

# **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](mailto: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

# **KATA PENGANTAR**

Pertumbuhan ekonomi dan peningkatan daya saing suatu bangsa di setiap negara sangat erat kaitannya dengan kemampuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang dimiliki oleh bangsa itu sendiri. Peran Pendidikan Tinggi dalam menghasilkan riset-riset yang inovatif dan produktif yang dapat dihilirisasi menjadi salah satu faktor pendorong penting dalam kemajuan IPTEK.

Peran Pendidikan Tinggi sebagai lembaga penghasil IPTEK, diharapkan tidak saja sekedar menghasilkan riset, tetapi bagaimana riset-riset itu menjadi produk IPTEK yang dapat dikembangkan dan dimanfaatkan oleh praktisi industri dalam meningkatkan daya saing produknya. Peningkatan interaksi antar Pendidikan Tinggi dan Dunia Industri menjadi penting, salah satu hal yang dapat dilakukan adalah menggiatkan forum komunikasi dan kerjasama antara ilmuwan, perekayasa, praktisi di industri, serta masyarakat.

Dalam kaitan dengan penguatan Peran Pendidikan Tinggi dalam menghasilkan riset-riset yang produktif dan inovatif, Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia (FORTEI) menyelenggarakan Temu Nasional ke-11 tahun 2017 yang mengambil tema “Inovasi dan Pengembangan EBT dalam Rangka Akselerasi Elektrifikasi di Indonesia Timur”.

Serangkaian dengan kegiatan Temu Nasional FORTEI tahun 2017 ini, telah dilaksanakan juga Seminar Nasional FORTEI sebagai media untuk mempresentasikan hasil penelitian para pendidik, peneliti, akademisi, dan praktisi rumpun Teknik Elektro serta platform untuk membangun atau mengembangkan hubungan kerjasama antara peserta. Hasil penelitian dan gagasan ini selanjutnya didokumentasikan dalam bentuk prosiding yang diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai perkembangan dan inovasi teknologi khususnya rumpun Teknik Elektro.

Akhir kata, Panitia Penyelenggara menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah ikut berpartisipasi dalam kegiatan Temu Nasional FORTEI 2017 dan Seminar Nasional hingga sampai penerbitan prosiding ini.

**Gorontalo, Oktober 2017**

**Panitia Penyelenggara**

# DAFTAR ISI

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

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

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



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

<b>Analisis Kebutuhan dan Penyediaan Energi Listrik di Kabupaten Konawe Kepulauan Tahun 2017-2036 dengan Menggunakan Perangkat Lunak Leap</b>	
<i>Abdul Djohar, Mustarum Musaruddin .....</i>	293 - 298
<b>Listrik Mikro Hidro Berdasarkan Potensi Debit Andalan Sungai</b>	
<i>Sardi Salim .....</i>	299 - 304
<b>Analisis Kekuatan Struktur Pondasi untuk Dudukan Mesin Turbin</b>	
<i>Ayuddin, Frice L. Desei .....</i>	305 - 308
<b>Desain Hydro Setting Room untuk Pengeringan Piringan pada Pabrik Baterai</b>	
<i>Sumardi Sadi, Rizal Febriandi .....</i>	309 – 314
<b>Improving Method MIMO Multi Relay Using Zero Forcing At Network System</b>	
<i>Apriana Toding, Syafruddin Syarif .....</i>	315 - 318

# Aplikasi Algoritma Hibrida rvGA-eNM Untuk Prediksi Harga Energi Takterbarukan

Wahab Musa<sup>1</sup>, Wrastawa Ridwan<sup>2</sup>

Teknik Elektro, Universitas Negeri Gorontalo  
Jl. Jend. Sudirman No.06, Kota Gorontalo, Indonesia

