

**RANCANG BANGUN ALAT BANTU OLAHRAGA DIFABEL  
BOLA BOCCIA KELAS BC3 (POROS)**

PROYEK AKHIR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan guna  
Memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md)  
Program studi DIII Teknik Mesin



Disusun oleh:

Mahendra Angga Dewa

I8617024

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

# RANCANG BANGUN ALAT BANTU OLAHRAGA DIFABEL BOLA BOCCIA KELAS BC3 (POROS)

Disusun Oleh :

**MAHENDRA ANGGA DEWA**

**NIM : I8617024**

Pembimbing Tugas Akhir 1

**Ubaidillah, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**NIP. 198408252010121004**

Pembimbing Tugas Akhir 2

**Dr. Wibawa Endra Juwana, S.T., M.T.**

**NIP. 197009112000031001**

Telah dipertahankan dihadapan Tim Dosen Penguji pada hari .....

1. **Dharu Feby Smaradhana, S.T., M.Sc.**

**NIP. 199207092019031017**

2. **Catur Harsito, S.T., M.T.**

**NIP. 1992041720200801**

Mengetahui,

Direktur

Sekolah Vokasi

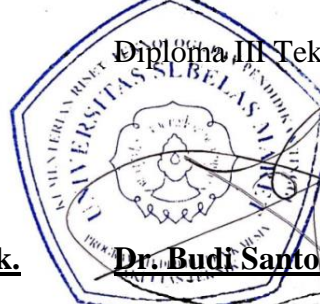


**Drs. Santoso Tri Hananto, M.Acc., Ak.**

**NIP. 196909241994021001**

Kepala Program Studi

Diploma III Teknik Mesin



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

**NIP. 197011052000031001**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan proyek akhir ini dengan baik dan lancar. Proyek akhir merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh oleh mahasiswa Program Studi Diploma Tiga Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta sebagai syarat kelulusan dalam menempuh perkuliahan. Pelaksanaan proyek akhir kemudian dilaporkan dalam bentuk laporan sebagai pertanggung jawaban kepada pihak Program Studi. Melalui proyek akhir ini, penulis dapat menyalurkan beberapa ilmu yang diperoleh dibangku kuliah dan dapat diterapkan kedalam sebuah mesin dari proyek akhir ini.

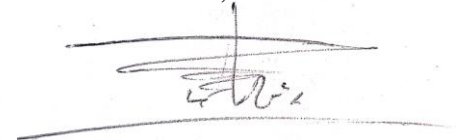
Selama proses pelaksanaan proyek akhir maupun penulisan laporan tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih atas dukungan dan bimbingan kepada:

1. Bapak Ubaidillah S.T., M. Sc.,Ph.D. selaku pembimbing I dari penulis.
2. Bapak Dr. Wibawa Endra Juwana, S.T., M.T. selaku pembimbing II dari penulis.
3. Semua Dosen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
4. Bapak, Ibu, dan semua keluarga yang senantiasa memberikan do'a, dukungan dan motivasi untuk bersemangat dalam menyelesaikan setiap tugas perkuliahan.
5. Teman-teman satu kelompok yang bersama-sama membuat proyek akhir ini hingga selesai.
6. Rekan-rekan mahasiswa Diploma III Teknik Mesin angkatan 2017.
7. Laboran Program Studi Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta.
8. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya proyek akhir dan penyusunan laporan ini.

Sebagai penutup, penulis menyadari bahwa laporan yang penulis buat ini tidak sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis memohon

maaf apabila dalam pelaksanaan serta pembuatan laporan proyek akhir ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan, serta penulis selalu membuka kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan laporan proyek dan dapat bermanfaat bagi pembaca.

