

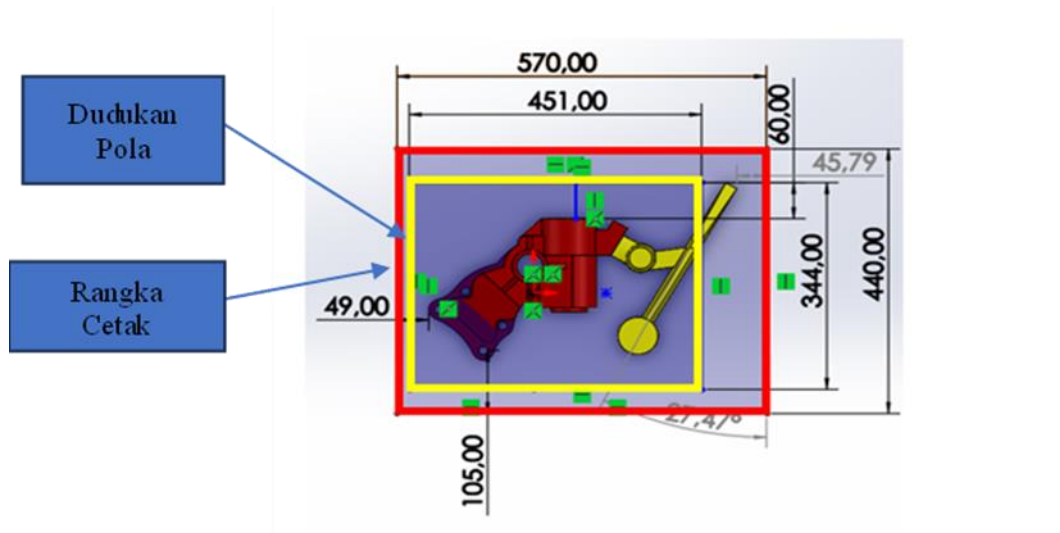
BAB III

Kesimpulan dan Saran

3.1 Kesimpulan

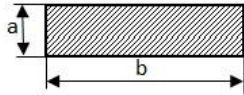
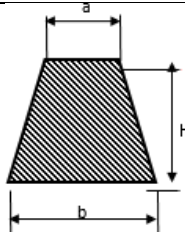
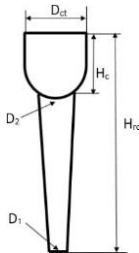
Berdasarkan hasil laporan kerja perancangan dan perencanaan produk *Steering Housing Daihatsu Delta* serta data-data dari pengujian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa:

1. Perencanaan proses pembuatan produk cor *Steering Housing Daihatsu Delta* untuk mencapai spesifikasi produk yang sesuai standar material besi cor nodular ASTM A536 *Grade 65-45-12* menggunakan metode *sand casting* secara manual dengan pasir cetak *greensand* dirancang melalui sebuah rancangan rangkaian proses yang meliputi sektor kerja cetakan dan inti, sektor peleburan dan sektor pengerjaan lanjut.
2. Produk *Steering Housing Daihatsu Delta* menggunakan material besi cor nodular dengan standar ASTM A536 *Grade 65-45-12* dirancang menggunakan penambah samping dengan diameter 52 mm, dengan menggunakan pasir *greensand*, serta pemadatan cetakan dilakukan secara manual. Berikut tata letak cetakan sistem saluran dan penambah yang digunakan, serta dimensi sistem salurannya.



Gambar 4. 1 Rancangan Tata Letak Produk Cor *Steering Housing Daihatsu Delta*

Tabel 5. 1 Rancangan Sistem Saluran *Steering Housing Daihatsu Delta*

Sistem Saluran	Gambar	Ukuran (mm)
Saluran Masuk		$a = 8,4 \text{ mm}$ $b = 33 \text{ mm}$
Saluran Terak		$a = 9,23 \text{ mm}$ $h = 30 \text{ mm}$ $b = 19,6 \text{ mm}$
Saluran Turun		$D1 = 27 \text{ mm}$ $D2 = 37 \text{ mm}$ $Dct = 75,74 \text{ mm}$ $Hrc = 200 \text{ mm}$ $Hct = 50 \text{ mm}$

- Perencanaan perhitungan biaya produksi coran *Steering Housing Daihatsu Delta* yang serangkaian proses perancangan, proses cetakan dan inti, proses peleburan serta proses pengerjaan akhir. Estimasi biaya produksi tanpa pengujian sebesar Rp 1.376.000, Sedangkan total biaya dengan pengujian sebesar 2.341.000.

3.2 Saran

Berikut adalah saran yang lebih khusus untuk mencegah cacat, ketidaksesuaian, dan kendala dalam pembuatan produk cor Steering Housing Daihatsu Delta dengan material besi cor nodular standar ASTM A536 *Grade 65-45-12*:

a. Pengelolaan Proses Peleburan:

Pemilihan dan Pemuatan Bahan Baku Pastikan bahwa bahan baku yang digunakan memiliki kualitas yang sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Gunakan bahan baku dengan kandungan unsur yang tepat untuk mencapai komposisi kimia yang diinginkan. Selain itu, pastikan paduan yang digunakan juga sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan.

Kontrol Suhu Monitor ; suhu peleburan dengan ketat untuk memastikan bahwa suhu tetap dalam rentang yang diinginkan. Gunakan peralatan pengukur suhu yang akurat dan lakukan kalibrasi secara berkala untuk menghindari kesalahan pengukuran.

b. Optimalisasi Proses Mg Treatment:

Kecepatan Proses ; Lakukan proses Mg treatment dengan cepat setelah peleburan selesai untuk menghindari penurunan suhu yang signifikan dan mencegah kehilangan karbon yang berlebihan. Gunakan peralatan yang memadai untuk mempercepat proses ini.

Pemanasan Awal Ladle: Sebelum digunakan, lakukan pemanasan awal pada ladle untuk menghindari panas kejutan dan penurunan suhu yang besar saat menuangkan cairan logam. Pemanasan awal dapat dilakukan dengan memastikan ladle dalam kondisi hangat atau menggunakan peralatan pemanas khusus.

Pengendalian Komposisi: Selama proses Mg treatment, pantau komposisi kimia secara berkala untuk memastikan bahwa kadar magnesium dan unsur lainnya tetap sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Gunakan teknik pengukuran yang akurat dan segera lakukan penyesuaian jika terjadi penyimpangan.

Daftar Pustaka

<https://mytruck.my/index.php/1987-daihatsu-delta-v57-3800kg-ad4234.html>, diakses pada 25 Juli 2024

American Society for Testing and Materials. *ASTM A802: Standard Practice for Steel Castings, Surface Acceptance, Visual Examination* (Amerika: ASTM, 1995), hal. 3

ASM International, *ASM Metals Handbook, Vol 01 Properties and Selection Irons, Steels, and High- Performance Alloys* (Amerika: ASM International, 2005), hal. 68 dan

<https://www.pentictonfoundry.com/news/ductile-iron-data-sheet-astm-a536-65-45-12/>

Eddy S. Gotto, *Perancangan Pola Pengecoran Logam dan Perancangan Coran*, (Bandung: POLMANBandung), hlm. 16

Eddy S. Gotto, *Perancangan Pola Pengecoran Logam dan Perancangan Coran*, (Bandung: POLMANBandung). Hal. 11-14

Eddy S. Gotto, *Perancangan Pola Pengecoran Logam dan Perancangan Coran*, (Bandung : POLMANBandung), hal. 12

Ibid, hal. 14

Eddy Gotto. S. *Perancangan Pola Pengecoran Logam dan Konstruksi Coran* (Bandung: Polman Bandung, 2001), hal. 15

Eddy Gotto. S. *Perancangan Pola Pengecoran Logam dan Konstruksi Coran* (Bandung: Polman Bandung, 2001), hal. 15

Balai Besar Logam dan Mesin. *Petunjuk Praktis Teknologi Pengecoran Besi Tuang* (Bandung: 2003), hal. 26

Rio Tinto iron & Titanium Inc. *Ductile Iron The Essentials of Gating and Riser Design* (Montreal: Rio Tinto Iron & Titanium Inc., 2000), hal. 22

Oyok Yudiyanto. *Perancangan Coran Semester 4 & 5* (Bandung: Polman Bandung, 2009), hal. 27 & 28

Rio Tinto iron & Titanium Inc. *Ductile Iron The Essentials of Gating and Riser Design* (Montreal: Rio Tinto Iron & Titanium Inc., 2000), hal. 6

Oyok Yudiyanto. *Perancangan Coran Semester 4 & 5* (Bandung: Polman Bandung, 2009), hal. 16

Oyok Yudiyanto. *Perancangan Coran Semester 4 & 5* (Bandung: Polman Bandung, 2009), hal.

16

Oyok Yudiyanto. *Perancangan Coran Semester 4 & 5* (Bandung: Polman Bandung, 2009), hal.

15

Oyok Yudiyanto. *Perancangan Coran Semester 4 & 5* (Bandung: Polman Bandung, 2009), hal.

13

Oyok Yudiyanto. *Perancangan Coran Semester 4 & 5* (Bandung: Polman Bandung, 2009), hal.

18

Oyok Yudiyanto. *Perancangan Coran Semester 4 & 5* (Bandung: Polman Bandung, 2009), hal.

20

American Foundrymen's Society, Inc. Ductile iron Handbook. Illinois: AFS, 1993) hal.183

American Foundrymen's Society, Inc. Ductile iron Handbook. Illinois: AFS, 1993) hal.183

R. Widodo, *Teknik Bengkel Pengecoran Logam II* (Bandung: Polman Bandung, 1989), hal. 21

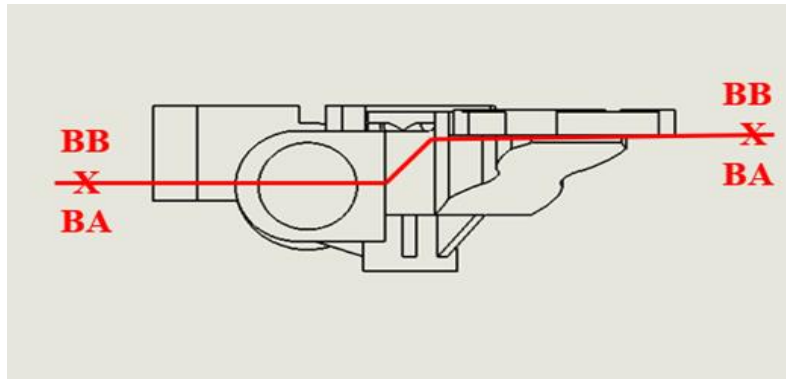
Foseco, *Metallurgy & Production of Grey & Ductile Iron; BCIRA Membership Service* (N.A: Foseco), hal. 1

Foseco, *Metallurgy & Production of Grey & Ductile Iron; BCIRA Membership Service* (N.A: Foseco), hal. 2

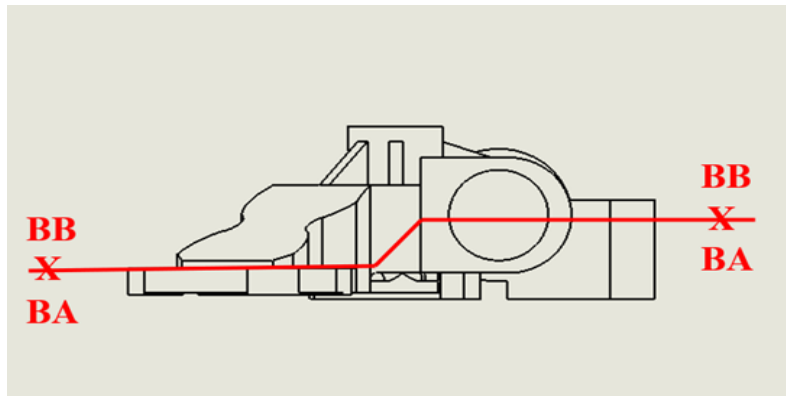
Lampiran 2

Penentuan Belahan

A. Alternatif Penempatan Pola 1



B. Alternatif Penempatan Pola 2



No	Aspek Pertimbangan	Nilai	
		Alternatif 1	Alternatif 2
1	Pembuatan Pola	2	2
2	Pembuatan Cetakan	1	2
3	Bebas terak	2	1
4	Cacat pasir	3	1
5	Penggunaan bahan	1	2
Total		9	8
Keterangan :			
1 = Sangat sulit			
1 = Sulit			
3 = Mudah			

Setelah melakukan pertimbangan dari berbagai aspek seperti yang ditunjukkan pada *Tabel di atas*, bobot nilai pada alternatif 1 memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan alternatif 2. Sehingga untuk menentukan belahan yang dipakai pada pembuatan Pola yang digunakan adalah alternatif 1 karena memiliki tingkat kesulitan yang lebih rendah.

