

## PENGARUH METODA PENGECORAN TERHADAP HASIL CORAN BESI COR KELABU

Masyrukan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin,Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta Jl. A.Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartosuro 57102 Telp 0271 717417

### Abstrak

*Penelitian ini untuk mengetahui sifat fisis mekanis hasil coran yang diakibatkan oleh metoda pengecoran yang berbeda yaitu variasi temperatur tuang maupun jumlah saluran turun yang digunakan. Dalam penelitian ini temperatur tuang ada tiga variasi yaitu 1381<sup>0</sup>C, 1412<sup>0</sup>C dan 1447<sup>0</sup>C dengan jumlah saluran turun yang berbeda juga yaitu masing-masing temperatur tersebut dengan 2, 3 dan 4 jumlah saluran turunnya. Spesimen A1 yaitu dengan temperatur 1381<sup>0</sup>C dengan saluran turunnya 2, A2 dengan Saluran turunnya 3 dan A3 dengan saluran turunnya 4. Spesimen B1 yaitu pada temperatur 1412<sup>0</sup>C dengan saluran turunnya 2, spesimen B2 dengan jumlah saluran turun 3 dan B3 dengan saluran turun 4 dan spesimen C1, yaitu dengan temperatur 1447<sup>0</sup>C dengan saluran turunnya 2, C2 dengan saluran turunnya 3 dan C3 dengan saluran turunnya 4, cetakan yang digunakan menggunakan cetakan pasir, dan pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah, uji kekerasan, uji impak, uji komposisi kimia, uji tarik. Dari hasil uji kekerasan didapat harga kekerasan tertinggi yaitu sebesar 0,256 kg/mm<sup>2</sup>, pada spesimen C2 dan pada hasil uji impak didapatkan harga impak pada spesimen C2 dengan harga impak sebesar 7,4x10<sup>6</sup> J/mm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk uji komposisi kimia didapatkan hasil yang sama yaitu kandungan karbonnya 3,6 % dan kandungan Si nya lebih dari 2% dan uji tarik didapatkan hasil yang sama yaitu sebesar 124,841 N/mm<sup>2</sup>.*

**Kata Kunci :** besi cor kelabu; metode pengecoran; saluran turun; temperatur tuang

### Pendahuluan

Industri pengecoran logam adalah industri hulu dan industri yang menjadi tumpuan bagi industri barang modal antara lain industri otomotif, kereta api, khususnya industri komponen. Sejak tahun 1990-an industri pengecoran mulai terkait langsung dengan industri manufaktur. Industri pengecoran dapat berbentuk industri besar atau kecil. Bentuk industri kecil ini sangat strategis karena di beberapa daerah telah menjadi salah satu penggerak kehidupan rakyat di wilayahnya. Kondisi di Indonesia, industri ini sangat dimungkinkan untuk ditingkatkan selain masalah SDM-nya, juga teknologi prosesnya.

Dewasa ini teknologi pengecoran sangat berpengaruh terhadap kemajuan industri manufaktur, oleh karena itu pengembangan teknologi pengecoran khususnya mengenai produk-produk pengecoran yang berkualitas baik mutlak dibutuhkan. Pengecoran merupakan salah satu penopang kemajuan industri, tetapi seiring berkurangnya sumber daya alam yang menjadi bahan baku pengecoran, maka keefisienan perlu menjadi bahan pertimbangan. Proses pengecoran yang bagus, efisien dan ekonomis akan mengurangi adanya pemborosan produksi. Namun sumber daya manusia yang berkemampuan tinggi juga ikut berperan serta dalam menghasilkan produk-produk yang mampu bersaing dengan produk-produk buatan negara maju. Beberapa alternatif teknologi digunakan dan dikembangkan sebagai contoh adanya temuan-temuan teknologi pengecoran baik variasi pola, cetakan, sistem saluran turun, temperatur tuang dan lain sebagainya. Permasalahan-permasalahan dalam industri pengecoran logam sangat kompleks dengan tingkat penggunaan teknologi yang beraneka ragam. Apabila memperhatikan proses kerja pengecoran logam tersebut dapat diklasifikasikan menjadi 3 permasalahan : Proses pemilihan bahan baku, proses peleburan, proses cetakan dan proses penuangan. Selama ini yang menjadi masalah umum di industri pengecoran adalah adanya kecacatan produk coran. Cacat coran membawa dampak kualitas yang dihasilkan dari proses pengecoran tersebut.

