



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PERANCANGAN MOLDING INVESTMENT CASTING IMPELLER POMPA BB3 3-STAGE

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:

Arif Dermawan

NIM. 2002311004

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI, 2023



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PERANCANGAN MOLDING INVESTMENT CASTING IMPELLER POMPA BB3 3-STAGE

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Oleh:

Arif Dermawan

NIM. 2002311004

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JUNI, 2023



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN MOLDING INVESTMENT
CASTING IMPELLER POMPA BB3 3-STAGE**

Oleh:

Arif Dermawan

NIM. 2002311004

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing

Prof. Dr. Drs. Agus Edy Pramono, S.T., M.Si.
NIP. 19590906 198603 1 002

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T.
NIP. 196306191990031002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN MOLDING INVESTMENT
CASTING IMPELLER POMPA BB3 3-STAGE**

Oleh:

Arif Dermawan

NIM. 2002311004

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 1 Agustus 2023 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program studi D3 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Prof. Dr. Drs. Agus Edy Pramono, S.T., M.Si. NIP. 19590906 198603 1 002	Ketua		1 Agustus 2023
2.	Drs. Nugroho Eko Setijogiarto, Dipl.ling., M.T NIP. 19651213992031101	Anggota		1 Agustus 2023
3.	Drs. Darius Yuhans, ST, MT. NIP. 1960022719986031003	Anggota		1 Agustus 2023

Depok, 1 Agustus 2023

Disahkan oleh:

Dewan Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin. S.T., M.T., IWE
NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arif Dermawan
NIM : 2002311004
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 1 Agustus 2023

Matrai 10.000



Arif Dermawan

NIM. 2002311004



PERANCANGAN MOLDING INVESTMENT CASTING IMPELLER POMPA BB3 3-STAGE

Arif Dermawan¹⁾, Agus Edy Pramono²⁾

Program Studi Diploma-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik
Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: arifrikari@gmail.com

ABSTRAK

Perancangan ini fokus pada fabrikasi perbaikan *impeller closed pump* BB3 dengan mengikuti standar API 610. Standar tersebut mengatur persyaratan desain, manufaktur, dan pengujian *impeller* pompa sentrifugal menggunakan teknik *casting*. *Impeller closed* pada pompa ini terbuat dari SS316L yang memiliki sifat mekanik dan korosi yang optimal untuk menjamin kinerja dan umur pakai pompa. Untuk mencapai *casting impeller* yang presisi, penelitian menerapkan teknik *investment casting*. Tujuannya adalah untuk merancang proses dan pemakaian material *molding investment casting*. Metode penelitian mencakup inventarisasi proses *casting impeller*, penentuan spesifikasi, dan perancangan proses *casting*. Dimensi *molding impeller* ditentukan dengan mempertimbangkan penyusutan material sesuai standar ASTM A-743 CF3M (SS316L), penyusutan *wax*, dan *machining*, dengan nilai penyusutan masing-masing adalah material SS316L = 2.5~3.5%, *wax* = 1%, dan *machining* = 5mm. Pembuatan *molding* keramik melibatkan penggunaan *Colloidal silica*, *Zircon foam*, *Mullite chamttos*, dan *stucco emottos*, yang dikeringkan pada suhu ruang 23°C – 27°C, serta pembakaran *molding* pada suhu 1000°C. Hasil penelitian ini menyajikan langkah-langkah detail fabrikasi *impeller closed* melalui proses *investment casting*, termasuk pemakaian material, pembuatan pola *wax*, *molding* keramik, dan proses lain yang diperlukan untuk mendapatkan *impeller* dengan dimensi dan geometri sesuai spesifikasi *existing part*.

Kata kunci: *Impeller*, *Investment casting*, *Molding* keramik, dan Material.

- Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PERANCANGAN MOLDING INVESTMENT CASTING IMPELLER POMPA BB3 3-STAGE

Arif Dermawan¹⁾, Agus Edy Pramono²⁾

Program Studi Diploma-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik
Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: arifrikari@gmail.com

ABSTRACT

This design focuses on the fabrication of BB3 closed pump impeller repairs by following the API 610 standard. This standard regulates the design, manufacture and testing requirements of centrifugal pump impellers using casting techniques. The impeller closed on this pump is made of SS316L which has optimal mechanical and corrosion properties to guarantee the performance and service life of the pump. To achieve precision impeller casting, research applies investment casting techniques. The goal is to design the process and use of investment casting molding materials. The research method includes an inventory of the impeller casting process, determination of specifications, and design of the casting process. The dimensions of the impeller molding are determined by considering material shrinkage according to ASTM A-743 CF3M (SS316L) standards, wax shrinkage, and machining, with the shrinkage value for each material being SS316L = 2.5~3.5%, wax = 1%, and machining = 5mm. The manufacture of ceramic molding involves the use of Colloidal silica, Zircon foam, Mullite chamttos, and stucco cmottos, which are dried at room temperature 23°C – 27°C, and the molding is fired at 1000°C. The results of this study present the detailed steps for fabricating closed impellers through the investment casting process, including the use of materials, making wax patterns, ceramic molding, and other processes needed to get impellers with dimensions and geometries according to existing part specifications.

Keywords: Impeller, Investment casting, Ceramic molding, and Materials



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan anugerah dan kesehatan serta telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya yang tak terhingga kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“PERANCANGAN MOLDING INVESTMENT CASTING IMPELLER POMPA BB3 3-STAGE”**

Dalam proses pembuatan laporan Tugas Akhir ini penulis mendapati beberapa kesulitan, namun atas bantuan dari berbagai pihak laporan ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih pada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini, diantaranya:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Budi Yuwono, S.T. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Prof. Dr. Drs. Agus Edy Pramono, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Iwan Lukito selaku Direktur PT. Trieka Aimex yang telah mendukung penulis dalam menyelesaikan permasalahan tugas akhir.
5. Bapak Heru Gusmanda selaku pembimbing lapangan di *industry* yang telah membantu dan membimbing dalam pengarahannya *molding*.
6. Bapak Umar Abdul Aziz selaku Project Manager pekerjaan perawatan dan perbaikan fasilitas produksi dalam pekerjaan Turn Around CO2 Removal Plant Subang di Pertamina EP Asset 3 Subang Field, yang telah membantu dalam banyak hal.
7. Kedua Orang Tua yang saya sayangi, yang telah membesarkan dan mendidik saya.
8. Rekan-rekan seperjuangan Kelompok Studi Mahasiswa Teknik Mesin yang telah menjadi keluarga kedua di Politeknik Negeri Jakarta.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

