

LAPORAN TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN MEKANISME *PITCH BLADE CONTROL*
DAN *YAW DRIVE CONTROL* TURBIN ANGIN HORIZONTAL
DIAMETER SUDU 10 M



Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

Disusun Oleh :

Okta Paneja Pane

21050115060005

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah disetujui Laporan Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Diploma III Teknik Mesin yang disusun oleh:

Nama : Okta Paneja Pane

Nim : 21050115060005

Judul TA : Rancang Bangun Mekanisme *Pitch Blade Control* dan *Yaw Drive Control* Turbin Angin Horisontal Diameter Sudu 10 M

Disetujui pada tanggal : 18 September 2018

Semarang, 18 September 2018

Dosen Pembimbing

Drs. Wiji Mangestyono, MT

NIP. 196102281986031002

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Okta Paneja Pane

NIM : 21050115060005

Tanda tangan :

Tanggal :

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Okta Paneja Pane
NIM : 21050115060005
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul “Rancang Bangun Mekanisme *Pitch Blade Control* dan *Yaw Drive Control* Turbin Angin Horisontal Diameter Sudu 10 M” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Semarang

Pada tanggal : September 2018

Yang menyatakan,
Okta Paneja Pane

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, tiada henti-hentinya penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT. Atas ridho-Nya, akhirnya penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sholawat serta salam penulis kirimkan kepada Rosululloh, sehingga sampai sekarang indahnnya iman dan Islam masih terasa. Bantuan dari berbagai pihak pun, tak luput dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, baik bantuan secara materi; spiritual; informasi; motivasi. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof Dr. Ir.Budiyono, M.Si selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Drs.Ireng Sigit.A.M.Kes selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Drs. Wiji Mangestyono, MT selaku Dosen Pembimbing dalam Tugas Akhir.
4. Didik Ariwibowo, ST, MT selaku Dosen Wali Kelas B Angkatan 2015.
5. Seluruh Dosen dan Staf Pengajar di Program Studi Diploma III Teknik Mesin Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
6. Segenap Teknisi Laboratorium Program Studi Diploma III Teknik Mesin Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
7. Kedua orang tua atas support yang selalu diberikan selama ini.
8. Teman - teman DIII Teknik Mesin Universitas Diponegoro angkatan 2015.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan semuanya.

HALAMAN MOTTO

"Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh."

(Confusius)

"Apabila anda berbuat kebaikan kepada orang lain, maka anda telah berbuat baik terhadap diri sendiri."

(Benyamin Franklin)

"Orang-orang yang sukses telah belajar membuat diri mereka melakukan hal yang harus dikerjakan ketika hal itu memang harus dikerjakan, entah mereka menyukainya atau tidak."

(Aldus Huxley)

"Kebanyakan dari kita tidak mensyukuri apa yang sudah kita miliki, tetapi kita selalu menyesali apa yang belum kita capai."

(Schopenhauer)

"Hiduplah seperti pohon kayu yang lebat buahnya ; hidup di tepi jalan dan dilempari orang dengan batu, tetapi dibalas dengan buah."

(Abu Bakar Sibli)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan berkat, rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Mekanisme *Pitch Blade Control* dan *Yaw Drive Control* Turbin Angin Horizontal Diameter Sudu 10 M”.

Tugas akhir ini wajib ditempuh oleh mahasiswa PSD III Teknik Mesin Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro sebagai salah satu syarat memperoleh gelar ahli madya. Selain itu pembuatan tugas akhir ini juga bertujuan untuk mengembangkan wawasan, menambah pengetahuan dan mengembangkan disiplin ilmu yang diperoleh dibangku kuliah.

Dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak sekali doa, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Atas berbagai bantuan dan dukungan tersebut.

Penulis menyadari masih banyak yang dapat dikembangkan pada laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis menerima setiap masukan dan kritik yang diberikan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis sendiri dan semua pihak khususnya bagi mahasiswa PSD III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

Semarang, September 2018

Penulis

ABSTRAK

Salah satu penyebab langkanya sumber daya alam di dunia ini adalah semakin tingginya kebutuhan minyak dan gas (migas). Sementara tingginya harga migas tidak diimbangi dengan produksi dan sumber energi fosil memiliki kapasitas terbatas. Oleh sebab itu, dibutuhkan sumber daya energi yang terbarukan seperti energi angin, energi matahari, energi panas bumi, energi air, energi biomassa. Dalam kasus ini rancang bangun turbin angin merupakan salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini dan kami melanjutkan proyek Tugas Akhir Rancang Bangun Rotor Turbin Angin Horizontal yaitu memfokuskan pada Rancang Bangun Mekanisme *Pitch Blade Control* dan *Yaw Drive Control* Turbin Angin Horizontal Diameter Sudu 10 M.