Masalah di atas yang melatarbelakangi penulis untuk meneliti sejauh mana pengaruh variasi temperatur tuang dan penggunaan sistem saluran turun terhadap kualitas coran yang dihasilkan. Pada penelitian ini kualitas coran yang akan dibahas adalah sifat fisis dan mekanisnya.

Daryanto (2003), meneliti tentang sifat fisis dan mekanis besi tuang kelabu BTK 20/ FC 200 yang sesuai dengan standar industri. Kesimpulan hasil pengujian komposisi kimia didapatkan perbedaan hasil komposisi kimia dengan alat uji CE meter dengan spektro meter dikarenakan logam pada waktu masih panas dan sudah membeku. Hasil pengujian struktur makro dapat diketahui struktur makro penyusun pada besi cor kelabu adalah *grafit, perlit, joga steadit*.

Suharsono (2004), meneliti tentang sifat fisis dan mekanis besi tuang kelabu dengan penambahan 1% Cu. Hasil penelitian menyimpulkan nilai kekerasan *Brinell (HBN)* produk besi cor kelabu tanpa penambahan sebesar 222,7 kg/mm<sup>2</sup> dan produk besi cor kelabu dengan penambahan sebesar 274,4 kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan dari hasil struktur makro diperoleh kesimpulan bahwa penambahan unsur tembaga (Cu) sejumlah 1 % pada penelitian ini meningkatkan jumlah struktur *perlit* dan *sementit* sehingga meningkatkan nilai kekerasan produk. Untuk hasil pengujian *Impact* didapatkan peningkatan nilai kekerasan produk cor dengan penambahan unsur tembaga (Cu) 1 % mengakibatkan penurunan harga *Impact* produk tersebut sehingga menurunkan tingkat keuletan produk.

Yulianto, A dan Partono, P (2004) telah meneliti tentang proses peramuhan bahan baku besi cor di dalam tanur tungkik untuk membuat besi tuang kelabu yang sesuai dengan standar industri. Penelitian merekomendasikan bahwa untuk membuat besi cor kelabu FC 200 / BTK 20 menggunakan bahan baku berupa besi bekas / *cast iron scrap* berupa besi tenun, tromol, blok mesin dan *return scrap* berupa saluran tuang dan coran afkir. Proses peleburan dilakukan peramuhan bahan baku dengan inokulasi / penambahan *ferro silicon* (Fe – Si) dan *ferro Mangan* (Fe – Mn). Hasil validasi diperoleh kekerasan sebesar 207 – 234 HB dn kekuatan tarik sebesar 31,6 kg/mm<sup>2</sup>.

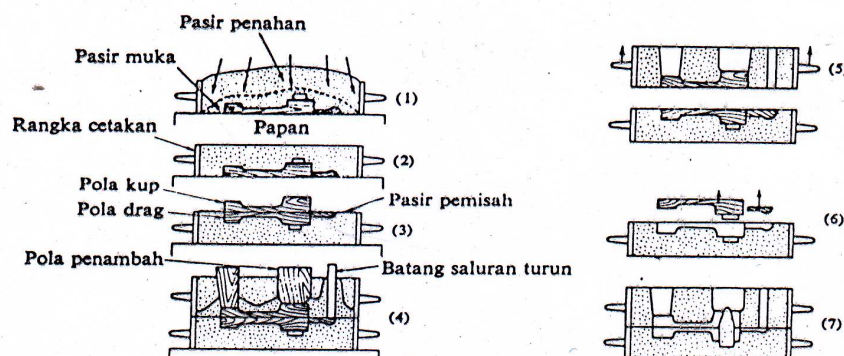
Studi pengikatan mampu mesin (*machinability*) pada produk pengecoran besi cor telah diteliti oleh Partono, P (2003). Penelitian ini dilakukan karena didasari bahwa produk pengecoran / *casting* masih harus mengalami proses permesinan. Sementara itu hasil dari proses pengecoran kadang – kadang terlalu keras sehingga sulit untuk di – *machining*. Hasil yang diperoleh yaitu proses pendinginan coran yang tepat serta proses perlakuan panas yang optimal (dengan aniling) akan meningkatkan mampu mesin (*machinable*).