LAMPIRAN 3

PENENTUAN TAMBAHAN Pengerjaan DAN KEMIRINGAN

A. Penentuan Tambahan Pengerjaan

Tabel 1 Penentuan Tambahan Pengerjaan Ukuran Pola

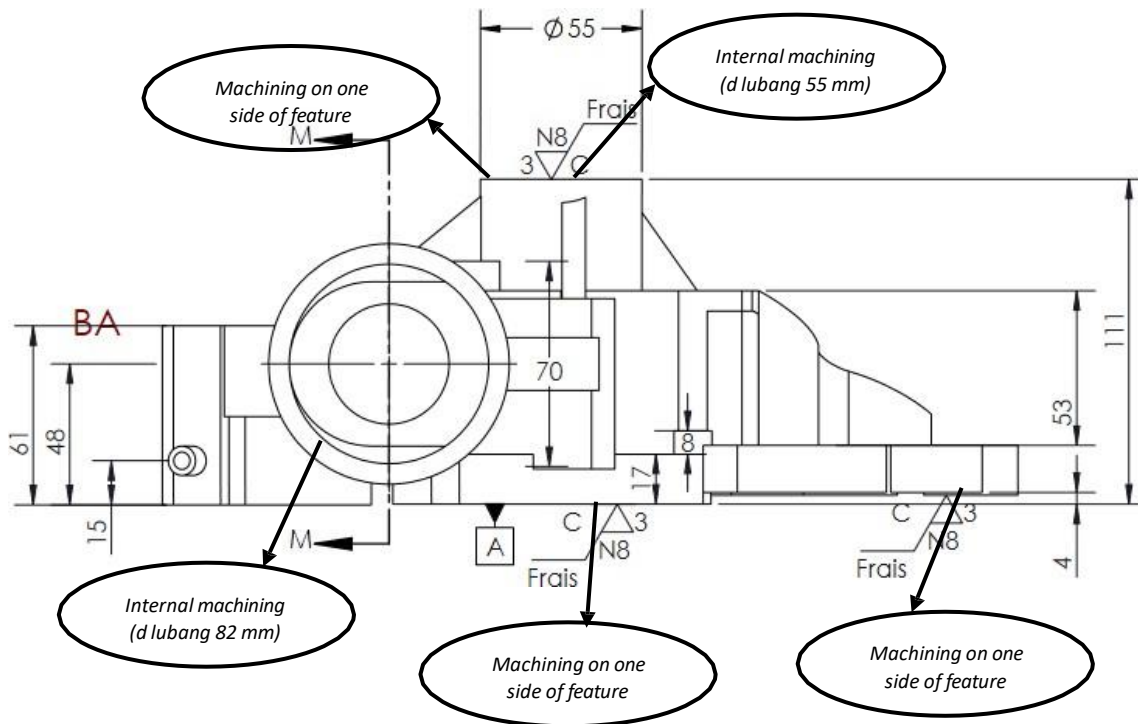
Ukuran Pola (mm)		Ketebalan Dinding (mm)	Tambahan Pengerjaan (mm)			
			Bagian Bawah		Bagian Atas	
diatas	sampai		dari	sampai	dari	sampai
- 200		Sampai dengan 20	1,5 - 2,0		2,0 - 2,5	
200 - 400			2,0 - 3,0		2,5 - 3,5	
400 - 600			3,0 - 3,5		3,5 - 4,5	
600 - 800			3,5 - 4,0		4,5 - 5,0	
800 - 1000			4,0 - 4,5		5,0 - 6,0	
1000 - 1200			4,5 - 5,0		6,0 - 7,0	
1200 - 1500			5,0 - 6,0		7,0 - 8,0	

	- 200	20 - 40	2,0 - 2,5		2,5 - 3,5	
	200 - 400		2,5 - 3,5		3,5 - 4,5	
	400 - 600		3,5 - 4,5		4,5 - 6,0	
	600 - 800		4,5 - 5,0		6,0 - 7,0	
	800 - 1000		5,0 - 6,0		7,0 - 8,0	
	1000 - 1200		6,0 - 7,0		8,0 - 10,0	
	1200 - 1500		7,0 - 8,0		10,0 - 12,0	

Tabel 2 Penentuan Tambahan Pengerjaan Diameter Dalam

Diameter Lubang (mm)	Panjang/Kedalaman Lubang	Tambahan Pengerjaan di Dalam Diameter (mm)
30 - 50	Sampai dengan 100	6,0 - 7,0
50 - 90		7,0 - 10,0
90 - 150		10,0 - 15,0
diatas 150		15,0 - 20,0
40 - 90	100 sampai 200	10,0 - 15,0
90 - 150		12,0 - 18,0
diatas 150		15,0 - 20,0
diatas 50	diatas 200	14,0 - 20,0

Dari *drawing machining* produk cor *Steering Housing Daihatsu Delta* dapat diketahui bagian-bagian yang nantinya di perlukan untuk penambahan ukuran tambahan pengerjaan.



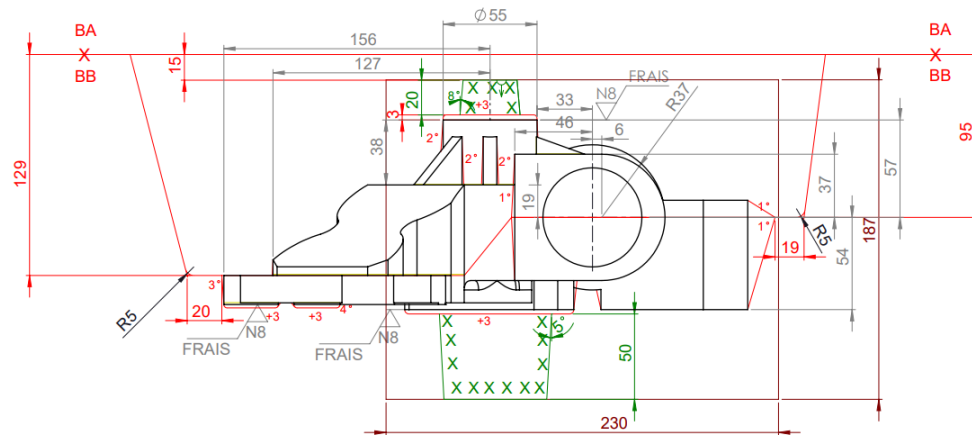
B. Penentuan kemiringan

Tabel 3 Hasil Penentuan Material

Tinggi Pola	Kemiringan Pola
0 – 5 mm	10°
5 – 10 mm	5°
10 – 30 mm	3°
30 – 60 mm	2°
> 60 mm	1°

Sumber: Eddy, Gotto. S. *Perancangan Pola Pengecoran Logam dan Konstruksi Coran* (Bandung: Polman Bandung, 2001)

Kemiringan untuk bagian dengan tinggi pola 30-60 mm adalah sebesar 2° dan untuk ketinggian 10-30 mm adalah sebesar 3° .

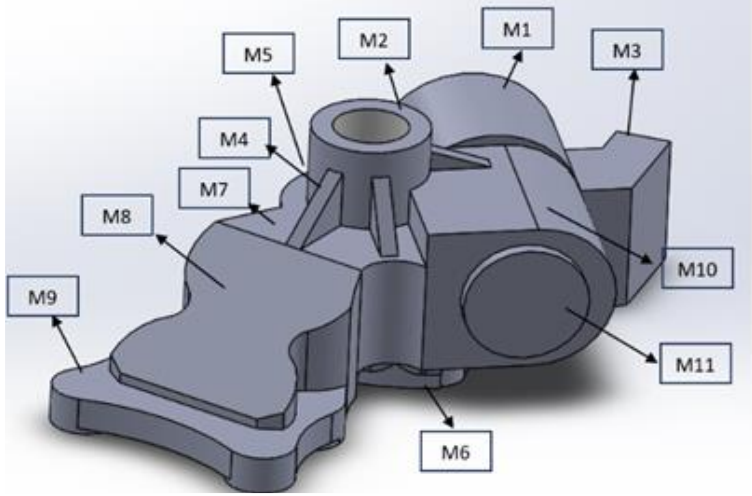
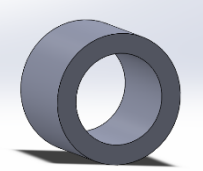
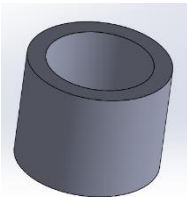
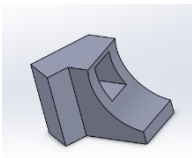
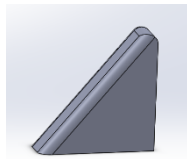


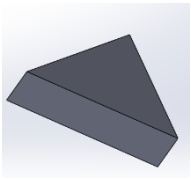
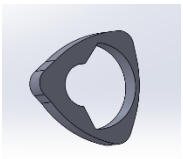
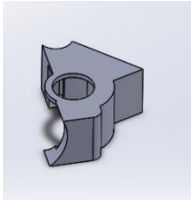
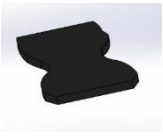
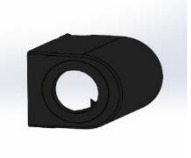
Gambar 1. 1 Gambar Tambahan Pengerjaan dan Tambahan Kemiringan

LAMPIRAN 4

PERHITUNGAN MODUL BENDA³

Tabel Pembagian Modul dan Perhitungan Modul Benda

				
No	Visual	Volume (mm)	Luas Penampang (mm)	Modul
M1		225189	10857	0,80
M2		57962	115,93	0,49
M3		132936,71	18728,89	0,7
M4		3617,28	1243000	0,29

M5		914000	181500	0,51
M6		67282,6	105510	0,63
M7		154920,68	1739500	0,89
M8		48,36	158,71	0,31
M9		18,54	30,85	0,6
M10		150,69	392,39	0,38
M11		10,62	23,29	0,46

Berdasarkan perhitungan diatas, modul terbesar pada produk cor *Steering Housing Daihatsu Delta* terletak pada M7 sebesar 0,89 cm

LAMPIRAN 5

PERHITUNGAN PENAMBAH DAN SISTEM SALURAN

a. Perhitungan Penyusutan

1. Susut cair

Temperatur Liquidus		
$T_l = 1636 - 113(CE)$	CE	4,46
	TI	1104°C
Temperatur in mould		
$T_{in mould} = T_{mg} - \Delta T_{mg} - 50^\circ C$	T_{mg}	1500°C
	ΔT_{mg}	100°C
	$T_{in mould}$	1350°C
Susut cair		
$Susut\ cair = \frac{T_{in\ mould} - T_l}{50^\circ C} \times 1\%$	Susut cair	4,4%

Keterangan:

TI = Temperatur *liquidus*

$T_{in\ mould}$ = Temperatur cairan di dalam cetakan

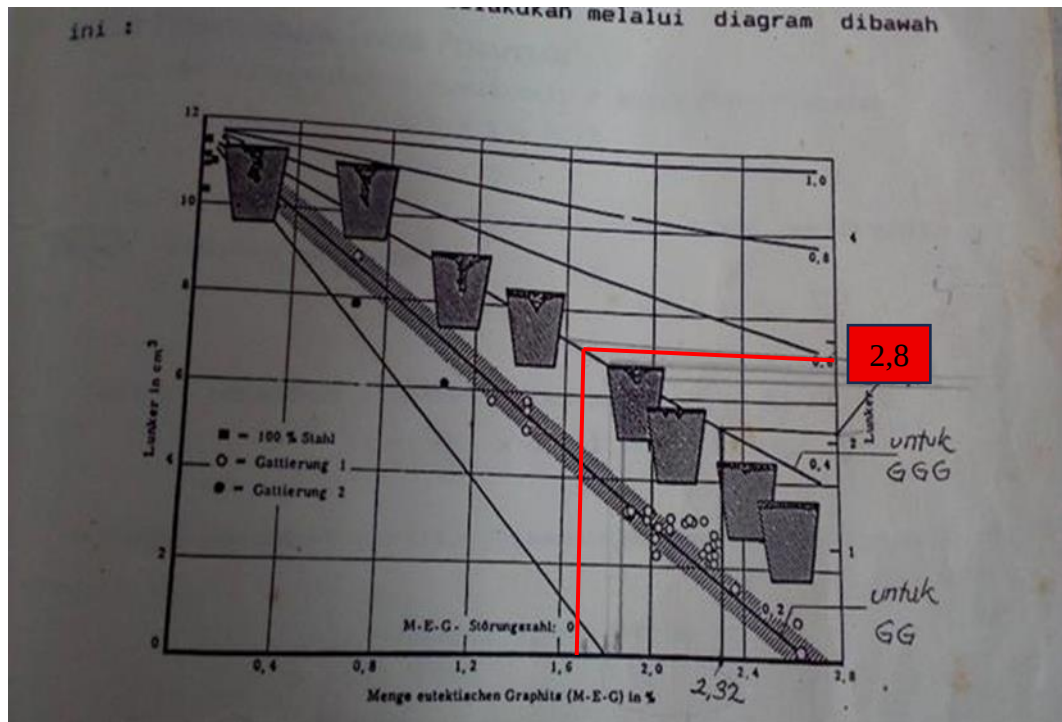
T_{Mg} = Temperatur *tapping* yang optimal untuk proses Mg *treatment* menurut Stephen I Karsay

ΔT_{Mg} = Perubahan temperature akibat Mg *treatment* (100 °C)

ΔT = Selisih temperatur dalam cetakan dengan titik *liquidus*

b. Susut Kristal

$$\begin{aligned}
 MEG &= C\ total - 2,06 + 0,1 \times (Si + P) \\
 &= 3,4 - 2,06 + 0,1 \times (3,2 + 0,03) \\
 &= 1,34 + 0,323 \\
 &= 1,663
 \end{aligned}$$



Gambar Grafik MEG (jumlah grafit eutektik) untuk menentukan besar penyusutan kristal