Surakarta, Juli 2020



Penulis



## **RANCANG BANGUN ALAT BANTU OLAHRAGA DIFABEL BOLA BOCCIA KELAS BC3 (POROS)**

Mahendra Angga Dewa

### **ABSTRAK**

*Electric boccia UNS* merupakan pengembangan dari alat sebelumnya yang masih bersifat manual. Alat bantu olahraga difabel bola boccia kelas BC3 merupakan alat bantu pada atlet boccia yang tidak bisa menggenggam dan melempar bola ketika melakukan olahraga tersebut. Dengan alat bantu ini, atlet dapat mengarahkan bola dan membidik arah sasaran bola tanpa harus meminta bantuan pendamping. Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama yaitu motor listrik, motor parabola, transmisi roda gigi, poros, *bearing*, pin pengunci, seluncuran, dan komponen elektronik. Sistem kerja dari alat ini adalah dengan cara memanfaatkan gerakan rotasi dari poros untuk menggerakkan seluncuran ke kanan dan ke kiri sedangkan motor parabola untuk menggerakkan seluncuran ke atas dan ke bawah. Motor listrik akan dikopel dengan sepasang roda gigi untuk meneruskan daya menuju ke poros sehingga poros berotasi yang mengakibatkan seluncuran bergerak ke kanan dan ke kiri. Tujuan perencanaan dan analisis perhitungan poros ini untuk menentukan konstruksi poros yang tepat agar alat yang dibuat dapat bekerja dengan aman dan baik, berdasarkan perancangan dan analisis, maka poros yang digunakan memiliki konstruksi bertingkat.

Kata kunci : *Electric boccia UNS*, BC3, Poros

**DESIGN OF DISABILITY SPORTS ASSISTIVE DEVICE  
BOCCIA BALL CLASS BC3 (SHAFT)**

Mahendra Angga Dewa

**ABSTRACT**

*Electric Boccia UNS is a development of the previous device which was still used manually. The boccia ball sports assistive device class BC3 is a assistive device for boccia athletes who cannot grip and throw the ball when doing the sport. Using this device, athletes can direct the ball and aim at the ball's target without assistance. This device consists of several main components, such as electric motor, parabolic motor, transmission gear, shaft, bearing, locking pin, slide, and electronic components. The working system of this device is by utilizing the rotational motion of the shaft to move the slide to the right and left while the parabolic motor is used to move the slide up and down. The electric motor will be coupled with a pair of gears to transmit power to the shaft so that the shaft rotates which causes the slide to move to the right and left. The purpose of planning and analyzing this shaft calculation is to make a device that can work safely and properly, based on the design and analysis, the shaft used has a multilevel construction.*

*Keywords : Electric Boccia UNS, BC3, Shaft*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	1
LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR .....	2
ABSTRAK .....	5
DAFTAR ISI.....	7
DAFTAR GAMBAR .....	10
DAFTAR TABEL.....	12
DAFTAR NOTASI.....	14
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Perumusan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Tujuan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Batasan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Manfaat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 Sistematika Penulisan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB II LANDASATN TEORI</b>	
2.1 Daya Penggerak.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.1 Momen Inersia .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Poros .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Statika.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1 Gaya luar.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2 Gaya dalam .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.3 Tumpuan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Perhitungan Poros.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1 Untuk poros yang hanya terdapat momen puntir saja.....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>

2.4.2 Untuk poros yang hanya terdapat bending momen saja ..... **Error! Bookmark not defined.**

2.4.3 Untuk poros dengan kombinasi momen lentur dan momen puntir  
**Error! Bookmark not defined.**

2.5 Tegangan ..... **Error! Bookmark not defined.**

### BAB III PERENCANAAN

3.1 Tahapan Perencanaan ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.2 Sketsa Mesin..... **Error! Bookmark not defined.**

3.2.1 Cara Kerja Mesin ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.2.2 Bagian Mesin ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3 Perhitungan Daya ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3.1 Daya Pada Motor Utama..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3.2 Daya Motor Parabola ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3.3 Daya yang dibutuhkan kontroller ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3.4 Daya minimal total yang dibutuhkan... **Error! Bookmark not defined.**

3.3.5 Daya maksimal alat..... **Error! Bookmark not defined.**

3.4 Sistem Transmisi ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.5 Sistem Poros ..... **Error! Bookmark not defined.**

### BAB IV PROSES PRODUKSI

4.1 Komponen Mesin ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1.1 Proses Produksi Poros Utama ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1.2 Proses Produksi Selubung Poros ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1.3 Proses Produksi Pin Motor Parabola ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1.4 Proses Produksi Dudukan Pin..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1.5 Perencanaan Proses Penggabungan ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.2 Perhitungan Waktu Proses Produksi ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.2.1 Perhitungan Waktu Proses Produksi Poros Utama dan Selubung Poros  
..... **Error! Bookmark not defined.**

4.2.2 Perhitungan Waktu Produksi Dudukan Pin dan Pin Motor Parabola  
..... **Error! Bookmark not defined.**

4.3 Perhitungan Biaya Komponen ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.3.1 Estimasi Biaya Raw Material ..... **Error! Bookmark not defined.**



