



**PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL  
TEKNOLOGI INFORMASI & APLIKASINYA  
2016**

**“PEMANFAATAN TEKNOLOGI BIG DATA DAN  
BUSINESS INTELLIGENCE UNTUK MEWUJUDKAN  
SMART CULTURAL CITY”**

**BALI, 29 JULI 2016**



Penyelenggara  
PS. Teknik Informatika, Jurusan Ilmu Komputer  
FMIPA - Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Badung Bali  
Telp. (0361) 701805  
<http://www.cs.unud.ac.id>

# **PROSIDING**

## **PERTEMUAN DAN PRESENTASI KARYA ILMIAH BALI, 29 JULI 2016**

### **PEMBICARA UTAMA SEMINAR PARALEL DENGAN TEMA “Pemanfaatan Teknologi *Big Data* dan *Business Intelligence* untuk Mewujudkan *Smart Cultural City*”**

**Prof. Dr. Ir. Suhono Harso Supangkat, CGEIT.**

**I. B. Rai Dharmawijaya Mantra**

**I. B. Gede Dwidasmara, S.Kom., M.Cs.**

**I Putu Suryawan, S.E., M.M.**

### **PENYUNTING AHLI**

**Prof. Dr. I Ketut Gede Darma Putra, S.Kom., M.T.**

**Dr. H. Agus Zainal Arifin, S.Kom., M.Kom.**

**Dr.techn. Ahmad Ashari, M.Kom.**

**Dr. Drs. Anak Agung Ngurah Gunawan, M.T.**

**Agus Muliantara, S.Kom., M.Kom.**

# PELAKSANA SEMINAR

## PELINDUNG

Rektor Universitas Udayana, Bali

## PENANGGUNG JAWAB

Dekan Fakultas MIPA Universitas Udayana

Ketua Program Studi Teknik Informatika, FMIPA Universitas Udayana

## PANITIA

I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra, S.T., M.Cs.

Gst. Ayu Vida Mastrika Giri, S.Kom., M.Cs.

I Gede Arta Wibawa, S.T., M.Kom

Ida Bagus Made Mahendra, S.Kom., M.Kom.

I Putu Gede Hendra Suputra, S.Kom., M.Kom.

Luh Arida Ayu Rahning Putri, S.Kom., M.Cs.

Made Agung Raharja, S.Si., M.Cs.

I Gede Santi Astawa, S.T., M.Cs.

I Komang Ari Mogi, S.Kom, M.Kom.

Ida Bagus Gede Dwidasmara, S.Kom., M.Cs.

Dewa Made Bayu Atmaja Darmawan, S.Kom., M.Cs.

I Made Widiartha, S.Si., M.Kom.

I Gusti Agung Gede Arya Kadnyanan., S.Kom., M.Kom.

I Gede Oka Gartria A., S.Kom., M.Kom.

I Wayan Supriana, S.Si., M.Cs.

Dra. Luh Gede Astuti, M.Kom.

# KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas terselesainya penyusunan Prosiding SNATIA 2016 ini. Buku ini memuat naskah hasil penelitian dari berbagai bidang kajian yang telah direview oleh pakar di bidangnya dan telah dipresentasikan dalam acara Seminar SNATIA tahun 2016 pada tanggal 29 Juli 2016 di Universitas Udayana kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali.

Kegiatan SNATIA 2016 merupakan agenda tahunan Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Ilmu Komputer, Universitas Udayana. SNATIA 2016 mengambil tema “Pemanfaatan Teknologi *Big Data* dan *Business Intelligence* untuk Mewujudkan *Smart Cultural City*”, dengan pembicara utama seminar yang terdiri dari pakar-pakar peneliti dan pemerhati di bidang Teknologi Informasi dan *Smart City*.

Meskipun kegiatan seminar dan pendokumentasian naskah dalam prosiding ini telah dipersiapkan dengan baik, namun kami menyadari masih banyak kekurangannya. Panitia memohon maaf yang sebesar-besarnya atas kekurangan yang ada. Kritik dan saran perbaikan sangat kami harapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang, yang dapat dikirimkan melalui e-mail [snatia.unud@gmail.com](mailto:snatia.unud@gmail.com).

Kepada semua pihak yang terlibat baik langsung maupun tidak langsung dalam penyelenggaraan seminar dan penyusunan prosiding SNATIA 2016, panitia mengucapkan terima kasih.