Dengan nilai MEG 1,91, didapatkan susut kristal sebesar 2,8%

C. Ekspansi Grafit

Massa grafit (%)	
$M_{\text{persen grafit}} = \frac{C - 1,1}{98,9} \cdot 100$	C 3,4% M_{persen grafit} 2,325%
Massa casting (%)	
$M_{\text{persen casting}} (\%) = 100 - M_{\text{persen grafit}}$	M_{persen casting} 97,675%
Massa benda (gr)	
$M_{\text{benda}} = V_{\text{benda}} \times \rho_{\text{Cairan Logam}}$	V_{benda} 1,21dm ³
	$\rho_{\text{cairan logam}}$ 7.2 gr/dm ³
	M_{benda} 8.718,573 kg
Massa grafit dalam cairan (gr)	
$M_{\text{grafit}} = \frac{M_{\text{Persen Grafit}}}{100} \times M_{\text{Benda}}$	M_{grafit} 202,6935 gr
Volume grafit dalam cairan(cm ³)	
$V_{\text{Grafit Dalam Cairan}} = \frac{M_{\text{Grafit Dalam Cairan}}}{\rho_{\text{Grafit}}}$	ρ_{grafit} 2,267 gr
	V_{grafit} 89,41cm³
Massa benda tanpa grafit	
$M_{\text{Benda Tanpa Grafit}} = M_{\text{benda}} - M_{\text{grafit}}$	M_{benda tanpa grafit} 8515,8795 gr
Volume benda tanpa grafit	

$V_{\text{benda tanpa grafit}} = \frac{M_{\text{benda tanpa grafit}}}{\rho_{\text{cairan}}}$	V_{benda tanpa grafit}	1182,76 cm³
Volume cairan (karsay 3%)		
$V_{\text{cairan}} = V_{\text{benda tanpa grafit}} \times 97\%$ (3% susut)	V_{cairan}	1147,27 cm³
Volume total		
$V_{\text{total}} = V_{\text{cairan}} + V_{\text{grafit}}$	V_{total}	1236,68 cm³
Volume ekspansi		
$V_{\text{ekspansi}} = V_{\text{total}} - V_{\text{benda}}$	V_{ekspansi}	26,68 cm³
Ekspansi grafit		
$Ekspansi = \frac{V_{\text{ekspansi}}}{V_{\text{benda tanpa grafit}}} \times 100\%$	Ekspansi grafit	2,25 %
Total susut		
$Total\ susut = Susut\ total - Ekspansi\ grafit$	Susut total	(4,4 % + 2,8%) - 2,25
	Total susut	4,95%

Keterangan:

M persen Grafit	= Persentase massa grafit pada cairan
M persen Casting	= Persentase massa casting pada cairan
M benda	= Massa coran
M Grafit dalam cair	= Massa grafit dalam cairan
V Grafit dalam cairan	= Volume grafit dalam cairan
M benda w/o grafit	= Massa benda tanpa grafit dalam cairan
V benda w/o grafit	= Volume benda tanpa grafit dalam cairan
V cairan (karsay 3%) karsay	= Volume cairan setelah mengalami penyusutan 3% karsay
V total	= Volume cairan tambah volume grafit
V ekspansi	= Selisih volume total dengan volume benda
Ekspansi Persen	$= \frac{V_{\text{ekspansi}}}{V_{\text{benda}}} * 100\%$
Total Susut	= Susut Total – Expansi Grafit (3 % menurut Karsay)

D. Perhitungan Penambah

Volume Feeding	
$V_f = s \times V_c / x - s$	$V_f = \frac{2,85\% \times 121,09}{20\% - 2,85\%} = 20,12 \text{ cm}^3$ $= \mathbf{0,020 \text{ dm}^3}$
Perbandingan Modulus	
$M_b : M_{lp} : M_p = \mathbf{1 : 1,1 : 1,2}$	$M_b = V/A = \mathbf{0,89 \text{ cm}}$ $M_{lp} = 1,1 \cdot 0,89 = \mathbf{0,97 \text{ cm}}$ $M_p = 1,2 \cdot 0,89 = \mathbf{1,06 \text{ cm}}$
Diameter Penambah	
$D_p = 4,91 \times M_p$	$D_p = 4,91 \cdot M_p$ $= 4,91 \cdot 1,06$ $= 5,2 \text{ cm} \approx \mathbf{52 \text{ mm}}$
Volume Penambah	
$V_p = 1,16 \times D_p^3$	$V_p = 1,16 \cdot D_p^3$ $= 1,16 \cdot 5,2 = 163,09 \text{ cm}^3$ $= \mathbf{0,163 \text{ dm}^3}$
Tinggi Penambah	
$h = 1,5 \times D_p$	$h = 1,5 \times 5,2$ $= \mathbf{7,8 \text{ cm}}$
Berat Penambah	
$G = V_p \times \rho$	$h = 1,63 \times 7,2$ $= \mathbf{1,17 \text{ Kg}}$

1. Leher Penambah

Dimensi leher penambah dapat ditentukan dengan menggunakan besar modul leher penambah yang telah ditentukan sebelumnya dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} a &= 4 \times M_{lp} \times \sqrt{eff} \\ &= 4 \times 0,97 \times \sqrt{0,5} = 2,7 \text{ cm} \end{aligned}$$

Keterangan:

a = panjang sisi persegi/diameter leher penambah (cm)

M_{lp} = modul leher penambah

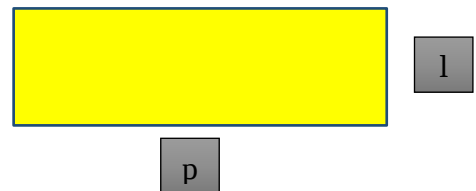
eff = efisiensi leher penambah

Untuk luas penampang leher penambah :

$$\begin{aligned} A &= a^2 \\ &= 2,7^2 = 7,29 \text{ cm}^2 \approx 729 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jika bentuk leher penambah dirubah menjadi persegi panjang dengan lebar 15 mm, maka :

$$\begin{aligned} A &= p \times l \\ 729 &= p \times 15 \\ P &= \frac{729}{15} = 48,6 \text{ mm} \end{aligned}$$

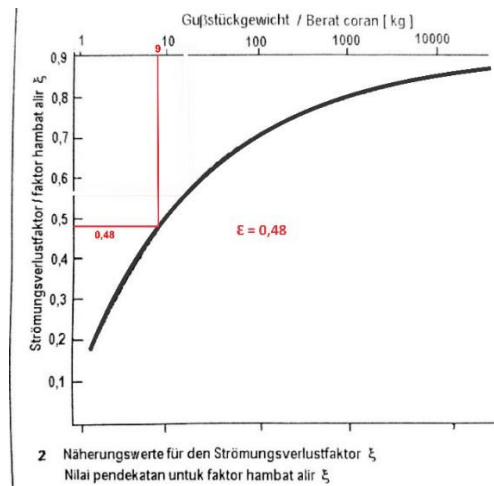


Gambar 1. 1 Bentuk dan Dimensi Leher Penambah Yang Direncanakan

2. Penentuan Faktor Hambat Alir

Semakin kasar permukaan cetakan, semakin tajam dan banyak belokan akan semakin menghambat kemampuan alir. Hambatan tersebut dinamakan factor hambatan alir

(ϵ). Nilai factor kerugian tersebut adalah $0 < \epsilon < 1$. Faktor hambatan alir dapat diperoleh menggunakan grafik pendekatan factor hambatan alir dibawah ini



Gambar Grafik pendekatan faktor hambatan alir

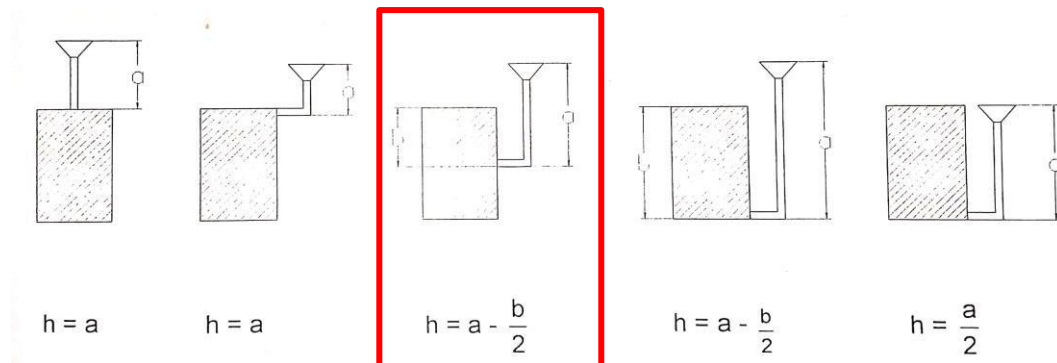
Penentuan posisi garis ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X &= 15 \log (G) \\ &= 15 \log (8.7) \\ &= 14.09 \approx 14 \text{ mm} \end{aligned}$$

Gambar di atas menunjukkan grafik penentuan besar hambatan alir berdasarkan nilai X yang telah dihitung sehingga didapatkan hasil factor hambatan alir sebesar 0,48 dikategorikan sebagai bentuk sangat sulit.

3. Penentuan Tinggi Hidrolis

Tinggi hidrolis semakin kecil dengan bertambah tingginya permukaan cairan dalam rongga cetak.



Gambar Tinggi hidrolis yang digunakan pada produk cor *Steering Housing Daihatsu Delta*

$$h = 200 - \frac{60}{2} = 170 \text{ mm} = 17 \text{ cm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas sehingga didapatkan tinggi hidrolis sebesar 17 cm

c. Perhitungan Sistem Saluran

Dengan menggunakan perbandingan sistem saluran 4 : 3 : 2 serta aliran yang *presurized*, berikut adalah perhitungan untuk mendapatkan sistem saluran yang diharapkan mampu menghasilkan produk cor hang *sound casting*.

1. Berat Tuang (G)

Perhitungan volume benda diambil dari aplikasi *SolidWorks 2016* pada fitur *mass properties* yaitu Volume benda $883.737 \text{ mm}^3 = 0,884 \text{ dm}^3$

$$G = V_{(\text{benda cor} + \text{penambah})} \times \rho_{\text{besi cor nodular}}$$

Keterangan :

G = Berat tuang (Kg)

V = Volume (cm^3)

ρ = Masa jenis (Kg/dm^3)

Didapatkan:

$$G = (8,7 + 1,17) \text{ kg}$$

$$G = 9,87 \text{ kg}$$

2. Waktu Tuang (tp)

Perhitungan waktu tuang yang digunakan mengacu pada berat benda tuang yang ditentukan melalui persamaan berikut:

$$\begin{aligned} t_p &= 1,25 \times \sqrt{2G} \\ &= 1,25 \times \sqrt{2 \times 9,87} \\ &= 5,5 \text{ s} \approx 6 \text{ s} \end{aligned}$$

3. Saluran Masuk (Ingate)

Luas Saluran terkecil (Saluran Masuk) dapat diketahui dengan rumus :

$$*A_{sm} = \frac{22,6 \cdot G}{\varepsilon \cdot \rho \cdot t_p \cdot \sqrt{h}}$$

Keterangan :

A_{sm} = Luas penampang sal.masuk (cm^2) t_p = Waktu tuang (detik)

G = Berat Tuang (Kg) h = tinggi hidrolisis (cm)

ρ = Massa jenis logam (Kg/dm^3)

Sehingga didapatkan luas penampang terkecil (saluran masuk) sebagai berikut:

$$A_{sm} = \frac{22,6 \cdot 9,87}{7,2 \cdot 5,5 \cdot 0,48 \cdot \sqrt{17}} = 2,84 \text{ cm}^2$$

Jika saluran masuk lebih dari satu maka A_{sm}/n dimana “n” adalah banyaknya saluran masuk

$$a = \sqrt{\frac{A_{sm}}{4}} = \sqrt{\frac{2,84}{4}} = 0,84 \text{ cm} = 8,4 \text{ mm}$$

$$b = 4a = 4 \times 8,4 \text{ mm} = 33,6 \text{ mm} = 3,36 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} G \text{ saluran masuk} &= 8,4 \times 3,36 \times 3,36 \\ &= 94,83 \text{ cm}^3 \\ &= 0,0094 \text{ dm}^3 \\ &= 0,0094 \times 7,2 \\ &= 0,06 \text{ kg} \end{aligned}$$

