



**ANALISA POTENSI TENAGA ANGIN DENGAN METODE *WEIBULL*
ANALYSIS DI PANTAI PUGER KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

Oleh

Bhakti Dharmawan

NIM 101910201055

PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1)

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2014



**ANALISA POTENSI TENAGA ANGIN DENGAN METODE *WEIBULL*
ANALYSIS DI PANTAI PUGER KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Bhakti Dharmawan

NIM 101910201055

PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1)

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2014

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu saya ingin mempersembahkan karya ini kepada :

1. Allah SWT atas semua rahmat dan hidayah-Nya.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai panutan hidupku.
3. Ibu Nurwatisasi dan (Alm) Bapak Sumono yang tercinta, yang selalu mendoakan dan memberikan kasih sayang serta pengorbanan selama ini.
4. Seluruh keluargaku yang selalu mendoakan untuk kelancaran tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., MT. terima kasih atas kesabaran dan saran yang diberikan serta bersedia menjadi pendamping dan membimbing dengan segenap hati dalam mengerjakan skripsi ini sampai selesai.
6. Bapak Bambang Supeno, S.T., M.T. terima kasih atas kesabaran dan saran yang diberikan serta bersedia menjadi pendamping dan membimbing dengan segenap hati dalam mengerjakan skripsi ini sampai selesai.
7. Dosen-dosen Teknik Elektro Universitas Jember, yang telah memberikan saya ilmu selama ini.
8. Guru-guruku sejak Sekolah Dasar hingga semua dosen selama di Perguruan Tinggi yang terhormat, terima kasih telah mendidik saya dan memberikan banyak ilmu dengan penuh kesabaran.
9. Dulur-dulurku Teknik Elektro 2010, yang telah banyak membantu selama ini.
10. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember yang saya banggakan, terima kasih telah membuka jalan untuk saya menuju masa depan.

MOTTO

Wasta'inuu bis-sabri was-salaah, wa innahaa lakabiiraturun illa 'alal-khaasyi'iin
(*Q.S Al Baqarah : 45*)

*Something deep in my character allows me to take the hits, and get on with trying
to win and my ambition is always to get better and better*
(*Lionel Messi*)

Marang wong liyo kudu seng andok ashor, ati-ati ngestiti ojo pek pinek barang lian
(*Ibunda Nurwatisasi*)

Jadikanlah dirimu nejadi orang besar dengan karya-karya kecilmu
(*Desty Husumardiana*)

*Sobung kalakowan se berra' e dunnya paneka, manabi elakoni areng-sareng
ekarassa dammang*
(*Gundug Fams*)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bhakti Dharmawan

NIM : 101910201055

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Analisa Potensi Tenaga Angin Dengan Metode *Weibull Analisis* Di Pantai Puger Kabupaten Jember” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan sub-tansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 3 Oktober 2014

Yang menyatakan,

(Bhakti Dharmawan)

NIM. 101910201055

SKRIPSI

**ANALISA POTENSI TENAGA ANGIN DENGAN METODE *WEIBULL*
ANALYSIS DI PANTAI PUGER KABUPATEN JEMBER**

Oleh :

Bhakti Dharmawan

NIM 101910201055

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Triwahju H.,S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Bambang Supeno, S.T.,M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisa Potensi Tenaga Angin Dengan Metode *Weibull Analysis* Di Pantai Puger Kabupaten Jember” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Jumat

Tanggal : 3 Oktober 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Dr. Triwahju H.,S.T.,M.T.

NIP. 19700826 199702 1 001

Bambang Supeno, S.T.,M.T.

NIP. 19690630 199512 1 001

Penguji I

Penguji II

Dr. Bambang Sri Kaloko.,S.T.,M.T.

NIP. 19710402 200312 1 001

H.R.B. Moch. Gozali, S.T.,M.T.

NIP. 19690608 199903 1 002

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP. 19610414 198902 1 001

**ANALISA POTENSI TENAGA ANGIN DENGAN METODE WEIBULL
ANALYSIS DI PANTAI PUGER KABUPATEN JEMBER**

Bhakti Dharmawan

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Wilayah Kabupaten Jember khususnya Pantai Puger dengan kondisi yang terletak di antara pegunungan Argopuro dan Samudera Hindia sangat berpotensi untuk pengembangan pembangkit listrik yang berorientasi pada alam seperti Pembangkit Listrik Tenaga Angin. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk mengetahui kecepatan angin dengan menggunakan metode *weibull analysis*. Pengambilan data dilakukan menggunakan *cup anemometers* data *logger*, yang nantinya dari data yang didapatkan akan diolah dengan menggunakan *weibull analysis*. Data yang diperoleh selama satu bulan didapatkan rata-rata angin sebesar 5,399 m/s. Dari *weibull analysis* didapatkan nilai parameter bentuk (k) diperoleh 2,376 dan parameter skala (c) diperoleh 6,047. Perhitungan potensi daya listrik diperoleh 4400,313 *watt* nilai yang paling besar. dilakukan perbandingan antara anemometer digital dan data *logger* yang menghasilkan *error* persen paling tinggi 3,9 %.

