

SKRIPSI

PERANCANGAN *GRIPPER* KAPASITAS ANGKAT 10 KG PADA MANIPULATOR ROBOT SPOT *WELDING*

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai jenjang pendidikan
derajat kesarjanaan Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional

OLEH

NAMA : **NANDA ARIANA**
NPM : **227001446039**
PEMINATAN : **KONSTRUKSI MESIN**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
JAKARTA
2024**



LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**PERANCANGAN *GRIPPER* KAPASITAS ANGKAT 10 KG
PADA MANIPULATOR ROBOT SPOT *WELDING***

OLEH

**NAMA : NANDA ARIANA
NPM : 227001446039
PEMINATAN : KONSTRUKSI MESIN**

Dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar derajat kesarjanaan Strata Satu (S-1) pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional. Skripsi ini dapat disetujui, untuk diajukan dalam sidang.

Jakarta, 24 Februari 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Basori, S.T., M.T.
NID. 0102130822

Masyhudi, S.T., M.T.
NID. 0301050723



LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

**PERANCANGAN *GRIPPER* KAPASITAS ANGKAT 10 KG
PADA MANIPULATOR ROBOT SPOT WELDING**

OLEH

**NAMA : NANDA ARIANA
NPM : 227001446039
PEMINATAN : KONSTRUKSI MESIN**

Skripsi ini telah diperbaiki sesuai saran dari Tim Penguji dalam sidang Skripsi yang dilaksanakan pada tanggal 24 Februari 2024.

Jakarta, 4 Maret 2024

Menyetujui,

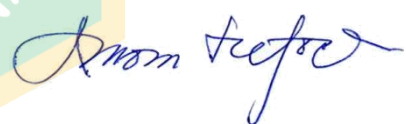
Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dosen Penguji III


Dr. Ir. Djarot S. W., M.Sc
NID. 040002262


Ir. Sungkono, M.T
NID. 040005087


Ir. Imam Sufa'at, M.T
NID. 040411086



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PERANCANGAN *GRIPPER* KAPASITAS ANGKAT 10 KG
PADA MANIPULATOR ROBOT SPOT *WELDING***

OLEH

**NAMA : NANDA ARIANA
NPM : 227001446039
PEMINATAN : KONSTRUKSI MESIN**

Telah dipertahankan dihadapan Tim Dosen penguji dalam Sidang Skripsi Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional yang dilaksanakan pada:

Hari : Sabtu
Tanggal : 24 Februari 2024

Jakarta, 22 Maret 2024

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Basori, S.T., M.T.
NID. 0102130822

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nanda Ariana
NPM : 227001446039
Program Studi : Teknik Mesin
Peminatan : Konstruksi Mesin

Menyatakan bahwa Skripsi ini adalah benar hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi dan tidak mengutip sebagian atau seluruhnya dari karya ilmiah orang lain terkecuali yang telah disebutkan sumbernya serta tidak ditemukan karya ilmiah yang pernah diajukan dengan judul **“Perancangan Gripper Kapasitas Angkat 10 Kg Pada Manipulator Robot Spot Welding”**.

Jakarta, 24 Februari 2024

Penulis,



Nanda Ariana

PERANCANGAN GRIPPER KAPASITAS ANGKAT 10 KG PADA MANIPULATOR ROBOT SPOT WELDING

NANDA ARIANA
227001446039

Abstrak,

Proses manufaktur modern membutuhkan efisiensi dan kontrol yang baik. Penggunaan robot telah menjadi solusi utama dalam menciptakan produksi otomatis. PT X menggunakan robot spot *welding* untuk memproduksi komponen kendaraan hingga 10 kg yang saat ini masih ditangani secara manual. Ini berpotensi membahayakan kesehatan pekerja dengan jam kerja yang panjang. Oleh karena itu, penggunaan gripper pada robot sebagai alat bantu dalam penanganan material menjadi penting. Namun, manipulator robot umumnya hanya dapat digunakan untuk satu fungsi dan pengadaan robot baru cukup mahal. Oleh karena itu, perancangan gripper yang terintegrasi dengan manipulator robot spot *welding* untuk menangani material hingga 10 kg diperlukan. Studi ini mengikuti pedoman perancangan VDI 2222 dengan langkah-langkah merencanakan, mengkonsep, merancang, dan membuat detail perancangan. Hasil perancangan menunjukkan bahwa gripper yang dirancang memiliki kapasitas angkat maksimal 18 kg. Bobot gripper 16,5 kg mendapatkan pembebanan sebesar 251 N, menghasilkan tegangan maksimal pada konstruksi sebesar 0,2 MPa dan deformasi sebesar 0,00033 mm. Tegangan yang dihasilkan dari perhitungan dan simulasi menunjukkan bahwa tegangan kerja masih dalam batas tegangan izin material STKR400 yang digunakan. Gripper ini menggunakan mekanisme penggerak sistem pneumatik dengan gaya cekam hingga 228 N yang aman untuk menangani material dengan kapasitas 10 kg. Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa gripper kompatibel dengan manipulator robot spot *welding* yang digunakan dan tidak mengganggu proses spot *welding* yang sedang berlangsung.