Untuk membuat coran harus dilakukan proses-proses seperti : pencairan logam, membuat cetakan, menuang, membongkar dan membersihkan coran seperti pada gambar 1 .Untuk mencairkan logam bermacam-macam tanur digunakan, penentuan tanur yang dipakai dapat memberikan logam cair yang baik dan sangat ekonomis untuk logam tersebut. Cetakan biasanya dibuat dengan jalan memadatkan pasir, karena cetakan pasir mudah dibuat dan tidak membutuhkan biaya tinggi. Selain dari cetakan pasir kadang-kadang juga dipergunakan cetakan dari logam. Pada penuangan logam cair dari ladle ke cetakan ,logam cair mengalir melalui saluran turun baru kerongga cetakan, maka perlu diperhatikan jumlah saluran turun yang dipergunakan sedemikian sehingga tidak akan mengganggu aliran logam cair. Pada umumnya logam cair dituangkan dengan pengaruh gaya berat, walaupun kadang-kadang dipergunakan tekanan setelah penuangan.

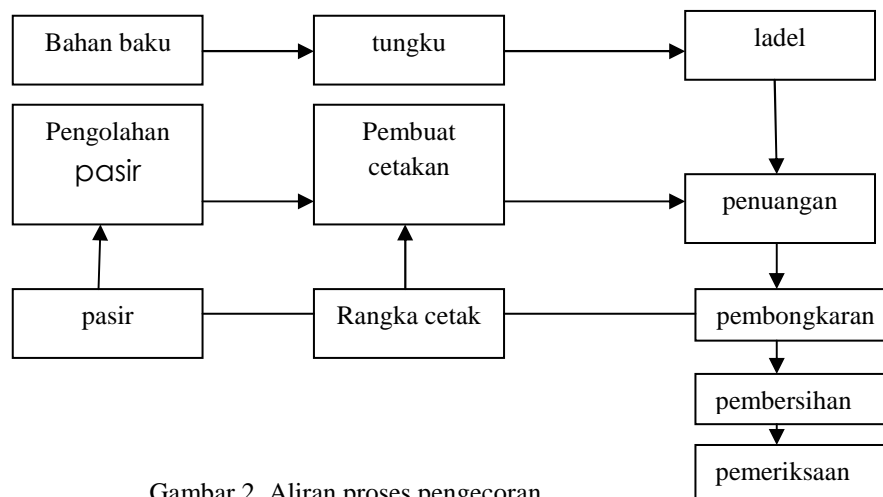
Mudah tidaknya pembuatan coran tergantung pada bentuk dan ukuran benda coran. Coran yang tebalnya seragam, tipis dan lebar atau tuangan yang memerlukan inti tipis dan panjang akan sulit dibuatnya. Disamping itu coran-coran yang memerlukan ketelitian atau sudut-sudut tajam susah untuk dibuatnya, oleh karena itu untuk membuat coran yang baik perlu perencanaan yang matang dari mulai tanur pencairan,, jenis cetakan, jumlah saluran turun, temperatur tuang .