Kata Kunci : potensi angin, *cup anemometers*, data *logger*, *weibull analysis*

*ANALYSIS OF WIND POWER POTENTIAL WITH WEIBULL ANALYSIS METHOD
ON THE BEACH PUGER DISTRICT JEMBER*

Bhakti Dharmawan

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRACT

Jember Regency Beach Puger especially with conditions that lies between the mountains and the Indian Ocean Argopuro potential for power development-oriented in nature as Wind Power. Therefore, studies were conducted to determine wind speed by using weibull analisys. Data were collected using a data logger cup anemometers, which will be obtained from the data processed using weibull analisys. Data obtained during the one-month average wind obtained at 5.399 m / s. Analisis obtained from weibull shape parameter values (k) obtained 2.376 and scale parameter (c) was obtained 6.047. The calculation of the potential of the electric power obtained 4400,313 watts greatest value. performed a comparison between anemometer and data logger that generates the highest percent error 3.9%.

KeyWord : *wind potential, cup anemometers, data logger, weibull analisys*

RINGKASAN

ANALISA POTENSI TENAGA ANGIN DENGAN METODE *WEIBULL ANALYSIS* DI PANTAI PUGER KABUPATEN JEMBER; Bhakti Dharmawan; 101910201055; 2014; 108 halaman; Program Studi Strata Satu Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Krisis energi telah banyak melanda negara di berbagai belahan bumi diantaranya Indonesia, hal ini disebabkan karena cadangan bahan bakar fosil semakin berkurang sedangkan kebutuhan akan energi semakin meningkat salah satu jalan keluarnya adalah melakukan pencarian energi alternatif dalam bentuk energi baru dan terbarukan salah satu energi alternatif adalah energi angin. Energi angin memberikan kontribusi dalam meningkatkan taraf hidup masyarakat khususnya pedesaan dan daerah pulau terpencil.

Data *logger* merupakan sistem yang berfungsi untuk merekam data ke dalam media penyimpanan data, data *logger* memiliki kapasitas penyimpanan yang cukup besar sehingga data yang terekam dapat ditampilkan dalam grafik dan dalam durasi yang cukup lama. Sistem data *logger* ini dibangun dari modul arduino sebagai pengendalinya dan menggunakan SD *Card* sebagai media simpannya. Dengan adanya data *logger* ini, memudahkan penelitian untuk melakukan pengambilan data.

Pada penelitian ini dibuat sebuah data *logger* dan anemometer amngkok sebagai alat untuk pengambilan data di Pantai Puger. Pengambilan data dilakukan selama satu bulan. Tidak hanya data *logger* sebagai alat untuk mengambil data kecepatan angin, penelitian ini juga menggunakan anemometer digital sebagai pembandingnya. agar mengetahui berapa selisih antara anemometer digital dengan data *logger*. Data-data yang sudah terkumpul nantinya akan diolah dengan

menggunakan metode *Weibull analysis* yang bertujuan untuk mencari nilai parameter bentuk (k) dan parameter skala (c) dan juga menghasilkan grafik probabilitas *Weibull*.

Dari hasil pengujian frekuensi *counter* menunjukkan bahwa kecepatan 4,19 m/s, *dutycycle* diperoleh 90,196 %, pada kecepatan 5,49 m/s, *dutycycle* diperoleh 87,804 %, pada kecepatan 6,3 m/s, *dutycycle* diperoleh 81,690%.