<sup>1</sup>wmusa@ung.ac.id

<sup>2</sup>wridwan@ung.ac.id

**Abstrak** – Kondisi konsumsi energi di Indonesia pada dekade terakhir cenderung naik mengikuti perkembangan ekonomi. Menghadapi kondisi energi tersebut, maka berbagai upaya perlu dilakukan untuk menjaga ketersediaan pasokan energi. Salah satu upaya untuk membantu pemerintah dalam menjaga ketersediaan energi adalah menyediakan tools yang dapat digunakan untuk memudahkan perencanaan penyediaan energi. Dalam merencanakan supply dan demand energy untuk masa yang akan datang, tools atau alat bantu yang diperlukan adalah sistem prediksi. Pada penelitian ini, kami mengembangkan sistem prediksi harga energi tak terbarukan di Indonesia. Sistem prediksi ini menggunakan metode hibrida antara algoritma genetika dan Nelder Mead dan dinamai sistem prediksi rvGA-eNM. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan akurasi sistem prediksi dengan memanfaatkan kelebihan dari gabungan kedua algoritma dalam mencari solusi terbaik. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa dalam beberapa titik uji, nilai prediksi mendekati nilai aktual dari harga energi takterbarukan selama beberapa bulan harga energi sebagai titik pengujian. Hasil ini menguatkan bahwa penggunaan algoritma hibrida rvGA-eNM cukup memadai dari segi akurasi prediksi.

**Kata kunci** – Energi takterbarukan, Algoritma hibrida, Sistem Prediksi, Akurasi.

## I. PENDAHULUAN

Krisis energi yang dihadapi dunia saat ini disebabkan oleh semakin menipisnya cadangan energi yang bersumber dari fosil. Jenis energi ini tergolong pada energi tak terbarukan yang harganya semakin melambung dan sangat ditentukan oleh pasar. Kondisi harga yang tidak menentu ini harus diantisipasi oleh para pengambil kebijakan dalam menyediakan energi agar mereka dapat menjaga keberlanjutan pasokannya [10].

Dalam perencanaan penyediaan energi diperlukan model prediksi yang akurat dan handal untuk mendukung pengambilan keputusan. Salah satu model prediksi yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah berbasiskan pada kecerdasan buatan (artificial intelligence). Kecerdasan buatan menggabungkan beberapa algoritma masih menjadi trend di kalangan peneliti pada dekade ini karena kemampuan yang ditunjukkan oleh kombinasi beberapa algoritma yang saling melengkapi satu sama lainnya [5, 6, 7].

Untuk itu, dalam penelitian ini akan dikembangkan model prediksi yang memiliki kecerdasan komputasi dengan menggunakan algoritma genetika dan Nelder Mead. Model pengembangan kecerdasan komputasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah memanfaatkan kelebihan algoritma Nelder Mead dalam melakukan eksploitasi solusi optimal melalui pencarian lokal dan kemampuan algoritma Genetika dalam melakukan eksplorasi solusi optimal dalam wilayah pencarian global. Model dengan kombinasi beberapa algoritma dinamai algoritma hibrida.

Data mengenai harga energi tak terbarukan akan digunakan untuk mengukur unjuk kerja model hibrida yang diusulkan berupa data historis harga energi tak terbarukan beberapa bulan sebelumnya. Kesalahan prediksi rata-rata akan menjadi acuan dalam memilih model yang tepat untuk prediksi harga energi tak terbarukan beberapa bulan kedepan.

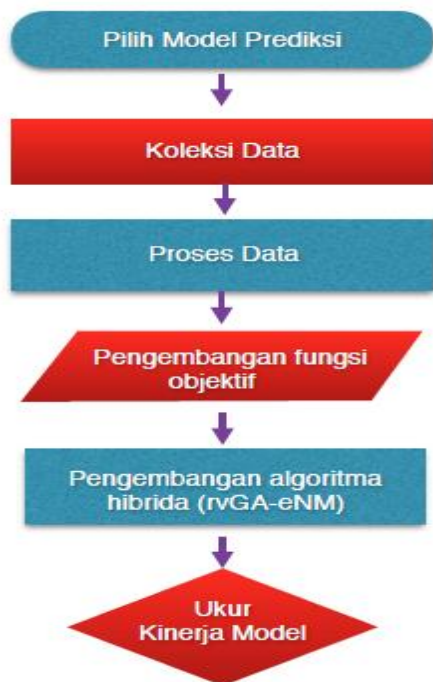
## II. METODE PENELITIAN

Dalam mengembangkan model prediksi harga energi tak terbarukan berbasis algoritma hibrida, sekurang-kurangnya ada enam langkah dapat ditempuh [6,7], yaitu seperti ditunjukkan pada *flowchart* gambar 1 berikut:

**Langkah pertama** dalam metodologi penelitian yang diusulkan adalah memilih model prediksi yang tepat. Pemilihan tergantung pada horizon waktu perkiraan, data yang tersedia, waktu yang tersedia, dan biaya operasi [1, 3]. Model prediksi yang dipilih menggunakan data yang tersedia untuk harga energi yang dikumpulkan dari badan energi nasional, data variabel model dari sumber-sumber yang sah. Sebuah model prediksi yang handal diperoleh dari simulasi harus memiliki akurasi yang lebih tinggi dari model lainnya. Model yang menunjukkan perkiraan yang baik dalam prediksi dipilih menjadi model pengembangan yang digunakan untuk proyeksi harga energi masa depan.

