

JURNAL ILMIAH
ANALISIS KEMAMPUAN MATERIAL TUNGKU DALAM
MENAHAN PANAS PADA TUNGKU LEBUR ALUMINIUM
DENGAN BAHAN BAKAR GAS



Disusun oleh:

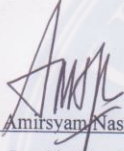
Muhammad Wahyudi

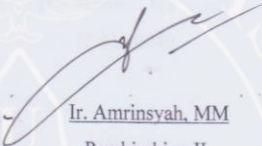
12 813 0040

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2016

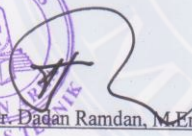
Judul Skripsi : Analisis kemampuan material tungku dalam menahan panas
pada tungku lebur aluminium dengan bahan bakar gas
Nama : Muhammad Wahyudi
NPM : 12.813.0040

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Ir. H. Amirsvan Nasution, MT
Pembimbing I


Ir. Amrinsyah, MM
Pembimbing II

Mengetahui

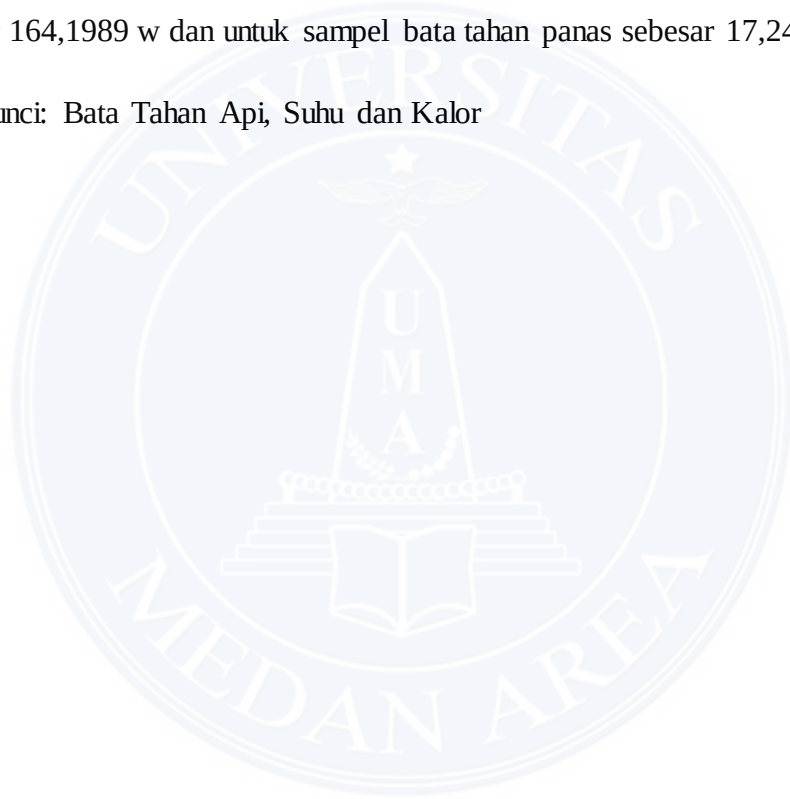

Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng.Sc.
Dekan Fakultas Teknik


Bobby Umroh, ST, MT
Ketua Program Studi

ABSTRAK

Analisa dinding tungku peleburan Aluminium menggunakan bahan bakar gas elpiji akan efisien jika peleburan Aluminium dilaksanakan secara kontinu atau tidak terputus dalam proses peleburan, sehingga pemanasan tungku tidak berulang untuk setiap proses peleburan yang memerlukan bahan bakar gas elpiji yang lebih banyak. Dari hasil analisa perhitungan pada dinding tungku peleburan yang menggunakan bata tahan api, diperoleh bahwa penyerapan panas yang dihantarkan melalui dinding terbesar pada bagian bawah yaitu 176,5562 W, dikarenakan dekat dengan sumber panas. Untuk bagian atas penyerapan panas sebesar 164,1989 w dan untuk sampel bata tahan panas sebesar 17,24542 W.

Kata kunci: Bata Tahan Api, Suhu dan Kalor



ABSTRAK

Aluminium smelting furnace wall analysis using LPG fuel will be efficient if implemented Aluminium smelting continuous or uninterrupted in the smelting process, so that the heating furnace is not repeated for each smelting process that requires fuel LPG more. From the analysis of the calculation on the wall furnaces that use refractory bricks, found that heat absorption is delivered through the biggest wall in the bottom of which 176.5562 W, because close to a heat source. To the top of the heat absorption of 164.1989 w and to sample heat-resistant bricks at 17.24542 W.

Keyword : Fireproof, Temperature and Calor.

KATA PENGANTAR

Puji dan rasa syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya maka skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Skripsi yang berjudul "*Analisis kemampuan material tungku dalam menahan panas pada tungku lebur aluminium dengan bahan bakar gas*" ini saya susun untuk memenuhi persyaratan kurikulum sarjana strata-1 (S-1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area Medan.

