

**RANCANG BANGUN POROS PADA *ELECTRIC*
WHEELCHAIR SEBAGAI ALAT BANTU ATLET OLAHRAGA
PELATNAS *PARALYMPIC* CABOR *BOCCIA***

Diajukan untuk memenuhi persyaratan guna
Memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md)
Program Studi D III Teknik Mesin



Disusun oleh:
Rizki Ardianto
I8617031

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2020**

**RANCANG BANGUN POROS PADA *ELECTRIC*
WHEELCHAIR SEBAGAI ALAT BANTU ATLET OLAHRAGA
PELATNAS *PARALYMPIC* CABOR *BOCCIA***

Disusun oleh :

RIZKI ARDIANTO

NIM. I8617031

Pembimbing I



Fitrian Imaduddin, S.T., M.Sc., Ph.D

NIP.198506152018101

Pembimbing II



Dr. Budi Santoso S.T., M.T.

NIP. 197011052000031001

Telah dipertahankan dihadapan Tim Dosen Penguji pada hari ..*Selasa*..22-09-2020

1. **Ir. Ubaidillah, M.Sc., Ph.D.**

NIP. 198408252010121004

2. **Aditya Muhammad Nur, S.T.,M.T.**

NIP. 1990040920200801



Mengetahui

Direktur

Sekolah Vokasi

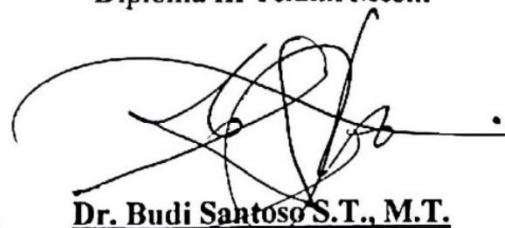


Drs. Santoso Tri Hantanto, M.Acc., Ak.

NIP.196009241994021001

Kepala Program Studi

Diploma III Teknik Mesin



Dr. Budi Santoso S.T., M.T.

NIP. 197011052000031001



**BERITA ACARA UJIAN PENDADARAN
PROGRAM DIPLOMA TIGA TEKNIK MESIN FT UNS**

Telah dilaksanakan Sidang Ujian Pendadaran Proyek Akhir atas:

Nama mahasiswa : **Rizki Ardianto**
NIM : **I8617031**
Judul Proyek Akhir : **Rancang Bangun Poros Pada Electric Wheel Chair Sebagai
Alat Bantu Atlet Olahraga Pelatnas Paralimpic Cabor
Boccia**
Tanggal : **10 September 2020**
Pukul : **13.00 - 15.00**

Setelah dilakukan sidang ujian pendadaran, maka dewan dosen penguji memutuskan bahwa saudara dinyatakan **LULUS / ~~TIDAK LULUS~~**, dengan nilai A ~~10~~ * atau 4.0 86

TIM PENGUJI PENDADARAN

Nama Terang / NIP
Ketua Sidang : **Fitrian Imaduddin, S.T., M.Sc., Ph.D**
NIP. 19850615 201810 01
Penguji I : **Ir. Ubaidillah, M.Sc., Ph.D**
NIP. 19840825 201012 1 004
Penguji II : **Aditya Muhammad Nur, S.T., M.T.**
NIP. 19920709 201903 1 017

Tanda Tangan





CATATAN.

*Revisi harus diselesaikan paling lambat tanggal
24/9/2020*

Surakarta, 10 September 2020

Ketua Sidang,

Mahasiswa ybs,



Fitrian Imaduddin, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 19850615 201810 01



Rizki Ardianto
NIM. I8617031

Catatan: 1. * Coret yang tidak perlu

2. diisi nilai skala 4

3. Hasil Proyek Akhir diserahkan ke Program Studi Diploma Tiga Teknik Mesin

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat dan karunia-Nya sehingga proyek akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Tugas akhir merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh oleh mahasiswa Program Studi Diploma Tiga Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta sebagai syarat kelulusan dalam menempuh perkuliahan. Pelaksanaan tugas akhir kemudian dilaporkan dalam bentuk laporan sebagai pertanggung jawaban kepada pihak program studi.

