

ISSN : 1907-5995



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL ReTII-15

Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi

Peran Technopreneur pada *New Revolusi Industri**

*) Revolusi Industri pada Kondisi New Normal

Selasa, 27 Oktober 2020



Seminar Nasional ReTII Ke-15 2020

Peran Technopreneur pada masa New Revolusi Industri*

*) Revolusi Industri pada Kondisi New Normal

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Jl. Babarsari, Catur Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta
Telp. (0274) 485390, Fax. (0247) 487249
Email: seminar@itny.ac.id

Sanksi Pelanggaran Pasal 72 Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

1. Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 Ayat 1 atau Pasal 9 Ayat 1 dan Ayat 2 dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (Satu Juta Rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima milyar rupiah).
2. Barang siapa dengan saja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait sebagai dimaksud pada Ayat 1 dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau dengan paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

PENYUNTING

Reviewer

Dr. Ir. Sugiarto Kadiman, MT.
Dr. Hill. Gendoet Hartono, ST., MT
Dr. Ratna Kartikasari, ST., MT
Dr. Hita Pandita, ST., MT.
Dr. Ir. Ev. Budiadi, MS
Dr. Ani Tjitra Handayani, ST., MT.
Dr. Daru Sugati, ST., MT.
Dr. R. Andy Erwin Wijaya, ST., MT.
Subardi, ST., MT., Ph.D.
Aris Warsita, ST., MT., Ph.D.
Subardi, ST., MT., Ph.D.
Novi Maulida Ni;mah, ST., M.Sc.

Editor

Dr. Andriyanto Setyawan, ST., MT. (Politeknik Negeri Bandung)
Dr. Daru Sugati, ST., MT. (Institut Teknologi Nasional Yogyakarta)
Dr. Sugiarto, ST., MT. (Institut Teknologi Nasional Yogyakarta)

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Jl. Babarsari, Catur Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta
Telp. (0274) 485390, Fax. (0247) 487249
Email: seminar@itny.ac.id

SUSUNAN PANITIA

Penanggung Jawab	: Rektor ITNY (Dr. Ir. H. Ircham, MT)
Pengarah	: Wakil Rektor I ITNY (Dr. Ratna Kartikasari, ST., MT.) : Wakil Rektor I ITNY (Marwanto, ST., MT) : Wakil Rektor I ITNY (Dr. Hill Gendoet Hartono, ST., MT.)
Ketua Pelaksana	: Dr. Ir. Sugiarto Kadiman, MT.
Sekretaris Pelaksana	: Ani Apriani, S.Si., M.Sc.
Staf Sekretaris	: Sunah, SE. Indah Rachmawati, SE.
Bendahara	: Ir. Hj. Oni Yuliani, M.Kom : Marsita Wuri Andari, SE.
Reviewer	:
a. Teknik Geologi	: Dr. Hill. Gendoet Hartono, ST., MT : Dr. Hita Pandita, ST., MT. : Dr. Ir. Ev. Budiadi, MS.
b. Teknik Mesin	: Dr. Ratna Kartikasari, ST., MT : Dr. Daru Sugati, ST., MT. : Subardi, ST., MT. Ph.D. : Aris Warsita, ST., MT. Ph.D.
c. Teknik Elektro	: Dr. Ir. Sugiarto Kadiman, MT.
d. Teknik Sipil	: Dr. Ani Tjitra Handayani, ST., MT.
e. Teknik Pertambangan	: Dr. R. Andy Erwin Wijaya, ST., MT.
f. PWK	: Novi Maulida Ni'mah, ST., M.Sc.
Seksi Makalah	: Rizqi Prastowo, S.Pd., M.Sc. Didit Setyo Pamuji, ST., M.Eng. Al Husein Flowers Rizqi, ST., M. Eng. Bagus Gilang Pratama, ST., M. Eng
Seksi Publikasi dan Dokumentasi	: Ferri Okto Satria, ST. Afif Suryo Anggoro, S.Kom.
Seksi Acara dan Sponsorship	: Diah Suwarti, ST., M.Eng. Dian Sulistyo Ardianto, ST. G.H. Yudhi Kristianto, ST.
Seksi Perlengkapan	: Ign. Purwanto Watimin

Sambutan Ketua Pelaksana

Alhamdulillah, berkat rahmat Allah SWT, kita dapat berkumpul di Kampus Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY) untuk mengikuti Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) pada tanggal 27 Oktober 2020. Tema yang diangkat dalam Seminar ini “Peran Technopreneur pada masa New Revolusi Industri*) Revolusi Industri pada Kondisi New Normal”

Seminar Nasional ReTII ini merupakan kegiatan tahunan ITNY yang ke-15. Tujuan diselenggarakannya seminar ini adalah sebagai sarana untuk mempublikasikan artikel ilmiah, sebagai forum diskusi dan interaksi ilmiah antara akademisi, peneliti, praktisi dan pemerhati ilmu pengetahuan dan teknologi mengenai hasil-hasil penelitian maupun pengalaman teknis lainnya yang telah dicapai. Judul makalah yang akan dipresentasikan dalam seminar ini sejumlah 56 makalah.

