PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

FORUM PENDIDIKAN TINGGI TEKNIK ELEKTRO (FORTEI) 2015

"PERAN PENDIDIKAN TINGGI TEKNIK ELEKTRO DALAM MEWUJUDKAN KETAHANAN DAN KEBERLANJUTAN ENERGI NASIONAL"

ISBN: 9786028355421

DEWAN PENYUNTING:
Rudi Kurnianto
Bomo W. Sanjaya
Seno D. Panjaitan
Herry Sujaini

DESAIN SAMPUL: Arif B. P. Negara

© 2015 Universitas Tanjungpura
Hak cipta dilindungi Undang-undang.

Diterbitkan oleh:
Badan Penerbit Universitas Tanjungpura (UNTAN Press)
Jl. A. Yani Pontianak 78124, INDONESIA
Telp : (0561) 743465 Fax : (0561) 766840
Email: seminar@fortei2015.untan.ac.id
Website: http://fortei2015.untan.ac.id/

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur marilah selalu kita panjatkan kehadirat Allah Swt. karena atas rahmat dan karunia Nya acara Seminar Nasional dalam rangka Temu Nasional ke 9 Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro (FORTEI) 2015 dapat terselanggara dengan baik.

Kami mengucapkan selamat datang dan selamat mengikuti Seminar FORTEI 2015 yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura dan FORTEI di Pontianak tanggal 11November 2015.

Seminar FORTEI 2015 ini dimaksudkan sebagai forum bagi para pendidik, peneliti, akademisi, dan praktisi untuk mempresentasikan hasil penelitian mereka serta platform untuk membangun atau mengembangkan hubungan kerjasama antara peserta.

Ruang lingkup seminar ini mencakup bidang-bidang : Smart Grid, Optimasi Energi, Managemen Enegi, Teknologi Konversi Energi, Distribusi Energi, Sistem Kendali, Energi baru dan terbarukan, building/home automation, Teknologi Informasi, Teknik Tenaga Listrik, Teknik Tegangan Tinggi, Telekomunikasi, Aplikasi Sistem Energi, Efisiensi Energi, Sistem Instrumentasi & Optimasi, Teknik Komputer, Sistem Cerdas & Kecerdasan Buatan, dan bidang elektro/Informatika/industri terkait lainnya.

Seminar ini diikuti oleh 38 pemakalah dari institusi yang memiliki Jurusan/Program Studi Teknik Elektro di seluruh Indonesia. Proses review dilakukan oleh reviewer dari Institut Teknologi Bandung, Universitas Indonesia, Universitas Jember, Universitas Telkom, Universitas Pasundan, dan Universias Tanjungpura untuk memastikan kualitas makalah.

Atas terselenggaranya seminar ini, kami sampaikan terima kasih kepada Walikota Pontianak beserta jajarannya, Rektor UNTAN beserta jajarannya, Pimpinan PT. PLN (Persero) WKB beserta jajarannya, Dewan Energi Nasional beserta jajarannya, Ketua FORTEI beserta jajarannya, pemakalah, moderator, peserta dan undangan serta panitia, atas dukungannya.

Semoga seminar yang terselenggara ini dapat memberikan manfaat yang berkesinambungan bagi perkembangan FORTEI ke depan, dan semoga anda menikmati kunjungan ini dan mempunyai pengalaman yang tak terlupakan di Bumi Khatulistiwa ini.

Pontianak, 11 November 2015
Atas Nama Panitia Pelaksana FORTEI 2015
Ketua,

Dr. Ir. H. M. Iqbal Arsyad, MT.

Panitia Temu Nasional ke 9
FORTEI2015

Pelindung :
Prof. Dr. H. Thamrin Usman, DEA (Rektor UNTAN)

Penanggung Jawab :
Dr.rer.nat.Ir. R.M Rustamaji, MT (Dekan Fakultas Teknik UNTAN)
Ir. Junaidi, M.Sc (Steering Commite)

Ketua :
Dr. Ir. H. M. Iqbal Arsyad, MT

Wakil Ketua :
Dr. Eng. H. Rudi Kurnianto, ST., MT

Bendahara :
F. Trias Pontia W, ST., MT

Sekretaris :
Ir. Danial, MT

Seksi Kesekretariatan :
Ayong Hiendro, ST., MT
Mayani
Sayed Zakiyul Fuad, SH
Apriani, SE

Seksi Seminar
Dr. Ing. Seno D. Panjaitan, ST., MT
Dr. Bomo Sanjaya, ST., MT
Dr. Redi Ratiandi Yacoub, ST., MT
Dr. Arif B. Putra Negara, ST., MT
Dr. Purwoharjono
Anggar Kesuma, ST