- 4.3.2 Estimasi Biaya Permesinan.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.4 Biaya Keseluruhan .....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.5 Perakitan dan Perawatan Alat.....**Error! Bookmark not defined.**



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....**Error! Bookmark not defined.**

5.2 Saran.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sketsa prinsip statika kesetimbangan .....	9
Gambar 2.2	Sketsa gaya dalam .....	10
Gambar 2.3	Sketsa reaksi tumpuan rol .....	11
Gambar 2.4	Sketsa reaksi tumpuan sendi .....	11
Gambar 2.5	Sketsa reaksi tumpuan jepit.....	12
Gambar 2.6	Pembebanan yang terjadi pada suatu bidang .....	15
Gambar 3.1	Diagram alir proses perencanaan.....	17
Gambar 3.2	Rancangan Motorisasi Alat Bantu Olahraga Difabel Bola Boccia Kelas BC3 .....	21
Gambar 3.3	Cara kerja mesin.....	22
Gambar 3.4	Seluncuran.....	23
Gambar 3.5	<i>Control panel</i> .....	23
Gambar 3.6	Penyangga utama .....	24
Gambar 3.7	Motor torsi tinggi .....	24
Gambar 3.8	<i>Baterai pack</i> .....	25
Gambar 3.9	Landasan.....	25
Gambar 3.10	<i>Gear Box</i> .....	25
Gambar 3.11	Motor parabola .....	26
Gambar 3.12	Skema Alat.....	27
Gambar 3.13	Gaya yang terjadi pada mesin .....	27
Gambar 3.14	<i>Free body Diagram</i> seluncuran.....	30
Gambar 3.15	<i>Free body Diagram</i> Motor Parabola .....	31
Gambar 3.16	Gaya yang terjadi pada pin.....	32
Gambar 3.17	Rangkaian aki seri .....	35
Gambar 3.18	Rangkaian aki seri pararel .....	35
Gambar 3.19	Sistem Transmisi Alat bantu bola boccia.....	35
Gambar 3.20	Konstruksi alat bantu olahraga boccia .....	36
Gambar 3.21	Diagram gaya pada tumpuan seluncuran .....	37
Gambar 3.22	Diagram pembebanan pada poros .....	40
Gambar 3.23	Diagram bebas poros .....	40

Gambar 3.24 *Bending moment diagram* .....42  
Gambar 3.25 *Normal force diagram*.....42  
Gambar 3.26 *Shearing force diagram*.....42



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Momen inersia berdasarkan bentuk .....	6
Tabel 3.1	Tabel hasil kalkulasi <i>software solidworks</i> .....	28
Tabel 3.2	Perhitungan daya motor utama .....	29
Tabel 3.3	Perhitungan daya motor parabola .....	32
Tabel 3.4	Perhitungan daya kontroller .....	33
Tabel 3.5	Perhitungan total daya minimal .....	34
Tabel 3.6	Perhitungan total daya maksimal .....	34
Tabel 3.7	Kekuatan bahan untuk baja .....	36
Tabel 3.8	Perhitungan gaya normal ( $W_n$ ) .....	38
Tabel 3.9	Perhitungan beban poros akibat massa roda gigi .....	39
Tabel 3.10	Perhitungan beban poros akibat massa poros .....	39
Tabel 3.11	Rekomendasi nilai $K_m$ dan $K_t$ .....	43
Tabel 3.12	Perhitungan torsi <i>equivalen</i> pada poros .....	43
Tabel 3.13	Perhitungan tegangan tarik pada poros .....	44
Tabel 3.14	Perhitungan tegangan geser pada poros .....	44
Tabel 3.15	Perhitungan tegangan tarik maksimal pada poros .....	44
Tabel 3.16	Perhitungan tegangan geser maksimal pada poros .....	45
Tabel 4.1	Proses produksi poros utama .....	46
Tabel 4.2	Proses produksi selubung poros .....	50
Tabel 4.3	Proses produksi pin motor parabola .....	52
Tabel 4.4	Proses produksi dudukan pin .....	55
Tabel 4.5	Proses penggabungan dudukan pin dan pin motor parabola .....	56
Tabel 4.6	Perhitungan waktu pemotongan bahan poros .....	58
Tabel 4.7	Perhitungan waktu pemesinan bubut poros utama .....	58
Tabel 4.8	Perhitungan waktu pemesinan bubut selubung poros .....	61
Tabel 4.9	Waktu pengecetan selubung poros .....	63
Tabel 4.10	Waktu pemotongan bahan pin dan dudukan pin .....	64
Tabel 4.11	Waktu pemesinan bubut pin .....	64
Tabel 4.12	Waktu pengeboran dudukan pin .....	65
Tabel 4.13	Waktu perhitungan bending dudukan pin .....	66