4. Saluran Terak (Runner)

Pada material besi cor kelabu/besi cor nodular disarankan menggunakan system saluran dengan rasio luas penampang saluran turun : luas penampang saluran terak : luas penampang saluran masuk yang memiliki karakter pressurized karena sifat cairan besi cor yang tidak mudah teroksidasi oleh oksigen karena memiliki banyak grafit. Sehingga rasio perbandingan yang digunakan yaitu 4 : 3 : 2

$$A_{\text{turun}} : A_{\text{terak}} : A_{\text{masuk}} = 4 : 3 : 2 *$$

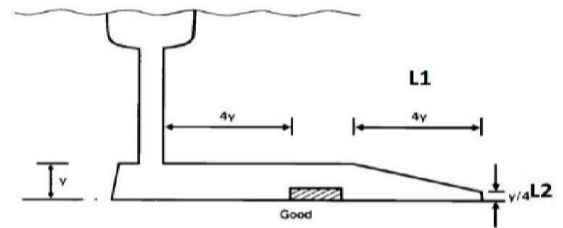
$$A_{\text{terak}} = 3/2 A_{\text{masuk}} = 3/2 \cdot 2,84 = 4,2 \text{ cm}^2$$

$$b = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{\text{terak}}}{6 - 9 \tan 10}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,223}{6 - 9 \tan 10}} = 1,96$$

$$\text{cm} = 19,6 \text{ mm}$$

$$a = b (1 - 3 \tan 10) = 19,6 (1 - 3 \tan 10) = 9,23 \text{ mm}$$

$$h = 1,5b = 1,5 \cdot 19,6 = 29,4 \text{ mm}$$



Gambar Bentuk dan dimensi saluran terak yang direncanakan

Panjang saluran terak

Dengan memakai rumus di atas didapatkan panjang saluran terak :

$$L_{\text{terak}} = 4(y) + \text{Luas saluran masuk} + 4y$$

$$L_{\text{terak}} = 4 (29,4) + (33,6) + 4(29,4) = 268,8 \text{ mm} = 26,88 \text{ cm}$$

$$\text{Kemiringan (L2)} = \frac{y}{4} = \frac{29,4}{4} = 7,35 \text{ mm} = 0,735 \text{ cm}$$

G saluran Terak	= 0,864 dm ³ x 7,2
	= 0,6 kg

5. Saluran Turun (*Sprue*) dan Cawan Tuang

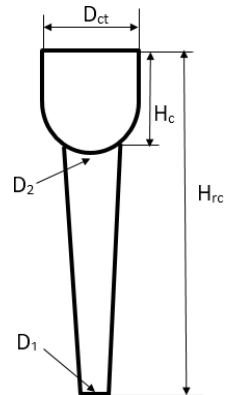
Saluran turun berfungsi sebagai penghubung utama antara rongga cetak dengan bagian luar

$$A_{\text{turun}} = 2 \cdot A_{\text{masuk}} = 2 \cdot 2,84 = 5,6 \text{ cm}^2$$

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{\text{turun}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,6}{\pi}} = 2,67 \text{ cm} = 26,70 \text{ mm}$$

$$D_2 = D_1 \times \sqrt[4]{\frac{H_{\text{rc}}}{H_{\text{cawan}}}} = 2,67 \times \sqrt[4]{\frac{20}{5}} = 3,7 \text{ cm} = 37 \text{ mm}$$

$H_{\text{rc}} = 200 \text{ mm}$



Cawan Tuang Tinggi Cawan Tuang

$$H_{\text{ct}} = 200 - 150 = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter Cawan Tuang } D_{\text{ct}} = 2 \times D_2$$

$$D_{\text{ct}} = 2 \times 3,787 \text{ cm}$$

$$D_{\text{ct}} = 7,574 \text{ cm} = 75,74 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} G_{\text{Saluran Turun}} &= 595523 \text{ mm}^3 \\ &= 0,59 \text{ dm}^3 \times 7,2 \\ &= 4,2 \text{ kg} \end{aligned}$$

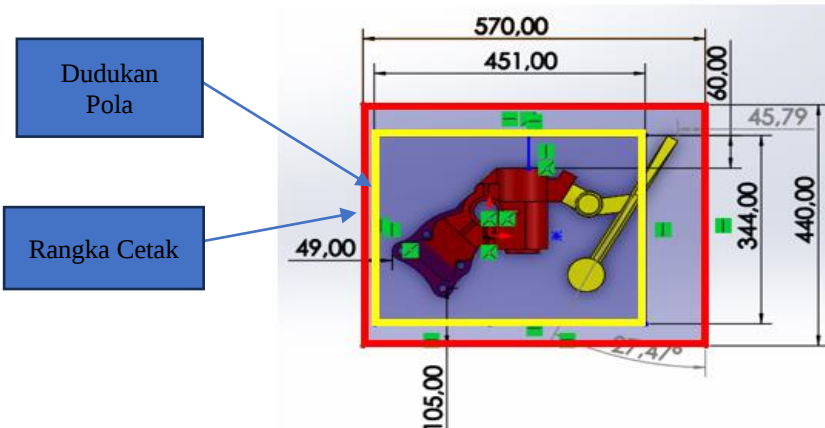
6. Perhitungan Yield Casting

Berat Benda	8,7 Kg
Berat Tuang	8,7 + (4,2 + 0,6 + 0,06 + 1,17)
Yield Casting	60 %

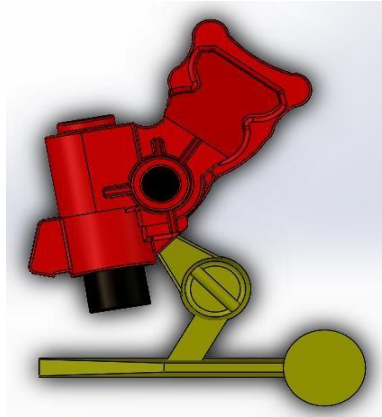
LAMPIRAN 6

PENENTUAN TATA LETAK CETAKAN

Terdapat 2 opsi penentuan tata letak sistem saluran dan penambah pada proses pembuatan cetakan yang dijadikan pertimbangan untuk proses pembuatan coran. Berikut adalah opsinya:

Tata Letak 1	
	
Kelebihan	Kekurangan
1. Cairan yang masuk ke <i>cavity</i> lebih bersih karena terdapat pusaran cairan yang menjebak terak di penambah. 2. Saluran terak lebih efektif dalam menjebak terak karena cairan tidak langsung masuk ke saluran masuk. 3. Pembekuan terarahkan. 4. Proses <i>fettling</i> lebih mudah. 5. Trial menggunakan solidcast tidak terjadi shrinkage.	1. Apabila <i>pouring rate</i> tidak stabil maka besar kemungkinan akan terjadi sambungan dingin akibat saluran masuk yang panjang.

Tata Letak 2



Kelebihan	Kekurangan
1. Cairan yang masuk ke <i>cavity</i> lebih bersih karena terdapat pusaran cairan yang menjebak terak di penambah. 2. Saluran terak lebih efektif dalam menjebak terak karena cairan tidak langsung masuk ke saluran masuk. 3. Pembekuan terarahkan. 4. Proses <i>fettling</i> mudah. 5. Panas cairan tidak hanya pada satu titik sehingga lebih berkemungkinan cairan tidak merusak inti.	1. Leher penambah langsung menghadap inti. 2. Leher penambah tidak di modul terbesar, hal ini memungkinkan terjadinya penyusutan akibat tidak maksimalnya fungsi penambah. 3. Masih terjadi shrinkage saat simulasi menggunakan solidcast.

Tabel 1 Kriteria Rancangan Penentuan Tata Letak Cetakan

No.	Kriteria	Rancangan	
		1	2
1	Kemudahan pembuatan sistem saluran	3	3
2	Kualitas benda yang dihasilkan	4	4
3	Kemudahan pembuatan cetakan	3	3
4	Kemudahan pencabutan cetakan	3	3
5	Aliran cairan logam	4	4
6	Kemudahan proses pengerjaan akhir	4	3
Jumlah		21	20

Keterangan :

1. Sangat Tidak Baik / Sangat Sulit
2. Tidak Baik / Sulit
3. Cukup
4. Baik / Mudah
5. Sangat Baik / Sangat Mudah

Dari tabel penilaian di atas, dapat disimpulkan bahwa rancangan tata letak 1 lebih baik dibandingkan rancangan tata letak 2. Maka dari itu, tata letak yang digunakan adalah rancangan tata letak 1.

LAMPIRAN 7

PENENTUAN PENGGUNAAN PASIR CETAK DAN INTI

Penentuan pasir cetak dalam pengecoran logam dapat mengacu pada dimensi produk cor dan material yang digunakan, karena setiap material memiliki temperatur cor yang berbeda, hal itu akan berpengaruh pada kemampuan pasir menahan temperatur tinggi.

No	Kriteria pembanding	Pasir <i>Greensand</i>		Pasir mengeras sendiri	
1	Tahan temperatur	baik	1	baik	1
2	Permeabilitas	Kurang karena terdapat unsur pengotor	0	Tidak ada unsur pengotor	1
3	Pencabutan pola	Mudah	1	Sulit	0
4	Mampu alir pasir	Sedang	0	Baik	1
5	Ketahanan erosi	Sedang	0	Baik	1
6	Harga	Murah	1	Mahal	0
7	Ketahanan bentuk	Tergantung pemadatan cetakan dan berpotensi terdapat perbedaan kekerasan.	1	Hasil reaksi resin dengan hardener atau katalis menghasilkan kekerasan optimal jika pasir homogen.	1
8	Mampu daur ulang	baik	1	kurang	0
9	Mampu bongkar	baik	1	kurang	0
total			6		5

Berdasarkan tabel di atas, pembuatan cetakan *Steering Housing Daihatsu Delta* ialah dengan menggunakan pasir cetak pasir *greensand*, dan metode pembuatan dengan menggunakan tangan serta bantuan alat *sand rammer*. Penentuan pasir cetak menggunakan pasir *greensand* mempunyai pertimbangan lain dan mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap tercapainya target rancangan benda. Pasir cetak ini menghantarkan panas secara konveksi, panas yang diberikan oleh cairan logam tidak seluruhnya diserap tetapi di kembalikan lagi pada cairan logam tersebut, sehingga lamanya proses pembekuan berjalan lebih lambat dibanding dengan pasir alkali phenol yang menghantarkan panas secara konduksi. Namun hal tersebut memperbesar persentase pembentukan grafit yang baik juga memperkecil kemungkinan terbentuknya patahan putih.

Sama seperti pasir cetak, metoda pembuatan inti untuk produk cor *Steering Housing Daihatsu Delta* pun harus memiliki kriteria yang sesuai. Penentuan didasarkan pada

pertimbangan berikut:

Kriteria pembanding	Pasir Green Sand	Pasir CO ₂ <i>process</i>
Permeabilitas	1	1
Mampu alir pasir	1	1
Ketahanan bentuk	1	1
Ketahanan erosi	1	0
Biaya pembuatan	0	1
Mampu padat	0	1
kepresisian	1	1
Tahan temperatur	1	1
Kemudahan pembuatan inti	0	1
Total	6	8

Dari tabel diatas dapat disimpulkan pasir untuk pembuatan inti digunakan pasir CO₂ process. Dengan bantuan *software* Solidwork 2021, diketahui massa inti adalah sebesar 1,6 Kg.

Nama Volume	Volume (cm ³)
Benda pola	12100
Sistem saluran	7542
Total	19642
Rangka cetak atas 570 x 440 x 200	50160
Rangka cetak bawah 570 x 440 x 200	50160
Total	100320
Volume total pasir cetak yang digunakan	
Volume total = V _{total rangka cetak} – V _{total benda pola + system saluran} = 100320 – 19642 = 80678 cm ³	
Berat total pasir cetak yang digunakan	
Berat pasir cetak = $\frac{\text{Massa jenis pasir cetak} \times \text{Volume pasir cetak}}{\text{Mampu padat}}$ $m = \frac{\rho \times V}{\text{Mampu padat}} = \frac{1,5 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \times 98710,911 \text{ cm}^3}{60\%} = 80678 \text{ gr} = 201,6 \text{ Kg} \approx 202 \text{ Kg}$	
Asumsi penambahan pasir cetak yang terbuang sebanyak 5 Kg Sehingga total pasir yang dibutuhkan sebesar 207 Kg	

LAMPIRAN 8

PERENCANAAN PELEBURAN DAN PERAMUAN

A. Perhitungan Peramuan FCD 450 dalam Peleburan Menggunakan Tanur 100 Kg

Besaran penggunaan bahan baku bahan daur ulang (BDU) dan baja *low Mn* ditentukan berdasarkan *casting yield* yang telah direncanakan. Adapun *casting yield* pada perencanaan produk *Steering Housing Daihatsu Delta* adalah 55 %.