Seksi Acara :
Neilcy T. Mooniarsih, ST., MT
Rosnita, ST
Endah Priyanti, S.Hut
H. Ishak, SE

Seksi Transportasi, Akomodasi dan Field Trip :
Dr. H. Usman A. Ghani, ST., MT
H. Fitri Imansyah, ST., MT
Ir. Yohanes M. Simanjuntak, MT

Seksi Workshop dan Pameran :
Managam Rajagukguk, ST., MT (Koordinator)
Ir. Bonar Sirait, M.Sc (Wk. Koordinator)
Dr. Eng. Ferry Hadary, ST., M.Eng
Yandri, ST., MT
Ka. Prodi Teknik Informatika
Ka. Prodi Teknik Industri
Ka. Prodi Teknik Mesin
Ka. Prodi Teknik Kimia
Himpunan Mahasiswa Elektro

Seksi Perlengkapan :
Drs. Ade Elbani, MT
Ade Aos Ruspendi, S.Sos
Dedy Noverdy, ST

Seksi Konsumsi :
Widarsih
Fika Susilawati, ST
Yulianti, SP

Seksi Informasi dan Dokumentasi :
Dr. Herry Sujaini, ST., MT
M. Azhar Irwansyah, ST., M.Eng

DAFTAR ISI

Kata Pengantar		iii
Panitia Temu Nasional Ke 9 Fortei		iv
Daftar isi		v

Id. makalah	Judul	Penulis	Hal.
Fortei-2015-9114	Analysis of Universal Mobile Telecommunications Service (UMTS) Planning Using High Altitude Platform Station (HAPS)	Yosika Dian, Uke Usman, Yuiyun Siti Rohmah	1
Fortei-2015-9115	Analisis Penentuan Frekuensi Kerja Propagasi NVIS Komunikasi Radio HF Riau-Bukit Tinggi	Sutoyo	6
Fortei-2015-9116	Watermarking Citra Motif Timor dengan Metode Discrete Cosinus Transform (DCT)	Silvester Tena, Thysan Yoesph	13
Fortei-2015-9119	Mikrohidro Sebagai Energi Alternatif	Nina Paramytha Indrayuni Sudibyo, Ali Kasim	18
Fortei-2015-9120	Analisa Pengujian Lampu LED dengan Menggunakan Metode Penuaan dan Metode Pemeliharaan Lumen	Vica Avianto Artha Dina, Muhammad Khosyi'In, Agus Adhi Nugroho	23
Fortei-2015-9121	Pengotoran Permukaan Solar Sell Tipe Polycrystaline Mempengaruhi Tegangan Keluaran	Ahmad Ridho'i	29
Fortei-2015-9122	Simulator Penjumlahan dan Pengurangan Bilangan Biner Dalam Sistem Komplemen-2	Bunyamin, Wa Ode Zulkaida, Gamal A. N.	36
Fortei-2015-9126	Rancang Bangun Sistem Solar Tracker Untuk Mendapatkan Energi Maksimal Pada Panel Surya Menggunakan Mikrokontroller ATmega 8535	Hendri, Irma Husnaini, Diana Yunisari	42
Fortei-2015-9127	Perancangan SCADA pada Mini Plant Proses Pengendalian Level	lkwi Adriansyah, Dwi Mahadiyan W.H.	47
Fortei-2015-9128	Disain Prototype Pick and Place dengan Sistem Pneumatik Menggunakan Kontrol PLC Omron Tipe CP1E	Aswardi Mawardi, Ali Basrah Pulungan, Kurniadi Lisman	52
Fortei-2015-9130	Analisis Riak Keluaran Buck Converter	Asnil	58
Fortei-2015-9132	Smart Home Systems dengan Antarmuka Web dan Terintegrasi Jejaring Sosial	Kurnia Aryansyah, Hasmina Tari Mokui, Siti Nawal Jaya	63
Fortei-2015-9133	Implementasi Modul Trainer Digital Berbasis Field Programmable Gate Array	Eko Mardianto	68