Dari hasil data yang telah diperoleh menunjukkan bahwa rata-rata kecepatan angin di Pantai Puger mencapai 5,399 m/s, itu berarti Pantai Puger berpotensi untuk dibangun PLT Angin. Untuk hasil *Weibull analysis* didapatkan nilai parameter bentuk (k) diperoleh 2,376 dan nilai parameter skala (c) diperoleh 6,047. Setelah diketahui rata-rata kecepatan angin dan parameter bentuk (k) dan skala (c) langkah selanjutnya menghitung potensi daya listrik di pantai puger. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh potensi daya listrik paling rendah senilai 139,226 watt dan potensi daya listrik yang paling besar senilai 4400,313 watt. Dari data perhitungan *error* persen pada penelitian ini didapatkan *error* persen yang paling tinggi adalah 3,9 % dan *error* persen yang paling rendah adalah 0,88 %. Untuk nilai rata-rata *error* persen yaitu sebesar 2,28 %.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan kemudahan, kesempatan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisa Potensi Tenaga Angin Dengan Metode *Weibull Analysis* di Pantai Puger Kabupaten Jember”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Program Studi Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu tersusunnya skripsi ini, khususnya kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Sumardi S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahan dan bimbingan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini.
4. Bapak Bambang Supeno, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahan dan bimbingan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, ST., MT. dan Bapak H.R.B. Moch. Gozali, S.T, M.T, selaku Tim Penguji Skripsi yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan pengarahan dan koreksi demi terselesaikannya penulisan skripsi ini
6. Para Dosen beserta seluruh karyawan program-program Teknik Universitas Jember, terima kasih atas segala dukungannya selama ini.
7. Ibu tercinta Nurwatisasi yang tidak henti-hentinya memanjatkan doa untukku, tanpamu aku tidak akan menjadi seperti ini. Terimakasih atas segala cinta, kasih

sayang, kesabaran, doa dan tetesan air mata yang selalu engkau lakukan untuk anakmu.

8. Bapak (Alm) Sumono yang selalu memberiku cinta dan kasih sayang yang begitu berarti hingga akhirnya saya dapat memperoleh gelar sarjana teknik (ST).
9. Kakakku Candra Mayasari dan Suep Hariadi, ku ucapkan terima kasih karena telah memberikan kasih sayang dan doa agar aku dapat menyelesaikan studi di Universitas Jember.
10. Keponakanku tersayang Alif Naufal Ayatillah dan Olivia Ayuni Putri, yang selalu membuatku ceria dan bahagia, terima kasih untuk hiburannya selama ini.
11. Desty Husumardiana, ku ucapkan terima kasih atas kesabaran, doa, ketulusan dan selalu memberikan motivasi yang positif untuk kelancaran tugas akhir ini.
12. Dulurku Teknik Elektro Universitas Jember (PATEK UJ 2010), “Sing Penting Wani Disek”, terima kasih atas dukungan, semangat serta motivasinya.
13. Sahabat-sahabat Gundug Fams, Erfandi Toing, Jhohan Geografic S.T., Fathur Gundug, Reo Bora Bora, Imron Berik, Amir Halis Prabowo, Anis Baswedan AMD, yang selalu membuat hidup penuh canda dan tawa, terima kasih atas dukungannya selama ini.
14. Teman-teman yang membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini, Yoga Pratama, Gilang Said, Toni Ragil, Miftakul Arif S.T., Parma Putra S.T., dan Siti Muntowifah terima kasih telah membantu, meluangkan waktu, dan memberikan tenaganya.
15. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian penelitian ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Demi kesempurnaan penulisan laporan proyek akhir ini, selalu diharapkan segala kritik dan saran dari semua pihak. Akhirnya, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, 3 Oktober 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
RINGKASAN	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Angin	5
2.1.1 Komponen Sistem PLT Angin	7
2.2 Proses Pembangkitan Energi Listrik.....	10
2.3 Karakteristik Kerja Turbin Angin	11
2.4 Konsep Dasar Angin	12

2.5 Potensi Energi Angin	14
2.6 Alat Pengukur Kecepatan Angin	17
2.6.1 Perhitungan Anemometer.....	19
2.7 Metode Weibull Analisis	20
2.8 Data Logger	23
2.9 Modul Arduino Mega Atmega2560	24
2.9.1 ADC (<i>Analog to Digital Converter</i>).....	25
2.10 Sensor Optocoupler	26
2.11 SD Card	27
2.12 LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>)	28
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.2 Prosedur Penelitian	30
3.3 Alat dan Bahan	31
3.4 Blog Diagram	32
3.5 Diagram Alir dan <i>FlowChart</i> Penelitian	33
3.5.1 <i>FlowChart</i> Program	36
3.5.2 Metode Pemograman	37
3.6 Proses Pengerjaan Alat	42
3.6.1 Pengerjaan Mekanik.....	42
3.6.2 Pengerjaan Elektrik	43
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Pengujian Modul	45
4.1.1 Pengujian Modul Arduino.....	45
4.2 Pengujian SD Card	50
4.2.1 Pengujian Log Data SD Card Komunikasi Serial	52
4.3 Pengujian LCD	54
4.4 Pengujian Rangkaian Frekuensi Counter	55
4.5 Pengujian Sistem	57

