



UNIVERSITAS PGRI
ADI BUANA
SURABAYA

TUGAS AKHIR

RANCANG DESAIN GANTRY CNC ROUTER 3 AXIS SKALA
LABORATORIUM MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

MOCHAMAD ANDI AKRIANTO
NIM. 183700029

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PGRI ADI BUANA SURABAYA
2022



**UNIVERSITAS PGRI
ADI BUANA
SURABAYA**

TUGAS AKHIR

**RANCANG DESAIN GANTRY CNC ROUTER 3 AXIS SKALA
LABORATORIUM MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

**MOCHAMAD ANDI AKRIANTO
NIM. 183700029**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PGRI ADI BUANA SURABAYA
2022**



Lembar Persetujuan Dosen Pembimbing



Tugas Akhir ini dinyatakan cukup dan siap untuk dipresentasikan serta diujikan dalam sidang Tugas Akhir.



Surabaya, 11 Juli 2022

Dosen pembimbing,

M. Nushron Ali Mukhtar, S.T., M.T.

NIDN : 0722108505



Persetujuan Panitia Sidang Tugas Akhir

Tugas Akhir ini telah selesai diujikan dalam Sidang Tugas Akhir dan telah dinyatakan LULUS oleh

Panitia Sidang Tugas Akhir Fakultas Teknik

Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

pada tanggal 22 Juli 2022

Panitia Ujian :

Ketua : Yunia Dwie Nurcahyanie, ST. MT.
Dekan Fakultas Teknik

Sekretaris

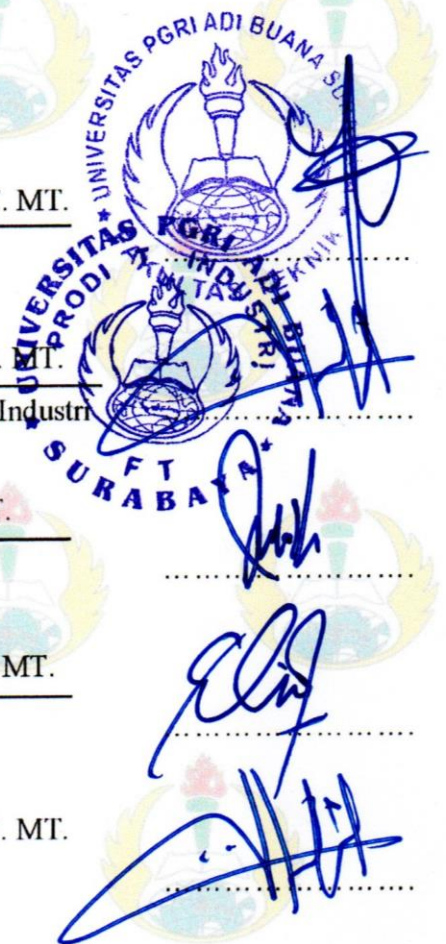
: M. Nushron Ali Mukhtar, ST. MT.
Ketua Program Studi Teknik Industri

Anggota

: Indra Dwi Febryanto, ST. MT.
Penguji I

: Muhamad Abdul Jumali, ST. MT.
Penguji II

: M. Nushron Ali Mukhtar, ST. MT.
Dosen Pembimbing



SURAT PERNYATAAN KARYA TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Mochamad Andi Akrianto
NIM : 183700029
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Rancang Desain *Gantry CNC Router 3 Axis* Skala
Laboratorium Menggunakan Metode Elemen
Hingga

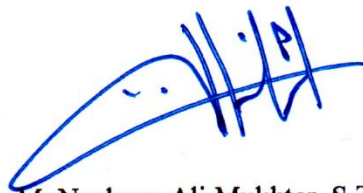
Dosen Pembimbing : M. Nushron Ali Mukhtar, S.T., M.T.

Menyatakan bahwa **Karya Tugas Akhir** saya ini sebagian maupun keseluruhan adalah bukan hasil menjiplak, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 04 Agustus 2022

Dosen Pembimbing,



M. Nushron Ali Mukhtar, S.T., M.T.

Mahasiswa



Mochamad Andi Akrianto

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “RANCANG DESAIN *GANTRY CNC ROUTER 3 AXIS* SKALA LABORATORIUM MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA” yang dimaksudkan untuk memenuhi syarat dan prosedur untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.

Penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik tidak lepas dari bimbingan, arahan, saran, dan dukungan sejak awal sampai akhir sehingga penulis mampu menyelesaikannya dengan tepat. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang memberikan penulis kekuatan dan kesabaran yang lebih.
2. Kedua orang tua saya yang tanpa henti selalu mendoakan dan telah menaruh harapan yang sangat besar kepada penulis.
3. Ibu Yunia Dwi Nurcahyanie, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.
4. Bapak Nushron Ali M, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.
5. Bapak Nushron Ali M, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing dalam menyelesaikan tugas akhir.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Industri yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjalani perkuliahan.
7. Seluruh teman-teman Teknik Industri angkatan 2018 yang senantiasa memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak luput dari kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, diharapkan adanya kritik dan saran yang membangun agar dalam penyusunan karya tulis selanjutnya dapat dilakukan dengan lebih baik.

Harapan dari peneliti, semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis sendiri, pembaca, dan instansi Universitas PGRI Adi Buana Surabaya sebagai referensi tambahan guna menambah ilmu pengetahuan.

Surabaya, 22 Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	iii
PERSETUJUAN PANITIA SIDANG TUGAS AKHIR	iv
SURAT PERNYATAAN KARYA TUGAS AKHIR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Computer Numerical Control (CNC)</i>	5
2.2 <i>Mesin CNC Router</i>	6
2.3 <i>Gantry Mesin CNC Router</i>	10
2.4 <i>Material Gantry Mesin CNC Router</i>	11
2.4.1 <i>Baja Karbon (Carbon Steel)</i>	11
2.4.2 <i>Besi Tuang Kelabu (Gray Cast Iron)</i>	11
2.4.3 <i>Aluminium Paduan (Aluminium Alloy)</i>	12
2.5 <i>Metode Elemen Hingga</i>	12
2.5.1 <i>Tipe-Tipe Elemen dalam Metode Elemen Hingga</i>	13
2.5.2 <i>Prosedur Analisa Metode Elemen Hingga</i>	14
2.5.3 <i>Matriks Kekakuan</i>	15
2.5.4 <i>Konsep Tegangan dan Regangan</i>	15
2.5.5 <i>Sifat Mekanika Bahan</i>	21
2.5.6 <i>Safety Factor</i>	24
2.6 <i>Analisis Topologi (Topology Analysis)</i>	25
2.7 <i>Software SolidWorks</i>	27