9. Teman-teman organisasi HMM, HIPMI dan HMI yang telah banyak memberi pengalaman dan relasi.
10. Teman-teman M20 dan M21 yang telah menghibur penulis disaat membutuhkan.
11. Rekan-rekan konsu dan PSM yang selalu ada di SH untuk saling menyemangati dan membantu.
12. Dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Meski penulis telah menyusun laporan Tugas Akhir ini dengan maksimal, namun tidak menutup kemungkinan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu sangat diharapkan kritik dan saran dari pembaca yang membangun untuk menyempurnakan Tugas Akhir selanjutnya. Akhir kata, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca terutama mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Mesin.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 1 Agustus 2023

Arif Dermawan
NIM. 2002311004



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan Laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3. <i>Wax injection</i>	24
4.4. Penentuan <i>gating system</i>	25
4.5. <i>Wax assembling</i>	29
4.6 <i>Molding</i> keramik.....	29
4.7. <i>De-waxing</i>	31
4.8. <i>Sintering</i>	32
4.9. <i>Casting/ pouring</i>	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1. KESIMPULAN	38
5.2. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	41
Lampiran 1. Surat izin pemakaian desain pompa BB3 3-STAGE...	42
Lampiran 2. <i>Impeller</i> harus produk <i>casting</i>	43
Lampiran 4. Material <i>impeller</i>	44



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Pompa BB3 3-STAGE (Sumber: (PT. Tracon Industri)	1
Gambar 2. 1	<i>Sand casting</i>	6
Gambar 2.2	Pembuatan <i>dies</i>	7
Gambar 2.3	Pola <i>wax</i>	8
Gambar 2.4	Pencelupan <i>wax</i> ke <i>slurry</i>	8
Gambar 2.5	<i>De-waxing</i>	9
Gambar 2.6	Pemanasan <i>molding</i>	9
Gambar 2.7	Penuangan logam.....	9
Gambar 2.8	Pelepasan benda <i>casting</i>	10
Gambar 2.9	Machining.....	10
Gambar 2.10	Tiga D <i>drawing impeller</i>	11
Gambar 2.11	Pembuatan <i>molding</i> keramik	12
Gambar 3.1	Diagram alir.....	13
Gambar 4.1	2D <i>impeller</i>	17
Gambar 4.2	Hasil <i>scan</i> 3D <i>impeller</i>	18
Gambar 4.3	<i>Positive Material Identification Test</i> pada <i>part existing</i>	18
Gambar 4.4	Hasil <i>PMI Test</i>	19
Gambar 4.5	2D dan 3D <i>Dies hub</i>	20
Gambar 4.6	2D dan 3D <i>Dies upper shroud</i>	21
Gambar 4.7	2D dan 3D <i>dies blade</i>	23
Gambar 4.8	Pola <i>wax</i>	25
Gambar 4.9	<i>Gating system</i>	26
Gambar 4.10	<i>Pouring cup</i>	27
Gambar 4.11	<i>Runner</i>	28
Gambar 4.12	Saluran gas.....	28
Gambar 4.13	<i>wax assembling</i>	29
Gambar 4.14	<i>Dipping</i>	31
Gambar 4. 15	<i>De-waxing</i>	32
Gambar 4.16	<i>Wax injection</i>	34
Gambar 4.17	<i>Wax assembling</i>	34



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.18	<i>Slurry</i>	34
Gambar 4.19	<i>Stucco</i>	34
Gambar 4.20	<i>Molding impeller</i>	35
Gambar 4.21	<i>De-waxing</i>	35
Gambar 4.22	<i>Sintering</i>	36
Gambar 4.23	<i>Pouring</i>	36
Gambar 4.24	<i>Fettling/ Cleaning</i>	37
Gambar 4.25	<i>Machining</i>	37



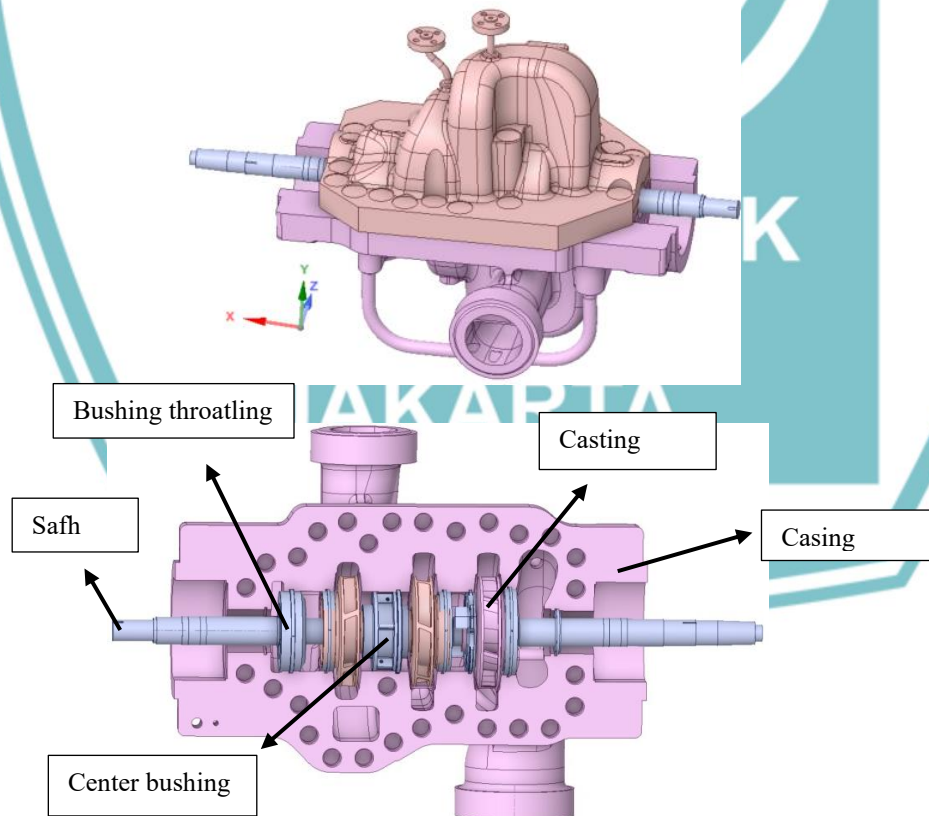
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buku tugas akhir ini menjelaskan tentang fabrikasi perbaikan *impeller closed pump* BB3, fabrikasi perbaikan *impeller* mengikuti standard API 610. Standard API 610 diterapkan sesuai spesifikasi pompo sentrifugal. Fabrikasi dan manufaktur *impeller* dikerjakan dan diproduksi dengan proses *foundry* dan *casting*, di *industry* dengan spesialisasi manufaktur *foundry* dan *casting stainless steel*. *Industry* tersebut sudah berpengalaman dan mengerjakan banyak komponen dari *industry oil and gas, petrochemical, chemical, power plant, pulp and paper, water treatment* dan *industry* lainnya. Berikut gambar pompa sentrifugal BB3 serta komponennya ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Pompa BB3 3-STAGE (Sumber: (PT. Tracon Industri))