Panitia ucapkan terima kasih kepada yang terhormat Bapak Prof Ir. Anton Satria Prabuwono, M.M, M.Sc., Ph.D. yang berkenan menjadi *keynote-speech*, para pemakalah yang berkenan mengirim makalahnya dan berkenan hadir serta peserta seminar dan semua pihak yang turut serta berpartisipasi aktif dalam penyelenggaraan seminar ini.

Panitia telah berusaha maksimal untuk menyelenggarakan seminar sebaik mungkin, namun kami menyadari masih ada kekurangan dan kami mohon maaf atas kekurangan yang ada. Akhir kata kami ucapkan “ Selamat Berseminar”.

Yogyakarta, 27 Oktober 2020
Ketua Pelaksana Semnas ReTII Ke-15

ttd

Dr. Ir. Sugiarto Kadiman, MT.

**Dalam Rangka
Pembukaan Seminar Nasional
Rekayasa Teknologi dan Informasi (ReTII) ke-15
Yogyakarta, 27 Oktober 2020**

Assalamu'alaikum wr.wb

Salam sejahtera bagi kita semua

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT karena hanya dengan ridhoNya kita dapat berkumpul di sini dalam rangka Seminar ReTII ke-15 dalam keadaan sehat wal'afiat. Mudah-mudahan Allah SWT juga memberi kemudahan kepada panitia dalam menyelenggarakan seminar ini. Demikian juga kepada para peserta dalam mengikuti acara seminar ini.

Seminar ReTII kali ini merupakan yang ke-15 dan merupakan agenda tahunan ITNY yang dimaksudkan agar dapat menjadi ajang temu para pakar, peneliti riset dan pendidik untuk saling tukar pengalaman, informasi, berdiskusi, memperluas wawasan dan untuk merespon perkembangan teknologi yang demikian pesat. Selain itu diharapkan adanya kerja sama dari para pakar, peneliti dan pendidik yang hadir sehingga menghasilkan penelitian bersama yang lebih berkualitas dan bersama-sama pula ikut memecahkan persoalan – persoalan teknologi untuk kemandirian bangsa.

Semoga seminar ini dapat terselenggara dengan baik dan memenuhi harapan kita semua. Akhirnya saya ucapkan terima kasih kepada panitia dan semua pihak yang membantu sehingga acara Seminar ReTII ke-15 ini dapat terselenggara dengan baik. Jika ada yang kurang dalam penyelenggaraan seminar ini, kami mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 27 Oktober 2020
Rektor

ttd

Dr. Ir. H. Ircham, M.T.

DAFTAR ISI

Ekstraksi Dalam Kolom Unggun Tetap dan Pemurnian secara Simultan pada Isolasi Minyak Dedak Padi Haryono, Evi Ernawati, Atiek Rostika Noviyanti.....	1
Koefisien Perpindahan Massa dan Karakteristik Gelatin Dengan Proses Leaching Dewi Fernianti, Astri Handayani, Nola Dwiayu Adinda	7
Application of Fuzzy Logic in Grouping the Ideal SWR Value of Antenna with Alluminium as Base Material Roni Kartika Pramuyanti	13
Studi Pemilihan Transportasi Publik Di Yogyakarta Dwi Kunto Nurkukuh, Amithya Irma Kurniawati	21
Survey dan Inventarisasi Potensi Sumber Daya Air Baku di Wilayah Sungai Progo Opak Serang Edy Sriyono	26
Perancangan Sistem Kontrol Berbasis Arduino pada Air Blast Freezer dengan Kabin Pemanas Eddy Erham	34
Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kondisi Ekonomi Masyarakat Pemukiman Kumuh Menggunakan Regresi Berganda Ridayati.....	41
Monitoring Daya Listrik Laboratorium Instalasi Listrik ITNY berbasis IOT Diah Suwarti Widyastuti, Arif Basuki, Enggar Sulisty Nugroho	46
IoT Smart Health Untuk Monitoring Dan Kontrol Suhu Dan Kelembaban Ruang Penyimpanan Obat Berbasis Android Di Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Sardjito Yogyakarta Sindung HW Sasono, Ari Sriyanto Nugroho, Eko Supriyanto, Sri Kusumastuti	54
Performa Kontroler MPC Berbasis Fungsi Laguerre dan Kontroler PID Untuk Kendali Konverter Buck-Boost Adelhard Beni Rehiara, Yanty Rumengan.....	63
Sistem Pendektesi Gas CO Ruang Parkir di Basement Berbasis IOT Iyus Rusmana.....	70
Modelling Mitigasi Kebencanaan Black Out pada Kasus Paparan (Exposure) Medan Listrik SUTET-500 kV Budi Utama , Diah Suwarti.....	75
Rancang Bangun Alat Ukur Gaya Pada Wind Tunnel Menggunakan Sensor Load Cell Grace Dayanty Siahaan, Denny Dermawan, Catur Budi Waluyo.....	90
Kontrol Infus Pasien Sri Kusumastuti, Sindung Hadwi Widi Sasono, Suryono, Supriyati	97
Identifikasi Wajah Menggunakan Enkoding Data Histogram of Oriented Gradient Yusuf Ari Bahtiar, Oni Yuliani, Arif Basuki	102