Jimbaran, 29 Juli 2016

Panitia SNATIA 2016

*Halaman ini sengaja dibiarkan kosong.*

# DAFTAR ISI

## Kata Pengantar

## Daftar Isi

### Artificial Intelligence

<i>Implementasi Algoritma Genetika pada Penjadwalan Bimbingan Tugas Akhir (Studi Kasus Jurusan Ilmu Komputer Universitas Udayana)</i> Alfin Amri .....	1
<i>Implementasi Metode Naïve Bayes Classifier dalam Mendeteksi Penyakit Saluran Kemih</i> I Gede Krisna Putra Andiana .....	9
<i>Klasifikasi Jamur Menggunakan Metode Naïve Bayes dengan Pemrosesan Paralel</i> I Putu Agus Suarya Wibawa .....	15
<i>Klasifikasi Pengidap Diabetes Menggunakan Metode Naive Bayes dengan Pemrosesan Pararel</i> Daniel Kurniawan .....	23
<i>Komparasi Algoritma C4.5, Naïve Bayes dan K-Nearest Neighbor (K-Nn) untuk Mendeteksi Kanker Payudara</i> Rayung Wulan .....	29
<i>Penerapan Metode LCG (Linear Congruential Generator) pada Sistem Pengacak Soal Studi Kasus : BLCC (Bali Logic and Computer Competition) Unud</i> I Wayan Puguh Sudarma .....	35
<i>Perancangan Monitoring and Controlling Traffic Light pada Different Street Condition Menggunakan Jaringan Internet</i> Cries Avian.....	43
<i>Perancangan Sistem Evaluasi Nilai Akademik Mahasiswa Menggunakan K-Means Clustering</i> Risky Aswi Ramadhani .....	49
<i>Perancangan Sistem Pengklasifikasian Musik Menggunakan Algoritma Support Vector Machine</i> I Gst. Agung Wisnu Adi Kusuma.....	55

<i>Rancang Bangun Aplikasi Pencocokan Citra Tanda Tangan</i> Resty Wulanningrum .....	61
<b>Information Systems</b>	
<i>Analisa Sistem Informasi Persediaan Barang Pada PT. Dua Libra</i> Nur Azizah .....	67
<i>Analisa Sistem Pembayaran Futsal Pada PT. Padang Golf Moderland</i> Nur Azizah .....	77
<i>Analisis dan Perancangan Aplikasi ETL Untuk Data Warehouse</i> Made Mahadipta .....	87
<i>Aprida Aplikasi Penilaian Fleksibel untuk Guru dan Dosen</i> Fatkur R Hohman.....	99
<i>Desain Aplikasi Prosiars Sebagai Media Pendukung Akuisisi Ketrampilan Tata Kelola Rekam Medis</i> Slamet Sudaryanto N .....	103
<i>Desain Model Integrasi dan Sinkronisasi Antar Unit Surveilans Untuk Mendukung Data Warehouse Epidemiologi</i> Fikri Budiman .....	111
<i>Evaluasi Penggunaan Website dan Fasilitas E-Learning Universitas Nusa Nipa Menggunakan Metode Analisis Pieces Framework Menuju Paperless Office</i> Agustinus Lambertus Suban .....	119
<i>Implementasi Single Page Application pada Aplikasi Sintask Menggunakan Javascript Dan JQuery</i> Aditya Wikardiyan.....	129
<i>Pengembangan dan Software Testing Aplikasi Tebak Huruf Jawa</i> Supriyono .....	135
<i>Perancangan Aplikasi E-Learning Berbasis Android Pada Media Pembelajaran Alternatif</i> I Kadek Ardi Angga .....	141
<i>Perancangan dan Implementasi Aplikasi Media Reservasi Makanan Berbasis Client Server dengan Platform Android</i> Ayu Puspita Wardani Okayana.....	147

<i>Perancangan Data Warehouse pada Penjualan Kain Endek Bali (Studi Kasus Toko Luhur Busana Bali)</i> Rosa Irma Cahyani.....	153
<i>Perancangan Sistem Informasi Ensiklopedi Motif Kain Endek Khas Bali</i> I Gusti Ag Ayu Putu Rhera Mahayekti.....	161
<i>Perancangan Sistem Informasi Pendataan Surat Masuk dan Surat Keluar Pada Media Cetak Tabloid Tipikor Berbasis Web</i> Nur Azizah .....	169
<i>Perancangan Sistem Inventaris Sarana Akademik UN PGRI Kediri</i> Intan Nur Farida .....	181
<i>Perancangan Sistem Tracer Alumni untuk Menentukan Profil Lulusan Prodi Teknik Informatika Universitas Nusantara PGRI Kediri</i> Dinar Putra Pamungkas.....	187
<i>Purwarupa Sistem Layanan Perpustakaan Menggunakan Konsep Basis Data Terdistribusi</i> Putu Andina Titra Dewi.....	193
<i>Rancang Bangun Sistem Monitoring Sarbagita Berbasis Mobile Sebagai Solusi Peningkatan Kepuasan Pelanggan Sarbagita</i> Ida Bagus Dananjaya .....	199
<i>Rancangan Emergency Call Sebagai Penanganan Kecelakaan Di Kota Kediri</i> Ervin Kusuma Dewi .....	207
<i>Sistem Informasi Monitoring Bus Trans Sarbagita Berbasis Web</i> I Putu Gede Surya Hadi Kusuma .....	213
<i>Sistem Informasi Pengarsipan Kinerja Dosen Menggunakan Restful Web Service</i> Teguh Andriyanto .....	221
<i>Sistem Pengolahan Data Akademik Di Universitas Nusantara PGRI Kediri</i> Juli Sulaksono .....	227
<b>Knowledge Management</b> <i>Aplikasi Sistem Pencarian E-Book Dengan Memanfaatkan Web Crawler Berdasarkan Kesamaan Semantik</i> Diana Ikasari.....	233



