

PEMBUATAN *COUNTERWEIGHT*
MENGGUNAKAN MATERIAL BETON PADA
MESIN *3D CONCRETE PRINTING (3DCP)*

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
Menyelesaikan pendidikan diploma III

Oleh

Reggy Widi Gumilar

222313017



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Proyek Akhir yang Berjudul :

PEMBUATAN *COUNTERWEIGHT* MENGGUNAKAN MATERIAL BETON PADA MESIN *3D CONCRETE PRINTING* (*3DCP*)

Oleh :

Reggy Widi Gumilar

222313017

Program Studi Teknologi Manufaktur

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 17 Juli 2025

Disetujui,

Pembimbing 1,



Moch. Sadiyo, S.T.T.
NIP. 197301032003121001

Pembimbing 2,



Okta Pianti Rahayu, S.Tr.T., M.Sc
NIP. 199510152025062012

Disahkan,

Ketua Penguji

Antonius Adi Soetopo, SST., MT.

NIP. 19650610200312001

Penguji 1

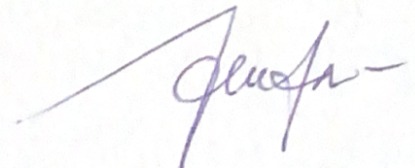
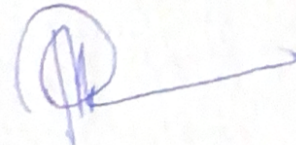
Pandoe, S.T., M.T.

NIP. 196903031995121002

Penguji 2

Mohamad Fauzi, S.T., M.T.

NIP. 196206261988031003



ABSTRAK

Perkembangan teknologi di bidang manufaktur dan konstruksi mendorong cara kerja yang lebih cepat dan mudah melalui penggunaan mesin *3D Concrete Printing (3DCP)*. Dalam pengoperasiannya, mesin *3DCP* memerlukan kestabilan struktur, terutama saat bagian lengan atau kepala pencetak bergerak. Salah satu komponen penting yang membantu menjaga kestabilan ini adalah *Counterweight* (pemberat). Penelitian ini bertujuan untuk membuat *Counterweight* dari material beton sebagai solusi yang lebih hemat biaya dan mudah dibuat. Beton dipilih karena memiliki berat jenis sebesar 2.400kg/m^3 , bahan bakunya mudah ditemukan, dan ongkos pembuatannya rendah. *Counterweight* dibuat dalam bentuk balok berukuran $250 \times 250 \times 140$ mm dengan berat total 230 kg, yang dibagi menjadi dua bagian dan dipasang di sisi kiri dan kanan rangka mesin. Proses pembuatannya mencakup pembuatan cetakan, penghitungan kebutuhan berat, serta pencampuran bahan seperti semen, pasir, kerikil, air, dan bahan tambahan lainnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa berat *Counterweight* yang dihasilkan sudah sesuai dengan kebutuhan sistem, bisa diangkat, dan mampu bekerja dengan seimbang tanpa mengganggu gerakan maupun kinerja mesin. Dengan menggunakan beton, biaya dapat ditekan tanpa mengurangi fungsi utama *Counterweight*. Kajian ini menunjukkan bahwa beton dapat menjadi pilihan yang tepat dan mudah digunakan dalam sistem penyeimbang pada teknologi *3DCP*.

Kata kunci: *Counterweight*, Beton, *3D Concrete Printing*, Sistem keseimbangan

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan nikmat iman dan nikmat islam sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah berjudul **“PEMBUATAN *COUNTERWEIGHT* MENGGUNAKAN MATERIAL BETON PADA MESIN *3D CONCRETE PRINTING (3DCP)*”**

Karya tulis ini penulis susun sebagai syarat kelulusan Pendidikan Program Diploma III di Politeknik Manufaktur Bandung. Tema dan judul karya tulis ini penulis dapat Ketika menyelesaikan program D- III di Politeknik Manufaktur Bandung.

Berkat bimbingan, bantuan dan dorongan semua pihak, penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini. Maka dari itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Allah SWT karena dengan karunianya penulis diberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan proyek akhir ini ;
2. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan, semangat dan do'a untuk kelancaran penulis dalam menyelesaikan proyek akhir ini ;
3. Bapak Dr. Heri Setiawan, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknologi Manufaktur sekaligus pemegang Proyek *3DCP* yang telah membantu serta memberikan ilmu dan nasihat selama pengerjaan Proyek Akhir ;
4. Bapak Moch. Sadiyo, S.T.T. selaku dosen pembimbing 1 proyek akhir yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis hingga terwujudnya karya tulis proyek akhir ini ;
5. Ibu Okta Pianti Rahayu, S.Tr.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing 2 proyek akhir yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis hingga terwujudnya karya tulis proyek akhir ini ;
6. Rekan MEC 39 yang telah memberikan bantuan baik kritik, saran, maupun pendapat;
7. Rekan-rekan kelompok *3DCP* yang telah bekerja sama menyelesaikan Proyek Akhir ;
8. Rekan-rekan mahasiswa jurusan Teknik Manufaktur;
9. Serta seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

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

Penulis menyadari bahwa Karya Tulis Ilmiah ini belum sempurna. Penulis mohon maaf apabila terdapat kekurangan dan kekeliruan dalam Karya Tulis Ilmiah ini mulai dari segi materi

maupun sistematika penulisan. Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca, dalam upaya memperbaiki kekurangan dan kekeliruan yang ada.

Semoga Karya Tulis Ilmiah ini bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca. Akhir kata, semoga Allah SWT membalas segala kebaikan terhadap semua pihak terkait yang telah membantu dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini dan terima kasih.

Bandung, 17 Juni 2025

Reggy Widi Gumilar

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR DIAGRAM	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II LAPORAN TEKNIK.....	4
2.1 Landasan Teori.....	4
2.1.1 <i>Counterweight</i>	4
2.1.2 Material.....	6
2.1.3 Proses Fabrikasi.....	10
2.1.4 Proses Permesinan	15
2.1.5 Proses Pengecoran	24
2.1.6 <i>Assembly</i>	26
2.1.7 <i>Quality Control</i>	27
2.1.8 Operation Plan	27
2.1.9 Estimasi Waktu	28
2.1.10 Estimasi Biaya	29
2.2 Metodologi Penyelesaian.....	31

2.3	Tahapan Kegiatan	32
2.4	Hasil.....	34
2.4.1	Perencanaan Pembuatan <i>Counterweight</i>	34
2.4.2	Perancangan <i>Counterweight</i>	40
2.4.3	Pengadaan material.....	41
2.4.4	Proses Pembuatan	42
2.4.5	Assembly	55
2.4.6	Estimasi Waktu Proses.....	57
2.4.7	Estimasi Biaya Proses.....	58
2.4.8	Trial.....	59
BAB III PENUTUP		
3.1	Kesimpulan.....	
3.2	Saran	
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN A.....		
LAMPIRAN B.....		
LAMPIRAN C.....		
LAMPIRAN D		
LAMPIRAN E		

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Counterweight.....	4
Gambar II.2 Assembly Counterweight	5
Gambar II.3 Volume Counterweight Load	5
Gambar II.4 Material beton	7
Gambar II.5 Semen.....	7
Gambar II.6 Pasir.....	8
Gambar II.7 Kerikil	9
Gambar II.8 Air.....	9
Gambar II.9 Cairan pengeras beton.....	10
Gambar II.10 Ilustrasi pengelasan SMAW	11
Gambar II.11 Benda kerja pengelasan Cross.....	12
Gambar II.12 Gerinda tangan[12].....	16
Gambar II.13 Kecepatan pemotongan gerinda tangan	16
Gambar II.14 Cetakan Counterweight.....	17
Gambar II.15 Gas cutting Machine	18
Gambar II.16 Proses pemotongan menggunakan Gas cutting.....	18
Gambar II.17 Landasan Counterweight.....	19
Gambar II.18 Mesin Bubut.....	20
Gambar II.19 Prinsip kerja proses bubut	21
Gambar II.20 Jenis jenis proses bubut.....	21
Gambar II.21 Ilustrasi proses pengeboran	22
Gambar II.22 Counterweight poros	23
Gambar II.23 Proses pengecoran.....	24
Gambar II.24 Counterweight load	24
Gambar II.25 Proses pencampuran material.....	25
Gambar II.26 Proses penuangan ke dalam cetakan	26
Gambar II.27 Kontruksi mesin 3DCP	34
Gambar II.28 Eyebolt M12 x 1,75.....	35
Gambar II.29 Counterweight.....	40
Gambar II.30 Kontruksi Counterweight.....	40

Gambar II.31 Cetakan Counterweight.....	41
Gambar II.32 a) total beban Counterweight load b) total beban poros penyangga c)	
Total beban keseluruhan assembly	60
Gambar II.33 Pengangkatan Counterweight	60

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Spesifikasi yang digunakan.....	11
Tabel II.2 Keterangan pengelasan poros.....	14
Tabel II.3 Keterangan pengelasan Cross	15
Tabel II.4 Api gas cutting	18
Tabel II.5 Komposisi perbandingan material beton.....	25
Tabel II.6 Berat material beton	26
Tabel II.7 Tahapan kegiatan.....	32
Tabel II.8 Perhitungan kontruksi 3DCP	34
Tabel II.9 Keterangan perencanaan baut	36
Tabel II.10 Beban yang terangkat.....	37
Tabel II.11 Komponen pada Counterweight.....	41
Tabel II.12 Material yang diorder.....	41
Tabel II.13 Material yang dibeli	41
Tabel II.14 Proses pembuatan cetakan	42
Tabel II.15 Proses pembauatan counterweight load	44
Tabel II.16 Proses pembuatan poros penyangga counterwight	48
Tabel II.17 Penjelasan perakitan.....	56

DAFTAR DIAGRAM

Diagram II.2 Diagram alir.....	31
Diagram II.3 Diagram perakitan.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A (GAMBAR KERJA)

LAMPIRAN B (*OPERATION PLAN*)

LAMPIRAN C (ESTIMASI WAKTU & BIAYA)

LAMPIRAN D (TOTAL ESTIMASI WAKTU & BIAYA)

LAMPIRAN E (SUMBER PENDUKUNG)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi manufaktur berkembang dengan pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan cara kerja yang lebih cepat dan penggunaan tenaga manusia yang lebih sedikit dalam berbagai sektor industri. Salah satu inovasi paling signifikan dalam bidang konstruksi adalah *3D Concrete Printing (3DCP)*, yaitu teknologi yang memungkinkan pencetakan struktur bangunan secara otomatis menggunakan material beton. Teknologi ini membawa perubahan besar terhadap metode konstruksi konvensional dengan menawarkan kecepatan, presisi, efisiensi penggunaan material, serta pengurangan limbah. Namun, seiring dengan kemajuan tersebut, muncul tantangan teknis dalam implementasinya, salah satunya adalah menjaga kestabilan dan kesetimbangan sistem mekanik selama proses pencetakan.

Ketidakseimbangan yang terjadi, terutama pada pergerakan kepala cetak di sepanjang sumbu vertikal (sumbu Z), dapat menyebabkan getaran, penurunan presisi hasil cetak, serta beban berlebih pada komponen mesin. Hal ini tidak hanya mengganggu akurasi cetakan, tetapi juga berdampak pada keausan struktur dan performa jangka panjang mesin. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan solusi yang mampu menjaga keseimbangan sistem selama proses pencetakan berlangsung.

Solusi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah pembuatan dan pemasangan *Counterweight* menggunakan material beton, yang berfungsi sebagai penyeimbang beban dinamis pada struktur Kremona sumbu Z. Beton dipilih karena memiliki densitas tinggi, ketersediaan bahan baku yang melimpah, harga yang ekonomis, serta kemudahan dalam proses pencetakan dan pembentukannya. *Counterweight* dirancang dalam bentuk balok berdimensi $250 \times 250 \times 140$ mm dan dibagi menjadi dua bagian, dengan total berat 230 kg. Kedua *Counterweight* ini dipasang secara simetris di sisi kiri dan kanan struktur Kremona sumbu Z, agar mampu menyeimbangkan gerakan vertikal kepala cetak secara pasif.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *Counterweight* yang dibuat mampu mencapai berat sesuai kebutuhan dan bekerja secara seimbang, tanpa mengganggu performa pergerakan mesin. Dengan penggunaan beton sebagai material utama, sistem *Counterweight* ini tidak hanya efektif dalam menjaga kestabilan, tetapi juga meningkatkan efisiensi biaya produksi. Penelitian

ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan sistem penyeimbang berbasis material beton pada teknologi *3D Concrete Printing (3DCP)*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian ini bertujuan untuk menjawab beberapa pertanyaan berikut:

1. Bagaimana prinsip kerja *Counterweight* dengan menggunakan material beton pada mesin *3DCP* ?
2. Bagaimana proses pembuatan *Counterweight* dengan menggunakan material beton?
3. Berapa estimasi waktu proses dan biaya dalam pembuatan *Counterweight* dengan menggunakan material beton?

1.3 Tujuan

Berikut tujuan dari penulisan karya tulis ini :

1. Mengetahui prinsip kerja *Counterweight* yang menggunakan material beton pada mesin *3D Concrete Printing (3DCP)*, khususnya dalam fungsinya sebagai penyeimbang beban pada sistem pergerakan sumbu mesin.
2. Menjelaskan secara sistematis proses pembuatan *Counterweight* dengan material beton, mulai dari tahap perancangan, persiapan cetakan, pencampuran material, hingga tahap pencetakan dan pengeringan..
3. Mengetahui estimasi waktu dan biaya proses pembuatan *Counterweight* dengan menggunakan material beton pada mesin *3DCP*.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup kajian merupakan Batasan dalam sebuah kajian. Pada laporan teknik ini, berikut merupakan beberapa poin dari ruang lingkup kajian tersebut :

1. Melibatkan analisis kebutuhan beban berdasarkan konstruksi mesin *3DCP*, perhitungan dimensi dan massa *Counterweight*, serta pemilihan material yang sesuai
2. Menjadi referensi bagi pengembang teknologi *3DCP* dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas pencetakan beton.

3. Meliputi estimasi waktu dan biaya produksi, serta pengujian untuk memastikan kestabilan dan efisiensi sistem *Counterweight* dalam mengurangi beban dinamis pada mesin *3DCP*.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembaca dalam memahami isi dari karya tulis ini, penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup, dan sistematika penulisan karya tulis ini.

BAB II LAPORAN TEKNIK

Bab ini berisi mengenai penjelasan tiap komponen, tahapan yang dilakukan dalam pembuatan *Counterweight*, dan uraian mengenai estimasi waktu dan biaya dalam proses pembuatan *Counterweight*.

BAB III PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil kajian serta saran yang perlu dipertimbangkan untuk pengembangan lebih lanjut proyek akhir ini.