Model Predictive Control Untuk Kendali Konverter Buck- Boost Adelhard Beni Rehiara, Yanty Rumengan.....	109
Sifat Sintered Body Keramik Alumina pada Ukuran Partikel yang Direduksi Fandy Prastowo, Andre Giovanni, M Andri, Nofriady Handra, Sri Elfina, Ade Indra.....	115
Briket Biomassa Berbahan Dasar Serat TKKS Dengan Penambahan Serbuk Pinus dan Kanji pada Sistem Screw Ekstruder Terhadap Kekuatan Nofriady Handra, Ade Indra, Indra Purnama.....	122
Rancang Bangun Sistem Penggerak Pompa Air Menggunakan Kincir Angin untuk Pengairan Rumput di Lahan Pasir Rivan Muhfidin, Dandung Rudy Hartana	129
Rancang Bangun Sistem Kontrol Air Mancur Menggunakan Internet Of Thing Tugino, Muklis.F Azari , Joko Prasajo	134
Kajian Teknologi Parameter Desain dan Pemodelan Numerik pada Turbin Vortex Berbasis Gravitasi Hafidz Komarul Ikhsan, Rivhan Nugroho, Dendi Gusma, Didit Setyo Pamuji.....	140
Overview Perbandingan Teknologi Alternatif Aktif Dan Pasif Dalam Pengelolaan Air Asam Tambang Shahensah Anand Anggian Rambe, Nurkhamim	149
Penurunan Muka Air Tanah Pada Wilayah Pesisir Pantai “Interface” Arrina Khanifa, Waterman S.B, Tedy Agung C., Rika Ernawati, Nur Khamim	156
Tingkat Kerawanan Longsor Berdasarkan Peralihan Fungsi Kawasan: Studi Kasus Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulonprogo, D.I. Yogyakarta Bayurohman Pangacella Putra, Ani Apriani	162
Pengaruh Number Of Neighbors Terhadap Perhitungan Ordinary Kriging Dan Cokriging Calvin Maharza, Nurul Fitriah Rahmah.....	170
Perbandingan Geostatistik Metode Kriging Dan Co-Kriging Menggunakan Estimasi Point Kriging Arief Pambudi Nugraha, Andesta Granitio Irwan, Listyawati Nugraha.....	177
Tinjauan Literatur: Evaluasi dan Keandalan Klasifikasi Massa Batuan Menggunakan Uji Beban Titik Astika Putri Roshinta, Singgih Saptono, S. Koesnayo, Tedy Agung Cahyadi, Eddy Winarno....	182
Review : Teknik Artificial Intelligent dalam Prediksi Ground Vibration pada Peledakan Risaldi Hidayat, Tedy Agung Cahyadi, Eddy Winarno, Singgih Saptono, S. Koesnaryo	187
Tinjauan Literatur: Pelapukan dan Pengaruhnya terhadap Kekuatan Batuan Dwi Yolanda Sumbung, S. Koesnaryo, Eddy Winarno, Singgih Saptono, Tedy Agung Cahyadi	194

Penerapan Metode Constructed Wetland dalam Upaya Pengelolaan Limbah Air Asam Tambang pada Penambangan Batubara , Berdasarkan Literatur Review	
Andrawina, Rika Ernawati, Tedy Agung Cahyadi, Waterman SB, Nur Ali Amri	201
Pengaplikasian Permodelan Air Tanah Pada Lingkungan Pertambangan: Literatur Review	
Satria Fitrio, Tedy Agung C, Barlian Dwinagara	208
Overview Prediksi Aliran Airtanah Pada Penambangan Open Pit	
Kadek Nando Setiawan, Tedy Agung Cahyadi	215
Klasifikasi Kekerasan Batugamping Berdasarkan Nilai Kuat Tekan di Kecamatan Ponjong, Kecamatan Semanu, dan Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta	
Rety Winonazada, Listiyawati Nugraha, S. Koesnaryo	221
Analisis Kestabilan Lereng dengan Pendekatan Probabilitas Longsor pada Penambangan Batubara Pit 8an East Block PT Indominco Mandiri	
Ilham Firmansyah, Barlian Dwinagara, Untung Sukamto, Bagus Wiyono, Tedy Agung Cahyadi	227
Limbah Tempurung Kelapa Sebagai Alternatif Penyerap Logam Berat Yang Ramah Lingkungan Dan Ekonomis - Mycelia Paradise, Edy Nursanto, Nurkhamim	
.....	235
Seismic Site Response Simulation of Jakarta subsoils due to 5.4 MW Banten Earthquake on July 7th 2020 - Muhammad Fatih Qodri.....	239
Penentuan Batuan Alas dan Batuan Penyekat berdasarkan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole pada Telaga Gesing, Pucanganom, Kabupaten Gunung Kidul	
Al Hussein Flowers Rizqi, Fatimah	247
Rekonstruksi Stratigrafi Jalur Sungai Krenceng, Ponjong, Gunung Kidul, Yogyakarta	
Al Hussein Flowers Rizqi, Oky Sugarbo	255
Lapisan condensed section pada batulempung gampingan Nanggulan, Pegunungan Kulonprogo, DIY - Siti Nuraini	272
Analisis Kestabilan Lereng di Waduk Sermo dengan Metode Kinematika dan Kesetimbangan Batas	
Arief Pambudi Nugraha, Dr. Ir. S. Koesnaryo.....	280
Analisis Pemanfaatan Limbah B3 Batubara dan Gamping Serbuk sebagai Bahan Tambah Semen terhadap Kekuatan Beton	
Ifa Aulia Chusna, Muhammad Wildan Ilyasa, Rahmat Aditya, Tedy Agung Cahyadi, Heru Suharyadi	285
Analisa Geofisika di Sekitar Air Hangat Kaliulo Jawa Tengah	
Lia Yunita, Anastasi Neni C.P, Aji Wisnu Waskito	291
Lithofacies analysis and Depositional Environment of the Kali Songgo Track of Nanggulan Formation, Kulon Progo District - Delvina Syaifira Norma Hani, Hita Pandita, Al Hussein Flowers Rizqi.....	298

