

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN POLA KAYU
UNTUK CORAN *DIFFUSER MULTISTAGE PUMP*
DENGAN sMATERIAL FC 200
STANDAR JIS G5501**

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan Pendidikan Diploma III

Oleh

Shabhan Mawali Muallim

NIM 222331038



**JURUSAN TEKNIK PENGECORAN LOGAM
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
BANDUNG**

2025

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN POLA KAYU
UNTUK CORAN *DIFFUSER MULTISTAGE PUMP*
DENGAN MATERIAL FC 200
STANDAR JIS G5501**

Oleh

Shabhan Mawali Muallim

NIM 222331038

Program Studi Teknologi Pengecoran Logam
Politeknik Manufaktur Bandung

Menyetujui,

Tim Pembimbing

04 Juni 2025

Pembimbing 1



Moch. Achyarsyah, SST,MT

NIP :197606152003121001

Wiwik Purwadi,

Pembimbing 2



Dipl.Ing,MT

NIP

:196508091994031

001

ABSTRAK

Diffuser merupakan bagian penting dari pompa air multistage yang berfungsi mengarahkan fluida sekaligus meningkatkan tekanan melalui proses konversi energi kinetik menjadi energi tekanan. Dalam pembuatan *Diffuser* dibuat dengan menggunakan teknologi pengecoran logam dikarenakan memiliki geometri yang kompleks serta membutuhkan sebuah pola dalam pembentukan rongga cetaknya. Pola ini perlu dirancang dan dibuat sesuai standar yang telah ditetapkan. Hasil perancangan tersebut menjadi acuan dalam proses pembuatan yang meliputi penentuan jenis pola, bahan pola, kaidah pola, sambungan kayu, arah serat kayu, perancangan gambar pola dan kotak inti, *operational plan*, kebutuhan bahan serta biaya estimasi dan operasional produksi. Tahap selanjutnya yaitu proses pembuatan yang terdiri dari pembuatan pola dan kotak inti, kontrol kualitas pola dan kotak inti, serta proses *trial* pola dan kotak inti untuk memastikan tidak adanya masalah dalam pembuatan cetakan dan inti hingga proses *assembling*. Perencanaan tersebut dilakukan guna menunjang setiap prosesnya yang membuat pekerjaan menjadi terencana dengan hasil yang efektif dan efisien. Pembuatan pola dan kotak inti *Diffuser* dibuat manual dengan menggunakan mesin bubut, sedangkan *blade* dicetak menggunakan *3D printing* (SLA) dan direplikasi menggunakan resin untuk memastikan kesimetrian dan kehalusan permukaan. Hasil pembuatan pola dan kotak inti dilakukan inspeksi untuk kontrol kualitas dimensi. Pembuatan pola dan kotak inti *Diffuser Multistage Pump* diestimasi menghabiskan biaya aktual produksi sebesar **Rp 2.503.028,92**. Meskipun terdapat kendala dan masalah dalam proses pembuatannya, namun pembuatan pola dan kotak inti *Diffuser Multistage Pump* dapat diselesaikan dengan baik. Sehingga dapat sesuai dengan yang dirancang dan direncanakan.

Kata Kunci: *Diffuser Multistage Pump*, Perancangan, Pembuatan, Pola, Kotak Inti, *Blade*, *3D printing*

KATA PENGANTAR

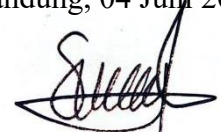
Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta ridho-Nya sehingga laporan teknik proyek akhir dapat terselesaikan dengan tepat waktu. Laporan ini disusun untuk memenuhi masa akhir sebagai program penutup Diploma III Politeknik Manufaktur Bandung, serta untuk menambah wawasan penulis maupun pembaca.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini meliputi:

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan banyak dukungan baik secara moral dan materil selama pelaksanaan proyek akhir ini berlangsung.
2. Ketua Jurusan Bapak Cecep Ruskandi dan Ketua Program Studi Bapak M. Nahrowi, serta para dosen dan staff Jurusan Teknik Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Bandung yang selalu memberi dukungan dan semangat.
3. Bapak Moch. Achyarsyah dan Bapak Wiwik Purwadi selaku dosen pembimbing yang selalu memberi arahan, masukan, bimbingan dan ilmu dalam pelaksanaan proyek akhir.
4. Bapak Deedy, Bapak Angga, dan Oktari Deska Alfajri selaku pembimbing program praktik industri di PT. GETEKA FOUNINDO yang memberi arahan, bimbingan serta mengizinkan penggunaan produk *casting* proyek akhir penulis.
5. Saudara M. Faris Difa dan Tarhan Rasendrya selaku rekan tim proyek akhir
6. Keluarga besar Foundry Angkatan 36 serta keluarga HMTPL yang telah memberikan dukungan, dan semangat hingga laporan ini dapat terselesaikan.

Dalam pembuatan laporan ini, masih belum dikatakan maksimal. Maka dari itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Besar harapan penulis laporan ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

Bandung, 04 Juni 2025



Shabhan Mawali/Mualim

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	I
KATA PENGANTAR	II
DAFTAR ISI	III
DAFTAR GAMBAR	V
DAFTAR TABEL	VI
DAFTAR LAMPIRAN.....	VII
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1	1
1.2	3
1.3	4
1.4	4
1.5	5
BAB II.....	6
LAPORAN TEKNIK.....	6
2.1	6
2.2	8
2.2.1	8
2.2.2	8
2.2.3	9
2.2.4	12
2.2.5	17
2.3	19
2.3.1	19
2.3.2	20
2.3.3	21
2.3.4	<i>Pembuatan pola dan kotak inti.....</i> 39
BAB III	56

KESIMPULAN DAN SARAN	56
3.1	57
3.2	58
DAFTAR PUSTAKA.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Pompa sentrifugal multi stage	1	Gambar 2	<i>Diffuser Multistage Pump</i>	2
3	Gambar 3	Diagram Alir Proses Pembuatan Pola dan Kotak Inti	3	<i>Diffuser Multistage Pump</i>	3
7	Gambar 4	Pola Pengecoran Logam	4		4
9	Gambar 5	Telapak Inti Bertumpu Dua (Kiri), Tumpu Beralas Tegak (Tengah), dan Tumpu Dua Beralas Tegak (Kanan)	5		5
12	Gambar 6	Macam-macam Kotak Inti	6		6
18	Gambar 7	Kotak Inti Untuk Ketebalan, Kotak Inti Untuk Metode Mesin	7		7
19	Gambar 8	<i>Diffuser Multistage Pump</i>	8		8
20	Gambar 9	Gambar <i>Machining Diffuser Multistage Pump</i>	9		9
21	Gambar 10	Pola tetap	10		10
23	Gambar 11	Pola sablon	11		11
23	Gambar 12	Telapak Inti Tegak	12		12
31	Gambar 13	Telapak Inti Mendatar	13		13
32	Gambar 14	<i>Master Blade (blade 1&2) Diffuser Multistage Pump</i>	14		14
33	Gambar 15	Sambungan Kayu Pola <i>Diffuser Multistage Pump</i>	15		15
34	Gambar 16	Sambungan Kayu Kotak Inti <i>Diffuser Multistage Pump</i>	16		16
34	Gambar 17	Perancangan Kontruksi Pola <i>Diffuser Multistage Pump</i>	17		17
35	Gambar 18	Perancangan Kontruksi Kotak Inti <i>Diffuser Multistage Pump</i>	18		18
36	Gambar 19	Pewarnaan Pola dan Kotak Inti <i>Diffuser Multistage Pump</i>	19		19
36	Gambar 20	Penempat Pola <i>Diffuser Multistage Pump</i>	20		20
37	Gambar 21	Posisi dua penyekrupan dalam pencabutan pola	21		21
38	Gambar 22	3D Pola <i>Diffuser Multistage Pump</i>	22		22
40	Gambar 23	Hasil Pembuatan Pola <i>Diffuser Multistage Pump</i>	23		23
40	Gambar 24	3D Pola Negatif <i>Blade 1 dan 2, Master Blade dan Blade</i>	24		24
41	Gambar 25	Hasil Pembuatan Pola Negatif <i>Blade, Master Blade dan Blade</i>	25		25
41	Gambar 26	Pemasangan <i>blade</i> pada kotak inti	26		26
42	Gambar 27	3D Kotak Inti <i>Diffuser Multistage Pump</i>	27		27
42	Gambar 28	Hasil Pembuatan Kotak Inti <i>Diffuser Multistage Pump</i>	28		28
43	Gambar 29	Bagian telapak inti yang tidak sesuai	29		29
50	Gambar 30	Duplikasi telapak inti pada kotak inti	30		30
51	Gambar 31	Hasil Rongga Cetak (a), Inti (b) dan Benda Cor (c)	31		31

DAFTAR TABEL

Tabel 1		Proses dan Deskripsi Pembuatan Pola dan Kotak Inti <i>Diffuser Multistage Pump</i>				
7Tabel	2	<i>Reference</i>	<i>values</i>	<i>for</i>	<i>shrinkage</i>	<i>allowances</i>
11Tabel	3	Alternatif	belahan	<i>Diffuser</i>	<i>Multistage</i>	<i>Pump</i>
22Tabel	4	Matriks	alternatif	belahan	<i>Diffuser</i>	<i>Multistage Pump</i>
22Tabel	5	Matriks	Keputusan	jenis pola	<i>Diffuser</i>	<i>Multistage Pump</i>
23Tabel	6	Tabel		Kontruksi	Warna	Pola
25Tabel	7			Tambahan		Pengerjaan
26Tabel	8			Kemiringan	bentuk	luar
27Tabel	9			Kemiringan	bentuk	dalam
28Tabel	10			Kemiringan	telapak	inti
28Tabel	11				Kelas	Mutu
29Tabel	12			Toleransi	Pembuatan	Pola
29Tabel	13	<i>Reference</i>	<i>values</i>	<i>for</i>	<i>shrinkage</i>	<i>allowances</i>
30Tabel	14			Kemiringan	Telapak	Inti
31Tabel	15			Telapak	Inti	Tegak
32Tabel	16			Telapak	Inti	Mendatar
33Tabel	17	Kebutuhan	Bahan	Kayu	<i>Diffuser</i>	<i>Multistage Pump</i>
38Tabel	18	Kebutuhan	Bahan	Penunjang	<i>Diffuser</i>	<i>Multistage Pump</i>
38Tabel	19	Biaya Estimasi Produksi Pembuatan Pola dan Kotak Inti <i>Diffuser Multistage Pump</i>				
39Tabel	20	<i>Checksheet</i>	Kontrol	Dimensi	Pola dan Kotak	inti
44Tabel	21	HPP Biaya Operasional Produksi Pembuatan Pola dan Kotak Inti <i>Diffuser Multistage Pump</i>				
52Tabel	22	<i>Checksheet</i>	Kontrol	Dimensi	Casting	

53

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Gambar Teknik Pemesinan *Diffuser Multistage Pump*

