

forte 2017

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

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

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 Najmurrokhman, 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 Hendaro, 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 Pengereng 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 Pengereng 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>Matus 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, Arisetyanto 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	
<i>Abdul Djohar, Mustarum Musaruddin</i>	293 - 298
Listrik Mikro Hidro Berdasarkan Potensi Debit Andalan Sungai	
<i>Sardi Salim</i>	299 - 304
Analisis Kekuatan Struktur Pondasi untuk Dudukan Mesin Turbin	
<i>Ayuddin, Frice L. Desei</i>	305 - 308
Desain Hydro Setting Room untuk Pengeringan Piringan pada Pabrik Baterai	
<i>Sumardi Sadi, Rizal Febriandi</i>	309 – 314
Improving Method MIMO Multi Relay Using Zero Forcing At Network System	
<i>Apriana Toding, Syafruddin Syarif</i>	315 - 318

Analisis Kekuatan Struktur Pondasi untuk Dudukan Mesin Turbin

Ayuddin¹, Frice L. Desei²

*Tenaga Pengajar Jurusan Teknik Sipil
Universitas Negeri Gorontalo
Jalan Jenderal Sudirman No. 6*

ayuddin_ung@rocketmail.com

Abstrak— Pondasi mempunyai peranan penting karena berfungsi sebagai penahan atau penopang beban. Mesin turbin memiliki berat sendiri yang harus diterima oleh pondasi. Mesin turbin dalam operasinya mengalami getaran. Semakin bergetar mesin turbin maka semakin berat posisi pondasi untuk menahan getaran tersebut. Beban yang bergetar tersebut berubah berdasarkan fungsi waktu dan tempo yang relatif lama dan bekerja secara dinamis. Getaran yang disebabkan oleh mesin turbin yang dirasakan langsung oleh pondasi harus diperhitungkan dengan cermat dalam merencanakan suatu struktur pondasi. Pondasi harus lebih kuat menahan getaran yang bersifat dinamis dari mesin turbin tersebut. Salah satu yang menjadi pertimbangan dalam merencanakan model pondasi untuk mesin turbin ini adalah penentuan suatu tipe pondasi yang relatif sederhana dalam pelaksanaannya dan mampu menahan getaran mesin turbin yang diakibatkan oleh beban dinamis. Tipe yang dipilih dalam makalah ini adalah tipe pondasi blok dan dimensi pondasi yang direncanakan menggunakan cara sistem coba-coba dalam memenuhi persyaratan.

Kata kunci— Beban dinamis, kekuatan struktur pondasi, mesin turbin

I. PENDAHULUAN

Turbin adalah sebuah mesin berputar yang mengambil energi dari aliran fluida. Turbin sederhana memiliki satu bagian yang bergerak, "asembli rotor-blade". Fluida yang bergerak menjadikan baling-baling berputar dan menghasilkan energi untuk menggerakkan rotor. Penggunaan paling umum dari turbin adalah pemroduksian tenaga listrik. Hampir seluruh tenaga listrik diproduksi menggunakan turbin dari jenis tertentu [13]. Turbin memiliki berat tersendiri dan memiliki getaran yang dapat berpengaruh pada dudukan pondasi. Pondasi adalah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban di atasnya dan berat sendiri yang diteruskan kepada dan kedalam tanah dan batuan yang terletak dibawahnya [2].

Pondasi dari suatu fungsi tertentu seperti menahan getaran mesin turbin adalah suatu konstruksi dari bagian bawah yang berhubungan langsung dengan tanah yang terletak di bawah permukaan tanah berfungsi meneruskan beban atau gaya di atasnya dan termasuk berat pondasi ke tanah di bawahnya

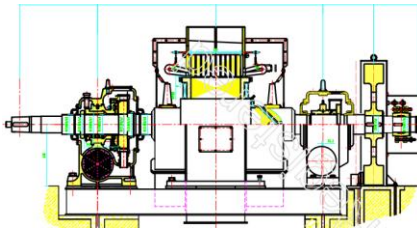
sehingga pondasi yang merupakan bagian dari konstruksi khususnya dalam menahan beban getaran mesin turbin harus memenuhi beberapa persyaratan, antara lain (1) cukup kuat untuk mencegah/menghindarkan timbulnya patah geser yang disebabkan muatan tegak ke bawah, (2) dapat menyesuaikan terhadap kemungkinan terjadinya gerakan-gerakan tanah antara lain, tanah mengembang, tanah menyusut, tanah yang tidak stabil, kegiatan pertambangan dan gaya mendatar dari gempa bumi, (3) menahan gangguan dari unsur-unsur kimiawi di dalam tanah baik organik maupun anorganik, (4) dapat menahan tekanan air yang mungkin terjadi. Suatu konstruksi pondasi yang tidak cukup kuat dan kurang memenuhi persyaratan tersebut diatas, dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan pondasi sendiri sehingga pondasi tersebut tidak mampu menahan getaran mesin turbin. Dalam menahan getaran mesin turbin dari pondasi yang dirancang, tipe pondasi pun perlu dipertimbangkan. Tipe pondasi yang dianalisis dalam makalah ini adalah tipe blok dimana dalam perhitungannya untuk mendapatkan dimensi yang memenuhi syarat menggunakan cara coba-coba.