Tujuan laporan ini yaitu untuk mengetahui proses pembuatan dan perhitungan mekanisme *Pitch Blade Control* dan *Yaw Drive Control* berdasarkan perhitungan diameter sudu dan dapat menghasilkan putaran pada generator dengan mempertimbangkan kapasitas maksimal listrik yang dihasilkan generator dan ketersediaan komponen-komponen itu sendiri. Mekanisme *Pitch Blade Control* dan *Yaw Drive Control* diuji kekuatannya berdasarkan pengujian analisis kualitatif (kekuatan tuas; kekuatan baut flens; kekuatan roda gigi *yaw drive*) dan pengujian analisis kuantitatif (reliabilitas).

Mekanisme *Pitch Blade Control* dan *Yaw Drive Control* memenuhi standar sesuai dengan pengujian analisis kualitatif dan pengujian analisis kuantitatif , (hasil nilai Realibilitas 0,7902). Oleh karena itu mekanisme tersebut dapat dioperasikan jika mekanisme kelistrikan sudah selesai dan sesuai dengan standar untuk lebih menjaga efisiensi Turbin Angin kapasitas 1 KW (Kilo Watt).

Kata Kunci : *Pitch Blade Control*; *Yaw Drive Control*; Turbin angin.

ABSTRACT

One of the causes of the scarcity of natural resources in the world is the increasing demand for oil and gas. While the high level of oil and gas is not balanced with the production and sources of fossil energy has limited capacity. Therefore, renewable energy resources are needed such as wind energy, solar energy, geothermal energy, water energy, biomass energy. In this case the design of a wind turbine is one of the solutions to overcome this problem and we continue the Final Project Project for the Design of a Horizontal Wind Turbine Rotor which focuses on the Design of the Pitch Blade Control Mechanism and Yaw Drive Control Mechanism for Horizontal Wind Turbine Diameter of 10 M.

The purpose of this report is to determine the process of making the mechanism of Pitch Blade Control and Yaw Drive Control based on blade diameter and can generate rotation on the generator by considering the maximum capacity of electricity produced by the generator and the availability of the components them selves. The Pitch Blade Control and Yaw Drive Control mechanisms are tested for strength based on qualitative analysis testing (lever strength; flange bolt strength; yaw drive gear strength) and testing of quantitative analysis (reliability).

The Pitch Blade Control and Yaw Drive Control mechanisms meet standards in accordance with the testing of qualitative analysis and quantitative analysis testing. Therefore, the mechanism can be operated if the electrical mechanism is completed and in accordance with standards to better maintain the efficiency of a 1 KW (Kilo Watt) Wind Turbine capacity.

Keywords: Wind Turbine; Pitch Blade Control; Yaw Drive Control.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	8
DAFTAR ISI.....	10
DAFTAR GAMBAR	12
DAFTAR TABEL.....	14
DAFTAR NOTASI.....	15
BAB I.....	Error! Bookmark not defined.
PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Tugas Akhir	Error! Bookmark not defined.
1.6 Metode Penulisan	Error! Bookmark not defined.
1.7 Sistematika Penyusunan Laporan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II.....	Error! Bookmark not defined.
TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Energi Angin	Error! Bookmark not defined.
2.2 Potensi Energi Angin di Indonesia	Error! Bookmark not defined.
2.3 Turbin Angin	Error! Bookmark not defined.
2.4 Turbin Angin Sumbu Horizontal.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Komponen Turbin Angin	Error! Bookmark not defined.
2.6 Karakteristik Turbin Angin	Error! Bookmark not defined.
2.7 Mekanisme Turbin Angin	Error! Bookmark not defined.