2.8 Penelitian Terdahulu	28
BAB III METODE PENELITIAN	36
3.1 Diagram Alir Langkah Penelitian.....	36
3.2 Diagram Alir Pengujian Desain	37
3.3 Desain Awal <i>Gantry CNC Router 3 Axis</i>	38
3.4 Uji Desain <i>Gantry</i>	40
3.5 Variabel Penelitian	46
3.6 Metode Analisis Data	46
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Pengumpulan Data	48
4.2 Hasil dan Evaluasi Desain <i>Gantry</i>	50
4.2.1 Simulasi pada Pembebanan 10 kg.....	52
4.2.2 Simulasi pada Pembebanan 20 kg.....	54
4.2.3 Simulasi pada Pembebanan 30 kg.....	56
4.3 Analisa Data	58
4.3.1 Hasil Analisis Topologi (<i>Topology Result</i>).....	58
4.3.2 Hasil Modifikasi Desain Setelah Analisis Topologi	62
4.3.3 Simulasi pada Pembebanan 10 kg.....	63
4.3.4 Simulasi pada Pembebanan 20 kg.....	65
4.3.5 Simulasi pada Pembebanan 30 kg.....	67
4.4 Pembahasan.....	69
4.4.1 Perbandingan Hasil Analisis <i>Von Mises</i> pada Desain <i>Gantry</i>	69
4.4.2 Perbandingan Hasil Analisis <i>Displacement</i> pada Desain <i>Gantry</i> ...	71
4.4.3 Perbandingan Hasil Analisis <i>Safety Factor</i> pada Desain <i>Gantry</i>	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1 Simpulan.....	74
5.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN.....	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh mesin CNC.	5
Gambar 2.2 Kaidah tangan kanan.	6
Gambar 2.3 Mesin <i>router</i> dengan konfigurasi <i>x-y table</i>	7
Gambar 2.4 Mesin <i>router</i> dengan konfigurasi <i>cantilever</i>	7
Gambar 2.5 Mesin CNC <i>router</i> dengan konfigurasi <i>moving table</i>	8
Gambar 2.6 Mesin CNC <i>router</i> dengan konfigurasi <i>moving gantry</i>	8
Gambar 2.7 Mesin CNC <i>router</i> dengan konfigurasi <i>pendulum</i>	9
Gambar 2.8 Mesin CNC <i>router</i> dengan konfigurasi <i>5-axis</i>	9
Gambar 2.9 Mesin CNC <i>router</i> dengan konfigurasi <i>industrial robot</i>	10
Gambar 2.10 Elemen satu dimensi.	13
Gambar 2.11 Elemen dua dimensi.	14
Gambar 2.12 Elemen tiga dimensi.	14
Gambar 2.13 Tegangan yang bekerja pada bidang.	16
Gambar 2.14 Diagram tegangan dan regangan.	22
Gambar 2.15 <i>Software SolidWorks 2018</i>	27
Gambar 3.1 Diagram alir langkah penelitian.	36
Gambar 3.2 Diagram alir pengujian desain.	37
Gambar 3.3 Desain awal <i>gantry CNC Router 3 Axis</i>	38
Gambar 3.4 Desain awal <i>gantry CNC Router 3 Axis</i> tampak depan.	38
Gambar 3.5 Desain awal <i>gantry CNC Router 3 Axis</i> tampak samping.	38
Gambar 3.6 Desain awal <i>gantry CNC Router 3 Axis</i> tampak atas.	39
Gambar 3.7 <i>Compute meshing</i> pada <i>gantry CNC Router 3 Axis</i>	41
Gambar 3.8 <i>Fixed geometry</i> pada <i>gantry CNC Router 3 Axis</i>	42
Gambar 3.9 Pembebanan pada <i>gantry CNC Router 3 Axis</i>	43
Gambar 3.10 Simulasi <i>von mises</i> pada <i>gantry CNC Router 3 Axis</i>	43
Gambar 3.11 Simulasi <i>displacement</i> pada <i>gantry CNC Router 3 Axis</i>	44
Gambar 3.12 Simulasi <i>safety factor</i> pada <i>gantry CNC Router 3 Axis</i>	45
Gambar 4.1 <i>Compute meshing</i> pada <i>gantry CNC Router 3 Axis</i>	51
Gambar 4.2 <i>Fixed geometry</i> pada <i>gantry CNC Router 3 Axis</i>	51
Gambar 4.3 Pembebanan (<i>external load</i>) pada <i>gantry CNC Router 3 Axis</i>	52
Gambar 4.4 Simulasi <i>von mises</i> pada variasi pembebanan 10 kg.	52
Gambar 4.5 Simulasi <i>displacement</i> pada variasi pembebanan 10 kg.	53