Studi Zona Alterasi Hidrothermal Daerah Sumi Dan Sekitarnya, Kecamatan Lambu, Kabupaten Bima Propinsi Nusa Tenggara Barat	
Juhair Al Habib, Moh. Alfariji, Hill Gendoet Hartono	310
Sedimentasi Batubara dan Karakteristik Mikroskopis Sulfur Batubara Daerah Sangatta, Kalimantan Timur	
Basuki Rahmad, Sugeng Raharjo, Ediyanto, Gerhana Prasetya Putra.....	315
Optimalisasi Fan Pada Sistem Ventilasi Tambang Bawah Tanah Area Kubang Kicau Pt. Aneka Tambang Tbk, Ubpe Pongkor Bogor, Jawa Barat	
Wahyu Bagas Yuniarto, R. Andy Erwin W, Hidayatullah Sidiq	325
Pemetaan Daerah Rawan Tanah Longsor Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Kecamatan Patuk Kabupaten Gunungkidul	
Ardian Ridwan, Samsudin A. Hafid, Eva Purnamasari	333
Analisa Struktur Mikro, Kandungan Lignin Dan Hemiselulosa Serat Pelepah Sawit Akibat Perlakuan Alkali	
Shaiful Malik Jenifer, Hendriwan Fahmi, Anrinal, Mastariyanto Perdana.....	339
Peningkatan kapasitas produksi Pati singkong basah bahan baku Geblek di UKM Patimurni Andani Kabupaten Kulon Progo	
Daru Sugati, Nani Ratnaningsih, Mutiasari Kurnia Devi	345

Model Predictive Control Untuk Kendali Konverter Buck-Boost

Adelhard Beni Rehiara¹, Yanty Rumengan¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Universitas Papua

Korespondensi : a.rehiara@unipa.ac.id

ABSTRAK

Proses pengubahan arus listrik arus DC tidak seperti pada pengubahan arus listrik AC, dibutuhkan sebuah konverter DC-DC dalam proses tersebut. Konverter *buck-boost* merupakan salah satu jenis konverter DC-DC yang dapat sekaligus menaikkan atau menurunkan tegangan keluaran. *Model Predictive Control* (MPC) telah menarik umat manusia untuk dikembangkan dalam upaya mendapatkan jenis pengendali yang handal. Dalam penelitian ini telah dikembangkan MPC dengan menggunakan fungsi Laguerre untuk digunakan sebagai pengendali konverter *buck-boost* dengan panjang *network* $N=4$, faktor penskalaan $a=0.7$, horizon prediksi $N_p=20$ dan horizon kontrol $N_c=2$. Simulasi dilakukan dengan variasi hambatan beban antara 10-40 ohm dengan perubahan *setpoint* antara 10-70 V. Hasil simulasi menunjukkan bahwa MPC berbasis fungsi Laguerre ini dapat membawa mengendalikan sistem konverter *buck-boost* dengan baik tanpa *overshoot* dengan waktu puncak dan *steady state* hanya 0.001 detik.

Kata kunci: Konverter DC-DC, konverter *buck-boost*, MPC, fungsi Laguerre.

ABSTRACT

The process of converting DC electric current is not like converting an AC electric current. In the process of converting DC current, a DC-DC converter is needed. The buck-boost converter is a type of DC-DC converter that can either increase or decrease the output voltage simultaneously. MPC has interested mankind to be developed, in order to get a reliable type of controller. In this research, MPC has been developed utilizing the Laguerre function which is used as a buck-boost converter controller with the network length $N = 4$, the scale factor $a = 0.7$, the prediction horizon $N_p = 20$ and the control horizon $N_c = 2$. Simulations were carried out with variations in load resistance between 10-40 Ω and setpoint alteration among 10-70 V. The simulation results show that MPC based on the Laguerre function can control the buck-boost converter system properly without overshoot with peak time and steady state about 0.001 second.

Keywords: DC-DC converter, buck-boost converter, MPC, Laguerre function.