Fortei-2015-9134	Pengaruh Cuaca Pada Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Dengan Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik Pada Sistem Kelistrikan Kota Kendari	Wa Ode Siti Nur Alam, Mustarum Musaruddin, Sahabuddin Hay	74
Fortei-2015-9137	Perancangan Prototype Sistem Monitoring Gempa Menggunakan Sensor Inertial Measurement Unit (IMU) Dan Pemanfaatan Metode Frequency Shift Keying (FSK) Melalui Frekuensi Handy Talky (HT)	Kevan Dharma, Hendrick, Ratna Aisuwarya	80
Fortei-2015-9138	Mengukur Tingkat Stres Pada Manusia Menggunakan Galvanic Skin Response (GSR), Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan	Desta Yolanda, Anton Hidayat, Ratna Aisuwarya	86
Fortei-2015-9139	Analisis Penggunaan Algoritma *Extended Word Similarity Based Clustering* pada Mesin Penerjemah Bahasa Indonesia-Inggris	Herry Sujaini, Arif Bijaksana P N	92
Fortei-2015-9140	Perancangan Antena Mikrostrip Multiband Hairpin untuk Komunikasi Nirkabel	Teguh Firmansyah, Didik Aribowo, Feti Fatonah	98
Fortei-2015-9141	Penerapan Silo Pilot FMM 760 Sebagai Alat Pengukur Ketinggian Pada Silo Semen di Plant 6 PT Indocement Tunggal prakarsa, tbk	Deni Hendarto, Widodo	103
Fortei-2015-9142	Video Streaming dengan Kompresi Adaptif Berdasarkan Kendali Kongesti Proporsional Integral	Pranoto Hidaya Rusmin, Adrianto	108
Fortei-2015-9143	Pemodelan dan Simulasi Sel Fotovoltaik Berbasis Rangkaian Listrik	Kho Hie Khwee, Ayong Hiendro, Junaidi	114
Fortei-2015-9144	Zat Warna Alam Kayu Tingi (Ceriops tagal) sebagai Sensitizer Cahaya pada Sel Surya Fotoelektrokimia	Syahrul Khairi, Ari Yustisia Akbar, Zaky Alfatony	120
Fortei-2015-9145	Penentuan Pasal Tindak Pidana Narkotika Menggunakan *Case-Based Reasoning*Berbasis Web	Tursina, Yulianti, Giovani Veraninsky	126
Fortei-2015-9146	Prototype Software Pendidikan Berbasis Web Berintikan Materi Pelajaran Matematika Kelas X Semester Satu Berfasilitas Bank Soal dan Kunci Jawaban	Samuel Jie, Gamal Abdel Nasser Masikki, Wa Ode Zulkaida	132
Fortei-2015-9147	Pengukuran Kinerja Jaringan Nirkabel Berbasis Zigbee	Helmy Fitriawan, Ahmad Surya Arifin, Dany Mausa, Agus Trisanto	138
Fortei-2015-9148	Rancang Bangun Modul Pengering Ikan Menggunakan Kendali Mikrokontroller Berbasis Teknologi Sel Surya	Irnanda Priyadi, Reza Satria Rinaldi, Afdhal Kurniawan	144
Fortei-2015-9149	Penguatan Akreditasi Melalui Optimasi Sistem Informasi Eksisting Dengan Integrasi Modul Web Untuk Memenuhi Kebutuhan Spesifik Program Studi	Amirudin Y. Dako, Rahmat Deddy Rianto Dako, Jumiati Ilham	150

Fortei-2015-9150	Penerapan Logika Fuzzy pada Sistem Penanganan Dini Kebocoran LPG dengan Antarmuka Web dan SMS *Gateway*	Andi Iswahyuningsih, Kurnia Aryansyah, Isnawaty	161
Fortei-2015-9151	Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Pasca Gempa Bumi 30-9-2009 di Kabupaten Solok Selatan Provinsi Sumatera Barat	Aslimeri Aslimeri, Oriza Candra, Hasan Maksum	167
Fortei-2015-9152	Estimasi Kanal OFDM Ranah Frekuensi Pada Sistem DVB-T Mode-2K	Hasbi Nur Prasetyo Wisudawan	174
Fortei-2015-9158	Penerapan Teknologi Sistem Transportasi Cerdas Untuk Peningkatan Efisiensi dan Keselamatan Berkendara di Jalan Raya	Ibrahim Abduh, Muh. Ahyar, Lidemar Halide	179
Fortei-2015-9163	Analisis Peramalan Kebutuhan Energi Kab. Kampar, Provinsi Riau	Zulfatri Aini	185
Fortei-2015-9169	Pendeteksi Dini Kebakaran Berbantukan AVR ATMEGA 16	Ali Basrah Pulungan, Aswardi Mawardi, Husni	198
Fortei-2015-9171	Identifikasi dan Penghitungan Surat Suara Menggunakan Perbandingan Citra	Satriyo, Agus Riyanto	203
Fortei-2015-9175	Simulasi MISO DC-DC Converter untuk Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan	Mohammad Taufik	207
Fortei-2015-9176	Perancangan Alat Akuisisi Data Konsumsi Listrik pada Rumah Tangga	Anggoro Suryo Pramudyo, Bobby Kurniawan, Didik Aribowo	210
Fortei-2015-9177	Kendali H_∞Umpan Balik Keluaran Fuzzy Polinomial Dengan Pendekatan Sum of Squares (SOS)	Bomo W. S, Bambang Riyanto T., Arief Syaichu-Rohman, Hilwadi H.	215
Fortei-2015-9178	Inisialisasi Kelas Kata Tertutup untuk Meningkatkan Kualitas Mesin Penerjemah Statistik (Studi Kasus Bahasa Indonesia-Melayu Pontianak)	Arif Bijaksana P N, Herry Sujaini, Yusholva	223

Analisis Riak Keluaran Buck Converter

Asnil[#1], Irma Husnaini[#2]
[#]*Teknik Elektro Universitas Negeri Padang*
Jl. Prof. Dr. Hamka. Air Tawar Padang, Sumatera Barat-Indonesia
[1]asnil81@gmail.com
[2]irma_hnni@yahoo.com

Abstrak; Riak pada tegangan keluaran *buck converter* sangat mempengaruhi kenerja dari *buck converter.* Tulisan ini membandingkan simulasi yang dianggap ideal dengan dua metode yakni metode domain frekuensi dan *small-ripple approximation* untuk mendapatkan keakurasian nilai riak tegangan keluaran dari *buck converter..* Hasil analisis terhadap nilai riak tegangan keluaran *buck converter* menggunakan metode domain frekuensi diperoleh sebesar 5,181mV dan metode *small-ripple approximation* 5,319 mV sedangkan hasil simulasi yang dianggap ideal sebesar 5,098 mV. Dari kedua metode yang digunakan, maka hasil analisis domain frekuensi lebih mendekati hasil simulasi yang dianggap ideal.

Keywords; Buck converter, riak keluaran, filter LC, domain frekuensi, *small-ripple approximation*

I. PENDAHULUAN

Buck converter dipakai pada banyak aplikasi di industri, seperti baterai, sel surya dan dalam aplikasi *low power* seperti LED, lampu flashers dan pada komputer [2]. Penggunaan filter LC pada sisi keluaran berguna untuk memperhalus riak sehingga bisa mendapatkan bentuk gelombang keluaran dengan amplitudo riak yang kecil [1], [3], [4]. Penggunaan *buck converter* sebagai pengkonversi tegangan searah banyak digunakan karena dilihat dari segi kesederhanaan dan dari segi pembiayaan lebih murah [1], [5].

II. ANALISIS TEORI

Analisis pada rangkaian *buck converter* diasumsikan sebagai hasil yang ideal dengan ketentuan;

1. Simulasi tidak memperhitungkan nilai ESR pada filter kapasitor.
2. Menggunakan komponen swiching ideal.

Buck converter dapat dijelaskan menggunakan diagram konseptual seperti gambar 1.(a) yang terdiri dari dua bagian, yaitu saklar *Single-Pole Double-Throw* (SPDT) dan filter ideal jenis *low pass*. Pada satu periode pensaklaran T_s, saklar SPDT pada posisi **a** berfungsi untuk T_{on} dan pada posisi **p** berfungsi untuk T_{off}. Periode T_{on} didefinisikan sebagai periode waktu *on* dan T_{off} didefinisikan sebagai periode waktu *off.* Perbandingan antara T_{on} dan T_s adalah siklus kerja atau *duty cycle* D dari saklar SPDT.

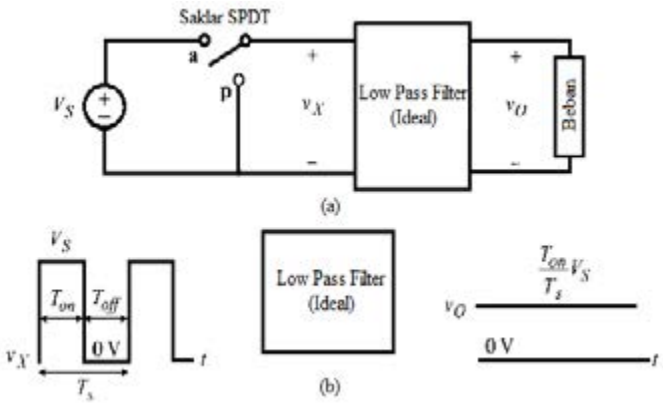
$$D = \frac{T_{on}}{T_s} \tag{1}$$

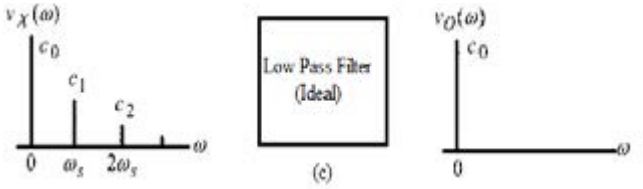
Saklar SPDT mengubah tegangan sumber V_s menjadi gelombang persegi yang kemudian diteruskan ke filter ideal jenis *low pass.* Berdasarkan konsep *fourier,* maka v_x merupakan jumlah dari komponen dc dan harmonik sinusoida [1].

