

Digital Repository Universitas Jember



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL FORTEI 2017

INOVASI DAN PENGEMBANGAN EBT DALAM RANGKA
AKSELERASI ELEKTRIFIKASI DI INDONESIA TIMUR

GORONTALO, 18 - 21 OKTOBER 2017



ISBN 978-602-6204-24-0



PENYELENGGARA :
FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO
Jln. Jend. Sudirman No.6 Kota Gorontalo, Telp/fax (0435)821183
Email : fortei2017@ung.ac.id | Laman : <http://forte2017.ung.ac.id/>

PROSIDING

TEMU NASIONAL KE-11

**FORUM PENDIDIKAN TINGGI TEKNIK ELEKTRO INDONESIA
(FORTEI) 2017**

**“ INOVASI DAN PENGEMBANGAN EBT DALAM RANGKA
AKSELERASI ELEKTRIFIKASI DI INDONESIA TIMUR ”**

**Gedung Training Centre Damhil UNG
18-21 Oktober 2017**

ISBN 978-602-6204-24-0

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL FORTEI 2017
INOVASI DAN PENGEMBANGAN EBT DALAM RANGKA
AKSELERASI ELEKTRIFIKASI DI INDONESIA TIMUR**

Hak Cipta ©2017 pada penulis,

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku dalam bentuk apa pun, secara elektronis maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.



Diterbitkan Oleh :

FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

Jln. Jend. Sudirman No.6 Kota Gorontalo, Telp/fax (0435)821183

Email : ft@ung.ac.id | Laman : <http://ft.ung.ac.id/>



TIM REVIEWER

- Prof. Dr. Ir. Salama Manjang, MT. IPM
Universitas Hasanuddin Makassar
- Dr. Zahir Zainuddin, MT
Universitas Hasanuddin Makassar
- Ir. WAHAB MUSA, M.T, Ph.D
Universitas Negeri Gorontalo
- Dr. SARDI SALIM, M.Pd
Universitas Negeri Gorontalo



PANITIA TEMU NASIONAL KE-XI FORTEI 2017 FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

Pelindung : Prof. Dr. H. Syamsu Qamar Badu.,M.Pd (Rektor UNG)
Panitia Pengarah : Prof. Dr. Ir. Mochamad Ashari, M.Eng (Rektor Telkom University)

Anggota : Dr. Ir. Insuwardianto (Rektor ITI - Teknik Elektro ITB)
Prof. Ida Ayu Dwi Giriantari, Ph.D (Teknik Elektro UDAYANA)
Prof. Dr. Ir. H. Salama Manjang, MT (Teknik Elektro UNHAS)
Ir. Tumiran, M.Eng.,Ph.D (Teknik Elektro UGM)
Ir. Arief Syaichu Rohman M.Eng.Sc.,Ph.D (Teknik Elektro ITB)
Dr. Wahyudi, ST.,MT. (Teknik Elektro UNDIP)
Ir. Wahab Musa, MT., Ph.D. (Teknik Elektro UNG)

Penanggung Jawab : Moh. Hidayat Koniyo, ST.,M.Kom (Dekan Fakultas Teknik UNG)

Pelaksana
Ketua : Eryan H. Harun, ST.,MT
Sekretaris : Jumiati Ilham, ST.,MT
Bendahara : Ade Irawati Tolago, ST.,MT

Panitia :

Eduart Wolok, ST.,MT	Arfan Sumaga, ST., MT
Sri Wahyuni Dali, ST.,MT	Amelya Indah Pratiwi, ST., MT
Ifan Wiranto, ST., MT	Bambang P. Asmara, ST., MT
Yasin Mohamad, ST.,MT	Mohamad Asri, ST., MT
Dr. Mohamad Yusuf Tuloli, MT	Roy Harun, S.Pd., M.Pd
Agus Lahinta, ST.,M.Kom	Steven Humena, ST., MT
Arip Mulyanto, S.Kom., M.Kom	Salmawaty Tansa, ST., M.Eng
Syahrir Abdussamad, ST.,MT	Yolanda Dungga, S.Pd.
Zainudin Bonok, ST.,MT.	Siti Asnasari Ishak, S.Pd
Tajudin Abdilah, S.Kom.,M.Kom	Taufiq I. Yusuf, ST.,M.Si
Elvie Mokodongan, ST.,MT	Drs. Yus Iryanto Abas, M.Pd
Frengki E. P. Sursa, ST.,MT	Jamal Darussalam Giu, ST.,MT
Amirudin Y. Dako, ST., M.Eng	Lilyan Hadjarati, S.Kom., M.Kom
Rahmat Dedy Rianto Dako, ST., M.Eng	Muammar Zainudin, ST., MT
Rochmad M. Thohir Yassin, S.Kom., M.Eng	Charles Mopangga, S.Pd
Abdul Azis Bouty, S.Kom.,M.Kom	Rahmat Doda, ST
M. Yasser Arafat, S.Pd.,M.Pd	Allan Amilie, S.Kom
Stephan Hulukati, ST.,MT	Eric Pomalingo, A.Md
L.M. Kamil Amali, ST.,MT	Jufri Nento, A.Md
Wrastawa Ridwan, ST.,MT	Raif Latongko, A.Md
Iskandar Z. Nasibu, S.Pd.,M.Eng	Fetry Labolo, A.Md
Dian Novian, S.Kom., MT.	HMJ Teknik Elektro