LAMPIRAN 2 Gambar Perancangan Pola dan Kotak Inti *Diffuser Multistage Pump*

LAMPIRAN 3 *Operational plan* Pembuatan Pola dan Kotak Inti

LAMPIRAN 4 Estimasi Perhitungan Tarif Mesin

LAMPIRAN 5 Estimasi Waktu Penggunaan Mesin

LAMPIRAN 6 Estimasi Perhitungan biaya Kayu, Non Kayu dan Teknisi

LAMPIRAN 7 Waktu Aktual Penggunaan Mesin

LAMPIRAN 8 Perhitungan Aktual Tarif Mesin

LAMPIRAN 9 Perhitungan Aktual Biaya Kayu, Non Kayu dan Teknisi

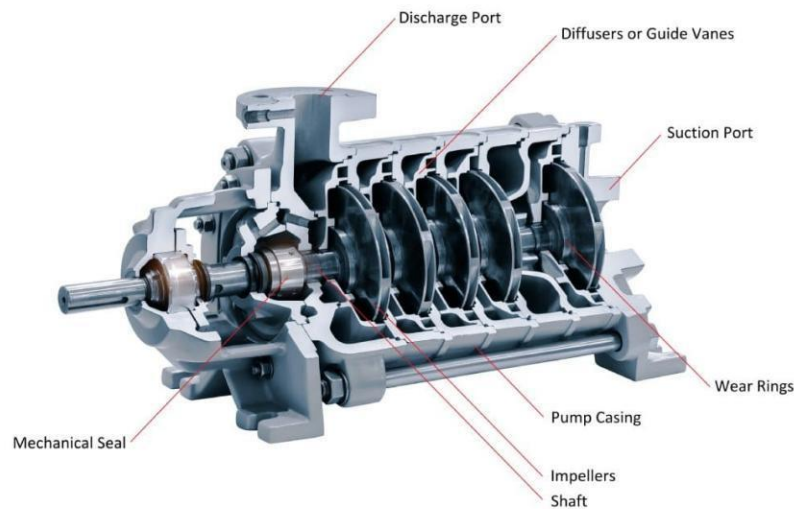
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian modern menuntut efisiensi dalam sistem irigasi untuk memastikan keberlangsungan pasokan air ke lahan pertanian. Salah satu perangkat penting yang menunjang sistem ini adalah pompa, yaitu alat mekanis yang digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain dengan meningkatkan energi tekanannya. Pompa bekerja dengan mengubah energi mekanik menjadi energi fluida melalui elemen pemutar seperti *Diffuser*.

Dari berbagai jenis pompa, pompa sentrifugal *multistage* seperti pada **Gambar 1** menjadi pilihan utama untuk kebutuhan tekanan tinggi. Pompa ini menggunakan lebih dari satu *Diffuser* dan *Impeller* yang disusun secara seri pada satu poros untuk meningkatkan tekanan fluida secara bertahap¹. Setiap tahapan dalam pompa terdiri dari satu *Diffuser* dan satu *Impeller*. *Diffuser* berperan untuk mengubah energi kinetik dari fluida menjadi energi tekanan dan mengarahkan aliran ke tahap berikutnya².



Gambar 1 Pompa sentrifugal multi stage³

Pompa-pompa *multistage* untuk aplikasi tekanan tinggi umumnya memiliki konstruksi *casing* yang mampu menahan beban internal yang besar. Salah satu desain teknis yang umum digunakan adalah *horizontal multistage ring section pump*, seperti

¹ Karassik, I. J., Messina, J. P., Cooper, P., & Heald, C. C. (2008). *Pump Handbook* (4th ed.). McGraw-Hill.

² Gülich, J. F. (2010). *Centrifugal Pumps* (2nd ed.). Springer, hlm. 42-57.

³ <https://www.aqsliquidtransfer.co.za/media/multistage-centrifugal-pumps/> (Diakses 20 Mei 2025).

desain *casing radial split* yang banyak digunakan dalam industri. Berbeda dengan *barrel pump* yang memiliki *casing* silinder tebal dan akses terbatas, desain ini memungkinkan proses perakitan dan pemeliharaan yang lebih mudah, namun tetap membutuhkan presisi tinggi pada komponen internalnya, termasuk *Diffuser*⁴.

Komponen *Diffuser* seperti yang ditunjukkan **Gambar 2** pada *multistage pump* berputar dengan kecepatan tinggi (maksimal 2900 rpm) untuk menghasilkan tekanan, dan bergesekan dengan air bersih pada temperatur tertentu sesuai kebutuhan. Oleh karena itu, diperlukan kestabilan putaran dan material yang sesuai. Untuk memproduksi komponen *Diffuser* diperlukan teknologi pengecoran logam karena bentuknya yang rumit, dan kekuatan material yang harus memenuhi syarat. Material yang dibutuhkan harus stabil, memiliki elongasi rendah, dan mampu menahan tekanan kerja 4 MPa atau 40 bar, serta temperatur kerja maksimal 120°C⁵. Berdasarkan persyaratan tersebut, dipilih FC 200 sebagai material yang tepat sesuai rekomendasi dari *Foseco Ferrous Foundryman's Handbook* dan katalog PT Torishima Guna Indonesia untuk aplikasi pada *diffuser multistage* tipe MMK 65. Material FC 200 nantinya akan diuji sesuai standar JIS G5501.

Untuk menunjang pembuatan *Diffuser* dengan material besi cor (*grey cast iron*), digunakan media cetak *sand moulding* agar terjadi pendinginan yang lambat sehingga dapat terbentuk grafit. Dalam pembuatan *Diffuser* menggunakan teknologi pengecoran logam, diperlukan pembuatan pola coran yang tepat.

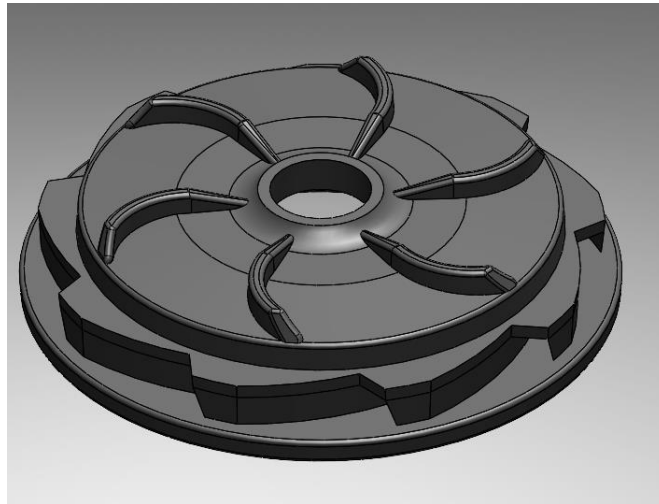
Pembuatan pola coran *Diffuser* menggunakan pola berbahan kayu untuk mempermudah pembuatan dan pencabutan pola dari cetakan. Dalam proses pembuatan *Diffuser*, terdapat syarat yang harus dipenuhi, yaitu keseimbangan putaran atau *balance*. Putaran *Diffuser* harus stabil agar ketika berputar dengan kecepatan tinggi, sisi *Diffuser* tidak bertabrakan dengan *casing* pompa yang dapat menyebabkan kerusakan. Dengan demikian, proses pembuatan *Diffuser* di setiap sisi harus sama dan satu sumbu.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut, metode pembuatan pola yang digunakan adalah menggunakan mesin bubut agar putaran pola *Diffuser* stabil dan satu sumbu. Dalam *Diffuser* terdapat sudu atau baling-baling *Diffuser* atau yang biasa disebut *blade*. Pembuatan *blade* merupakan bagian penting dalam *Diffuser* yang berfungsi

⁴ Gülich, J. F. (2010). *Centrifugal Pumps* (2nd ed.). Springer, hlm. 42-57.

