

ANALISIS CACAT CORAN PADA GRAVITY CASTING PRODUK TANGKI ATAS RADIATOR MOBIL

Sunarko
PPPPTK BMTI Bandung
Email: sunarko64@gmail.com

ABSTRAK

Porositas penyusutan adalah salah satu jenis cacat pada pengecoran. Cacat coran ini berupa rongga tak beraturan, cenderung pada ujung-ujungnya menajam, permukaan kasar dan intergranular. Fenomena terjadi porositas penyusutan adalah ketika terjadi proses pembekuan, maka pada saat yang sama terjadi kontraksi volume logam cair, sehingga penyusutan volume logam cair tidak bisa dihindarkan, karena tidak mendapatkan pasokan logam cair dari penambah. Porositas penyusutan terjadi disebabkan oleh beberapa parameter pengecoran diantaranya : desain produk, proses produksi, komposisi kimia, dan sistem saluran. Penelitian cacat coran pada produk tangki atas radiator mobil terbuat dari material Al-6,2 Cu-3,8 Si yang tergolong material standar A 213.0, dengan cara melakukan pemeriksaan dan analisis terhadap temperatur tuang dan waktu tuang ; desain produk ; sistem saluran ; komposisi kimia. Hasil analisis menunjukkan bahwa penyebab porositas penyusutan akibat dari temperatur tuang yang terlalu tinggi, waktu tuang yang terlalu lama, penambah yang kurang efektif, dan komposisi kimia yang kurang tepat, karena unsur Zn terlalu tinggi 0,716 % dari persentase unsur Zn standar sehingga memperbesar peluang terjadinya cacat rongga. Hasil verifikasi sebagai uji coba dari solusi menunjukkan bahwa porositas penyusutan pada tangki atas radiator mobil dapat diminimalisir dengan cara : menurunkan temperatur tuang menjadi 740°C ; mempercepat waktu tuang menjadi sekitar 4 detik ; dan menerapkan metoda penggunaan insulator pada bagian atas logam cair pada penambah agar memperlambat laju perpindahan panas ke atmosfer luar.

Kata kunci: porositas penyusutan, temperatur tuang, waktu tuang, sistem saluran, dan insulator

ABSTRACT

Shrinkage porosity is one of the casting defect occasionally found in the foundry. It is in the form of irregular cavity in which it's points tend to be sharp and the surface is normally rough. Intergranular shrinkage porosity phenomenon occurs when solidification process takes places, resulting the contraction of molten metal volume which is not filled by the molten metal from the riser. Shrinkage porosity is influenced by several casting parameters such as product design, production process, chemical composition and gating system. This study examined casting defect found in the product of top tank of car radiator which was made of materials Al-6,2Cu-3,8Si classified as standard material A 213.0. This was conducted by checking and analyzing the pouring temperature and time; product design; gating system and chemical composition. The result showed that shrinkage porosity was caused by excessive pouring temperature, excessive pouring time, ineffective riser and improper chemical composition. The very high difference between Zn content in this study and the standard Zn which is 0.716 % caused the chance on the occurring of cavity defect. The verification result as a trial for problem solving showed that shrinkage porosity in the upper tank of car radiator can be minimized by decreasing the pouring temperature to 740° C, decreasing the pouring time to 4 seconds and insulator addition on the top of molten metal in the riser to reduce the heat extraction movement to atmosphere.

Keyword : shrinkage porosity, pouring temperature, pouring time, gating system, and insulator

I. PENDAHULUAN

Pengecoran logam di Indonesia memegang peranan yang sangat penting dalam memproduksi macam-macam komponen otomotif, karena pembuatan komponen-komponen otomotif dengan cara pengecoran banyak keuntungannya (Basuki, 2004).

Teknologi pengecoran logam harus mampu mengatasi permasalahan dalam proses pengecoran khususnya tentang cacat coran (*casting defect*), karena sampai saat ini cacat coran belum bisa dihilangkan dalam produk cor.

Salah satu komponen otomotif yang diproses dengan pengecoran adalah tangki atas (*upper tank*) radiator mobil yang terbuat dari paduan aluminium. Kendala yang terjadi dalam memproduksi tangki atas radiator mobil adalah sering terjadinya cacat coran di bagian lehernya. Cacat coran ini bisa diketahui setelah dilakukan pengujian dengan udara bertekanan, kemudian direndam di dalam bak yang berisi air akan terlihat adanya gelembung-gelembung udara yang keluar melalui bagian leher tangki atas radiator mobil. Kegagalan akibat cacat coran mendekati 20 %, sehingga perlu dilakukan

penelitian agar kegagalan produknya dapat diminimalisir kurang dari 9 %.

Cacat coran yang sering terjadi adalah porositas penyusutan, dalam penelitian ini akan dibahas tentang mekanisme dari porositas penyusutan, penyebab terjadinya porositas penyusutan dan memperoleh solusi dalam mengatasi porositas penyusutan pada bagian leher tangki atas radiator mobil.

II. KAJIAN TEORI
Paduan Al-Cu

Paduan aluminium dengan pemuad utama tembaga banyak digunakan pada pengecoran (lihat tabel1) , untuk memperbaiki sifat-sifat mekanisnya ditambahkan unsur lain sesuai dengan kegunaannya. Umumnya tembaga yang dipadukan minimal 5,7% dan tipe paduan larutan padat (*solid solution*).