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Impeller adalah komponen penting pada pompa sentrifugal yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi kinetik pada *fluida* yang mengalir melalui pompa. *Impeller* pada pompa terdiri dari *blade* yang terpasang pada poros pompa dan berputar secara cepat. Saat *impeller* berputar, energi mekanik dari motor atau mesin yang menggerakkan poros akan diubah menjadi energi kinetik pada *fluida* yang melewatinya (Arief, 2015). Cara kerja *impeller* pada pompa adalah sebagai berikut:

1. *Fluida* dihisap oleh pompa melalui pipa *saction* dan dialirkan ke pusat *impeller* melalui bagian tengah pompa.
2. Ketika *impeller* berputar, *blade impeller* akan mendorong dan memutar *fluida* yang melewatinya, sehingga meningkatkan kecepatan aliran *fluida*.
3. *Blade* membantu memusatkan aliran *fluida* ke pusat *impeller*, sehingga meningkatkan tekanan dan kecepatan *fluida*.
4. Setelah melewati *impeller*, *fluida* kemudian dialirkan ke *diffuser* atau ke ruang pembatas, di mana tekanan *fluida* meningkat dan kecepatan menurun. Proses ini membantu mempercepat peningkatan tekanan dan menambah daya hisap pompa.
5. *Fluida* kemudian dialirkan ke pipa *discharge* dan disalurkan ke sistem yang membutuhkan.

Standar API 610 adalah standar *industry* yang dikeluarkan oleh *American Petroleum Institute* (API) untuk spesifikasi pompa sentrifugal. Standar ini mencakup persyaratan untuk desain, manufaktur dan pengujian pompa sentrifugal yang digunakan di *industry Oil&gas, Petrochemical* dan *Chemical*. Dalam standar API 610, *impeller* pompa sentrifugal harus dibuat dengan teknik *casting*.

Pada pompa ini *impeller closed* terbuat dari SS316L yang memiliki sifat mekanik dan korosi yang baik untuk memastikan kinerja pompa yang optimal dan umur pakai yang panjang. *Impeller* harus difabrikasi sesuai dengan toleransi yang ketat dan memiliki kualitas permukaan yang tinggi untuk mencapai kehandalan pompa.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Standar API 610 juga menetapkan persyaratan untuk pengujian *impeller* pompa *sentrifugal*, termasuk pengujian untuk keausan, kebocoran, dan kekuatan material. Standar API 610 menetapkan persyaratan yang ketat untuk *impeller* pompa *sentrifugal* yang harus dibuat dengan Teknik *casting*, menggunakan bahan paduan logam berkualitas dan memiliki toleransi yang ketat. Hal ini dilakukan untuk memastikan kinerja pompa yang optimal dan umur pakai yang panjang (American Petroleum Institute, 2007). Untuk menghasilkan produk *casting impeller* yang presisi maka di pakailah teknik *investment casting*.

1.2 Rumusan masalah

Tulisan ini menjelaskan proses fabrikasi *casting* dan manufaktur *impeller closed* tersebut. Proses fabrikasi manufaktur *impeller closed* di kerjakan dengan *investment casting*, memakai standar API 610.

1.3 Pembatasan masalah

Tulisan ini memfokuskan permasalahan pada penentuan *desain molding* dan proses pembuatan *molding*, penulisan ini berjudul “PERANCANGAN MOLDING INVESTMENT CASTING IMPELLER POMPA BB3 3-STAGE”.

1.4 Tujuan dan manfaat penelitian

1. Untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari *sand casting* serta *investment casting*
2. Untuk mengetahui desain *molding investment casting*.
3. Untuk mengetahui material yang di gunakan untuk membuat *molding investment casting*.

1.4.1 Lokasi objek Tugas Akhir

Nama Perusahaan	: PT. Trieka Aimex
Departemen	: <i>Enginnering</i>
Divisi	: <i>Wax injection and dipping</i>
Alamat	: Jl. Lanbau No. 10, Cibinong 16810, Indonesia



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Daftar kosakata

<i>Investment casting</i>	Proses pengecoran dengan menggunakan pola yang terbuat dari <i>wax</i> kemudian dilapisi dengan bahan tahan panas sebagai cetakan, <i>wax</i> dilelehkan kemudian logam cair dituangkan ke dalam cetakan.
<i>Sand casting</i>	Proses Pengecoran dengan menggunakan <i>mold</i> yang terbuat dari pasir, yang dikompresi atau dipadatkan di sekitar pola kayu atau logam.
<i>Blade</i>	Bilah - bilah <i>impeller</i>
<i>Wax</i>	Lilin
<i>Molding</i>	Cetakan untuk menampung logam cair
MEK	<i>Methyl Ethyl Ketone</i>
PMI	<i>Positive Material Identification</i>
<i>Dipping</i>	Proses pencelupan pola <i>wax</i> kedalam <i>slurry</i> dan <i>stucco</i>