*Proses Pembuatan Cetakan.*

Cetakan pasir yaitu cetakan yang paling lazim digunakan atau dipakai dan juga tentang pasir cetak. Beberapa pasir cetak mengandung tanah lempung sebagai pengikat, sedangkan yang lain mengandung pengikat khusus lain. Kebanyakan cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir. Cetakan pasir kadang-kadang dibuat dengan tangan atau dapat juga dibuat dengan mesin cetakan. Sebelum membuat cetakan kita harus memikirkan pola yang akan digunakan apakah menggunakan silinder atau Y blok. Pembuatan cetakan dengan tangan dilakukan apabila jumlah produksinya kecil, bentuk coran sulit dibuat oleh mesin pembuat cetakan, atau coran yang besar sekali. Biasanya dipakai pasir cetak dengan tanah lempung sebagai pengikat. Pembuatan cetakan dengan tangan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. Pembuatan cetakan pasir dengan tangan



Gambar 2. Aliran proses pengecoran

### Besi Cor

Definisi besi cor menurut diagram keseimbangan besi karbon adalah logam besi yang mengandung kadar karbon yang secara praktis terikat antara 2%-6,67% Besi cor yang berada di daerah eutektik yaitu besi cor dengan kadar karbon 2%-4,3% disebut besi cor hipoeutektik dan besi cor dengan kadar karbon 4,3%-6,67% disebut besi cor hipereutektik. Bukan hanya unsur karbon yang ada di besi cor akan tetapi besi cor juga mengandung unsur silikon, mangan, phosphor, belerang dan unsur lain. Dan besi cor ini mempunyai suhu cair yang relatif rendah (-1200°C).

#### Besi cor kelabu

Besi cor kelabu adalah paduan besi yang mengandung karbon (>2 %) Silisium (1 – 3 %), mangan (0,5 – 0,7 %), fosfor dan belerang. Struktur mikro besi cor kelabu berbentuk lamel-lamel grafit yang disebabkan unsure karbon didalamnya. Lamel – lamel grafit itu berbentuk seperti jenis dedaunan, apabila dibuat irisan dari bahan itu akan terlihat struktur karbonnya seperti garis – garis yang melalui bahan tersebut. Apabila dipatahkan maka akan terlihat lamel – lamel grafit yang kecil – kecil yang akan memberikan warna kelabu pada permukaan yang dipatahkan sehingga lazim disebut besi cor kelabu.

Besi cor kelabu ini juga mempunyai sifat rapuh, dengan kemampuan tarik antara 150 sampai dengan 350 kgf/mm<sup>2</sup> dan memiliki titik lebur mencapai 1200° C serta memiliki kemampuan meredam getaran lebih tinggi dibandingkan baja biasa sehingga sangat cocok dipergunakan untuk membuat komponen-komponen mesin seperti : silinder blok, tromol rem, blok rem kereta api dan sebagainya.

### Bahan dan Metodologi Penelitian

#### Bahan

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan sebagai berikut: Besi Kasar, *Steel Scrape* (Skrap Baja) dan bahan tambahan lain (C, Mg, Mn, dll) , pasir cetak, kayu

#### Alat

Di bawah ini adalah peralatan-peralatan yang digunakan di dalam penelitian diantaranya: Sendok pasir ( Sekop), Penumbuk, Rangka Cetak, Rangka cetak, Batang Silindris, Pengaduk Pasir, Cintang kecil Timbangan, *Over Head Crane*, Kereta Ladel, Ladel Besar, Ladel Kecil, Alat Uji Kekerasan Vickers, Alat Uji Tarik, Alat Uji Impact. Dan Alat Uji Komposisi Kimia.

