

**PERANCANGAN DAN PERENCANAAN PROSES
PENGECORAN *OUTLET ELBOW MANIFOLD*
TURBO DENGAN MATERIAL
BESI COR KELABU**

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
Menyelesaikan pendidikan Diploma III

Oleh

Rangga Ferdhian

NIM. 219331049



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

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Proyek Akhir yang berjudul

PERANCANGAN DAN PERENCANAAN PROSES PENGECORAN *OUTLET ELBOW MANIFOLD TURBO* DENGAN MATERIAL BESI COR KELABU

Oleh

Rangga Ferdhian

Telah diterima dan disahkan sebagai persyaratan untuk lulus program Diploma III

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, Agustus 2022

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Achmad Sambas, ST.,MT.

NIP 197012271995121001

Wiwik Purwadi, Dipl.Ing.,MT.

NIP 196508091994031001

ABSTRAK

Industri otomotif di Indonesia berkembang pesat, hal ini berpengaruh juga pada perkembangan industri manufaktur suku cadang, bahan baku, dan bahan lain yang dibutuhkan dalam perakitan otomotif, baik mobil maupun motor. Salah satu suku cadang yang terdapat didalamnya ialah Outlet Elbow Manifold Turbo. Benda *Outlet Elbow Manifold Turbo* ini dibuat dengan metode pengecoran logam. Proses ini dipilih karena *Outlet Elbow Manifold Turbo* memiliki kontur yang sulit dan bentuk yang cukup rumit. Berdasarkan tuntutan sifat yang dibutuhkan dari produk coran ini maka material yang digunakan adalah besi cor kelabu dengan kemampuan tarik minimal 150 Mpa sesuai standar ASTM A 48M dengan material *class* 150B. Perancangan dan perencanaan coran *Outlet Elbow Manifold Turbo* dimulai dari proses studi literatur, penetapan spesifikasi produk coran, perancangan konstruksi coran, perancangan material dan sistem saluran, perencanaan proses, simulasi, perhitungan estimasi harga pokok produksi dan pembuatan kartu kerja sebagai *Standard Operational Production* (SOP) pada saat proses pembuatan coran.

Kata kunci : ASTM A 48M, otomotif, Outlet Elbow Manifold Turbo, Produk cor

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis yang berjudul “Perancangan dan Perencanaan Coran *Outlet Elbow Manifold Turbo* dengan Material A48M class 150B sesuai standar “ASTM A 48M” dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, beserta para sahabat, keluarga, dan pengikutnya hingga akhir zaman yang telah menjadi suri tauladan bagi seluruh umat sehingga tercipta peradaban yang lebih baik.

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah berpartisipasi dan membantu penulis dalam pembuatan karya tulis ini. Proyek akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Bandung.

Penulis menyadari bahwa penulisan karya tulis ini tidak dapat diselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan karya tulis ini, yaitu;

1. Kedua Orang tua yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada henti – hentinya kepada penulis.
2. Darma Firmansyah Undayat ,SST.,MT sebagai ketua jurusan Teknik Pengecoran Logam yang telah memberikan kesempatan penulis untuk membuat dan menyelesaikan karya tulis ilmiah ini.
3. Achmad Sambas, ST.,MT selaku pembimbing I dan Wiwik Purwadi, Dipl.Ing., MT selaku pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan saran maupun arahan kepada penulis.
4. Para dosen, instruktur, dan seluruh *stakeholder* Jurusan Teknik Pengecoran Logam yang telah membantu dan memberikan saran kepada penulis.
5. Seluruh teman angkatan *Foundry 33* yang telah memberi dukungan dan semangat dalam menyelesaikan tulisan ini.

Penulis menyadari bahwa penulis memiliki keterbatasan dalam berbagai hal dalam penulisan karya tulis ilmiah proyek akhir ini, dan karya tulis ini masih jauh dari kata sempurna,

oleh karena itu penulis mengharapkan segala bentuk kritik maupun saran yang membangun dari berbagai pihak. Semoga dalam penulisan karya tulis ini, banyak manfaat yang dapat diambil baik oleh penulis dan pembaca.