1. PENDAHULUAN (10 PT)

Tidak dapat dipungkiri bahwa kebutuhan manusia akan energi listrik terus mengalami peningkatan dengan cepat dari tahun ke tahun. Di lain pihak energy fosil sebagai energy utama yang digunakan manusia mulai menipis dan diprediksi akan habis dalam beberapa decade ke depan. Hal ini telah memaksa manusia untuk mencari sumber energy alternative sebagai pengganti energy fosil tersebut. Kendala utama dalam pengelolaan energy alternative tersebut adalah energy ini tidak ada secara kontinyu sehingga perlu di simpan dalam baterai atau media penyimpanan lainnya dan seagain besar dikonversi ke dalam bentuk energy listrik arus searah. Perubahan besaran energi listrik arus searah ini tidak semudah perubahan dalam bentuk arus bolak-balik dan diperlukan peralatan tambahan dalam mengubah besarnya.

Buck-boost converter merupakan salah satu peralatan pengubah yang dapat dipergunakan untuk mengubah besaran listrik DC yang juga dikategorikan sebagai DC-DC *converter*. Kelebihan konverter jenis ini yaitu tegangan keluaran yang bervariasi baik sebagai penaik maupun sebagai penurun tegangan yang dapat dilakukan sesuai dengan kemampuan peralatan yang digunakan. Di lain pihak, konverter jenis ini cukup sulit dikendalikan karena sangat tidak linear dan juga efisiensinya yang rendah. Sistem kendali pada sebuah konverter *buck-boost* telah banyak diteliti para peneliti sebelumnya dengan menggunakan pengendali PI [1], [2], PID[3], [4], Fuzzy [5] dan MPC [6].

Model Predictive Control (MPC) merupakan salah satu tipe kontroler yang mampu memprediksikan keluaran dari controller dengan menggunakan masukan sistem pada masa lampau. Pada setiap interval kontrol, algoritma MPC akan mengoptimalkan respon sistem di masa mendatang pada setiap langkah waktu dengan menghitung urutan penyesuaian variabel yang dimanipulasi [7]. MPC dengan fungsi Laguerre merupakan salah satu jenis MPC yang memiliki keunggulan dalam optimalisasi pengendali jika dibandingkan dengan MPC klasik [8]. Dalam tulisan ini sebuah MPC berbasis fungsi Laguerre telah diaplikasikan untuk mengontrol konverter *buck-boost*.

2. METODE PENELITIAN

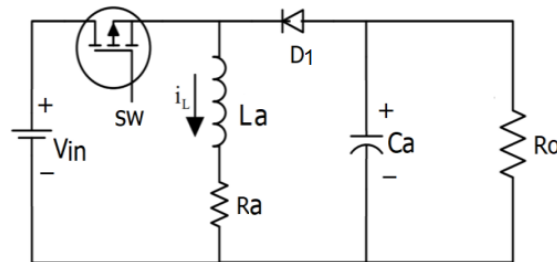
2.1. Konverter *Buck-boost*

Konverter *buck boost* terdiri dari dua bagian pengubah yaitu a) konverter *buck* yang berfungsi untuk mengubah tegangan keluaran lebih rendah dari tegangan masukan dan b) konverter *boost* yang berfungsi untuk mengubah tegangan keluaran menjadi lebih tinggi dari tegangan masukan. Proses perubahan pada konverter *buck-boost* ini dilakukan dengan mengatur *duty cycle* δ dalam menghidupkan dan mematikan saklar SW. Besaran keluaran tegangan pada konverter *buck* dan *boost* ditentukan menurut persamaan (1) dan (2) berikut ini [9]:

$$V_o = \delta V_{in} \quad (1)$$

$$V_o = \frac{V_{in}}{1-\delta} \quad (2)$$

Konfigurasi sebuah konverter *buck-boost* ditunjukkan pada Gambar 1 dengan V_{in} , V_o , L_a , R_a , D_1 , C_a , dan R_o merupakan tegangan input, tegangan output, induktor, hambatan induktor, dioda, kapasitor, dan hambatan keluaran.

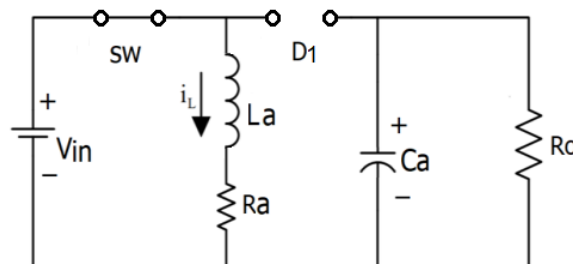


Gambar 1. Konfigurasi konverter *buck-boost*

Jika pada waktu $0 < t < \delta T$ saklar SW diasumsikan dalam keadaan ON, konfigurasi konverter ini dapat diperlihatkan pada Gambar 2. Pada mode switch ON ini, dioda mengalami *reverse bias* sehingga arus tidak mengalir pada dioda, sehingga induktor L_a menjadi rangkaian tertutup dengan sumber tegangan V_{in} dan arus mengalir melalui induktor. Dalam kondisi ini kapasitor C_a mengalami *discharge* dan mengalirkan muatannya ke beban R_o . Berdasarkan hukum Kirchoff arus (KCL) dan tegangan (KVL), persamaan untuk *mode switch* ON dapat dituliskan sebagai berikut [10], [11]:

$$\dot{i}_L = -\frac{R_a}{L_a} i_L + \frac{1}{L_a} V_{in} \quad (3)$$

$$\dot{v}_o = -\frac{1}{C_a R_o} v_o \quad (4)$$

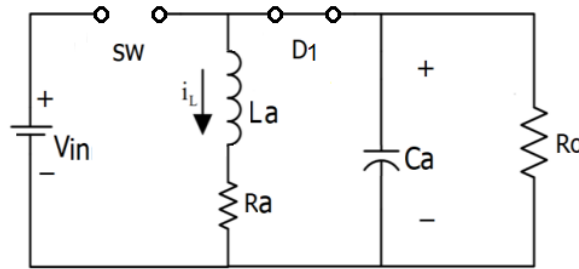


Gambar 2. *Mode switch ON*

Untuk kondisi waktu lainnya pada $\delta T < t < T$, saklar SW berada pada kondisi OFF yang mana dalam kondisi ini konverter berada pada *mode switch* OFF. Konfigurasi konverter pada ada kondisi *switch* OFF ditunjukkan Gambar 3. Pada kondisi ini tegangan masukan terputus, dan dioda mengalami *forward bias* sebagai akibat dari mengalirnya dari induktor L_a menuju kapasitor C_a dan beban R_o . Kapasitor akan segera mengisi muatannya kembali dan arus dari induktor L_a akan segera berkurang sampai mode ON diaktifkan kembali. Persamaan arus dan tegangan dengan KCL dan KVL untuk mode switch OFF dapat ditulis sebagai berikut:

$$\dot{i}_L = -\frac{R_a}{L_a} i_L + \frac{1}{L_a} V_o \quad (5)$$

$$\dot{v}_o = -\frac{1}{C_a} i_L - \frac{1}{C_a R_o} v_o \quad (6)$$



Gambar 3. Mode switch OFF

Duty cycle pada satu periode *switching* menjadi pertimbangan dalam pemodelan konverter ini, yang diasumsikan sebagai rata-rata dari mode switch ON dan OFF.

$$\begin{aligned} A_{Kon} &= \delta A_{ON} + (1 - \delta) A_{OFF} \\ B_{Kon} &= \delta B_{ON} + (1 - \delta) B_{OFF} \end{aligned} \quad (7)$$

Model *state space* untuk konverter ini dapat ditulis sebagai berikut [10], [11]:

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} \frac{-R_a}{L_a} & \frac{\delta - 1}{L_a} \\ \frac{\delta - 1}{C_a} & \frac{1}{R_o C_a} \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} \frac{V_{in}}{L_a} \\ 0 \end{bmatrix} u \quad (8)$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} x + [0] u \quad (9)$$

Dimana *state vector* $x = [i_L, v_o]$, y adalah keluaran sistem dan masukan $u = \delta$ [12].

2.2. MPC dengan Fungsi Laguerre

Fungsi Laguerre adalah sekumpulan fungsi *orthonormal* yang digunakan untuk memperkirakan respons impuls waktu-diskrit $H(k)$ dari sistem dinamis. Dengan sejumlah suku N tertentu, tanggapannya dapat ditulis sebagai berikut [6]:

$$H(k) = c_1 l_1(k) + c_2 l_2(k) + \dots + c_N l_N(k) \quad (10)$$

Dengan $L(k) = [l_1(k) \ l_2(k) \ \dots \ l_N(k)]^T$ adalah fungsi Laguerre diskrit dan merupakan koefisien Laguerre yang akan ditentukan dari data sistem. Variabel k adalah sampling sesaat dari fungsi Laguerre diskrit yang dapat diturunkan dari persamaan diferensial sebagaimana dituliskan sebagai berikut:

$$L(k+1) = A_l L(k) \quad (11)$$

Dimana A_l matriks toeplitz dari faktor penskalaan a dengan $\beta = 1 - a^2$, seperti diformulasikan pada persamaan 12. Persamaan 13 menunjukkan kondisi awal dari fungsi Laguerre pada waktu $k=0$.

$$A_l = \begin{bmatrix} a & 0 & 0 & 0 & \vdots \\ \beta & a & 0 & 0 & \vdots \\ -a\beta & \beta & a & 0 & \vdots \\ a^2\beta & -a\beta & \beta & a & \vdots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & a \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$L(0)^T = \sqrt{\beta} [1 \ -a \ a^2 \ -a^3 \ \dots \ (-a)^{N-1}] \quad (13)$$

Bentuk *state space* matriks dari sistem pada waktu diskrit sebagaimana dikonversikan dari sistem waktu kontinyu diperlihatkan pada persamaan berikut:

$$\begin{aligned}x(k+1) &= A_d x(k) + B_d u(k) \\ y(k) &= C_d x(k)\end{aligned}\quad (14)$$

Jika A_d , B_d , C_d merupakan matriks sistem diskrit, model sistem diskrit tersebut dapat ditransformasikan menjadi model augmentasi dari sistem dengan bentuk sebagai berikut.

$$\begin{aligned}x(k+1) &= \tilde{A}x(k) + \tilde{B}\Delta u(k) \\ y(k) &= \tilde{C}x(k)\end{aligned}\quad (15)$$

Dimana $x(k)=[x(k) \ y(k)]^T$, $u(k)=u(k)-u(k-1)$.