Pondasi Mesin merupakan pondasi yang digunakan untuk menompang beban dinamis berupa getaran yang dihasilkan oleh mesin dan beban statis seperti berat sendiri pondasi, berat mesin dan generator. Umumnya beban dinamis sendiri lebih kecil dari pada beban statisnya sendiri. Terdapat persyaratan dimana pondasi sendiri harus 2-3 kali lebih berat dari berat mesin, dan berat pondasi juga harus 3-5 kali lipat berat mesin ketika dalam keadaan aktif [11].

Dalam menahan mesin turbin, dudukan pondasi perlu diperhatikan untuk menjaga kestabilan saat turbin beroperasi. Pondasi adalah suatu elemen struktur yang berfungsi menahan beban dari atas untuk menahan terjadinya penurunan. Penurunan (*settlement*) memungkinkan bisa saja terjadi diakibatkan oleh getaran mesin. Getaran yang berlebihan dapat menyebabkan mesin rusak dan efek yang merugikan pada struktur pondasi sebagai penopang.

Dalam kaitannya dengan pondasi sebagai dudukan mesin turbin, maka dalam penelitian ini mengkaji amplitudo yang bekerja pada pendukung mesin turbin HLA575C-WJ-62 yang terletak di

Gorontalo bagian Sulawesi Utara dan untuk mengetahui dimensi pondasi sehingga memenuhi syarat-syarat perencanaan. Amplitudo adalah simpangan terjauh yang diukur dari titik keseimbangan dalam suatu getaran dan sangat mempengaruhi kuat lemahnya bunyi yang dihasilkan dari suatu getaran [7]. Analisis ini menghitung amplitudo vertikal, horisontal dan vertikal yang diakibatkan oleh getaran mesin turbin. Mesin turbin HLA575C-WJ-62 dapat dilihat pada gambar 1.

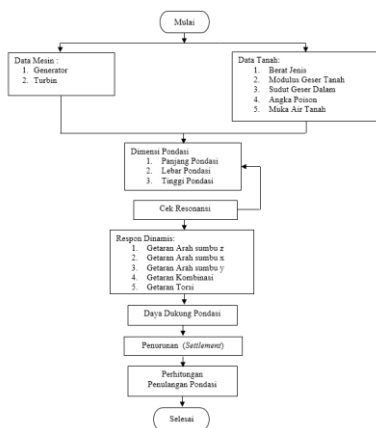


Gambar 1. Mesin Turbin HLA575C-WJ-62
 (Sumber: PLTMH, Gorontalo, Sulawesi Utara)

Tujuan utama yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah menemukan dimensi pondasi yang sesuai dengan mesin turbin yang dipilih, tegangan tanah yang terjadi, dan jumlah besi tulangan yang dibutuhkan untuk pondasi tipe blok.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan metode analisa dinamis yaitu metode *lumped parameter system*. Untuk menentukan *lumped parameter system*, maka metode yang dipakai adalah metode *elastis half space* dan pondasi yang dianalisis adalah pondasi *tipe blok*. Alur penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Data Tanah :

Kondisi tanah dibawah struktur adalah tanahlempung dan berada pada zona 4 dari peta wilayah gempa untuk Indonesia (PPTGIUG'83). Data tanah sebagai berikut :

- Berat volume tanah (γ) = 1.5 t/m³

- Modulus geser tanah (G) = 2000 t/m²
- Sudut geser dalam (ϕ) = 7°
- Angka poisson (ν) = 0.5
- Angka pori (e) = 1,422

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Geometrik Pondasi :

- Berat Komponen
- Berat Turbin : 15.10 ton
- Berat Generator : 16.30 ton
- Berat Pondasi : 196.30 ton

$$\begin{aligned} \text{Total Pembebanan (P)} \\ (P) &= P_1 + P_2 + P_3 \\ &= 15.10 + 16.30 + 196.30 \\ &= 227.70 \text{ ton} \end{aligned}$$