Bandung, Juli 2022

Rangga Ferdhian

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Ruang Lingkup	5
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II	7
LAPORAN KERJA.....	7
2.1 Metodologi Penyelesaian	7
2.2 Produk.....	9
2.2.1 Spesifikasi produk.....	9
2.2.2 Komposisi material produk	9
2.2.3 Besi cor kelabu	10
2.2.4 Besi cor kelabu A48M Class 150B	10
2.2.5 Grafit	10
2.3 Perancangan Konstruksi Coran.....	15
2.3.1 Penentuan Belahan	16

2.3.2 Kemiringan.....	18
2.3.3 Tambahan Pengerjaan	18
2.3.4 Penyusutan	19
2.3.5 Radius tuang.....	19
2.4 Perencanaan Target Material A48M class 150B	20
2.4.1 Target komposisi	21
2.4.2 Rencana pembentukan grafit.....	24
2.4.3 Perhitungan penyusutan dan temperatur benda.....	24
2.5 Perancangan Sistem Saluran	25
2.5.1 Perhitungan modul	25
2.5.2 Perhitungan penyusutan dan temperatur Proses.....	28
2.5.3 Prinsip riserless	29
2.5.4 Perhitungan Ukuran Sistem Saluran	29
2.6 Perencanaan Proses Cetakan.....	37
2.6.1 Penentuan metode pembuatan cetakan.....	37
2.6.2 Penentuan pasir cetak dan pasir inti	38
2.6.3 Penentuan rangka cetak.....	42
2.6.4 Perancangan layout cetakan	43
2.7 Perencanaan Proses Peleburan.....	44
2.7.1 Rencana peramuan	44
2.7.2 Temperatur proses peleburan	44
2.7.3 Rencana alat proses peleburan	46
2.8 Perencanaan Proses Pembongkaran, Pembersihan dan Fettling	47
2.8.1 Rencana pembongkaran dan pembersihan	47
2.8.2 Rencana Fettling.....	48

2.9 Perencanaan Proses Pengujian.....	48
2.9.1 Pengujian pasir cetak.....	48
2.9.2 Pengujian komposisi cairan.....	48
2.9.3 Pengujian baji.....	48
2.9.4 Pengujian tarik	48
2.9.5 Pengujian metallografi	49
2.9.6 Pengujian dimensi	49
2.10 Kartu Kerja.....	49
2.11 Harga Pokok Produksi	49
2.12 Analisa	51
2.12.1 Dimensi Coran	51
2.12.2 Data berat benda.....	51
2.12.3 Data peleburan	51
2.12.3 Data pengujian	52
BAB III.....	53
PENUTUP	53
3.1 Kesimpulan	53
3.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Komponen-komponen Turbochager	1
Gambar 2. 1 Diagram alir proses pembuatan benda Outlet Elbow Manifold Turbo.....	7
Gambar 2. 2 Bentuk grafit	11
Gambar 2. 3 Distribusi grafit.....	12
Gambar 2. 4 Opsi penentuan posisi cetakan.....	17
Gambar 2. 5 Jenis kemiringan pada pola.....	18
Gambar 2. 6 Diagram fasa Fe-C.....	20
Gambar 2. 7 Penyusutan yang terjadi pada proses pengecoran logam.....	24
Gambar 2. 8 Tinggi hidrolisis cairan	33
Gambar 2. 9 Dimensi saluran masuk	34
Gambar 2.10 Dimensi saluran terak	35
Gambar 2. 11 Layout pola dan sistem saluran dalam cetakan.....	43
Gambar 2. 12 <i>Jenis-jenis ladel penuangan</i>	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Deskripsi diagram alir proses pembuatan benda Outlet Elbow Manifold Turbo	9
Tabel 2. 2 Kriteria pembanding rancangan posisi cetakan	18
Tabel 2. 3 Penyusutan besi cor	19
Tabel 2. 4 Target komposisi material A48M class 150B	23
Tabel 2. 5 Perhitungan waktu tuang	31
Tabel 2. 6 Perhitungan faktor hambat alir	32
Tabel 2. 7 Perbandingan sistem saluran berdasarkan jenis aliran cairan.....	34
Tabel 2.8 Perhitungan sistem saluran Outlet Elbow manifold	36
Tabel 2. 9 Metode cetak VDG Merkblatt	37
Tabel 2. 10 Penentuan pasir cetak dan inti	39
Tabel 2. 11 Nilai karakteristik pasir greensand	40
Tabel 2. 12 Penentuan komposisi pasir cetak greensand.....	41
Tabel 2. 13 Penentuan komposisi pasir CO ₂ process.....	42
Tabel 2. 14 Ukuran rangka cetak di Polman Bandung	43
Tabel 2. 15 Target komposisi	44
Tabel 2. 16 Bahan baku dan paduan peleburan.....	44
Tabel 2. 17 Perencanaan temperatur.....	46
Tabel 2. 18 Pemilihan tanur peleburan.....	46
Tabel 2. 19 Total biaya produksi benda Outlet Elbow Manifold Turbo	50
Tabel 2. 20 Data berat benda perancangan dan aktual	51
Tabel 2. 21 Peramuan perencanaan dan aktual.....	51
Tabel 2. 22 Komposisi cairan perencanaan dan aktual	51
Tabel 2. 23 Waktu penuangan dan temperatur	52
Tabel 2. 24 Data pengujian tarik	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Perancangan Coran
Lampiran 2	Tabel Standard Kemiringan
Lampiran 3	Tabel Standard Tambahan Pengerjaan
Lampiran 4	Perhitungan Modul
Lampiran 5	Nomogram Besi Tuang Kelabu
Lampiran 6	VDG – Nomogram
Lampiran 7	Perhitungan Penyusutan Kristal
Lampiran 8	Perhitungan Sistem Saluran
Lampiran 9	Pemilihan Pasir Cetak
Lampiran 10	Perhitungan Peramuan
Lampiran 11	Kartu Kerja
Lampiran 12	Harga Pokok Produksi