$$v_x(t) = c_o + \sum_{n=1}^{\infty} c_n \sin(n\omega_s t + \theta_n) \tag{2}$$

Dimana c_o merupakan komponen dc dan $\omega_s = 2\pi/Ts$ merupakan frekuensi fundamental dari v_x. Komponen dc dari c_o merupakan nilai rata-rata dari v_x.

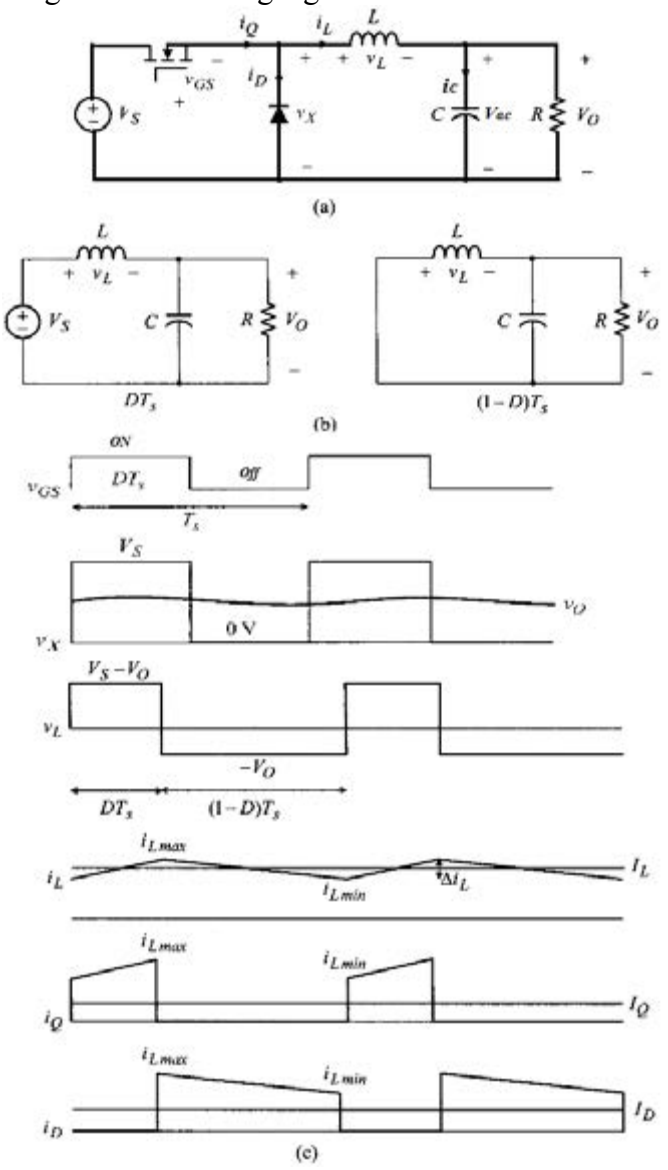
$$c_o = \bar{v}_x(t) = \frac{T_{on}}{T_s} V_s = DV_s \tag{3}$$





Gambar 1. Ideal buck converter. (a) Blok diagram. (b) domain waktu. (c) domain frekuensi

Gambar 2 memperlihatkan rangkaian *buck converter*, dimana saklar SPDT diganti dengan MOSFET dan filter ideal diganti dengan filter LC jenis *low pass*. Filter LC seperti pada gambar 2 tidak bisa menghapus semua harmonik frekuensi tinggi dan tegangan keluaran masih tetap mengandung komponen ac yang juga dikenal dengan nama riak tegangan keluaran.



Gambar 2. Analisis *steady state buck converter.* (a) *Buck converter*, (b) proses on dan off, (c) dan bentuk gelombang

Perancangan yang baik dari sebuah *buck converter* adalah untuk mendapatkan tegangan keluaran yang stabil. Ketika *buck converter* dalam keadaan stabil, arus induktor berbentuk gelombang segitiga periodik dan tegangan keluaran mendekati konstan dengan komponen riak yang kecil [1]. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk menganalisis riak keluaran dari *buck converter*. Pada penelitian ini, estimasi riak keluaran dianalisis dengan menggunakan domain frekuensi dan teknik *small-ripple approximation* dengan mengasumsikan sebuah resistif murni sebagai beban dari *buck converter*.