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Tim Reviewer	iii
Susunan Panitia	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Penggunaan Jaringan Wireless untuk Memantau Besarnya Pemakaian dan Kualitas air PDAM secara RealTime	
<i>A. Ejah Umraeni Salam, Ingrid Nurtanio, Muh. Fakhri, Umar Hasan</i>	1 - 4
Datalogger Portabel Online Untuk Remote Monitoring Menggunakan Arduino Mikrokontroler	
<i>Agus Putu Abiyasa, I Wayan Sukadana, I Wayan Utama, I Wayan Sugarayasa</i>	5 - 10
Rancang Bangun Kontrol Otomatis pada Stasiun Penebahan Buah Sawit, Studi Kasus di PKS Sei Galuh PT. Perkebunan Nusantara V	
<i>Amir Hamzah, Dodi Sofyan Arief, Galuh Leonardo Sembiring, Andri</i>	11 - 16
Perancangan Sistem Pengendali Air Conditioner untuk Aplikasi Smart Energy Building	
<i>Anggoro S. Pramudyo, Suhendar</i>	17 - 20
Unjuk Kerja Generator Sinkron dengan Sistem Translasi Menggunakan Variasi Bentuk Magnet NdFeB Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut	
<i>A. Indriani, Dimas, S, Hendra</i>	21 - 26
Sistem Kontrol Kekeruhan Dan Temperatur Air Laut Menggunakan Microcontroller Arduino Mega	
<i>A.Indriani, Y. Witanto, Supriyadi, Hendra</i>	27 - 34
Energy Efficiency Analysis by Using AHU Fresh Air Controller in HVAC System at PT. SCI	
<i>Arnisa Stefanie, Dene Herwanto</i>	35 - 38
Pengembangan Pembangkit Listrik Tersebar Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi	
<i>Asep Najmurokhman, Zulfakhri, Muhamad Reza</i>	39 - 44
Hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya	
<i>Aslimeri</i>	45 - 48
Smart Lighting Berbasis Photocell pada Low Voltage Main Distibusion Panel (Lvmdp) untuk Penghematan Energi	
<i>Deni Hendarto, Padillah</i>	49 - 58
Analsis Penguat EDFA dan SOA pada Sistem Transmisi DWDM dengan Optisystem 14	
<i>Dewiani Djamaluddin, Andani Achmad, Fiqri Hidayat, Dhanang Bramatyo</i>	59 - 64
Sistem Kendali Governor Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Berbasis Mikrokontroler	
<i>Elfizon</i>	65 - 72

Educational Kit: Trainer (Multi Gerbang) Berbasis Arduino Mega 2560 <i>Adnan Subkhan, Fatchul Arifin</i>	73 - 78
Alat Pengatur Suhu Air Via Smartphone Android Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno <i>Habibullah, Orri Novita Sari</i>	79 - 82
Penurunan CO2 Penerapan Energi Baru Terbarukan Biofuel Limbah Kelapa Sawit <i>Hasmawaty. AR</i>	83 - 86
Digital Transformation Maturity Model for Telecommunication Service Provider <i>Ibrahim, Lela Nurpulaela</i>	87 - 90
Perancangan Modul Pengering Ikan Putaran Rak Vertikal Berbasis Mikrokontroler <i>Irnanda Priyadi, Reza Satria Rinaldi, Mensi Alexander</i>	91 - 96
Rancang Bangun Sistem Penyejuk Udara Menggunakan Termoelektrik dan Humidifier <i>Irnanda Priyadi, Khairul Amri Rosa, Rian Novriansyah</i>	97 - 102
Very Short Term Load Forecasting Beyond Peak Load Time Using Fuzzy Logic (Case Study : Java Bali Electrical System) <i>Jamaaluddin Jamaaluddin, Dwi Hadidjaja, Indah Sulistiyowati, Eko Agus Suprayitno, Izza Anshory, Syamsudduha Syahririni</i>	103 - 106
Inverter Lima Tingkat dengan Topologi Deret Jembatan-H <i>Krismadinata, Irma Husnaini</i>	107 - 110
Analysis of Service Quality to Implementation of Tracking Antenna on Inclined Satellite based on Carrier to Noise Ratio Parameter <i>Lela Nurpulaela, Arnisa Stefanie</i>	111 - 116
Perancangan Rangkaian Digital Pendeteksi Kontinuitas Saluran Transmisi <i>Lianly Rompis</i>	117 - 120
Peningkatan Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Menggunakan Maximum Power Point Tracking (MPPT) Berbasis Fuzzy-P&O (Perturb & Observe) <i>Machmud Effendy, Nuralif, Khusnul</i>	121 - 124
Gallium Nitride Applications in Power Electronics <i>Mohammad Taufik, Taufik</i>	125 - 130
Pengaruh Masuknya PLTS on Grid Skala Besar Pada Sistem Distribusi 20 KV Terhadap Kualitas Tegangan dan Rugi-rugi Daya <i>Muammar Zainuddin</i>	131 - 136
Pengembangan EBTKE Melalui Kerja Sama Industri di Universitas Telkom Bandung <i>Muhamad Reza, Sigit Yuwono</i>	137 - 140

