan Tabel 4.1., maka digunakan variasi induktor yang digunakan berada pada nilai 0.8 mH dan kapasitor pada nilai 470 μ F karena memiliki rata-rata error yang yang lebih kecil.

3.3. Buck Converter dengan Kontrol Proporsional Konvensional

Sistem *charge controller* yang sudah dirancang akan dipekerjakan dengan dengan selama tiga menit dengan tegangan input dari *power supply* sebesar 16 Volt dan beban yang dipakai bernilai 47 Ohm. Pada bagian ini dilakukan tiga perubahan tujuan daya yang ingin dicapai (*setpoint*) 3 Watt, dalam penggunaan kontrol proporsional konvensional sebagai pengontrol *buck converter* tanpa diberi gangguan medan magnet, pada bagian ini ditampilkan grafik daya output dan *duty ratio*. Dengan menggunakan konstanta pengendali proporsional (KP) yang sama dengan yang didapat dari rata-rata konstanta proporsional setelah 30 menit berjalan pada percobaan *buck converter* dengan kontrol adaptif Dahlin proporsional tanpa diberi gangguan medan magnet.



Gambar 8. Sinyal Respon Daya Output dan Error dari Sistem *Buck Converter* Kontrol Adaptif Proporsional dengan Gangguan Medan Magnet

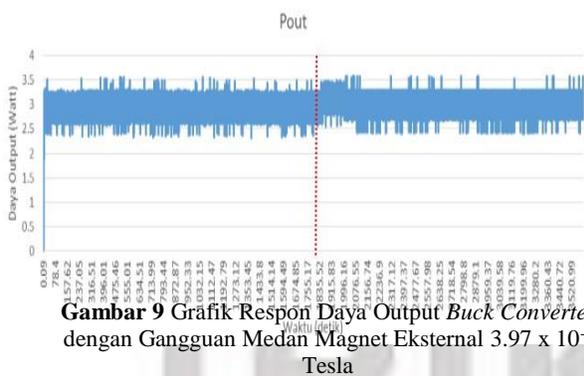
Gambar di atas merupakan grafik dari respon sistem dan error yang terjadi pada sistem dengan tujuan daya yang ingin dicapai (*setpoint*) adalah 3 Watt dengan konstanta proporsional (KP) sebesar 8.15 yang diambil dari rata-rata KP setelah sistem bekerja 30 menit sampai 60 menit (dari detik ke 1800 sampai 3600) yang didapat dari percobaan sistem *buck converter* dengan kontrol adaptif proporsional Dahlin tanpa gangguan. Pada gambar terlihat grafik dibatasi oleh garis titik-titik merah, yang digunakan sebagai batas dari sistem yang dari awalnya tidak diganggu dengan medan magnet, didapat daya rata-rata yang dapat dicapai sebesar 2.90 Watt dan error rata-ratanya adalah sebesar 3.33 % .

Selanjutnya setelah melewati 60 detik atau setelah garis titik-titik warna merah sampai detik ke 120 atau sampai batas garis titik-titik berwarna hijau maka sistem akan diberi gangguan medan magnet dari kumparan yang memiliki 750 lilitan diberi tegangan listrik 3 Volt dengan hambatan kumparan sebesar 42.8 Ohm maka didapat arus pada kumparan sebesar 0.07 Ampere, maka dari persamaan (10) didapat medan magnet yang mengganggu sistem *buck converter* sebesar 3.97×10^{-5} Tesla. Dari gangguan tersebut hasil respon menjauhi dari *setpoint* 3 Watt, rata-rata daya output didapat 2.80 Watt dengan rata-rata error 6.67 %.

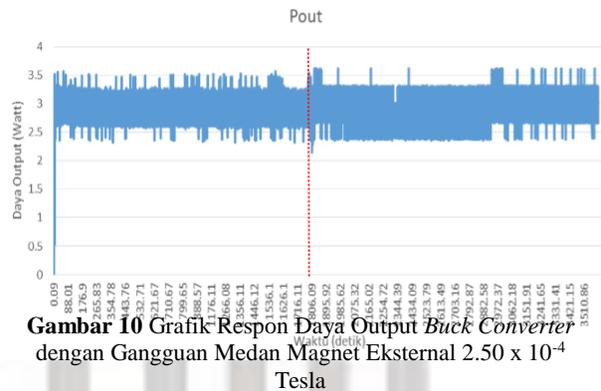
Gangguan kedua, setelah melewati 120 detik atau setelah garis titik-titik warna hijau sampai detik ke 180 maka sistem akan diberi gangguan medan magnet dari kumparan yang diberi tegangan listrik 9 Volt dengan hambatan kumparan sebesar 42.8 Ohm maka didapat arus pada kumparan sebesar 0.22 Ampere, maka dari persamaan (10) didapat medan magnet yang mengganggu sistem *buck converter* sebesar 2.50×10^{-4} Tesla. Dari gangguan tersebut hasil respon menjauhi dari *setpoint* 3 Watt, rata-rata daya output didapat 2.59 Watt dengan rata-rata error 13.67 % . Dalam penggunaan kontrol tersebut *rise time* dicapai pada 0.57 detik dan *settling time* sebesar 2.15 detik.