Analisis domain frekuensi yang digunakan untuk menentukan riak keluaran dari *buck converter* didasarkan karakteristik non ideal dari filter LC [1]. Fungsi transfer dari filter LC dengan beban resistif seperti pada persamaan (4)

$$F_f(s) = \frac{V_0(s)}{V_x(s)} = \frac{\frac{1}{sC}//R}{sL+\frac{1}{sC}//R} = \frac{1}{1+\frac{s}{Q\omega_0}+\frac{s^2}{\omega^2{}_0}} \quad (4)$$

Dimana ω_0 adalah pole frekuensi

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (5)$$

dan Q adalah *damping ratio* dari rangkaian filter

$$Q = R\sqrt{\frac{L}{C}} \quad (6)$$

Menggunakan persamaan fourier, maka output dari filter LC dapat ditentukan.

$$V_o(t) = c_o + \sum_{n=1}^{\infty} C'_n \sin(n\omega_s t + \theta'_n) \quad (7)$$

Sedangkan untuk koofisien harmonik sinusoida dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut;

$$C_n = \frac{\sqrt{2}\,V_s}{n\pi}\sqrt{1-\cos(n2\pi D)} \quad (8)$$

Dimana orde harmonik berikutnya ditentukan dengan persamaan;

$$C'_n = C_n\, 10^{\frac{-40\,Log\left(\frac{n\omega_s}{\omega_0}\right)}{20}} \quad (9)$$

Satu hal yang penting dengan menggunakan analisis domain frekuensi dimana C_n merupakan koofesien harmonik fundamental yang jauh lebih besar dari koofesien harmonik lainnya, oleh karena itu amplitudo riak keluaran adalah;

$$\Delta V_o(t) \approx 2C'_1 \quad (10)$$

Teknik analisis *small-ripple approximation* mendalilkan bahwa komponen riak yang terkandung dalam keluaran *buck converter* sangat kecil sehingga tegangan keluaran dapat dianggap sebagai dc murni [1]. Dalam prakteknya, komponen riak tegangan keluaran memang lebih kecil jika dibandingkan dengan komponen dc. Pendekatan dengan cara ini dapat dibenarkan karena komponen rangkaian yang dipilih memang untuk meminimalkan tegangan riak keluaran sehingga pendekatan ini tidak membawa kerugian yang nyata dalam keakurasian analisis. Dalam teknik *small-ripple approximation* tegangan keluaran dianggap konstan untuk waktu *on* dan *off*. Berdasarkan gambar 2 (b), tegangan induktor dapat ditentukan berdasarkan persamaan (11).

$$v_L = \begin{cases} V_s - V_o \text{ untuk waktu on} \\ -V_o \text{ untuk waktu off} \end{cases} \quad (11)$$

Menentukan nilai tegangan keluaran

$$V_o = DV_s \quad (12)$$

Sedangkan untuk menentukan nilai arus induktor yang mengalir sampai ke beban adalah

$$\bar{\imath}_L(t) = I_L = \frac{V_o}{R} \quad (13)$$

Menentukan arus induktor dan perbedaan antara maksimum dan minimum nilai arus induktor (Δi_L) dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut.

$$\Delta i_L = \frac{V_L}{L}\Delta t = \frac{V_s - V_o}{L} DT_s = \frac{V_o}{L}(1-D)T_s \quad (14)$$

$$i_{L\,max} = I_l + \frac{1}{2}\Delta i_L \quad (15)$$

$$i_{L\,min} = I_l - \frac{1}{2}\Delta i_L \quad (16)$$

Sedangkan untuk menentukan nilai riak tegangan keluaran ΔV_o atau ΔV_{ac} adalah sebagai berikut.

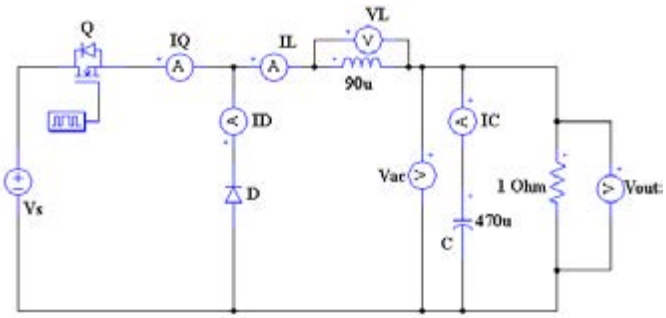
$$\Delta V_o = \Delta V_{ac} = \frac{1}{8}\frac{V_o}{LC}(1-D)T_s \quad (17)$$

Dari persamaan (17) dapat dilihat bahwa untuk mengurangi nilai riak tegangan, selain dari nilai induktansi juga dipengaruhi oleh nilai kapasitansi.