Melalui tugas akhir ini, penulis dapat menyalurkan banyak ilmu yang diperoleh di bangku kuliah lalu diterapkan ke dalam sebuah mesin dari proyek akhir ini. Selama proses pelaksanaan proyek akhir maupun penulisan laporan tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih atas dukungan dan bimbingan kepada :

1. Bapak Fitriani Imaduddin, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing I.
2. Bapak Dr. Ir. Budi Santoso S.T., M.T. selaku pembimbing II sekaligus kepala jurusan Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Bapak Ubaidillah, Ph.D. selaku pemilik proyek Tugas Akhir.
4. Seluruh Dosen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
5. Kedua orang tua serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa dan dukungan dalam melaksanakan setiap tugas perkuliahan.
6. Teman-teman satu tim yang bersama-sama membuat tugas akhir ini hingga selesai.
7. Rekan-rekan mahasiswa Diploma III Teknik Mesin angkatan 2017, serta semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya proyek akhir dan penyusunan laporan ini.

Sebagai penutup, penulis menyadari tidak ada yang sempurna di muka bumi ini. Oleh karena itu, penulis memohon maaf apabila dalam pelaksanaan serta laporan proyek akhir ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan, serta penulis meminta kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan laporan proyek

akhir ini. Semoga proyek akhir dan laporan yang telah terselesaikan bermanfaat bagi semua pihak dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 27 Agustus 2020


Penulis



**RANCANG BANGUN POROS PADA *ELECTRIC*
WHEELCHAIR SEBAGAI ALAT BANTU ATLET OLAHRAGA
PELATNAS *PARALYMPIC* CABOR *BOCCIA***

Oleh
Rizki Ardianto
I8617031

ABSTRAK

Electric wheelchair merupakan rangkaian kursi roda manual dan rangka tambahan yang berfungsi untuk meningkatkan mobilitas atlet disabilitas *Paralympic Games Boccia*. Rangka tambahan ini memiliki bertujuan untuk mengubah kursi roda manual menjadi kursi roda listrik yang dapat dikendalikan namun bisa dilakukan bongkar pasang sehingga dapat diaplikasikan di kursi roda manual lain dengan struktur rangka yang sama. Rangka tambahan dipasang menggunakan toggle clamp tanpa menggunakan banyak tool kits sehingga lebih efisien dari segi estimasi waktu. Pada *electric wheelchair* menggunakan dua motor listrik yaitu, motor listrik DC dan motor wiper. Motor listrik DC berfungsi penggerak maju sedangkan motor wiper berfungsi untuk memutar arah roda dengan menggunakan sistem transmisi roda gigi lurus. Roda gigi mentransmisikan daya dari motor wiper ke poros, sehingga dapat memutar set fork holder dan ban untuk menciptakan gerakan berbelok pada *electric wheelchair*. Tujuan perancangan poros ini adalah sebagai dasar menentukan bahan dan ukuran diameter minimal poros yang aman.

Kata kunci : *electric wheelchair, paralympic, olahraga boccia, poros.*

***SHAFT DESIGNING AT ELECTRIC WHEELCHAIR AS SPORTS
ATHLETE AID PELATNAS PARALYMPIC BOCCIA***

by

Rizki Ardianto

I8617031

ABSTRACT

Electric Wheelchairs consist of a manual wheelchair and an additional frame that serves to increase the mobility of Boccia Paralympic Games athletes with disabilities. Manual additional chairs for converting manual wheelchairs into electric wheelchairs that can be done but can be removed and installed so that it can be applied in other manual wheelchairs with the same frame structure. Additional frames are installed using a toggle clamp without using many tool kits so that it is more efficient in terms of time. Electric wheelchairs use two electric motors, namely, DC electric motors and Wiper motors. The DC electric motor works forward drive while the wiper motor works to rotate direction using a straight gear transmission system. The gears transmit power from the wiper motor to the shaft, so that it can rotate adjusting the fork holders and the prohibition to make turning movements on an electric wheelchair. The purpose of designing this shaft is as a basis for determining the material and size of the safe shaft diameter. Keywords: electric wheelchair, paralympic, boccia sport, shaft.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Proyek Akhir.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Proyek Akhir.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Deskripsi Mesin yang Dirancang.....	5
2.2 Daya	5
2.2.1 Gaya	5
2.2.2 Berat.....	6
2.2.3 Torsi	6
2.2.4 Daya	6
2.2.5 Percepatan Sudut.....	8
2.2.6 Kecepatan Sudut	8
2.3 Poros	8
2.4 Statika Struktur	11
2.5 Sambungan.....	17
2.6 Proses Produksi.....	22