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *Sand casting* adalah metode yang efisien untuk produksi yang cepat, dengan biaya yang rendah. Namun, penting untuk memperhatikan aspek-aspek kritis seperti keakuratan dimensi, kualitas permukaan, dan risiko cacat tertentu yang perlu dipertimbangkan saat menerapkan metode ini. Sebaliknya, *Investment casting* memiliki keuntungan yang lebih unggul dibandingkan *sand casting*. Metode ini memiliki kemampuan untuk memproduksi komponen yang kompleks, presisi dan menciptakan permukaan yang halus tanpa memerlukan proses *finishing* tambahan.
2. Proses pembuatan *impeller* melibatkan pembuatan *metal pattern* dari aluminium pejal, *wax injection* untuk membuat pola *wax*, penentuan gating system untuk penyaluran logam cair, dan proses *molding* keramik. Desain *metal pattern* dilakukan menggunakan *software AutoCAD* dan *Solidworks*. Dimensi *metal pattern* ditentukan dengan cara menjumlahkan ukuran dimensi, penyusutan material SS316L (2.5~3.5%), penyusutan *wax* (1%), dan *machining* (5mm).
3. *Wax assembling* dilakukan untuk menggabungkan pola *wax* individu menjadi pola *wax* yang lebih kompleks sebelum dilakukan proses *dipping*.
4. *Molding* keramik dilakukan dengan melakukan proses *dipping* pola *wax* ke dalam cairan *slurry* dan *stucco* secara berulang hingga membentuk lapisan keramik yang cukup tebal.
5. Setelah proses *molding* keramik selesai, dilakukan proses *de-waxing* untuk menghilangkan sisa-sisa *wax* yang ada dalam *modal*.
6. *Sintering* dilakukan dengan memanaskan *molding* keramik dalam *oven* pada suhu sekitar 1000°C selama beberapa jam untuk menghasilkan *modal* yang keras, kuat, dan untuk menghilangkan air dan sisa *wax*.



7. *Casting* atau *pouring* dilakukan dengan menuangkan logam cair (ASTM A-743 CF3M/SS316L) ke dalam *mold impeller* untuk membentuk *impeller* yang *solid* setelah proses pengerasan dan pemisahan dari cetakan.

Dengan demikian, penelitian ini memberikan langkah-langkah detail untuk fabrikasi *impeller closed* melalui proses *investment casting*, termasuk pemilihan material, pembuatan pola *wax* dan *molding* keramik, serta proses-proses lain yang diperlukan untuk mendapatkan *impeller* dengan dimensi dan geometri sesuai dengan spesifikasi *existing part*.

5.2. Saran

Setelah mempertimbangkan kesimpulan yang telah diuraikan dan berdasarkan tujuan penelitian ini, terdapat beberapa saran konstruktif yang dapat diambil, di antaranya:

1. Dalam penelitian selanjutnya, diperlukan analisis mendalam tentang teknik *investment casting*, termasuk sistem *gating* untuk meningkatkan kualitas produk *casting*.
2. Untuk menghindari uji coba berulang di lapangan, perancangan *molding* akan dilakukan menggunakan *software MAGMASoft* atau perangkat lunak simulasi pengecoran guna memperoleh rancangan yang akurat dan dapat memprediksi potensi cacat dalam proses pengecoran.
3. Karakteristik keramik *molding* harus dipahami untuk menentukan ketebalan dari *molding* tersebut.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR PUSTAKA

- American Petroleum Institute. (2007). *Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries* (Issue October 2004).
- Asro S.O., Khan R.H., Ndaliman M.B., & Lawal S.A. (2020). Comparative Analysis of Mechanical Properties of plates cast through Investment Casting and Green Sand Casting Techniques. *International Journal of Latest Research in Engineering and Technology (IJLRET) ISSN: 2454-5031 Volume 06 - Issue 06, 06(06)*, 1–10. https://www.researchgate.net/publication/342887923_Comparative_Analysis_of_Mechanical_Properties_of_plates_cast_through_Investment_Casting_and_Green_Sand_Casting_Techniques
- Arief, P. N. T. dan I. S. (2015). Optimasi Desain Impeller Pompa Sentrifugal Menggunakan Pendekatan CFD Prihadi. *SAINS DAN SENI ITS*, 4(2), 6–11.
- Asmoro, A. T. (2019). Perbandingan Kualitas Hasil Pengecoran Metode Sand Casting Dan Metode Pengembangan Lost Foam Investment Casting Dengan Variasi Bahan Pengikat Berdasarkan Analisis Hasil Pengecoran. *Jurnal Teknik Mesin Dan Pembelajaran*, 2(1), 117. <https://doi.org/10.17977/um054v2i1p117-123>
- INDRA HERDIANSYAH SIREGAR. (2019). *PEMBUATAN MESIN SENTRIFUGAL CASTING BERINTRUMEN UNTUK PENGGUNAAN LABORATORIUM*.
- Nadtochiy, A. S. (2021). Penelitian Pengaruh Desain Elemen Saluran Masuk pada Efisiensi Hidrolik Tahap Menengah pada Pompa Sentrifugal Multi-Tahap. *Creative Commons 4.0, 04014*, 4–11. <https://doi.org/10.1051>
- Reynaldi, R. (2020). *Making Steel Products by Investment Casting Method Using Local Material*.
- Wine, L. N. (2022). *Applications of Investment Casting as a Manufacturing Process for Injection Mold Tooling*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 1. Surat izin pemakaian desain pompa BB3 3-STAGE

Depok, 6 Juli 2023

Kepada Yth.

Nama : Umar Abdul Aziz
 Posisi : Project Manager
 Project : Pekerjaan perawatan dan perbaikan fasilitas produksi dalam pekerjaan *Turn Around CO2 Removal Plant* Subang di Pertamina EP Asset 3 Subang *Field*
 Perihal : Permohonan penggunaan desain pompa BB3 3-STAGE untuk penelitian Tugas Akhir

Dengan hormat,

Saya, Arif Dermawan, Mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Mesin, Program Studi D3 Teknik Mesin, dengan ini mengajukan permohonan penggunaan desain pompa BB3 3-STAGE yang di miliki oleh PT. Tracon Industri untuk keperluan penelitian tugas akhir saya yang berjudul "PERANCANGAN *MOLDING INVESTMENT CASTING IMPELLER* POMPA BB3 3-STAGE".

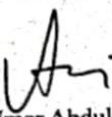
Penelitian ini bertujuan untuk merancang fabrikasi *impeller* pompa BB3 menggunakan metode *molding investment casting*. Saya percaya bahwa desain pompa BB3 3-STAGE yang dikembangkan oleh PT. Tracon Industri sangat relevan dan dapat mendukung kelancaran penelitian tersebut.

Dalam penelitian ini, saya akan melakukan proses pemodelan dan rancangan fabrikasi *impeller* pompa BB3 menggunakan Teknik *molding investment casting*. Penggunaan desain pompa BB3 3-STAGE dari PT. Tracon Industri dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang karakteristik *impeller* dan potensi pengembangannya.