III. SIMULASI BUCK CONVERTER

Parameter yang digunakan pada rangkaian *buck converter* untuk simulasi adalah, Vin = 24 Volt, Ts = 20 μs, D = 0.25 dan beban resistor R = 1 Ohm. Sedangkan nilai induktor dan kapasitor adalah $90\mu H$ dan 470 μf.

Penelitian ini adalah membandingkan dua metode untuk melihat atau memprediksi riak keluaran dari *buck converter*. Dimana metode yang dipakai adalah pendekatan menggunakan domain frekuensi dan pendekatan dengan teknik *small-ripple approximation* berdasarkan pada analisis teori di atas.



Gambar 3. Rangkaian simulasi *buck converter*

IV. HASIL SIMULASI

Menggunakan persamaan yang telah dijabarkan pada analisis teori, maka hasil analisis terhadap rangkaian dapat dilihat pada table 1 dan tabel 2.

TABEL 1.
ANALISIS PARAMETER *BUCK CONVERTER* DENGAN PENDEKATAN DOMAIN FREKUENSI

Parameter	Analisis
ω_o	$= \frac{1}{\sqrt{LC}}$ = 4862,166 rad/s
ω_s	$= \frac{2\pi}{T_s}$ = 314.10^3 rad/s
c_o	$= DV_s$ = 6 V
c_1	$= \frac{\sqrt{2}\,V_s}{n\pi}\sqrt{1-\cos(n2\pi D)}$ = 10,805

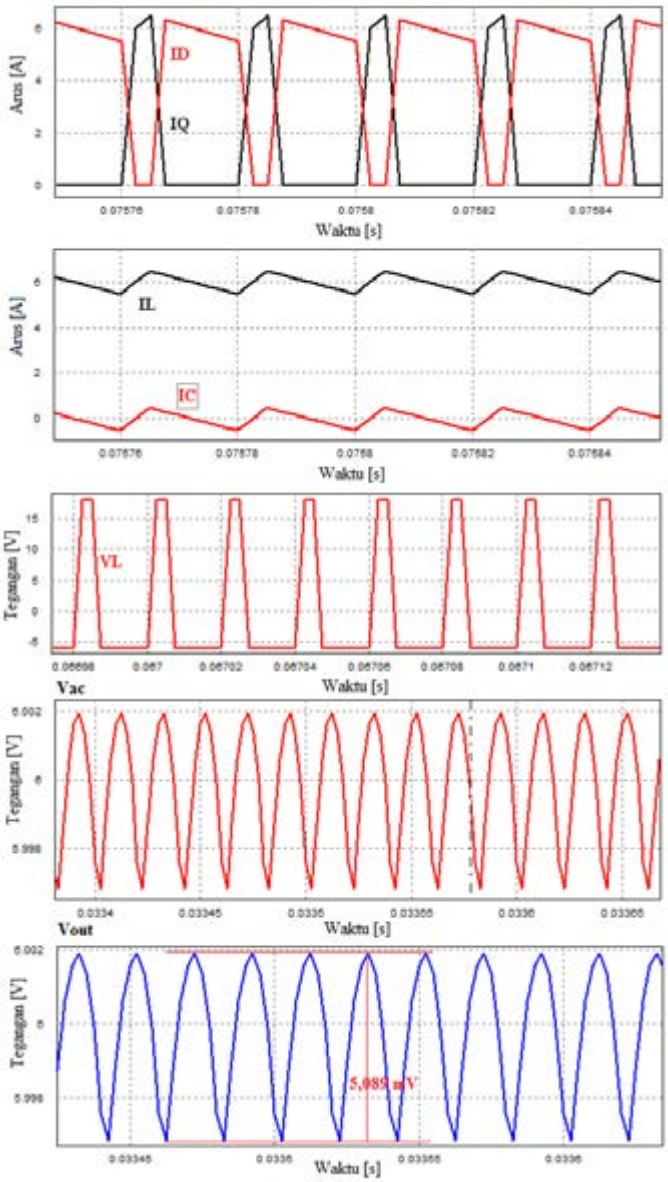
c'_1	$= C_1 \, x \, 10^{\frac{-40 \, Log\left(\frac{n\omega_S}{\omega_0}\right)}{20}}$ $= 2{,}59\text{x}10^{-3}$
$\Delta V_o(t)$	$= 2C'_1$ $= 5{,}181$ mV

