

PENGOLAHAN LIMBAH TEMBAGA DAN TIMAH SEBAGAI BAHAN KOMPONEN RADIATOR

Anang Subardi, Slamet Kurniawan Widiyanto

ABSTRAK

Radiator kendaraan yang berfungsi untuk pendinginan air pendingin mesin maka penggunaan bahan paduan tembaga dan timah atau perunggu berkembang sangat pesat karena sifat paduan tersebut sesuai untuk bahan komponen radiator. Langkah selanjutnya bagaimana cara mengolah limbah tembaga dan timah ini agar mampu menjadi bahan baku pembuatan pipa-pipa pendingin pada radiator. Adapun penyediaan bahan ini dilakukan pada proses pengecorannya untuk memperoleh bahan yang memenuhi standar dibuat pipa yang digunakan pada radiator. Pemilihan perbandingan kandungan timah 4 % untuk mendapatkan hasil yang maksimal untuk kekuatannya, sesuai referensi paduan tembaga-timah. Setelah paduan tembaga-timah pada crucible furnace melebur seluruhnya, selanjutnya dilakukan penuangan kedalam cetakan logam unyuk membuat spesimen benda uji dan waktu tuang disusun 6, 5, 4 dan 3 detik kemudian didinginkan sampai temperatur kamar. Spesimen yang diperoleh dari hasil penuangan tersebut dilakukan pengujian tarik dan pengujian impak untuk memperoleh kekuatan yang optimal jika digunakan untuk pipa-pipa pada radiator. Kekuatan tarik paling tinggi terjadi pada paduan tembaga-timah dengan waktu penuangan 5 detik rata-rata mencapai 35,66 (kgf/mm²), jika dibandingkan dengan paduan tembaga-timah pada waktu penuangan 4 detik mencapai 20,08 (kgf/mm²), pada waktu penuangan 3 detik mencapai 18,99 (kgf/mm²), dan pada pipa radiator mencapai 26,48 (kgf/mm²). Dimana harga impack tertinggi terdapat pada paduan tembaga-timah dengan waktu penuangan 5 detik yang mencapai rata-rata 0,4557 joule/mm², dibandingkan dengan waktu penuangan 4 detik mencapai 0,3209 joule/mm², pada waktu penuangan 3 detik mencapai 0,3105 joule/mm², dan pada pipa radiator mencapai 0,4030 joule/mm². Pada struktur mikro paduan tembaga-timah waktu tuang 5 detik terlihat bentuk butir yang semakin rapat dan mengecil jika dibandingkan dengan hasil struktur mikro pada pipa radiator di pasaran, dengan demikian sifat mekanis yang dimilikinya akan meningkat.

Kata kunci : *Pengcoran paduan limbah tembaga-timah, pipa radiator, pengujian tarik impak dan struktur mikro.*

PENDAHULUAN

Kehadiran timah sebagai paduan tembaga yang didorong ke arah produksi perunggu timah sebenarnya sudah ada sekitar 2500 tahun sebelum masehi sedangkan usia perunggu yang dikenalkan sekitar 2000 tahun sampai peleburan dari besi menjadi tersebar luas.

Paduan Tembaga-Timah: Meliputi Perunggu/Bronze (Cu-Sn)

Perunggu merupakan paduan antara tembaga dan timah atau perunggu merupakan paduan antara tembaga dengan unsur logam lain selain dari seng. Perunggu mudah dicor dan mempunyai kekeatan yang cukup tinggi dibandingkan kuningan dan mempunyai sifat tahan aus, tahan

korosi. Pemakaian paduan tembaga dengan timah yang sering disebut perunggu untuk kekuatan tarik yang terbaik kandungan kadar timahnya 4 %.

Radiator kendaraan yang berfungsi untuk pendinginan air pendingin mesin maka penggunaan bahan paduan tembaga dan timah atau perunggu berkembang sangat pesat karena sifat paduan tersebut sesuai untuk bahan komponen radiator. Pada saat sekarang ini jumlah kendaraan berkembang sangat pesat demikian juga jumlah radiator yang terdapat pada kendaraan juga banyak, padahal komponen radiator mempunyai umur yang terbatas karena fungsi kerjanya. Dengan demikian penggunaan paduan tembaga dan timah yang diperoleh dari limbah logam dimasyarakat yang dibuat sebagai komponen radiator sangat mendukung perbaikan dan perawatan radiator-radiator pada kendaraan. Langkah selanjutnya bagaimana cara mengolah limbah tembaga dan timah ini agar mampu menjadi bahan baku pembuatan pipa-pipa pendingin pada radiator. Pada proses pembuatan pipa pendingin dari bahan limbah tembaga dan timah ini dilakukan terbatas penyediaan bahan untuk pembuatan pipa tersebut. Adapun penyediaan bahan ini dilakukan pada proses pengecorannya untuk memperoleh bahan yang memenuhi standar dibuat pipa yang digunakan pada radiator.