**Langkah kedua** adalah koleksi data. Dalam mengembangkan model prediksi harga energi tak terbarukan, simulasi dan pengolahan masing-masing model dengan data yang tersedia sangat dibutuhkan untuk mendapatkan distribusi perkiraan harga energi yang baik. Setiap metode prediksi kemudian diuji

berdasarkan cara khusus berkaitan dengan variabel harga energi tak terbarukan tersebut di atas [1, 4].



Gambar 1. Langkah Penelitian

**Langkah ketiga** adalah Pengolahan data. Representasi fungsi obyektif dari masing-masing model adalah fungsi fitness yang mewakili hubungan antara harga energi tak terbarukan berupa variabel dependen dengan variabel independen.

Data untuk harga energi tak terbarukan dan variabel yang dikumpulkan dapat dikategorikan sebagai data time series dan mungkin memiliki urutan secara integer, sehingga perlu di-normalisasi ke harga yang mendekati nol sebelum digunakan pada proses lebih lanjut. Data normalisasi menggunakan metode yang sederhana, misalnya membagi semua data historis dengan nilai konstan. Setelah proses prediksi, data di-denormalisasi kembali untuk keperluan menemukan nilai-nilai asli.

**Langkah ke-empat** adalah mengembangkan fungsi tujuan (*objective function*). *Objective function* adalah formula yang menyatakan hubungan antara harga energi tak terbarukan dengan variabel yang mempengaruhinya. Hubungan ini dinyatakan dengan formula matematis dan pengaruh dari setiap variabel ini terhadap besaran harga energi tak terbarukan dikaitkan dengan algoritma yang akan digunakan untuk menghitungnya. Hubungan matematis ini berupa bentuk linear dan nonlinear [8,9].

**Langkah ke-lima** adalah mengembangkan algoritma. Algoritma pencarian lokal Nelder Mead yang sudah ditingkatkan digunakan untuk melakukan eksploitasi solusi di sekitar individu dalam lingkungan lokal, sedangkan algoritma genetika membuat eksplorasi dalam populasi global. Pendekatan yang diusulkan dikenal sebagai algoritma genetika hibrida

bernilai real dan Nelder-Mead yang ditingkatkan (rvGA-eNM).

Solusi individu akan mengalami evolusi baik dari rvGA dan eksploitasi solusi lingkungan lokal dari eNM di setiap iterasi.

**Langkah ke-enam** adalah mengevaluasi kinerja model algoritma hibrida. Untuk mengevaluasi kinerja model prediksi harga energi tak terbarukan berdasarkan algoritma hibrida yang diusulkan, maka nilai aktual harga energi tak terbarukan dan hasil estimasi simulasi dari masing-masing model dibandingkan. Setelah hasil perkiraan dari model yang diajukan diperoleh, maka perlu divalidasi untuk akurasi.

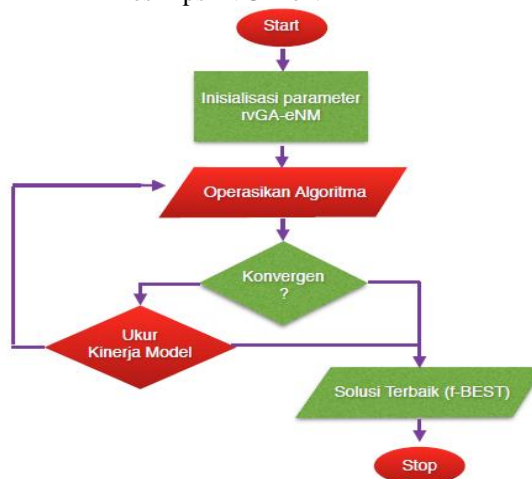
Ketika mengevaluasi teknik prediksi yang berbeda, pertimbangan penting bahwa tujuan dari setiap kegiatan prediksi adalah untuk memberikan perkiraan dengan tingkat akurasi yang cukup pada biaya serendah mungkin.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengembangan Model

Pada bagian ini diuraikan mengenai pengembangan model peramalan harga energi tak terbarukan yang meliputi deskripsi mengenai algoritma hibrida antara rvGA dan eNM serta perumusan model matematis yang digunakan untuk menghitung harga energi tersebut.