<i>Implementasi Algoritma C4.5 Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Kos Di Daerah Bukit Jimbaran Bali</i> Imam Zarkasi.....	241
<i>Implementasi dan Perbandingan Algoritma Stemming untuk Dokumen Teks Berbahasa Indonesia</i> Dina Anggraini.....	247
<i>Penerapan Metode Profile Matching dalam Menentukan Kualitas Ikan Tuna (Studi Kasus Pt.Primo Indo Ikan)</i> Agus Aan Jiwa Permana .....	255
<i>Perancangan dan Implementasi Sistem Pendukung Keputusan Dalam Lomba Desa Pada Kantor Badan Pemberdayaan Masyarakat Dan Pemerintahan Desa Di Provinsi Nusa Tenggara Barat Dengan Metode Topsis</i> Ni Putu Eka Listiani.....	263
<i>Perancangan Knowledge Management System Motif Kain Endek Khas Bali</i> Riska Prasetyo Utami .....	269
<i>Perancangan Rekomendasi Penjualan Endek Pada Sistem Web E-Commerce Menggunakan Metode Hybrid Filtering</i> Luh Ayu Diah Fernita Sari.....	279
<i>Perancangan Simulasi Keuntungan Penjualan Bensin Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Menggunakan Metode Monte Carlo (Studi Kasus Spbu Jl. Raya Uluwatu, Jimbaran)</i> I Putu Surya Diputra.....	287
<i>Simulasi Transaksi untuk Memperkirakan Keuntungan pada Minimarket Vidya dengan Menggunakan Metode Monte Carlo</i> Josua Geovani Sinaga.....	299
<i>Sistem Pakar untuk Diagnosa Penyakit Diabetes Mellitus dengan Metode Mamdani Pada Puskesmas Di Jakarta Timur</i> Za'imatun Niswati .....	307
<i>Sistem Pendukung Keputusan dalam Penentuan Supplier Tanaman Terbaik Menggunakan Metode Simple Additive Weighting Studi Kasus CV. Intan Mas Ajie</i> Rr. Putri Intan Paramaeswari .....	315
<i>Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Lokasi Membangun Ruko Menggunakan Metode SAW Dan Proses Paralel</i> I Gede Surya Adhi Martana.....	323

<i>Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Paket Telekomunikasi Smartphone Atau Gadget Dengan Metode SAW (Simple Additive Weighting)</i> Christina .....	329
<i>Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Portofolio Investasi Saham di Bursa Efek Indonesia Menggunakan Metode Saw dan Proses Paralel</i> I Gede Wicaksana.....	335
<i>Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Anak Asuh Bagi Peserta Didik Dengan Metode SAW (Simple Additive Weighting)</i> Rina Firliana.....	341
<i>Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Lokasi Pembangunan Minimarket Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (Studi Kasus Kabupaten Gianyar)</i> Gede Surya Adiwiguna .....	349
<i>Sistem Pendukung Keputusan Perekrutan Pegawai Dengan Metode Naïve Bayes (Studi Kasus di PT. Tatamulia)</i> Ni Putu Striratna Devi Wedayanti.....	357
<i>Sistem Pendukung Keputusan Perekrutan Pegawai Menggunakan Perangkingan MADM TOPSIS</i> Luh Putu Dewi Cahyuni .....	363
<i>Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penerima Beasiswa di SMKN 3 Negara Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)</i> I Putu Krisna Adi Syandhana .....	369
<i>SPK Penentuan Lokasi Pembangunan Perumahan Menggunakan Metode SAW dengan Pemrosesan Paralel (Studi Kasus Kab. Jemberana)</i> Gede Satria Pinandita .....	377
<i>SPK untuk Menentukan Kesesuaian Lahan Tanaman Kopi Arabika Menggunakan Metode WP dengan Pemrosesan Paralel</i> Ketut Yudi Werdika .....	383
<i>Web Dinamis Sebagai Sistem Bantu Pencarian Rumah Kos Mahasiswa Dengan Metode Weighted Product (WP)</i> Patmi Kasih.....	389

## **Multimedia Application**

<i>Analisis Sistem Rekomendasi Musik Berdasarkan Konteks Menggunakan Soft Case-Based Reasoning</i>	
Gst. Ayu Vida Mastrika Giri .....	395
<i>Aplikasi Alat Musik Padang Berbasis Android</i>	
I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra .....	401
<i>Aplikasi Reduksi Noise Citra Aksara Bali Pada Lontar</i>	
Gusti Agung Mas Trisna Krishany.....	409
<i>Implementasi Augmented Reality Pada Objek-Objek Museum Bali Studi Awal Perancangan Aplikasi Edukasi Untuk Pengunjung Museum</i>	
Gerson Feoh.....	415
<i>Pengembangan Game “Super Sonic Shoot” dengan Pendekatan Game-SCRUM</i>	
Falahah.....	423
<i>Perancangan Sistem Informasi Pembelajaran Pembuatan Banten Berbasis Video Streaming</i>	
I Putu Septian Arya Pratama .....	429
<b>Networking and Security</b>	
<i>Aplikasi Chatting Berbasis Multiagent Menggunakan Java Agent Development Framework (JADE)</i>	
Nisa Miftachurohmah .....	437
<i>Color Image Encryption Using RC4 Algorithm</i>	
Andysah Putera Utama Siahaan .....	443
<i>Implementasi Algoritma RC6 Sebagai Pengamanan Aplikasi Chatting</i>	
Anneke Puspita Dewi .....	449
<i>Pengelolaan Routing OLSR Pada Jaringan Wireless Mesh</i>	
Iwan Rijayana .....	459
<i>Pengembangan Aplikasi Context Aware Pada Teknolog Near Field Communcation</i>	
Yuli Fauziah .....	467
<i>Penggunaan Metode Kriptografi pada Voice Over Internet Protokol</i>	
Eka Suweantara.....	473