Total Berat BDU = 59 Kg

Total % Baja *Low Mn* = Berat Kapasitas Tanur – Total Berat BDU
= 100 Kg – 59 Kg = 41 kg

B. Target Komposisi FCD 450

1. Target Komposisi Setelah Inokulasi dan *Mg Treatment* (Target *As-cast*)

Tabel Target Komposisi Kimia Setelah Inokulasi dan *Mg Treatment*

Paduan	% Range	% Target
C	3,3 – 3,5	3,4
Si	3,1 – 3,3	3,2
Mn	Max 0,2	< 0,2
P	Max 0,03	< 0,03
S	Max 0,02	< 0,02
Mg	0,03 – 0,06	0,05

2. Target Komposisi Sebelum Inokulasi dan *Mg Treatment* (Target Cairan)

Tabel Target Komposisi Kimia Sebelum Inokulasi dan *Mg Treatment*

Paduan	% Range	% Target
C	3,6 – 3,8	3,7
Si	2,1 – 2,3	2,3
Mn	Max 0,2	0,2
P	Max 0,03	0,03
S	Max 0,02	0,02

C. Perhitungan Pemuatan Peleburan

1. Komposisi Kimia pada Bahan Baku

Tabel Persentase Kandungan Unsur pada Bahan Baku

NO	Bahan Baku	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Mg (%)
1	BDU FCD 500	3,32	1,8	0,26	0,01	0,007	0,05
2	Baja Low Mn (Scrap)	0.2	0,2	0,3	0,01	0,01	-

1. Penambahan Unsur Paduan

a. Karbon (C)

Loses karbon 10 %

$$\begin{aligned}
 1) \quad \text{Target Baru \% C} &= \text{Target \% C cairan} \times \frac{100}{100 - \text{loses}} \\
 &= 3,4 \times \frac{100}{100 - 10} \\
 &= 3,7 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \quad \% \text{ C yang Terjadi} &= \% \text{ C Dalam BDU} + \% \text{ C Dalam Scrap} \\
 &= 1,9 + 0,082 \\
 &= 1,9 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a) \quad \% \text{ C Dalam BDU} &= \% \text{C} \times \frac{\text{Berat BDU}}{\text{Kapasitas Tanur}} \\
 &= 3,3 \times \frac{59 \text{ Kg}}{100 \text{ Kg}} \\
 &= 1,9 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b) \quad \% \text{ C Dalam Scrap} &= \% \text{C} \times \frac{\text{Berat Scrap}}{\text{Kapasitas Tanur}} \\
 &= 0,2 \times \frac{41 \text{ Kg}}{100 \text{ Kg}} \\
 &= 0,082\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \quad \text{Kekurangan Karbon} &= \text{Target Baru \% C} - \% \text{ C yang Terjadi} \\
 &= 3,4 - 1,9
 \end{aligned}$$

$$= 1,5 \%$$

b. Silikon (Si)

Loses silikon 5 %

$$\begin{aligned} 1) \text{ Target Baru \% Si} &= \text{Target \% Si } As\text{-cast} \times \frac{100}{100 - \text{loses}} \\ &= 3,2 \times \frac{100}{100 - 5} \\ &= 3,42 \% \end{aligned}$$

$$2) \% \text{ Si di Inokulan \& FeSiMg8} = 0,29 + 0,8 = 1,09\%$$

(Perhitungan terdapat pada lampiran 8 bagian D)

$$3) \text{ Target \% Si Setelah Penambahan Inokulan dan FeSiMg8 3,2} \\ \% - 1,09\% = 2,11\%$$

$$\begin{aligned} 4) \% \text{ Si yang Terjadi} &= \% \text{ Si Dalam BDU} + \% \text{ Si Dalam Scrap} \\ &= 1,06 + 0,08 \\ &= 1,14 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{a) \% Si Dalam BDU} &= \frac{\% \text{ Si} \times \text{Berat BDU}}{\text{Kapasitas Tanur}} \\ &= \frac{1,8 \times 59 \text{ Kg}}{100 \text{ Kg}} \\ &= 1,06 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) \% Si Dalam Scrap} &= \frac{\% \text{ Si} \times \text{Berat Scrap}}{\text{Kapasitas Tanur}} \\ &= \frac{0,2 \times 41 \text{ Kg}}{100 \text{ Kg}} \\ &= 0,08 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5) \text{ Kekurangan Silikon} &= \text{Target \% Si} - \% \text{ Si yang Terjadi} \\ &= 3,2 - 1,14 \\ &= 2,06 \% \end{aligned}$$

c. Mangan (Mn)

Loses mangan 15 %

$$\begin{aligned} 1) \text{ Target Baru \% Mn} &= \text{Target \% Mn cairan} \times \frac{100}{100 - \text{loses}} \\ &= 0,2 \times \frac{100}{100 - 15} \\ &= 0,24 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ \% Mn yang Terjadi} &= \% \text{ Mn Dalam BDU} + \% \text{ Mn Dalam Scrap} \\
 &= 0,17 + 0,12 \\
 &= 0,31 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{a) \% Mn Dalam BDU} &= \frac{\% \text{ Mn} \times \text{Berat BDU}}{\text{Kapasitas Tanur}} \\
 &= \frac{0,3 \times 59 \text{ Kg}}{100 \text{ Kg}} \\
 &= 0,17 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) \% Mn Dalam Scrap} &= \frac{\% \text{ Mn} \times \text{Berat Scrap}}{\text{Kapasitas Tanur}} \\
 &= \frac{0,3 \times 41 \text{ Kg}}{100 \text{ Kg}} \\
 &= 0,12 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Kekurangan Mangan} &= \text{Target Baru \% Mn} - \% \text{ Mn yang Terjadi} \\
 &= 0,2 - 0,31 \\
 &= - 0,11 \%
 \end{aligned}$$

(kandungan Mn berlebih 0,11 %) Kandungan mangan tidak dapat dikurangi karena bahan baku yang tersedia (baja *low* Mn) memiliki kandungan Mn sebesar 0,3% yang pada dasarnya telah melewati target komposisi awal.

D. Inokulasi dan Mg Treatment

1. Penambahan Inokulasi

$$\begin{aligned}
 \text{a. Berat Inokulan yang Digunakan} &= \% \text{ Inokulan} \times \text{Kapasitas Ladle} \\
 &= 0,4 \% \times 50 \text{ Kg} \\
 &= 0,22 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. \% Si Di Inokulan} &= \frac{\text{Berat Inokulan}}{\text{Kapasitas Ladle}} \times \text{Kemurnian Si di Inokulan} \\
 &= \frac{0,2 \text{ Kg}}{50 \text{ Kg}} \times 71,98 \% \\
 &= 0,29 \%
 \end{aligned}$$

2. Penambahan Nodularizer (FeSiMg8)

Penambahan agen pembulatan (*nodularizer*) grafit ke dalam cairan logam merupakan langkah yang paling penting dalam pembuatan besi cor nodular. Unsur yang dapat digunakan dalam pembuatan besi cor nodular ialah magnesium. Magnesium berfungsi untuk mengurangi sulphur dalam cairan logam. Namun, komposisi Mg sisa dalam cairan harus dijaga sebesar 0,03% - 0,06%.

Adapun rumus perhitungan *Mg treatment* sebagai berikut:

$$MgA = \frac{\% Mg_{GGG} + 0,76 \cdot \Delta \% S}{MgZ} \times 100$$

$$\% \text{ Bahan Mg Treatment} = \frac{\% Mg_{GGG} + 0,76 \times \% Sb}{(MgA : 100) \times \% Mg} \times 100$$

Keterangan:

MgA = Efisiensi Mg (%)

MgGGG = Sisa magnesium yang diharapkan dalam cairan $\approx 0,05$

$\Delta \% S$ = Jumlah S yang akan dihilangkan (S awal – Sakhir)

MgZ = Jumlah Mg dimasukkan ke dalam cairan

% Sb = Jumlah S di dalam logam cair

% Mg = Kandungan Mg di dalam bahan *Mg Treatment*

Kandungan sulfur yang tercantum pada komposisi kimia bahan baku merupakan hasil spektrometri. Dengan penggunaan BDU sebesar 45% & dan *scrap* 55%, berikut adalah perhitungannya:

Kandungan % S di BDU = 0,007

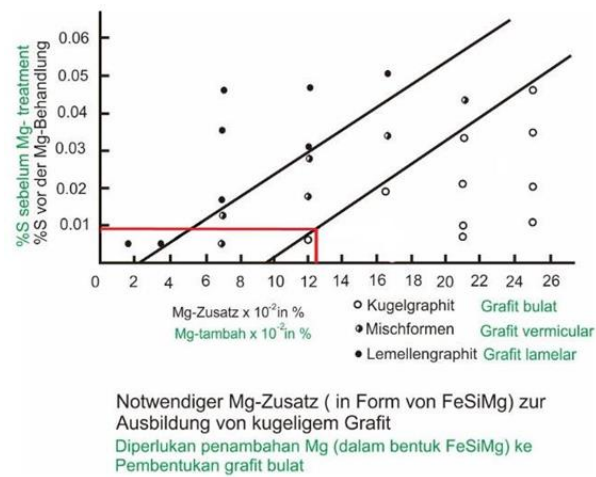
Kandungan % S di Scrap = 0,01

Rencana Pemuatan Bahan Baku = 45 % BDU dan 55 % Scrap

% Sawal = $(59 \% \times 0,007) + (41 \% \times 0,01)$
= 0,00823%

% Sakhir = $< 0,02 \approx 0,005$

Sulfur awal adalah besar kandungan sulfur di dalam bahan dasar (BDU dan *Scrap*) sebelum *Mg treatment* yaitu sebesar 0,00865% sedangkan sulfur akhir adalah kandungan sulfur target atau sulfur yang ada di dalam benda cor. Dikarenakan kandungan sulfur di dalam benda cor harus sebesar $<0,02\%$ maka ditargetkan kandungan sulfur sebesar 0,005%. Dengan besar kandungan sulfur dari bahan dasar sebelum *Mg treatment* maka diketahui Mg tambah (MgZ) berdasarkan grafik berikut



a. Efisiensi Pemberian Mg

$$\begin{aligned} \text{MgA} &= \frac{0,05 + 0,76 (0,00865 - 0,005)}{0,125} \times 100 \\ &= 41,96\% \end{aligned}$$

b. Bahan Mg *Treatment* Dalam %

$$\begin{aligned} \% \text{ Bahan Mg Treatment} &= \frac{0,05 + 0,76 \times 0,005}{(41,96:100) \times 8} \times 100 \\ &= 1,60\% \end{aligned}$$

c. Berat FeSiMg8 = % Bahan Mg *Treatment* x Kapasitas Ladle

$$\begin{aligned} &= 1,60\% \times 50 \text{ Kg} \\ &= 0,8 \text{ Kg} \end{aligned}$$

d. Berat Si di FeSiMg8 = % Si di FeSiMg8 x Berat FeSiMg8

$$\begin{aligned} &= 59\% \times 0,8 \text{ Kg} \\ &= 0,472 \text{ Kg} \end{aligned}$$

e. % Si di FeSiMg8 = $\frac{\text{Berat Si}}{\text{Kapasitas Ladle}} \times 100$

$$= \frac{0,472}{50} \times 100$$

$$= 0,94\%$$

E. Penambahan Unsur Paduan

Berat unsur paduan yang ditambahkan dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\text{Berat Tambahan Paduan} = \text{Kapasitas Tanur} \times \frac{\% \text{ Kekurangan}}{\text{Kemurnian Unsur dalam Paduan}}$$

1. Carburiser

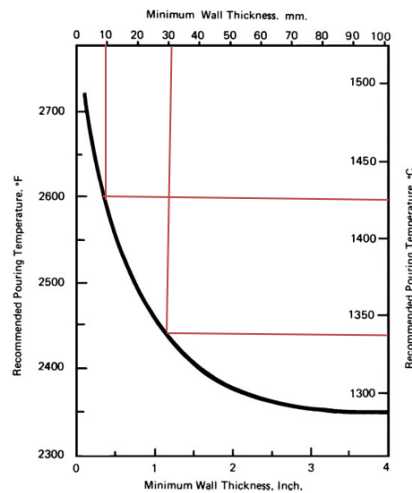
- a. Kekurangan Karbon = 1.5 %
- b. Kemurnian Karbon = 99,84 %
- c. Kapasitas Tanur = 100 Kg
- d. Berat Tambahan Paduan = $\frac{100 \text{ Kg} \times 1.5\%}{99,84 \%}$
= 1,5 Kg

2. FeSi 75

- a. Kekurangan Si = 2.06%
- b. Kemurnian Si = 75%
- c. Kapasitas Tanur = 100 Kg
- d. Berat Tambahan Paduan = $\frac{100 \text{ Kg} \times 2,06 \%}{75\%}$
= 2,7 Kg

LAMPIRAN 9

PERENCANAAN TEMPERATUR PADA PELEBURAN



Gambar Grafik rekomendasi penentuan temperatur *pouring*

Grafik di atas merupakan grafik rekomendasi penentuan temperatur *pouring* berdasarkan ketebalan benda fungsi (tertapis dan tertebal). (**Sumber:** *Quebec Iron and Titanium*)

Berdasarkan ketebalan benda fungsi mulai dari 8 mm tertapis hingga 30 mm tertebal pada produk *Steering Housing Daihatsu Delta*. Maka temperatur *pouring*-nya pada range 1340° C - 1425° C.

Adapun temperatur *tapping* diambil berdasarkan temperatur *pouring* yang telah didapatkan. Diambil temperatur tertinggi, yakni 1425° C kemudian ditambah 100° C untuk mengkompensasi penurunan temperatur selama *Mg treatment* dan perpindahan dari tanur menuju cetakan. Sehingga didapatkan temperatur *tapping* pada 1525° C.

Berikut adalah perhitungan untuk menentukan besar temperatur kesetimbangan.

$$\begin{aligned}
 \text{Temperatur Kesetimbangan} & : \\
 & = \log \frac{S_i}{C^2} = - \frac{27486}{TG} + 15,47 \\
 & = \log \frac{3,1}{3,4^2} = - \frac{27486}{TG} + 15,47 \\
 & = - 0,571 = - \frac{27486}{TG} + 15,47 \\
 & = TG = - \frac{27486}{16,041} \\
 & = TG = 1713^{\circ} \text{ K} = \mathbf{1439^{\circ} \text{ C}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \log \frac{Si}{C^2} = - \frac{27486}{TG} + 15,47 \\
&= \log \frac{3,3}{3,4^2} = - \frac{27486}{TG} + 15,47 \\
&= - 0,544 = - \frac{27486}{TG} + 15,47 \\
&= TG = - \frac{27486}{16,014} \\
&= TG = 1716^\circ K = \mathbf{1442^\circ C}
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, ditentukan temperatur pengambilan sampel pada proses peleburan yaitu $1439^\circ C$ - $1442^\circ C$.