Kata Kunci: Gripper, Manipulator robot, Pneumatik, Penanganan material



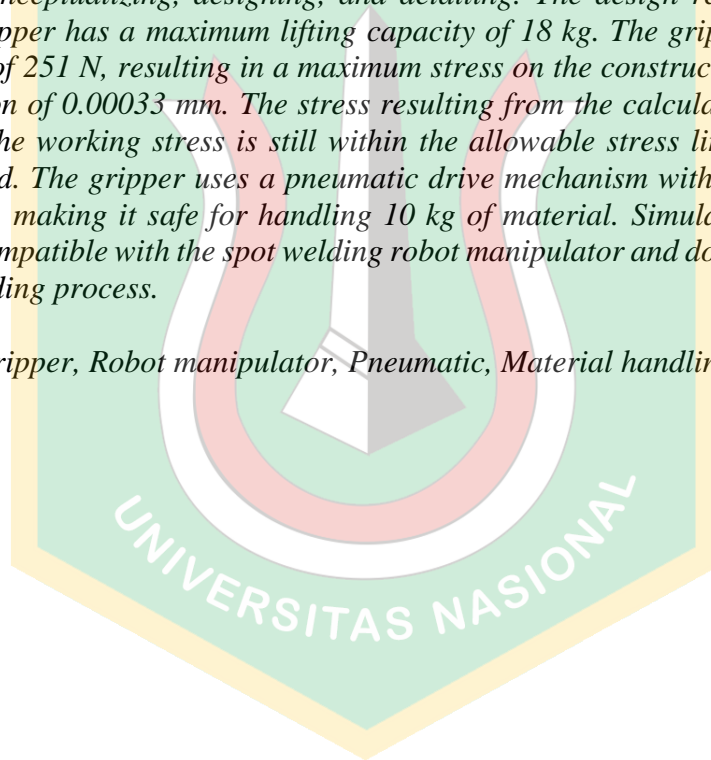
GRIPPER DESIGN OF 10 KG LIFTING CAPACITY ON SPOT WELDING ROBOT MANIPULATOR

**NANDA ARIANA
227001446039**

Abstract,

Modern manufacturing processes require high efficiency and control. The use of robots has become the main solution for creating automated production. PT X uses spot welding robots to produce vehicle components up to 10 kg, which are currently still handled manually. This potentially endangers the health of workers with long working hours. Therefore, the use of grippers on robots as an auxiliary tool for material handling becomes important. However, robot manipulators are generally only suitable for one function, and the procurement of new robots is quite expensive. Therefore, the design of a gripper integrated with a spot welding robot manipulator to handle materials up to 10 kg is needed. The gripper design follows the VDI 2222 guidelines with the steps of planning, conceptualizing, designing, and detailing. The design results show that the designed gripper has a maximum lifting capacity of 18 kg. The gripper weighs 16.5 kg with a load of 251 N, resulting in a maximum stress on the construction of 0.2 MPa and a deformation of 0.00033 mm. The stress resulting from the calculation and simulation shows that the working stress is still within the allowable stress limit of the STKR400 material used. The gripper uses a pneumatic drive mechanism with a gripping force of up to 228 N, making it safe for handling 10 kg of material. Simulation shows that the gripper is compatible with the spot welding robot manipulator and does not interfere with the spot welding process.