BAB III PERANCANAAN DAN PERHITUNGAN

3.1 Tahapan Perancangan	24
3.1.1 Studi Literatur	25
3.1.2 Menggambar Sketsa.....	25
3.1.3 Perhitungan Daya dan Komponen	25
3.1.4 Menggambar Teknik 2D dan 3D	25
3.1.5 Perencanaan Proses Produksi.....	26
3.1.6 Proses Produksi dan Perakitan	26
3.1.7 Pengujian.....	26
3.1.8 Analisa dan Perbaikan.....	27
3.1.9 Menyusun Laporan	27
3.2 Sketsa Mesin	27
3.2.1 Cara Kerja Mesin	28
3.2.2 Bagian Mesin	29
3.3 Perhitungan Daya Penggerak Utama	38
3.4 Perhitungan Transmisi pada Motor DC	43
3.5 Perhitungan Torsi Penggerak Utama	46
3.5.1 Perhitungan Torsi yang Diperlukan untuk Menggerakan Kursi Roda	46
3.5.2 Perhitungan Torsi yang Dihasilkan oleh Motor DC	46
3.6 Perhitungan Daya pada Sistem Belok	47
3.7 Perhitungan Transmisi pada Sistem Belok	49
3.7.1 Gaya Tangensial dan Gaya Radial Roda Gigi	51
3.8 Perencanaan Poros	52

BAB IV PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN PROSES PRODUKSI

4.1 Perencanaan Pengerjaan Bagian Mesin	59
4.1.1 Perencanaan Proses Produksi <i>Holder</i>	59
4.1.2 Perencanaan Proses Produksi <i>Fork Holder</i>	64
4.2 Perhitungan Waktu Permesinan	66
4.2.1 Perhitungan Pengerjaan <i>Holder</i>	66
4.2.2 Perhitungan Pengerjaan <i>Fork Holder</i>	76

4.3 Perhitungan Biaya	79
4.3.1 Biaya Bahan <i>Holder</i>	79
4.3.2 Biaya Permesinan <i>Holder</i>	79
4.3.3 Biaya Pengerjaan <i>Holder</i>	80
4.3.4 Biaya Total <i>Holder</i>	80
4.3.5 Biaya Bahan <i>Fork Holder</i>	80
4.3.6 Biaya Permesinan <i>Fork Holder</i>	81
4.3.7 Biaya Pengerjaan <i>Fork Holder</i>	81
4.3.8 Biaya Total <i>Fork Holder</i>	82
4.4 Pengujian.....	82
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	84
5.2 Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tumpuan Engsel.....	12
Gambar 2.2 Tumpuan Rol.....	13
Gambar 2.3 Tumpuan Jepit.....	13
Gambar 2.4 Pembebanan Terpusat	14
Gambar 2.5 Pembebanan Merata	14
Gambar 2.6 Pembebanan Bervariasi <i>Uniform</i>	14
Gambar 2.7 <i>Butt Joint</i>	18
Gambar 2.8 <i>T Joint</i>	18
Gambar 2.9 <i>Corner Joint</i>	19
Gambar 2.10 <i>Lap Joint</i>	19
Gambar 2.11 <i>Edge Joint</i>	19
Gambar 2.12 <i>Trough Bolt</i>	21
Gambar 2.13 <i>Tap Bolt</i>	21
Gambar 2.14 <i>Studs</i>	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Perencanaan.....	24
Gambar 3.2 <i>Electric Wheelchair</i>	28
Gambar 3.3 Bagian – Bagian <i>Electric Wheelchair</i>	29
Gambar 3.4 Pelindung	30
Gambar 3.5 Kursi Roda	31
Gambar 3.6 <i>Push Button</i>	31
Gambar 3.7 Baterai	32
Gambar 3.8 <i>Holder</i>	32
Gambar 3.9 Engsel.....	33
Gambar 3.10 Dinamo Wiper.....	33
Gambar 3.11 Roda Gigi Pinion.....	34
Gambar 3.12 Roda Gigi Gear	34
Gambar 3.13 <i>As Lock Gear</i>	35
Gambar 3.14 <i>Toogle Clamp</i>	35
Gambar 3.15 Bearing	36
Gambar 3.16 <i>Set Fork Holder</i>	36