Penulis mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya atas semua bantuan yang telah diberikan, baik secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai nantinya. Secara khusus rasa terimakasih tersebut kami sampaikan kepada:

1. Bapak **Ir. Amirsyam Nasution, MT** selaku dosen pembimbing I yang memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak **Ir. Amrinsyah, MM** selaku dosen pembimbing II yang memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini belum sempurna, baik dari segi materi maupun penyajiannya. Untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan dalam penyempurnaan tugas akhir ini.

Medan, 3 Agustus 2016

(Muhammad Wahyudi)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN		i
LEMBAR PERNYATAAN		ii
ABSTRAK		iii
ABSTRACT		iv
KATA PENGANTAR		v
RIWAYAT HIDUP		vii
DAFTAR ISI		viii
DAFTAR TABEL		x
DAFTAR GAMBAR		xi
BAB I. PENDAHULUAN		
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Perumusan Masalah	3
1.3	Tujuan Penelitian	3
1.4	Manfaat Penelitian	3
1.5	Pembatasan Masalah	4
1.6	Sitematis Penulisan	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA		
2.1	Perpindahan Panas	6
2.2	Tegangan Pada Benda Kerja.....	10
2.3	Temperatur Stress Relieving.....	12
2.4	Aluminium	13
2.5	Remelting Cor	16
2.6	Peleburan(Pencairan Logam).....	19
BAB III. METODE PENELITIAN		
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2	Bahan dan Alat Penelitian	23
3.2.1	Bahan Penelitian	23
3.2.2	Alat Penelitian	25

3.3	Prosedur Penelitian	28
3.4	Diagram Alir Penelitian	30
BAB VI. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Panas Pada Sisi Dinding Tungku	31
4.2	Simulasi Pada Panas Bahan.....	33
BAB V. PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	35
5.2	Saran	35
DAFTAR PUSTAKA		36



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat mekanik aluminiu.....	13
Tabel 2.2 Klasifikasi paduan aluminium tempaaan	13
Tabel 2.3 Karakteristik batu tahan api.....	16
Tabel 2.4 Dimensi standart batu tahan api	16
Tabel 4.1 Tabel hasil pengukuran suhu setelah pemanasan ...	28



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perpindahan panas konduksi dari udara hangat kekaleng minuman dingin melalui dinding aluminium kaleng.....	6
Gambar 2.2 Perpindahan panas dari permukaan panas keudara dengan konveksi.....	7
Gambar 2.3 Perpindahan panas dengan radiasi.....	7
Gambar 2.4 Batu tahan api bentuk khusus.....	17
Gambar 2.5 Beberapa model batu tahan api.....	17
Gambar 3.1 Aluminium sekrap (tutup kaleng).....	18
Gambar 3.2 Cover fluks	19
Gambar 3.3 Bahan bakar LPG	19
Gambar 3.4 Dapur peleburan/krusible	20
Gambar 3.5 Alat ukur suhu dengan termokople Type K.....	20
Gambar 3.6 Krusible dan penutupnya	21
Gambar 3.7 Ladel peleburan	21
Gambar 3.8 Mesin gerinda	22
Gambar 3.9 Cetakan logam	22
Gambar 4.1 Spesifikasi Tungku	27
Gambar 4.2 Simulasi pada dinding tungku bagian tengah.....	30
Gambar 4.3 Simulasi pada dinding tungku bagian atas	31
Gambar 4.4 Gambar tiga dimensi sampel	31
Gambar 4.5 Proses meshing sampel 0.003 bagian.....	32
Gambar 4.6 Proses simulasi dengan panas awal 600° C.....	32



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tiap-tiap wilayah baik di dunia maupun di Indonesia. Limbah dapat dipisahkan dalam berbagai jenis, diantaranya limbah cair dan limbah padat. Limbah botol minuman dan spare part kendaraan mendominasi limbah Aluminium di tempat-tempat penampungan limbah. Proses peleburan dan pengecoran logam untuk mengubah limbah Aluminium dari fasa padat menjadi fasa cair akan menggunakan suatu tungku peleburan yang mana material bahan baku logam serta jenis tungku yang akan digunakan tentunya harus disesuaikan dengan jenis serta jumlah material yang akan dilebur. Pemilihan tungku peleburan yang akan digunakan untuk mencairkan logam harus sesuai dengan bahan baku yang akan dilebur. Paduan aluminium, paduan tembaga, paduan timah hitam, dan paduan ringan lainnya biasanya dilebur dengan menggunakan tungku peleburan jenis *crucible*, sedangkan untuk besi cor menggunakan tungku induksi frekwensi rendah atau kupola. Tungku induksi frekwensi tinggi biasanya digunakan untuk melebur baja dan material tahan temperatur tinggi. Ruang pembakaran dirancang kecil sebesar ladle agar proses pemanasan menjadi efektif [Akhyar].

Faktor-faktor pemilihan tungku antara lain seperti jenis logam yang akan dicor, desain temperatur lebur dan temperatur penuangan, kemampuan atau kapasitas tungku yang mampu dilebur, biaya operasi yang dibutuhkan, kemudahan pengoperasian, kemudahan perawatan, dan polusi terhadap lingkungan serta celah pada tungku dapat mengakibatkan peningkatan suhu 100°C pada pemanasan dalam tungku 1000°C [Rais]. [Akhyar] telah membangun tungku peleburan logam dengan menggunakan bahan bakar gas LPG, dalam penelitian tersebut dilakukan pengujian lebur aluminium bekas. Hasil yang diperoleh adalah logam aluminium dapat melebur, akan tetapi logam aluminium bekas tersebut saat dileburkan tidak mencair secara sempurna. Oleh karenanya penelitian ini mencoba menganalisa material tungku peleburan Aluminium

menggunakan bahan bakar gas. Tungku peleburan tersebut dapat dimanfaatkan oleh industri kecil-menengah dalam mendaur ulang logam dengan titik lebur rendah.

