

SKRIPSI

RANCANG BANGUN STRUKTUR LENGAN ROBOT

MANIPULATOR KAPASITAS 1,25 KGF



*Mencerdaskan &
Memartabatkan Bangsa*

ADAM NAUFAL SETIAWAN

1502617049

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Rancang Bangun Struktur Robot Lengan
Manipulator Kapasitas 1,25 Kgf
Penyusun : Adam Naufal Setiawan
NIM : 1502617049
Pembimbing I : Drs. H. Sirojuddin, M.T.
Pembimbing II : Dr. Ragil Sukarno, M.T.
Tanggal Ujian : 25 Juli 2022

Disetujui oleh

Pembimbing I,



Drs. H. Sirojuddin, M.T.

NIP. 196010271990031003

Pembimbing II,

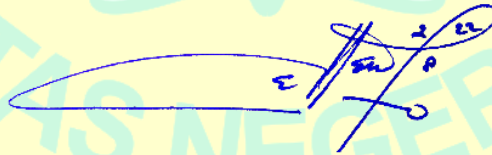


Dr. Ragil Sukarno, M.T.

NIP. 197911022012121001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.

NIP. 198310132008121002

LEMBAR PENGESAHAN II

Judul : **Rancang Bangun Struktur Lengan Robot
Manipulator Kapasitas 1,25 Kgf**

Nama : **Adam Naufal Setiawan**

Nim : **1502617049**

Tanggal Ujian : **25 Juli 2022**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

NAMA DOSEN

TANDA TANGAN

TANGGAL

Drs. H. Sirojuddin, M.T.
NIP. 196010271990031003
(Dosen Pembimbing I)



02 - 08 - 2022

Dr. Ragil Sukarno, M.T.
NIP. 197911022012121001
(Dosen Pembimbing II)



02 - 08 - 2022

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T.
NIP. 197602052006041001
(Ketua Sidang)



01 - 08 - 2022

Drs. Syaripuddin, M.Pd.
NIP. 196703211999031001
(Sekretaris Sidang)



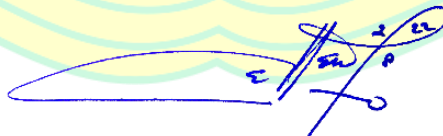
01 - 08 - 2022

Drs. Syamsuir, M.T.
NIP. 196705151993041001
(Dosen Ahli)



29 Juli 2022

Mengetahui,
Koodinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.

NIP. 198310132008121002

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutka nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 27 Juli 2022

Yang Membuat pernyataan



Adam Naufal Setiawan

NIM. 1502617049

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala atas limpahan berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul "**Rancang Bangun Struktur Lengan Robot Manipulator Kapasitas 1,25 Kgf**" sebagai salah satu persyaratan dalam mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan. Selama proses penulisan penelitian ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Drs. Sirojuddin, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberi saran, bimbingan, dan motivasi hingga selesainya penulisan proposal skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ragil Sukarno, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T., selaku Ketua Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
4. Ibu Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D, selaku Pembimbing Akademik Kelas C Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta
5. Kedua orang tua serta anggota keluarga penulis yang selalu memberikan doa, dorongan moral, material dan spiritual selama melaksanakan penulisan skripsi ini.
6. Saudara Sarah Marety Camelia, Ibu Sugiati, Bapak Ustad Fuadh, dan BAZNAS Pemprov DKI yang telah membantu membiayai perkuliahan.
7. Admin Teknik Mesin dan Seluruh Karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta yang telah membantu kelancaran semua proses perkuliahan dari awal sampai skripsi.
8. Kawan-kawan Tim Robot Manipulator, Tim Perancangan, dan seluruh rekan mahasiswa Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin yang selalu membantu serta memberi dukungan semangat dalam penelitian.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna dan masih memiliki kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar lebih baik lagi dalam menyusun laporan dikemudian hari.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberi manfaat kepada seluruh pembaca sehingga terciptanya kemajuan pengetahuan dan dapat dijadikan inspirasi penelitian selanjutnya terkait dengan materi pada skripsi ini.

Jakarta, 27 Juli 2022



Adam Naufal Setiawan

NIM. 1502617049



ABSTRAK

Setiawan, A. N., Sirojuddin., & Sukarno, R. (2022). *Rancang Bangun Struktur Lengan Robot Manipulator Kapasitas 1,25 kgf.* Jakarta : Pendidikan Teknik Mesin, FT UNJ, Universitas Negeri Jakarta.