Keyword: *Gripper, Robot manipulator, Pneumatic, Material handling*



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada Penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Perancangan *Gripper* Kapasitas Angkat 10 Kg Pada Manipulator Robot Spot *Welding*” sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan orang-orang yang dengan segenap hati memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan, baik moral maupun material, terutama kepada dosen pembimbing yang telah bersedia memberikan waktunya untuk penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Dalam kesempatan ini juga penulis mengucapkan terima kasih kepada:

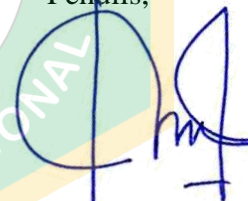
1. Bapak Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.
2. Bapak Basori, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, Sekaligus Dosen Pembimbing I Skripsi.
3. Bapak Alm. Ahmad Zayadi, S.T., M.T. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.
4. Bapak Dr. Ir. Djarot Sulistio Wisnubroto, M.Sc., Bapak Ir. Sungkono, M.T. dan Bapak Ir. Imam Sufa'at, M.T. selaku Dosen Penguji Skripsi.
5. Bapak Masyhudi, S.T., M.T. Selaku Kepala Laboratorium Program Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, Sekaligus Dosen Pembimbing II Skripsi.

6. Seluruh civitas akademik Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.
7. Orang tua dan keluarga yang selalu tiada henti memberikan dorongan, do'a dan semangat.
8. Rekan-rekan Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Penulis berharap semoga Skripsi ini bisa memberikan manfaat dan turut berkontribusi dalam ilmu pengetahuan dan dunia industri. Penulis menyadari bahwa dalam menulis Skripsi ini terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dan kemajuan penulis untuk melakukan perancangan yang lebih baik dimasa yang akan datang.

Jakarta, 24 Februari 2024

Penulis,



Nanda Ariana

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Perancangan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Perancangan	4
1.6. Metode Perancangan	4
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN LITERATUR	7
2.1. Manipulator Robot.....	7
2.1.1. Lengan Robot Mekanis.....	7

2.1.2.	Efektor Akhir Manipulator Robot	8
2.1.3.	<i>Gripper</i>	9
2.1.4.	Berbagai Jenis Penggerak <i>Gripper</i>	9
2.2.	<i>Computer Aided Design</i>	10
2.3.	Material dan Aplikasi	11
2.3.1.	Material Standar JIS	11
2.3.2.	Material Komponen Standar Misumi	13
2.4.	Perancangan Konstruksi	13
2.4.1.	Tumpuan Pada Konstruksi.....	13
2.4.2.	Tegangan.....	15
2.4.3.	Momen.....	16
2.4.4.	Syarat Keseimbangan	17
2.4.5.	Perjanjian Tanda	17
2.4.6.	Konstruksi Statis Tak Tentu	18
2.4.7.	Distribusi Momen Menurut <i>Cross</i>	18
2.4.8.	Defleksi Pada Konstruksi Batang	21
2.4.9.	Momen Inersia Pada Beberapa Konstruksi.....	22
2.5.	Perencanaan Poros.....	23
2.6.	Perencanaan Bantalan.....	24
2.7.	Perencanaan Baut	24
2.8.	Faktor Keamanan.....	27

2.9.	Desain Faktor Beban dan Ketahanan	28
2.10.	Perencanaan Pneumatik.....	29
2.10.1.	Aliran Fluida.....	29
2.10.2.	Kecepatan Piston Silinder.....	29
2.10.3.	Gaya Piston.....	30
BAB III	METODOLOGI PERANCANGAN.....	31
3.1.	Metodologi Perancangan.....	31
3.2.	Tempat dan Waktu Perancangan	32
3.3.	Data Perancangan	32
3.4.	Identifikasi Kebutuhan Perancangan <i>Gripper</i>	36
3.4.1.	Posisi Instalasi	36
3.4.2.	Pengecekan <i>Workability</i> Posisi Instalasi <i>Gripper</i>	36
3.4.3.	Posisi Pemegangan <i>Gripper</i> Pada Produk.....	37
3.4.4.	Karakteristik Tuntutan Perancangan <i>Gripper</i>	38
3.5.	Konsep Perancangan <i>Gripper</i>	39
3.6.	Perancangan Konstruksi <i>Gripper</i>	40
3.6.1.	Perancangan Konstruksi.....	40
3.6.2.	Rencana Sambungan Baut Pada Konstruksi.....	52
3.7.	Perancangan Mekanisme Penggerak <i>Gripper</i>	58
3.7.1.	Mekanisme Pencekam 1	58
3.7.2.	Mekanisme Pencekam 2	60