Untuk mendapatkan mutu hasil pengecoran yang baik perlu dijaga agar kualitas alumunium pada proses peleburan tidak tercampur dengan kotoran ataupun benda asing yang dapat rendahnya kualitas alumunium yang telah dilebur[Ella] .Dalam daur ulang piston adakalanya perlu ditambahkan zat lain, antara lain peningkatnya kandungan magnesium dan penguat SiC dapat meningkatkan kekerasan spesimen piston komposit dan ikatan antarmuka yang optimal[Radimin].

1.2. Perumusan Masalah

Pemakaian dapur peleburan mini pada umumnya sering digunakan pada bidang manufaktur, seperti permesinan, konstruksi, alat rumah tangga dan lain lain. Oleh karena itu, perlu dikaji seberapa efisien tungku peleburan berbahan bakar gas ini

Untuk mengetahui seberapa besar ketahanan dan daya hantar cruissibel yang digunakan serta bahan bakar yang dipakai, sehingga nantinya dapat dijadikan sebagai acuan untuk pembuatan konstruksi.

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah material tungku dapat menahan dan menghantarkan panas
2. Bagaimanakah sifat material dari tungku peleburan yang digunakan.
3. Bagaimanakah efisiensi dalam pemakaian bahan bakar gas.

Dari permasalahan yang timbul di atas, perlu dilakukan analisa terhadap material tungku peleburan limbah Aluminium tersebut.

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan sifat-sifat material tungku peleburan limbah Aluminium yang berasal dari botol minuman bekas dan limbah sepatu rem dalam menghantar dan menahan panas

1.4. Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui proses peleburan limbah Aluminium
2. Untuk mendapatkan informasi tentang dasar kekuatan suatu bahan dan dapat dijadikan sebagai data pendukung bagi rancangan tungku peleburan Limbah Aluminium.
3. Bagi industri menengah kebawah dapat mengetahui komposisi material yang cocok digunakan untuk sebuah peleburan limbah aluminium.

1.5. Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini lebih sistematis, maka lingkup permasalahan perlu dipersempit yaitu dengan memberikan batasan-batasan permasalahan.

Adapun pembatasan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut : Tungku yang digunakan untuk penelitian adalah tungku peleburan limbah Aluminium yang berasal dari botol minuman bekas dan limbah rumah sepatu rem melalui proses pengecoran ulang dengan cetakan pasir menggunakan bahan bakar gas.

1.6. Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut: Bagian pendahuluan berisi tentang halaman judul, halaman pengesahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, dan daftar lampiran. Bagian isi laporan penelitian terdiri dari : bab I pendahuluan berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan laporan. Bab II Tinjauan pustaka, berisi tentang gambaran tungku peleburan limbah aluminium, sejarah pengecoran, sifat- sifat logam , sifat hantaran panas material, analisa pengukuran suhu dalam dan suhu luar cuisibel. Bab III Metodologi penelitian, merupakan rangkaian pelaksanaan dengan menguraikan desain penelitian, bahan dan alat yang digunakan untuk penelitian, pembuatan spesimen, diagram alir, teknik pengambilan data, analisa data dan tempat penelitian. Bab IV Analisa hasil dan pembahasan penelitian, berisi tentang data hasil penelitian, analisa dan pembahasan yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan

diagram. Dan penelitian ini ditutup dengan bab V penutup Berisi tentang kesimpulan dan saran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perpindahan panas

Pada dunia industri banyak sekali melakukan proses peleburan, tungku yang digunakan sebagian besar menggunakan bahan bakar minyak. Salah satu masalah yang terjadi adalah kelangkaan bahan bakar minyak. Solusi dari kelangkaan itu adalah mengganti bahan bakar minyak dengan bahan bakar gas. Penelitian ini meliputi perancangan, pembuatan, dan pengujian tungku peleburan limbah Aluminium . Perancangan ini yang harus ditentukan adalah tebal bata api dengan memakai konveksi bebas, dimensi crusibel, dan disain dari tungku.

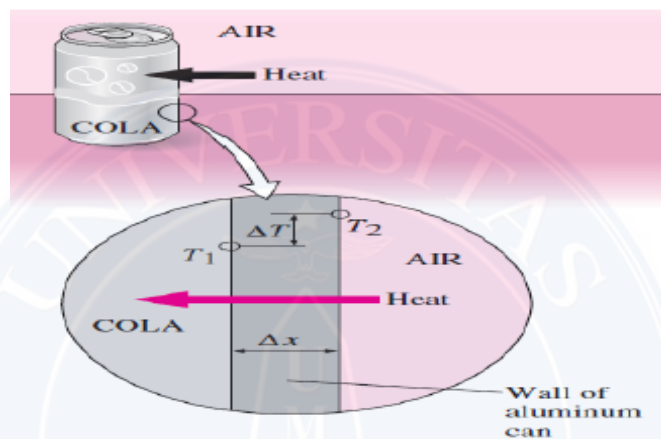
Perpindahan panas merupakan ilmu untuk meramalkan perpindahan energi dalam bentuk panas yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Dalam proses perpindahan energi tersebut tentu ada kecepatan perpindahan panas yang terjadi, atau yang lebih dikenal dengan laju perpindahan panas. Maka ilmu perpindahan panas juga merupakan ilmu untuk meramalkan laju perpindahan panas yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu. Ada tiga bentuk mekanisme perpindahan panas yang diketahui, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

Konduksi, merupakan perpindahan panas dari partikel yang lebih berenergi ke partikel yang kurang berenergi yang saling berdekatan dari sebuah bahan karena interaksi antara partikel tersebut. Dalam konduksi yang berpindah hanyalah energi saja yaitu berupa panas. Saat kita mengaduk teh panas dengan sendok, maka lama kelamaan tangan kita terasa panas dari ujung sendok yang kita pegang. Atau saat kita membuat kue menggunakan wadah berupa aluminium yang disimpan di oven jua termasuk proses konduksi yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

Holman [3] merumuskan persamaan untuk meramalkan laju perpindahan panas secara konduksi adalah:

$$q = -kA \frac{\partial T}{\partial x} \text{ (W)} \quad (2.1)$$

, dimana q sebagai laju perpindahan panas konduksi, $\partial T/\partial x$ sebagai gradient suhu ke arah perpindahan panas, k sebagai konduktivitas atau kehantaran termal benda dengan tanda minus menunjukkan aliran kalor ke tempat yang bertemperatur lebih rendah, dan A sebagai luas permukaan yang mengalami perpindahan panas tersebut.



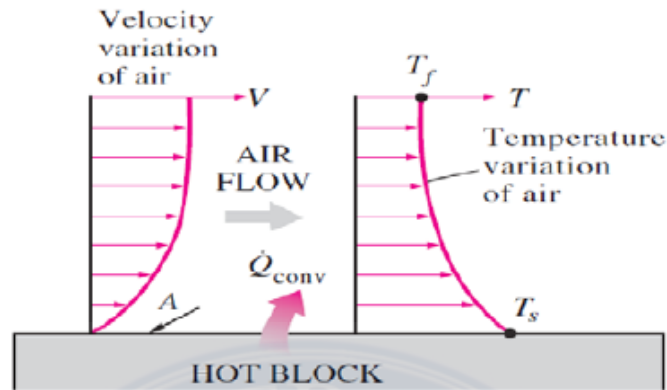
Gambar 2.1. Perpindahan panas konduksi dari udara hangat ke kaleng minuman dingin melalui dinding aluminum kaleng[4].

Konveksi, merupakan perpindahan panas antara permukaan solid dan berdekatan dengan fluida yang bergerak atau mengalir, dan itu melibatkan pengaruh konduksi dan aliran fluida. Contoh: sebuah plat besi panas akan lebih cepat dingin jika diletakkan di depan kipas angin dibandingkan dengan jika diletakkan begitu saja di udara terbuka. Holman [5] merumuskan persamaan untuk meramalkan laju perpindahan panas secara konveksi adalah:

$$q = hA(T_s - T_\infty) \text{ (W)} \quad (2.2)$$

, dimana q sebagai laju perpindahan panas konveksi, h sebagai koefisien perpindahan-kalor konveksi, A sebagai luas permukaan yang mengalami perpindahan panas, T_s sebagai temperatur permukaan benda solid yang dilalui

fluida yang mengalir, T_{∞} sebagai temperatur fluida yang mengalir berdekatan dengan permukaan benda solid.



Gambar 2.2. Perpindahan panas dari permukaan panas ke udara dengan konveksi[6]

Radiasi, merupakan perpindahan energi karena emisi gelombang elektromagnet (atau *photons*). Contoh: kehangatan sewaktu kita berada di dekat api unggun. Holman [7] persamaan untuk meramalkan laju perpindahan panas secara radiasi adalah:

$$q = \varepsilon A \sigma (T_s^4 - T_{sur}^4) \quad (W) \quad (2.3)$$

, dimana q sebagai laju perpindahan panas radiasi, ε sebagai sifat radiasi pada permukaan (emisivitas), A sebagai luas permukaan, σ sebagai konstanta *Stefan-Boltzmann* ($5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$), T_s sebagai temperatur absolute permukaan, T_{sur} sebagai temperatur sekitar.



Gambar 2.3 Perpindahan panas dengan radiasi

Matahari adalah sumber cahaya di bumi, sinarnya masuk ke bumi melewati filter yang disebut atmosfer, sehingga cahaya yang masuk ke bumi adalah cahaya yang tidak berbahaya. Cahaya yang masuk ke bumi melalui lapisan atmosfer itu dikenal dengan gelombang elektromagnetik yang terbagi ke dalam gelombang pendek dan gelombang panjang. Seperti Radio, TV, Radar, Inframerah, Cahaya Tampak, Ultraviolet, Sinar X dan Sinar Gamma.