Desain Sistem Informasi Pemasaran Hasil Pertanian Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) Berbasis Web di Kota Kendari	
<i>Muh Nadzirin Anshari Nur, Jumadil Nangi</i>	141 - 144
Pengontrolan Catu Daya Cadangan Dengan Panel Surya Pada Smart Traffic Light	
<i>Noveri Lysbetti Marpaung, Edy Ervianto, Nurhalim, Rahyul Amri</i>	145 - 150
Urban Growth through Land Use Optimization in Bekasi City	
<i>Seta S, Herlawati, Anita SSG, Rahmadya TH</i>	151 - 156
Teknologi Informasi untuk Peningkatan Hasil Penjualan Perajin Karawo sebagai Upaya Mempertahankan Eksistensi Industri Kreatif Tradisional	
<i>Dicky Saputra Ibrahim, Sri Wahyuni, Moh. Fahmi DJ Puloli, Tajuddin Abdillah</i>	157 - 162
Inverter Tiga Fasa untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya	
<i>Asnil, Krismadinata, Irma Husnaini</i>	163 - 166
Analisis Unjuk Kerja Penyearah 3 Fasa Terkendali pada Tegangan Suplai tidak Seimbang	
<i>Aswardi</i>	167 - 172
Tinjauan Inovasi Sistem Cooler Heatsink Dingin pada Pembangkit Energi Listrik Alternatif dengan Model Sistem Hybrid Thermoelektrik dengan Panel Surya Mini untuk Desa Mandiri Energi	
<i>Bambang Panji Asmara</i>	173 - 178
Pengaturan Output Generator Induksi dengan Static Synchronous Compensator (STATCOM) pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin	
<i>Riswan Dinzi, Riswanta Sembiring, Fahmi Fahmi</i>	179 - 184
Kualitas Uji Citra Phantom Payudara untuk Deteksi Dini Kanker Menggunakan Konstruksi Sensor UWB	
<i>Elyas Palantei, Dewiani, Farid Armin</i>	185 - 190
Radiation Detection System Ultraviolet and Carbonmonoxides In Air Arduino Based	
<i>Gunady Haryanto, Vector Anggit Pratomo</i>	191 - 194
Penerapan Aseec Berbasis Energi Baru Terbarukan (Solar Cell) untuk Perontok dan Pengering Padi	
<i>Hendri, Aswardi, Lian, Wirma</i>	195 - 198
Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Energi Bersih dan Murah (Studi Kasus Rumah Pariwisata Di Bali)	
<i>I Putu Suka Arsa</i>	199 - 202
Penerapan Algoritma Sistem Semut untuk Penjejakan Multi Target pada Sistem Radar Multi Sensor	
<i>Ifan Wiranto, Zainudin Bonok</i>	203 - 208
Perancangan Reaktor Gas Tipe Fixed Dome Multi Input Skala Laboratorium	
<i>Jumiati Ilham, Wrastawa Ridwan, Ervan Hasan Harun</i>	209 - 214

The ACO-ANFIS Hybrid Method used for LFC Optimization in Wind–Diesel Hybrid Power System	
<i>Machrus Ali, Hidayatul Nurohmah, Muhlasin</i>	215 - 218
Model Design of Surya-Diesel Hibrid Power System	
<i>Matius Sau, Hestikah Eirene Patoding</i>	219 - 224
The FA-ANFIS Hybrid Method is used for LFC Optimization in Micro Hydro Power Generation	
<i>Muhlasin, Rukslin, Agus Raikhani, Machrus Ali</i>	225 - 230
Alat Penjemur Kemplang Berbasis Sensor : Studi Kasus pada Industri Rumah Tangga Palembang	
<i>Nina Paramytha IS, Ali Kasim</i>	231 - 236
Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Tegangan Keluaran Modul Surya	
<i>Nurhalim, Firdaus, Noveri Lysbetti, Edy Ervianto, Rahyul Amri</i>	237 - 240
Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA)	
<i>Salmawaty Tansa, Bambang Panji Asmara, Ade Irawaty Tolago, Yasin Mohamad</i>	241 - 244
Strategi Pengembangan Skema Load Balancing Multicarrier Trafik Data pada Jaringan Heterogen	
<i>Setiyo Budiyanto, Fajar Rahayu, Dadang Gunawan, Arissetyanto Nugroho</i>	245 - 250
Penerapan Customer Relationship Management (CRM) Berbasis Web Mobile pada Coffee Toffee	
<i>Nifantri Agunta, Arip Mulyanto, Sitti Suhada</i>	251 - 258
Torajapedia (The Encyclopedia of Virtual Art Carving Toraja)	
<i>Lande Sudianto, Petrus Simon</i>	259 - 264
Desain Antena Mikrostrip Mutiband menggunakan Metode Multislit	
<i>Teguh Firmansyah, Herudin, Fery Kurniawan</i>	265 - 268
Aplikasi Spektrum Analyzer menggunakan Software Defined Radio (SDR) berbasis Android	
<i>Toto Supriyanto, Indra</i>	269 - 272
Aplikasi Algoritma Hibrida rvGA-Enm Untuk Prediksi Harga Energi Takterbarukan	
<i>Wahab Musa, Wrastawa Ridwan</i>	273 - 276
Potensi Pemanfaatan Energi Listrik Fotovoltaik di Universitas Bangka Belitung	
<i>Wahri Sunanda, Rika Favoria Gusa, Irwan Dinata, Asmar</i>	277 - 280
Pengendalian Robot Lengan Berbasis Perintah Suara Menggunakan MFCC dan ANN	
<i>Wahyu Muldayani, Ali Rizal Chaidir, Guido Dias Kalandro, Catur Suko Sarwono</i>	281 - 286
Desain Tracker Antena Parabola Berbasis Mikrokontroler	
<i>Sri Wahyuni Dali, Iskandar Z. Nasibu, Syahrir Abdussamad</i>	287 - 292

Analisis Kebutuhan dan Penyediaan Energi Listrik di Kabupaten Konawe Kepulauan Tahun 2017-2036 dengan Menggunakan Perangkat Lunak Leap