METODOLOGI

Paduan tembaga dan timah dengan kandungan 4 % timah dilebur pada crucible furnace dengan temperatur 1083⁰C untuk peleburan tembaga dan

timah adalah 232⁰C sehingga penambahan unsur timah setelah tembaga lebur semuanya. Pemilihan perbandingan kandungan timah 4 % untuk mendapatkan hasil yang maksimal untuk kekuatannya, sesuai referensi paduan tembaga-timah. Setelah paduan tembaga-timah pada crucible furnace melebur seluruhnya, selanjutnya dilakukan penuangan kedalam cetakan logam unyuk membuat spesimen benda uji dan waktu tuang disusun 6, 5, 4 dan 3 detik kemudian didinginkan sampai temperatur kamar. Spesimen yang diperoleh dari hasil penuangan tersebut dilakukan pengujian tarik dan pengujian impak untuk memperoleh kekuatan yang optimal jika digunakan untuk pipa-pipa pada radiator. Pipa-pipa pada radiator selain digunakan untuk pendinginan air dari mesin juga menerima beban yang berubah-ubah karena putaran pompa air pendingin yang berubah-ubah dengan demikian tekanannya juga berubah-ubah. Guna mendukung data hasil pengujian diatas perlu data pendukung dari hasil pengecoran dengan pengujian foto mikro untuk mendapatkan proses penuangan yang optimal.

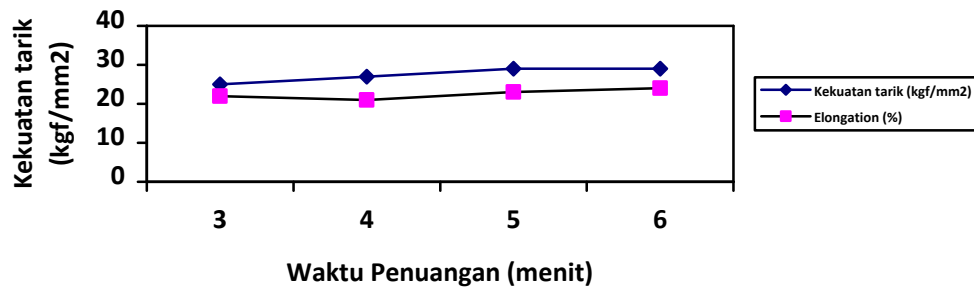
Data-data pengujian tarik, pengujian impak maupun foto struktur mikro disetarakan dengan hasil pengujian atau dokumentasi dari data pipa radiator yang ada dipasaran. Jika hasil pengujian paduan tembaga-timah dari limbah-limbah dilingkungan masyarakat dapat memenuhi persyaratan teknik untuk pipa-pipa radiator maka diperoleh standar pengerjaan pembuatan pipa radiator dari limbah tembaga-timah.

Terutama standar waktu penuangan dari crucible furnace ke dalam cetakan logam.

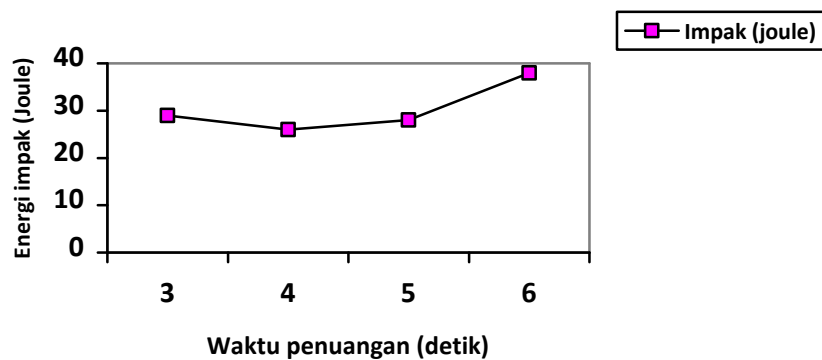
Pendekatan foto struktur mikro dari pengecoran limbah tembaga-timah dengan waktu tuang yang tidak sama

disetarakan dengan foto mikro pipa radiator di masyarakat dan prosentase struktur yang mendekati struktur pipa radiator dipasaran digunakan referensi lebih lanjut.