Menggunakan fungsi Laguerre, trajektori pengendali pada waktu sesaat $k+p$ dapat diberikan sebagai berikut:

$$\Delta u(k+p) = \sum_{j=1}^N c_j(k) l_j(p) = L(p)^T \eta \quad (16)$$

Masalah optimalisasi dapat diformulasikan dengan variable state dari saat terkini k sebagai berikut:

$$J = \sum_{p=1}^{N_p} x(k+p|k)^T Q x(k+p|k) + \sum_{p=0}^{N_p} \Delta u(k+p)^T r(k) \Delta u(k+p) \quad (17)$$

Dimana $r(k)$ adalah penalti pada input dan $Q=C^T C$ merupakan matriks pembobot. Karena sifat *ortonormal* fungsi Laguerre, fungsi tujuan untuk MPC berbasis fungsi Laguerre dapat diberikan sebagai berikut dengan mengganti (16) ke (17).

$$J = \sum_{p=1}^{N_p} x(k+p|k)^T Q x(k+p|k) + \eta^T R_L \eta \quad (18)$$

Dimana R_L merupakan diagonal matriks dengan penalti $r(k)$ pada diagonalnya.

Receding horizon control dapat diterapkan untuk memperkuat ketahanan sistem dengan hanya menerapkan sampel pertama dari *control trajectory* sebagai input. *Receding horizon control* diperoleh dengan persamaan berikut.

$$\Delta u(k) = L(0)^T \eta \quad (19)$$

3. HASIL DAN ANALISIS

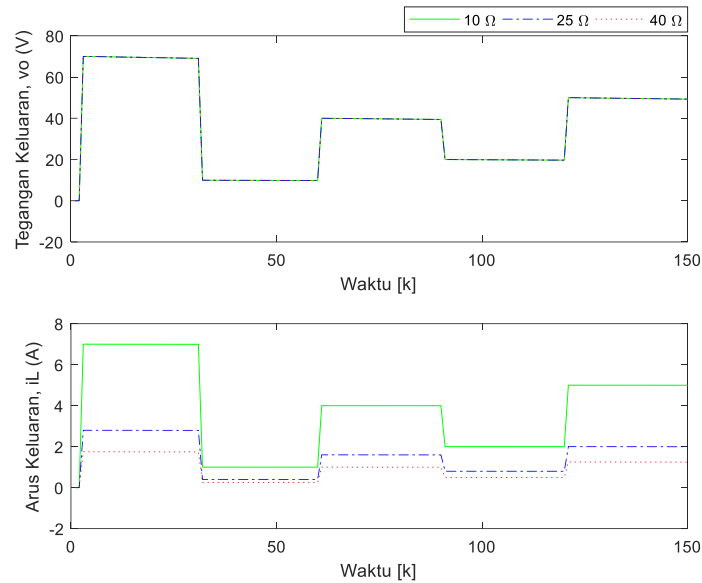
Konverter *buck-boost* yang digunakan dalam tulisan ini menggunakan struktur yang sama dengan seperti digambarkan pada Gambar 1. Parameter yang digunakan untuk menguji pengendali MPC yang digunakan diberikan pada Table 1. Tegangan keluaran v_o merupakan *setpoint* yang menjadi acuan MPC dengan nilai bervariasi baik lebih rendah maupun lebih tinggi dari tegangan sumber untuk mengaktifkan fungsi *buck* dan *boost* pada konverter.

Tabel 1. Parameter Konverter

Parameter	Nilai dan Satuan
Vin	20 V
La	200 mH
Ra	0.1 Ω
Ca	200 μF
Ro	10-40 Ω
fs	1 kHz

MPC berbasis fungsi Laguerre yang digunakan dalam tulisan ini merupakan MPC diskrit. Beberapa parameter yang digunakan untuk penalaan MPC antara lain: panjang network $N=4$, faktor penskalaan $a=0.5$, horison prediksi $N_p=20$, horison kontrol $N_c=2$, dan waktu sampling $T_p=0.001$ s.

Pengujian dilakukan dengan mengeset tegangan masukan v_o dengan urutan 50, 10, 40, 20 dan 70 dengan jeda masing-masing perubahan selama 30 satuan waktu untuk memberi kesempatan pengendali MPC mencapai keadaan tunak. Perubahan hambatan beban R_o juga dilakukan untuk menguji kemampuan sistem beradaptasi terhadap perubahan beban. Hambatan R_o di rubah sebesar 10, 25 dan 40 ohm untuk setiap perubahan tegangan keluaran. Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 5, dengan nilai tegangan dan arus keluaran disajikan pada Tabel 2.



