

**PERENCANAAN KONSTRUKSI MESIN PELONTAR BOLA  
TENIS LAPANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER**

**TUGAS AKHIR**



**Disusun oleh :**

**Damara Khalif Firmansyah**

**2051010**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN D – III  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2023**

**PERENCANAAN KONSTRUKSI MESIN PELONTAR BOLA  
TENIS LAPANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER**

**TUGAS AKHIR**



**Disusun oleh :**

**Damara Khalif Firmansyah**

**2051010**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN D – III  
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
TAHUN 2023**

**PERENCANAAN KONSTRUKSI MESIN PELONTAR BOLA  
TENIS LAPANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Kepada

Institut Teknologi Nasional Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam

Menyelesaikan Program Studi

Teknik Mesin Diploma Tiga



**Disusun oleh :**

**Damara Khalif Firmansyah**

**2051010**


**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN D – III  
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
TAHUN 2023**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**Tugas Akhir Yang Berjudul**

**PERENCANAAN KONSTRUKSI MESIN PELONTAR BOLA  
TENIS LAPANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER**

Disusun Oleh :

NAMA : DAMARA KHALIF FIRMANSYAH  
NIM : 2051010  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN DIPLOMA TIGA  
NILAI : 

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Mengetahui

Program Studi Teknik Mesin D III

Ketua  


Dr.Ir. Aladin Eko Perkuncoro,ST.,MT.  
NIP.P : 1031100445

Disetujui

Dosen Pembimbing



Dr.Ir. Aladin Eko Perkuncoro,ST.,MT.  
NIP.P : 1031100445



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : **Damara Khalif Firmansyah**  
Nim : **2051010**  
Jurusan/Bidang : **Teknik Mesin D-III / Manufaktur**  
Judul Skripsi : **Perencanaan Konstruksi Mesin Pelontar Bola Tenis Lapangan Berbasis Mikrokontroler**

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Diploma Tiga (D-III) pada :


Hari / Tanggal : **Selasa, 5 September 2023**


Dengan Nilai : **79,25 ( B+ )**

Mengetahui;

**Ketua Majelis Penguji**  
  
**Dr. Aladin Eko Purkuncoro, ST. MT**  
NIP. P. 1031100445

**Sekretaris Majelis Penguji**  
  
**Erni Junita Sinaga, S.Si., M.Si**  
NIP. Y. 1030000368

**Penguji I**  
  
**Peniel Immanuel Gultom, ST. MT**  
NIP. P. 1030300381

**Penguji II**  
  
**Wahyu Panji Asmoro, ST. MT**  
NIP. P. 1031000437

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

N a m a : Damara Khalif Firmansyah

N I M : 2051010

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Diploma Tiga , Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

### MENYATAKAN

Bahwa Tugas Akhir yang saya buat ini adalah hasil karya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebut sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 12 September 2023

Penyusun



Damara Khalif Firmansyah

2051010

## ABSTRAK

Damara Khalif F. 2023. Perencanaan Konstruksi Pada Mesin Pelontar Bola Tennis Lapangan. Laporan Tugas Akhir. Institut Teknologi Nasional Malang. Fakultas Teknologi Industri. Teknik Mesin Diploma Tiga. Dosen Pembimbing :.Dr.Ir.Aladin Eko Perkuncoro, ST., MT.

Konstruksi Pada Mesin Pelontar Bola Tennis Lapangan Ini Merupakan Bagian Yang Sangat Penting. Tujuan Dari Perencanaan Konstruksi Mesin Ini Adalah Merencanakan Bahan Konstruksi Mesin Pelontar Bola Tennis Lapangan Dan Menentukan Perhitungan Kekuatan Konstruksi Mesin Pelontar Bola Tennis Lapangan.