• Massa Komponen :

$$\begin{aligned} \text{Massa Turbin :} \\ (m) &= W/g \\ &= 15.10/9.81 \\ &= 1.539 \text{ t/m}^1\text{det}^2 \end{aligned}$$

Massa Generator :

$$\begin{aligned} (m) &= W/g \\ &= 16,3/9,81 = 1,662 \text{ t/m}^1\text{det}^2 \end{aligned}$$

Massa pondasi :

$$\begin{aligned} \text{Bagian I (W)} &= 149.172 \text{ ton} \\ (m) &= W/g \\ &= 149.172/9,81 = 15.206 \text{ t/m}^1\text{det}^2 \end{aligned}$$

Bagian II(W) = 47.128 ton

$$\begin{aligned} (m) &= W/g \\ &= 47.128/9,81 = 4,804 \text{ t/m}^1\text{det}^2 \end{aligned}$$

• Perhitungan Akhir Pondasi

Analisa Getaran Vertikal

Perhitungan Radius Ekuivalen :

$$\begin{aligned} kz &= G \cdot r_o \left(C_i + \frac{G_s \cdot h}{G \cdot r_o} S_i \right) \\ kz &= 2000 \cdot 3,750 \left(6.58 + \frac{2000 \cdot 0.75 \cdot 0.6}{2000 \cdot 3.750} \cdot 2.70 \right) \\ &= 167416,875 \text{ t/m} \end{aligned}$$

Perhitungan konstanta redaman vertikal (Dz) :

$$\begin{aligned} b_o &= \frac{\omega}{\gamma r_o^3} = \frac{(B \cdot L \cdot H) \cdot B j_{\text{Beton}}}{\gamma r_o^3} \\ b_o &= \frac{\omega}{\gamma r_o^3} = \frac{(6.3 \cdot 1) \cdot 2.4}{1.5(2.394)^3} \\ &= 2.099 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{\gamma}{\text{grafitasi}} = \frac{1.5}{9.81}$$

$$\rho = \frac{1.5}{9.81} = 0.194 \text{ t/m}^3$$

$$Dz = \frac{1}{2\sqrt{b_o}} x \frac{\left(C_2 + S_2 \frac{h}{r_o} \sqrt{\left(\frac{\rho_s}{\rho} \right) x \left(\frac{G_s}{G} \right)} \right)}{\sqrt{C_i + \left(\frac{G_s}{G} \right) x \left(\frac{h}{r_o} \right) S_i}}$$

$$Dz = \frac{1}{2\sqrt{2,099}} x \frac{\left(6,58 + 6,70 \frac{0,6}{2,394} \sqrt{\left(\frac{0,194}{0,194}\right) x \left(\frac{1500}{2000}\right)}\right)}{\sqrt{6,58 + \left(\frac{1500}{2000}\right) x \left(\frac{0,6}{2,394}\right) 2,7}}$$

$$= 0,927 \text{ mm}$$

Perhitungan Frekuensi Natural

$$f_{nz} = \frac{1}{2\pi} x \sqrt{\frac{k_z}{m}}$$

$$f_{nz} = \frac{1}{2(3,14)} x \sqrt{\frac{167416,875}{20,01}}$$

$$= 14,565 \text{ rad/sec}$$

Kontrol frekuensi resonansi :

$$r_o = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{6 \times 3}{3,14}}$$

$$= 2,394 \text{ m}$$

Perhitungan konstanta kekakuan vertikal (kz) :

$$f_{nz} < f_{op}$$

$$14,565 \text{ rad/sec} < 115,77 \text{ rad/sec}$$

Perhitungan amplitudo vertikal :

(P_z adalah Penjumlahan P generator dengan P turbin)

$$A_{zd} = \frac{P_z}{k_z \sqrt{\left(1 - \frac{\omega}{\omega_{nz}}\right)^2 + \left(2D_z \left(\frac{\omega}{\omega_{nz}}\right)\right)^2}}$$

$$= 0,121 \text{ mm}$$

Perhitungan daya dukung pondasi :

$$q_u = c \cdot \lambda_{cs} \cdot \lambda_{cd} \cdot N_c + q \cdot \lambda_{qs} \cdot \lambda_{qd} \cdot N_q$$

$$+ \frac{1}{2} \lambda_{\gamma s} \cdot \lambda_{\gamma d} \cdot \gamma B N_{\gamma}$$