Sinar Gelombang Elektromagnetik tersebut dibedakan berdasarkan panjang gelombang dan frekuensinya. Semakin besar panjang gelombang semakin kecil frekuensinya. Energi radiasinya tergantung dari besarnya frekuensi dalam arti semakin besar frekuensi semakin besar energi radiasinya. Sinar Gamma adalah gelombang elektromagnetik dan sinar radioaktif dengan energi radiasi terbesar. Dalam kasus ini, terdapat hal yang disebut radiasi benda hitam, yang memaparkan bahwa semakin hitam benda tersebut maka energi radiasi yang dikenainya juga makin besar. Hal ini adalah fakta sehari-hari. Saat kita menjemur pakaian hitam dan putih dibawah sinar matahari berwarna dengan jenis dan tebal yang sama, maka pakaian warna hitam akan lebih cepat kering dibandingkan dengan pakaian berwarna putih. Oleh karena itu, warna hitam dikatakan sempurna menyerap panas, sedangkan warna putih mampu memantulkan panas atau cahaya dengan sempurna. Sehingga emisivitas bahan (kemampuan menyerap panas) untuk warna hitam $e = 1$ sedangkan warna putih $e = 0$. Untuk warna lainnya berkisar antara 0 dan 1.

2.2 Tegangan di dalam Benda Kerja

Beberapa faktor penyebab timbulnya tegangan di dalam logam sebagai akibat dari proses pembuatan logam tersebut menjadi sebuah komponen adalah :

1. Pemesinan

Jika suatu komponen mengalami proses pemesinan yang berat, maka akan timbul tegangan di dalam komponen tersebut. Tegangan yang berkembang di dalam benda kerja dapat menimbulkan retak pada saat dilaku panas atau mengalami distorsi. Hal ini disebabkan karena adanya perubahan pada pola kesetimbangan tegangan akibat penerapan proses pemesinan yang berat.

2. Pembentukan

Proses metal forming juga akan mengakibatkan tegangan dalam akan berkembang, seperti pada proses coining, bending, drawing, dan sebagainya.

3. Perlakuan Panas

Perlakuan panas juga merupakan salah satu penyebab timbulnya tegangan dalam komponen. Hal ini terjadi sebagai akibat tidak homogennya pemanasan dan pendinginan atau sebagai akibat terlalu cepatnya laju pemanasan ke temperatur austenitisasi. Pada beberapa kasus, tegangan dalam terjadi akibat adanya transformasi fasa selama proses pendinginan berlangsung. Transformasi fasa senantiasa diiringi dengan perubahan volume spesifik.

4. Pengecoran

Tegangan dalam selalu ada pada produk-produk cor sebagai akibat dari tidak meratanya pendinginan dari permukaan ke bagian dalam benda kerja dan juga akibat adanya perbedaan laju pendinginan pada berbagai bagian produk cor yang sama.

5. Pengelasan

Tegangan dalam juga terjadi pada suatu komponen yang mengalami pengelasan, soldering, dan brazing. Tegangan tersebut terjadi karena adanya pemuaian dan pengkerutan di daerah yang dipengaruhi panas (HAZ) dan juga di daerah logam las.

2.3 Temperatur Stress Relieving

Tegangan sisa yang terjadi di dalam logam sebagai akibat dari faktor-faktor di atas harus dapat dihilangkan, agar sifat yang diinginkan dari komponen tersebut dapat diperoleh. Proses penghilangan tegangan sisa biasanya dilakukan dengan cara memanaskan benda kerja di bawah temperatur A_1 . Pemanasan menyebabkan turunnya kekuatan mulur logam.

Penghilangan tegangan sisa pada baja dilakukan dengan memanaskan baja tersebut ada temperatur sekitar $550 - 700^{\circ}\text{C}$, tergantung pada jenis baja yang diproses. Pada tempertur di atas $500 - 600^{\circ}\text{C}$, baja hampir sepenuhnya elastik dan menjadi ulet. Berdasarkan hal tersebut, tegangan sisa yang terjadi di dalam baja pada temperatur itu akan sedikit demi sedikit dihilangkan melalui deformasi plastik setempat akibat adanya tegangan sisa tersebut.

Setelah dipanaskan sampai temperatur stress relieving, benda kerja ditahan pada temperatur itu untuk jangka waktu tertentu agar diperoleh distribusi temperatur yang merata di seluruh benda kerja. Kemudian didinginkan dalam tungku sampai temperatur 300°C dan selanjutnya didinginkan di udara sampai ke temperatur kamar. Perlu diperhatikan bahwa selama pendinginan, laju pendinginan harus rendah dan homogen agar dapat dicegah timbulnya tegangan sisa yang baru. Untuk menghilangkan semua tegangan sisa yang ada, proses stress relieving harus dilakukan pada temperatur mendekati temperatur yang tertinggi pada rentang temperatur yang diijinkan, tetapi hal ini akan menimbulkan oksidasi dipermukaan benda kerja dan timbulnya pelunakan pada baja-baja hasil proses pengerasan atau temper. Oleh sebab itu disarankan agar melakukan stress relieving pada temperatur yang relatif lebih rendah dari rentang temperatur yang diijinkan. Semakin tinggi temperatur stress relieving akan menyebabkan makin rendah tegangan sisa yang ada pada benda kerja.