Adapun perhitungan untuk menentukan temperatur didih adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Temperatur didih} &= 0,786 \cdot TG + 362^\circ C \\
\text{Temperatur didih} &= 0.786 \cdot 1440^\circ C + 362^\circ C \\
\text{Temperatur didih} &= 1493,8^\circ C \sim 1494^\circ C
\end{aligned}$$

LAMPIRAN 10

PERHITUNGAN HARGA POKOK PRODUKSI (HPP)

Dalam perancangan coran produk cor *Steering Housing Daihatsu Delta*, dilakukan proses perhitungan harga pokok produksi sebagai prediksi harga produk cor untuk dijual kepada *customer*, dengan memperhitungkan berbagai faktor sebagai pertimbangan harga minimal produk. Berikut perhitungan harga pokok produksi *Steering Housing Daihatsu Delta*:

a. Perhitungan Estimasi Biaya Perancangan

Tabel Estimasi Waktu Baku Perancangan

Waktu Baku		
Kegiatan	Waktu	
	Menit	Jam
Persiapan		
Persiapan Ruangan dan Peralatan	20	0,33
Waktu Proses		
Perancangan	1440	24,00
Rekap		
Siklus	1	
Waktu Baku	1460	24,33

Tabel Perhitungan Estimasi Tarif Mesin Proses Perancangan

Biaya Produksi					
Data			Kalkulasi		
Aspek	Nilai	Ket.	Aspek	Nilai	Ket.
Pekerja & Jam Kerja					
Jam Kerja	1920	jam/thn	Upah	Rp 2187,5	/jam
Upah	Rp 4.200.000,00	/bln			
Jumlah Pekerja	1	orang			
Investasi					
Komputer + <i>Printer</i>	Rp 9.000.000,00		Depresiasi	Rp 1.171,88	/jam
Umur Mesin	4	thn			
Bunga Bank					
Bunga	5%	/thn	Bunga	Rp 234,38	/jam
Sewa Lantai Kerja					
Biaya Ruangan	Rp 80.000,00	m2/thn	Biaya Ruangan	Rp 625,00	/jam
Luas Lantai	15	m2			
Perawatan					
Biaya Perawatan	5%	/thn	Perawatan	Rp 234,38	/jam
Energi Listrik					
Printer + Komputer	0,3	/kWh	Biaya Energi	Rp 437,10	/jam
Biaya Listrik	1457	/kWh			
Waktu Baku					
Waktu Baku	24,33	jam			
Tarif Mesin (Depresiasi+Bunga+Perawatan+Ruangan+Listrik)				Rp 2.702,74	/jam
Biaya Produksi (Waktu Baku x (Tarif Mesin+Upah))				Rp 118.979,53	/Perancangan

Tabel Estimasi Biaya Bahan dan Alat Proses Perancangan

Spesifikasi Bahan & Alat				
Nama	Umur (tahun)	Qty	Harga	
Alat & Mesin				
Komputer	4	1 buah	Rp	7.800.000,00
Printer	2	1 buah	Rp	1.200.000,00
Bahan				
Kertas		500 lembar	Rp	50.000,00
Tinta		300 mL	Rp	150.000,00
Biaya Bahan				
Nama Bahan	Jumlah Penggunaan	Satuan	Harga/Satuan	Harga
Kertas	40	lembar	Rp 100,00	Rp 4.000,00
Tinta	12	ml	Rp 50,00	Rp 600,00
Total Bahan	12			
Biaya Bahan/Total				Rp 4.600,00
Biaya Bahan/Satuan				Rp 383,33

Tabel Estimasi Biaya Produksi Proses Perancangan

Biaya Operasi Produksi			
Harga Biaya Produksi	Rp	118.979,53	Rp 123.579,53
Harga Biaya Bahan	Rp	4.600,00	

b. Perhitungan Estimasi Biaya Cetakan**Tabel** Estimasi Waktu Baku Pembuatan Cetakan

Kegiatan	Waktu	
	Menit	Jam
Waktu Persiapan		
pemeriksaan	10	0,166667
persiapan alat dan bahan	15	0,25
Waktu proses		
pembuatan pasir cetak	30	0,5
proses membuat cetakan benda	120	2,0
finishing cetakan	15	0,3
assembly cetakan	10	0,2
Total waktu baku	200	3,3

Tabel Perhitungan Estimasi Tarif Mesin Proses Pembuatan Cetakan

		BIAYA PRODUKSI			
DATA			KALKULASI		
Aspek	Nilai	Ket	Aspek	Nilai	Ket
Upah Pekerja & Jam Kerja					
Jam kerja	1300	jam/tahun	Upah	Rp 78.750	/jam
	100	jam/bulan			
Upah	Rp 4.200.000,00	/bulan			
Jumlah pekerja	3	orang			
Investasi Mesin					
Sand Plant	Rp1.480.370.000,00		Depresiasi	Rp 37.958	/jam
Umur	30	Tahun			
Crane	Rp 34.000.000,00		Depresiasi	Rp 872	/jam
Umur	30	Tahun			
Kompressor	Rp 75.000.000,00		Depresiasi	Rp 5.769	/jam
Umur	10	Tahun			
Sand Rammer	Rp 3.280.000,00		Depresiasi	Rp 505	/jam
Umur	5	Tahun			
Rangka Cetak	Rp 1.700.000,00		Depresiasi	Rp 262	/jam
Umur	5	Tahun			
Bunga Bank					
Sand Plant	5%	/Tahun	Bunga	Rp 28.469	/jam
Crane	5%			Rp 654	/jam
Kompressor	5%			Rp 1.442	/jam
Sand Rammer	5%			Rp 63	/jam
Rangka Cetak	5%			Rp 33	/jam
Biaya Total Bunga				Rp 30.661	/jam
Sewa Lantai Kerja					
Sand Plant	50	/m2	Biaya Sewa Lantai	Rp 5.769	/jam
Crane	81			Rp 9.346	/jam
Kompressor					/jam
Sand Rammer					/jam
Rangka Cetak					/jam
Biaya Tarif Ruangan	Rp 150.000,00	m2/tahun	Total Biaya Ruangan	Rp 15.115	/jam
Total Luas Lantai	131	m2			
Maintenance					
Sand Plant	5%	/tahun	Biaya Maintenance	Rp 56.937	/jam
Crane	5%			Rp 1.308	/jam
Kompressor	5%			Rp 2.885	/jam
Sand Rammer	5%			Rp 126	/jam
Rangka Cetak	5%			Rp 65	/jam
Total Biaya Maintenance	Rp 61.321,15			/jam	
Energi Listrik					
Sand Plant	10	/kwh	Biaya Energi Listrik	Rp 11.140	/jam
Crane	40			Rp 44.560	/jam
Kompressor	75			Rp 83.550	/jam
Biaya Energi	Rp 1.114,00	/kwh	Total Biaya Ruangan	Rp 139.250,00	/jam
Total Luas Lantai	125	kwh			
Tarif Mesin / Jam					
Sand Plant / 400 kg Pasir	Biaya Tarif Mesin / Jam			Rp 140.273	/jam
Sand Plant / 1 kg Pasir				Rp 351	/jam
Sand Plant / kg Pasir (1 Cetakan)				Rp 24.548	/jam
Crane				Rp 56.739	/jam
Kompressor				Rp 102.992	/jam
Sand Rammer				Rp 694	/jam
Rangka Cetak				Rp 360	/jam
Perhitungan Biaya Penggunaan Mesin					
Waktu Baku Pembuatan 1 Cetakan	3,3	Jam/Benda	Tarif Sewa Mesin Dan Alat		
Waktu Penggunaan Sand Plant	0,5	Jam/Benda		Rp 12.274	/jam
Waktu Penggunaan Crane	0,16	Jam/Benda		Rp 9.078	/jam
Waktu Penggunaan Kompressor	0,25	Jam/Benda		Rp 25.748	/jam
Waktu Penggunaan Sand Rammer	0,16	Jam/Benda		Rp 111	/jam
Waktu Penggunaan Rangka Cetak	8	Jam/Benda		Rp 2.877	/jam
Total Tarif Sewa Mesin Dan Alat			Rp 50.088	/ Benda	
Biaya Produksi (Total Tarif Mesin/benda+(waktu baku × upah/jam))			Rp 312.588	/ Benda(70 kg Pasir)	

Tabel Estimasi Biaya Bahan dan Alat Proses Pembuatan Cetakan

Spesifikasi Bahan & Alat				
Nama	Umur (tahun)	Qty	Harga	
Alat & Mesin				
Mixer Pasir 50 Kg	10	1		
Sand rammer	5	1	Rp	3.280.000,00
Sand Plant	30	1	Rp	1.480.370.000,00
Kompresor	10	1	Rp	75.000.000,00
Crane	30	4	Rp	34.000.000,00
Kompresor	10	5	Rp	75.000.000,00
Rangka Cetak	5	1	Rp	1.700.000,00
Total Harga Mesin			Rp	1.669.350.000,00
Biaya Bahan				
Nama Bahan	Jumlah Penggunaan	Satuan	Harga/Satuan	Harga
Pasir Silika Baru	20	kg	Rp 2.100,00	Rp 42.000,00
Pasir Silika daur ulang	400	Kg	Rp 700,00	Rp 280.000,00
Bentonit	7	Kg	Rp 9.350,00	Rp 65.450,00
Air	7	Liter	~	~
Coal Dust	3	Kg	Rp 9.350,00	Rp 28.050,00
Total Bahan	437	kg		
Total Bahan 1 benda	70	kg		
Biaya Bahan/Total			Rp	415.500
Biaya Bahan/Satuan			Rp	951
Biaya Bahan/benda			Rp	66.556

Tabel Estimasi Biaya Produksi Proses Pembuatan Cetakan

Biaya Operasi Produksi			
Harga Biaya Produksi	Rp	312.588	Rp 398.102
Harga Biaya Bahan	Rp	66.556	
Overhead	5%	Rp 18.957	

c. Perhitungan Estimasi Biaya Inti

Tabel Estimasi Waktu Baku Pembuatan Inti

Kegiatan	Waktu	
	Menit	Jam
Waktu Persiapan		
pemeriksaan	5	0,08
persiapan alat dan bahan	5	0,08
Waktu proses		
pembuatan pasir inti	10	0,17
proses membuat inti	20	0,3
penyemprotan gas co2	3	0,1
Total waktu baku	43	0,7

Tabel Perhitungan Estimasi Tarif Mesin Proses Pembuatan Inti

BIAYA PRODUKSI					
DATA			KALKULASI		
Aspek	Nilai	Ket	Aspek	Nilai	Ket
Upah Pekerja & Jam Kerja					
Jam kerja	1300	jam/tahun	Upah	Rp 26.250	/jam
	100	jam/bulan			
Upah	Rp 4.200.000,00	/bulan			
Jumlah pekerja	1	orang			
Investasi Mesin					
Mesin Pengaduk Pasir 50 Kg	Rp16.560.000,00		Depresiasi	Rp 1.274	/jam
Umur	10	Tahun			
Bangku Kerja+alat Bantu Inti	Rp 843.000,00		Depresiasi	Rp 26	/jam
Umur	25	Tahun			
Alat Gas Co2	Rp 5.000.000,00		Depresiasi	Rp 769	/jam
Umur	5	Tahun			
Bunga Bank					
Mesin Pengaduk Pasir 50 Kg	5%	/Tahun	Bunga	Rp 318	/jam
Bangku Kerja+alat Bantu Inti	5%			Rp 16	/jam
Alat Gas Co2	5%			Rp 96	/jam
Biaya Total Bunga				Rp 431	/jam
Sewa Lantai Kerja					
Biaya Tarif Ruangan	Rp 150.000,00	m2/tahun	Total Biaya Ruangan	Rp 808	/jam
Total Luas Lantai	7	m2			
Maintenance					
Mesin Pengaduk Pasir 50 Kg	5%	/tahun	Biaya Maintenance	Rp 637	/jam
Bangku Kerja+alat Bantu Inti	5%			Rp 32	/jam
Alat Gas Co2	5%			Rp 192	/jam
Total Biaya Maintenance	Rp 861,65		/jam		
Energi Listrik					
Mesin Pengaduk Pasir 50 Kg	2	/kwh	Biaya Energi Listrik	Rp 2.228	/jam
Biaya Energi	Rp 1.114,00	/kwh	Total Biaya Listrik	Rp 2.228,00	/jam
Total Energi Listrik	2	kwh			
Tarif Mesin / Jam					
Mixer Pasir 50 Kg	Biaya Tarif Mesin / Jam			Rp 5.265	/jam
Mixer Pasir / 1 kg Pasir				Rp 105	/jam
Mixer Pasir / kg Pasir (1 Cetakan)				Rp 737	/jam
Bangku Kerja+alat Bantu Inti				Rp 75	/jam
Alat Gas Co2				Rp 1.058	/jam
Perhitungan Biaya Penggunaan Mesin					
Waktu Baku Pembuatan 1 Inti	0,7	Jam/Benda	Tarif Sewa Mesin Dan Alat		
Waktu Penggunaan Mixer 50 kg	0,17	Jam/Benda		Rp 125	/jam
Waktu Penggunaan Alat Gas Co2	0,1	Jam/Benda		Rp 7	/jam
Waktu Penggunaan bangku kerja inti	0,3	Jam/Benda		Rp 317	/jam
Total Tarif Sewa Mesin Dan Alat			Rp 450	/ Benda	
Biaya Produksi (Total Tarif Mesin/benda+(waktu baku × upah/jam))			Rp 19.263	/ Benda(7 kg P	