Abdul Djohar, Mustarum Musaruddin 293 - 298

Listrik Mikro Hidro Berdasarkan Potensi Debit Andalan Sungai

Sardi Salim 299 - 304

Analisis Kekuatan Struktur Pondasi untuk Dudukan Mesin Turbin

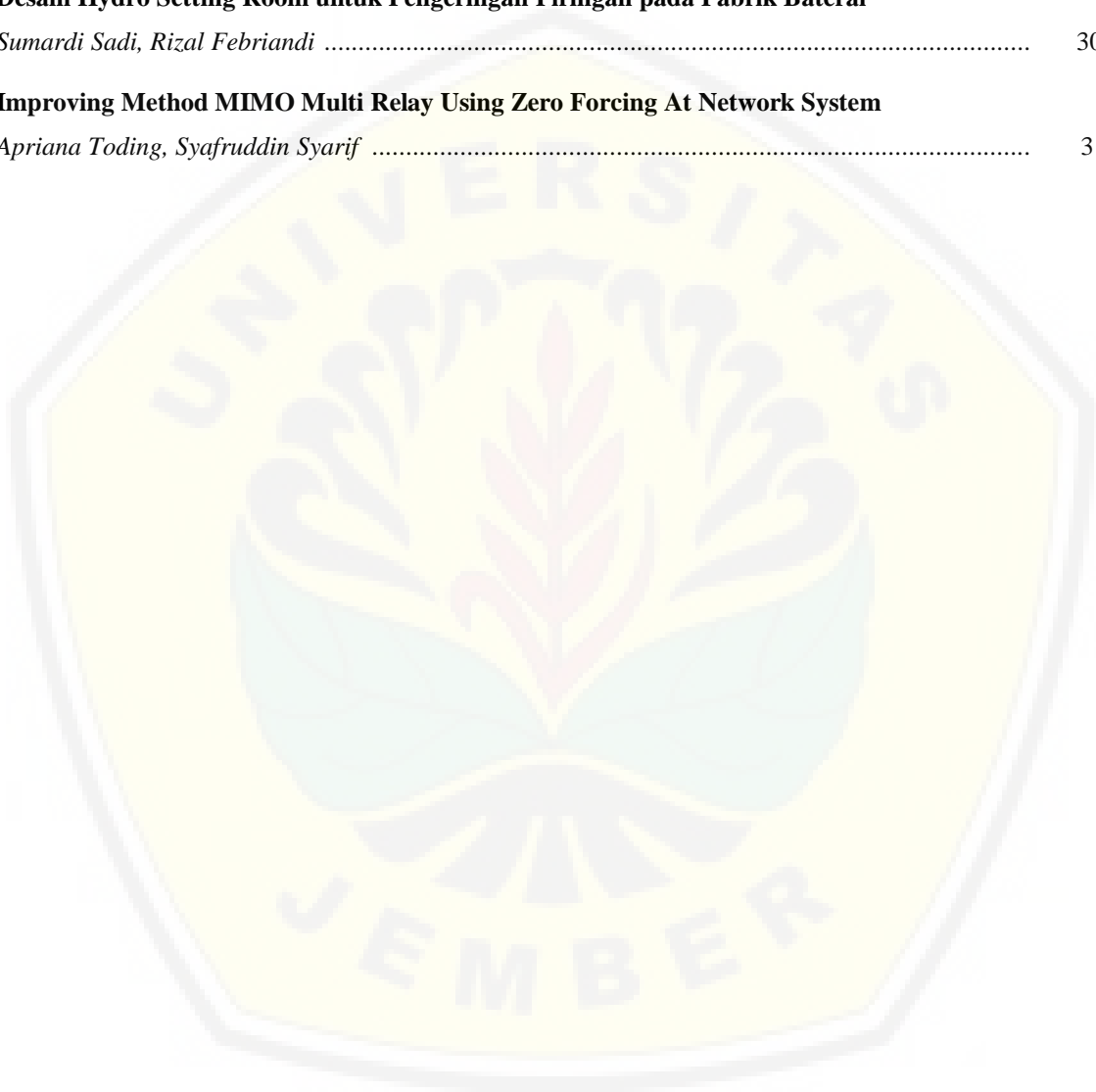
Ayuddin, Frice L. Desei 305 - 308

Desain Hydro Setting Room untuk Pengeringan Piringan pada Pabrik Baterai

Sumardi Sadi, Rizal Febriandi 309 - 314

Improving Method MIMO Multi Relay Using Zero Forcing At Network System

Apriana Toding, Syafruddin Syarif 315 - 318



Pengendalian Robot Lengan Berbasis Perintah Suara Menggunakan MFCC dan ANN

Wahyu Muldayani^{#1}, Ali Rizal Chaidir^{*2}, Guido Dias Kalandro^{#3}, Catur Suko Sarwono^{#4}

Universitas Jember

¹wahyumuldayani.teknik@unej.ac.id

²ali.rizal@unej.ac.id

³guidokalandro89@gmail.com

⁴catur_suko@gmail.com

Abstrak — Pengendalian Robot lengan menggunakan perintah suara adalah sebuah robot yang dapat digunakan untuk membantu manusia mengambil benda yang diinginkan dengan menggunakan perintah suara. Robot ini diterapkan sebagai pelayan untuk mengambil sebuah gelas yang memiliki beda warna. Pengenalan perintah suara diproses menggunakan metode MFCC (*Mel-Frequency Cepstrum Coefficients*) dan ANN (*Artificial Neural Network*). Robot lengan juga dilengkapi kamera untuk mendeteksi benda yang akan diambil. Pengenalan benda diproses dengan menggunakan metode *image-processing* berdasarkan warna serta *regresi linier* untuk menentukan letak benda. Robot lengan mencari target mampu mengenali benda dengan error persen sebesar 76%.

[5]. Proses akuisisi sinyal suara yang diperoleh oleh *microphone* akan didigitalisasi oleh komputer. Proses ekstraksi ciri dan pengenalan pola suara terdiri dari dua tahap, yaitu *Mel-Frequency Cepstrum Coefficients* (MFCC) dan Neural Network [6]. Robot dilengkapi kamera untuk mendeteksi benda yang akan dicari sesuai dengan yang diperintahkan. Robot akan melihat warna benda untuk menentukan benda yang akan diambil. Dalam bidang robotik biasa disebut juga dengan vision robot [7]. Dalam penelitian ini posisi benda diletakkan secara acak. Metode *regresi linier* digunakan supaya lengan robot berada pada posisi benda yang akan dicari.

Kata kunci — ANN, MFCC, Robot Lengan.