4.6 Pengujian Alat dan Hasil Perhitungan <i>Weibull Analisis</i>	59
4.7 Perbandingan Data Logger dengan Anemometer.....	71
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	75
Daftar Pustaka	76
Lampiran	78

DAFTAR TABEL

2.1	Tingkat kecepatan angin	16
4.1	Hasil pengukuran (V) Output	46
4.2	Hasil rekapitulasi data kecepatan angin selama satu bulan	60
4.3	Kategori kelas kecepatan angin	61
4.4	Nilai median dan frekuensi dari setiap kelas	65
4.5	Hasil data analisis dan matematis	66
4.6	Perhitungan potensi daya listrik yang dihasilkan	68
4.7	Perbandingan data <i>logger</i> dengan anemometer	71
4.8	Hasil <i>error</i> persen	72

DAFTAR GAMBAR

2.1	Komponen sistem PLT Angin	7
2.2	Proses Pembangkit PLTB	11
2.3	Karakteristik kerja turbin angin	12
2.4	Potensi kecepatan angin di Indonesia	15
2.5	Peta potensi angin di Indonesia	15
2.6	Pengukuran dan arah Anemometer.....	18
2.7	Hubungan kerapatan probabilitas dengan kecepatan angin	22
2.8	Karakteristik <i>Weibull</i> $k=2$ $c=8$	23
2.9	Skema arduino mega.....	25
2.10	Sensor optocoupler	27
2.11	<i>SD Card</i>	27
2.12	Bentuk LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>)	28
3.1	Blog diagram sistem	32
3.2	Diagram Alur Penelitian	33
3.3	Flowchart	36
3.4	Poros baling-baling	43
3.5	Layout PCB	44
3.6	Tampilan LCD	44
4.1	Modul arduino mega.....	45
4.2	Grafik tegangan output arduino	48
4.3	Grafik tegangan logika 0 output modul arduino.....	49
4.4	Grafik tegangan logika 1 output modul arduino.....	49
4.5	<i>Wiring</i> diagram	50
4.6	<i>Library</i> LCD <i>test</i> menggunakan <i>software</i> arduino 1.0.2.....	51
4.7	Hasil pengujian modul <i>SD Card</i> melalui serial.....	51
4.8	Pengujian <i>log</i> data menggunakan <i>software</i> arduino 1.0.2.....	52
4.9	Hasil pengujian modul <i>SD Card</i> melalui serial.....	53

4.10	Isi file dalam <i>log</i> pada <i>SD Card</i>	53
4.11	<i>Wiring</i> diagram LCD	54
4.12	<i>Library</i> LCD pada arduino 1.0.2	55
4.13	Tampilan LCD	55
4.14	Sinyal <i>output</i> pada kecepatan 4,19 m/s.....	56
4.15	Sinyal <i>output</i> pada kecepatan 5,49 m/s.....	56
4.16	Sinyal <i>output</i> pada kecepatan 6,3 m/s.....	57
4.17	Rangkaian penguat sinyal frekuensi masukan	58
4.18	Grafik kecepatan angin jam 06.00	62
4.19	Grafik kecepatan angin jam 07.00	62
4.20	Grafik kecepatan angin jam 08.00	62
4.21	Grafik kecepatan angin jam 09.00	63
4.22	Grafik kecepatan angin jam 10.00	63
4.23	Grafik kecepatan angin jam 14.00	63
4.24	Grafik kecepatan angin jam 15.00	64
4.25	Grafik kecepatan angin jam 16.00	64
4.26	Grafik kecepatan angin jam 17.00	64
4.27	Grafik potensi daya listrik yang dihasilkan selama satu bulan	69
4.28	Probabilitas <i>Weibull</i>	70
4.29	Perbandingan data <i>logger</i> dengan anemometer	72
4.30	Grafik <i>error</i> persen	73

DAFTAR LAMPIRAN

A. Data Kecepatan Angin	78
B. Perhitungan Potensi Daya Angin	93
C. Perhitungan Error Persen.....	96
D. Listing Program.....	97
E. Dokumentasi Penelitian	106
F. Lokasi Penelitian.....	107
G. Dokumentasi Alat.....	108