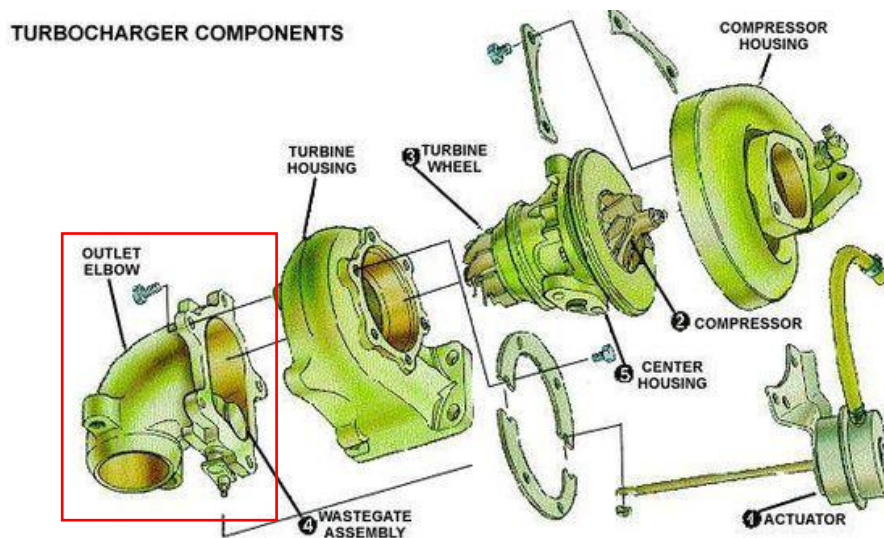
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

¹*Turbocharger* adalah sebuah komponen yang berupa kompresor yang digunakan dalam mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan keluaran tenaga mesin dengan meningkatkan massa oksigen yang memasuki mesin. Ada perbedaan dalam proses kerja antara *Supercharger* dan *Turbocharger*, yaitu pada penggerak impeler turbin dimana pada *Supercharger* impeler turbin digerakkan oleh gerakan mekanik yang ditransfer dari putaran poros engkol, sedangkan pada turbocharger memanfaatkan gas buang sebagai penggerak impeler turbin.

Berikut ini merupakan komponen – komponen yang berada dalam Turbocharger :



Gambar 1. 1 Komponen-komponen *Turbochager*

- Acuator : berfungsi untuk menarik tuas katup wastegate assembly yang kerjanya berdasarkan kevakuman udara di intake manifold.
- Compressor wheel : berfungsi untuk menghisap udara dari intercooler atau saringan udara dan memampatkan udara yang masuk ke dalam intake manifold.