Tabel 4.14 Waktu pengelasan pin dengan dudukan pin.....66  
Tabel 4.15 Waktu pengecatan pin dan dudukan pin .....67  
Tabel 4.16 Biaya raw material .....67  
Tabel 4.17 Total biaya proses produksi poros utama dan selubung poros.....70  
Tabel 4.18 Total biaya proses produksi pin motor parabola dan dudukan pin.. ....70



## DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Satuan
$n_{pmax}$	Kecepatan putaran maksimal poros utama	<i>rpm</i>
$r$	Rasio roda gigi	-
$n_m$	Putaran motor utama	<i>rpm</i>
$T_W$	Torsi yang diterima akibat <i>center of mass</i>	<i>N.m</i>
$T_I$	Torsi yang diterima akibat momen Inersia	<i>N.m</i>
$M_p$	Massa poros	<i>kg</i>
$\Delta Z$	Jarak sumbu poros terhadap titik berat benda	<i>mm</i>
$I_{zz}$	Momen Inersia mesin	<i>kg/mm<sup>2</sup></i>
$t$	Waktu untuk mencapai putaran maksimal poros utama	<i>s</i>
$V_{pr}$	Kecepatan linier maksimal poros aktuator.	<i>m/s</i>
$\sum Ry$	Massa total pin sejajar terhadap sumbu y	<i>kg</i>
$\sum Fm$	Gaya minimal yang diterima oleh motor	<i>N</i>
$\sum Rx$	Reaksi pin sejajar sumbu x	<i>N</i>
$V_c$	Tegangan maksimal kontroller	<i>V</i>
$I_c$	Arus maksimal kontroller	<i>A</i>
$P_1$	Daya motor utama	<i>Watt</i>
$P_2$	Daya motor parabola	<i>Watt</i>
$P_3$	Daya dari kontroller	<i>Watt</i>
$P_1 \max$	Daya maksimal motor utama	<i>Watt</i>
$P_2 \max$	Daya maksimal motor parabola	<i>Watt</i>
$P_3 \max$	Daya maksimal dari controller	<i>Watt</i>
$D_p$	Diameter <i>pitch pinion</i>	<i>mm</i>
$n_p$	Kecepatan putar roda gigi pinion	<i>mm</i>
$V_t$	Kecepatan tangensial pada lingkaran <i>pitch</i>	<i>m/s</i>
$W_t$	Gaya tangensial roda gigi	<i>N</i>
$W_n$	Gaya normal roda gigi	<i>N</i>
$D_o$	Diameter <i>outside</i>	<i>mm</i>

$m_o$	Modul	mm
$A_G$	Luas permukaan gear	$m^2$
$t_G$	Tebal gigi	mm
$m_G$	Massa gear	kg
$W_G$	Berat gear	N
$A_P$	Luas permukaan poros	$m^2$
$m_P$	Massa poros	kg
$t_P$	Tebal poros/panjang poros	m
$W_P$	Berat poros	N
$W_2$	Beban pada poros akibat massa poros	N
$K_m$	Koefisien <i>safety</i> faktor momen <i>equivalen</i>	-
$K_t$	Koefisien <i>safety</i> faktor torsi <i>equivalen</i>	-
$T_P$	Torsi pada poros	Nm
$T_e$	Torsi <i>equivalen</i>	Nm
I	Inersia	$kg.m^2$
$\sigma_x$	Tegangan tarik	$N/m^2$
$\tau_t$	Tegangan geser pada poros	$N/m^2$
$\sigma_{max}$	Tegangan tarik maksimal	Mpa
SF	<i>Safety</i> faktor	-
$\sigma_{yield}$	Tegangan tarik ijin bahan	Mpa
$\tau_{yield}$	Tegangan geser ijin bahan	Mpa
$\tau_{max}$	Tegangan geser maksimal	Mpa