<i>Perancangan dan Implementasi Aplikasi Chat Menggunakan MQTT Protocol</i> Muhammad Ridwan Satrio .....	481
<i>Perancangan SMS Gateway Untuk Pelayanan Informasi pada Kegiatan Desa Adat</i> I Putu Raka Wiratma .....	485
<i>Rancang Bangun Sistem Informasi Paroki Habi Keuskupan Maumere Melalui SMS Gateway</i> Theresia Wihelmina Mado.....	491
<i>Sistem Informasi Pengingat Pengumpulan Nilai Berbasis SMS Gateway pada Prodi Sistem Informasi Universitas Nusantara PGRI Kediri</i> Fajar Rohman Hariri, M.Kom .....	499
<i>Sistem Kendali DC Converter Untuk Aplikasi Sistem (CAES)</i> Widjonarko.....	507

# SISTEM KENDALI DC CONVERTER UNTUK APLIKASI SISTEM (CAES)

Widjonarko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Elektro, Teknik, Universitas Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Email: widjonarkost@yahoo.co.id<sup>1</sup>

## ABSTRAK

Rancangan kendali DC Converter untuk Aplikasi Sistem Compressed-Air Energy Storage (CAES) skala kecil dalam penelitian ini difokuskan pada penerapan system kendali fuzzy untuk menghasilkan respon kendali valve. Untuk mengkonversi energi yang sudah disimpan dalam bentuk udara tekan di dalam tangki penyimpan menjadi energi listrik diperlukan air motor sebagai penggerak generator, dimana kecepatannya diatur valve (katub) pada inlet (udara masuk) air motor melalui controller Arduino UNO-R3. Keutamaan penelitian ini adalah untuk mengatasi permasalahan generator yang dioperasikan di luar spesifikasi nominalnya sehingga dibutuhkan converter yang dikendalikan dengan cara yang tepat sehingga bisa memperbaiki efisiensinya. Semakin besar valve terbuka maka tekanan udara yang dihasilkan pada air motor akan semakin besar daya air motor. Penggunaan 3 sensor tekanan, tegangan dan arus yang diperlukan untuk mendukung sistem ini menghasilkan kinerja yang cukup baik dengan error rata rata 1 %. Pengujian respon kendali valve untuk mengatur kecepatan yang menggunakan kendali fuzzy dengan melakukan dua cara yaitu mengubah setpoint dan beban sehingga dapat menghasilkan respon kendali kecepatan yang sesuai dengan time to steady state kurang dari 4 detik.

**Kata Kunci:** dc converter, fuzzy, compressed air energy storage, air motor

## ABSTRACT

The design of the control DC Converter for Application Systems Compressed-Air Energy Storage (CAES) small scale in this study focused on the application of fuzzy control system to produce a response control valve. To convert energy that has been stored in the form of compressed air in the storage air tank into electrical energy required propulsion motors as generators, where the speed is regulated valve on the inlet air motor via a controller Arduino UNO-R3. The merit of this research is to overcome the problems generator operated beyond its nominal specifications so that the required converter is controlled in an appropriate manner so that it can improve its efficiency. The larger the valve is open, the air pressure generated in the air motor will be the greater power of the air motor. The use of three pressure sensors, voltage and current required to support these systems result in a good performance with average error of 1%. Testing the response control valve to regulate speed using fuzzy control by performing two ways to change the setpoint and load can generate appropriate speed control response time to steady state with less than 4 seconds

**Keywords:** dc converter, fuzzy, compressed air energy storage, air motor

## 1 PENDAHULUAN

Pemanfaatan compressed air energy storage (CAES) skala kecil sebagai alternatif pengganti baterai elektrokimia masih belum populer dikarenakan masalah ukurannya yang belum proporsional dengan energi yang mampu disimpan, dengan kata lain densitas energinya rendah. Di samping itu efisiensi dari sistem ini masih relatif rendah dibandingkan dengan baterai elektrokimia, salah satu hal yang berpengaruh pada efisiensi adalah sistem kendali untuk mengkonversi balik dari energi yang sudah disimpan dalam

bentuk udara tekan di dalam tangki penyimpan menjadi energi listrik.

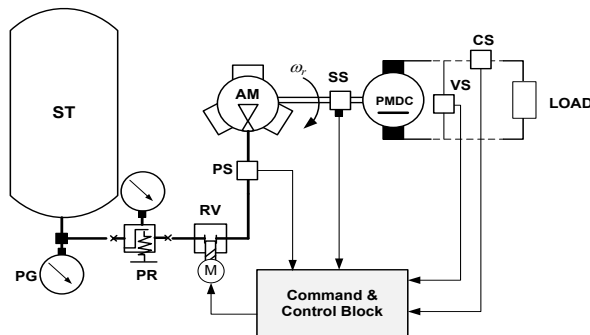
Salah satu kasus spesifik adalah dc to dc converter yang digunakan untuk mengatur tegangan output dari generator dc yang digerakkan dengan micro-turbine compressed air energy storage (CAES) di mana kebanyakan generator ini dioperasikan di luar range kecepatan nominalnya sehingga membutuhkan converter dengan range tegangan input yang cukup lebar agar dapat menjamin kualitas daya output untuk kebutuhan beban-bebannya (Kokaew et al., 2013).