Saya mohon izin kepada PT. Tracon Industri untuk menggunakan desain pompa BB3 3-STAGE dalam penelitian tugas akhir yang berjudul "PERANCANGAN *MOLDING INVESTMENT CASTING IMPELLER* POMPA BB3 3-STAGE". Saya akan bertanggung jawab penuh terhadap keamanan dan penggunaan yang tepat dari desain tersebut selama masa penelitian.

Demikian surat Permohonan penggunaan desain pompa BB3 3-STAGE ini dibuat. Atas perhatian dan pertimbangan yang diberikan, diucapkan terima kasih.

Mengetahui,
 Project Manager


 Umar Abdul Aziz

Pemohon,
 Mahasiswa PNJ


 Arif Dermawan
 NIM. 2002311004

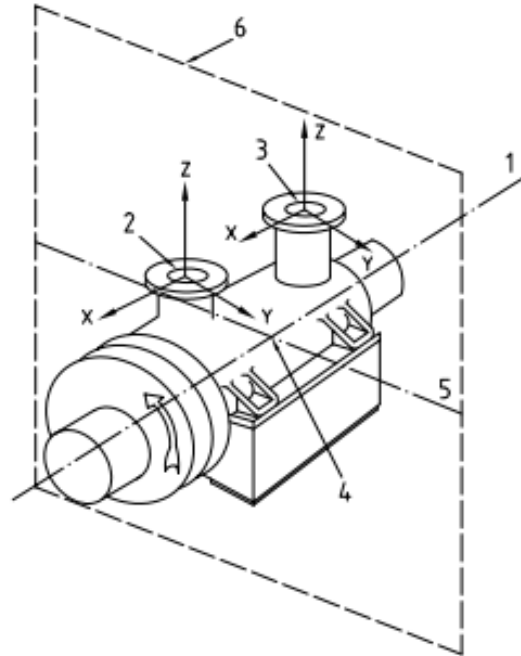


Lampiran 2. *Impeller* harus produk *casting*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

API Standard 610 / ISO 13709



Key

- 1 shaft centreline
- 2 discharge nozzle
- 3 suction nozzle
- 4 centre of pump
- 5 pedestal centreline
- 6 vertical plane

Figure 24 — Coordinate system for the forces and moments in Table 4 — Horizontal pumps with top nozzles

5.6 Rotors

5.6.1 Unless otherwise approved by the purchaser, impellers shall be of the fully enclosed type.

NOTE Enclosed (closed) impellers are less sensitive to axial position and, therefore, preferable for long shaft assemblies where axial displacement due to thermal expansion/contraction or to thrust may be substantial. Semi-open impellers may offer higher efficiency, due to the elimination of disc friction from one shroud. The running clearances for semi-open impellers in vertical pumps can be adjusted from the coupling or top of the motor, thus possibly restoring efficiency and pump output without disassembly of pump parts. The open impeller is typically of an axial-flow propeller type designed for large capacities at low heads; the open impeller is also used for volute sump pumps with a separate discharge.

5.6.2 **Impellers shall be single-piece castings, forgings or fabrications.**

NOTE Impellers made as forgings or fabrications have machined waterways, which can offer improved performance for low specific speed designs.



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. Material impeller

API Standard 610 / ISO 13709

Table H.1 — Material classes for pump parts

PART	Material classes and abbreviations													
	I-1	I-2	S-1	S-3	S-4	S-5	S-6	S-8 ¹	S-9 ¹	C-6	A-7	A-8	D-1 ¹	D-2 ¹
Full comp. case materials ^b	CI ^a	CI	STL	STL	STL	STL	STL	STL	STL	12 % CHR	AUS	316 AUS	Duplex	Super Duplex
Pressure casing	Cast iron	BRZ	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	12 % CHR	AUS c, d	316 AUS ^d	Duplex	Super Duplex
Inner case parts: (bowls, diffusers, diaphragms)	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Carbon steel	12 % CHR	AUS	316 AUS	Duplex	Super Duplex
Impeller	Cast iron	Bronze	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	12 % CHR	AUS	316 AUS	Duplex	Super Duplex
Case wear rings k	Cast iron	Bronze	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	12 % CHR Hardened	Hard-faced AUS ^e	Hard-faced 316 AUS ^e	Hard-faced Duplex ^e	Hard-faced Super Duplex ^e
Impeller wear rings k	Cast iron	Bronze	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	12 % CHR Hardened	Hard-faced AUS ^e	Hard-faced 316 AUS ^e	Hard-faced Duplex ^e	Hard-faced Super Duplex ^e
Shaft d	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	AISI 4140	AISI 4140 f	Carbon steel	Carbon steel	12 % CHR	AUS	316 AUS	Duplex	Super Duplex
Throat bushings k	Cast iron	Bronze	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	12 % CHR Hardened	AUS	316 AUS	Duplex	Super Duplex
Intenslage sleeves k	Cast iron	Bronze	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	12 % CHR Hardened	Hard-faced AUS ^e	Hard-faced 316 AUS ^e	Hard-faced Duplex ^e	Hard-faced Super Duplex ^e
Intenslage bushings k	Cast iron	Bronze	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	12 % CHR Hardened	Hard-faced AUS ^e	Hard-faced 316 AUS ^e	Hard-faced Duplex ^e	Hard-faced Super Duplex ^e
Case and gland studs	Carbon steel	Carbon steel	AISI 4140 steel	AISI 4140 steel	AISI 4140 steel	AISI 4140 steel	AISI 4140 steel	AISI 4140 steel	Hardened ¹	AISI 4140 Steel	AISI 4140 Steel	AISI 4140 Steel	Duplex ¹	Super Duplex ¹
Case gasket	AUS, Spiral wound ^g	AUS, Spiral wound ^g	AUS, Spiral wound ^g	AUS, Spiral wound ^g	AUS, Spiral wound ^g	AUS, Spiral wound ^g	AUS, Spiral wound ^g	AUS, Spiral wound ^g	PTFE filled ^g	AUS, Spiral wound ^g	AUS, Spiral wound ^g	316 AUS Spiral wound ^g	Duplex SS Spiral wound ^g	Duplex SS Spiral wound ^g