Benda kerja yang dikeraskan dan ditemper harus di stress relieving pada temperatur sekitar 25° dibawah temperatur tempemnya.

2.4 Aluminium

Aluminium adalah logam yang memiliki kekuatan yang relatif rendah dan lunak. Aluminium merupakan logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan sifat - sifat lainnya. Umumnya aluminium dicampur dengan logam lainnya sehingga membentuk aluminium paduan. Material ini dimanfaatkan bukan saja untuk peralatan rumah tangga,

tetapi juga dipakai untuk keperluan industri, konstruksi, dan lain sebagainya. (Surdia,1992).

Aluminium ditemukan pada tahun 1825 oleh *Hans Christian Oersted*. Baru diakui secara pasti oleh *F. Wohler* pada tahun 1827. Sumber unsur ini tidak terdapat bebas, bijih utamanya adalah Bauksit. Penggunaan Aluminium antara lain untuk pembuatan kabel, kerangka kapal terbang, mobil dan berbagai produk peralatan rumah tangga. Senyawanya dapat digunakan sebagai obat, penjernih air, fotografi serta sebagai ramuan cat, bahan pewarna, ampelas dan permata sintesis (Surdia dan Saito,1992).

Terdapat beberapa sifat penting yang dimiliki Aluminium sehingga banyak digunakan sebagai material teknik, diantaranya:

- a) Penghantar listrik dan panas yang baik (konduktor).
- b) Mudah difabrikasi
- c) Ringan
- d) Tahan korosi dan tidak beracun
- e) Kekuatannya rendah, tetapi paduan (*alloy*) dari Aluminium bisa meningkatkan sifat mekanisnya.

Aluminium banyak digunakan sebagai peralatan dapur, bahan konstruksi bangunan dan ribuan aplikasi lainnya dimana logam yang mudah dibuat dan kuat. Walau konduktivitas listriknya hanya 60% dari tembaga, tetapi Aluminium bisa digunakan sebagai bahan transmisi karena ringan. Aluminium murni sangat lunak dan tidak kuat, tetapi dapat dicampur dengan Tembaga, Magnesium, Silikon, Mangan, dan unsur-unsur lainnya untuk membentuk sifat-sifat yang menguntungkan. Campuran logam ini penting kegunaannya dalam konstruksi mesin, komponen pesawat modern dan roket. Logam ini jika diuapkan di vakum membentuk lapisan yang memiliki reflektivitas tinggi untuk cahaya yang tampak dan radiasi panas. Lapisan ini menjaga logam dibawahnya dari proses oksidasi sehingga tidak menurunkan nilai logam yang dilapisi. Lapisan ini digunakan untuk memproteksi kaca teleskop dan masih banyak kegunaan lainnya.

Banyaknya penggunaan Aluminium dalam kehidupan sehari-hari baik itu dalam rumah tangga maupun industri akan membuat limbah Aluminium semakin banyak. Jika hal ini tidak ditangani dengan cepat maka limbah ini akan memberikan dampak yang buruk bagi lingkungan, limbah Aluminium dapat mencemari tanah dan juga air. Oleh karena itu perlu dilakukan daur ulang (*recycle*) dari limbah Aluminium, hasilnya dapat digunakan dalam keperluan rumah tangga maupun dalam pembuatan material teknik.

Daur ulang adalah proses untuk menjadikan suatu bahan bekas menjadi bahan baru dengan tujuan mencegah adanya sampah yang sebenarnya dapat menjadi sesuatu yang berguna, mengurangi penggunaan bahan baku yang baru, mengurangi penggunaan energi, mengurangi polusi, kerusakan lahan, dan emisi gas rumah kaca jika dibandingkan dengan proses pembuatan barang baru. Daur ulang adalah salah satu strategi pengelolaan sampah padat yang terdiri atas kegiatan pemilahan, pengumpulan, pemrosesan, pendistribusian dan pembuatan produk/material bekas pakai, dan komponen utama dalam manajemen sampah modern dan bagian ketiga adalah proses hierarki sampah 3R (*Reuse*, *Reduce*, dan *Recycle*) (Surdia dan Saito, 1992).

Salah satu cara daur ulang adalah dengan proses peleburan. Unsur Silikon termasuk dalam salah satu campuran yang paling baik untuk Aluminium, dimana hasil paduan dari kedua unsur ini lebih ringan dibandingkan dengan besi atau baja, ketahanan korosi yang baik, dan mampu mesin yang baik. Proses peleburan adalah salah satu cara mendaur ulang limbah Aluminium atau Aluminium sekrup, Silikon merupakan salah satu unsur pencampur yang baik karena dapat memperbaiki sifat mekanis Aluminium. Beberapa jenis penggunaan hasil paduan ini pada pembuatan material teknik seperti roda gigi, *head cylinder*, dan piston memiliki standar dalam kekuatan dan kekuatan tarik tertentu agar dapat digunakan dengan aman. Oleh karena itu penting kiranya dilakukan penelitian sifat kekerasan dan ketangguhan dari Aluminium daur ulang (*recycle*) ini. (Arifin, 2011)

Adapun sifat-sifat mekanis aluminium dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 2.1 Sifat mekanik aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
	99,996		>99,0	
	Di anil	75% dirol dingin	Di anil	H18
Kekuatan tarik (kg/mm^2)	4,9	11,6	9,3	16,9
Kekuatan mulur (0,2) (kg/mm^2)	1,3	11,0	3,5	14,8
Perpanjangan	48,8	5,5	35	5
Kekerasan Brinell	17	27	23	44

Tabel 2.2 Klasifikasi paduan aluminium tempaan.

Standar AA	Standar Alcoa terdahulu	Keterangan
1001	1S	Al murni 99,5% atau di atasnya
1100	2S	Al murni 99,0% atau di atasnya
2010-2029	10S-29S	Cu merupakan unsur paduan utama
3003-3009	3S-9S	Mn merupakan unsur paduan utama
4030-4039	30S-39S	Si merupakan unsur paduan utama
5050-5086	50S-69S	Mg merupakan unsur paduan utama
6061-6069		Mg ₂ Si merupakan unsur paduan utama
7070-7079	70S-79S	Zn merupakan unsur paduan utama

2.5 Remelting (Cor)

Aluminium cor ulang adalah aluminium yang dipadukan dengan logam lain yang memiliki keterikatan senyawa atom satu sama lain. Paduan logam tersebut berguna untuk meningkatkan kekuatan dari aluminium yang bersifat lunak dan tidak tahan terhadap panas. Jumlah dan distribusi penyebaran partikel penguat komposit matriks logam sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mekanis dari komposit. Penambahan jumlah partikel yang tersebar belum tentu mampu meningkatkan kekerasan dari komposit. Untuk itu perlu diketahui jumlah fraksi partikel yang tersebar secara optimal pada logam sehingga akan diperoleh kekerasan yang optimal. (Suryanto, 2005).

Cor ulang yang dilakukan pada aluminium dapat menyebabkan kekerasan meningkat dan ketangguhan menurun, serta porositasnya bertambah. Porositasnya

ini tentunya akan mengurangi kekuatan dari aluminium cor, akan tetapi disamping itu, dikemukakan bahwa porositasnya dalam kondisi tertentu akan memperbaiki karakteristik tribologi logam karena membentuk reservoir bagi pelumas dan memudahkan untuk bersirkulasi sehingga menghasilkan pelumasan yang lebih baik. (Heru Uryanto, 2005).

Dapur peleburan aluminium tuang dilakukan pada tanur krus besi cor, tanur krus dan tanur nyala api. Bahan-bahan logam yang akan dimasukkan pada dapur terdiri dari sekrap (*remelt*) dan bahan murni (*aluminium ingot*). Untuk menjaga standar paduan yang telah ditentukan maka sekrap dari bermacam-macam logam tidak boleh dicampurkan bersama ingot tetapi harus dipilih terlebih dahulu. Penambahan unsur yang mempunyai titik lebur rendah seperti seng dan magnesium dapat ditambahkan dalam bentuk elemental sedangkan logam yang mempunyai titik lebur tinggi seperti Cu, Mg, Ni, Mn, Si, Ti, dan Cr adalah paling baik ditambahkan sebagai paduan. Dalam praktek peleburan yang baik mempersyaratkan dapur dan logam yang dimasukan dalam keadaan bersih (Heini dkk, 1981).

Sebelum dilakukan peleburan di dalam tungku sebaiknya logam dipotong – potong menjadi kecil-kecil, hal ini bertujuan untuk menghemat waktu peleburan dan mengurangi kehilangan komposisi karena oksidasi. Setelah material mencair, fluks dimasukkan ke dalam coran, yang bertujuan untuk mengurangi oksidasi dan absorpsi gas serta dapat bertujuan untuk mengangkat kotoran-kotoran yang menempel pada aluminium. Selama pencairan, permukaan harus ditutup fluks dan cairan diaduk pada jangka waktu tertentu untuk mencegah segregasi (Surdia dan Chijiwa, 1991). Kemudian kotoran yang muncul di ambil dan dibuang. Setelah pada suhu kurang lebih 725 0C aluminium di tuang ke dalam cetakan. Adapun untuk *remelting*, material hasil peleburan di atas dilebur kembali.

Dalam hal ini komposit aluminium dan serbuk besi (*Fe*) sangat dipengaruhi oleh persentase campuran antara serbuk besi (*Fe*) dan parameter-parameter seperti suhu (*Temperature*) dan tekanan proses, sehingga hasil yang didapat secara langsung berpengaruh terhadap ikatan antara aluminium dan serbuk besi (*Fe*). Selain itu daya lekat antar matrik dengan bahan pengisi (*Filler*) juga menjadi faktor yang mempengaruhi hasil pembuatan komposit. Dengan adanya

gaya adhesi antara matrik dan bahan pengisi mengakibatkan ikatan antara matrik dan bahan penguat. Sehingga, ikatan antara komponen penyusun komposit semakin kuat (Firman, 2011).

Pengecoran merupakan proses tertua yang dikenal manusia dalam pembuatan benda logam. Proses pengecoran dengan menggunakan pasir cetak meliputi : pembuatan cetakan, persiapan dan peleburan logam, penuangan logam cair kedalam cetakan, pembersihan coran dan proses daur ulang pasir cetak.