Penelitian ini akan difokuskan pada penerapan sistem kendali dengan algoritma *fuzzy logic* untuk menghasilkan respon kendali yang cepat, khususnya untuk pengaturan *valve* yang akan menghasilkan tekanan dan kecepatan yang diharapkan. Untuk dapat menerapkan sistem kendali ini, dalam penelitian ini digunakan kontroler Arduino UNO-R3 yang dianggap memadai untuk digunakan sebagai komponen kendali utama pada sistem ini. Pemanfaatan komponen kendali ini juga diharapkan untuk dapat memberikan kemudahan dalam pemrogramannya.

## 2 MODEL, ANALISIS, DESAIN, DAN IMPLEMENTASI

### 2.1 Desain Peralatan Penelitian

Dari penelitian yang saya lakukan dapat dilihat desain perancangan alat seperti gambar 1.



**Gambar 1. Rancangan Peralatan Penelitian**

Keterangan Gambar:

ST	=	<i>Storage Tank</i> (Tangki penyimpan udara)
PG	=	<i>Pressure Gauge</i> digunakan untuk mengamati tekanan dalam tangki penyimpan udara tekan.
PS	=	<i>Pressure Sensor</i> adalah peralatan elektronik untuk memberi umpan balik nilai tekanan pada inlet air motor (AM)
PR	=	<i>Pressure Relief</i> untuk membatasi tekanan yang keluar dari tangki penyimpan sebelum masuk ke <i>regulated valve</i> (RV)
RV	=	<i>Regulated Valve</i> adalah katub pengatur tekanan dan aliran udara yang akan masuk ke inlet airm motor. Pembukaan dan penutupan katub ini diatur dengan motor servo yang kerjanya berdasarkan <i>command signal</i> dari kontroler.
AM	=	<i>Air Motor</i> yang digunakan sebagai penggerak mula dari generator.
PMDC	=	<i>Permanent Magnet DC</i> generator adalah NC5475C yang

dioperasikan sebagai generator dc dalam sistem ini.

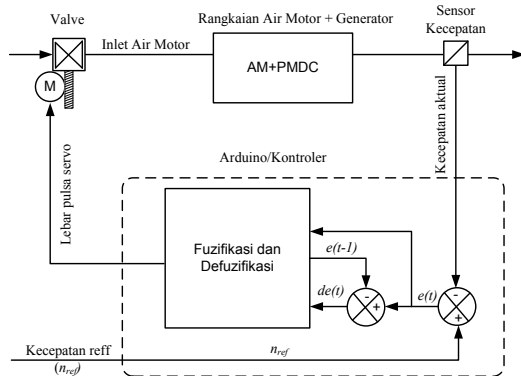
SS	=	<i>Speed Sensor</i> digunakan untuk deteksi kecepatan dan memberikan umpan balik pada kontroler.
CS	=	<i>Current Sensor</i> digunakan untuk deteksi arus <i>output</i> generator sebagai informasi ke kontroler.
VS	=	<i>Voltage Sensor</i> untuk mendeteksi tegangan <i>output</i> generator sebagai informasi ke kontroler.
LOAD	=	Rangkaian beban DC berupa rangkaian resistor maupun resistor geser.
Comman & Control Block	=	Kontroler Arduino UNO R-3.

Desain peralatan ini digunakan untuk mensimulasikan sistem pengaturan kecepatan pada output CAES skala kecil yang merupakan pekerjaan utama dalam penelitian ini. Penyimpanan udara tekan ke dalam ST dilakukan dengan menggunakan kompresor yang sudah terangkai dengan ST dan bukan merupakan cakupan bahasan dalam penelitian ini. Udara tekan yang sudah tersimpan ini adalah peyimpan energi dalam penggunaannya harus dikonversikan balik menjadi energi listrik dengan menggunakan rangkaian peralatan di atas.

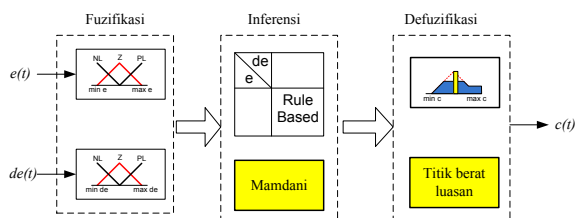
Saat terjadi perubahan beban, kecepatan generator bisa berubah dan jika diinginkan kembali ke nilai kecepatan sesuai dengan nilai yang diinginkan (*set point*), maka diperlukan sistem kendali umpan balik yang akan mengubah RV agar menghasilkan tekanan yang menyebabkan kecepatan sesuai dengan nilai yang diinginkan. Nilai kecepatan aktual didapat dari sinyal SS. Sinyal ini akan diolah dalam kontroler sehingga dapat memberikan perintah pada RV.