I. PENDAHULUAN

Robot pada umumnya diciptakan manusia pada umumnya digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia. Hasil survei *United Nations* (UN) menghasilkan kelompok robotika dibagi menjadi tiga besar kategori yaitu robotika industri, robotika layanan profesional, dan robotika layanan pribadi [1]. Interaksi Manusia-Robot memiliki cara yang berbeda-beda. Interaksi secara kontak langsung [2], manusia berinteraksi dengan robot dengan menekan tombol berupa keyboard atau *joystick*. Interaksi secara visual, robot berinteraksi dengan mengambil gambar atau keadaan sekitar. Sebagai contoh robot yang digerakan dengan mengambil gambar dari gerakan tangan manusia [3]. Interaksi manusia-robot dengan menggunakan suara, manusia dapat memerintahkan sebuah robot dengan menggunakan perintah suara [4].

Suara manusia sering digunakan sebagai alat komunikasi antar manusia. Manusia dapat berinteraksi memberikan perintah dengan menggunakan perintah suara. Penelitian ini, robot lengan dibuat dengan kendali berupa perintah suara. Robot ini digunakan sebagai robot pelayan untuk membantu manusia dalam mencari benda. Benda yang digunakan pada penelitian ini berupa gelas dengan warna yang berbeda-beda. Hal pertama yang dilakukan adalah pengenalan suara. Pengenalan suara terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan, yaitu akuisisi data suara, ekstraksi ciri sinyal suara, dan pengenalan pola suara

II. METODE PENELITIAN

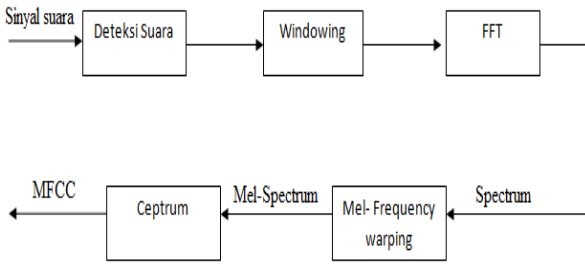
Penjelasan metode yang digunakan dijabarkan menjadi beberapa bagian:

A. Pengenalan Suara

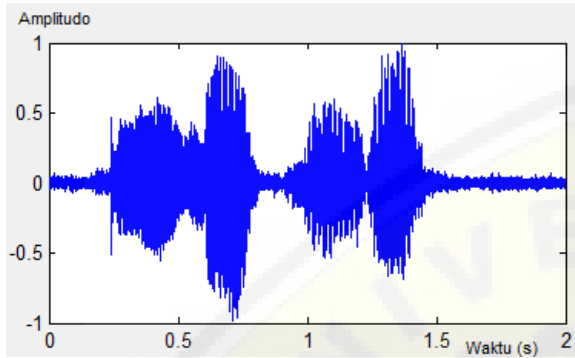
Pengenalan perintah suara terdiri dari dua tahap. Pertama yaitu pengenalan pola suara. Pengenalan pola suara dilakukan dengan menggunakan metode *Mel-Frequency Cepstrum Coefficients* atau yang dikenal dengan nama MFCC. Tahap kedua yaitu pengambilan keputusan. Pengambilan keputusan yang dimaksud adalah memberi pembelajaran pada pola suara yang telah dikenali untuk dijadikan sebagai perintah suara. Metode yang digunakan adalah *Artificial Neural Network*.

Mel-Frequency Cepstrum Coefficients atau yang dikenal dengan nama MFCC merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan pola suara. MFCC terdiri dari beberapa tahapan, seperti pada Gambar 1.

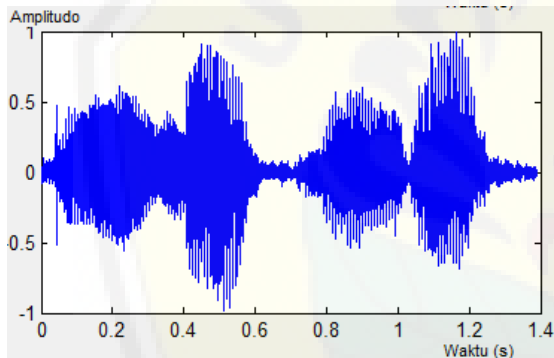
Sinyal suara terlebih dahulu direkam menggunakan mikropon yang ada pada komputer. Sinyal suara direkam selama 2 detik dengan fs sebesar 8000Hz. Sinyal suara yang telah direkam, kemudian ditampilkan dikomputer, seperti pada Gambar 2. Sinyal suara yang direkam kemudian dipotong untuk dideteksi bagian suara saja. *Silence detection* digunakan pada bagian ini. Potongan suara kata “gelas merah” dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 1 Tahapan MFCC



Gambar 2 Sinyal Suara "Gelas Merah"



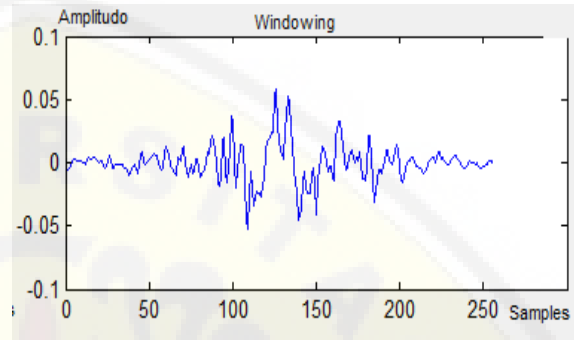
Gambar 3 Silence Detection

Dimana :

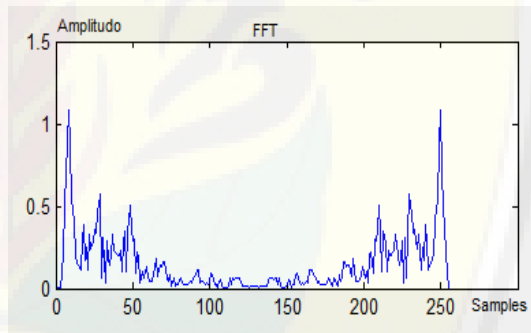
- $Y[n]$ = Output sinyal
- $X(n)$ = Input sinyal
- $W(n)$ = Hamming window
- N = Jumlah sample tiap frame

Hamming window sendiri dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 3. Gambar 4 merupakan contoh dari proses *windowing*.

