

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN POLA *BALL VALVE 4100*
DENGAN MATERIAL BESI COR KELABU SESUAI STANDAR
ASTM A48/A48M-22 *CLASS 35***

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
Menyelesaikan pendidikan Diploma III

Oleh

Malika Azhar Fakhriyyah

222331032



JURUSAN TEKNIK PENGECORAN LOGAM
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
BANDUNG

2025

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN POLA *BALL VALVE 4100* DENGAN MATERIAL BESI COR KELABU SESUAI STANDAR ASTM A48/A48M-22 *CLASS 35*

Oleh

Malika Azhar Fakhriyyah

222331032

Program Studi Teknologi Pengecoran Logam
Politeknik Manufaktur Bandung

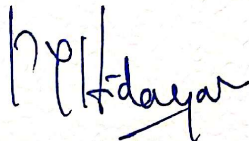
Menyetujui,

Tim Pembimbing

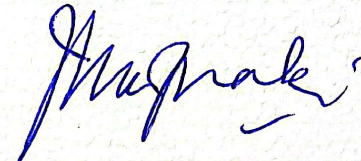
Bandung, 12 Juni 2025

Pembimbing I

Pembimbing II



Reza Yadi Hidayat, ST., MT
NIP. 196309061992011001



Muhammad Nahrowi, ST., MT
NIP. 197112151999031001

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN POLA *BALL VALVE* 4100 DENGAN MATERIAL BESI COR KELABU SESUAI STANDAR ASTM A48/A48M-22 CLASS 35

Oleh:

Malika Azhar Fakhriyyah

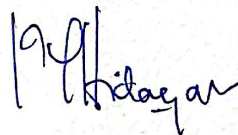
222331032

Telah diterima dan disahkan sebagai persyaratan lulus program
Diploma III Program Studi Teknik Pengecoran Logam
Politeknik Manufaktur Bandung

Menyetujui

Bandung, 21 Juli 2025

Ketua Penguji



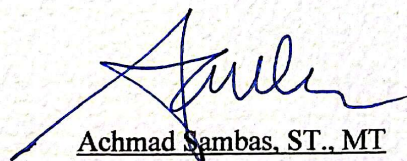
Reza Yadi Hidayat, ST., MT
NIP. 196309061992011001

Penguji 1



Dr. Dewi Idamayanti, S.Si., MT
NIP. 197901032005012003

Penguji 2



Achmad Sambas, ST., MT
NIP. 197012271995121001

ABSTRAK

Ball valve adalah komponen vital dalam sistem perpipaan, berfungsi mengontrol aliran fluida menggunakan bola berongga. Katup ini dituntut memiliki kinerja mekanis, serta ketahanan tinggi terhadap tekanan, korosi, dan suhu ekstrem, sehingga banyak diaplikasikan di industri minyak dan gas, pengolahan air, dan industri kimia.

Pada proyek akhir ini membahas prinsip kerja *ball valve*, klasifikasi berdasarkan desain dan material, serta analisis kelebihan dan kekurangannya dibandingkan jenis katup lain. Selain itu, akan dibahas penerapannya dalam berbagai kondisi kerja dan faktor-faktor yang memengaruhi performa serta umur pakainya.

Ball valve 4100 dibuat dari besi cor kelabu standar ASTM A48 Class 35 melalui proses pengecoran logam yang memerlukan pola. Perancangan pola dan kotak inti mengikuti panduan “*Standar Gambar Perancangan Tuangan dan Standar Pola Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Negeri Bandung*”. Pola yang dihasilkan adalah jenis dua belahan dengan satu inti, kemiringan 1° - $1,5^{\circ}$, tambahan pengerjaan +1,5 hingga +3,5, radius tuang R3, penyusutan padat 1%, dan mutu bahan H2.

Proses pembuatan pola dan kotak inti di bengkel pola Jurusan Pengecoran Logam Polman Bandung melibatkan 46 titik pemeriksaan dimensi. Estimasi biaya pembuatan sebesar Rp 3.191.739, sementara biaya aktual mencapai Rp 4.878.814, dengan selisih Rp 1.687.075 dengan total waktu pengerjaan 81,2 jam.

Kata Kunci: *Ball valve 4100*, ASTM A48 Class 35, Pengecoran Logam, Perancangan, Pembuatan, Pola, Kotak Inti.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta ridho-Nya juga tak lupa sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Rasulullah SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul **“Perancangan dan Pembuatan Pola *Ball Valve 4100* dengan Material Besi Cor Kelabu sesuai Standar ASTM A48/A48M-22 Class 35”** sebagai salah satu syarat menyelesaikan jenjang Pendidikan D3 Teknologi Pengecoran Logam, Jurusan Teknik Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Bandung tepat pada waktunya.

Dalam penyusunan karya tulis ini, tentu tidak terlepas dari arahan serta bimbingan berbagai pihak. Penulis mengucapkan rasa hormat dan terima kasih pada pihak-pihak yang terkait, diantaranya yaitu:

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan banyak dukungan kepada penulis baik secara moril maupun material.
2. Bapak Reza Yadi Hidayat, ST., MT., selaku Pembimbing I dan Bapak Muhammad Nahrowi, ST., MT., selaku Pembimbing II yang selalu membantu dan membimbing penulis hingga terselesaikannya Proyek Akhir ini.
3. Seluruh staff pengajar dan instruktur Jurusan Teknik Pengecoran Logam yang telah membantu dan membimbing penulis baik di teori maupun di lapangan.
4. Lodra Prabowo dan Muhammad Zhofran Abid selaku teman kelompok Proyek Akhir.
5. Keluarga Besar *Foundry Engineering* Angkatan 36 dan seluruh rekan mahasiswa Jurusan Teknik Pengecoran Logam yang tidak bosan dalam memberikan semangat, bantuan, dukungan, juga sebagai inspirator sekaligus informator bagi penulis.
6. Saudara Fharel A. Trissanova yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis selama Proyek Akhir berlangsung.

Akhir kata, besar harapan penulis apabila laporan Proyek Akhir ini menjadi suatu hal yang berguna khususnya bagi semua orang yang membaca. Penulis menerima kritik dan saran untuk membangun kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Bandung, Juni 2025

Malika Azhar Fakhriyyah

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Ruang Lingkup	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	5
LAPORAN TEKNIK	5
2.1 Metodologi Penyelesaian.....	5
2.2 Landasan Teori.....	12
2.2.1 Pengecoran Logam	12
2.2.2 Pola Pengecoran Logam	13
2.2.3 Perancangan Pola Pengecoran Logam.....	14
2.2.4 Perencanaan Pola Pengecoran Logam.....	22
2.2.5 Kotak Inti Pengecoran Logam.....	30
2.3 Hasil Kerja.....	32
<u>2.3.1</u> Identifikasi Gambar	32
<u>2.3.2</u> Perancangan Pembuatan Pola dan Kotak Inti.....	33

2.3.3	Perencanaan Pola dan Kotak Inti.....	48
2.3.4	Pembuatan Pola dan Kotak Inti	52
2.3.5	Inspeksi dimensi (<i>dimensional inspection</i>) pola dan kotak inti.....	56
2.3.6	Analisa pola dan kotak inti	57
2.3.7	Waktu pengerjaan pola dan kotak inti	62
2.3.8	Biaya Kebutuhan Pembentukan Pola dan Kotak Inti	66
BAB III.....		72
KESIMPULAN		72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN.....		74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Instalasi ball valve 4100.....	1
Gambar 1. 2 Komponen ball valve 4100	2
Gambar 2. 1 Diagram alir proyek akhir pembuatan coran ball valve 4100	6
Gambar 2. 2 Diagram alir proyek akhir pembuatan pola dan kotak inti ball valve 4100	9
Gambar 2. 3 Proses pengecoran logam	12
Gambar 2. 4 Pola pengecoran logam	13
Gambar 2. 5 Prosedur pembuatan pola kayu pada cetakan pasir	14
Gambar 2. 6 Permukaan pisah (belahan)	15
Gambar 2. 7 Kemiringan pola.....	15
Gambar 2. 8 Tambahan pengerjaan.....	16
Gambar 2. 9 (a) Penyusutan cair, (b) Penyusutan kristal, (c) Penyusutan padat	17
Gambar 2. 10 Radius tuang.....	19
Gambar 2. 11 Telapak inti mendatar bertumpu dua	20
Gambar 2. 12 Telapak inti dasar tegak.....	20
Gambar 2. 13 Telapak inti penutup	20
Gambar 2. 14 Telapak inti permukaan	21
Gambar 2. 15 Telapak inti duduk bebas	21
Gambar 2. 16 Telapak inti berhubungan	21
Gambar 2. 17 Pola asli dengan inti	22
Gambar 2. 18 Pola inti	22
Gambar 2. 19 Pola hilang.....	23
Gambar 2. 20 Pola rusuk.....	23
Gambar 2. 21 (a) Pola sablon putar, (b) Pola sablon tarik	24
Gambar 2. 22 Pola awal	24
Gambar 2. 23 (a) Kotak inti berukir, (b) Kotak inti biasa,.....	31
Gambar 2. 24 (d) Kotak inti lengkung,	31
Gambar 2. 25 3D model ball valve 4100	33
Gambar 2. 26 Drawing machining ball valve 4100	33
Gambar 2. 27 Gambar perancangan pola ball valve 4100	35
Gambar 2. 28 Opsi 1 belahan pola ball valve 4100	36

Gambar 2. 29 Opsi 2 belahan pola ball valve 4100	37
Gambar 2. 30 Telapak inti tegak	44
Gambar 2. 31 Telapak inti tidur	46
Gambar 2. 32 Sambungan kayu ball valve 4100	47
Gambar 2. 33 Bagian-bagian pola ball valve 4100	52
Gambar 2. 34 Pola ball valve 4100	53
Gambar 2. 35 Bagian-bagian inti awal ball valve 4100	53
Gambar 2. 36 (a) Inti awal belahan atas, (b) Inti awal belahan bawah	54
Gambar 2. 37 Proses pengecoran resin	55
Gambar 2. 38 Hasil pengecoran resin	56
Gambar 2. 39 Dokumentasi pemeriksaan pola ball valve 4100.....	56
Gambar 2. 40 Analisa ke-1 pola ball valve 4100	57
Gambar 2. 41 Analisa ke-2 pola ball valve 4100	58
Gambar 2. 42 Analisa ke-3 pola ball valve 4100	59
Gambar 2. 43 Analisa kotak inti ball valve 4100	59
Gambar 2. 44 Lubang flange hasil coran ball valve 4100	60
Gambar 2. 45 Missmatch pada hasil coran ball valve 4100.....	61
Gambar 2. 46 Pena penepat pola.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Proses dan penjelasan pembuatan coran ball valve 4100	6
Tabel 2. 2 Proses dan penjelasan pembuatan pola dan kotak inti ball valve 4100.....	10
Tabel 2. 3 Penyusutan berbagai jenis material.....	18
Tabel 2. 4 Pedoman warna gambar perancangan pola.....	34
Tabel 2. 5 Matriks opsi belahan ball valve 4100	38
Tabel 2. 6 Tambahan pengerjaan	39
Tabel 2. 7 Tambahan pengerjaan lubang.....	40
Tabel 2. 8 Kemiringan	41
Tabel 2. 9 Penyusutan material.....	42
Tabel 2. 10 Kelas mutu untuk pembuatan pola.....	43
Tabel 2. 11 Toleransi pola	44
Tabel 2. 12 Standar pengukuran telapak inti tegak.....	45
Tabel 2. 13 Standar ukuran telapak inti mendatar	46
Tabel 2. 14 Kelas mutu bahan pola dan kotak inti.....	49
Tabel 2. 15 Kebutuhan bahan dan pola kotak inti.....	50
Tabel 2. 16 Jumlah kebutuhan multiplek untuk pembuatan pola dan kotak inti.....	50
Tabel 2. 17 Jumlah kebutuhan mahoni untuk pembuatan pola dan kotak inti	51
Tabel 2. 18 Kebutuhan bahan penunjang pola.....	51
Tabel 2. 19 Waktu perencanaan pembuatan pola ball valve 4100	63
Tabel 2. 20 Waktu perencanaan pembuatan inti awal ball valve 4100	64
Tabel 2. 21 Waktu perencanaan pembuatan kotak inti ball valve 4100.....	64
Tabel 2. 22 Waktu sebenarnya pembuatan inti awal ball valve 4100	65
Tabel 2. 23 Waktu sebenarnya pembuatan pola ball valve 4100	65
Tabel 2. 24 Waktu sebenarnya pembuatan kotak inti <i>ball valve 4100</i>	66
Tabel 2. 25 Perbedaan waktu perencanaan dan waktu sebenarnya ball valve 4100	66
Tabel 2. 26 Biaya estimasi bahan pembuatan pola dan kotak inti <i>ball valve 4100</i>	67
Tabel 2. 27 Biaya estimasi penggunaan mesin	68
Tabel 2. 28 Biaya estimasi upah tenaga kerja.....	68
Tabel 2. 29 Total biaya estimasi pembuatan pola dan kotak inti ball valve 4100.....	68
Tabel 2. 30 Biaya aktual kebutuhan bahan	69
Tabel 2. 31 Biaya aktual penggunaan mesin.....	70
Tabel 2. 32 Biaya aktual upah tenaga kerja	70
Tabel 2. 33 Total biaya aktual pembuatan pola dan kotak inti ball valve 4100	70

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1:** Gambar Teknik Pemesinan *Ball Valve 4100*
- LAMPIRAN 2:** Gambar Perancangan Pola Dan Kotak Inti *Ball Valve 4100*
- LAMPIRAN 3:** Gambar Teknik Inti Awal *Ball Valve 4100*
- LAMPIRAN 4:** Gambar Teknik Kotak Inti *Ball Valve 4100*
- LAMPIRAN 5:** Operational Plan Pola *Ball Valve 4100*
- LAMPIRAN 6:** Operational Plan Inti Awal *Ball Valve 4100*
- LAMPIRAN 7:** Operational Plan Kotak Inti *Ball Valve 4100*
- LAMPIRAN 8:** Inspeksi Dimensi Pola *Ball Valve 4100*
- LAMPIRAN 9:** Inspeksi Dimensi Inti Awal *Ball Valve 4100*
- LAMPIRAN 10:** Perhitungan Estimasi Dan Biaya Tarif Mesin Pola Dan Kotak Inti *Ball Valve 4100*
- LAMPIRAN 11:** Perhitungan Aktual Dan Biaya Tarif Mesin Pola Dan Kotak Inti *Ball Valve 4100*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai salah satu penopang utama pertumbuhan ekonomi dan kemajuan infrastruktur modern, industri manufaktur memainkan peran krusial dalam menghasilkan beragam produk esensial, termasuk untuk sektor pertanian yang membutuhkan sistem perpipaan kokoh untuk pengelolaan air dan distribusi pupuk cair. Dalam jaringan perpipaan, *ball valve* atau katup bola adalah komponen kunci yang mengatur aliran fluida. Desainnya yang sederhana namun efektif, kemampuan menutup aliran penuh, dan pengoperasian cepat menjadikannya ideal untuk berbagai sistem industri.



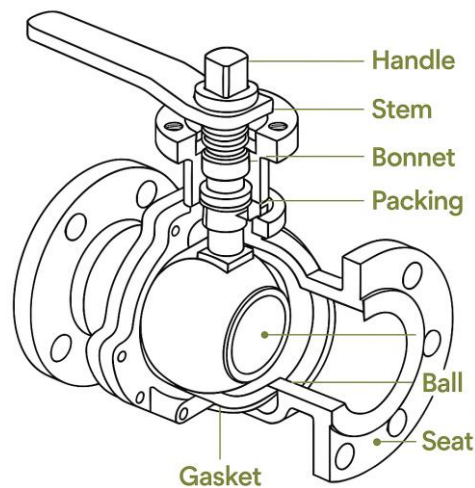
Gambar 1. 1 Instalasi *ball valve 4100*

Proyek akhir ini dibuat berfokus pada *ball valve 4100*, yang berarti katup berukuran 4 inci dengan "100" sebagai nomor produksi dari perusahaan terkait. *Ball valve 4100* dituntut untuk tahan terhadap getaran, tekanan tinggi, korosi, dan erosi akibat aliran fluida berkecepatan tinggi, di mana getaran dan erosi menjadi penyebab utama penurunan umur pakai¹. Katup ini akan diaplikasikan pada sistem pengelolaan air dan distribusi pupuk cair di sektor pertanian. Oleh karena itu, katup harus optimal untuk mengalirkan air bersih dan larutan pupuk cair, mempertimbangkan tekanan, laju aliran, serta sifat korosif pupuk.

Produk ini terdiri dari beberapa komponen utama seperti *body* (badan katup), *ball* (bola), *seat* (tempat dudukan bola), *stem* (batang penggerak), dan *handle* (tuas penggerak). Setiap komponen harus dirancang untuk tahan terhadap keausan, tekanan, dan temperatur tinggi. Oleh karena itu, pemilihan material menjadi hal yang sangat penting dalam

¹ Totten, G. E. (2003). *Handbook of Mechanical Alloy Design*. CRC Press.

menjamin performa dan umur pakai *ball valve*. Keunggulan utama dari *ball valve* adalah memiliki desain yang sederhana namun efektif, kemampuan untuk menutup aliran secara penuh, serta pengoperasian yang cepat hanya dengan memutar tuas 90° yang menjadikannya ideal untuk digunakan pada berbagai mesin dan sistem dalam perusahaan manufaktur yang membutuhkan kontrol aliran cepat dan minim kebocoran².