Dari tabel 1 dapat dilihat hasil analisis parameter rangkaian *buck converter* menggunakan pendekatan domain frekuensi. Riak tegangan keluaran menggunakan metode ini adalah sebesar 5,181 mV. Sedangkan pada tabel 2 memperlihatkan analisis rangkaian *buck converter* menggunakan teknik *small-ripple approximation.* Besarnya riak tegangan keluaran dari *buck converter* menggunakan metode ini adalah sebesar 5,319 mV. Hasil analisis memperlihatkan perbedaan antara metode domain frekuensi dengan *small-ripple approximation*.

TABEL 2.
ANALISIS PARAMETER *BUCK CONVERTER* MENGGUNAKAN PENDEKATAN *SMALL-RIPPLE APPROXIMATION*

Parameter	Analisis
V_o	$= V_S D$ $= 6$ V
V_{Lmax}	$= V_S - V_O$ $= 18$ volt
V_{Lmin}	$= -V_0$ $= -6$ volt
I_L	$= \frac{V_0}{R}$ $= 6$ ampere
Δi_L	$= \frac{V_S - V_O}{L} D T_s$ $= 1$ ampere
i_{Lmax}	$= I_l + \frac{1}{2}\Delta i_L$ $= 6{,}5$ ampere
i_{Lmin}	$= I_l - \frac{1}{2}\Delta i_L$ $= 5{,}5$ ampere
$\Delta V_o = \Delta V_{ac}$	$= \frac{1}{8}\frac{V_0}{LC}(1-D)T_S$ $= 5{,}319$ mV

Gambar 4 memperlihatkan bentuk gelombang hasil simulasi *buck converter* menggunakan komponen ideal. Dari hasil simulasi didapatkan nilai riak tegangan keluaran dari *buck converter* sebesar 5,089 mV. Simulasi ini dianggap ideal sehingga digunakan sebagai pedoman dari analisis menggunakan metode domain frekuensi dan metode *small ripple approximation*. Jika dilihat dari hasil analisis menggunakan metode domain frekuensi dan metode *samll ripple approximation*, maka hasil analisis menggunakan metode domain frekeunsi lebih mendekati hasil ideal. Selisih antara metode domain frekuensi dengan hasil simulasi ideal sebesar 0.092 mV, sedangkan selisih antara *small-ripple approximation* dengan hasil simulasi ideal sebesar 0,230 mV. Dengan demikian metode domain frekuensi lebih akurasi jika dibandingkan dengan metode *small-ripple approximation*.



Gambar 4. Gelombang hasil simulasi *buck converter*

V. KESIMPULAN

Dari analisis yang telah dilakukan, didapatkan nilai riak tegangan keluaran *buck converter* menggunakan metode domain frekuensi sebesar 5,181 mV dan analisis menggunakan metode *small-ripple approximation* sebesar 5,319 mV. Sedangkan riak tegangan keluaran

hasil simulasi yang dianggap ideal adalah 5,089 mV. Dengan demikian hasil analisis yang lebih mendekati hasil ideal dari kedua metode tersebut adalah metode domain frekuensi. Dengan kata lain, berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka keakurasian metode domain frekuensi lebih tinggi dari pada *small ripple approximation.*

REFERENSI

[1] Byungcho choi, *Pulse Width Modulated DC to DC Power Convertion*, John Wiley & Sons, 2013.

[2] Archana bhat, "Analysis of ripple content in dc-dc converter" *International Journal of Inventive Engineering and Science (IJIES)*, ISSN: 2319–9598, Volume-1, Issue-7, June 2013.

[3] Hyun-lark Do, "Single-Switch Buck Converter with a Ripple-Free Inductor Current", *Journal of Power Electronic*, Vol 11, No. 4, Juli 2011.

[4] H. N. Nagaraja, D. Kastha and A. Patra, "Generalized analysis of integrated magnetic component based low voltage interleaved dc-dc buck converter for efficiency improvement", *IEEE International Symp. Circuits and Systems ISCAS* 2005, 3, 2005, 2485–2489.

[5] A. C. Chow and D. J. Perreault, "Design and evaluation of an active ripple filter using voltage injection", *IEEE 32nd Annual Conf. Power Electronics Specialists Conference (PESC),* Vancouver, BC, 1, 2001, 390–397.