Robot manipulator dapat disebut robot tangan karena memiliki bentuk dan fungsi sebagai tangan manusia seperti memindahkan benda. Lengan robot merupakan salah satu komponen dasarnya. Penelitian ini bertujuan menghasilkan desain struktur lengan dan komponen penyusun lengan robot manipulator untuk memindahkan beban 1,25 kgf, mendapatkan selisih perhitungan pembebanan struktur lengan robot sebelum dan sesudah ditambahkan pemberat, mendapatkan hasil kekuatan desain komponen struktur lengan robot manipulator berdasarkan nilai *safety factor*, dan membuat struktur lengan robot manipulator yang telah dilakukan uji kinerja.

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah perhitungan desain struktur dan komponen penyusun lengan robot manipulator untuk memindahkan beban 1,25 kgf. Kemudian dibuatkan pemodelan 2D dan 3D menggunakan *Autodesk Autocad* dan *Autodesk Inventor* berdasarkan hasil perhitungan desain. Setelah dilakukan pemodelan kemudian dilakukan perhitungan pembebanan. Selanjutnya dilakukan analisis tegangan dengan kriteria hasil minimum *Safety Factor* ($Sf \geq 3$). Kemudian setelah dilakukan perhitungan pembebanan dilakukan pembuatan struktur yang selanjutnya dilakukan uji kinerja.

Berdasarkan hasil penelitian telah dibuat desain struktur lengan dan komponen penyusun lengan robot manipulator untuk memindahkan beban 1,25 kgf. Struktur yang ditambahkan pemberat massa 3,6 kg menghasilkan penurunan nilai momen gaya sumbu Y sebesar 38,74% dan kenaikan nilai momen gaya pada sumbu Z sebesar 20,74% berdasarkan hasil perhitungan pembebanan. Struktur lengan robot mendapatkan hasil analisis kekuatan komponen dengan nilai melebihi nilai yang ditentukan ($Sf \geq 3$). Struktur lengan robot manipulator yang telah dibuat dinyatakan melewati hasil uji kinerja.

Kata Kunci : Struktur Lengan Robot, Robot Manipulator, Safety factor

ABSTRACT

Setiawan, A. N., Sirojuddin., & Sukarno, R. (2022). *Structural Design of The Manipulator Robot Arm with 1.25 kgf Capacity*. Jakarta : Mechanical Engineering Education, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Jakarta.

Manipulator robots can be called hand robots because they have the form and function of a human hand such as moving objects. The robot arm is one of the basic components. This study aims to produce a design of the arm structure and the components that make up the manipulator robot arm to move a load of 1.25 kgf, to get the difference in the calculation of the loading of the robotic arm structure before and after adding the weights, to get the results of the strength of the structural component of the manipulator robot arm based on the safety factor value, and to make the structure of the manipulator robot arm that has been tested for performance.

The method used in this research is the calculation of the structural design and components of the manipulator robot arm to move a load of 1.25 kgf. Then made 2D and 3D modeling using Autodesk Autocad and Autodesk Inventor based on the results of design calculations. After the modeling is done, then the calculation of the load is carried out. Furthermore, a stress analysis was carried out with the minimum safety factor ($S_f \geq 3$) result criteria. Then after calculating the load, the structure is made which is then carried out for performance tests.

Based on the results of the research, the design of the arm structure and the components that make up the manipulator robot arm have been made to move a load of 1.25 kgf. The structure added with a mass of 3.6 Kg resulted in a decrease in the value of the Y-axis moment of 38.74% and an increase in the value of the moment of force on the Z-axis by 20.74% based on the calculation results of loading. The structure of the robot arm gets the results of component strength analysis with a value exceeding the specified value ($S_f \geq 3$). The structure of the manipulator robot arm that has been made is declared to have passed the results of the performance test.

Keyword : Structure Arm Robotic, Robot Manipulator, Safety factor

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN II	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	4
1.3. Pembatasan Masalah.....	4
1.4. Perumusan Masalah.....	5
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Definisi Perancangan.....	7
2.2. Robot Manipulator	7
2.3. Lengan Robot.....	8
2.3.1. Motor Servo	9
2.3.2. Rangka (Frame)	12
2.3.3. Roda Gigi Transmisi	15