Gambar 5. Tegangan dan Arus Keluaran

Tabel 2. Hasil Pengujian

Tegangan Setting (V)	Tegangan Keluaran, v_o (V)	Arus Keluaran, i_L (A)		
		10 Ω	25 Ω	40 Ω
70	69.99	7.0	2.8	1.75
10	9.97	1.0	0.4	0.25
40	39.99	4.0	1.6	1.00
20	19.98	2.0	0.8	0.50
50	49.99	5.0	2.0	1.25

Berdasarkan Gambar 5 terlihat bahwa beban yang di pasang walaupun besarnya dirubah tegangan keluaran tetap sama, ini terlihat pada grafik tegangan keluaran yang saling tumpang tindih. Hal berbeda diperlihatkan pada gambar arus keluaran yang menunjukkan perbedaan besar terhadap beban besar yang mana nilai arus dan tegangan dapat dilihat pada Tabel 2. Hal ini menunjukkan bahwa MPC dapat mengontrol konverter dengan baik sehingga dapat menyesuaikan terhadap arus beban yang diperlukan dengan tetap mempertahankan tegangan keluaran sedekat mungkin dengan *setpoint*.

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini telah dikembangkan sebuah pengendali MPC berbasis fungsi Laguerre untuk mengontrol konverter *buck-boost*. Pengaturan pada parameter MPC untuk pengujian antara lain panjang *network* $N=4$, faktor penskalaan $a=0.7$, horison prediksi $N_p=20$ dan horison kontrol $N_c=2$. Simulasi pengontrol MPC ini dilakukan dengan merubah *setpoint* dalam beberapa variasi terhadap perubahan beban sebesar 10, 25 dan 40 ohm dengan perubahan *setpoint* antara 10-70 V.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengontrol MPC yang dirancang dapat bekerja mempertahankan tegangan keluaran mendekati *setpoint* pada berbagai *setting* tegangan keluaran dengan tetap menyalurkan arus sesuai kebutuhan beban. MPC dengan fungsi Laguerre ini dapat membawa mengendalikan sistem konverter *buck-boost* dengan baik tanpa *overshoot* dengan waktu puncak dan *steady state* hanya 0.001 detik pada waktu sampling 0.001 detik yang digunakan atau hanya 1 satuan waktu simulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. I. Safii, A. N. P. F, M. C. Pujiyanto, B. Y. Dewantara, and D. P. K. Iradiratu, "Analisa Pengendalian Kecepatan Motor DC Menggunakan Buck Boost Konverter," in *Seminar Nasional Kelautan XIV*, 2019, pp. 29–35.
- [2] A. Dogra and K. Pal, "Design of Buck-Boost Converter for Constant Voltage Applications and Its Transient Response Due To Parametric Variation of PI Controller," *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 6, pp. 13579–13588, 2014.
- [3] F. S. Dinniyah, W. Wahab, and M. Alif, "Simulation of Buck-Boost Converter for Solar Panels using PID Controller," *Energy Procedia*, vol. 115, pp. 102–113, 2017, doi: 10.1016/j.egypro.2017.05.011.
- [4] S. D. D. Putri and Aswardi, "Rancang Bangun Buck-Boost Converter menggunakan Kendali," *J. Tek. Elektro dan Vokasional*, vol. 06, no. 02, pp. 258–272, 2020.
- [5] Imam Setyawan & Bambang Suprianto, "Rancang Bangun Prototype Solar Cell Buck Boost Converter Menggunakan Kontrol Fuzzy Di Implementasikan Pada Aerator Tambak Udang," *J. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 3, pp.

- 627–635, 2019.
- [6] S. Bououden, S. F. O. Hazil, and M. Chadli, “Modelling and model predictive control of a DC-DC Boost converter,” in *15th International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA)*, 2014, pp. 643–648.
 - [7] A. B. Rehiara, H. Chongkai, Y. Sasaki, N. Yorino, and Y. Zoka, “An Adaptive Internal Model for Load Frequency Control Using Extreme Learning Machine,” *Telkonnika*, vol. 16, no. 6, pp. 1–6, 2018.
 - [8] A. B. Rehiara, H. Chongkai, Y. Sasaki, N. Yorino, and Y. Zoka, “An adaptive IMC-MPC controller for improving LFC performance,” in *2017 IEEE Innovative Smart Grid Technologies - Asia*, 2018, pp. 1–6, doi: 10.1109/ISGT-Asia.2017.8378403.
 - [9] Sutedjo, Z. Efendi, and D. M. Mursyida, “Rancang Bangun Modul DC – DC Converter Dengan Pengendali PI,” *Politek. Elektron. Negeri Surabaya - ITS*, pp. 1–5, 2016.
 - [10] L. Wang, S. Chai, D. Yoo, L. Gan, and K. Ng, *PID and Predictive Control of Electrical Drives and Power Converters Using MATLAB/Simulink*. Singapore: John Wiley & Sons Singapore pte. Ltd, 2015.
 - [11] R. H. G. Tan and L. Y. H. Hoo, “DC-DC converter modeling and simulation using state space approach,” in *2015 IEEE Conference on Energy Conversion (CENCON)*, 2015, pp. 42–47.
 - [12] P. Singh and S. Purwar, “Sliding mode controller for PWM based Buck-boost DC/DC converter as state space averaging method in continuous conduction mode,” in *2012 2nd International Conference on Power, Control and Embedded Systems*, 2015, pp. 1–5.