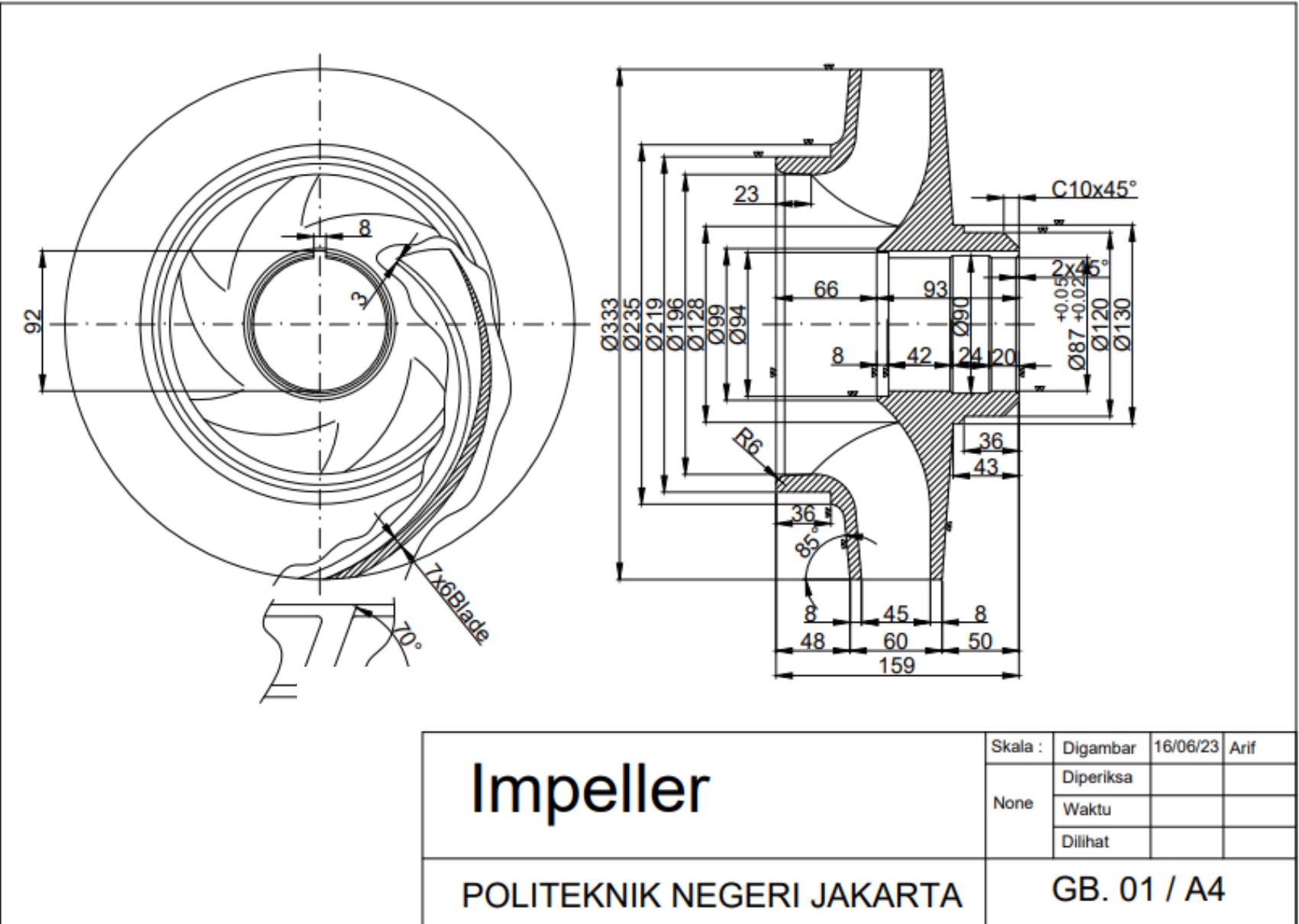
- Hak Cipta :**
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 - Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