3.7.3.	<i>Hinge Pin dan Bushing</i>	63
3.7.4.	Kebutuhan Udara Untuk Komponen Pneumatik	65
3.8.	Simulasi Gripper	66
3.9.	Evaluasi & Optimasi	66
3.10.	Hasil Perancangan	66
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	67
4.1.	Hasil Identifikasi Kebutuhan Perancangan	67
4.1.1.	Posisi Instalasi	67
4.1.2.	Pengecekan <i>Workability</i> Posisi Instalasi Gripper	67
4.2.	Hasil Perancangan Konstruksi Gripper	71
4.2.1.	Analisis Konstruksi	72
4.2.2.	Deformasi Pada Konstruksi	76
4.2.3.	Defleksi Pada Konstruksi	77
4.2.4.	Sambungan Baut Pada Konstruksi	78
4.3.	Hasil Perancangan Mekanisme Penggerak Gripper	80
4.3.1.	Mekanisme Pencekam 1	81
4.3.2.	Mekanisme Pencekam 2	82
4.3.3.	Tegangan Pada Permukaan Produk	83
4.3.4.	Hinge Pin dan Bushing	85
4.3.5.	Kebutuhan Udara Komponen Pneumatik	86
4.3.6.	Diagram Pneumatik	87

4.4.	Simulasi <i>Gripper</i>	88
4.4.1.	Simulasi <i>Workability</i> Pada Posisi Instalasi <i>Gripper</i>	88
4.4.2.	Simulasi <i>Handling Gripper</i>	91
4.5.	Evaluasi dan Optimasi.....	93
4.5.1.	Penambahan Locating Pin	93
4.6.	Hasil Perancangan	94
4.6.1.	Hasil Rancangan Akhir <i>Gripper</i>	94
4.6.2.	Spesifikasi <i>Gripper</i>	95
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	96
5.1.	Kesimpulan.....	96
5.2.	Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA	98



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Manipulator Robot	7
Gambar 2.2 Robot <i>Joints</i>	8
Gambar 2.3 Vakum dan Magnetik <i>Gripper</i>	8
Gambar 2.4 <i>Gripper</i> Mekanis	9
Gambar 2.5 Performa Penggerak <i>Gripper</i>	10
Gambar 2.6 Material dan Aplikasi	11
Gambar 2.7 Tumpuan Sendi	14
Gambar 2.8 Tumpuan Rol	14
Gambar 2.9 Tumpuan Jepit	15
Gambar 2.10 Konstruksi Portal Kaku	18
Gambar 2.11 Kekakuan Batang	19
Gambar 2.12 Momen dan Defleksi Konstruksi	21
Gambar 2.13 Momen Inersia	22
Gambar 2.14 Aturan Letak Baut	27
Gambar 3.1 Metodologi Perancangan	31
Gambar 3.2 Manipulator Robot	32
Gambar 3.3 Objek <i>Handling</i>	33
Gambar 3.4 <i>Servo Gun</i>	34
Gambar 3.5 <i>Layout</i> Proses Produksi	35
Gambar 3.6 Jumlah Point Spot	35
Gambar 3.7 Posisi Instalasi <i>Gripper</i>	36
Gambar 3.8 Titik Pengelasan	37
Gambar 3.9 Titik Berat Produk	37

Gambar 3.10 Posisi Pemegangan Produk Pada <i>Gripper</i>	38
Gambar 3.11 Konsep <i>Gripper</i>	39
Gambar 3.12 Konstruksi <i>Gripper</i>	40
Gambar 3.13 Diagram Benda Bebas Konstruksi	41
Gambar 3.14 Distribusi Momen Pada Konstruksi	46
Gambar 3.15 Reaksi Pada Konstruksi	49
Gambar 3.16 Sambungan Baut <i>Gripper</i>	52
Gambar 3.17 Dimensi Antar Baut Instalasi	53
Gambar 3.18 Dimensi Antar Baut Pada Mekanisme <i>Clamp</i>	56
Gambar 3.19 Posisi Pelokasi Pencekam 1	58
Gambar 3.20 Kebutuhan Gaya Dorong Pencekam 1	59
Gambar 3.21 Posisi Pelokasi Pencekam 2	61
Gambar 3.22 Kebutuhan Gaya Dorong Pencekam 2	62
Gambar 3.23 <i>Hinge Pin</i> dan <i>Bushing</i>	63
Gambar 4.1 Dimensi Instalasi Pada <i>Servo Gun</i>	67
Gambar 4.2 Simulasi Pembebanan	71
Gambar 4.3 Distribusi Momen Pada Konstruksi	72
Gambar 4.4 Reaksi Momen Vertikal Pada Batang AB dan DE	73
Gambar 4.5 Reaksi Momen Horizontal Pada Batang BC, CE dan EF	73
Gambar 4.6 Reaksi Gaya Vertikal	74
Gambar 4.7 Reaksi Gaya Horizontal	74
Gambar 4.8 Reaksi Pada Konstruksi	75
Gambar 4.9 Deformasi Yang Terjadi	76
Gambar 4.10 Defleksi Yang Terjadi	77