¹artikel-teknologi.com."komponen-komponen turbocharger". <https://artikel-teknologi.com/komponen-komponen-turbocharger/>. (diakses pada 28 juni 2022)

- c. Turbine wheel : berfungsi untuk menciptakan putaran berdasarkan aliran dan tekanan gas buang hasil pembakaran mesin. Putaran pada Turbine wheel akan menciptakan putaran yang sama pada compressor wheel (terhubung melalui sebuah shaft) dengan compressor wheel.
- d. Wastegate assembly: berfungsi untuk membatasi putaran turbo agar dan mengatur tekanan maksimum yang dihasilkan turbo sehingga terhindar dari kerusakan.
- e. Center Housing : berfungsi sebagai tempat kedudukan dari shaft yang menghubungkan antara compressor wheel dengan turbine wheel, bearing, serta saluran pelumas untuk turbo.
- f. Compressor housing : berfungsi sebagai rumah dari compressor wheel dan sebagai saluran udara dari intercooler atau saringan udara menuju ke intake manifold.
- g. Turbine housing : berfungsi sebagai rumah dari turbine wheel dan sebagai saluran gas buang dari exhaust manifold ke knalpot mobil melalui outlet elbow.
- h. Outlet elbow : berfungsi sebagai rumah dari wastegate assembly sekaligus sebagai sambungan antara turbine housing dengan knalpot mobil.

²*Turbocharger* merupakan sebuah peralatan untuk menambah jumlah asupan udara yang masuk ke dalam silinder dengan memanfaatkan energi gas buang hasil dari pembakaran. Turbocharger merupakan peralatan untuk mengubah sistem pemasukan udara dari konsep natural atau alami menjadi sistem induksi paksa. Jika sebelumnya udara yang akan dimasukkan ke dalam silinder hanya mengandalkan kevakuman yang dibentuk dari pergerakan piston saat bergerak dari TMA ke TMB atau saat langkah hisap, maka dengan Turbocharger udara ditekan masuk ke dalam silinder menggunakan kompresor yang diputar oleh turbin yang digerakkan oleh tenaga dari gas buang hasil pembakaran. Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna, maka diperlukan tambahan udara yang dialirkan ke dalam silinder sejumlah aliran bahan bakar tertentu. Bila kepekatan udara bertambah sebelum ditambahkan ke dalam silinder, seluruh bahan bakar terbakar dan daya mesin akan bertambah. Untuk itu mesin diesel yang dilengkapi dengan Turbocharger

² motortrend.com."basic turbocharging components and theory".<https://www.motortrend.com/basic-turbocharging-components-and-theory/> (diakses pada 28 juni 2022)

bertujuan untuk memadatkan udara masuk ke dalam silinder mesin. Sehingga daya mesin lebih besar dibandingkan mesin dengan dimensi yang sama.

Dengan kata lain kerja Turbocharger sendiri adalah memanfaatkan gas buang dari ruang bakar untuk masuk ke turbocharger. Hal ini menyebabkan bagian lain dari *Turbocharger* berputar, yang bertugas menarik udara yang di dinginkan lewat intercooler untuk dikirim ke dalam mesin yang membantu proses pembakaran bahan bakar.

³Prinsip dasar dibalik penggunaan Turbocharger cukup sederhana, namun sebuah *Turbocharger* adalah sebuah komponen mesin yg sangat kompleks tidak hanya komponen-komponen dalam Turbocharger itu sendiri yg harus terkoordinasi secara tepat, tapi juga Turbocharger dan mesin harus benar-benar cocok. Jika tidak, maka dapat menghasilkan mesin yg tidak efisien dan bahkan kerusakan. Ada tujuh tahap dari proses aliran udara untuk pembakaran melalui sistem *Turbocharger* langkah langkah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Udara bersih bertekanan atmosfer masuk dihisap oleh *Turbocharger*.
2. Setelah itu *Turbocharger* memampatkan udara menekan menuju intercooler.
3. Intercooler menurunkan suhu udara yang melewatinya.
4. Pada saat katup isap terbuka udara yang sudah dingin dimasuk ke dalam silinder untuk pembakaran.
5. Setelah selesai pembakaran katup buang terbuka dan katup isap tertutup, gas buang akan didorong keluar dari silinder melalui katup buang.
6. Gas buang yang keluar dari silinder masuk ke *Turbocharger* lalu menendang/ memutar turbin pada *Turbocharger*.
7. Gas buang keluar dari *Turbocharger* lalu dibuang melalui corobong gas buang.