2.3.4.	Poros <i>Joint</i>	23
2.3.5.	Bantalan Gelinding	26
2.4.	Tegangan dan Regangan	27
2.5.	<i>Safety Factor</i>	29
2.6.	Teori Tegangan Geser Maksimum dan Teori von Mises	30
2.7.	Pemberat (<i>Counter Balance</i>)	32
2.8.	Autodesk Inventor	33
2.8.1.	Pengenalan <i>Autodesk Inventor</i>	33
2.8.2.	<i>Stress Analysis</i>	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		37
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	37
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian	37
3.2.1.	Perangkat Lunak	37
3.2.2.	Alat dan Bahan Penelitian.....	37
3.3.	Diagram Alir Penelitian	38
3.3.1.	Uraian Diagram Alir Penelitian	39
3.4.	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	62
3.4.1.	Penentuan Dimensi Komponen Lengan Robot.....	62
3.4.2.	Pemilihan Bahan	63
3.4.3.	Pembebanan Struktur Lengan Robot	64
3.5.	Teknik Analisis Data	68
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		69
4.1.	Deskripsi Hasil Penelitian	69
4.1.1.	Hasil Perhitungan Desain Komponen Struktur Lengan Robot.....	69
4.1.2.	Hasil Perhitungan Pembebanan Struktur Lengan Robot	75
4.1.3.	Hasil Analisis Tegangan Komponen Poros	79

4.1.4.	Hasil Analisis Tegangan Komponen Rangka	81
4.1.5.	Hasil Uji Kinerja Struktur Lengan Robot	85
4.2.	Analisis Data Penelitian	101
4.2.1.	Analisis Perhitungan Desain Struktur Komponen Lengan Robot .	101
4.2.2.	Analisis Perhitungan Pembebanan Struktur Lengan Robot.....	101
4.2.3.	Analisis Tegangan Pada Rangka dan Poros.....	102
4.3.	Pembahasan	103
4.3.1.	Pembahasan Hasil Perhitungan Desain Komponen Struktur Lengan Robot.....	103
4.3.2.	Pembahasan Hasil Perhitungan Pembebanan Struktur Lengan Robot	105
4.3.3.	Pembahasan Hasil Analisis Tegangan	105
4.3.4.	Pembahasan Uji Kinerja Struktur Lengan Robot	106
4.4.	Aplikasi Hasil Penelitian.....	108
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		109
5.1.	Kesimpulan	109
5.1.	Saran.....	109
DAFTAR PUSTAKA		110
LAMPIRAN.....		114
RIWAYAT HIDUP		177

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor Koreksi Daya	11
Tabel 2. 2 Tegangan Lentur yang Diizinkan pada Bahan Roda Gigi	18
Tabel 2. 3 Faktor Bentuk Gigi.....	21
Tabel 2. 4 Faktor Dinamis.....	22
Tabel 2. 5 Jenis Baja Karbon untuk Poros	24
Tabel 3. 1 Spesifikasi Material S45C Steel.....	58
Tabel 3. 2 Spesifikasi Material Aluminium Al6063T-4	58
Tabel 3. 3 Spesifikasi Material Galvanized Steel	58
Tabel 3. 4 Spesifikasi Material SS400 Steel	59
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Komponen Rangka.....	71
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Komponen Motor Servo.....	72
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Komponen Roda Gigi.....	72
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Komponen Poros	74
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Komponen Bantalan.....	74
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Momen Gaya Pembebanan dan Nilai Gaya	76
Tabel 4. 7 Hasil Analisis Tegangan Komponen Poros	81
Tabel 4. 8 Hasil Analisis Tegangan Komponen Rangka <i>Link</i> 1, 2, dan Pemberat	83
Tabel 4. 9 Hasil Uji Kinerja Lengan Robot Manipulator.....	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Robot Manipulator Industri Otomotif	8
Gambar 2. 2 Motor Servo.....	9
Gambar 2. 3 Inersia Bentuk Benda	13
Gambar 2. 4 Inersia Bentuk Benda.	13
Gambar 2. 5 Inersia Bentuk Benda.	14
Gambar 2. 6 Inersia Bentuk Benda.	14
Gambar 2. 7 Inersia Bentuk Benda.	15
Gambar 2. 8 Jenis Jenis Roda Gigi	16
Gambar 2. 9 Bagian Roda Gigi.....	17
Gambar 2. 10 Modul Roda Gigi.....	20
Gambar 2. 11 Gaya Tangensial, Radial, dan Normal	23
Gambar 2. 12 Bantalan Gelinding.....	26
Gambar 2. 13 Tegangan Tarik	27
Gambar 2. 14 Tegangan Geser.....	28
Gambar 2. 15 Mesh Setting.....	35
Gambar 3. 1 Mekanisme Lengan Robot	40
Gambar 3. 2 Pemodelan 2D Autodesk AutoCAD	50
Gambar 3. 3 Gambar 3D Lengan Robot Manipulator.....	50
Gambar 3. 4 Gambar 2D Lengan Robot Manipulator.....	51
Gambar 3. 5 Gambar 2D Lengan Robot Manipulator.....	51
Gambar 3. 6 Titik Tumpu dan Pembebanan Poros B.....	52
Gambar 3. 7 Titik Tumpu dan Pembebanan Poros C.....	52
Gambar 3. 8 Titik Tumpu dan Pembebanan Poros D	53
Gambar 3. 9 Titik Tumpu dan Pembebanan Assembly <i>Link</i> 1, 2, dan Pemberat .	53
Gambar 3. 10 Titik Tumpu dan Pembebanan <i>Link</i> 3	54
Gambar 3. 11 Meshing pada Poros B.....	55
Gambar 3. 12 Meshing pada Poros C.....	55
Gambar 3. 13 Meshing pada Poros D	56
Gambar 3. 14 Meshing Assembly <i>link</i> 1, 2, dan pemberat	56
Gambar 3. 15 Meshing <i>link</i> 3.....	57
Gambar 3. 16 Bahan Logam Konstruksi Robot.....	63