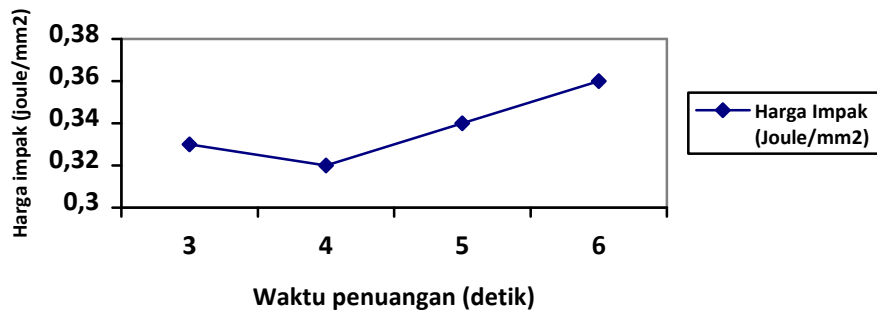
Tabel 1. Hubungan kekuatan tarik dengan waktu penuangan



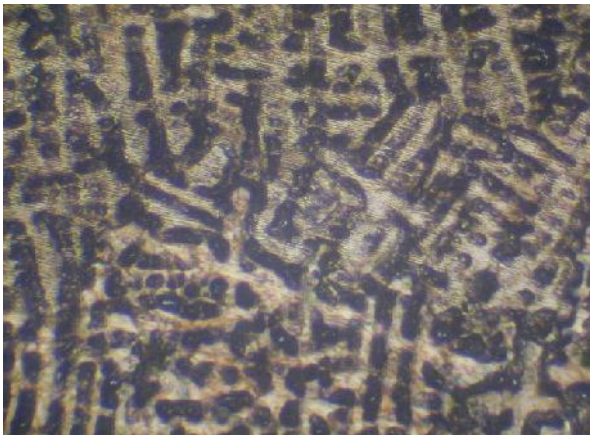
Tabel 2. Hubungan harga impak dengan waktu penuangan



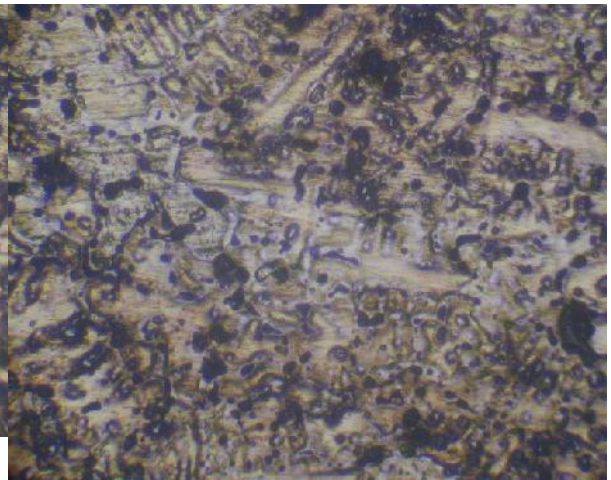
Tabel 3. Hubungan harga impact dengan waktu penuangan