#### Metodologi Penelitian

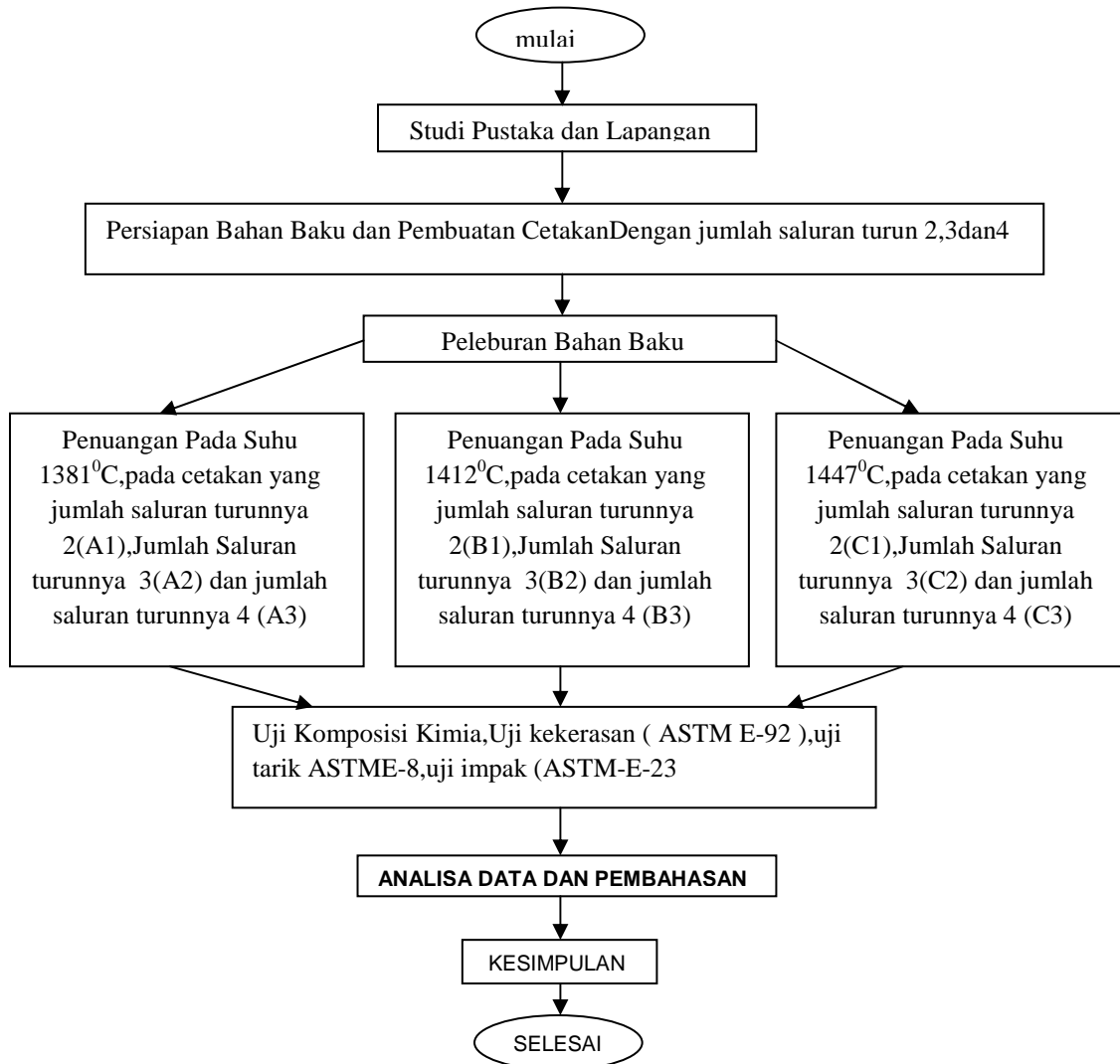
Metode pelaksanaan program kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut; tahapan awal pada penelitian ini adalah studi pustaka dan studi lapangan, dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran yang jelas langkah-langkah sebelum melakukan penelitian lebih lanjut meliputi referensi mengenai pengecoran, besi cor kelabu, persiapan alat dan bahan penelitian serta tempat pelaksanaan penelitian. Sebelum melakukan pengecoran perlu disiapkan pola sebagai pembuatan cetakannya, pembuatan cetakan dengan jumlah saluran turun yang berbeda, yakni 2, 3 dan 4 buah, masing-masing berjumlah 3, ini untuk variasi temperatur yang berbeda, yakni ; 1381°C, 1412°C dan 1447°C. Sehingga jumlah cetakannya seluruhnya berjumlah sembilan buah cetakan. Setelah cetakan siap, maka pengecoran mulai dilakukan dengan meleburkan bahan baku terlebih dahulu pada dapur kupola. Sebelum masuk cetakan temperatur, logam cair diukur temperaturnya yaitu 1381°C dan dituangkan pada cetakan yang mempunyai jumlah saluran turun yang berbeda-beda, yakni 2(A1), 3(A2) dan 4(A3) saluran turun, juga demikian untuk temperatur 1412°C spesimen B1, B2 dan B3 dan 1447°C spesimen C1, C2 dan C3. Setelah benda coran beku maka mulailah