Gambar 1. 2 Komponen *ball valve* 4100³

Metode pengecoran logam dipilih sebagai proses pembuatan karena mampu menghasilkan bentuk akhir yang mendekati desain awal dengan efisiensi tinggi. Proses dimulai dengan perancangan pola (*pattern*), pembuatan cetakan pasir (*sand mold*), peleburan logam, dan dilanjutkan dengan penuangan logam cair ke dalam cetakan. Setelah logam membeku dan didinginkan, komponen dikeluarkan dari cetakan, dibersihkan, dan dilakukan proses pemesinan untuk mendapatkan dimensi akhir yang presisi. Proses ini memungkinkan pembentukan komponen dengan bentuk kompleks dalam satu kali cetakan, meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi limbah bahan baku⁴.

Dalam proses pembuatannya, terutama dalam proses pengecoran logam, pembuatan pola merupakan tahapan yang krusial untuk dapat menentukan kualitas produk akhir. Namun, tahapan pembuatan pola juga tak luput dari berbagai kendala yang menuntut ketelitian dan pemahaman mendalam. Salah satu tantangan utamanya adalah penentuan

² Paul, P.E.S. et al. (2015). "Design and Analysis of Industrial Ball Valve using Computational Fluid Dynamics," *International Journal of Recent Trends in Mechanical Engineering*.

³ Enginering Building (2011), *Valve untuk kebutuhan Instalasi Pipa*.

⁴ Heine, R. W., Loper, C. R., & Rosenthal, P. C. (1976). *Principles of Metal Casting* (2nd ed.). McGraw-Hill.

nilai penyusutan material yang tepat. Karena setiap jenis logam akan menyusut saat mendingin, maka dari itu ukuran pola harus dibuat sedikit lebih besar agar produk yang dihasilkan memiliki dimensi yang akurat.

Untuk menciptakan rongga internal pada pola, perancangan dudukan inti yang stabil sangat penting agar inti tidak bergeser selama penuangan dan menyebabkan cacat. Kualitas permukaan pola juga menjadi hal penting yang harus diperhatikan, karena jika permukaan pola kasar akan tercetak pada hasil akhir produk. Selain itu, dimensi dan material pola harus diperhatikan, karena bahan seperti kayu dapat menyusut atau melengkung akibat perubahan kelembaban, sementara pola logam harus stabil secara termal.

Aspek biaya dan waktu pembuatan pola serta keausan dan umur pola juga menjadi kendala signifikan, menuntut optimasi dalam desain dan pemilihan material pola agar efisien dan tahan lama untuk produksi massal. Mengatasi kendala-kendala ini adalah kunci untuk memastikan keberhasilan proses pengecoran dan kualitas produk yang optimal.

Komponen *ball valve 4100* diproduksi menggunakan material besi cor kelabu (*gray cast iron*) yang mengacu pada standar ASTM A48 Class 35⁵.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang diidentifikasi maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembuatan gambar teknik *ball valve 4100*?
2. Bagaimana proses perancangan dan perencanaan pola dan kotak inti *ball valve 4100*?
3. Bagaimana proses pembuatan pola dan kotak inti *ball valve 4100*?
4. Bagaimana menghitung biaya proses produksi pembuatan pola dan kotak inti *ball valve 4100*?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari pembuatan proyek akhir ini adalah:

1. Melakukan pembuatan gambar ulang *ball valve 4100*.
2. Menghasilkan rancangan dan perencanaan pola dan kotak inti *ball valve 4100*.
3. Menghasilkan produk pola dan kotak inti *ball valve 4100*.

⁵ ASTM International. (2019). *ASTM A48 / A48M – Standard Specification for Gray Iron Castings*. ASTM International.

4. Mendapatkan biaya produksi pembuatan pola dan kotak inti *ball valve 4100* sesuai perancangan dan perencanaan yang dibuat.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup kegiatan yang akan dibahas dalam karya tulis ilmiah ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat gambar ulang *ball valve 4100* sesuai dengan standar DIN 1511.
2. Merancang dan merencanakan proses pembuatan pola dan kotak inti *ball valve 4100* dengan merujuk pada Panduan Perancangan Pola POLMAN Bandung.
3. Membuat dan menghasilkan pola dan kotak inti *ball valve 4100*.
4. Perhitungan biaya proses pembuatan pola dan kotak inti *ball valve 4100*.

1.5 Sistematika Penulisan

Berikut ini merupakan sistematika pembuatan proyek akhir, diantaranya:

1. BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, tema, judul, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup, dan sistematika penulisan karya tulis / laporan.

2. BAB II: LAPORAN TEKNIK

Bab ini berisi laporan kerja dalam bentuk penjelasan teori, data hasil kerja, dan analisa hasil kerja.

3. BAB III: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil kerja yang dilakukan dan saran untuk perbaikan di waktu yang akan datang.

4. LAMPIRAN:

Berisi seluruh dokumen yang mendukung pelaksanaan pembuatan coran *ball valve 4100*.