Gambar 3. 17 Langkah Mencari Massa Komponen.....	65
Gambar 3. 18 Letak Titik Beban pada Lengan Robot	66
Gambar 3. 19 Gaya Horizontal	67
Gambar 4. 1 Hasil Pemodelan 2D Struktur Lengan Robot Manipulator	69
Gambar 4. 2 Hasil Pemodelan 3D Struktur Lengan Robot Manipulator	70
Gambar 4. 3 Pembebanan Struktur Lengan Robot Sumbu XY (Vertikal).....	75
Gambar 4. 4 Pembebanan Struktur Lengan Robot Sumbu XZ (Horizontal)	75
Gambar 4. 5 Penerapan Gaya Pembebanan pada Poros B	77
Gambar 4. 6 Penerapan Gaya Pembebanan pada Poros C	77
Gambar 4. 7 Penerapan Pembebanan pada Poros D	78
Gambar 4. 8 Penerapan Gaya Pembebanan <i>Link</i> 1, 2, dan <i>Link</i> Pemberat	78
Gambar 4. 9 Penerapan Gaya Pembebanan <i>Link</i> 3	79
Gambar 4.10 <i>Von Mises Stress</i> Pada Poros B	80
Gambar 4. 11 Displacement Pada Poros B	80
Gambar 4. 12 <i>Safety Factor</i> Pada Poros B.....	81
Gambar 4. 13 <i>Von Mises Stress</i> pada Komponen Rangka <i>Link</i> 1,2, dan Pemberat	82
Gambar 4. 14 <i>Displacement</i> pada Komponen Rangka <i>Link</i> 1, 2, dan Pemberat ..	82
Gambar 4. 15 <i>Safety Factor</i> pada Komponen Rangka <i>Link</i> 1, 2, dan Pemberat...	83
Gambar 4. 16 <i>Von Mises Stress</i> pada Komponen Rangka <i>Link</i> 3.....	84
Gambar 4. 17 <i>Displacement</i> pada Komponen Rangka <i>Link</i> 3	84
Gambar 4. 18 <i>Safety Factor</i> pada Komponen Rangka <i>Link</i> 3.....	84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Teknik Struktur Lengan Robot Manipulator	114
Lampiran 2 Gambar 3D Struktur Lengan Robot Manipulator.....	115
Lampiran 3 Perhitungan Awal	116
Lampiran 4 Perhitungan Rangka.....	119
Lampiran 5 Perhitungan Pemilihan Motor Servo	124
Lampiran 6 Perencanaan Roda Gigi Transmisi dan Poros <i>Joint</i>	129
Lampiran 7 Perhitungan Pembebanan	150
Lampiran 8 Hasil Uji <i>Stress Analysis</i>	155
Lampiran 9 Katalog Komponen.....	161
Lampiran 10 Rincian Biaya Pembuatan Struktur Lengan Robot.....	171
Lampiran 11 Dokumentasi Pembuatan Struktur Lengan Robot Manipulator	174





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Adam Naufal Setiawan
NIM : 1502617049
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : adamnaufalsetiawan95@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Rancang Bangun Struktur Lengan Robot Manipulator Kapasitas 1,25 kgf

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 24 Agustus 2022

Penulis

(Adam Naufal Setiawan)
nama dan tanda tangan