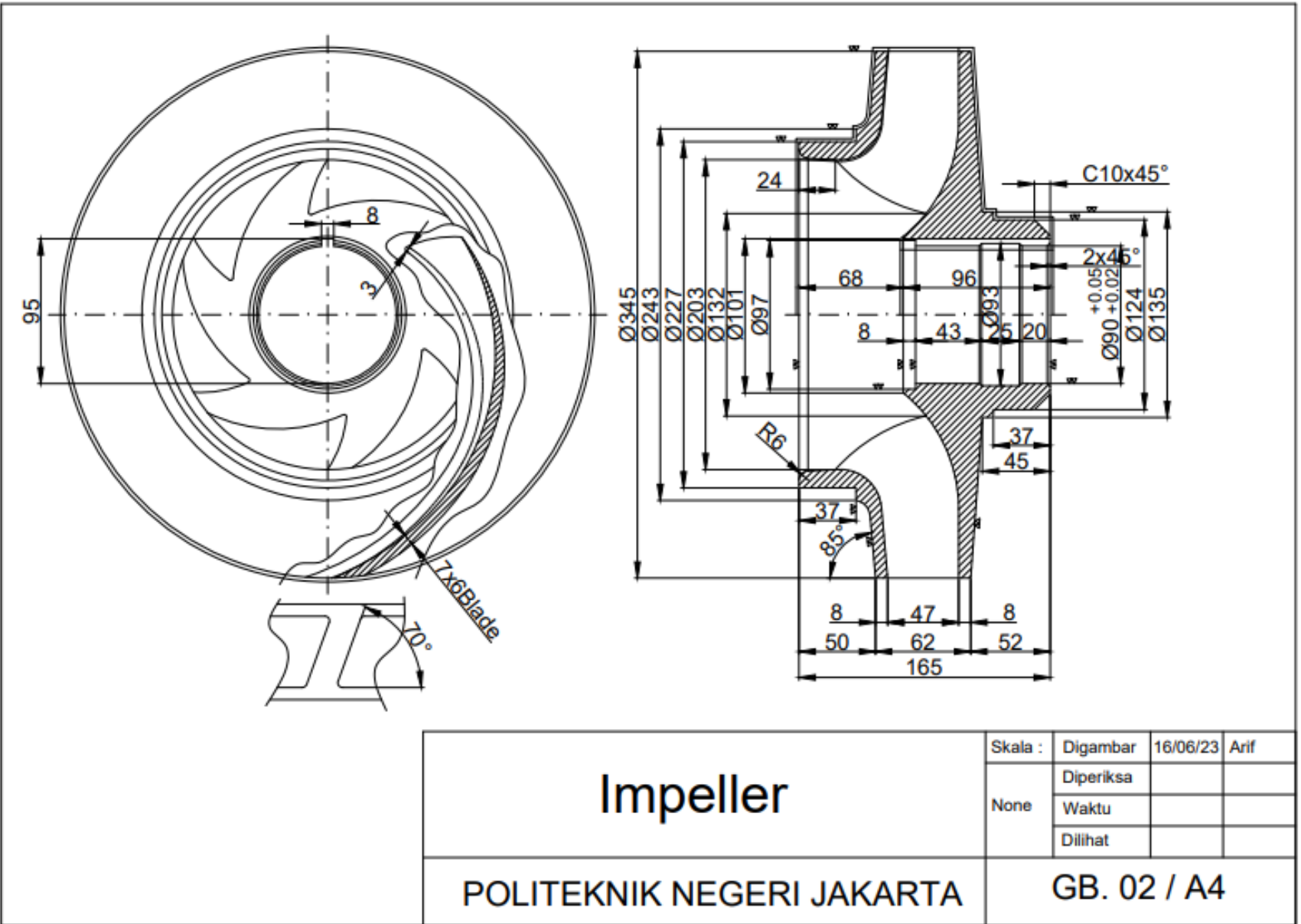




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

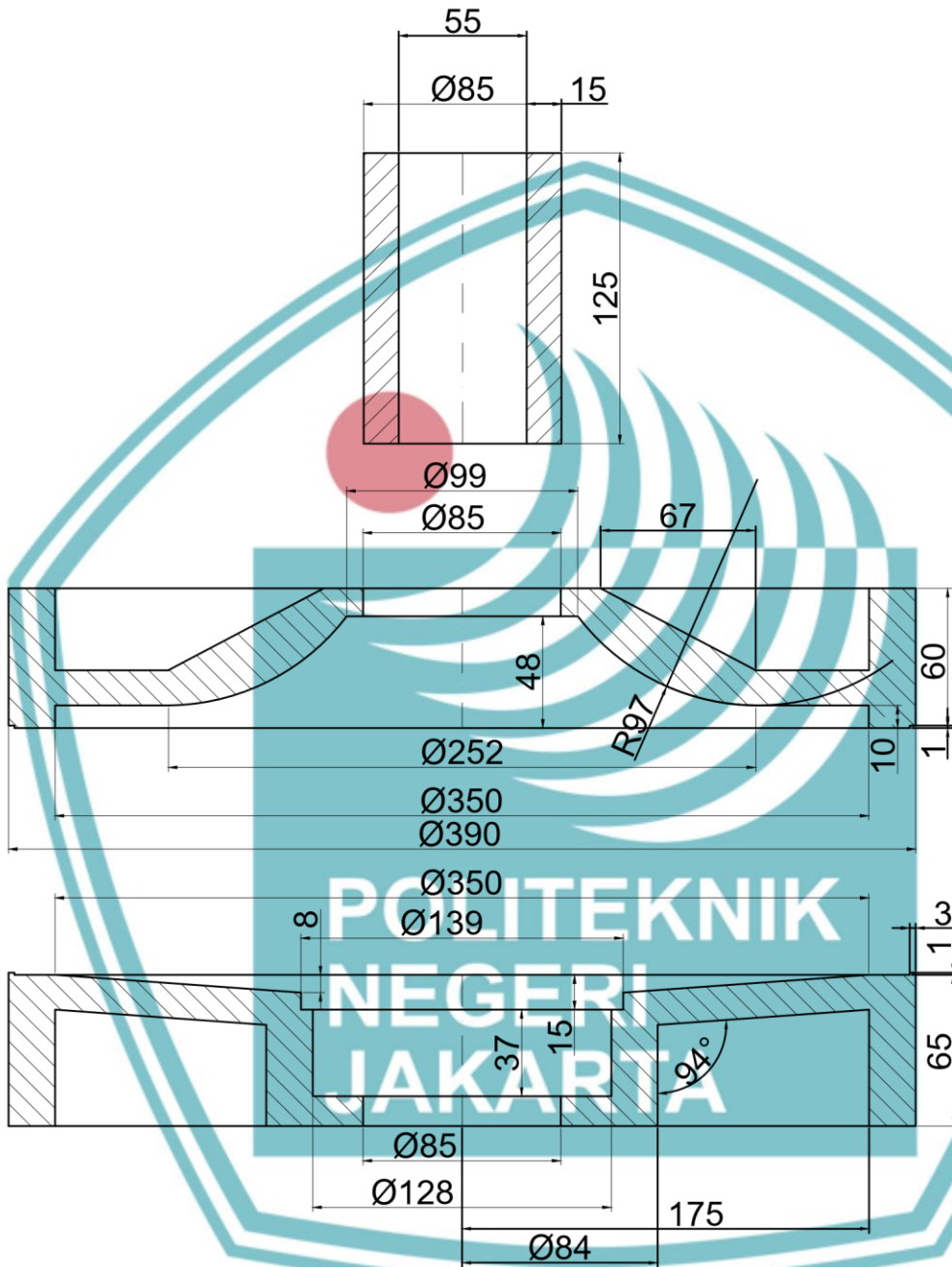




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Dies hub

Skala :	Digambar	16/06/23	Arif
None	Diperiksa		
	Waktu		
	Dilihat		

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

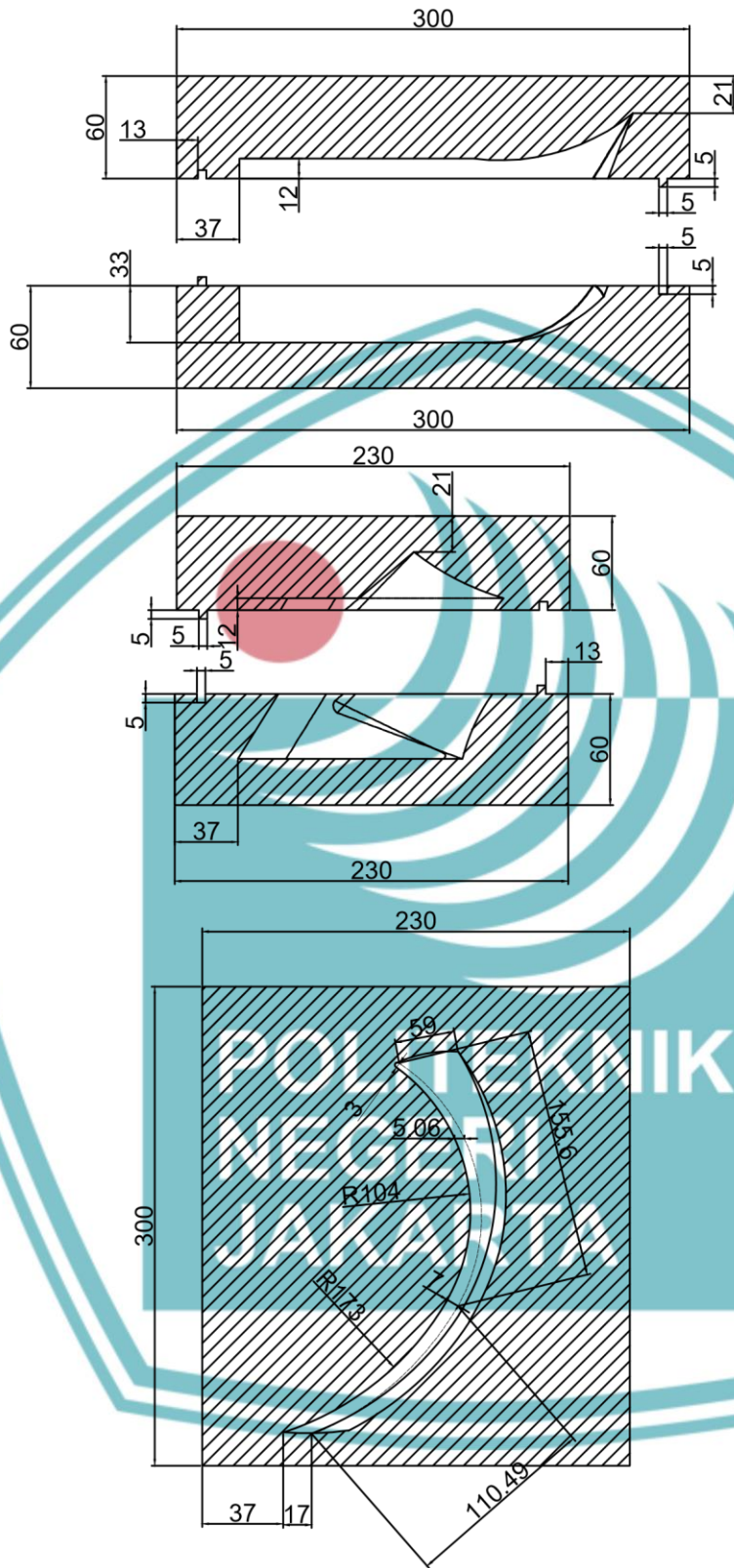
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Dies upper shroud

Skala :	Digambar	16/06/23	Arif