Tabel Estimasi Biaya Bahan dan Alat Proses Pembuatan Inti

Spesifikasi Bahan & Alat				
Nama	Umur (tahun)	Qty	Harga	
Alat & Mesin				
Mixer Pasir 50 Kg	10	1	Rp	16.560.000,00
bangku kerja + alat bantu inti	25	1	Rp	843.000,00
alat gas co2	5	1	Rp	5.000.000,00
Total Harga Mesin			Rp	22.403.000,00
Nama	Qty		Harga/Satuan	Harga Total
Bahan				
Pasir Silika Baru	50	kg	Rp 2.100,00	Rp 105.000,00
Waterglass	1,6	Liter	Rp 10.120,00	Rp 16.192,00
Gula tetes	0,016	Liter	Rp 22.000,00	Rp 352,00
Nama Bahan	Jumlah Penggunaan	Satuan	Harga/Satuan	Harga
Biaya Bahan/Total				Rp 121.544,00
Biaya Bahan/Satuan				Rp 2.430,88
Biaya Bahan/Cetakan				Rp 17.016,16

Tabel Estimasi Biaya Produksi Proses Pembuatan Inti

Biaya Operasi Produksi			
Harga Biaya Produksi	Rp	19.262,57	Rp 38.092,67
Harga Biaya Bahan	Rp	17.016,16	
Overhead	5%	Rp 1.813,94	

d. Perhitungan Estimasi Biaya Peleburan

Tabel Estimasi Waktu Baku Proses Peleburan

Waktu Baku		
Kegiatan	Waktu	
	Menit	Jam
Persiapan		
Pemeriksaan Alat dan Mesin	5	0,08
Persiapan Bahan	17	0,28
Waktu Persiapan	22	0,37
Waktu Proses		
Pemuatan Bahan dan Proses Peleburan	120	2,00
Pengukuran Temperatur	2	0,03
Pengujian Komposisi	15	0,25
Pengeluaran (<i>Tapping</i>)	4	0,07
Pengecoran (<i>Pouring</i>)	1	0,02
Rekap	142	2,367
Waktu Baku	164	2,7

Tabel Perhitungan Estimasi Tarif Mesin Proses Peleburan

BIAYA PRODUKSI						
DATA			KALKULASI			
Aspek	Nilai	Ket	Aspek	Nilai	Ket	
Upah Pekerja & Jam Kerja						
Jam kerja	1300	jam/tahun	Upah	Rp	52.500	/jam
	100	jam/bulan				
	Rp 4.200.000,00	/bulan				
Jumlah pekerja	2	orang				
Investasi Mesin						
Mesin Tanur Induksi 100 kg	Rp1.000.000.000,00		Depresiasi	Rp	38.462	/jam
Umur	20	Tahun				
Ladel 50 Kg	Rp 15.000.000,00		Depresiasi	Rp	1.154	/jam
Umur	10	Tahun				
Forklift	Rp 72.330.000,00		Depresiasi	Rp	5.564	/jam
Umur	10	Tahun				
Crane 10 Ton	Rp 273.000.000,00		Depresiasi	Rp	10.500	/jam
Umur	20	Tahun				
Bunga Bank						
Mesin Tanur Induksi 100 kg	5%	/Tahun	Bunga	Rp	19.231	/jam
Ladel 50 Kg	5%			Rp	288	/jam
Forklift	5%			Rp	1.391	/jam
Crane 10 Ton	5%			Rp	5.250	/jam
Biaya Total Bunga				Rp	26.160	/jam
Sewa Lantai Kerja						
Biaya Tarif Ruangan	Rp 150.000,00	m2/tahun	Total Biaya Ruangan	Rp	5.769	/jam
Total Luas Lantai	50	m2				
Maintenance						
Mesin Tanur Induksi 100 kg	5%	/tahun	Biaya Maintenance	Rp	38.462	/jam
Ladel 50 Kg	5%			Rp	577	/jam
Forklift	5%			Rp	2.782	/jam
Crane 10 Ton	5%			Rp	10.500	/jam
Total Biaya Maintenance	Rp 52.320,38					/jam
Energi Listrik						
Mesin Pengaduk Pasir 50 Kg	180	/kwh	Biaya Energi Listrik	Rp	200.520	/jam
Crane 10 Ton	10	/kwh		Rp	11.140	/jam
Biaya Energi	Rp 1.114,00	/kwh	Total Biaya Listrik	Rp	200.520,00	/jam
Total Energi Listrik	180	kwh				
Tarif Mesin / Jam						
Mesin Tanur Induksi 100 Kg	Biaya Tarif Mesin / Jam			Rp	302.443	/jam
Mesin Tanur Induksi / Kg				Rp	3.024	/jam
Mesin Tanur Induksi / 1 Cetakan				Rp	39.318	/jam
Ladel 50 Kg				Rp	2.019	/jam
Ladel 50 Kg / Kg				Rp	20	/jam
Ladel 100 Kg / 1 Cetakan				Rp	263	/jam
Forklift				Rp	9.737	/jam
Gas Co2				Rp	37.390	/jam
Perhitungan Biaya Penggunaan Mesin						
Waktu Baku Peleburan 1 Cetakan	2,7	Jam/Benda	Tarif Sewa Mesin Dan Alat	Rp	786	/jam
Ladel 50 Kg	0,02	Jam/Benda		Rp	22.394	/jam
Tanur 100 Kg	2,3	Jam/Benda		Rp	748	/jam
Crane 10 Ton	0,02	Jam/Benda				
Total Tarif Sewa Mesin Dan Alat				Rp	23.929	/Benda
Biaya Produksi (Total Tarif Mesin/benda+(waktu baku × upah/jam))				Rp	167.429	/Benda(13 Kg Berat Tuang)

Tabel Estimasi Biaya Bahan dan Alat Proses Peleburan

Spesifikasi bahan & alat				
Nama	Umur (tahun)	jumlah	Harga	
Tanur Induksi 100 Kg	20	1	Rp	1.000.000.000,00
ladel 50 Kg	10	1	Rp	15.000.000,00
forklift	10	2	Rp	72.330.000,00
crane 10 ton	20	1	Rp	273.000.000,00
Total Harga Mesin			Rp	1.360.330.000,00
Biaya Bahan				
Nama Bahan	Jumlah Penggunaan	Satuan	Harga/Satuan	Harga
Bahan Dasar				
BDU FCD 500	59,0	kg	Rp 6.500,00	Rp 383.500,00
Skrap baja Low Mangan	41,0	kg	Rp 7.800,00	Rp 319.800,00
Bahan Paduan				
Carburizer	1,5	kg	Rp 19.000,00	Rp 28.500,00
FeSi	2,7	kg	Rp 41.000,00	Rp 110.700,00
Inokulasi	0,2	kg	Rp 35.000,00	Rp 7.000,00
FeSiMg	0,8	kg	Rp 41.800,00	Rp 33.440,00
Total Bahan	105,2	kg		
Biaya Bahan/Total			Rp	882.940,00
Biaya cairan/Kg			Rp	8.392,97
Biaya cairan/Benda			Rp	109.108,56

Tabel Estimasi Biaya Produksi Proses Peleburan

Biaya Operasi Produksi			
Harga Biaya Produksi	Rp	167.428,63	Rp 290.364,05
Harga Biaya Bahan	Rp	109.108,56	
Overhead	5%	Rp 13.826,86	

e. Perhitungan Estimasi Biaya Pengerjaan Akhir

Tabel Estimasi Waktu Baku Proses Pengerjaan Akhir

Waktu Baku		
Kegiatan	Waktu	
	Menit	Jam
Persiapan		
Pemeriksaan Alat dan Mesin	10	0,17
Waktu Persiapan	5	0,08
Waktu Proses		
Pembongkaran Cetakan	10	0,17
Pembersihan Produk Cor	15	0,25
Penimbangan Coran	2	0,03
Pemotongan Saluran	10	0,17
Perataan	30	0,50
Rekap		
Waktu Baku	72	1,2

Tabel Perhitungan Estimasi Tarif Mesin Proses Pengerjaan Akhir

	BIAYA PRODUKSI				
DATA			KALKULASI		
Aspek	Nilai	Ket	Aspek	Nilai	Ket
Upah Pekerja & Jam Kerja					
Jam kerja	1300	jam/tahun	Upah	Rp 26.250	/jam
	100	jam/bulan			
Upah	Rp 4.200.000,00	/bulan			
Jumlah pekerja	1	orang			
Investasi Mesin					
Mesin Pelempar Mimis	Rp278.640.900,00		Depresiasi	Rp 14.289	/jam
Umur	15	Tahun			
Crane 10 Ton	Rp 273.000.000,00		Depresiasi	Rp 10.500	/jam
Umur	20	Tahun			
Mesin Shake Out	Rp 36.810.000,00		Depresiasi	Rp 944	/jam
Umur	30	Tahun			
Gerinda	Rp 730.000,00		Depresiasi	Rp 112	/jam
Umur	5	Tahun			
Bunga Bank					
Mesin Pelempar Mimis	5%	/Tahun	Bunga	Rp 5.358	/jam
Crane 10 Ton	5%			Rp 5.250	/jam
Mesin Shake Out	5%			Rp 708	/jam
Gerinda	5%			Rp 14	/jam
Biaya Total Bunga				Rp 11.330	/jam
Sewa Lantai Kerja					
Biaya Tarif Ruangan	Rp 150.000,00	m2/tahun	Total Biaya Ruangan	Rp 11.538	/jam
Total Luas Lantai	100	m2			
Maintenance					
Mesin Pelempar Mimis	5%	/tahun	Biaya Maintenance	Rp 10.717	/jam
Crane 10 Ton	5%			Rp 10.500	/jam
Mesin Shake Out	5%			Rp 1.416	/jam
Gerinda	5%			Rp 28	/jam
Total Biaya Maintenance	Rp 22.660,80			/jam	
Energi Listrik					
Mesin Pelempar Mimis	18,5	/kwh	Biaya Energi Listrik	Rp 20.609	/jam
Crane 10 Ton	10	/kwh		Rp 11.140	/jam
Mesin Shake Out	14,5	/kwh		Rp 16.153	/jam
Gerinda	0,85	/kwh		Rp 947	/jam
Biaya Energi	Rp 1.114,00	/kwh	Total Biaya Listrik	Rp 48.848,90	/jam
Total Energi Listrik	43,85	kwh			
Tarif Mesin / Jam					
Mesin Pelempar Mimis		Tarif Mesin		Rp 62.512	/jam
Crane 10 Ton				Rp 37.390	/jam
Mesin Shake Out				Rp 19.221	/jam
Gerinda				Rp 1.101	/jam
Perhitungan Biaya Penggunaan Mesin					
Waktu Baku	1,2	Jam/Benda	Tarif Sewa Mesin Dan Alat		
Mesin Pelempar Mimis	0,25	Jam/Benda		Rp 15.628	/jam
Crane	0,2	Jam/Benda		Rp 7.478	/jam
Pembongkaran Manual	0,2	Jam/Benda		Rp 3.844	/jam
Pemotongan Sistem Saluran	0,08	Jam/Benda		Rp 88	/jam
Total Tarif Sewa Mesin Dan Alat			Rp	26.950	/ Benda
Biaya Produksi (Total Tarif Mesin/benda+(waktu baku × upah/jam))			Rp	58.450	/ Benda

Tabel Perhitungan Estimasi Tarif Mesin Proses Pengerjaan Akhir

Spesifikasi Bahan & Alat						
Nama		Umur (tahun)	Qty		Harga	
Alat & Mesin						
Pelempar Mimis (<i>Shootblast</i>)		15	1		Rp 278.640.900,00	
Crane		20	1		Rp 273.000.000,00	
Mesin Shake Out		30	1		Rp 36.810.000,00	
Gerinda		5	1		Rp 730.000,00	
Total Harga Mesin					Rp 589.180.900,00	
Biaya Bahan						
Nama Bahan		Jumlah Penggunaan	Satuan	Harga/Satuan		Harga
Gerinda Potong		1	pcs	Rp 20.000,00	Rp 20.000,00	
Gerinda Perata		1	pcs	Rp 20.000,00	Rp 20.000,00	
Total Bahan		2	pcs			
Biaya Bahan/Total					Rp 40.000,00	

Tabel Estimasi Biaya Produksi Proses Pengerjaan Akhir

Biaya Operasi Produksi			
Harga Biaya Produksi	Rp	58.450,14	Rp 103.373
Harga Biaya Bahan	Rp	40.000,00	
Overhead	5%	Rp 4.922,51	

f. Perhitungan Estimasi Biaya Pengujian

Pengujian Komposisi	2	Rp250.000	Rp500.000
Pembuatan Sampel Uji Tarik	1	Rp35.000	Rp35.000
Pengujian Mikrostruktur	1	Rp175.000	Rp175.000
Pengujian Kekerasan	1	Rp105.000	Rp105.000
Pengujian Tarik	1	Rp150.000	Rp150.000