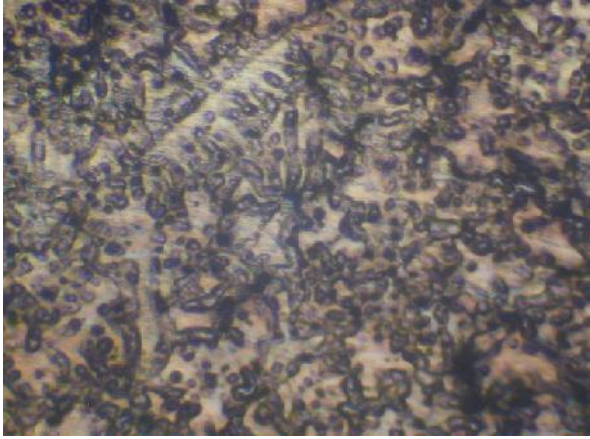
Hasil Pengamatan Struktur Mikro



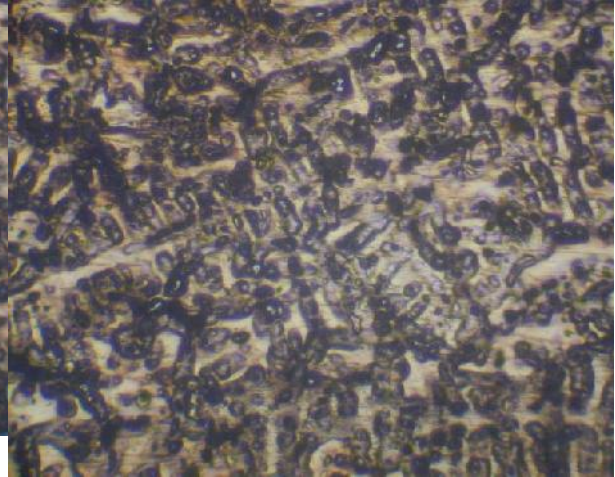
Struktur Mikro pipa radiator dipasaran\



Struktur Mikro Paduan Tembaga-Timah
Waktu Penuangan 3 Detik



Struktur Mikro Paduan Tembaga-Timah
Waktu Penuangan 4 Detik



Struktur Mikro Paduan Tembaga-Timah
Waktu Penuangan 5 Detik

Gambar 4. Struktur mikro radiator dipasaran dan paduan tembaga-timah dengan perbedaan waktu penuangan

PEMBAHASAN

Waktu penuangan pada peleburan tembaga dengan penambahan timah sangat berpengaruh terhadap hasil peleburan, dimana terlihat bahwa pengaruh waktu penuangan dalam peleburan penambahan unsur timah pada tembaga menyebabkan butir (kelompok dendrite) terdistribusi merata. Disamping itu penambahan unsur timah juga menambah ketebalan dan memadatkan ukuran butir. Peleburan tembaga dengan penambahan timah membutuhkan penanganan khusus, ini dikarenakan perbedaan titik lebur antara tembaga dan timah yang berbeda, dimana titik lebur tembaga adalah 1083°C dan timah adalah 232°C sehingga penambahan unsur timah harus menunggu sampai tembaga melebur terlebih dahulu.

Apabila temperatur tuang terlalu tinggi menyebabkan unsur timah menjadi hilang karena penguapan, dan temperatur yang terlalu rendah menyebabkan penghilangan gas yang tidak cukup. Dengan perlakuan tersebut diharapkan

timah dapat larut dalam tembaga sehingga komposisi paduan hasil pengecoran tercapai.

Secara teoritis penambah timah pada tembaga dapat meningkatkan kekuatan mekanisnya, karena timah akan larut dalam struktur tembaga sehingga tidak membentuk fase baru hanya akan mengubah perbandingan fase α dan fase β . Di bawah ini pembahasan dari data pengujian tarik, pengujian impact, dan struktur mikro, pada peleburan tembaga dengan penambahan unsur timah dan perbedaan waktu penuangan.

Pembahasan hasil pengolahan data pengujian tarik

Perbedaan waktu penuangan juga sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik material tembaga dengan penambahan unsur timah. Pada pipa radiator jarak antara batas butir lebih lebar sehingga terdapat ruang yang kosong dan kurang padat. Dengan kondisi demikian pipa radiator menjadi lebih

rapuh dan getas jika dibandingkan dengan tembaga yang diberi unsur penambah timah. Dengan penambahan unsur timah dan perbedaan waktu penuangan pada tembaga diharapkan terjadi perubahan bentuk dan batas butir sehingga diperoleh struktur butir yang lebih padat. Kenaikan kekuatan tarik paling tinggi terjadi pada paduan tembaga-timah dengan waktu penuangan 5 detik rata-rata mencapai 35,66 (kgf/mm²), jika dibandingkan dengan paduan tembaga-timah pada waktu penuangan 4 detik mencapai 20,08 (kgf/mm²), pada waktu penuangan 3 detik mencapai 18,99 (kgf/mm²), dan pada pipa radiator mencapai 26,48 (kgf/mm²).

Pembahasan hasil pengolahan data pengujian impact

Patahan yang terjadi pada spesiment, hal ini disebabkan pada bagian yang patah terjadi pemusatan tegangan. Energi impact tidak seluruhnya digunakan untuk mematahkan spesiment, namun sebagian hilang karena gesekan. Dan dilihat dari grafik dapat dianalisa bahwa waktu penuangan pada paduan tembaga-timah akan menghasilkan perubahan sifat mekanis yaitu harga impactnya. Hal ini disebabkan terjadinya pemadatan dan perubahan tebal butir. Dimana harga impact tertinggi terdapat pada paduan tembaga-timah dengan waktu penuangan 5 detik yang mencapai rata-rata 0,4557 joule/mm², dibandingkan dengan waktu penuangan 4 detik mencapai 0,3209 joule/mm², pada waktu penuangan 3 detik mencapai 0,3105 joule/mm², dan pada pipa radiator mencapai 0,4030 joule/mm².

