

**PENGEMBANGAN KONTRUKSI PILAR
DAN SLIDER SUMBU X PADA
MESIN 3DCP**

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
Menyelesaikan Pendidikan Diploma III

Oleh

Mochamad Syahriel Azhar Ramadhan
221313015



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2024

LEMBAR PENGESAHAN

Proyek akhir yang berjudul:

PENGEMBANGAN KONTRUKSI PILAR DAN SLIDER SUMBU X PADA MESIN 3DCP

Oleh:

Mochamad Syahriel Azhar Ramadhan

221313015

Program Studi Teknologi Manufaktur

Politeknik Manufaktur Bandung

Menyetujui,

Tim Pembimbing

Tanggal 1 Agustus 2024

Pembimbing 1



Dr. Heri Setiawan, S.T., M.T.

NIP. 196707011992031001

Pembimbing 2



Antonius Adi Soetopo, S.S.T., M.T

NIP.196506102003121001

ABSTRAK

Mesin *3D Concrete Printing* adalah salah satu mesin dengan metode konstruksi yang mulai diperkenalkan pada industri konstruksi dan memberikan hasil efektif dalam hal pengoptimalan waktu konstruksi, biaya, fleksibilitas desain, meminimalisir kesalahan serta lebih ramah lingkungan. Mesin *3D Concrete Printing* ini memiliki tipe kartesian yang memiliki 3 sumbu utama sebagai arah pergerakan, yaitu X, Y dan Z. Setiap sumbu pergerakan ini memiliki konstruksi rangka pilar dan menjadi landasan gerak dari *slider*.

Dalam proses pembuatannya, pilar sumbu X menggunakan konstruksi kremona yang memiliki tingkat kekuatan baik untuk mendistribusikan gaya beban pada seluruh rangka. Fungsi utama dari pilar ini adalah sebagai landasan pergerakan dari *slider* sumbu X.

Biaya pembuatan komponen pilar adalah sebesar **Rp. 2.187.168,-** dan waktu pembuatan 2,15 Jam. Lalu biaya pembuatan komponen slider pun lebih murah yaitu sebesar **Rp. 1.332.960,-** dan waktu pembuatan yang lebih singkat yaitu 5,47 Jam.

Kata kunci: *3D Concrete Printing, Additive Manufacturing, Pilar Sumbu X, Slider Sumbu X*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis yang berjudul **“Pengembangan Kontruksi Pilar dan Slider Sumbu X Pada Mesin 3DCP”**.

Karya tulis ini penulis susun sebagai syarat kelulusan Pendidikan Program Diploma III di Politeknik Manufaktur Bandung. Berkat bimbingan, bantuan dan dukungan semua pihak, penulis akhirnya dapat menyelesaikan karya tulis ini. Maka dari itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu wa Ta'ala yang selama ini telah memberikan rahmat dan karunia yang sangat melimpah hingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis dengan baik.
2. Kedua orang tua penulis, yaitu Bapak Dodi Koswara serta Ibu Yessi Kurniasi, serta Mochamad Arkan Zhafran Muharram dan Muhammad Azlan Khafa Radeva selaku saudara penulis yang telah memberikan dukungan, semangat dan do'a untuk kelancaran dalam menyelesaikan proyek akhir dan karya tulis ini.
3. Bapak Dr. Heri Setiawan, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknologi Manufaktur dan Pembimbing 1 yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberi arahan dan masukan penulis hingga terwujudnya karya tulis proyek akhir ini.
4. Bapak Antonius Adi Soetopo, S.S.T., M.T selaku Pembimbing 2 yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing penulis hingga terwujudnya karya tulis proyek akhir ini.
5. Neng Rakha Hadaina Dinita's selaku perempuan yang selalu memberikan bantuan dan semangat selama mengerjakan proyek akhir. Juga seluruh rekan-rekan tingkat 3 MEC angkatan 2021 yang telah memberikan bantuan baik kritik, saran maupun pendapat.