2.7.1	Mekanisme Pitch Blade Control	Error! Bookmark not defined.
2.7.2	Mekanisme <i>Yaw drive Control</i>	Error! Bookmark not defined.
2.7.3	Skala Beaufort.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III		Error! Bookmark not defined.
METODOLOGI.....		Error! Bookmark not defined.
3.1	Skema Alir Pembuatan dan Pengujian Alat	Error! Bookmark not defined.
3.2	Alat dan Bahan.....	Error! Bookmark not defined.
3.3	Proses Pembuatan Mekanisme Sistem Control	Error! Bookmark not defined.
3.3.1	Pembuatan Mekanisme <i>Pitch Blade Control</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3.2	Pembuatan Mekanisme <i>Yaw Drive Control</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3.3	Perakitan Turbin Angin.....	Error! Bookmark not defined.
3.4	Pengambilan Data	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	Alat yang diperlukan.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Tahap Pengambilan Data	Error! Bookmark not defined.
3.5.1	Perhitungan Reliabilitas	Error! Bookmark not defined.
3.6	Rancangan Pengujian Kontrol.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV		Error! Bookmark not defined.
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		Error! Bookmark not defined.
4.1	Hasil Perhitungan Analisis Kualitatif.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.1	Perhitungan Kekuatan Tuas	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	Perhitungan Kekuatan Baut Flens.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.3	Perhitungan Kekuatan Roda Gigi <i>Yaw drive</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB V		Error! Bookmark not defined.
KESIMPULAN.....		Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN-LAMPIRAN		Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Turbin angin sumbu horizontal	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2. Komponen turbin angin	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3. Hubungan daya output terhadap kecepatan angin	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4. Hubungan kecepatan rotor terhadap kecepatan angin	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.5. Hubungan efisiensi terhadap output.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.1. Skema alir pembuatan dan pengujian alat	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.2. Mesin bubut.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.3. Las listrik.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.4. Mesin bor	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.5. Gergaji mesin	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.6. Poros utama horizontal.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.7. Poros utama vertikal.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.8. Hub, bushing and flange	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.9. Meja poros horizontal	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.10. Hub.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.11. Bushing	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.12. Main shaft horizontal	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.13. Rumah <i>bearing</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.14. Dudukan bearing.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.15. Poros penggerak vertikal.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.16. Roda gigi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.17. Diagram alir perakitan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.18. Diagram alir <i>pitch blade control</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.19. Diagram alir <i>yaw drive</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.20. <i>Wind direction</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.1. Penampang tuas.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2. Penampang baut	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.3. Penampang sudu	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.4. Dimensi roda gigi.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1. Energi angin yang tersedia pada berbagai wilayah di Indonesia **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.2 Tabel kecepatan angin berdasarkan skala beaufort **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.1 Tabel kolerai (Tabel r) **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.1 Spesifikasi elektrik aktuator..... **Error! Bookmark not defined.**
- Table 4.2 Pengujian torsi (τ)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.3 Tabel standart proporsi sistem roda gigi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.4 Pengujian torsi *yaw drive*..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.5 Hasil pengukuran torsi sudu tahap I dan tahap II **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.6 Perhitungan total skor data tahap I **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.7 Perhitungan total skor data tahap II **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.8 Tabel kerja korelasi produk momen **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR NOTASI

Lambang	Keterangan	Satuan	Hal
U	Energi Kinetik	J	10
M	Massa	Kg	10
v_w	Kecepatan Angin	m/s ²	10
ρ_{air}	Massa Jenis Udara	kg/m ³	10
A	Luas	m ²	10
P	Daya	Watt	10
Cp	<i>Coeffisien Power</i>		11
λ	<i>Tip Speed Ratio</i>		11
θ	<i>Pitch Angle</i>	°	11
ω	Kecepatan Sudut	rad/s	11
R	Jari-jari <i>Rotor Blade</i>	M	11
d	Diameter	Mm	28
r_i	Reliabilitas Instrument		38
n	Banyak Responden		38
Σ	Jumlah		38
i	Tahapan 1		38
j	Tahapan 2		38
σ_b	Tegangan Bengkok	kg/mm ²	45
M _b	Momen Bengkok	Kgmm	45
W _b	Werstan Bengkok	mm ³	45
b	Lebar Tuas	Mm	45
h	Panjang Tuas	Mm	45
τ	Torsi	Kgmm	46

r	Jari-jari	Mm	48
v	Kecepatan	m/s	48
F	Gaya	N	49
a	Percepatan	m/s^2	49
Δt	Selisih Waktu	Detik	49
σ_d	Tegangan Geser	kg/mm^2	49
M	Modul		50
T	Jumlah Gigi		50
T	Waktu	Detik	52
Z	Fase Putar Motor Listrik		52
S	Lintasan Gaya	M	52
W	Kerja Motor Listrik	J	52
N	Daya Motor Listrik	Watt	53
η_{mtr}	Randemen Motor Listrik		53