Agar Outlet Elbow dapat bekerja secara optimal maka diperlukan pemilihan material yang tepat sesuai dengan fungsi dari benda tersebut. Diantaranya, kemampuan menahan panas yang baik, karena Outlet Elbow berfungsi sebagai

³ ingenieriaymecanicaautomotriz.com. "turbocharger component working principles and types". 31 juli 2019.
<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/turbocharger-components-working-principles-and-types/>. (Diakses pada 28 Juni 2022)

rumah dari wastegate assembly sekaligus sebagai *connector* antara *turbine housing* dengan knalpot mobil yang dimana ada aliran udara panas didalamnya. Selanjutnya, Outlet Elbow harus terbuat dari material yang kaku agar tidak terjadi perubahan posisi karena produk ini terhubung dengan turbine housing dan knalpot mobil. Lalu material harus memiliki kemampuan permesinan yang baik.

Berdasarkan tuntutan diatas maka dalam pembuatan Outlet Elbow Manifold Turbo menggunakan material besi cor kelabu class 150B dengan standar ASTM A 48M karena material ini memiliki kemampuan permesinan yang baik, dapat menahan panas, memiliki ketahanan bentuk terhadap perubahan suhu.

Proses pembuatan *Outlet Elbow Manifold Turbo* menggunakan proses pengecoran logam. Proses pengecoran logam ini dipilih karena *Outlet Elbow Manifold Turbo* memiliki bentuk yang rumit. Selain itu, dari segi ekonomi dengan menggunakan proses pengecoran biaya pembuatannya pun akan lebih ekonomis.

Dalam pembuatan benda coran, untuk menghasilkan produk yang baik maka dibutuhkan proses perancangan dan perencanaan proses pengecoran serta pengujian material yang tepat sehingga produk yang dibuat dapat bekerja secara optimal sesuai dengan fungsinya dan dapat memenuhi semua tuntutan produk yang ada.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana merencanakan proses produksi pengecoran *Outlet Elbow Manifold Turbo*?
- b. Bagaimana merancang coran *Outlet Elbow Manifold Turbo*?
- c. Bagaimana menghitung estimasi biaya produksi benda cor *Outlet Elbow Manifold Turbo*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari pembuatan dan pengerjaan proyek akhir ini adalah :

- a. Merencanakan proses pengecoran pada benda coran Outlet Elbow Manifold Turbo sesuai standar ASTM A 48M class 150B.

- b. Melaksanakan proses perancangan benda coran Outlet Elbow Manifold Turbo sesuai dengan standar ASTM A 48M dengan menggunakan metode *gravity sand casting*.
- c. Melakukan perhitungan estimasi biaya produksi pembuatan Outlet Elbow Manifold Turbo.

1.4 Ruang Lingkup

- a. Penentuan metode pembuatan coran *Outlet Elbow Manifold Turbo*.
- b. Perancangan coran *Outlet Elbow Manifold Turbo*.
- c. Perhitungan volume dan modul *Outlet Elbow Manifold Turbo*.
- d. Perhitungan penyusutan total *Outlet Elbow Manifold Turbo*.
- e. Perhitungan dimensi gating system *Outlet Elbow Manifold Turbo*.
- f. Penentuan Layout cetakan, pasir cetak dan inti serta rangka cetak *Outlet Elbow Manifold Turbo*.
- g. Perhitungan inoculant, peramuan bahan serta temperature peleburan *Outlet Elbow Manifold Turbo*.
- h. Perencanaan pengujian produk *Outlet Elbow Manifold Turbo*.
- i. Perhitungan perencanaan biaya produksi *Outlet Elbow Manifold Turbo*.

1.5 Sistematika Penulisan

Berikut sistematika yang dibuat pada pembuatan laporan proyek akhir :

1. BAB I PENDAHULUAN

BAB I mencakup latar belakang , rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup kegiatan serta sistematika penulisan laporan.

2. BAB II LAPORAN KERJA

BAB II mencakup metodologi, spesifikasi produk, perencanaan dan perancangan produk, perhitungan harga produk dan Analisa hasil produk.

3. BAB III

BAB III menjelaskan kesimpulan dan saran dari hasil pembuatan produk cor *Outlet Elbow Manifold Turbo*.

4. LAMPIRAN

LAMPIRAN mencakup data – data pendukung yang didapatkan mulai dari proses

perencanaan, perancangan hingga proses pembuatan produk *Outlet Elbow Manifold Turbo*.