Gambar 4.6 Simulasi <i>safety factor</i> pada variasi pembebanan 10 kg.....	54
Gambar 4.7 Simulasi <i>von mises</i> pada variasi pembebanan 20 kg.....	54
Gambar 4.8 Simulasi <i>displacement</i> pada variasi pembebanan 20 kg.	55
Gambar 4.9 Simulasi <i>safety factor</i> pada variasi pembebanan 20 kg.....	55
Gambar 4.10 Simulasi <i>von mises</i> pada variasi pembebanan 30 kg.....	56
Gambar 4.11 Simulasi <i>displacement</i> pada variasi pembebanan 30 kg.	56
Gambar 4.12 Simulasi <i>safety factor</i> pada variasi pembebanan 30 kg.....	57
Gambar 4.13 Tiang <i>gantry CNC Router 3 Axis</i>	58
Gambar 4.14 <i>Goals and constraints</i> pada tiang <i>gantry</i>	59
Gambar 4.15 <i>Manufacturing controls</i> pada tiang <i>gantry</i>	60
Gambar 4.16 <i>Meshing</i> pada tiang <i>gantry</i>	60
Gambar 4.17 Proses <i>running</i> pada perhitungan tiang <i>gantry</i>	61
Gambar 4.18 <i>Topology result</i> pada tiang <i>gantry</i>	61
Gambar 4.19 Proses perubahan bentuk desain hasil analisis topologi.....	62
Gambar 4.20 Hasil <i>assembly gantry CNC Router 3 Axis</i> modifikasi.	63
Gambar 4.21 Simulasi <i>von mises</i> pada variasi pembebanan 10 kg.....	63
Gambar 4.22 Simulasi <i>displacement</i> pada variasi pembebanan 10 kg.	64
Gambar 4.23 Simulasi <i>safety factor</i> pada variasi pembebanan 10 kg.....	64
Gambar 4.24 Simulasi <i>von mises</i> pada variasi pembebanan 20 kg.....	65
Gambar 4.25 Simulasi <i>displacemet</i> pada varisai pembebanan 20 kg.	66
Gambar 4.26 Simulasi <i>safety factor</i> pada variasi pembebanan 20 kg.....	66
Gambar 4.27 Simulasi <i>von mises</i> pada variasi pembebanan 30 kg.....	67
Gambar 4.28 Simulasi <i>displacement</i> pada variasi pembebanan 30 kg.	67
Gambar 4.29 Simulasi <i>safety factor</i> pada variasi pembebanan 30 kg.....	68
Gambar 4.30 Perbandingan hasil analisis <i>von mises</i> pada desain <i>gantry</i>	70
Gambar 4.31 Perbandingan hasil analisis <i>displacement</i> pada desain <i>gantry</i>	71
Gambar 4.32 Perbandingan hasil analisis <i>safety factor</i> pada desain <i>gantry</i>	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu.....	28
Tabel 3.1 Komposisi baja karbon.....	39
Tabel 3.2 Karakter material AISI 1020.....	40
Tabel 3.3 <i>Mesh details</i>	41
Tabel 3.4 Pengukuran desain <i>gantry</i> baru keseluruhan.	45
Tabel 3.5 Perbandingan hasil analisis desain <i>gantry</i> awal.....	46
Tabel 3.6 Spesifikasi perangkat.	47
Tabel 4.1 Karakteristik material <i>Aluminium Alloy 6061</i>	48
Tabel 4.2 Pengukuran desain <i>gantry</i> baru keseluruhan.	49
Tabel 4.3 Momen inersia.....	49
Tabel 4.4 <i>Mesh details</i>	50
Tabel 4.5 Perbandingan hasil analisis desain <i>gantry</i> baru.	58
Tabel 4.6 Pengukuran desain <i>gantry</i> modifikasi.....	69
Tabel 4.7 Perbandingan hasil analisis <i>von mises</i> pada desain <i>gantry</i>	70
Tabel 4.8 Perbandingan hasil analisis <i>displacement</i> pada desain <i>gantry</i>	71
Tabel 4.9 Perbandingan hasil analisis <i>safety factor</i> pada desain <i>gantry</i>	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Bimbingan Tugas Akhir	78
Lampiran 2 Berita Acara Sidang Tugas Akhir (Penguji 1)	79
Lampiran 3 Berita Acara Sidang Tugas Akhir (Penguji 2)	80
Lampiran 4 Persetujuan Revisi Tugas Akhir Penguji 1	81
Lampiran 5 Persetujuan Revisi Tugas Akhir Penguji 2	82
Lampiran 6 Gambar Kerja Tiang <i>Gantry</i> Kanan.....	83
Lampiran 7 Gambar Kerja Tiang <i>Gantry</i> Kiri.....	84
Lampiran 8 Gambar Kerja <i>Beam</i>	85
Lampiran 9 Gambar Kerja Dudukan <i>Spindle</i>	86
Lampiran 10 Gambar Kerja SBR 12 <i>Rail Guide</i>	87
Lampiran 11 Gambar Kerja SBR 12 <i>Bearing</i> SBR 12 <i>Bearing</i>	88