Metode Yang Diterapkan Dalam Perencanaan Konstruksi Mesin Pelontar Bola Tennis Lapangan Ini Diawali Dengan Perencanaan Konsep. Penyajian Gambar Dan Identifikasi Alat Dan Bahan Yang Digunakan Pada Perencanaan Konstruksi Mesin Pelontar Bola Tennis Lapangan Ini Terdiri Dari Pelat Besi Dan Akrilik.

Hasil Dari Perhitungan Konstruksi Mesin Pelontar Bola Tennis Lapangan Dengan Bahan Konstruksi Pelat Besi Dan Akrilik Didapat Beberapa Data Yaitu Untuk Tegangan Geser Tiap Baut Yaitu  $1,79 \text{ kg/mm}^2$ . Dan Untuk Tegangan Tariknya Yaitu  $0,091 \text{ kg/mm}^2$ , Untuk Beban Konstruksi Bagian Bawah Yaitu 5 kg. Dan Bagian Atas 2 kg. Hal Tersebut Terjadi Karena Konstruksi Bagian Bawah Menopang Beberapa Komponen Mesin, Sehingga Memiliki Beban Yang Lebih Besar.

**Kata Kunci : Konstruksi, Pelontar Bola Tennis Lapangan, Pelat Besi, Akrilik**

## ABSTRACT

Damara Khalif F. 2023. Construction Planning of Field Tennis Ball Launcher Machine. Final Project Report. National Institute of Technology Malang. Faculty of Industrial Technology. Diploma III in Mechanical Engineering. Supervisor: Dr. Ir. Aladin Eko Perkuncoro, ST., MT.

The construction of this Field Tennis Ball Launcher Machine is an integral component of utmost significance. The purpose of planning the construction of this machine is to determine the construction materials for the Field Tennis Ball Launcher Machine and to establish calculations for its structural strength. The methodology applied in the construction planning of the Field Tennis Ball Launcher Machine commences with conceptual planning. Presentation of drawings and identification of tools and materials employed in the construction planning of the Field Tennis Ball Launcher Machine encompass Iron Plates and Acrylic.

The results of the construction calculations for the Field Tennis Ball Launcher Machine using Iron Plate and Acrylic construction materials yield several data points, namely a Shear Stress of  $1.79 \text{ kg/mm}^2$  for each bolt and a Tensile Stress of  $0.091 \text{ kg/mm}^2$ . The construction load for the bottom part is 5 kg, while for the upper part, it is 2 kg. This disparity arises because the lower construction bears the weight of multiple machine components, thus enduring a larger load.

**Keywords: Construction, Field Tennis Ball Launcher, Iron Plate, Acrylic**



TO WHOM IT MAY CONCERN

Our Ref : ITN - 026/L.ABS/8/2023

Herewith,

Name : Dr. Aladin Eko Purkuncoro, ST. MT.

Position : The Head of Mechanical Engineering Diploma III

certifies that

Name : Damara Khalif Firmansyah

Reg. Number : 2051010

Final Project's Title : Construction Planning for a Tennis Court Ball Throwing  
Machine

Has been translated from Indonesian into English at ITN Language Laboratory  
Malang. Therefore, it can be legalized for his final project.

Malang, 12 September 2023

Head of Mechanical Engineering Diploma III



**Dr. Aladin Eko Purkuncoro, ST. MT**

NIP. P. 1031100445

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kemudahan serta kemampuan. Sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya.

Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Konstruksi Mesin Pelontar Bola Tennis Lapangan”, merupakan salah satu tahap yang harus ditempuh sebagai persyaratan menyelesaikan studi pada program Diploma Tiga (D-III) di jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini banyak pihak yang telah memberikan motivasi dan bantuan kepada penulis, bersama ini penulis sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST. MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Dr. Aladin Eko Purkuncoro, ST. MT selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Mesin Diploma III Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Dr. Aladin Eko Purkuncoro, ST. MT selaku Dosen pembimbing penyusunan laporan Tugas Akhir.
5. Seluruh Dosen, Instruktur dan Staff pengajar Program Studi Teknik Mesin Diploma III Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Kedua Orang Tua dan Keluarga, untuk semua pengorbanan, dukungan, semangat dan do’a.