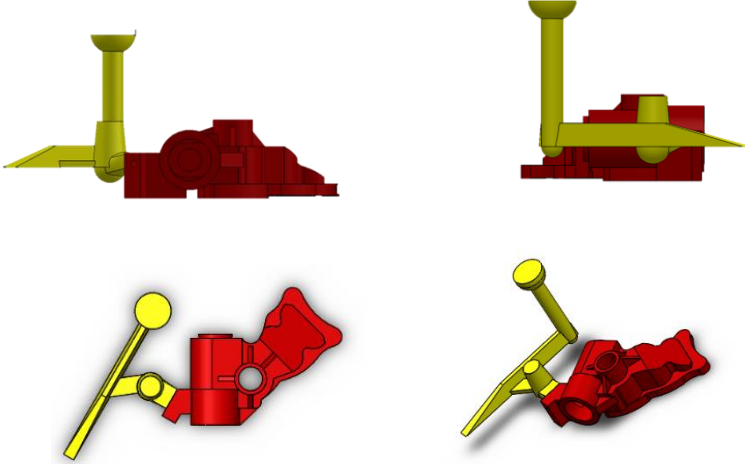
g. Harga Pokok Produksi Tanpa Biaya Perancangan dan Perencanaan coran

No.	Sektor	Keterangan	Biaya dan Waktu	Biaya Operasi Produksi
1	Cetakan	Waktu Operasi	3,3	Rp 398.102
		Biaya Produksi	Rp 312.588	
		Biaya Bahan	Rp 66.556	
		Overhead	Rp 18.957	
2	Inti	Waktu Operasi	0,7	Rp 38.093
		Biaya Produksi	Rp 19.263	
		Biaya Bahan	Rp 17.016	
		Overhead	Rp 1.814	
3	Peleburan	Waktu Operasi	2,7	Rp 290.364
		Biaya Produksi	Rp 167.429	
		Biaya bahan	Rp 109.109	
		Overhead	Rp 13.827	
4	Pengerjaan Akhir	Waktu Operasi	1,2	Rp 103.373
		Biaya Produksi	Rp 58.450	
		Biaya bahan	Rp 40.000	
		Overhead	Rp 4.923	
Total Biaya Produksi Steering Housing Daihatsu Delta Tanpa Pengujian				Rp 829.931
+ Keuntungan 30%				Rp 1.078.910
+ PPN 10%				Rp 1.186.801
Harga / Kg				Rp 63.841
	Pengujian Komposisi	2	Rp250.000	Rp500.000
	Pembuatan Sampel Uji Tarik	1	Rp35.000	Rp35.000
	Pengujian Mikrostruktur	1	Rp175.000	Rp175.000
	Pengujian Kekerasan	1	Rp105.000	Rp105.000
	Pengujian Tarik	1	Rp150.000	Rp150.000
Total Biaya Pengujian Steriing Housing dihatsu Delta				Rp965.000
Total Biaya Pembuatan dan Pengujian Steering Housing Daihatsu Delta				Rp1.794.931
Total Biaya Pembuatan dan Pengujian Steering Housing Daihatsu Delta + Keuntungan 30% + PPN 10%				Rp2.151.801

h. Harga Pokok Produksi Dengan Biaya Perancangan dan Perencanaan coran

No.	Sektor	Keterangan	Biaya dan Waktu	Biaya Operasi Produksi
1	Perancangan	Waktu Operasi	24,33	Rp 123.579,53
		Biaya Produksi	Rp 118.979,53	
		Biaya Bahan	Rp 4.600,00	
		Overhead		
2	Cetakan	Waktu Operasi	3,3	Rp 398.102
		Biaya Produksi	Rp 312.588	
		Biaya Bahan	Rp 66.556	
		Overhead	Rp 18.957	
3	Inti	Waktu Operasi	0,7	Rp 38.093
		Biaya Produksi	Rp 19.263	
		Biaya Bahan	Rp 17.016	
		Overhead	Rp 1.814	
4	Peleburan	Waktu Operasi	2,7	Rp 290.364
		Biaya Produksi	Rp 167.429	
		Biaya bahan	Rp 109.109	
		Overhead	Rp 13.827	
5	Pengerjaan Akhir	Waktu Operasi	1,2	Rp 103.373
		Biaya Produksi	Rp 58.450	
		Biaya bahan	Rp 40.000	
		Overhead	Rp 4.923	
Total Biaya Produksi Steering Housing Daihatsu Delta Tanpa Pengujian				Rp 953.510
+ Keuntungan 30%				Rp 1.239.564
+ PPN 10%				Rp 1.363.520
Harga / Kg				Rp 73.347
6	Pengujian Komposisi	2	Rp250.000	Rp500.000
	Pembuatan Sampel Uji Tarik	1	Rp35.000	Rp35.000
	Pengujian Mikrostruktur	1	Rp175.000	Rp175.000
	Pengujian Kekerasan	1	Rp105.000	Rp105.000
	Pengujian Tarik	1	Rp150.000	Rp150.000
Total Biaya Pengujian Steriing Housing dihatsu Delta				Rp965.000
Total Biaya Pembuatan dan Pengujian Steering Housing Daihatsu Delta				Rp1.918.510
Total Biaya Pembuatan dan Pengujian <i>Steering Housing Daihatsu Delta</i> + Keuntungan 30% + PPN 10%				Rp2.328.520

Lampiran 11

		PETUNJUK KERJA CETAKAN DAN INTI		JURUSAN PENGECORAN LOGAM																																													
Nama Benda		Steering Housing Daihatsu Delta		No. Pola																																													
Pemesan		PA Kelompok 11		No. Kotak Inti																																													
Metoda Cetakan		Tangan		Jumlah inti / cetakan																																													
				1 / 1																																													
CETAKAN																																																	
Bahan Cetakan ☐ Alphasit ☐ OBB Sand ☐ Pepset ☒ Green Sand ☐ Green Sand + pepset			Peramuhan Standar <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nama Bahan</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pasir cetak green sand daur ulang</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Pasir silika baru</td> <td>5,5</td> </tr> <tr> <td>Bentonit</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>Debu Karbon</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>Air</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>			Nama Bahan	%	Pasir cetak green sand daur ulang	90	Pasir silika baru	5,5	Bentonit	1,25	Debu Karbon	0,25	Air	3																																
Nama Bahan	%																																																
Pasir cetak green sand daur ulang	90																																																
Pasir silika baru	5,5																																																
Bentonit	1,25																																																
Debu Karbon	0,25																																																
Air	3																																																
Perlakuan Cetakan ☒ Tanpa Coating ☐ Coating ☐ Grafit Base ☐ Zircon Base ☐ Magnesit Base			Metoda Coating Cetakan ☐ Semprot ☐ Kuas _____																																														
Layout Perancangan 			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Ukuran Rangka Cetak</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Atas</td> <td colspan="2">577x 440 x 200 mm</td> </tr> <tr> <td>Bawah</td> <td colspan="2">577x 440 x 200 mm</td> </tr> <tr> <th colspan="3">Ukuran Sistem Saluran</th> </tr> <tr> <td rowspan="2">Saluran turun</td> <td>dia.St1</td> <td>27 mm</td> </tr> <tr> <td>dia.St 2</td> <td>37mm</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Saluran terak</td> <td>b</td> <td>19,6 mm</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>30 mm</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>9,23 mm</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Saluran masuk</td> <td>a</td> <td>8,4 mm</td> </tr> <tr> <td>t</td> <td>33 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <th colspan="3">Ukuran Penambah</th> </tr> <tr> <td></td> <td>D</td> <td>52 mm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>h</td> <td>78 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table>			Ukuran Rangka Cetak			Atas	577x 440 x 200 mm		Bawah	577x 440 x 200 mm		Ukuran Sistem Saluran			Saluran turun	dia.St1	27 mm	dia.St 2	37mm	Saluran terak	b	19,6 mm	h	30 mm	a	9,23 mm	Saluran masuk	a	8,4 mm	t	33 mm				Ukuran Penambah				D	52 mm		h	78 mm			
Ukuran Rangka Cetak																																																	
Atas	577x 440 x 200 mm																																																
Bawah	577x 440 x 200 mm																																																
Ukuran Sistem Saluran																																																	
Saluran turun	dia.St1	27 mm																																															
	dia.St 2	37mm																																															
Saluran terak	b	19,6 mm																																															
	h	30 mm																																															
	a	9,23 mm																																															
Saluran masuk	a	8,4 mm																																															
	t	33 mm																																															
Ukuran Penambah																																																	
	D	52 mm																																															
	h	78 mm																																															
Catatan :																																																	
INTI																																																	
Metoda Inti ☒ CO ₂ Proses ☐ Tidak memakai inti ☐ Pepset ☐ Lain-lain : _____			Peramuhan Standar <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nama Bahan</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pasir Kuarsa</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Water glass (*% dari pasir kuarsa)</td> <td>3*</td> </tr> <tr> <td>Break down agent (*% dari pasir kuarsa)</td> <td>1*</td> </tr> </tbody> </table>			Nama Bahan	%	Pasir Kuarsa	100	Water glass (*% dari pasir kuarsa)	3*	Break down agent (*% dari pasir kuarsa)	1*																																				
Nama Bahan	%																																																
Pasir Kuarsa	100																																																
Water glass (*% dari pasir kuarsa)	3*																																																
Break down agent (*% dari pasir kuarsa)	1*																																																
Perlakuan Inti ☐ Tanpa Penguat ☒ Dengan Penguat ☐ Baja ☒ Paku ☐ Pipa ukuran : ukuran : ukuran : 7			Coating Inti Metoda Coating ☒ Grafit Base ☐ Semprot ☐ Zircon Base ☒ Kuas ☐ Magnesit Base ☐ Celup _____																																														
PENGESEAHAN																																																	
Perancang		Pembimbing		Koordinator PA																																													
Tanggal		Tanggal		Tanggal																																													
Yahya		M.Nur Hidajatullah, S.ST,MT		Kus Hanaldi, ST.,MT																																													
221331047		196408171992011001		197412142007011001																																													



**PETUNJUK KERJA
PELEBURAN DAN FETLING**

**JURUSAN
PENGECORAN LOGAM**

Jenis Material	ASTM A-536 Gr.65/45/12
Standar	ASTM

Berat Benda [kg]	8,7 Kg
Berat Tuang [kg]	14,5Kg

PELEBURAN

Komposisi Kimia Target

C	Si*	Mn	Cr	P	S	Cu	Al		CE
3,3-3,5	3,1-3,3	0,2 (max)	-	0,03	0,02	-	-		4,4

* Si pada range sebelum Mg Treatment & inokulasi

Peramuan standar

Bahan Dasar		Bahan Paduan	
Nama Bahan Dasar	Berat	Nama Bahan Paduan	Berat (kg)
Bahan Daur Ulang (FCD 500)	59	Carburizer	5
Skrup (Baja Low Mn)	41		

Treatment cairan

Jenis treatment	Bahan	Berat	Temperatur		t tuang (det)
☒ Inokulasi	Superselect	0,22	Pengujian	1440 °C	6
☒ Mg Treatment	FeSiMg 8	0,8	Tapping	1525 °C	
☐ Deoksidasi/Degasing			Cor	1340-1425 °C	

FETLING

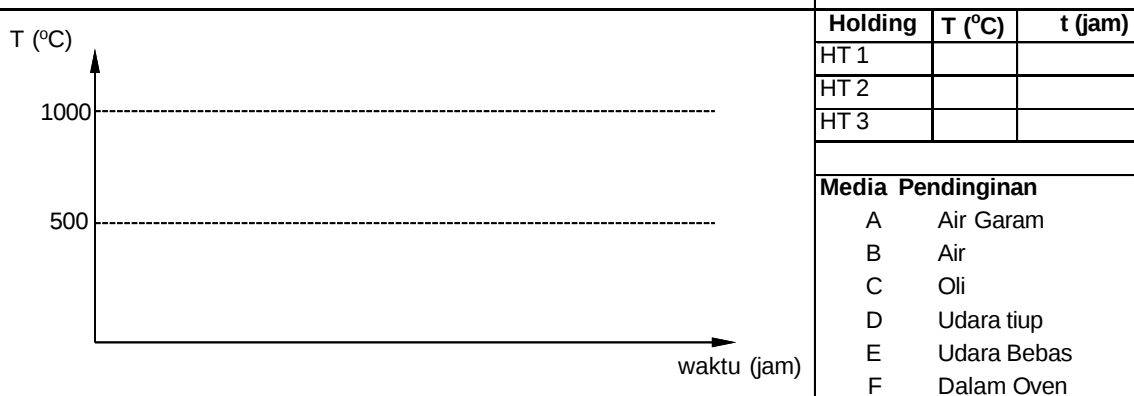
Proses Pembongkaran	Proses Pembersihan	Proses Pemisahan Sistem Saluran
☒ Dengan "shake out"	☒ Shot Blasting	☒ Gerinda potong
☐ Tanpa "shake out"	☐ Sikat kawat	☒ Pemukulan

PERLAKUAN PANAS

Proses Perlakuan Panas	Struktur Mikro		
	Sebelum (as cast)	Target	Aktual
		Ferritic	
	Sesudah HT		

- ☒ Tidak dilakukan
☐ Dilakukan
- ☐ Hardening ☐ Normalising
☐ Tempering ☐ Homogenisasi
☐ Anealing ☐ Austenisasi

Siklus Perlakuan Panas



PENGESAHAN

Catatan :	Ka. Lab Pengecoran Logam	
	Tanggal	
	Kus Hanaldi, ST., MT.	
	197412142007011001	