⁵ PT Torishima Guna Indonesia. (2023). *Katalog Pompa Multistage Tipe MMK 65*. Jakarta: PT Torishima Guna Indonesia.

mengarahkan aliran fluida, dan pembuatannya membutuhkan simetri, ketelitian dimensi, serta permukaan halus. Untuk memenuhi tuntutan tersebut, metode duplikasi menggunakan teknik pola resin dipilih, serta digunakan master *blade* hasil 3D printing dengan teknologi SLA (*Stereolithography*). Teknologi ini memungkinkan pencetakan bentuk yang presisi tinggi dengan kualitas permukaan yang sangat baik, sehingga dapat langsung digunakan dalam proses duplikasi atau perakitan pola utama.



Gambar 2 *Diffuser Multistage Pump*

Pembuatan pola *Diffuser* memerlukan teknik dan ketelitian khusus. Prosesnya dimulai dengan tahap perancangan yang terdiri dari penentuan bahan pola, jenis pola, kaidah pola, sambungan kayu, arah serat kayu, perancangan gambar pola dan kotak inti, *operational plan*, kebutuhan bahan dan biaya estimasi, serta operasional produksi. Tahap selanjutnya yaitu proses pembuatan yang terdiri dari pembuatan pola dan kotak inti, kontrol kualitas pola dan kotak inti, serta proses uji coba (*trial*) pola dan kotak inti untuk memastikan tidak adanya masalah dalam pembuatan cetakan dan inti hingga proses perakitan (*assembling*). Perencanaan tersebut dilakukan guna menunjang setiap prosesnya yang membuat pekerjaan menjadi terencana dengan hasil yang efektif dan efisien.

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah pada laporan Teknik proyek akhir ini penulis menitikberatkan pada proses perancangan dan pembuatan pola, yaitu:

1. Bagaimana teknik pembuatan gambar teknik *Diffuser Multistage Pump*?
2. Bagaimana perancangan pola dan kotak inti *Diffuser Multistage Pump*?
3. Bagaimana pembuatan pola dan kotak inti *Diffuser Multistage Pump*?
4. Bagaimana perhitungan biaya pembuatan pola dan kotak *Diffuser*

Multistage Pump?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan laporan Teknik proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pembuatan gambar ulang (*re-drawing*) untuk menghasilkan sebuah gambar yang menjadi acuan pembuatan produk.
2. Menghasilkan rancangan gambar dan rancangan pembuatan pola dan kotak inti *Diffuser Multistage Pump* sesuai dengan tuntutan produk yang sesuai dengan standar pola DIN 1511 dan sesuai dengan kaidah-kaidah pola pengecoran logam.
3. Menghasilkan pola dan kotak inti *Diffuser Multistage Pump* dengan bentuk dan ukuran sesuai dengan gambar dan rancangan.
4. Menghasilkan biaya estimasi dan biaya produksi pola *Diffuser Multistage Pump*.

1.4 Ruang Lingkup

1. Pembuatan gambar teknik *Diffuser Multistage Pump*.
2. Perancangan pola dan kotak inti *Diffuser Multistage Pump* sesuai dengan standar pola DIN 1511 dan sesuai dengan kaidah-kaidah pola pengecoran logam.
3. Pembuatan pola dan kotak inti *Diffuser Multistage Pump* sesuai dengan standar pola DIN 1511 dan sesuai dengan kaidah-kaidah pola pengecoran logam.
4. Perhitungan biaya estimasi dan biaya produksi pola *Diffuser Multistage Pump*.

1.5 Sistematika Penulisan

Berikut ini sistematika penulisan yang dibuat:

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup, dan sistematika penulisan laporan.

2. BAB II LAPORAN TEKNIK

Berisikan landasan teori, perancangan pola, proses dan hasil pembuatan pola, perhitungan biaya estimasi, dan biaya operasi produksi pola *Diffuser Multistage Pump*.

3. BAB III KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dari hasil pembuatan pola dan saran untuk mencapai hasil yang lebih baik dalam merancang, merencanakan, dan membuat pola *Diffuser Multistage Pump*.

4. LAMPIRAN

Berisikan data-data mengenai proses perancangan coran, perancangan pola, dan pembuatan pola.