3.4. Buck Converter Dengan Kontrol Adaptif Dahlin Proporsional

Bagaian ini akan menampilkan grafik yang menerangkan kerja kontrol adaptif Dahlin proporsional pada *buck converter*. Pengujian ini dilakukan selama satu jam dan pada 30 menit kedua diberi gangguan berupa medan magnet eksternal dengan dua variasi nilai medan magnet yang berbeda yaitu 3.97×10^{-5} Tesla dan 2.50×10^{-4} Tesla yang berasal dari kumparan yang dialiri listrik dengan jarak tertentu dengan induktor yang dimiliki *buck converter*, seperti yang dilakukan ketika menggunakan kontrol proporsional konvensional



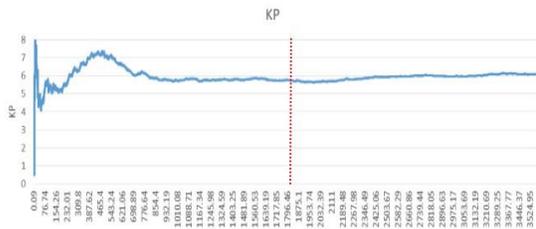
Gambar 9 Grafik Respon Daya Output *Buck Converter* dengan Gangguan Medan Magnet Eksternal 3.97×10^{-5} Tesla



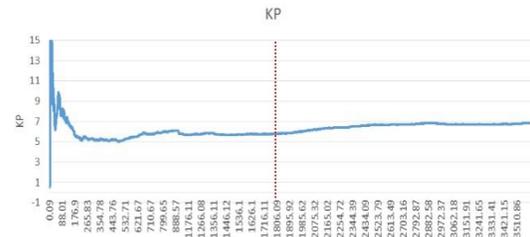
Gambar 10 Grafik Respon Daya Output *Buck Converter* dengan Gangguan Medan Magnet Eksternal 2.50×10^{-4} Tesla

Pada Gambar 9 dan Gambar 10 memperlihatkan respon daya output dari *buck converter* untuk mengejar *setpoint* daya yang dibutuhkan beban. Garis titik-titik berwarna merah menandakan batas dimana gangguan medan magnet eksternal diberikan yaitu setelah melewati menit ke- 30 dan berakhir pada menit ke 60. Dari respon yang dijelaskan pada gambar di atas bahwa daya output rata-rata dari waktu *setpoint*nya sampai pada batas merah untuk masing-masing gambar, Gambar 9 yaitu 2.92 Watt dan Gambar 10 yaitu 2.91 Watt. Selanjutnya, setelah diberikan gangguan medan magnet Gambar 8 dengan gangguan 3.97×10^{-5} Tesla memiliki rata-rata daya output 2.97 Watt dan Gambar 9 dengan gangguan 2.50×10^{-4} Tesla memiliki rata-rata daya output 2.91 Watt.

Maka rata-rata error yang dialami oleh sistem sebelum diganggu medan magnet pada Gambar 9 adalah 2.6 % dan setelah diberi gangguan medan magnet 1 %. Untuk percobaan dengan gangguan medan magnet sebesar 2.50×10^{-4} Tesla yang ditunjukkan pada Gambar 10, rata-rata error yang terjadi sebelum diberi gangguan 3 % dan sesudah diberi gangguan adalah 3 %.



Gambar 11 Grafik Perubahan Konstanta Proporsional *Buck Converter* dengan Gangguan Medan Magnet Eksternal 3.97×10^{-5} Tesla



Gambar 12 Grafik Perubahan Konstanta Proporsional *Buck Converter* dengan Gangguan Medan Magnet Eksternal 2.50×10^{-4} Tesla

Dua gambar grafik di atas yaitu Gambar 11 dan Gambar 12, menunjukkan perubahan yang terjadi pada KP secara otomatis sesuai yang di butuhkan sistem saat itu. Diawal sistem memulai bekerja KP diberikan sebesar 0.5 sebagai pemicu dan kedua gambar diatas juga menjelaskan bahwa pada awal sistem buck converter yang menggunakan kontrol adaptif proporsional Dahlin maka akan terjadi fluktuasi perubahan KP yang cukup tinggi, hal ini diterjadi karena sedang terjadi pemahaman (learning) tentang keadaan sistem. Akan tetapi, setelah sistem berjalan beberapa saat maka nilai KP yang diberikan sebagai pengontrolan akan relatif stabil. Pada Gambar 11 dan Gambar 12 terdapat garis titik-titik berwarna merah yang menunjukkan titik dimana dimulainya gangguan medan magnet eksternal pada sistem yang dirancang.