Fast Fourier Transform (FFT) digunakan untuk mengkonversi sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. FFT dapat mengetahui besarnya respon frekuensi setiap frame. FFT ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4 Windowing



Gambar 5 FFT

Proses selanjutnya adalah menentukan jumlah frame dari sampel sinyal ($nFrame$).

$$nFrame = \frac{\text{Panjang Sinyal}}{\text{Panjang Frame}} \quad (1)$$

Panjang frame yang digunakan sebesar 256. *Aquired* sinyal digunakan sebagai proses awal pengenalan pola suara berdasarkan jumlah frame dari sampel sinyal.

Tahap selanjutnya adalah *hamming window* atau yang sering disebut dengan *windowing*. *Windowing* digunakan sebagai bentuk jendela dengan mempertimbangkan blok atau kata berikutnya dalam fitur rantai pengolahan ekstraksi dan mengintegrasikan semua lini frekuensi yang paling dekat. *Windowing* direpresentasikan seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2.

$$Y[n] = X(n) * W(n) \quad 0 \leq n \leq N - 1 \quad (2)$$

$$W(n) = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) \quad (3)$$

Range frekuensi yang dihasilkan FFT spectrum terlalu lebar dan membuat sinyal suara tidak dapat mengikuti skalanya. Oleh karena itu, untuk setiap nada dengan frekuensi f , diukur dalam Hz, pitch subjektif diukur pada skala yang disebut "mel" skala.

Skalamel frekuensi adalah frekuensi linier berada dibawah 1000 Hz dan logaritmik diatas 1000Hz. Untuk menghitung mel untuk f frekuensi dalam Hz, dapat menggunakan rumus persamaan .

$$F(\text{Mel}) = [2595 * \log_{10}(1 + f/700)]$$

Spektrum subjektif disimulasikan dengan menggunakan filter bank, satu filter untuk setiap komponen frekuensi mel yang diinginkan.

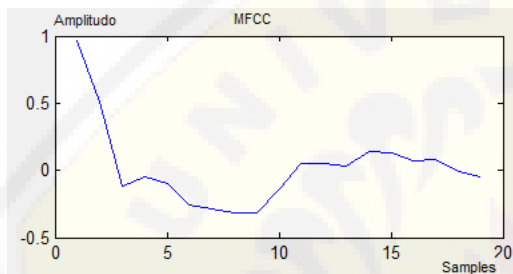
Dalam langkah terakhir ini, spektrum log mel dirubah kembali ke waktu. Hasilnya disebut *Mel Frequency Cepstrum Coefisien* (MFCC). Karena koefisien spektrum mel adalah bilangan real, maka perlu mengkonversikannya ke domain waktu

menggunakan *Discrete cosine transform* (DCT). DCT dilakukan untuk mengubah koefisien mel kembali ke domain waktu. DCT dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 4.

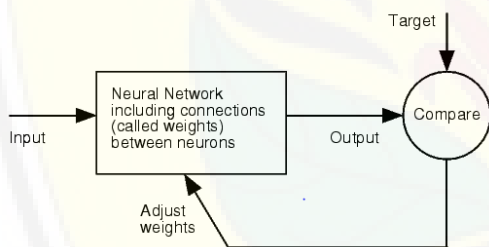
$$\tilde{c}_n = \sum_{k=1}^K (\log \tilde{s}_k) \cos \left[n \left(k - \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{K} \right], \quad n = 1, 2, \dots, K \quad (4)$$

Dimana, $\tilde{s}_k, K = 1, 2, \dots$. K adalah output dari langkah terakhir

Gambar 6 merupakan MFCC yang dihasilkan dari sinyal suara “gelas merah”. setiap sinyal suara akan menghasilkan pola MFCC yang berbeda-beda. Pola yang dihasilkan terdiri dari 19 sampel atau element setiap kata. Pola dari MFCC ini disimpan yang nantinya digunakan sebagai inputan dari NN.



Gambar 6 MFCC



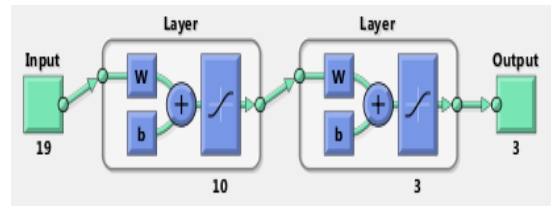
Gambar 7 Jaringan Syaraf Tiruan

ANN terdiri dari input layer, hidden layer dan output layer. Dalam ANN input tertentu akan menyebabkan output target tertentu. Situasi demikian ditunjukkan pada Gambar 7. Jaringan disesuaikan berdasarkan perbandingan output dan target, sampai output jaringan sesuai dengan target.

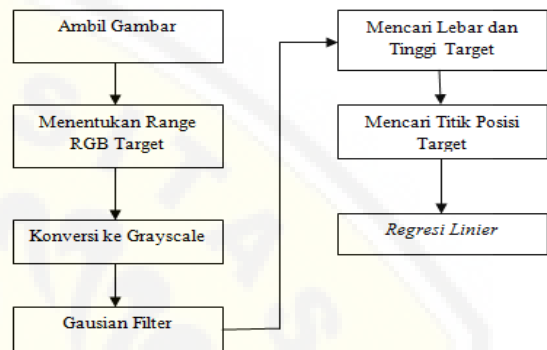
ANN dapat digunakan sebagai pembelajaran dari pola-pola MFCC yang dihasilkan untuk menentukan perintah selanjutnya. Pola-pola MFCC dilatih hingga output yang dihasilkan sesuai dengan target yang diinginkan. Topologi ANN yang digunakan seperti pada Gambar 8.