Tabel 1. Komposisi kimia paduan aluminium

Unsur pemuad	Pengaruh baik	Pengaruh buruk
Cu	1. Memperbaiki kekerasan 2. Memperbaiki kekuatan 3. Mempermudah proses pemesinan 4. Memperbaiki kekuatan pada T tinggi	1. Menurunkan ketangguhan 2. Menurunkan ketahanan korosi
Si	1. Menurunkan muai panas 2. Memperbaiki kemampuan potong 3. Mempermudah proses pengelasan 4. Meningkatkan fluiditas 5. Mempermudah proses pengecoran	1. Menurunkan ketahanan korosi 2. Mempersulit perlakuan panas 3. Menyebabkan rapuh
Fe	1. Mencegah penempelan pada cetakan 2. Memperbaiki struktur granular	1. Menurunkan ketahanan korosi 2. Menurunkan sifat mekanik 3. Menyebabkan cacat rongga
Mg	1. Memperbaiki ketahanan korosi 2. Memperbaiki kekuatan mekanik 3. Mempermudah perlakuan panas	1. Menurunkan fluiditas 2. Mempersulit pengecoran 3. Menurunkan ketangguhan
Mn	1. Memperbaiki kekuatan pada T tinggi 2. Melindungi dari pengaruh besi 3. Meningkatkan ketahanan korosi	1. Menurunkan mampu tuang 2. Menimbulkan cacat bintik 3. Membuat struktur kristal membesar 4. Menurunkan sifat mekanik
Zn	1. Mempermudah pengecoran 2. Memperbaiki kekuatan mekanik	1. Menurunkan ketahanan korosi 2. Menimbulkan cacat rongga
Ti	1. Memperhalus ukuran kristal 2. Mempermudah	1. Menurunkan konduktifitas listrik

	3. Meningkatkan sifat mekanik	2. Menurunkan fluiditas
Ni	1. Memperbaiki kekuatan pada T tinggi 2. Memperbaiki ketahanan korosi	1. Menurunkan ketahanan korosi bila Ni lebih dari 1%

A213.0

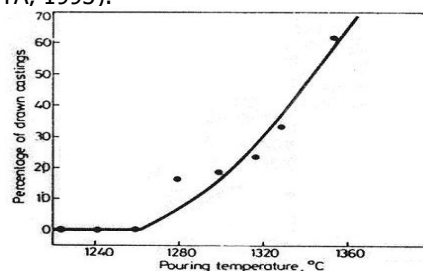
Unsur	Nilai (%)
Si	1,0 – 3,0
Fe	1,2 maks
Cu	6,0 – 8,0
Mn	0,6 maks
Mg	0,1 maks
Ni	0,35 maks
Zn	2,5 maks
Ti	0,25 maks
Al	balanced

Sumber: ASM Speciality Handbook 1996
Catatan : unsur dalam wt %

Porositas penyusutan

Porositas penyusutan adalah salah satu jenis cacat coran yang disebabkan adanya kekosongan atau rongga pada produk cor, baik yang terlihat di permukaan maupun yang ada di dalam produk cor, sehingga permukaannya cekung. Kekosongan atau rongga itu penyebabnya adalah kurangnya volume logam cair dalam mengisi rongga cetak.

Temperatur yang tinggi juga menyebabkan terserapnya gas ke dalam cairan logam yang lebih banyak. Banyaknya gas di dalam cairan logam menyebabkan meningkatnya porositas pada produk coran. Untuk menjelaskan hubungan antara temperatur tuang dengan cacat coran, lihatlah pada gambar 2. Dari gambar itu dapat disimpulkan semakin tinggi temperatur tuang akan menyebabkan terjadinya cacat permukaan coran yang cekung (*draw*) semakin meningkat (ICFTA, 1993).

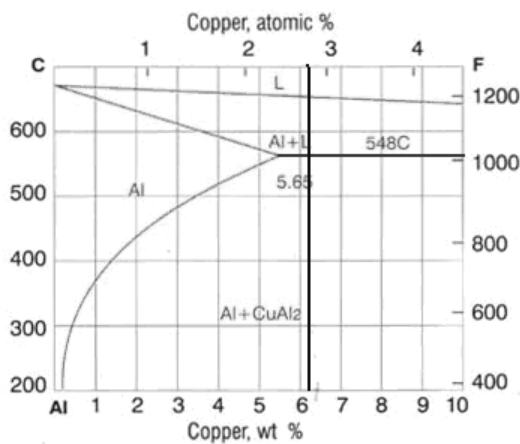


Gambar 1. Hubungan antara temperatur tuang dengan cacat coran

Dari komposisi kimia akan bisa diketahui pengaruh unsur-unsur paduan yang ada, terkait dengan laju pendinginan lihat gambar 2 tentang diagram fasa Al-Cu dan tabel 2 pengaruh unsur paduan. Unsur pemuad yang memiliki laju

pendinginan yang rendah akan menghambat pasokan sehingga daerah yang kurang pasokan logam cair akan terjadi porositas penyusutan. Pertumbuhan dendrit yang cepat dari paduan juga akan menghambat aliran logam cair yang akhirnya juga akan menyebabkan kekurangan pasokan logam cair yang akan menyebabkan porositas.

Tabel 2. Pengaruh unsur paduan Phase Diagram of Al-Cu System



Lokasi paduan Al-6,2Cu

Gambar 2. Diagram fasa kesetimbangan Al-Cu dan lokasi paduan Al-6,2Cu

Tabel 3. Data-data produksi tangki atas radiator mobil

Nama	: Tangki atas radiator mobil
Material	: Paduan aluminium <i>recycling</i> dari blok engine, panci, kawat tembaga, dan lembaran nikel
Proses	: Pengecoran gravitasi (<i>Gravity casting</i>)
Cetakan	: Cetakan permanen (<i>permanent mold</i>)
Dapur	: Krusibel besi dengan kapasitas 80 kg
Titik lebur	: 690 ⁰ C
Temperatur degassing	: 760 ⁰ C
Temperatur tuang	: 750 ⁰ C
Waktu tuang	: 8 detik
Berat produk	: 1 kg (berat benda dan berat penambah)
Lokasi cacat	: leher

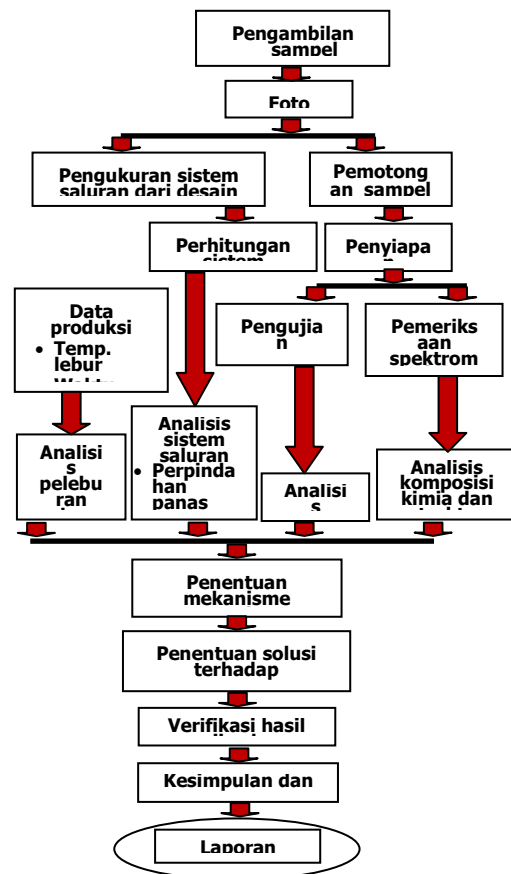
III. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian dalam menganalisis porositas penyusutan ini diawali dengan pengamatan lapangan (*survey*) dalam rangka

mencari data awal produk yang mengalami porositas penyusutan.