None	Diperiksa		
	Waktu		
	Dilihat		



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Dies blade

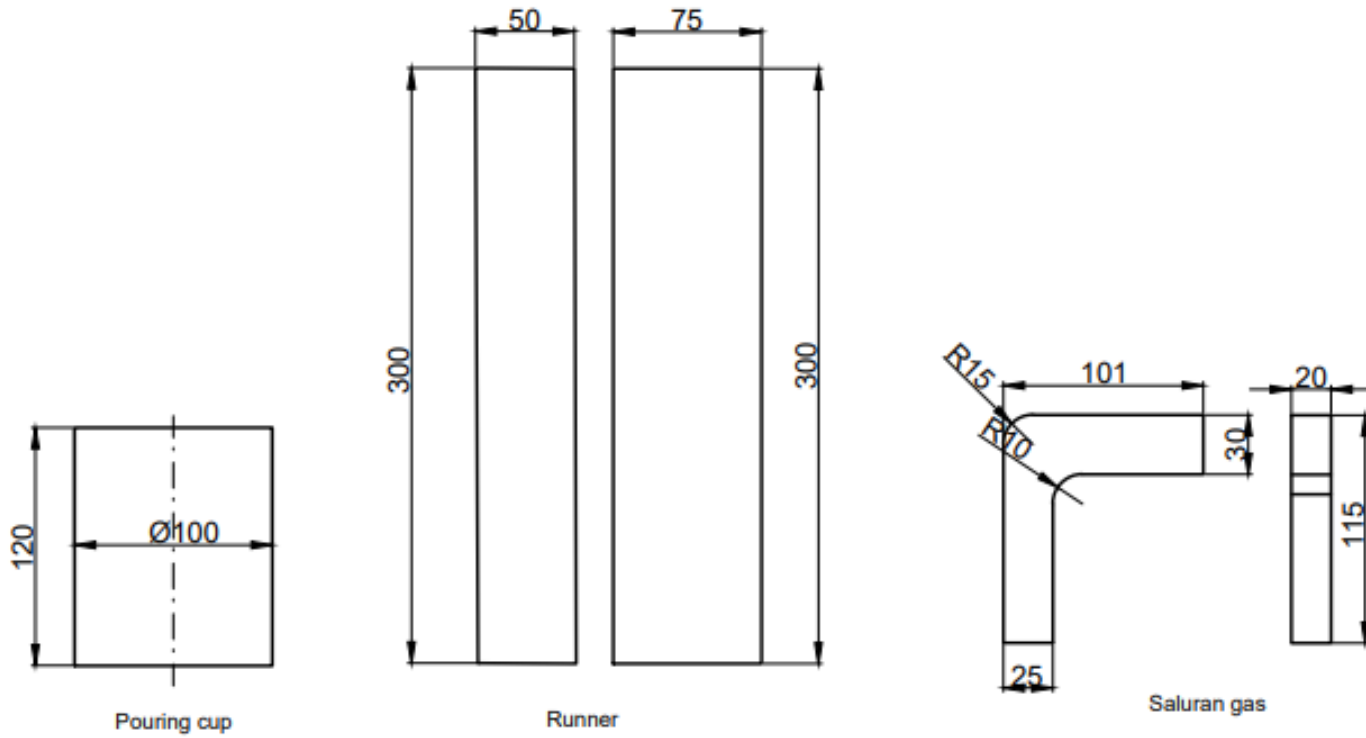
Skala :	Digambar	16/06/23	Arif
None	Diperiksa		
	Waktu		
	Dilihat		



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gating system

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Skala :	Digambar	16/06/23	Arif
None	Diperiksa		
	Waktu		
	Dilihat		

GB. 06 / A4



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