dibongkar dari cetakan dan dilakukan serangkaian pengujian. Setelah mendapatkan data hasil pengujian barulah dianalisa dan disimpulkan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar.3.

**Hasil dan Pembahasan**

*Pembahasan pengujian Komposisi Kimia.*

Hasil komposisi kimia terlihat pada tabel 1., dimana kandungan karbonnya sebesar 3,6920%, silisiumnya 2,6669% dan kandungan mangannya sebesar 0,5309% , sudah membuktikan bahwasanya material hasil pengecoran pada penelitian ini sudah termasuk jenis dari besi cor kelabu, karena kandungan karbonnya >2%, kandungan silisiumnya (Si) antara 1%-3% dan kandungan mangan (Mn) antara 0,5%-0,7%.



Gambar 3. Skema Diagram Alir Penelitian.

Tabel 1. Hasil pengujian komposisi kimia

UNSUR	%
C	3,6920
Si	2,6669
S	0,0053
P	0,0129
Mn	0,5309
Fe	91,98

Pengujian Kekerasan Vickers

Tabel 2. Hasil pengujian kekerasan Vickers.

**Spesimen A.**

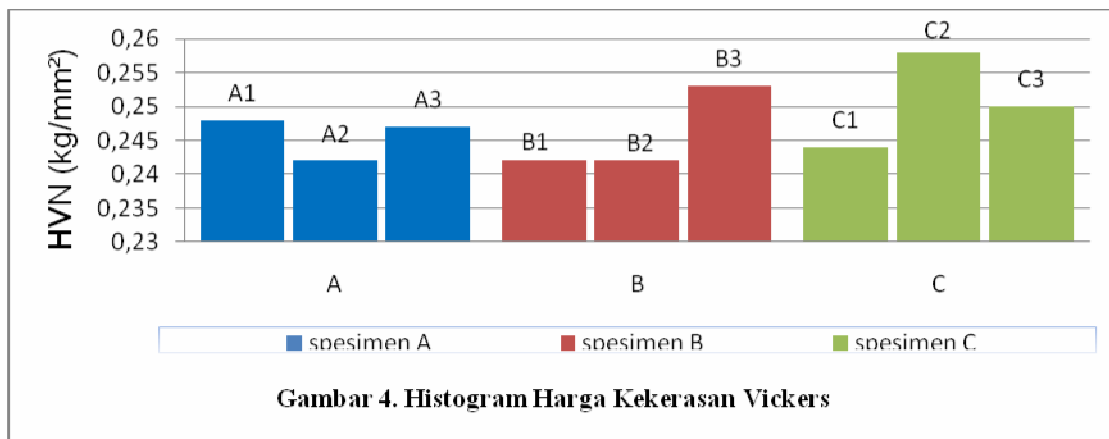
Spes A	Jml	Temperatur tuang	SaluranTurun	HV Rata-Rata (kg/mm <sup>2</sup> )
A1	1 buah	1381°C	2 buah	0,248
A2	1 buah	1381°C	3 buah	0,242
A3	1 buah	1381°C	4 buah	0,247

**Spesimen B.**

Spes B	Jml	Temperatur tuang	SaluranTurun	HV Rata-Rata (kg/mm <sup>2</sup> )
B1	1 buah	1412°C	2 buah	0,242
B2	1 buah	1412°C	3 buah	0,242
B3	1 buah	1412°C	4 buah	0,253

**Spesimen C.**

Spes C	Jml	Temperatur tuang	SaluranTurun	HV Rata-Rata (kg/mm <sup>2</sup> )
C1	1 buah	1447°C	2 buah	0,244
C2	1buah	1447 <sup>0</sup> C	3buah	0,256
C3	1buah	1447 <sup>0</sup> C	4buah	0,250



Gambar 4. Histogram Harga Kekerasan Vickers

Pembahasan pengujian kekerasan Vickers.