- Deskripsi rvGA-eNM



Gambar 2. Algoritma rvGA-eNM

Langkah-langkah dalam algoritma hibrid (rvGA-eNM) mengikuti flowchart pada Gambar 2.

Secara umum, langkah-langkah dalam rvGA dapat dibagi menjadi enam tahap [2,8,9] yaitu: (i) inisialisasi, (ii) menyandikan individu, (iii) Crossover dan mutasi, (iv) memecahkan kode individu, (v) evaluasi kebugaran, (vi) Cek kriteria penghentian.

Dalam inisialisasi, setiap variabel individu akan dihasilkan secara acak dalam rentang yang ditentukan.

Kisaran populasi awal harus mencakup keseluruhan ruang solusi yang mungkin.

Metode crossover yang berbeda seperti crossover satu titik, dua titik, dan seragam, memiliki peraturan yang berbeda mengenai bagaimana solusi turunan mewarisi karakteristik dari 'induk'. Dalam penelitian ini, crossover seragam digunakan untuk 40 bit masing-masing individu.

Solusi 'turunan' akan menjadi yang pertama dihasilkan oleh proses crossover dimana semua variabel dari solusi individual akan dikelompokkan dan diubah menjadi bentuk biner.

Proses mutasi akan mencegah konvergensi prematur pada solusi yang buruk. Operator mutasi melibatkan bit mutlak (arbitrary) dalam urutan genetik yang memiliki probabilitas untuk diubah dari keadaan semula. Hal itu dilakukan dengan membalikkan beberapa bagian acak dari urutan genetik '0' ke '1' atau dari '1' ke '0'.

Setelah crossover dan mutasi, individu akan dikonversi kembali ke bentuk nyata. Solusi yang diperoleh dari rvGA dijadikan sebagai titik awal (x0) untuk algoritma pencarian lokal Nelder Mead (eNM).

Algoritma Hybrid akan menghitung nilai fitness dari fungsi objektif yang diperoleh pada setiap iterasi. Nilai ini adalah solusi individu minimum (global minima) yang bisa dicapai bila konvergen. Jika pencarian yang ditargetkan adalah nilai kesalahan yang menyatakan penyimpangan antara data aktual dan hasil prediksi, maka pada kondisi ideal nilai ini adalah nol. Tapi kondisi ideal ini sulit dicapai, atau dengan kata lain, sulit mencapai tingkat akurasi 100% [6,7,8].

Fungsi objektif untuk model harga energi tak terbarukan dinyatakan dengan persamaan matematis sebagai berikut:

$$Y_t = f[\gamma(Y_{tn})]$$

dimana  $Y_t$  adalah nilai actual, dan  $f[\gamma(Y_{tn})]$  adalah nilai prediksi pada bulan ke-n.  $\gamma$  adalah parameter yang akan dihitung oleh algoritma hibrida.

Langkah evaluasi berfokus pada tuntutan aplikasi. Dalam penelitian ini, MSE, RMSE, MAD, dan MAPE digunakan sebagai fungsi evaluasi kebugaran untuk mengukur kesalahan terkecil (f-BEST) antara harga energi tak terbarukan aktual dan nilai peramalan. Proses reproduksi akan berulang sampai salah satu kondisi berhenti terpenuhi, yaitu konvergen dan atau mencapai iterasi maksimum.

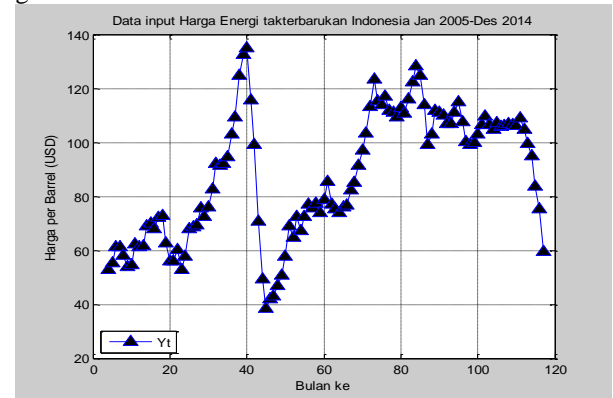
### B. Data Input Algoritma rvGA-eNM

Data untuk algoritma rvGA-eNM sangat penting karena perlu untuk menguji kinerja model dalam perhitungan nilai parameter. Parameter yang akan dihitung terdiri dari data variabel independen dan pengaruhnya terhadap variabel dependen.