Gambar 4.11 Hasil Simulasi Defleksi	78
Gambar 4.12 Konstruksi Sambungan Baut	78
Gambar 4.13 Rancangan Mekanisme Pencekam 1	81
Gambar 4.14 Rancangan Mekanisme Pencekam 2	82
Gambar 4.15 Area Pencekaman	84
Gambar 4.16 Diagram Pneumatik	87
Gambar 4.17 Positioning <i>Gripper</i>	92
Gambar 4.18 <i>Gripper Take Product</i>	92
Gambar 4.19 <i>Gripper Drop Product</i>	93
Gambar 4.20 Locating Pin	94
Gambar 4.21 Rancangan Akhir	95



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Material SS400	12
Tabel 2.2 Spesifikasi Material S45C	12
Tabel 2.3 Spesifikasi Material STKR400	12
Tabel 2.4 Spesifikasi Material SUJ2	13
Tabel 2.5 Angka Keamanan	28
Tabel 2.6 Faktor Pembebanan Menurut LRFD	28
Tabel 3.1 Spesifikasi Manipulator Robot 6-Axis	33
Tabel 3.2 Detail Produk	33
Tabel 3.3 Spesifikasi Servo Gun	34
Tabel 3.4 Tuntutan Perancangan <i>Gripper</i>	38
Tabel 3.5 Distribusi Momen Tabel <i>Cross</i>	45
Tabel 4.1 Observasi Titik Spot	68
Tabel 4.2 Referensi Dimensi <i>Gripper</i>	71
Tabel 4.3 Analisis Konstruksi	76
Tabel 4.4 Kekuatan Rencana Baut dan Dowel	79
Tabel 4.5 Kekuatan Baut dan Dowel	79
Tabel 4.6 Beban Terfaktor Terhadap Sambungan Baut dan Pelat	80
Tabel 4.7 Spesifikasi Silinder Pneumatik 1	81
Tabel 4.8 Karakteristik Mekanisme Pencekam 1	82
Tabel 4.9 Spesifikasi Silinder Pneumatik 2	83
Tabel 4.10 Karakteristik Mekanisme Pencekam 2	83
Tabel 4.11 Spesifikasi <i>Hinge Pin</i>	86
Tabel 4.12 Spesifikasi Bushing	86

Tabel 4.13 Simulasi *Workability* Pada Posisi Instalasi *Gripper*

88

Tabel 4.14 Spesifikasi *Gripper*

95



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi Silinder	101
Lampiran 2 Spesifikasi <i>Bushing</i> dan Hinge Pin	102
Lampiran 3 Detail Gambar Rancangan	103



DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol	Arti
A	Luas Permukaan
F	Gaya
σ	Tegangan
ϵ	Regangan
Δl	Perubahan Panjang
L	Panjang
E	Modulus Elastisitas
M	Momen
M^o	Momen Primer
R_H	Reaksi Horizontal
R_V	Reaksi Vertikal
K	Faktor Kekakuan
μ	Faktor Distribusi
δ	Defleksi
P	Beban/Tekanan Permukaan
I	Momen Inersia
y	Jarak Antara Titik Referensi ke Bagian Terluar
d	Diameter
R_u	Beban Terfaktor
R_n	Kekuatan Tahanan Nominal
ϕ	Faktor Reduksi 0,75



r_1	Faktor Koreksi Bidang Geser
f_b	Kekuatan Tarik Baut
f_p	Kekuatan Tarik Pelat
m	Jumlah Bidang Geser
t_p	Tebal Pelat
SF	Safety Factor

Q

Debit

v

Kecepatan

Singkatan

Arti

VDI

Verein Deutsche Ingenieuer

CAD

Computer Aided Design

JIS

Japanese Industrial Standards

SCGA

Steel Cold Rolled Galvanized Anealed

BAL

Balance

CO

Cross Over

DFBK

Desain Faktor Beban dan Ketahanan

LRFD

Load and Resistance Factor Design