Input berupa nilai dari MFCC dari tiap-tiap kata. Setiap kata memiliki 19 sampel. Dua hidden layer digunakan pada topologi ini, terdiri dari 10 neuron pada hidden layer pertama dan 3 neuron pada hidden layer kedua. Sedangkan output terdiri dari 3 bit biner. Output yang dihasilkan harus sesuai dengan target dengan *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 0.01.

Pengenalan target benda merupakan cara robot dapat mengenali benda yang ditargetkan. Target benda berupa gelas yang terdiri dari tiga warna yaitu merah, biru dan hijau. Pengenalan target benda dilakukan dengan cara seperti pada blok diagram Gambar 9.



Gambar 8 Topologi ANN



Gambar 9 Pengenalan Target Benda.

Gambar target diambil menggunakan kamera yang diletakkan pada lengan robot. Selanjutnya menentukan range RGB sesuai dengan warna benda yang ditargetkan. Range RGB terdiri dari dua yaitu nilai min dan nilai max. Range RGB pada target dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL I
RANGE RGB TARGET

Target	Range RGB	R	G	B
Gelas Merah	Min (0-255)	150	0	0
	Max (1-255)	255	100	100
Gelas Biru	Min (0-255)	0	0	150
	Max (1-256)	100	255	255
Gelas Hijau	Min (0-255)	0	150	0
	Max (1-256)	100	255	100

Setiap target memiliki nilai range RGB yang berbeda-beda. Setelah range RGB ditentukan, gambar dikonversi dalam bentuk *grayscale*. Konversi RGB ke *grayscale* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 5.

$$Grayscale = \frac{R+G+B}{3} \quad (5)$$



Gambar 10 Gambar Hasil Filter

Untuk mengilangkan warna latar yang mirip dengan warna target, maka perlu menggunakan filter. *Gaussian Smoothing* digunakan sebagai filter agar warna latar yang mirip dengan target dapat hilang, sehingga hanya warna target yang tampak. *Gaussian filter* akan mengkonversi warna gray target menjadi putih (255) dan warna gray latar menjadi hitam (0). Gaussian filter dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 6.

$$G(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (6)$$

Dimana, σ merupakan standart deviasi dari pixel. Gambar 10 merupakan hasil dari *gaussian* filter.

Target dapat dikenali berdasarkan warnanya. Robot lengan harus berada pada posisi yang lurus dengan target. Maka dari itu perlu mencari lebar dan titik posisi target. Lebar target dapat dicari dengan mengitung jumlah pixel putih dari lebar target. Sedangkan titik posisi target ditentukan dengan mengambil salah satu titik dimana target berada diposisi sesuai dengan lengan robot, seperti pada Gambar 11.

Posisi target dalam penelitian ini diletakan secara acak. Metode *Regresi Linier* digunakan untuk menentukan persamaan dari hubungan lebar target dan titik posisi target, sehingga posisi target dapat diketahui walau diletakan secara acak. Regresi linier dapat dilakukan dengan mengguakan persamaan 7.

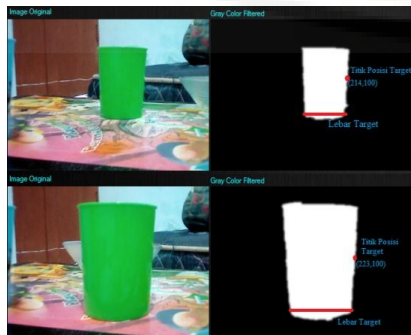
$$Y = aX + b \quad (7)$$

Dimana, Y = titi posisi target

X = lebar target

a = konstanta

b = koefisien arah regresi linier



Gambar 11 Lebar dan Titik Posisi Target

Nilai a dan b dapat dihasilkan dari hubungan data lebar terhadap titik posisi target. Semakin jauh target dari robot maka lebar target akan tampak semakin kecil dan titik posisi target semakin besar.

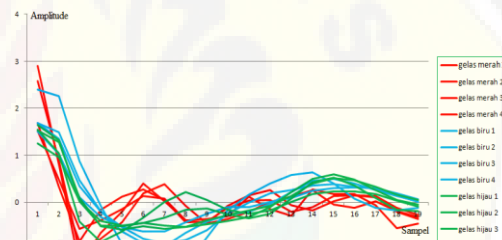
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengenalan Perintah Suara

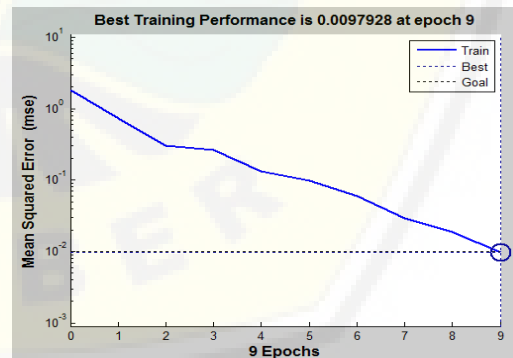
Pengenalan suara dilakukan dengan memberikan inputan suara sesuai dengan benda yang ditargetkan. Setiap inputan suara memiliki pola MFCC yang berbeda-beda. Namun untuk kata yang sama memiliki pola MFCC yang mirip. Hasil setiap pola dari 12 kata yang diinputkan dapat dilihat pada grafik Gambar 12.

Pola MFCC dari setiap kata ini digunakan sebagai inputan untuk NN. *Learning* dilakukan dengan tingkat MSE sebesar 0.01. Performa dari NN dapat dilihat pada Gambar 13.