Semoga semua bantuan dan dukungan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT. Besar harapan penulis agar karya tulis ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

Bandung, Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II LAPORAN TEKNIK	4
2.1 Landasan Teori.....	4
2.1.1 Rancang Bangun	4
2.1.2 <i>Additive Manufacturing</i>	4
2.1.3 <i>3D Concrete Printing</i>	6
2.1.3.1 Pilar	7
2.1.3.2 <i>Slider</i>	8
2.1.4 Diagram Kremona.....	8
2.1.5 Analisa Kekuatan Kontruksi Kremona dan Kekuatan Pengelasan Pada Pilar dan Slider	11
2.1.5.1 Kekuatan Bahan	11
2.1.5.2 Kekuatan Pengelasan	15

2.1.6	Besi Siku	16
2.1.7	Besi <i>Hollow Square</i>	20
2.1.7.1	Besi <i>Hollow Square</i> Hitam.....	22
2.1.8	<i>Operation Plan</i>	24
2.1.9	Proses Permesinan dan Fabrikasi.....	25
2.1.9.1	Proses Permesinan	25
2.1.9.2	Proses Fabrikasi	27
2.1.10	Proses Perakitan (<i>Assembly</i>)	28
2.1.11	Pengembangan	29
2.1.12	<i>Quality Control</i>	30
2.1.13	<i>Quality Assembly</i>	30
2.1.14	Estimasi Biaya Pembuatan.....	30
2.1.15	Estimasi Waktu Pembuatan	31
2.2	Metodologi Penyelesaian.....	32
2.3	Tahapan Kegiatan	35
2.3.1	Identifikasi Masalah.....	35
2.3.1.1	Rancangan Kontruksi Pilar	35
2.3.1.2	Rancangan Kontruksi <i>Slider</i>	36
2.3.2	Analisa Kekuatan Pada Kontruksi Rangka	37
2.3.2.1	Analisa Kekuatan Pada Kontruksi Pilar Sumbu X Konsep Baru.....	42
2.3.2.2	Analisa Kekuatan Pada Kontruksi <i>Slider</i> Sumbu X Konsep Baru.....	50
2.3.3	Perencanaan Pembuatan.....	51
2.3.4	Pengadaan Material.....	53
2.3.5	Proses Pembuatan	54
2.3.6	<i>Quality Control</i>	55

2.3.7	Proses Perakitan	56
2.3.7.1	Pilar Sumbu X Konsep Baru.....	56
2.3.7.2	<i>Slider</i> Sumbu X.....	57
2.4	Hasil.....	63
2.4.1	Dokumentasi	63
2.4.2	Estimasi Biaya	63
2.4.2.1	Modifikasi Pilar Sumbu X Konsep Baru	63
2.4.2.2	Pembuatan <i>Slider</i> Sumbu X.....	64
2.4.3	Estimasi Waktu	65
2.4.3.1	Modifikasi Pilar Sumbu X Konsep Baru	66
2.4.3.2	Pembuatan <i>Slider</i> Sumbu X.....	66
2.4.4	Perbandingan Konsep Lama dan Konsep Baru	67
BAB III	PENUTUP	68
3.1	Kesimpulan.....	68
3.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Landasan Teori	4
Gambar 2.2	<i>Additive Manufacturing</i>	5
Gambar 2.3	<i>3D Concrete Printing</i>	6
Gambar 2.4	Rangka Batang Metode <i>Warren</i>	9
Gambar 2.5	Struktur Rangka Batang	10
Gambar 2.6	Diagram Gaya Bebas Struktur Rangka Batang	10
Gambar 2.7	Metode Sambungan Struktur Rangka Batang	10
Gambar 2.8	Diagram Benda Bebas Pembebanan Bengkok	13
Gambar 2.9	Sambungan Pengelasan Sudut.....	16
Gambar 2.10	Besi Profil Siku.....	16
Gambar 2.11	Besi Siku <i>Hot Rolled</i>	18
Gambar 2.12	Besi Siku <i>Cold Formed</i>	19
Gambar 2.13	Besi <i>Hollow Square</i>	20
Gambar 2.14	Diagram Tegangan Regangan ASTM A36	21
Gambar 2.15	Besi <i>Hollow Square</i> Hitam.....	22
Gambar 2.16	Gerinda Potong.....	26
Gambar 2.17	Gerinda Tangan	26
Gambar 2.18	Mesin Las Listrik.....	27
Gambar 2.19	Prinsip Kerja Pengelasan.....	27
Gambar 2.20	Parameter Pengelasan.....	28
Gambar 2.21	Konstruksi Mesin <i>3DCP</i> Generasi Kedua	29
Gambar 2.22	Konstruksi Mesin <i>3DCP</i> Generasi Ketiga	29
Gambar 2.23	Diagram Alir Pengembangan Konstruksi Pilar dan <i>Slider</i> Sumbu X32	
Gambar 2.24	Pilar Sumbu X Konsep Baru	35
Gambar 2.25	<i>Slider</i> Sumbu X Konsep Baru	36