### 2.2 Desain Kontrol Fuzzy

Karena tujuan kendali ini adalah untuk mengendalikan kecepatan, maka kendali dilakukan berdasarkan *error* ( $e$ ) kecepatan dan perubahan *error* kecepatan atau *delta error* kecepatan ( $de$ ). Blok diagram hubungan kontroller dengan *plant* yang diatur ditunjukkan dalam Gambar 2 bahwa *controller* mengindra sinyal dari sensor kecepatan dan menerima *input* berupa kecepatan referensi. Kontroller memproses selisih kecepatan aktual dan kecepatan referensi menjadi  $e(t)$  dan mencatatnya. Kontroller ini kemudian memproses selisih *error* ini dengan nilai *error* kecepatan sebelumnya,  $e(t-1)$  dan menjadikannya perubahan *error* kecepatan  $de(t)$ . Hasil perhitungan *error* dan *delta error* ini kemudian diproses dengan blok kendali *fuzzy*. Diagram blok kendali *fuzzy* ini ditunjukkan dengan Gambar 3.



**Gambar 2. Blok Diagram Rangkaian Kendali dan Plant**



**Gambar 3. Blok Diagram Proses Kendali Fuzzy**

Inferensi dimulai dengan memetakan nilai derajat keanggotaan dari masing-masing *error* dan *delta error* ke sebuah tabel yang berisi basis aturan yang dipilih (*rule base*) dan menggunakan sebuah metode untuk pemilihan nilai dari derajat keanggotaan. Dengan demikian terlebih dahulu harus dibuat matrik atau tabel *rule base*.

e \ de	NL	Z	PL
PL	Z	PL	PL
Z	NL	Z	PL
NL	NL	NL	Z

➔

e \ de	NL	Z	PL
PL	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$
Z	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$
NL	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$

**Gambar 4. Rule Base**

Untuk sistem ini dibuat *rule base* sebagaimana terlihat dalam Gambar 4, sedangkan untuk memilih nilai inferensi digunakan aturan Mamdani dengan mengambil interseksi dari kedua nilai  $\mu_e$  dan  $\mu_{de}$  atau dengan menggunakan logika AND.

### 3 SKENARIO UJI COBA

Dalam pengujian alat dilakukan 2 cara yaitu pengujian pertama untuk hubungan antara tekanan, kecepatan dan daya serta pengujian kedua untuk proses sistem kontrol *fuzzy*-nya.

Pengujian pertama yaitu pengujian untuk hubungan antara tekanan, kecepatan dan daya yang berfungsi untuk mengetahui hubungan diantara komponen-komponen tersebut yang kemudian dilanjutkan dengan merancang proses kontrol *fuzzy*.

Pengujian kedua adalah pengujian untuk kecepatan dimana pengujian menggunakan 2 skenario untuk melihat respon kendali kecepatan pada saat tanpa beban (skenario 1) yaitu mengubah target (*setpoint*) kecepatan dan mengamati respon kendalinya. Tujuannya adalah untuk melihat seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan target. Pengaturan kecepatan bisa saja bertujuan untuk mempertahankan kecepatan pada nilai tertentu jika terjadi perubahan kondisi yang lain (skenario 2). Sebagai contoh adalah perubahan kecepatan diharapkan untuk tetap mempertahankan kecepatan generator pada saat beban berubah seperti dalam Gambar 1 dengan menggunakan dua buah resistor geser yang dihubungkan paralel. Resistor pertama diatur pada nilai 10  $\Omega$  sedangkan resistor kedua diatur pada nilai 2 $\Omega$ . Resistor kedua dihubungkan dengan saklar untuk memutuskan dan menyambungkannya ke generator.

## 4 HASIL UJI COBA

Hasil pengujian dilakukan dengan 2 cara yaitu pengujian pertama untuk hubungan antara tekanan, kecepatan dan daya serta pengujian dua skenario sistem untuk proses pengujian dari sistem kontrol *fuzzy*-nya.

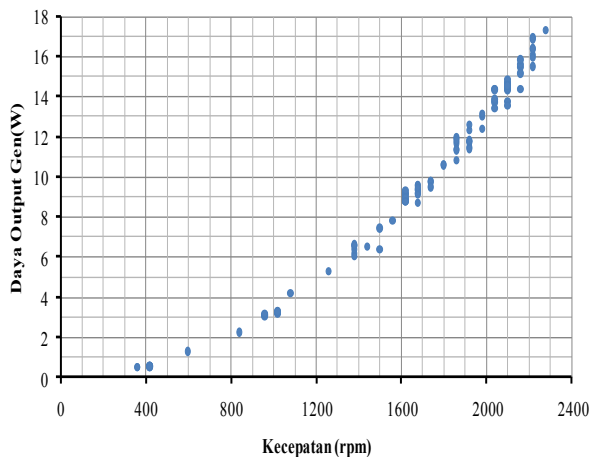
### 4.1 Pengujian Hubungan Tekanan, Kecepatan dan Daya

Dalam pengujian ini semua sensor diaktifkan dan daya *output* dihitung sebagai perkalian antara tegangan *output* dengan arus yang mengalir ke beban RL 10 ohm. Tekanan *inlet air motor* diubah-ubah dan semua pembacaan sensor dicatat dalam Tabel 1.