Variabel independen meliputi data harga energi bulan-bulan sebelumnya, untuk penelitian ini diambil data variabel sampai 5 bulan sebelum bulan dasar

perhitungan. Data diperoleh dari sumber yang sah yang menyediakan data untuk digunakan dalam penelitian [10].

Pola pergerakan harga energi dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3. Pola pergerakan harga energi Indonesia

### C. Hasil Simulasi Algoritma rvGA-eNM

Percobaan menggunakan data normalisasi dilakukan untuk mengestimasi nilai parameter yang dapat meminimalkan kesalahan rvGA-eNM sehingga dapat meminimalkan kesalahan rvGA-eNM sehingga diperoleh nilai f\_BEST seperti Tabel 1. Nilai parameter untuk mendapatkan f-BEST pada Tabel 1 adalah seperti ditunjukkan oleh Tabel 2 untuk menghitung harga energi. Prosentase kesalahan maksimum rata-rata (MAPE) yang dicapai oleh algoritma adalah sebesar 3.01%.

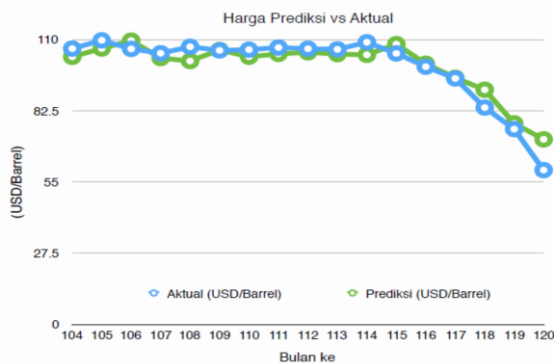
TABEL I  
NILAI TERBAIK (f-BEST) OLEH rvGA-eNM

Algoritma	Iterasi	f-BEST
rvGA	99	0.80
rvGA	100	0.62
eNM	101	0.234
eNM	102	0.234

TABEL II  
NILAI PARAMETER YANG DIPEROLEH rvGA-eNM

rvGA generasi ke- 97: f(0.301785 0.011615 1.562620 1.790004 0.403293 0.335542 0.105723 0.060120) = 0.623857									
rvGA generasi ke- 98: f(0.301785 0.011615 1.562620 1.790004 0.403293 0.335542 0.105723 0.060120) = 0.623857									
rvGA generasi ke- 99: f(0.301785 0.011615 1.562620 1.790004 0.403293 0.335542 0.105723 0.060120) = 0.623857									
rvGA generasi ke- 100: f(0.301785 0.011615 1.562620 1.790004 0.403293 0.335542 0.105723 0.060120) = 0.623857									
								f-BES	
nilai_a	lte	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\gamma_3$	$\gamma_4$	$\gamma_5$	$\gamma_6$	$\gamma_7$	T
wal	100	0.3	0.0	1.5	1.7	0.3	0.0	0.0	0.6
(x0)		0	1	6	9	0.40	4	0.11	6
eNM=	101	0.3	0.0	1.5	1.7	0.3	0.0	0.0	0.2
		0	1	6	9	0.40	4	0.11	6
		-	-	-	-	-	-	-	3
	102	1.0	0.0	5.0	0.8	-	0.0	-	0.2
		7	1	3	2	0.24	2	0.17	1
									3

Prediksi harga energi tak terbarukan selama tahun 2005-2014 dengan menggunakan parameter tersebut ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar 4 memvisualisasikan perbandingan antara nilai aktual dan prediksi harga energi tak terbarukan. Nilai-nilai yang ditampilkan menunjukkan bahwa di sebagian besar titik-titik pengujian, nilai prediksi menghampiri nilai-nilai aktual (berdekatan).

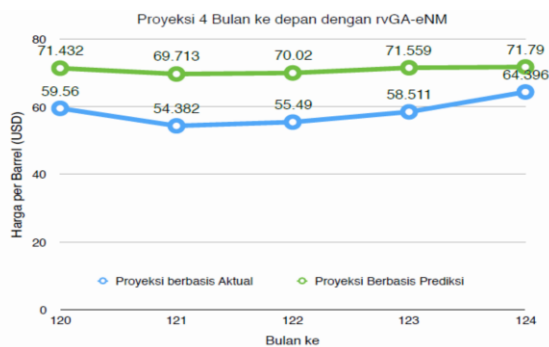


Gambar 4. Prediksi harga energi oleh rvGA-eNM

Hal itu menjelaskan bahwa tingkat akurasi dari model rvGA-eNM yang digunakan dalam prediksi harga energi tak terbarukan memiliki sifat kekuatan (robustness) yang tinggi.