Gambar 2.26 Hasil Analisa <i>Software Solid Works</i>	44
Gambar 2.27 Struktur Rangka Sumbu X.....	44
Gambar 2.28 Gaya Pada Struktur Rangka Batang	45
Gambar 2.29 Metode Sambungan Struktur Rangka Batang	45
Gambar 2.30 Metode Pemotongan Struktur Rangka Batang	47
Gambar 2.31 Kondisi Pembebanan Pada Rangka	48
Gambar 2.32 DBB Kontruksi Roda <i>Slider</i> Sumbu X.....	51
Gambar 2.33 Gambar Kerja Besi <i>Hollow Square</i> 45° 487,5mm	55
Gambar 2.34 Diagram Perakitan Pilar Sumbu X Konsep Baru	57
Gambar 2.35 Diagram Perakitan <i>Slider</i> Sumbu X	57
Gambar 2.36 Diagram Perakitan <i>Sub – Assembly 1 Slider</i> Sumbu X	58
Gambar 2.37 <i>Welding Fixture Slider</i> Sumbu X	59
Gambar 2.38 <i>Diagram Perakitan Sub – Assembly 2 Slider</i> Sumbu X.....	60
Gambar 2.39 Diagram Perakitan Assy Roda <i>Slider</i> Sumbu X	62
Gambar 2.40 Dokumentasi Proses Pengelasan Pada Pilar & <i>Slider</i> Sumbu X.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Mesin <i>3DCP</i>	7
Tabel 2.2	Faktor Keamanan Kekuatan Bahan	12
Tabel 2.3	Kekuatan Bahan Baja.....	12
Tabel 2.4	Rumus Momen Inersia, Luas Penampang dan Momen Tahanan	14
Tabel 2.5	Spesifikasi Besi Siku <i>Hot Rolled</i>	18
Tabel 2.6	Spesifikasi Besi Siku <i>Cold Formed</i>	19
Tabel 2.7	Macam-Macam Ukuran dan Berat Besi <i>Hollow</i>	23
Tabel 2.8	<i>Setting</i> Parameter Pengelasan	28
Tabel 2.9	Penjelasan Diagram Alir Proses Pengembangan Kontruksi Pilar dan <i>Slider</i> Sumbu X.....	33
Tabel 2.10	Daftar Komponen Rangka Pilar Sumbu X	36
Tabel 2.11	Daftar Komponen <i>Slider</i> Sumbu X.....	37
Tabel 2.12	Daftar Referensi Analisa Kekuatan	37
Tabel 2.13	Rincian Beban yang Diterima Sumbu X.....	42
Tabel 2.14	<i>Form Operational Plan</i>	52
Tabel 2.15	Material yang Diorder.....	53
Tabel 2.16	Proses Pengerjaan	54
Tabel 2.17	<i>Form Quality Control</i>	56
Tabel 2.18	Rincian Diagram Perakitan Pilar Sumbu X Konsep Baru	57
Tabel 2.19	Rincian Diagram Perakitan <i>Sub – Assembly 1</i>	58
Tabel 2.20	Rincian Diagram Perakitan <i>Sub – Assembly 2</i>	60
Tabel 2.21	Rincian Diagram Assy Roda <i>Slider</i>	62
Tabel 2.22	Harga <i>Raw Materials</i> Pilar Sumbu X	64
Tabel 2.23	Estimasi Biaya Permesinan dan Fabrikasi Pilar Sumbu X	64
Tabel 2.24	Harga <i>Raw Materials Slider</i> Sumbu X	65
Tabel 2.25	Estimasi Biaya Permesinan dan Fabrikasi <i>Slider</i> Sumbu X	65
Tabel 2.26	Estimasi Waktu Permesinan dan Fabrikasi Pilar Sumbu X	66
Tabel 2.27	Estimasi Waktu Permesinan dan Fabrikasi <i>Slider</i> Sumbu X	66
Tabel 2.28	Rincian Hasil Perbandingan Pilar Sumbu X	67
Tabel 2.29	Rincian Hasil Perbandingan <i>Slider</i> Sumbu X	67

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	: GAMBAR KERJA
LAMPIRAN B	: <i>OPERATION PLAN</i>
LAMPIRAN C	: <i>QUALITY CONTROL</i>
LAMPIRAN D	: ESTIMASI WAKTU PEMESINAN DAN FABRIKASI
LAMPIRAN E	: ESTIMASI BIAYA
LAMPIRAN F	: DOKUMENTASI KEGIATAN
LAMPIRAN G	: DATA PENDUKUNG

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Additive Manufacturing (AM) merupakan sebuah metode revolusioner dalam dunia manufaktur, dimana proses yang terjadi adalah menambahkan material untuk membentuk suatu objek, berbanding terbalik dengan *Subtractive Manufacturing* (SM) yang memiliki proses pengurangan material untuk membentuk objek yang diinginkan. AM adalah istilah formal untuk penyebutan *Rapid Prototyping* (RP) atau yang lebih populer disebut *3D Printing* (3DP). Cara kerja 3DP yaitu mencetak material *layer by layer* atau lapisan demi lapisan hingga membentuk suatu objek yang diinginkan. [1]

3D Concrete Printing (3DCP) adalah metode konstruksi yang mulai diperkenalkan pada industri konstruksi dan memberikan hasil efektif dalam hal pengoptimalan waktu konstruksi, biaya, fleksibilitas desain, meminimalisir kesalahan serta lebih ramah lingkungan. Pada dasarnya Politeknik Manufaktur Bandung yang memiliki visi sebagai institusi terdepan didalam pendidikan, pengembangan, serta penerapan teknologi manufaktur memiliki rencana untuk merancang dan membuat mesin *3D Concrete Printing* (3DCP) sebagai sebuah alat yang dapat membuat konstruksi beton bangunan menggunakan metode *Additive Manufacturing*. Dalam proses *3D Concrete Printing*, mesin tersebut memiliki komponen utama yaitu pilar dan *slider* yang memiliki 3 *axis*. Pilar dan *slider* yang ada di sumbu X adalah bagian penting karena berfungsi untuk membawa *nozzle* yang merupakan bagian untuk melakukan *extrude geopolimer* selama proses pencetakan beton pada mesin *3D Concrete Printing* dan sebagai penghubung dengan konstruksi pilar sumbu Z.[2]

Terdapat pengembangan konsep, pada awalnya pilar sumbu X menggunakan material besi *hollow square* 50 x 50 [3], menjadi besi siku 30 x 30. Lalu *slider* pada awalnya menggunakan besi *hollow square* 50 x 50 [4], menjadi besi *hollow square* 30 x 30. Melalui pengembangan konsep tersebut, pilar dan *slider* sumbu X pada mesin *3D concrete printing* dituntut lebih sederhana dan memiliki bobot yang lebih ringan karena pengembangan ini bertujuan agar dalam

pengoperasian mesin *3D Concrete Printing* dapat menjangkau daerah terpencil, mempermudah perpindahan mesin, dan mempermudah proses *assembly* mesin. Atas dasar latar belakang tersebut, penulis mengerjakan proyek akhir sebagai syarat menyelesaikan diploma-III di Politeknik Manufaktur Bandung berjudul **“Pengembangan Kontruksi Pilar dan Slider Sumbu X Pada Mesin 3DCP”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menentukan bentuk konsep baru dari kontruksi pilar dan slider sumbu X dari mesin *3D Concrete Printing*?
2. Bagaimana proses pembuatan dari pilar dan *slider* sumbu X konsep baru pada mesin *3D Concrete Printing*?
3. Berapa estimasi waktu dan biaya pembuatan pilar dan *slider* sumbu X konsep baru pada mesin *3D Concrete Printing*?

1.3 Tujuan Penulisan

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan sebelumnya, maka tujuan dari karya tulisilmiah ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan bentuk kontruksi pilar dan slider sumbu X pada mesin 3D Concrete Printing sesuai dengan konsep baru.
2. Mengetahui proses pembuatan pilar dan *slider* sumbu X konsep baru pada mesin *3D Concrete Printing*
3. Memperoleh hasil estimasi waktu dan biaya pembuatan pilar dan *slider* sumbu X pada mesin *3D Concrete Printing* konsep baru.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup kajian merupakan batasan banyaknya subjek dalam sebuah kajian. Padalaporan teknik ini, berikut poin dari ruang lingkup kajian tersebut:

1. Menyesuaikan kontruksi pilar dan *slider* sumbu X konsep baru pada mesin *3D Concrete Printing*.
2. Melakukan proses pembuatan pilar dan slider sumbu X konsep baru pada mesin *3D Concrete Printing*.
3. Mendapatkan data estimasi biaya dan estimasi waktu pembuatan pilar dan *slider* sumbu X konsep baru pada mesin *3D Concrete Printing*.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman pembaca dalam memahami karya tulis ini, maka penulis memberikan sistem penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, ruang lingkup kajian, dan sistematika penulisan laporan teknik.

BAB II LAPORAN TEKNIK

Bab ini berisi tentang teori-teori pendukung yang berkaitan dengan permasalahan yang dipaparkan penulis serta uraian proses penyelesaian dari proyek akhir tersebut.

BAB III PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari bab-bab yang sudah dibahas serta saran-saran yang dirasa penting untuk pengembangan lebih lanjut proyek akhir ini.