**Tabel 1. Hubungan Tekanan, Kecepatan, Tegangan dengan Daya**

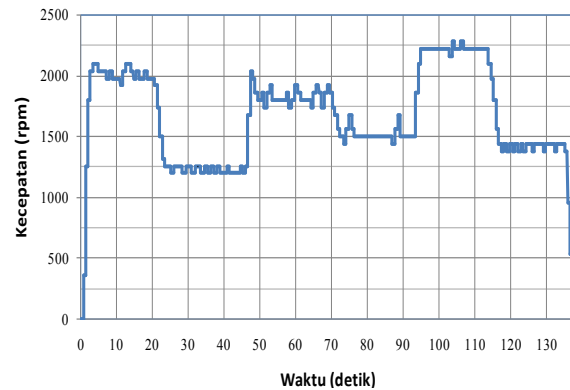
NO	TEKANAN			KECPT. (rpm)	TEG. (V)	ARUS (I)	DAYA (W)
	TARGET	AKTUAL	ERROR %				
	(kPa)	(kPa)					
1	150	146,86	2,09	420	2,27	0,21	0,48
2	150	149,35	0,43	420	2,37	0,23	0,55
3	200	195,27	2,36	960	5,42	0,56	3,035
4	200	199,13	0,44	1020	5,47	0,58	3,172
5	250	247,04	1,18	1440	8,11	0,81	6,488
6	250	248,28	0,69	1380	8,08	0,81	6,544
7	300	295,44	1,52	1620	9,45	0,95	8,778
8	300	298,88	0,37	1680	9,89	0,97	9.098
9	350	342,89	2,03	1860	10,79	1,08	11,653
10	350	347,4	0,74	1920	10,82	1,09	11,761
11	400	394,6	1,35	2100	12,33	1,19	14,672
12	400	399,93	0,02	2040	12,04	1,19	14,327

Dari hasil pengujian, didapatkan data bahwa semakin besar tekanan, maka semakin besar pula kecepatan motor yang didapatkan dan tentunya komponen pembentuk satuan daya yaitu berupa tegangan dan arus juga akan semakin naik sesuai dengan kecepatan motor yang dihasilkan akibat perubahan tekanan dan *error* rata-rata antara kecepatan *setpoint* dengan kecepatan aktual didapat sebesar 1 %. Pengujian hubungan kecepatan dengan daya *output* yaitu pengaturan kecepatan dapat dilakukan dengan mengubah-ubah tekanan inlet air motor seperti pada grafik Gambar 5.


**Gambar 5. Hubungan Kecepatan Generator dengan Daya Output**

#### 4.2 Pengaturan Kecepatan 1

Hasil pengujian skenario 1 secara lengkap sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 6.

**Pengaturan Kecepatan Skenario 1**

**Gambar 6. Pengaturan Kecepatan (Skenario 1)**

Perubahan kecepatan dilakukan beberapa kali dan respon kendali ditunggu untuk sampai ke kecepatan target. Pengujian dilakukan dengan menurunkan dan menaikkan kecepatan dari kecepatan *steady state* yang sudah dicapai. Dengan mengamati Gambar 6 terlihat bahwa dibutuhkan waktu beberapa detik untuk mencapai kecepatan target. Kecepatan target dianggap sudah tercapai jika *error* kecepatan sudah mencapai nilai  $\pm 60$  rpm. Hal ini berkaitan dengan keterbatasan sensor kecepatan.

Perbesaran dilakukan pada saat kecepatan diubah dari nilai kecil ke besar yaitu pada yaitu antara detik ke 19 sampai dengan detik ke 25. Hasil perbesaran disajikan Gambar 7 dan Tabel 2.

**Tabel 2. Perubahan Kecepatan dari 2000 rpm ke 1200 rpm**

Waktu (detik ke)	Kecepatan			Waktu (detik ke)	Kecepatan		
	Target	Aktual	Error		Target	Aktual	Error
19	2000	1980	-20	22.5	1200	1500	300
19.1	2000	1980	-20	22.6	1200	1500	300
20	2000	1980	-20	22.7	1200	1500	300
20.08	1200	1980	780	22.8	1200	1320	120
20.2	1200	1980	780	22.9	1200	1320	120
20.3	1200	1980	780	23	1200	1320	120
20.4	1200	1980	780	23.1	1200	1320	120
20.5	1200	1980	780	23.2	1200	1320	120
20.6	1200	1980	780	23.3	1200	1320	120
20.7	1200	1920	720	23.4	1200	1260	60
20.8	1200	1920	720	23.5	1200	1260	60
20.9	1200	1920	720	23.6	1200	1260	60
21	1200	1920	720	23.7	1200	1260	60
21.1	1200	1920	720	23.8	1200	1260	60
21.2	1200	1920	720	23.9	1200	1260	60
21.3	1200	1920	720	24	1200	1260	60
21.4	1200	1740	540	24.1	1200	1260	60
21.5	1200	1740	540	24.2	1200	1260	60
21.6	1200	1740	540	24.3	1200	1260	60
21.7	1200	1740	540	24.4	1200	1260	60
21.8	1200	1740	540	24.5	1200	1260	60
21.9	1200	1740	540	24.6	1200	1260	60
22	1200	1740	540	24.7	1200	1260	60
22.1	1200	1500	300	24.8	1200	1260	60
22.2	1200	1500	300	24.9	1200	1260	60
22.3	1200	1500	300	25	1200	1200	0
22.4	1200	1500	300				





Gambar 7. Pengaturan Skenario 1 dengan Perbesaran

Dengan mempertimbangkan keterbatasan sensor kecepatan maka dapat dikatakan bahwa kecepatan target sudah tercapai pada  $t = 23.4$  detik. Dengan demikian biasa disimpulkan bahwa kendali kecepatan dapat mencapai target atau *setpoint* dalam waktu kurang dari 4 detik.

### 4.3 Pengaturan Kecepatan 2

Hasil pengujian skenario 2 secara lengkap sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 8 dan Tabel 3.



Gambar 8. Pengaturan Skenario 2

Tabel 3. Perubahan Kecepatan Saat Penambahan dan Pelepasan Beban

Waktu (detik ke)	Kecepatan			Waktu (detik ke)	Kecepatan		
	Target	Aktual	Error		Target	Aktual	Error
40	1500	1500	0	54	1500	1500	0
43.64	1500	1500	0	54.2	1500	1500	0
43.65	1500	1740	-240	54.6	1500	1500	0
43.8	1500	1740	-240	54.62	1500	1500	0
44	1500	1740	-240	54.64	1500	1380	120
44.2	1500	1740	-240	54.8	1500	1380	120
44.4	1500	1860	-360	55	1500	1380	120
44.6	1500	1860	-360	55.2	1500	1380	120
44.8	1500	1860	-360	55.4	1500	1260	240
45	1500	1860	-360	55.6	1500	1260	240
45.2	1500	1860	-360	55.8	1500	1260	240
45.4	1500	1860	-360	56	1500	1260	240
45.6	1500	1860	-360	56.2	1500	1260	240
45.8	1500	1680	-180	56.4	1500	1260	240
46	1500	1680	-180	56.6	1500	1380	120
46.2	1500	1680	-180	56.8	1500	1380	120
46.4	1500	1620	-120	57	1500	1380	120
46.6	1500	1620	-120	57.2	1500	1440	60
46.8	1500	1620	-120	52.2	1500	1500	0
47	1500	1620	-120	52.4	1500	1500	0
47.2	1500	1560	-60	52.6	1500	1500	0
47.4	1500	1560	-60	52.8	1500	1500	0
47.6	1500	1560	-60	53	1500	1500	0
47.8	1500	1560	-60	53.2	1500	1500	0
48	1500	1500	0	53.4	1500	1500	0
48.2	1500	1500	0	53.6	1500	1500	0
48.4	1500	1500	0	53.8	1500	1500	0

Dari grafik dan tabel tersebut terlihat bahwa sistem merespon terhadap perubahan beban dan berusaha mengembalikan kecepatan ke kecepatan *setpoint*. Kestabilan kembali tercapai dalam rentang waktu kurang dari 4 detik.

## 5 KESIMPULAN

Hasil penelitian untuk membuat *prototype* sistem kendali *valve DC Converter* pada aplikasi sistem penyimpanan udara tekan (CAES) ini dapat disimpulkan sebagai berikut bahwa, sensor - sensor yang dibangun untuk mendukung kerja sistem kendali sudah berhasil dibuat dan bekerja dengan baik. Hasil pengujian sensor tekanan, tegangan, dan arus menghasilkan *error* kurang dari 1% yang berarti cukup memadai untuk digunakan mendukung sistem kendali. Selanjutnya khusus untuk sensor kecepatan yang dibangun dengan menggunakan sebuah IC *hall effect sensor*, walaupun dengan penggunaan *sampling time* 10.000 mili detik dapat menghasilkan *error* yang kecil, tapi hal ini kurang memenuhi syarat untuk diterapkan karena menghasilkan respon kendali yang sangat lambat. Sistem kendali dengan algoritma *fuzzy* menghasilkan respon kendali kecepatan yang cukup baik. Pada pengujian pengubahan *setpoint* kecepatan, kecepatan target dapat dicapai dalam waktu kurang dari 4 detik, baik untuk pengubahan *setpoint* naik maupun turun. Kendali tekanan dilakukan dengan metode *step-by-*

*step* sudah menghasilkan respon kendali yang sangat baik..

## 6 DAFTAR PUSTAKA

- [1] ACS712, Allegro. 2015. “Allegro MicroSystems - ACS712: Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor.” *Allegro MicroSystem*. Accessed August 18.
- [2] Alias Khamis, Zulasyraf M.2010. Compressed Air Energi Storage System (CAES). Univ. Teknikal Malaysia Melaka, Durian Tunggal, Malaysia.
- [3] Arduino UNO, R3. 2015. “A000066 Arduino | Mouser.” *MOUSER ELECTRONICS*. Accessed August 18.
- [4] DafLabs. 2015. “Servo Motor - 360 Degree Continuous Rotation.” Accessed August 19. <https://daflabs.com/360-degree-continuous-rotation-servo-ds04-nfc.html>.
- [5] Datasheet, Catalog. 2015. “A3144 Datasheet Pdf - Sensitive Hall-Effect Switches, High-Temperature - Allegro MicroSystems.”*DatasheetCatalog.com*. Accessed August 18. [http://www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/A/3/1/4/A3144.shtml](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/A/3/1/4/A3144.shtml).
- [6] Robert B. Schainker, (2007). Executive Overview: Energy Storage Options for a Sustainable Energy Future, IEEE. SurplusTek. 2015. “Capteur de Voltage Standard Pour Robot Arduino.”*Surplustek Centre De Liquidation*. Accessed August 18.