Pembahasan Hasil Pengamatan Struktur Mikro

Berdasarkan hasil pengamatan foto struktur mikro dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara holder radiator dengan paduan tembaga-timah dengan waktu penuangan yang berbeda, dari yang

telah dilakukan nampak jelas adanya perubahan perbandingan pada fase, besar fase, dan tebal fase.

Berdasarkan hasil pengamatan foto struktur mikro pada holder radiator terlihat jarak antara fase α dan β lebih lebar sehingga terdapat ruang yang kosong dan kurang padat, sedangkan pada paduan tembaga-timah hitam dengan waktu penuangan 5 detik terlihat bahwa fase β lebih rapat atau semakin padat dibandingkan dengan fase α , sedangkan pada paduan tembaga-timah dengan waktu penuangan 4 detik dan 3 detik dominasi fase β (α matrik gelap) terlihat semakin berkurang.

Dengan demikian penambahan unsur timah hitam dan perbedaan waktu penuangan pada tembaga merubah perbandingan fase α dan fase β , dimana fase β lebih banyak dibandingkan fase α . Dengan penambahan timah hitam dan perbedaan waktu penuangan pada tembaga menyebabkan proses pembekuan menjadi lebih lambat, dengan pendinginan lebih lambat terbentuklah kelompok atom pada permukaan cairan yang kemudian menjadi inti butir yang padat. Selama solidifikasi dengan laju pendinginan lambat maka inti pertama bertambah besar akibat perpindahan atom dari cairan menjadi padat yang kemudian semua cairan bertransformasi dan butir bertambah besar, dengan bertambahnya jumlah kelompok inti kristal dan tiap-tiap kelompok tumbuh dengan cepat hingga akhirnya saling bertemu. Sehingga diperoleh logam dengan jumlah butir yang lebih banyak dan padat.

KESIMPULAN

Secara teoritis penambah timah pada tembaga dapat meningkatkan kekuatan mekanisnya, karena timah akan larut dalam struktur tembaga sehingga tidak membentuk fase baru hanya akan

mengubah perbandingan fase α dan fase β .

Waktu penuangan pada peleburan tembaga dengan penambahan timah sangat berpengaruh terhadap hasil peleburan, dimana terlihat bahwa pengaruh waktu penuangan dalam peleburan penambahan unsur timah pada tembaga menyebabkan butir (kelompok dendrite) terdistribusi merata. Disamping itu penambahan unsur timah juga menambah ketebalan dan memadatkan ukuran butir.

Dari hasil pengujian tarik terlihat adanya kenaikan kekuatan tarik pada penambahan unsur timah dengan perbedaan waktu tuang pada tembaga. Nilai kekuatan tarik tertinggi pada saat waktu penuangan 5 detik. Penambahan timah dengan perbedaan waktu tuang pada tembaga juga mampu meningkatkan kekuatan impacknya, hal ini dikarenakan penambahan unsur timah mampu meningkatkan keuletan sehingga struktur yang terbentuk lebih baik serta menjadikan material lebih liat dan juga mempengaruhi pembentukan struktur mikro. Pada struktur mikro paduan tembaga-timah waktu tuang 5 detik terlihat bentuk butir yang semakin rapat dan mengecil jika dibandingkan dengan hasil struktur mikro pada pipa radiator di pasaran, dengan demikian sifat mekanis yang dimilikinya akan meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Amstreat H.B, F Ostwalk, L Begeman Myron, Djapri Srianti, 1990, *Teknologi Mekanikal jilid 1*, Erlangga Jakarta
2. B.J.M.Beumer, 1987, *Ilmu Bahan Logam Jilid 1*, PT. Bhatara Karya Aksara, Jakarta
3. Chijiwa Kenji, Surdia Tata, 2000, *Teknik Pengecoran Logam*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
4. Daryanto, 1983, *Iktisar Praktis Berbagai Macam Logam*, Tarsito, Bandung
5. D. Swarup, Ajai Rastogi, 1982, *Elements Of Metallurgy Twelfth Edition*, Delhi India
6. E.G.Weast, 1982, *Copper And Its Alloys*, Metallurgical Consultant and Fomer Director, Copper Development Association, London
7. F.Smith William, 1996, *Foundation Material Science and Enginiering (Second Edition)*
8. Smalmam R.E, 1991, *Metalurgi Fisik dan Rekayasa Materil*, PT. Gramedia, Jakarta
9. Tata Surdia, Shinroku Saito, 2000, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta