

**PEMBUATAN *PINION GEAR* SEBAGAI KOMPONEN
TRANSMISI PADA SISTEM PENGGERAK SUMBU X
MESIN *3D CONCRETE PRINTING* (3DCP)**

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Diploma III

Disusun oleh:

Haikal Muhammad Ashiddiqi

NIM 222313012



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Proyek Akhir yang Berjudul :

PEMBUATAN *PINION GEAR* SEBAGAI KOMPONEN TRANSMISI PADA SISTEM PENGGERAK SUMBU X MESIN *3D CONCRETE PRINTING* (3DCP)

Oleh :

Haikal Muhammad Ashiddiqi

222313012

Program Studi Teknologi Manufaktur

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 12 September 2025

Disetujui,

Pembimbing 1



Pandoe, ST., MT

NIP. 196903031995121002

Pembimbing 2



Antonius Adi Soetopo, SS.T., M.T

NIP. 196506102003121001

Disahkan,

Ketua Penguji

Nandang Rusmana, ST., MT

NIP. 197206181998031003

Penguji 1

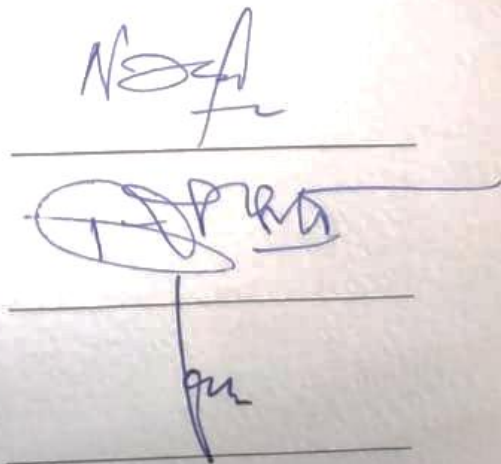
Moch. Sadiyo, S.S.T., M.T.

NIP. 197301032003121001

Penguji 2

Haris Setiawan, SST., MT

NIP. 197512042001121001



ABSTRAK

Teknologi *3D Concrete Printing* (3DCP) merupakan inovasi dalam dunia konstruksi yang memungkinkan pencetakan struktur beton secara berlapis tanpa cetakan konvensional. Mesin 3DCP menggunakan sistem penggerak berbasis koordinat kartesian (X, Y, Z), di mana sumbu X berperan penting dalam menggerakkan *nozzle* secara lateral. Untuk mendukung presisi dan keandalan gerak pada sumbu X, diperlukan sistem transmisi seperti rack and pinion. Dalam proyek ini, dilakukan perencanaan dan pembuatan *pinion gear* heliks sebagai komponen transmisi utama. Proses mencakup identifikasi kebutuhan desain, perhitungan geometri dan gaya kerja, pemilihan material (VCN 150), pembuatan menggunakan proses bubut, frais, dan wire cut EDM, serta perlakuan panas *flame hardening* untuk meningkatkan kekerasan permukaan gigi. Hasil akhir dievaluasi melalui *quality control* dimensi dan kekerasan *pinion gear*.

Kata kunci: *3D Concrete Printing*, *pinion gear heliks*, sistem transmisi, *rack and pinion*, proses manufaktur.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah (KTI) yang berjudul **”Pembuatan *Pinion gear* Sebagai Komponen Transmisi Pada Sistem Penggerak Sumbu X Mesin *3D Concrete Printing* (3DCP)”**. Karya tulis ini disusun sebagai syarat kelulusan Pendidikan Program Diploma III di Politeknik Manufaktur Bandung. Berkat bimbingan, bantuan, dan dukungan semua pihak, penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini dengan tepat waktu. Maka dari itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat iman, islam, dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan dukungan baik secara materi maupun moral, semangat, serta do’a yang tiada hentinya untuk penulis.
3. Bapak Dr. Heri Setiawan, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknologi Manufaktur.
4. Bapak Pandoe, ST., MT selaku pembimbing 1 yang telah memberikan ilmu dan arahan selama pelaksanaan proyek akhir.
5. Bapak Antonius Adi Soetopo, SST., MT selaku pembimbing 2 yang telah memberikan ilmu dan arahan selama pelaksanaan proyek akhir.
6. Bu Rani Nopriyanti, S.Si., M.T. selaku Dosen walikelas yang selalu mengingatkan dan dalam pengerjaan proyek akhir;
7. Teman-teman kelas 3MEC yang senantiasa memberikan saran dan masukan dalam pengerjaan laporan akhir ini.

Bandung, 30 Juni 2025



Haikal Muhammad Ashiddiqi
NIM 222313012

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
DAFTAR ISTILAH.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Ruang Lingkup.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LAPORAN TEKNIK.....	4
2.1 Landasan Teori.....	4
2.1.1 <i>3 Dimension Concrete Printing</i>	4
2.1.2 Sistem Penggerak.....	5
2.1.3 Komponen Transmisi.....	8
2.1.4 <i>Pinion dan Rack Gear</i>	10
2.1.5 Roda Gigi Heliks.....	14
2.1.6 Pemilihan Material untuk <i>Pinion gear</i>	22
2.1.7 Perencanaan Pembuatan (<i>Operational Plan</i>).....	23
2.1.8 Proses Permesinan.....	24
2.1.9 <i>Heat Treatment</i>	29
2.1.10 <i>Quality Control</i>	30

2.1.11 Estimasi Waktu	30
2.1.12 Estimasi Biaya	31
2.2 Metodologi Penyelesaian	32
2.3 Tahapan Kegiatan	33
2.4 Hasil.....	34
2.4.1 Identifikasi Masalah.....	34
2.4.2 Pegumpulan Data.....	35
2.4.3 Perencanaan Pembuatan <i>Pinion gear</i>	37
2.4.4 Pengadaan Material	42
2.4.5 Proses Pembuatan	43
2.4.6 <i>Quality Control (QC)</i>	53
2.4.7 Estimasi Waktu	53
2.4.8 Estimasi Biaya	55
2.4.9 Kendala dan Solusi	58
BAB III PENUTUPAN	59
3.1 Kesimpulan.....	59
3.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	
LAMPIRAN A.....	
LAMPIRAN B.....	
LAMPIRAN C.....	
LAMPIRAN D.....	
LAMPIRAN E	
LAMPIRAN F.....	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II . 1 . 1 Contoh dari <i>3D Concrete Printing</i> ; a) <i>extrusion concrete printing</i> , b) <i>shotcrete 3D printing</i> [3].....	4
Gambar II . 1 . 2 Slider sumbu X mesin <i>3D Concrete Printing</i>	5
Gambar II . 1 . 3 <i>Rack</i> dan <i>Pinion gear</i> pada sumbu X mesin <i>3D Concrete Printing</i>	6
Gambar II . 1 . 4 Sistem pengarah pada slider mesin <i>3D Concrete Printing</i>	6
Gambar II . 1 . 5 Struktur yang digerakkan sumbu X mesin <i>3D Concrete Printing</i>	7
Gambar II . 1 . 6 Prinsip kerja sistem penggerak mesin <i>3D Concrete Printing</i>	7
Gambar II . 1 . 7 Ilustrasi prinsip kerja sistem penggerak sumbu X mesin <i>3D Concrete Printing</i>	8
Gambar II . 1 . 8 <i>Rack</i> dan <i>pinion gear</i>	10
Gambar II . 1 . 9 Prinsip kerja <i>rack</i> dan <i>pinoin gear</i>	11
Gambar II . 1 . 10 Ilustrasi <i>rolling circle</i>	11
Gambar II . 1 . 11 Profil gigi <i>cycloidal</i>	12
Gambar II . 1 . 12 Ilustrasi profil gigi <i>involute</i>	13
Gambar II . 1 . 13 Roda gigi heliks.....	14
Gambar II . 1 . 14 gaya pada roda gigi heliks	15
Gambar II . 1 . 15 Ilustrasi gaya gesek yang terjadi pada sistem pengarah.....	17
Gambar II . 1 . 16 Geometri roda gigi heliks	18
Gambar II . 1 . 17 Mesin bubut.....	24
Gambar II . 1 . 18 Ilustrasi parameter penggunaan mesin bubut.....	24
Gambar II . 1 . 19 Mesin frais.....	26
Gambar II . 1 . 20 Ilustrasi parameter penggunaan mesin frais	27
Gambar II . 1 . 21 Mesin <i>wire cut</i> EDM	28
Gambar II . 1 . 22 <i>Flame hardening</i> pada gear	29
Gambar II . 2 . 1 Diagram alir.....	32
Gambar II . 4 . 1 Sistem penggerak sumbu X mesin <i>3D Concrete Printing</i>	35

DAFTAR TABEL

Tabel II . 1 . 1 Tabel perbandingan komponen transmisi	9
Tabel II . 1 . 2 Tabel Perbandingan profil cycloidal dan involute	13
Tabel II . 1 . 3 Tabel gaya yang terjadi pada gear heliks	18
Tabel II . 1 . 4 Tabel perhitungan geometri heliks	21
Tabel II . 1 . 5 Tabel perhitungan aplikasi pada rangkaian roda gigi	21
Tabel II . 3 . 1 Tabel tahapan kegiatan	33
Tabel II . 4 . 1 Tabel data <i>rack gear</i>	35
Tabel II . 4 . 2 Validasi data <i>rack gear</i>	36
Tabel II . 4 . 3 Tabel data berat sistem penggerak sumbu X	37
Tabel II . 4 . 4 Tabel data motor servo yang digunakan	37
Tabel II . 4 . 5 Tabel perhitungan gaya pada <i>pinion gear</i>	37
Tabel II . 4 . 6 Tabel perhitungan geometri <i>pinion gear</i>	40
Tabel II . 4 . 7 Tabel data perbandingan jumlah gigi	41
Tabel II . 4 . 8 Tabel material pembuatan <i>pinion gear</i>	43
Tabel II . 4 . 9 Tabel proses pembuatan <i>pinion gear</i>	43
Tabel II . 4 . 10 Tabel proses pembuatan bakalan <i>pinion gear</i>	44
Tabel II . 4 . 11 Tabel proses pembuatan profil gigi <i>pinion gear</i>	46
Tabel II . 4 . 12 Tabel proses pembuatan alur pasak <i>pinion gear</i>	49
Tabel II . 4 . 13 Tabel proses <i>flame hardening pinion gear</i>	52
Tabel II . 4 . 14 Tabel estimasi waktu proses permesinan <i>pinion gear</i>	54
Tabel II . 4 . 15 Tabel estimasi total waktu permesinan <i>pinion gear</i>	54
Tabel II . 4 . 16 Tabel estimasi total waktu <i>heat treatment pinion gear</i>	55
Tabel II . 4 . 17 Tabel estimasi total waktu pembuatan <i>pinion gear</i>	55
Tabel II . 4 . 18 Tabel estimasi biaya material <i>pinion gear</i>	56

Tabel II . 4 . 19 Tabel estimasi biaya total pembuatan <i>pinoin gear</i>	57
Tabel II . 4 . 20 Tabel kendala dan solusi.....	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	= Gambar Kerja
Lampiran B	= <i>Operation Plan</i>
Lampiran C	= <i>Quality Control</i>
Lampiran D	= Estimasi Waktu & Biaya
Lampiran E	= Data Perhitungan
Lampiran F	= Data Pendukung
Lampiran G	= Dokumentasi

DAFTAR ISTILAH

3DCP	= <i>3 Dimension Concrete Printing</i>
AM	= <i>Additive Manufacturing</i>
OP	= <i>Operational Plan</i>
QC	= <i>Quality Control</i>
QA	= <i>Quality Assembly</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Additive manufacturing (AM) merupakan teknologi manufaktur yang berkembang pesat dengan prinsip penambahan material secara berlapis untuk membentuk produk akhir. Dalam industri konstruksi, AM memungkinkan pembuatan struktur bangunan dengan desain kompleks secara efisien dan ramah lingkungan. Teknologi ini tidak hanya mempercepat proses produksi tetapi juga mengurangi limbah material secara signifikan, sehingga mendukung pembangunan berkelanjutan. Teknologi 3D printing dalam konstruksi bertujuan mendorong pengembangan metode baru yang memungkinkan produksi habitat secara aditif dengan presisi tinggi dan efisiensi sumber daya [1]. Selain itu, AM memberikan kebebasan desain yang lebih besar, memungkinkan penciptaan bentuk geometris yang sulit dicapai dengan metode konvensional, serta meningkatkan fleksibilitas dan kecepatan produksi[2].

Teknologi 3D Concrete Printing (3DCP) merupakan penerapan prinsip additive manufacturing dalam bidang konstruksi, di mana beton digunakan sebagai bahan utama dalam proses pencetakan struktur secara berlapis-lapis. Teknologi ini memungkinkan pembangunan elemen arsitektural dan struktural seperti bangunan secara utuh tanpa memerlukan cetakan konvensional (formwork), sehingga mengurangi limbah material dan mempercepat waktu konstruksi. Proses pencetakan dikendalikan secara otomatis melalui sistem komputerisasi yang menggerakkan ekstruder nozzle untuk mendepositkan beton sesuai desain tiga dimensi secara presisi[1]. Keunggulan 3DCP meliputi pengurangan tenaga kerja, waktu pengerjaan yang lebih singkat, serta peningkatan akurasi desain. Namun, agar mesin 3DCP dapat berfungsi optimal, diperlukan sistem mekanik dan kontrol yang akurat, terutama pada bagian sistem pergerakan (motion system) di sepanjang sumbu X, Y, dan Z. Salah satu sistem gerak yang umum digunakan dalam sumbu X adalah sistem rack and pinion, yang menawarkan perpindahan linier yang stabil dan mampu menangani beban berat selama proses pencetakan.

Dalam mekanisme *rack and pinion*, *pinion gear* memegang peran penting sebagai penggerak utama yang mengubah gerakan rotasi motor menjadi gerakan linear melalui interaksi dengan *rack*. Desain dan performa *pinion gear* sangat menentukan efisiensi dan ketepatan gerakan sistem slider pada sumbu X. Oleh karena itu, pemilihan *pinion gear*

harus mempertimbangkan aspek teknis seperti modul gear, jumlah gigi, material, serta toleransi geometris agar sesuai dengan *rack* dan sistem transmisi secara keseluruhan. Pada mesin 3D Concrete Printing (3DCP), yang membutuhkan tingkat presisi tinggi dan durasi kerja lama, ketahanan dan presisi *pinion gear* menjadi sangat krusial. Karakteristik mesin 3DCP merupakan mesin yang membutuhkan tingkat presisi tinggi dan durasi kerja yang lama, ketahanan dan presisi gear menjadi sangat krusial.

Berdasarkan uraian tersebut, maka peran sistem transmisi, khususnya pada sumbu X, sangat penting dalam menjamin keakuratan dan kelancaran proses pencetakan pada mesin 3D Concrete Printing. *Pinion gear* sebagai komponen utama dalam mekanisme rack and pinion bertanggung jawab langsung dalam mengubah energi rotasi dari motor menjadi gerakan linear pada slider sumbu X. Oleh karena itu, dibutuhkan *pinion gear* yang tepat, baik dari segi dimensi, material, maupun metode pembuatannya agar dapat memenuhi kebutuhan teknis dari mesin 3DCP yang presisi dan tahan lama. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis melaksanakan proyek akhir dengan judul “ **Pembuatan *Pinion gear* Sebagai Komponen Transmisi Pada Sistem Penggerak Sumbu X Mesin 3D Concrete Printing (3DCP)**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka penulis dapat menuliskan beberapa rumusan masalah, sebagai berikut:

1. Bagaimana proses perencanaan pembuatan *pinion gear* sebagai komponen transmisi pada sistem penggerak sumbu X mesin *3D concrete printing*?
2. Bagaimana proses pembuatan dari *pinion gear* sebagai komponen transmisi pada sistem penggerak sumbu X mesin *3D concrete printing*?
3. Bagaimana estimasi waktu dan biaya pembuatan *pinion gear* sebagai komponen transmisi pada sistem penggerak sumbu X mesin *3D concrete printing*?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari karya tulis ilmiah ini sebagai berikut:

1. Memperoleh hasil dari proses perencanaan pembuatan *pinion gear* sebagai komponen transmisi pada sistem penggerak sumbu X mesin *3D concrete printing*.
2. Memperoleh hasil dari proses pembuatan *pinion gear* sebagai komponen transmisi pada sistem penggerak sumbu X mesin *3D concrete printing*.

3. Memperoleh hasil hitungan estimasi waktu dan biaya pembuatan *pinion gear* sebagai komponen transmisi pada sistem penggerak sumbu X mesin *3D concrete printing*.

1.4 Ruang Lingkup

Berikut poin-poin dari ruang lingkup kajian:

1. Perencanaan pembuatan *pinion gear* sebagai komponen transmisi pada sistem penggerak sumbu X mesin *3D concrete printing*.
2. Pembuatan *pinion gear* sebagai komponen transmisi pada sistem penggerak sumbu X mesin *3D concrete printing*.
3. Perhitungan estimasi biaya dan waktu pembuatan *pinion gear* sebagai komponen transmisi pada sistem penggerak sumbu X 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 mengenai kesimpulan dari bab-bab yang sudah dibahas serta saran-saran yang dirasa penting untuk pengembangan lebih lanjut proyek akhir ini.