$$= 2,7 N_c + 5,9 N_q + 3,2 N_{\gamma}$$

Faktor bentuk untuk pondasi bentuk persegi :

$$\lambda_{cs} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \left(\frac{N_q}{N_c}\right)$$

$$= 1 + \left(\frac{3}{6}\right) \left(\frac{1,88}{7,16}\right)$$

$$= 1,131$$

$$\lambda_{qs} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) (\tan \phi)$$

$$\lambda_{qs} = 1 + \left(\frac{3}{6}\right) (\tan 7^\circ)$$

$$= 1,061$$

$$\lambda_{\gamma s} = 1 - 0,4 \left(\frac{B}{L}\right)$$

$$= 1 - 0,4 \left(\frac{3}{6}\right)$$

$$= 0,8$$

Faktor Kedalaman :

$$\lambda_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \left(\frac{D_f}{B}\right)$$

$$\lambda_{qd} = 1 + 2 \tan 7^\circ (1 - \sin 7^\circ)^2 \left(\frac{2,8}{3}\right)$$

$$= 0,89$$

$$\lambda_{cd} = \lambda_{qd} - \frac{1 - \lambda_{qd}}{N_q \cdot \tan \phi}$$

$$= 1,10 - \frac{1 - 1,10}{1,88 \cdot \tan 7^\circ}$$

$$= 1,58$$

$$q_{izin} = \frac{q_u}{F_s}$$

$$= 26,990$$

$$DL = (H_{pondasi} \times Bj) + \left(\frac{\text{Berat Mesin}}{\text{Luasan}}\right)$$

$$= 1 \times 2,4 + \frac{31,40}{18}$$

$$= 4,144 \text{ t/m}^2$$

$$Q = 1 + 4,144$$

$$= 5,144 \text{ t/m}^2$$

$$A_{max} = \frac{0,002}{0,1999} = 0,010 \text{ m} = 10 \text{ mm}$$

Tegangan tanah yang terjadi di bawah pondasi dihitung dengan rumus sebagai berikut :

• Tekanan tanah arah sumbu z

$$\sigma_z = \frac{F_{tz}}{A}$$

$$= \frac{14,565}{18}$$

$$= 0,809 \text{ t/m}^2$$

• Tekanan tanah arah sumbu x

$$\sigma_z = \frac{F_{tx}}{A}$$

$$= \frac{9,165}{18}$$

$$= 0,509 \text{ t/m}^2$$

• Tekanan tanah arah sumbu y

$$\sigma_z = \frac{F_{ty}}{A}$$

$$= \frac{13,575}{18}$$

$$= 0,754 \text{ t/m}^2$$

• Tekanan tanah kombinasi arah vertikal dan horizontal

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{M_x}{W_x}$$

$$= \frac{23,364}{\frac{1}{6} \times 3 \times (6)^2}$$

$$= 1,298 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{\phi 2} = \frac{M_y}{W_y}$$

$$= \frac{45,273}{\frac{1}{6} \times 6 \times (3)^2}$$

$$= 5,030 \text{ t/m}^2$$

• Tekanan tanah akibat gaya torsi

$$\sigma_{\psi} = \frac{F_{\psi}}{A}$$

$$= \frac{5,43}{6 \times 3}$$

$$= 0,302 \text{ t/m}^2$$

Perhitungan penulangan pondasi

Hitungan penulangan pondasi telah memperhatikan aspek kekuatan dan keamanan pondasi dengan mengamati jenis tanah, bentuk dimensi pondasi, jenis pondasi yang akan digunakan, daerah atau wilayah gempa, dan beban-beban yang dipikul pondasi. Dari hasil analisa, maka dapat dihitung khusus penulangan pondasi dalam memikul getaran beban mesin turbin. Panjang pondasi berukuran 6 m. lebar pondasi berukuran 3 m, kedalaman 1 m, mutu baja (f_y) 400 MPa, mutu beton (f_c) 25 MPa, dan berat jenis tanah (γ_{tanah}).