7. Seluruh teman-teman Teknik Mesin Diploma-III serta semua pihak yang telah mendukung penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam laporan ini dan jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis mohon maaf atas kekurangan yang ada dan mengharap kritik serta saran yang membangun untuk perbaikan dimasa mendatang. Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita bersama.

Malang, 31 Agustus 2023



Damara Khalif F  
NIM : 2051010

## DAFTAR ISI

Halaman Sampul Depan.....	i
Halaman Judul .....	ii
Halaman Persetujuan.....	iii
Halaman Berita Acara .....	iv
Halaman Pernyataan Keaslian/originalitas.....	v
Abstrak .....	vi
Kata Pengantar.....	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar .....	xvi
Daftar Tabel.....	xviii
Daftar Pustaka.....	72
Daftar Lampiran.....	73
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan .....	4

BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Perencanaan Konstruksi Mesin Pelontar Bola Tennis Lapangan .....	5
2.2 Sambungan Las .....	6
2.2.1 Sambungan Tumpul ( <i>Butt Joint</i> ) .....	8
2.2.2 Sambungan T ( <i>T-Joint</i> ) .....	9
2.2.3 Sambungan Silang ( <i>Cross Joint</i> ) .....	9
2.2.4 Sambungan Sudut ( <i>Corner Joint</i> ) .....	9
2.2.5 Sambungan dengan Penguat.....	10
2.2.6 Sambungan Sisi ( <i>Edge Joint</i> ) .....	11
2.2.7 Sambungan Tumpang ( <i>Lap Joint</i> ) .....	11
2.3 Klasifikasi Pengelasan.....	12
2.4 Macam-Macam Pengelasan .....	14
2.4.1 Las Busur Listrik .....	14
2.4.1.1 <i>Shield Metal Arc Welding (SMAW)</i> .....	16
2.4.1.2 <i>Gas Metal Arcc Welding (GMAW)</i> .....	18
2.4.1.3 <i>Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)</i> .....	19
2.4.1.4 <i>Flux Cored Arc Welding (FCAW)</i> .....	20
2.4.2 Las dengan Gas.....	22
2.4.3 Las Listrik Terak.....	22
2.4.4 Las Listrik Gas.....	23

2.4.5 Las Resistensi Listrik .....	25
2.4.6 Pematrian.....	26
2.4.7 Las Sinar Elektron .....	27
2.5 Pakan Las Elektroda.....	29
2.5.1 Pengelasan Besi .....	29
2.5.2 Pengelasan Baja Karbon .....	30
2.5.2.1 Pengelasan Baja Karbon Rendah .....	31
2.5.2.2 Pengelasan Baja Karbon Tinggi.....	32
2.5.3 Pengelasan Baja Cor .....	33
2.5.4 Pengelasan besi Cor .....	34
2.6 Mur Baut.....	36
2.7 Klasifikasi Baut Penjepit .....	39
2.8 Material yang Digunakan .....	41
2.8.1 Pelat Besi.....	41
2.8.2 Roda .....	42
2.9 Teori Pembebanan.....	44
2.9.1 Beban Aksial (Tegangan Normal) .....	49
2.9.2 Tegangan Geser Rata-Rata.....	51
2.10 Rumus-Rumus Dasar .....	52
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>	<b>54</b>

3.1 Tinjauan Umum .....	54
3.2 Persiapan.....	54
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	55
3.4 Prosedur Pelaksanaan .....	55
3.4.1 Studi Literatur.....	55
3.4.2 Pengambilan Data .....	56
3.4.3 Pelaksanaan dan Laporan .....	56
3.5 Diagram Alir Pembuatan Konstruksi Mesin Pelontar Bola Tenis Lapangan .....	57
3.6 Pembuatan Konstruksi Mesin Pelontar Bola Tenis Lapangan.....	58
3.7 Alat dan Bahan Pembuatan Kerangka Mesin .....	58
3.8 Gambar Perencanaan Konstruksi Mesin Pelontar Bola Tenis Lapangan .....	62
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>63</b>
4.1 Model Kerangka Mesin Pelontar Bola Tenis Lapangan.....	63
4.2 Perhitungan Kekuatan Konstruksi Kerangka.....	64
4.2.1 Perhitungan Kekuatan Konstruksi Kerangka Batang AB .....	64
4.2.2 Perhitungan Kekuatan Konstruksi Kerangka Batang CD .....	65
4.3 Perhitungan Pengelasan.....	66
4.3.1 Perhitungan Pada Pengelasan Rangka .....	66
4.4 Perhitungan Baut dan Mur.....	67
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>70</b>

5.1 Kesimpulan .....	70
5.2 Saran.....	71



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Macam – Macam Sambungan Las .....	7
Gambar 2.2 Sambungan Tumpul ( <i>Butt Joint</i> ).....	8
Gambar 2.3 Sambungan T ( <i>T-Joint</i> ).....	9
Gambar 2.4 Sambungan Sudut ( <i>Corner Joint</i> ).....	10
Gambar 2.5 Sambungan dengan Penguat .....	10
Gambar 2.6 Sambungan Sisi ( <i>Edge Joint</i> ).....	11
Gambar 2.7 Sambungan Tumpang ( <i>Lap Joint</i> ).....	12
Gambar 2.8 Klasifikasi Cara Pengelasan .....	14
Gambar 2.9 Las Busur dengan Elektroda Terbungkus .....	15
Gambar 1.10 Nyala Oksi-asetilen.....	22
Gambar 2.11 Skema Las listrik Terak .....	23
Gambar 2.12 Las Resistensi Titik dan Resistensi Tumpang .....	25
Gambar 2.13 Skema Las Elektron.....	29
Gambar 2.14 Macam – macam baut skrup.....	37
Gambar 2.15 Macam – macam mur .....	38
Gambar 2.16 Macam – macam baut penjepit.....	40
Gambar 2.17 Pengirisan sebuah benda .....	47
Gambar 2.18 Komponen-komponen normal dan geser dari tegangan .....	48
Gambar 2.19 Status tegangan yang paling umum yang bekerja pada sebuah elemen .	49

Gambar 2.20 Urutan langkah analisis tegangan sebuah benda .....	50
Gambar 2.21 Keadaan pembebanan yang mengakibatkan tegangan geser .....	52
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Konstruksi Mesin Pelontar Bola Tenis Lapangan .....	58
Gambar 3.2 Las SMAW.....	59
Gambar 3.3 Gerinda Tangan .....	60
Gambar 3.4 Bor Tangan.....	60
Gambar 3.5 Pelat Besi.....	61
Gambar 3.6 Baut dan Mur.....	61
Gambar 3.7 Pipa PVC.....	62
Gambar 3.8 Akrilik .....	62
Gambar 3.9 Desain Mesin Pelontar Bola Tenis Lapangan .....	63
Gambar 4.1 Desain 3D dan 2D Kerangka Mesin Pelontar Bola Tenis Lapangan .....	64
Gambar 4.2 Diagram momen pada batang AB .....	65
Gambar 4.3 Diagram momen pada batang CD .....	66

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Baja Karbon.....	31
Tabel 2.2 Suhu Pemanasan Mula Pada Pengelasan Baja Karbon Sedang – Tinggi .....	33
Tabel 2.3 Suhu Pemanasan Mula dalam Pengelasan Baja Karbon Cor.....	34
Tabel 2.4 Klasifikasi Besi Cor.....	34
Tabel 3.1 Bagian – Bagian Mesin.....	63