Pada pengujian kekerasan Vickers, masing-masing spesimen diuji kekerasan dengan tiga titik. Dengan beban 294 N ( 30 Kg ), dan perbesaran mikroskop (d) = 100x. Dimana 1 mm = 32 strip. Dari grafik di atas terlihat hasil pengujian kekerasan Vickers yaitu harga kekerasan yang paling tinggi adalah spesimen C untuk C2, yaitu dengan variasi temperatur tuang 1447°C dan variasi 3 buah saluran turun, yaitu dengan harga kekerasan sebesar 0,256 Kg/mm<sup>2</sup>. Dari hasil data tersebut dapat disimpulkan bahwa temperatur tuang yang bagus untuk pengecoran, dalam hal ini besi cor FC 25 adalah berkisar 1447°C dan dengan penggunaan variasi 3 buah saluran turun. Karena memberikan nilai atau harga kekerasan tinggi.

Pengujian tarik

Tabel 3. Data hasil pengujian tarik.

Spes A	$\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ (%)	E (N/mm <sup>2</sup> )
A1	124,841	21,6	577,968
A2	124,841	9,5	640,210
A3	124,841	20,4	611,966

Spes A	$\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ (%)	E (N/mm <sup>2</sup> )	$\Delta L$ (mm)
B1	124,841	18,0	693,561	0,009
B2	124,841	21,2	588,873	0,117
B3	124,841	20,4	611,966	0,112

Spes A	$\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ (%)	E (N/mm <sup>2</sup> )	$\Delta L$ (mm)
C1	124,841	19,9	627,342	0,110
C2	124,841	21,3	586,108	0,117
C3	124,841	20,0	624,205	0,110

#### Pembahasan pengujian Tarik.

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa nilai Tegangan kesemuanya sama. Nilai Regangan terbesar dan  $\Delta L$  terbesar ada di spesimen A ( A1 ). Dan Modulus Elastisitas terbesar ada di spesimen B (B1). Jadi adanya variasi temperatur tuang dan variasi jumlah saluran turun ternyata tidak berpengaruh terhadap nilai Tegangan, nilai Regangan,  $\Delta L$ , dan Modulus Elastisitas. Tetapi dipengaruhi oleh unsur yang terdapat dalam besi cor tersebut.

#### Pengujian Impact.

Tabel 4. Data hasil pengujian *Impact*.

Spes A	EnAwal (J)	En.Sisa (J)	K(J)	Hamb.Jarum(J)	A (mm <sup>2</sup> )	H (J/mm <sup>2</sup> )
A1	150	147,97	0,03	2	5600	$5,36 \times 10^{-6}$
A2	150	146,01	0,03	4	5600	$1,79 \times 10^{-6}$
A3	150	147,97	0,03	2	5600	$5,36 \times 10^{-6}$

Spes B	EnAwal (J)	En.Sisa (J)	K(J)	Hamb.Jarum(J)	A (mm <sup>2</sup> )	H (J/mm <sup>2</sup> )
B1	150	148,6	0,04	1,5	5600	$7,14 \times 10^{-6}$
B2	150	145,04	0,04	5	5600	$7,14 \times 10^{-6}$
B3	150	146,98	0,02	3	5600	$3,5 \times 10^{-6}$

Spes A	EnAwal (J)	En.Sisa (J)	K(J)	Hamb.Jarum(J)	A (mm <sup>2</sup> )	H (J/mm <sup>2</sup> )
C1	150	142,1	0,1	8	5600	$1,79 \times 10^{-6}$
C2	150	148,04	0,04	2	5600	$7,14 \times 10^{-6}$
C3	150	147,92	0,08	2	5600	$1,43 \times 10^{-6}$

#### Pembahasan pengujian Impact.

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa nilai Harga *Impact* dan energi sisa kesemuanya berbeda. Nilai Harga *Impact* terbesar dan energi sisa terbesar ada di spesimen C ( C2 ) yaitu pada temperatur 1447°C dan 3 buah saluran turun. Dari hasil data tersebut dapat disimpulkan bahwa temperatur tuang yang bagus untuk pengecoran, dalam hal ini besi cor kelabu adalah berkisar 1447°C dan dengan penggunaan variasi 3 buah saluran turun. Karena memberikan nilai atau *harga Impact* tinggi.

#### Kesimpulan.

- 1) Nilai kekerasan terbesar di spesimen C (C2), sebesar 0,256 Kg/mm<sup>2</sup>. Nilai Tegangan Tarik semua sama, sebesar 124,841 N/mm<sup>2</sup>. Nilai Regangan terbesar dan  $\Delta L$  (pertambahan panjang) terbesar di spesimen A (A1), dengan nilai Regangan sebesar  $5,36 \times 10^{-6}$  J/mm<sup>2</sup> dan nilai  $\Delta L$  sebesar 0,119 mm. Dan Modulus Elastisitas terbesar di spesimen B (B1), sebesar 693,561 N/mm<sup>2</sup>. Nilai Harga *Impact* dan energi sisa terbesar di spesimen C (C2), dengan nilai Harga *Impact* sebesar  $7,14 \times 10^{-6}$  J/mm<sup>2</sup> dan energi sisa sebesar 148,04 J. Hasil photo mikro spesimen, terdapat perlit yang lebih banyak disamping grafit dan steadit. Dari uji komposisi kimia, dengan

unsur karbon 3,692 % menjadikan besi cor mempunyai kekuatan tarik tinggi. Dan dengan unsur Si ( $\geq 2\%$ ), besi cor termasuk kategori besi cor kelabu.

- 2) Kualitas produk coran yang paling bagus yaitu pada spesimen C (C2).
- 3) Temperatur tuang yang bagus untuk proses pengecoran yaitu pada temperatur 1447°C.
- 4) Jumlah saluran turun yang bagus untuk proses pengecoran yaitu 3 buah.

#### Daftar Pustaka

- Daryanto, 2003, *Tugas Akhir: " Analisa Sifat Fisis Dan Mekanis Besi Tuang Kelabu BTK 201 FC 200 Yang Sesuai Dengan Standar Industri "*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Partono, P, 2004, " *Studi Peningkatan Mampu Mesin (Machinability) pada Produk Pengecoran Besi Cor Kelabu*", Media Mesin, UMS
- Suharsono, 2004, *Tugas Akhir. " Penelitian Sifat Fisis Dan Mekanis Besi Tuang Kelabu Dengan Penambahan 1 % Cu "*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Surdia, T.; Saito, S., 1985,  *Pengetahuan Bahan Teknik*, Edisi ke-4, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Surdia, T.; Chijiwa, K., 1976,  *Teknik Pengecoran Logam*, Edisi ke-2, Cetakan ke-7, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Van Vlack; Djaprie, S. (Alih Bahasa), 1994, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Edisi ke-5, PT. Erlangga, Jakarta
- Van Vliet, G.L.J.; Haroen (Alih Bahasa), 1984,  *Teknologi untuk Bangunan Mesin : Bahan-bahan I*, Cetakan ke-1, PT. Erlangga, Jakarta
- Yulianto, A dan Partono, P ,2004, " *Proses Peramuan Bahan Baku Besi Cor di Dalam Tanur Tungkil untuk Membuat Besi Tuang Kelabu yang Sesuai dengan Standar Industri,*" Media Mesin, UMS.