Data harga energi takterbarukan dinormalisasikan ke nilai antara '0' dan '1' sehingga memudahkan sistem prediksi untuk merespon data masukan dengan baik sehingga prediksi berjalan sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan oleh algoritma. Waktu observasi dari bulan ke-1 sampai bulan ke-120 atau 10 tahun (dari bulan Januari tahun 2005 sampai bulan Desember tahun 2014).

Untuk melakukan uji coba sistem prediksi, digunakan sebagian data harga energi takterbarukan selama 22 bulan dari bulan ke-104 sampai dengan bulan ke-120. Berdasarkan hasil prediksi dengan akurasi mencapai 3%, maka dilakukan proyeksi untuk empat bulan ke depannya menggunakan model tersebut. Hasil proyeksi ditunjukkan pada Gambar 5.



#### D. Analisa

Secara keseluruhan dapat dilihat hasil prediksi harga energi tak terbarukan menggunakan hibrida algoritma genetika dan Nelder Mead. Berdasarkan eksperimen untuk menguji unjuk kerja

algoritma dengan model matematis linear dan nonlinear, telah terbukti bahwa prediksi harga energi oleh rvGA-eNM memiliki akurasi yang tinggi mencapai 97%.

#### IV. KESIMPULAN

Prediksi telah dilakukan pada eksperimen menggunakan data 120 bulan harga energi di Indonesia dari Januari 2005 hingga Desember 2014. Untuk memudahkan proses prediksi oleh algoritma rvGA-eNM, data tersebut dilakukan *preprocessing* sehingga dapat direspon dengan baik oleh algoritma. Dengan demikian, algoritma mencapai konvergensi pada iterasi yang telah ditentukan pada proses inialisasi.

Parameter-parameter perolehan algoritma rvGA-eNM ketika mencapai konvergensi tersebut digunakan untuk melakukan prediksi selama rentang bulan ke-104 hingga bulan ke-120 dari data 120 bulan yang ada. Prediksi ini menghasilkan MAPE 3.0%, dan dapat digunakan untuk memproyeksikan harga energi takterbarukan 5 bulan ke depan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Contos, G., Eftekharzadeh, A., Guyton, J., Erard, B., & Stilmir, S. (2009). **Econometric simulation of the income tax compliance process for small businesses.** *Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference*, 2902–2914.
- [2] El-Mihoub T.A., Hopgood A.A., Nolle L., & Battersby A. (2006). **Hybrid Genetic Algorithm: A Review.** *Engineering Letters*, 13, 2-11
- [3] Fan, S., Methaprayoon, K., & Lee, W.-J. (2010). **Multi-region load forecasting considering alternative meteorological predictions.** *IEEE Power and Energy Society General Meeting*, 1-7.
- [4] Feinberg, E.A., Hajagos, J.T., & Genethliou, D. (2003). **Statistical Load Modeling.** *Proceedings of the 7th IASTED International Multi-Conference: Power and Energy Systems*, 88–91.
- [5] Khazem, H.A (2008). **Using artificial neural networks to forecast the futures prices of crude oil,** ProQuest Dissertations and Theses; 2008;
- [6] Musa, W., & Tansa, S. (2016). **HAM: A Hybrid Algorithm Prediction Based Model For Electricity Demand.** *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 92(2), 303-310.
- [7] Musa, W. (2016). **A Hybrid Modern and Classical Algorithm for Indonesian Electricity Demand Forecasting,** *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(3), 1782-1786
- [8] Ozturk, H. K., & Ceylan, H. (2005). **Forecasting total and industrial sector electricity demand based on genetic algorithm approach: Turkey case study.** *International Journal of Energy Research*, 29, 829-840.
- [9] Piltan, M., Shiri, H., & Ghaderi., S.F. (2012). **Energy Demand Forecasting in Iranian Metal Industry using Linear and Nonlinear Models Based on Evolutionary Algorithms.** *Energy Conversion and Management*, 58, 1-9.
- [10] Pusdatin (2011). **Kajian Analisis Isu-isu Sektor ESDM,** Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2011