Gambar 3.17 DC Motor	37
Gambar 3.18 Wadah Baterai	37
Gambar 3.19 <i>Handle</i> Gas dan Rem	38
Gambar 3.20 <i>Free Body Diagram</i> pada Medan Datar	39
Gambar 3.21 Pembagian Beban pada Kursi Roda	39
Gambar 3.22 <i>Free Body Diagram</i> pada Medan Menanjak	41
Gambar 3.23 Pembagian Beban pada Medan Menanjak	41
Gambar 3.24 Skema Transmisi <i>Belt</i> dan Puli	45
Gambar 3.25 <i>Free Body Diagram</i> pada Sistem Belok	47
Gambar 3.26 Skema Transmisi Roda Gigi	50
Gambar 3.27 Skema Keseimbangan Gaya Poros	52
Gambar 3.28 <i>Normal Force Diagram</i> (NFD)	55
Gambar 3.29 <i>Shear Force Diagram</i> (SFD)	56
Gambar 3.30 <i>Bending Momen Diagram</i> (BMD)	57
Gambar 4.1 Kode Urutan Proses Pengerjaan	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Modulus Elastisitas Bahan	16
Tabel 3.1 Parameter Pengujian	27
Tabel 3.2 Parameter Perhitungan Daya Motor Penggerak Utama	38
Tabel 3.3 Perhitungan Beban pada Roda Depan dan Belakang.....	40
Tabel 3.4 Perhitungan Gaya pada Medan Datar	40
Tabel 3.5 Perhitungan Beban pada Roda Depan dan Belakang.....	42
Tabel 3.6 Perhitungan Gaya pada Medan Menanjak	42
Tabel 3.7 Perhitungan Daya Motor Penggerak Utama	43
Tabel 3.8 Spesifikasi <i>Brushed</i> DC (DC Motor).....	44
Tabel 3.9 Perhitungan Transmisi pada Motor DC	45
Tabel 3.10 Perhitungan Torsi yang Diperlukan untuk Menggerakkan Kursi Roda.....	46
Tabel 3.11 Perhitungan Torsi yang Dihasilkan oleh Motor DC	46
Tabel 3.12 Parameter Perhitungan Daya pada Sistem Belok.....	47
Tabel 3.13 Perhitungan Daya pada Sistem Belok.....	48
Tabel 3.14 Spesifikasi Motor DC Dinamo <i>Wiper</i>	48
Tabel 3.15 Perhitungan Kecepatan Roda Gigi <i>Gear</i>	50
Tabel 3.16 Perhitungan Torsi yang Dihasilkan oleh Dinamo <i>Wiper</i>	51
Tabel 3.17 Perhitungan Gaya Tangensial dan Gaya Radial Roda Gigi	51
Tabel 3.18 Perhitungan Gaya – Gaya yang Terjadi pada Poros	51
Tabel 3.19 Perhitungan SFD	51
Tabel 3.20 Perhitungan BMD	52
Tabel 3.21 Data Hasil Perhitungan Poros	56
Tabel 4.1 Langkah – Langkah Pembuatan <i>Holder</i>	60
Tabel 4.2 Proses Pengerjan <i>Fork Holder</i>	64
Tabel 4.3 Parameter Mesin Potong	66
Tabel 4.4 Panjang Bahan yang Dipotong.....	67
Tabel 4.5 Perhitungan Waktu Pemotongan <i>Holder</i>	67
Tabel 4.6 Parameter Awal.....	68
Tabel 4.7 Perhitungan Waktu <i>Milling</i> Bidang 1	68

Tabel 4.8 Perhitungan Waktu <i>Milling</i> Bidang 2	69
Tabel 4.9 Perhitungan Waktu <i>Milling</i> Bidang 3	70
Tabel 4.10 Perhitungan Waktu <i>Milling</i> Bagian Dalam.....	70
Tabel 4.11 Proses <i>Milling</i> Lengkung pada <i>Head Locker</i>	71
Tabel 4.12 Perhitungan Pengeboran	72
Tabel 4.13 Perhitungan Kecepatan Putar Mesin Bubut	73
Tabel 4.14 Perhitungan Waktu Pembubutan	73
Tabel 4.15 Perhitungan Pengeboran	74
Tabel 4.16 Perhitungan Pembubutan Dalam	75
Tabel 4.17 Perhitungan Waktu Pengelasan.....	75
Tabel 4.18 Parameter Perhitungan Pemotongan	76
Tabel 4.19 Bahan – Bahan Pembuatan <i>Fork Holder</i>	76
Tabel 4.20 Perhitungan Pemotongan Bahan	76
Tabel 4.21 Perhitungan Waktu Pengelasan.....	78
Tabel 4.22 Perhitungan Waktu Pengeboran.....	78
Tabel 4.23 Biaya Bahan	79
Tabel 4.24 Biaya Permesinan.....	81
Tabel 4.25 Biaya Pengerjaan	80
Tabel 4.26 Biaya Total.....	80
Tabel 4.27 Biaya Bahan	81
Tabel 4.28 Biaya Permesinan.....	81
Tabel 4.29 Biaya Pengerjaan	81
Tabel 4.30 Biaya Total.....	82
Tabel 4.31 Data Hasil Pengujian <i>Electric Wheelchair</i>	82
Tabel 4.32 Capaian Pengujian	83

DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.1 Hubungan Antara Kecepatan dan Torsi Motor DC Tipe <i>Shunt</i> ..44	
Grafik 3.2 Hubungan Antara Kecepatan dan Torsi Motor DC Tipe <i>Shunt</i> ..49	
Grafik 4.1 Hasil Pengujian <i>Electric Wheelchair</i>81	



DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Satuan
M_{total}	Massa	kg
v_h	Kecepatan pada medan datar	m/s
v_0	Kecepatan awal	m/s
Δt	Selang waktu dari keadaan diam sampai kecepatan maksimal	s
g	Percepatan gravitasi	m/s ²
θ	Sudut kemiringan tanjakan	°
C_r	Koefisien <i>rolling</i> roda sepeda pada jalan aspal	-
m_f	Beban yang diterima roda depan	kg
m_r	Beban yang diterima roda belakang	kg
l	Panjang total	m
l_r	Panjang dari titik beban total ke roda belakang	m
l_f	Panjang dari titik beban total ke roda depan	m
a	Percepatan kursi roda	m/s ²
F_{rf}	Gaya <i>rolling</i> pada roda depan	N
F_{rr}	Gaya <i>rolling</i> pada roda belakang	N
F_{ad}	Gaya percepatan pada medan datar	N
F_{trd}	Gaya traksi	N
N_f	Gaya normal pada roda depan	N
N_r	Gaya normal pada roda belakang	N
m_{fm}	Beban yang diterima oleh roda depan	kg
m_{rm}	Beban yang diterima oleh roda belakang	kg
F_{rfm}	Gaya <i>rolling</i> pada roda depan	N
F_{rrm}	Gaya <i>rolling</i> pada roda belakang	N
F_{am}	Gaya percepatan pada medan datar	N
F_{cm}	Gaya menanjak	N
P_{md}	Daya motor penggerak medan datar	watt
P_{mm}	Daya motor penggerak medan miring	watt
n_{pr}	Kecepatan putar puli pada roda	rpm

n_{pd}	Kecepatan putar puli pada motor DC	rpm
D_{pd}	Diameter puli pada motor DC	m
D_{pr}	Diameter puli pada roda	m
T_{kr}	Torsi yang diperlukan untuk menggerakkan kursi roda	Nm
T_{dc}	Torsi yang dihasilkan oleh motor DC	Nm
C_k	Koefisien kinetik roda sepeda pada jalan aspal	-
D_r	Diameter roda	m
n_{bg}	Kecepatan putar yang diinginkan	rpm
v_{trd}	Kecepatan berbelok	m/s
F_{ard}	Gaya percepatan berbelok	N
F_{rrd}	Gaya <i>rolling</i> roda depan	N
F_{trd}	Gaya traksi pada roda depan	N
T_b	Torsi roda depan	Nm
P_{sb}	Daya sistem belok	watt
T_{dw}	Torsi yang dihasilkan oleh dinamo wiper	Nm
V_t	Kecepatan tangensial	m/s
W_t	Gaya tangensial	N
W_r	Gaya radial	N
RD_y	Reaksi arah sumbu Y	N
RB_x	Reaksi arah sumbu X pada titik B	N
RA_x	Reaksi arah sumbu X pada titik A	N
τ_a	Tegangan geser ijin bahan	MPa
σ_b	Tegangan tarik bahan	MPa
K_m	<i>Safety factor</i> momen	-
K_t	<i>Safety factor</i> torsi	-
T_e	Torsi ekuivalen	Nm
d_i	Diameter dalam poros	m
d_o	Diameter luar poros	m
r	rasio	-