Setelah diperoleh data awal dan foto makro, langkah selanjutnya adalah melakukan studi literatur, analisis desain, proses produksi, metalografi, dan pengujian mekanik. Sehingga diharapkan dapat memperoleh mekanisme terjadinya cacat coran dan cara mengatasinya. Diagram alir metodologi penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

Verifikasi produk secara nyata dilakukan dengan cara membandingkan produk yang mengalami porositas penyusutan dengan produk yang telah dikendalikan dalam produksinya sebagai aplikasi dari solusi. Verifikasi yang dilakukan merupakan uji coba dari solusi, dengan demikian akan dapat diketahui solusi yang tepat untuk mengatasi porositas penyusutan pada tangki atas radiator mobil dengan mempertimbangkan efisiensi.



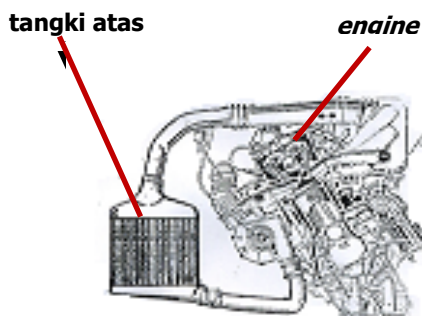
Gambar 3. Digram alir metodologi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN
Pemeriksaan Proses Produksi

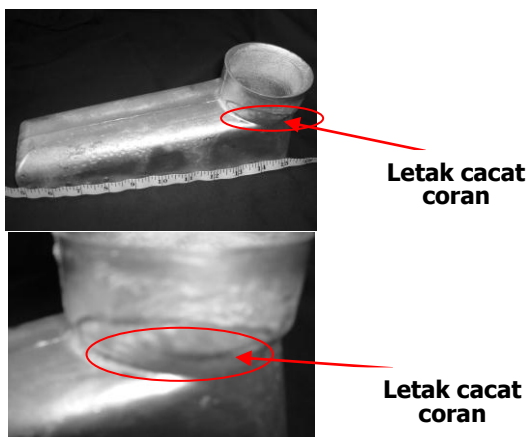
Pemeriksaan proses produksi ini dengan cara melakukan pengamatan pada saat proses pengecoran produk tangki atas radiator mobil

sehingga diperoleh data-data proses pengecoran. Penelusuran data yang telah dilakukan pada pembuatan tangki atas radiator mobil yang mengalami cacat coran, dapat dilihat pada tabel 3. mengenai data proses pengecoran.

Untuk lebih jelasnya tentang konstruksi tangki atas radiator dan lokasi cacat corannya dapat dilihat pada gambar 4 dan 5 [12]. Dari data-data penelusuran proses pembuatan tangki atas radiator yang cacat diperoleh beberapa parameter yang bisa mempengaruhi terjadinya porositas penyusutan. Parameternya adalah : temperatur lebur, temperatur tuang, waktu tuang, dan krusibel yang digunakan.



Gambar 4. Radiator pendingin udara dan engine

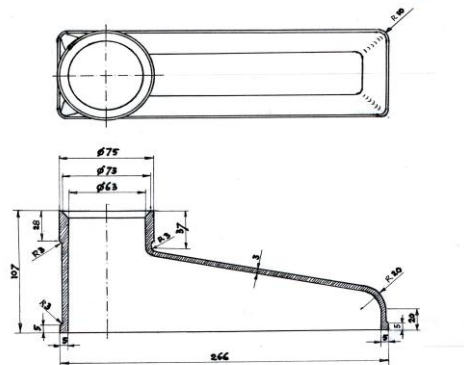


Gambar 5. Letak cacat coran pada bagian leher tangki atas radiator

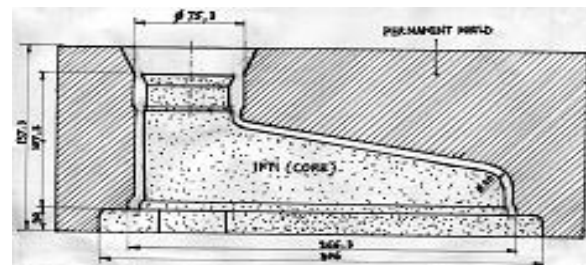
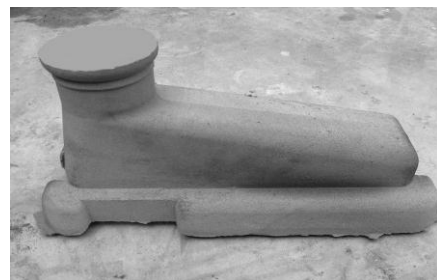
Dari beberapa parameter yang bisa mempengaruhi terjadinya porositas penyusutan adalah : temperatur lebur, temperatur tuang, waktu tuang, dan krusibel yang digunakan.

Pemeriksaan Desain Produk Dan Sistem Saluran

Pemeriksaan desain yang dilakukan pada tangki atas radiator mobil dengan melihat gambar teknik tangki atas radiator, inti, dan cetakan. Gambar teknik , inti, dan produk coran dapat dilihat pada gambar 6 dan 7 di bawah ini.



Gambar 6. Gambar teknik tangki atas radiator mobil



Gambar 7. Gambar inti dan cetakan tangki atas radiator

Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia (lihat tabel 4) dilakukan dengan mesin spektrometri di PT. Global Metalindo, Kawasan industri Bojong Buah Raya Terusan Kopo, Kabupaten Bandung dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil pengujian komposisi kimia tangki atas radiator mobil

PaduanTangki Dengan Metode P	Al	Cu
	Balanced	6,235

Si	Mg	Zn	Fe
3,888	0,052	3,216	1,138

Mn	Ni	Ti	Pb
0,130	0,054	81,088	0,059

Sn	Cr	V	Cd
0,012	0,011	0,000	0,000

Catatan : elemen dalam % wt;
P = Cetakan permanen

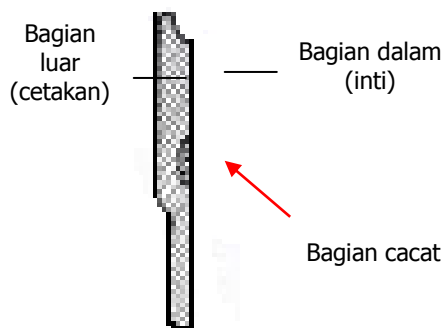
Dari hasil pengujian komposisi kimia diketahui bahwa material yang digunakan untuk pembuatan tangki atas radiator mobil masuk ke dalam kriteria material standar A 213.0. Perbedaan yang terjadi tidak berarti karena unsur/element pemuad utama Cu dan Si sesuai dengan rentang (*range*) % berat.

Pengamatan Metalografi

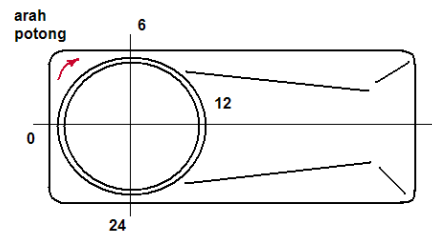
Material yang dijadikan spesimen metalografi adalah material yang berada di bagian sekeliling leher yang terdapat cacat coran dengan arah pemotongan tegak lurus terhadap sumbu vertikalnya (gambar 8, 9, dan 10). Pemotretan dilakukan di laboratorium metalurgi dan fisika Departemen Pertambangan ITB dengan mikroskop optik *Leitz Laboulux 12 ME* tipe 020-435.031



Gambar 8. Pemotongan dan penyiapan spesimen uji

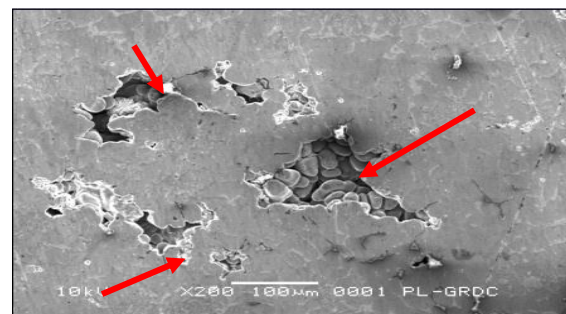


Gambar 9. Contoh spesimen uji



Gambar 10. Lokasi pemotongan specimen uji

Hasil-hasil pengamatan metalografi ditunjukkan pada gambar 11, yaitu hasil *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada daerah porositas penyusutan dengan pembesaran 200x.



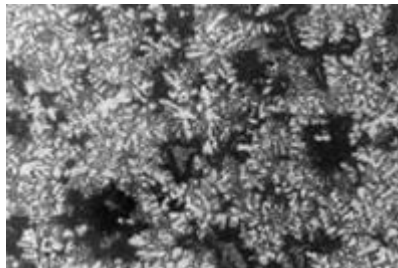
Gambar 11. Porositas penyusutan dari material Al-6,2Cu-3,8Si dengan pembesaran 200 X dari SEM

Hasil pengamatan struktur mikro dapat dilihat bahwa daerah yang sangat sedikit porositas penyusutannya butirannya lebih halus, seragam, dan rapat, sedangkan daerah yang mengalami porositas penyusutan butirannya lebih kasar dan renggang. Hasil dari analisis kuantitatif dengan program *optimas* dapat dilihat pada tabel 5. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat ilustrasi pada gambar 12 dan 13. Sedangkan hasil analisis dengan *optimas* antara fraksi *voids per area* terhadap jarak inti dapat dilihat dari tabel 6.

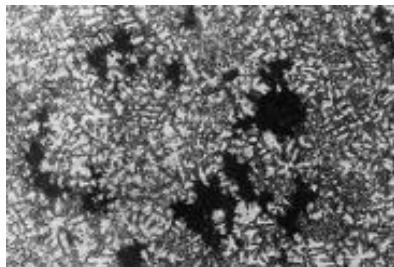
Tabel 5. Hasil analisis dengan program *OPTIMAS* terhadap 1/2 keliling leher sesuai lokasi pemotongan.

Lokasi pemotongan	Fraksi voids per area (%)
1	18,6
2	28,2
3	15,5
4	15,8
5	2,3
6	1,8
7	12,1

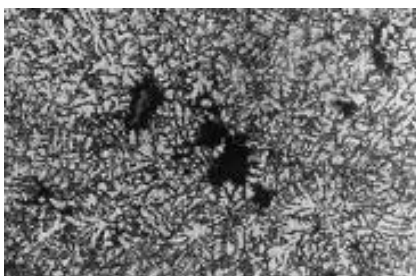
8	17,2
9	17,8
10	26,3
11	34,9
12	35,5



(a)



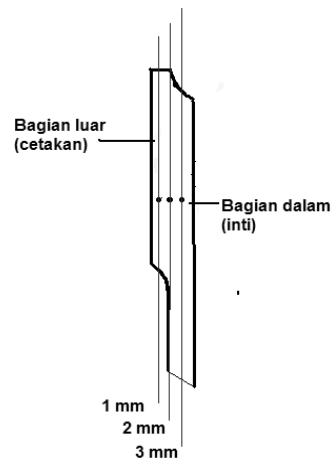
(b)



(c)

Gambar 12. Struktur mikro spesimen terhadap jarak inti

- (a) Spesimen lokasi 1
- (b) Spesimen lokasi 2
- (c) Specimen lokasi 2



Gambar 13. Contoh spesimen uji

Tabel 6. Hasil analisis dengan program OPTIMAS antara fraksi voids per area dengan jarak inti

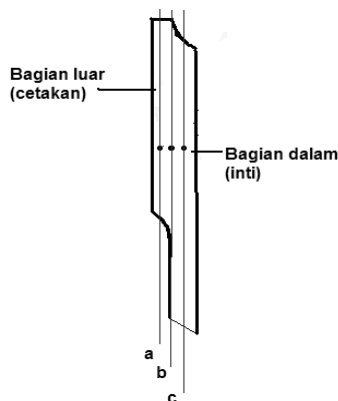
Jarak dari inti (mm)	Fraksi voids per area (%)
1	36,3
2	18,7
3	12,1

Pengujian Sifat Mekanik

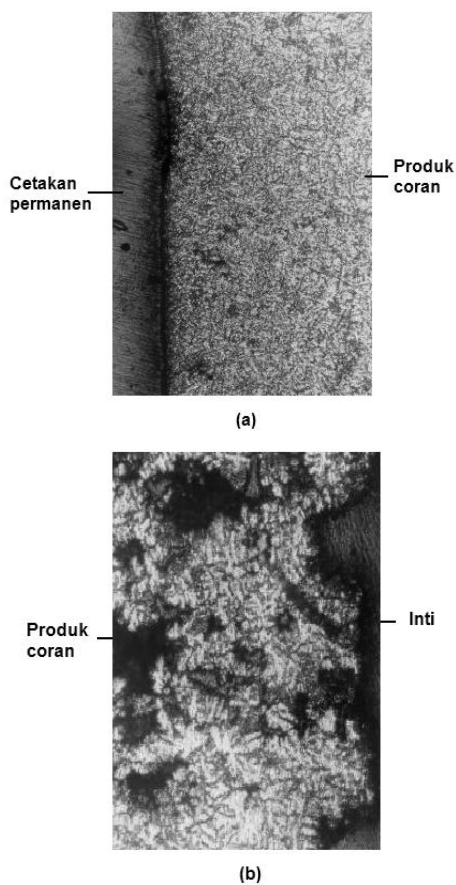
Pengujian sifat mekanik (lihat tabel 7) yang dilakukan hanya pengujian kekerasan dengan menggunakan *Leco Microhardness Tester Machine Model M 400-H1* yaitu mesin uji *Vickers Micro* dengan beban 1 kg dengan jenis indentor intan bersudut 136°. Pengujian kekerasan ini dilakukan pada bagian leher tangki atas radiator yang tidak cacat dengan jumlah spesimen yang diuji 3 potong dan 3 titik lokasi pengujian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat ilustrasi spesimen yang akan diuji pada gambar 14 dan struktur mikro produk coran pada gambar 15.

Tabel 7. Hasil pengujian kekerasan tangki atas radiator mobil

Lokasi	a	b	c
1	a ₁ = 96,1	b ₁ = 148,1	c ₁ = 186,5
2	a ₂ = 128,1	b ₂ = 162,1	c ₂ = 193,5
3	a ₃ = 126,0	b ₃ = 134,1	c ₃ = 139,5



Gambar 14. Ilustrasi lokasi pengujian kekerasan



Gambar 15. Struktur mikro dengan pembesaran 60x

- (a) Produk coran yang dekat cetakan permanen
- (b) Produk coran yang dekat inti

PEMBAHASAN

1. Analisis desain

- a) Dimensi dan bentuk tangki atas radiator mobil masih sesuai desain gambar tekniknya.
- b) Perbedaan ukuran ketebalan yang ekstrim akan menyebabkan terjadinya porositas penyusutan pada bagian yang tebal.
- c) Apabila aliran logam cair terhambat pada daerah setelah belokan, maka akibatnya setelah membeku terjadi porositas penyusutan.
- d) Dari parameter desain tersebut di atas, maka disimpulkan bahwa desain yang digunakan dalam membuat produk coran masih sesuai dengan prinsip-prinsip dasar pengecoran.

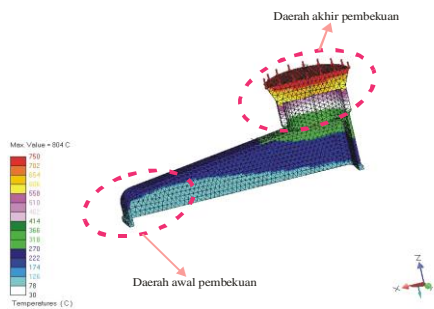
2. Analisis peleburan dan sistem penuangan

- a) Temperatur lebur paduan sebesar 690°C, maka temperatur lebur ini masih sesuai. Sedangkan temperatur tuang yang dilakukan sebesar 750°C terlalu tinggi.
- b) Waktu tuang yang tidak tepat pada proses penuangan logam cair juga penyebab cacat.
- c) Dari hasil pemeriksaan proses produksi bahwa sistem tuang yang dilakukan dapat menyebabkan porositas penyusutan. Temperatur tuang terlalu tinggi akan mengakibatkan peningkatan kontraksi volume logam cair saat membeku.

3. Analisis sistem saluran

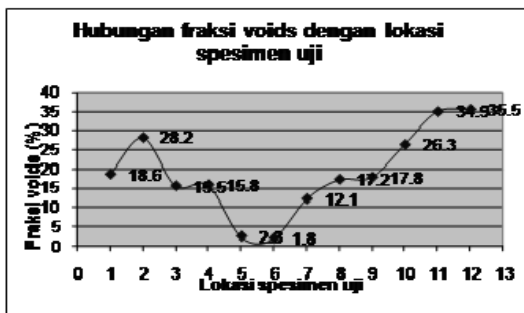
- a) Pada pembuatan tangki atas radiator menggunakan sistem *top gating* dan distribusi panas selama proses pembekuan dapat diamati dengan analisis Nastran (lihat gambar 16). Pada saat mengalirnya logam cair ke dalam rongga cetak dan selama proses pembekuan terjadi gradien temperatur. Daerah yang membeku terlebih dahulu terletak di daerah ujung produk coran dengan temperatur sekitar 151°C, selanjutnya pembekuan terarah dan progresif menuju leher dengan temperatur terendah 438°C – 543°C. Porositas penyusutan cenderung terjadi di bagian leher karena di daerah inilah terjadi kontraksi yang terbesar karena perubahan fasa cair ke fasa padat sehingga penyusutan volume terbesar terjadi di daerah ini.
- b) Bila melihat fraksi *voids* yang terjadi di sekeliling leher tangki atas radiator, maka persentase yang besar terdapat di daerah belokan (spesimen 2 dan 12)

yang membentuk sudut tumpul, sedangkan di daerah yang tanpa belokan (5 dan 6) fraksi voids yang terjadi sangat kecil persentasenya (gambar 17).



Gambar 16. Distribusi panas selama proses pembekuan

- c) Porositas penyusutan yang terjadi di bagian leher dapat di atasi dengan meningkatkan proses pembekuannya menjadi lebih terarah. Pembekuan terarah ini dapat dilakukan dengan melindungi dan menahan panas di daerah penambah dengan insulator.
- d) Bahan insulator dapat digunakan bahan seperti kulit padi, sekam gergaji dan sejenisnya. Hal ini akan memperluas daerah yang bertemperatur tinggi (750°C) dampak yang ditimbulkan dari kondisi ini diharapkan terjadi pembekuan terarah sehingga diperoleh hasil daerah yang mengalami porositas penyusutan berada di daerah penambah.



Gambar 17. Hubungan fraksi voids dengan lokasi spesimen uji

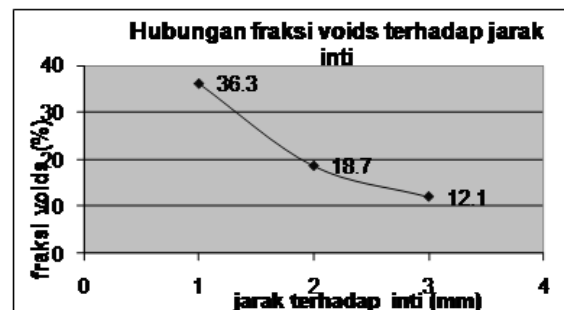
ANALISIS KOMPOSISI KIMIA

Hasil pengujian komposisi kimia diketahui bahwa unsur pepadu utama Cu dan Si masih berada di daerah material standar A 213.0. Ada satu unsur yang relatif lebih tinggi dari batas yang diperbolehkan yaitu unsur Zn, hal ini disebabkan oleh scrap dan ingot. Unsur Zn mempunyai sifat yang merugikan yaitu bisa menurunkan ketahanan korosi dan menimbulkan cacat rongga.

Dengan adanya unsur Zn yang melebihi batas standar memungkinkan sebagai salah satu penyebab cacat pada tangki atas radiator mobil.

ANALISIS STRUKTUR MIKRO

1. Hasil pengamatan struktur mikro dapat terlihat bahwa daerah yang tidak mengalami cacat, butirannya lebih halus, teratur, dan rapat. Sedangkan daerah yang cacat butirannya lebih kasar Hasil pengamatan struktur mikro dapat terlihat bahwa daerah yang tidak mengalami cacat butirannya lebih halus, teratur, dan rapat. Sedangkan daerah yang cacat butirannya lebih kasar dan renggang serta terbentuk porositas penyusutan di daerah batas butir. Dapat disimpulkan bahwa daerah cacat membeku lebih akhir dibandingkan dengan daerah yang tidak cacat, karena waktunya lebih lama maka pertumbuhan butirannya akan lebih membesar. Tetapi karena mengalami penyusutan sewaktu membeku dan pasokan logam cair kurang maka terjadi porositas penyusutan.
2. Hasil *Scanning Electron Microscope (SEM)* diperoleh gambar porositas penyusutan terjadi di permukaan dan di dasar rongga. Bentuk rongga cacatnya tidak beraturan, tajam, dan permukaannya kasar sehingga keadaan seperti ini bisa menjadi inisiasi retak (crack initiation). Hal ini dapat disimpulkan bahwa adanya perbedaan struktur mikro dipengaruhi parameter sistem saluran dan proses pembekuan. Kedua parameter ini memungkinkan sebagai penyebab terjadinya porositas penyusutan pada tangki atas radiator mobil.
3. Dari pengamatan struktur mikro dengan melakukan analisis kuantitatif dengan program Optimas diperoleh persentase rongga cacat terhadap jarak dari inti sebagai berikut :

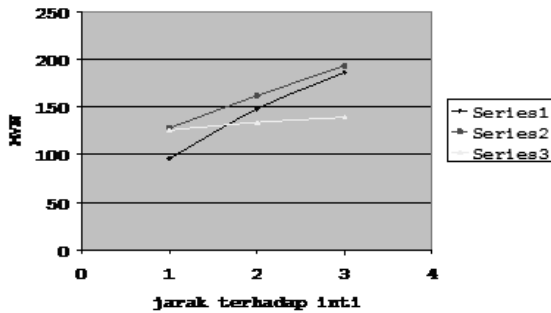


Gambar 18. Grafik hubungan fraksi voids terhadap jarak inti

Dari grafik di atas diketahui bahwa besarnya persentase rongga cacat berbanding lurus dengan gradien temperatur atau selama proses pembekuan. Perbedaan material cetakan dan material inti menyebabkan porositas penyusutan bergerak ke arah inti dengan persentase fraksi *void*nya yang semakin membesar. Hal ini bisa terjadi karena cetakan permanen sebagai *chiller* dengan mudah melepas panas dan inti sebagai insulator, sehingga daerah yang berdekatan dengan inti terakhir membeku dan rongga cacatnya paling banyak terjadi.

ANALISIS SIFAT MEKANIK

Dalam menganalisis sifat mekanik dilakukan dengan memperhatikan hasil pengujian kekerasan mikro pada tangki atas radiator mobil, hal ini dapat dilihat pada gambar 19, hubungan kekerasan terhadap jarak inti sebagai berikut:



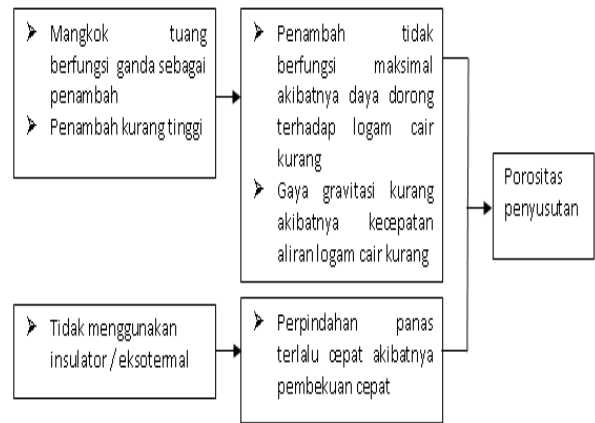
Gambar 19. Grafik hubungan kekerasan terhadap jarak inti

Hasil pengujian kekerasan terhadap 3 (tiga) spesimen pada 3 (tiga) lokasi yang berbeda diperoleh harga kekerasan yang berbeda, nilai kekerasan di daerah yang berdekatan dengan inti nilainya lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai kekerasan yang berdekatan dengan cetakan permanen.

MEKANISME POROSITAS PENYUSUTAN PADA TANGKI ATAS RADIATOR MOBIL

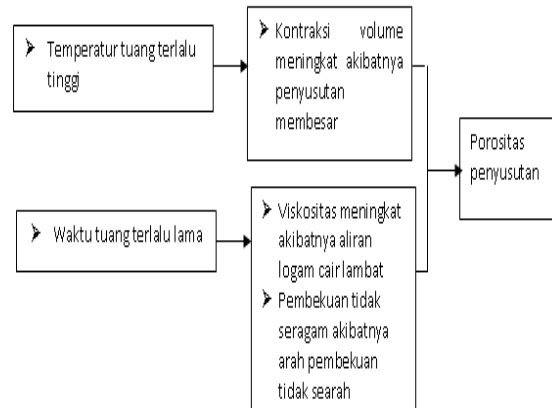
Dari analisis yang telah dilakukan terhadap parameter-parameter tersebut di atas, dapat ditentukan bahwa porositas penyusutan dengan mekanisme yang terdapat dalam gambar 20 diagram alir berikut ini :

- Porositas penyusutan karena sistem saluran :



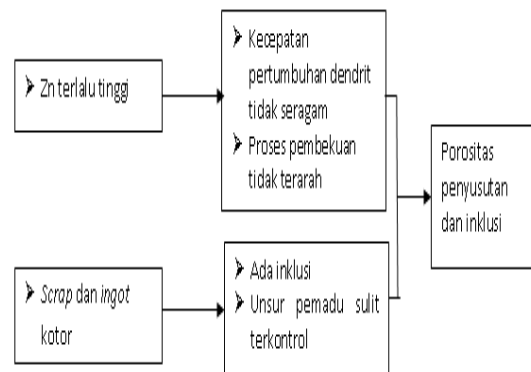
Gambar 20. Diagram porositas penyusutan karena sistem saluran

- Porositas penyusutan karena proses produksi :



Gambar 21. Diagram porositas penyusutan karena produksi

- Porositas penyusutan karena komposisi kimia :



Gambar 22. Diagram porositas penyusutan karena komposisi kimia

CARA MENGATASI POROSITA PENYUSUTAN PADA TANGKI ATAS RADIATOR MOBIL

1. Implementasi di tempat pengecoran

Dalam mengatasi porositas penyusutan secara praktik yaitu melakukan implementasi secara langsung dalam praktik pengecoran. Setelah diketahui penyebab-penyebab porositas secara pasti, dilanjutkan dengan perbaikan atau penyempurnaan pada proses produksi dan dilakukan pengecoran. Proses ini bersifat uji coba, karena perbaikan atau penyempurnaan yang dilakukan harus dikaji ulang apakah produk coran yang telah mengalami proses penyempurnaan ini telah bisa mengatasi porositas penyusutan atau tidak.

2. Perbaikan proses produksi

Penyebab utama porositas penyusutan biasanya pada proses produksi. Karena pada proses produksi ini temperatur tuang dan waktu tuang yang memegang peranan penting berhasil tidaknya proses pengecoran, disamping kesalahan manusia (*human error*) yang mengoperasikan. Untuk perubahan yang dilakukan pada proses produksi ini yaitu penuangan dilakukan pada temperatur 740°C dengan waktu tuang berkisar 4 detik, proses produksi yang lainnya mengikuti prosedur operasional yang biasa diterapkan. Waktu penuangan yang singkat ini diperlukan ketrampilan yang cukup dan hal yang penting adalah pengisian mangkok tuang harus penuh.

Prosedur operasional lainnya harus normal yaitu proses peleburan baik, kontrol temperatur ketat dan tepat agar penyerapan gas hidrogen seminimal mungkin, degassing, terak harus dipisah menghindari inklusi. Sistem penuangan diusahakan berjalan dengan baik, sehingga *tapping* dan penuangan dapat dilakukan dengan tenang dan berkelanjutan.

3. Perbaikan desain dan sistem saluran

Cetakan permanen salah satu kekurangannya adalah membutuhkan biaya yang tinggi dalam pembuatannya karena dalam pembuatannya menggunakan peralatan mesin perkakas yang cukup canggih seperti mesin perkakas yang dilengkapi dengan program komputer (*CNC*) tetapi tujuan menghilangkan porositas penyusutan tetap tercapai, salah satu caranya dengan melakukan teknik atau metoda memperlambat pembekuan di daerah penambah menggunakan material insulator

atau eksotermik di bagian atas penambah (*riser topping material*)^[1].

Dengan berbagai alasan itulah uji coba yang dilakukan dalam menghambat laju perpindahan panas di daerah penambah digunakan material insulator berbentuk serbuk kulit padi kering.

4. Verifikasi hasil uji coba

Setelah berhasil memastikan faktor-faktor penyebab terjadinya porositas penyusutan pada tangki atas radiator mobil, maka dapat ditentukan langkah-langkah yang harus dilakukan sebagai solusi untuk mengatasinya. Perbaikan atau penyempurnaan dilakukan dengan benar sesuai dengan langkah-langkah pemecahannya. Hasil dari perbaikan atau penyempurnaan ini selanjutnya dilakukan proses produksi sebagai uji coba solusi. Dari analisis yang telah dilakukan diketahui bahwa penyebab porositas penyusutan pada tangki atas radiator mobil dapat dilihat pada tabel 11 sekaligus cara mengatasinya.

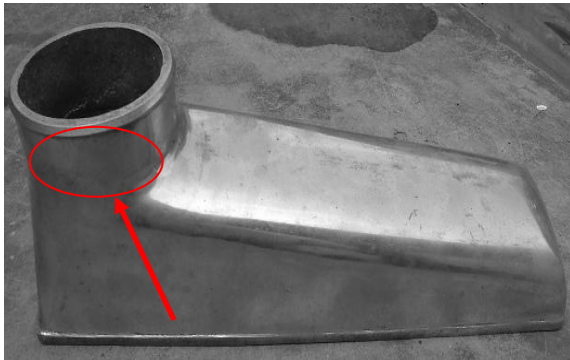
Tabel 8. Permasalahan dan pemecahan penyebab porositas penyusutan

Permasalahan	Pemecahan
Temperatur tuang terlalu tinggi 750°C	Penurunan temperatur tuang menjadi 740°C
Waktu tuang terlalu lama 8 detik	Mempercepat waktu menjadi 4 detik
Pembekuan terlalu cepat/tak terarah	Menggunakan material insulator pada penambah

Gambar 23, adalah foto tangki atas radiator mobil setelah mengalami perbaikan atau penyempurnaan. Secara visual produk coran hasil perbaikan atau penyempurnaan pada lehernya terlihat tanpa porositas penyusutan.

Untuk memastikan keadaan leher tangki atas radiator mobil telah terbebas dari porositas penyusutan, pemeriksaan selanjutnya dengan menggunakan pengujian tidak merusak (*Non Destructif Test/NDT*) jenis pengujian radiografi. Spesifikasi alat uji radiografi sinar – X tipe Andrex Smart 225X digital ini salah satu peralatan *NDT* yang dimiliki oleh B4T Bandung.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa produk coran hasil dari perbaikan atau penyempurnaan telah memenuhi, sehingga solusi untuk mengatasi porositas penyusutan pada tangki atas radiator mobil dapat diterapkan dan berhasil.



Secara visual tidak ada cacat

Gambar 23. Foto tangki atas radiator yang telah mengalami perbaikan

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Temperatur tuang yang terlalu tinggi (750°C) mengakibatkan kontraksi volume logam cair juga meningkat sehingga pada saat membeku penyusutannya juga membesar maka terjadi porositas penyusutan .
2. Waktu tuang yang terlalu lama (8 detik) mengakibatkan viskositas logam cair meningkat sehingga jarak pasokan tidak tercapai dan pembekuan yang terjadi tidak seragam maka terjadilah porositas penyusutan.
3. Persentase porositas penyusutan yang terjadi di sekeliling leher akan semakin meningkat jumlahnya sesuai dengan distribusi panasnya.
4. Komposisi kimia material produk sesuai dengan komposisi material standar A 213.0 hanya kandungan Zn yang lebih 0,716 % sehingga memperbesar peluang terjadinya cacat rongga.
5. Daerah porositas penyusutan dekat inti mempunyai struktur butiran yang lebih kasar dan kekerasannya lebih rendah bila dibandingkan dengan daerah porositas penyusutan dekat cetakan permanen ($116,7 \text{ HVN} < 173,1 \text{ HVN}$).
6. Dalam mengatasi porositas penyusutan yang terjadi perbaikan atau penyempurnaan yang dilakukan dengan menggunakan

temperatur dan waktu tuang yang tepat (pada 740°C dengan waktu sekitar 4 detik), dan dilakukan pemberian insulator pada bagian atas dari logam cair pada penambah.

Saran

1. Melakukan perancangan ulang pada daerah penambah khususnya pada tinggi tuang agar gaya dorong pengaruh dari gravitasi lebih meyakinkan.
2. Melanjutkan penelitian ini dengan melakukan penggunaan material inti dan cetakan yang berbeda sehingga dapat melokalisasi cacat yang ada.
3. Meneliti lebih mendalam pengaruh unsur seng (Zn) terhadap cacat coran.
4. Melakukan penelitian dengan pemberian campuran eksotermik (*exothermic mixture*) pada bagian atas penambah kemudian dibandingkan dengan pemberian insulator dilihat dari keuntungan dan kerugian dari masing-masing metoda.
5. Menggunakan software komputer yang berhubungan dengan cacat coran untuk meminimalisir kemungkinan cacat.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, E.A., (2004), *Teknik Pengecoran*, Bahan Kuliah MG 4131, Pascasarjana RMM, ITB.
- JIS Handbook, (1985), *Non-Ferrous Metals and Metallurgy*, Japanese Standard Association, p. 940-961.
- Gruzleski, J.E., and Closset, B.M.,(1990), *The Treatment of Liquid Al-Si Alloys*, AFS, Inc. Illionis, p. 149-156.
- ASM Speciality Handbook, (1996), *Aluminium and Aluminium Alloys*, ASM International.
- Polmear, L.J., (1981), *Metalurgy of The Light Metals, Light Alloys 2nd*, Edward Arnold a Division of Hodder and Stronghton London.
- Ekey, D.C., and Winter, W.P.,(1958), *Introduction to Foundry Technology*, Mc Graw -Hill

- Book Company, Inc. New York, p.124-149.
- Mondolfo, L.F., (1979), *Al Alloys Structure and Properties*, Butter worth, London-Boston, p. 253-272
- _____, (1998), *Pengecoran Logam Non-ferro*, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- ICFTA, (1993), *International Atlas of Casting Defects*, AFS Inc, p. 106-133.
- _____, (), *Control and Prevention of Casting Defect*, Foseco Serving the ASEAN Region, BCIRA Membership Service.
- _____, (1973), *Basic Principles of Gating and Riser*, AFS Training and Research Institute, Des Plaines, Illinois.
- _____, (), *Motor Diesel*, Hand out, SMK Negeri Klat