Gambar 13 menjelaskan bahwa output sesuai dengan target yang diinginkan selama 9 epoch. Pengujian selanjutnya dilakukan dengan memberikan inputan suara sebagai perintah suara. Hasil pengujian ditunjukkan oleh Tabel 2.



Gambar 12 Grafik Pola MFCC Tiap-tiap Sinyal



Gambar 13 Performa NN

TABEL II
 HASIL PENGUJIAN PENGENLAN PERINTAH SUARA

Percobaanke-	Gelas Merah	Gelas Hijau	Gelas biru
1	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓

Percobaanke-	Gelas Merah	Gelas Hijau	Gelas biru
4	x	x	✓
5	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓
7	✓	x	x
8	✓	✓	✓
9	✓	✓	x
10	✓	✓	✓

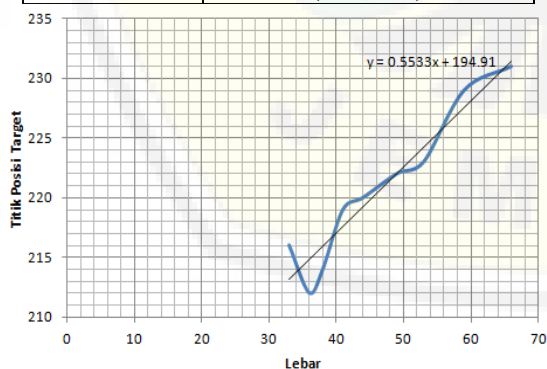
Dari pengujian yang dilakukan sistem mampu mengenali perintah suara dengan error persentingkatkeberhasilansebesar 83.3%.

B. Pengenalan Target

Pengujian pengenalan target dilakukan dengan meletakkan target secara acak. Data lebar dan titik posisi target digunakan agar posisi robot sesuai dengan target. Hasil pengambilan data lebar dan titik posisi target dapat dilihat pada Tabel3.

TABEL III
 DATA LEBAR DAN TITIK POSISI TARGET

Lebar (pixel)	TitikPosisi Target (x,y)
33	(216,100)
36	(212,100)
38	(214,100)
41	(219,100)
44	(220,100)
49	(222,100)
53	(223,100)
59	(229,100)
66	(231,100)



Gambar 14 Hasil Regresi Linier



Gambar 15 Posisi Robot Terhadap Target.

Dengan menggunakan metode regresi linier dapat dicari persamaan dari posisi target, seperti pada Gambar 14.

Hubungan dari lebar dan titik posisi target yang dihasilkan seperti persamaan 8.

$$\text{Posisi target} = 0.5333 * \text{lebar} + 194,91(8)$$

Dengan menggunakan persamaan diatas posisi robot lurus dengan posisi benda yang menjasi target, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15.

C. Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan dilakukan dengan memberi perintah suara pada robot untuk mencari benda yang disebutkan. Hasil pengujian keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 4. Pengujian keseluruhan dilakukan sebanyak 10 kali dari tiap kata gelas merah, gelas hijau dan gelas biru.

TABEL V
 PENGUJIAN KESELURUHAN

Percobaan ke-	Gelas Merah	Gelas Hijau	Gelas biru
1	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓
4	✓	✓	x
5	✓	✓	x
6	✓	x	x
7	x	x	✓
8	✓	✓	✓
9	✓	x	✓
10	✓	✓	✓

Berdasarkan Tabel 4 tingkat keberhasilan robot menggunakan perintah suara mencari gelas merah sebesar 90%, gelas hiaju sebesar 70% dan gelas biru sebesar 70%. Sehingga rata-rata robot lengan

menggunakan perintah suara untuk mencari target memiliki tingkat keberhasilan sebesar 76%.

IV. KESIMPULAN

MFCC dan NN mampu mengenali suara sehingga dapat digunakan sebagai sebuah perintah suara untuk menggerakkan robot. Algoritma pengolahan citra yang digunakan dapat mengenali karakter warna dan lebar dari benda yang ditargetkan. Regresi linier dapat dimanfaatkan untuk menentukan posisi lengan robot terhadap target. Robot lengan menggunakan perintah suara untuk mencari target memiliki tingkat keberhasilan sebesar 76%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] UN. (2002). *“United Nations and the International Federation of Robotics”*. Proceedings of the World Robotics, New York.
- [2] Adel Olabi, Richard Bearee, Olivier Gibaru, dan Mohamed Damak. (2010), *“Feedrate planning for machining with industrial six-axis robots”*, Control Engineering Practice, Vol.18 hal. 471-482.
- [3] Kun Qian, Jie Niu, dan Hong Yang. (2013), *“Developing a Gesture Based Remote Human-Robot Interaction System Using Kinect”*, International Journal of Smart Home, Vol. 7, No. 4.
- [4] Elsen Ronando dan M. Isa Irawan. (2012), *“Pengenalan Ucapan Kata Sebagai Pengendali Gerakan Robot Lengan Secara Real-Time dengan Metode Linear Predictive Coding – Neuro Fuzzy”*, Jurnal Sains dan Seni ITS, Vol. 1, No. 1, ISSN: 2301-928X.
- [5] J.Ramírez., Segura, J.C., Benítez, C., de la Torre, A., dan Rubio, A. (2005a), *“An Effective Subband OSF-based VAD with Noise Reduction for Robust Speech Recognition”*, IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, Vol. 13, No. 6, pp. 1119-1129.
- [6] Kshamamayee Dash, Debananda Padhi, Bhoomika Panda, dan Prof. Sanghamitra Mohanty. (2012), *“Speaker Identification using Mel Frequency Cepstral Coefficient and BPNN”*, International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, Vol 2, ISSN: 2277 128X.
- [7] Keigo Watanabe, dkk. (2006), *“An Action Decision Mechanism Using Fuzzy-Neural Network in Voice Commanded Fuzzy CoachPlayer System for Robots”*, SICE-ICASE International JointConference, Korea