- Hitungan penulangan pada sisi lebar :
Rasio tulangan minimum dibatasi sebesar ;

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} \text{ atau } \frac{\sqrt{f_c}}{4 f_y} \text{ (SNI 2847-2002, pasal 12.5.1)}$$

Dengan:

$$m = \frac{f_y}{0.85 x f_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b.d^2}$$

Sehingga didapatkan:

$$\rho_{pertu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m x R_n}{f_y}} \right) \text{ (Wang, Chu Kia, 1994, hal 55)}$$

Menentukan luas tulangan (A_s) dari ρ yang didapatkan adalah :

$$A_{s_{pertu}} = \rho x b x d$$

Jika digunakan tulangan minimum maka ρ yang digunakan adalah ρ_{min} sehingga didapat rumus sebagai berikut :

$$A_{s_{min}} = \frac{\sqrt{f_c}}{4 f_y} b w x d \text{ atau } A_{s_{min}} = \frac{1.4}{f_y} b w x d \text{ (SNI 2847-2002, pasal 12.5.1)}$$

Sehingga :

$$A_{s_{pertu}} = \rho x b x d$$

$$= 0.0035 x 3000 x 1000$$

$$= 10500 \text{ mm}^2$$

Dengan demikian, digunakan tulangan 25D35 ($A_s = 961,625 \text{ mm}^2$)

- Hitungan penulangan pada sisi panjang :

$$A_{s_{pertu}} = \rho x b x d$$

$$= 0.0035 x 6000 x 1000$$

$$= 21000 \text{ mm}^2$$

Dengan demikian, digunakan tulangan 21D36 ($A_s = 1017.36 \text{ mm}^2$)

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan :

Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dimensi yang berukuran panjang 6 m, lebar 3 m dan kedalaman 1 m mampu menahan beban dinamis mesin turbin dengan beban total 31.40 ton.
2. Tegangan tanah yang terjadi di bawah pondasi pada arah sumbu z sebesar 0,809 t/m², arah

sumbu x sebesar 0,509 t/m², dan arah sumbu y sebesar 0,754 t/m².

3. Jumlah tulangan yang dibutuhkan pada pondasi tipe blok yang berukuran panjang 6 m, lebar 3 m dan kedalaman 1 m sebanyak 25D35 ($A_s=961,625 \text{ mm}^2$) pada sisi lebar dan jumlah tulangan yang dibutuhkan pada sisi panjang sebanyak 21D36 ($A_s=1017,36 \text{ mm}^2$)

Saran :

Saran yang dapat diberikan terkait dengan makalah ini adalah :

1. Perlu dilakukan rancangan pondasi dengan tipe yang berbeda seperti tipe wall, tipe box, dan tipe frame untuk mengetahui kesesuaian pondasi dengan tipe mesin turbin di pasaran.
2. Perlu melakukan uji coba analisis dengan menggunakan metode yang berbeda dengan pertimbangan variasi perilaku respon dinamis yang terjadi pada mesin turbin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Badan Standarisasi Nasional . (2002). SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- [2]. Bowles, J.E. 1993. Analisis dan Desain Pondasi. Terjemahan Ir. Johan Kelanaputra Hainim. Erlangga, Jakarta.
- [3]. Das, Braja M. 1984. Pondasi Tanah Dinamis. Erlangga, Jakarta
- [4]. Das, Braja M., 2006. Principles of Geotechnical Engineering. Fifth Edition. Nelson A Division of Thomsom Canada Limited, Canada.
- [5]. Ernawan, Setyono dan Abdiah, Amudi. 2015. Analisis Perencanaan Pondasi Dinamis Untuk Mendukung Mesin Turbin Pada Pabrik Gula Cukir Jombang. Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- [6]. Gunawan, H., Dananjaya, H.R., Setiawan, B. 2017. Pengaruh Tinggi, Kedalaman Pondasi Mesin Jenis Blok dan parameter Tanah Berbutir Halus terhadap Amplitudo. USM, Surakarta.
- [7]. Prakash, S and Puri Vijay K. 1988. Foundation for Machine : Analysis and Design. John Willey and Sons, New York.
- [8]. Richart, FE. Jr and Woods, RD. 1970. Vibrations of Soils and Foundations. Englewood Cliffs, New Jersey.
- [9]. Sidartha, S.A. 1996. Analisis Pondasi Dinamis untuk Mendukung Mesin Generator Pembangkit Listrik Tenaga Uap. ITS, Surabaya
- [10]. Srinivasulu, P and Vaidyanathan, CV. 1976. Handbook of Machines Foundation. MC Graw Hill, New Delhi.
- [11]. Suresh C. Arya, dkk. 1979. Design of Structure Analysis Foundation for Vibrating Machines, Gulf Publishing Company, Houston, London, Paris, Tokyo.
- [12]. Wang, Chu-Kia & Charles G. Salmon 1994. Disain Beton Bertulang. Jilid I. Edisi Keempat. Terjemahan Binsar Hariandja. Jakarta: Erlangga.
- [13]. Wikipedia. (2017, October Wednesday, 11). Wikipedia Ensiklopedia Bebas. Retrieved from <https://id.wikipedia.org/wiki/Turbin>.