Setelah diberikan gangguan berupa medan magnet eksternal maka terjadi perubahan nilai KP yang relatif meningkat. Ini dikarenakan terjadi perubahan keadaan sistem yang diakibatkan gangguan dan kontrol adaptif proporsional Dahlin merespon perubahan tersebut dengan beberapa meningkatkan nilai KP agar tujuan daya output yang inginkan tetap terpenuhi. Pada Gambar 11 nilai KP tepat saat awal diberi gangguan yaitu adalah 5.74 dan sesaat sistem berhenti nilai KP adalah 6.81. Dari Gambar 12 nilai KP tepat saat di beri gangguan yaitu adalah 5.8 dan sesaat sistem berhenti nilai KP adalah 6.12.

Perubahan nilai KP yang terjadi disebabkan karena adanya pemahaman atau perubahan keadaan sistem yang direpresentasikan dalam parameter Dahlin yaitu a_1 , a_2 , dan b_1 . Dengan menggunakan ketiga parameter ini maka akan didapat KP yang diperlukan sistem sesuai dengan persamaan (8). Dari dua kali pengujian ini didapat karakteristik respon yaitu *rise time* dapat dicapai dalam 4.59 detik dan *settling time* dapat dicapai dalam 7.04 detik. Dan pengujian yang kedua didapat *rise time* dapat dicapai dalam 5.73 detik dan *settling time* dapat dicapai dalam 6.74 detik.

4. Kesimpulan

Gangguan medan magnet kepada *buck converter* dapat merubah keadaan respon tunak daya output. Dalam penggunaan kontrol proporsional pada *buck converter*, daya *setpoint* dapat dicapai pada 2.15 detik dan *rise time* dicapai pada 0.88 detik. Dengan rata-rata error sebelum diberi gangguan 3.33%, ketika diberi gangguan medan magnet 3.97×10^{-5} Tesla rata-rata error 6.66%, dan ketika diberi gangguan medan magnet 2.50×10^{-4} error yang didapat 13.66%.

Dengan penggunaan kontrol adaptif proporsional Dahlin pada *buck converter*, daya *setpoint* dapat dicapai atau *settlingtime*-nya adalah 4.59 detik sampai 5.73 detik dan *rise time* dicapai 1.95 detik sampai 2.78 detik. Dengan error rata-rata yang sebelum sistem diganggu 2.66%, ketika sistem diberi gangguan 3.97×10^{-5} Tesla rata-rata error yang didapat 1%, ketika sistem diberi gangguan 2.50×10^{-4} Tesla rata-rata error yang didapat 3.33%. Penggunaan kontrol adaptif proporsional Dahlin dapat mempertahankan kondisi tunaknya, walaupun diberi gangguan berupa medan magnet eksternal. Dengan cara meningkatkan nilai KP sesuai dengan keadaan sistem yang diterjemahkan dalam parameter Dahlin yaitu a_1 , a_2 , dan b_1 .

Daftar Pustaka:

- [1]. Abolhosseini, S., Heshmati, A., Altmann, J. (2014). A Review of Renewable Energy Supply and Energy Efficiency Technologies. IZA Discussion Paper No. 8145.

- [2]. Weaver, C. S. (1985). Understanding Micro-Hydroelectric Generation. Volunteers in Technical Assistance (VITA) 1815 North Lynn Street, Suite 200 Arlington, Virginia 22209 USA.
- [3]. Sugiyono, Agus. (2009). Pemberdayaan Masyarakat dalam Mengelola Potensi Sumber Daya Air melalui Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mini/Mikro Hidro. JESP, Vol. 1, No. 3, 2009.
- [4]. Hart, D. W. (2011). Power Electronics. McGraw-Hill, a business unit of The McGraw-Hill Companies, Inc., 1221 Avenue of the Americas, New York, NY 10020.
- [5]. Kazimierczuk, M.K. (2008). Pulse-width Modulated DC-DC Power Converters. United Kingdom: 2008 John Wiley & Sons, Ltd.
- [6]. Mehas, G. J., Coonley, K. D., Sullivan, C. R. (1999). Design of Microfabricated Inductors for Microprocessor Power Delivery. IEEE Applied Power Electronics Conference, Mar. 1999, pp. 1181-1187.
- [7]. Thide, B. (2004). Electromagnetic Field Theory. Upsilon Books, Communa AB, Uppsala, Sweden.
- [8]. Bobal, V., Bohm, J., Fessler, J., dan Machacek, J. (2005). Digital Self-Tuning Controllers. London: Springer-Verlag.
- [9]. Alexander, C. K., Sadiku, M. N. O. (2009). Fundamentals of Electric Circuits. The McGraw-Hill Companies, Inc., 1221 Avenue of the Americas, New York, NY 10020.
- [10]. Haroen, Yanuarsyah. 2011. "Elektronika Daya". Hak Cipta Penerbit ITB, Bandung.
- [11]. Patel, M.A. Patel, Patel, A.R., Vyas, D.R., and Patel, K.M. Patel. (2009). Use of PWM Techniques for Power Quality Improvement. Patel, M.A. Patel, Patel, A.R., Vyas, D.R., and Patel, K.M. Patel. International Journal of Recent Trends in Engineering, Vol. 1, No. 4.
- [12]. Nise, N.S. (2011). Control System Engineering. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.