2.6 Peleburan (pencairan logam)

Untuk mencairkan bahan coran diperlukan alat yang namanya dapur pemanas. Dalam proses peleburan bahan coran ada dua dapur pemanas yang digunakan yaitu dengan menggunakan dapur kupola atau dengan menggunakan dapur tanur induksi. Kedua jenis dapur tersebut yang sering digunakan oleh industri adalah tanur induksi frekuensi rendah karena mempunyai beberapa keuntungan (Surdia, 1982: 145).

Keuntungan tersebut adalah mudah mengontrol komposisi yang teratur, kehilangan logam yang sedikit, kemungkinan menggunakan logam yang bermutu rendah, efisiensi tenaga kerja, dapat memperbaiki persyaratan kerja.

Hasil rancangan yang direncanakan tebal bata api setebal 7 cm. Dan dari hasil pengujian suhu dinding yang ingin dicapai pada temperatur 665 C sebesar 56 C dan pada saat 1100 oC sebesar 70 C.

Batu tahan api, atau bata tahan api adalah material dari bahan tahan api dengan unsur Alumina dan silica yang digunakan untuk melapisi tungku, kiln (pembakaran), dan Ruang Api lainnya. Batu bata tahan api dibangun terutama untuk menahan suhu tinggi, tetapi juga harus memiliki konduktivitas termal yang rendah untuk menghemat energi. Banyak digunakan pada Boiler, Furnace, Incinerator, Kiln, Rotary Dryer, dll.

Tabel 2.3 Karakteristik batu tahan api

FIRE CLAY BRICK & HIGH ALUMINA BRICK						
SPECIFICATION		SK-30	SK-32	SK-33	SK-34	SK-36
Maximum Service Temperature (Temperatur Kerja Maksimum)	($^{\circ}\text{C}$)	1050	1150	1200	1300	1500
Apparent Porosity (Porositas)	(%)	21-25	21-24	20-23	19-22	17-21
Bulk Density (Berat Jenis)	(ton/m^3)	1.9 - 1.95	1.9 - 2.0	1.92 - 2.05	1.98 - 2.10	2.15 - 2.25
Cold Crushing Strength (Kuat Tekan)	(kg/cm^2)	> 190	> 200	> 210	> 230	> 280
Permanent Linear Change (Perubahan Tetapan Linear)	(%)	At 1050 $^{\circ}\text{C}$ ± 0.20	At 1150 $^{\circ}\text{C}$ ± 0.20	At 1200 $^{\circ}\text{C}$ ± 0.10	At 1300 $^{\circ}\text{C}$ ± 0.22	At 1400 $^{\circ}\text{C}$ ± 0.33
Chemical Composition (Komposisi Kimia)	(%)	Al_2O_3	≥ 26	≥ 32	≥ 35	≥ 40
		SiO_2	≤ 70	≤ 65	≤ 55	≤ 55
Application (Pengaplikasiannya)		Ovens behind space tubes of boilers, furnaces, etc		General furnaces, incinerators, boilers, kilns, etc. Reheating Furnace, Melting Furnace, etc.		

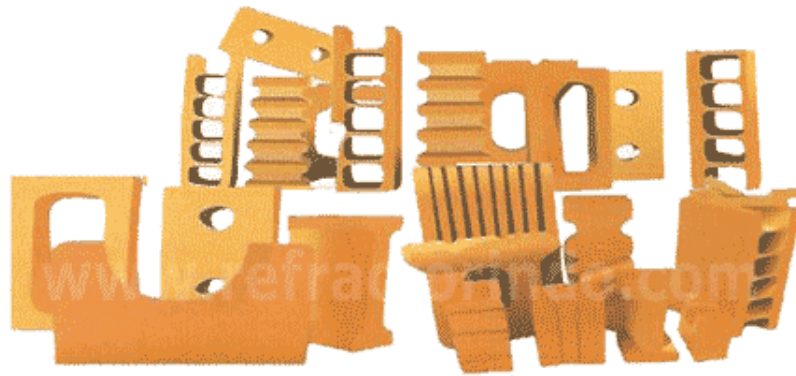
<http://www.refractorindo.com/index.php/batu-tahan-api.html>

Ada juga diproduksi batu tahan api dalam bentuk khusus sesuai dengan pesanan serta menggunakan komposisi khusus sesuai dengan pemakaian.

Tabel 2.4 Dimensi standar batu tahan api

DIMENSI STANDAR BATU TAHAN API / STANDARD DIMENSIONAL OF FIRE BRICK						
		A	B	C	 STRAIGHT	
		230	114	65		
		A	B	C	D	JIS
		K0	230	114	65	61 Y-0
		K1	230	114	65	59 Y-1
		K2	230	114	65	50 Y-2
		K3	230	114	65	32 Y-3
		A	B	C	D	JIS
		J0	230	114	65	60 T-0
		J1	230	114	65	55 T-1
		J2	230	114	65	45 T-2
		J3	230	114	65	35 T-3
		A	B	C	D	JIS
		S0	230	114	108	65 B-0
		S1	230	114	105	65 B-1
		S2	230	114	65	65 B-2
		S3	230	114	65	65 B-3
				 KEY		

Ada juga diproduksi batu tahan api dalam bentuk khusus sesuai dengan pesanan serta menggunakan komposisi khusus sesuai dengan pemakaian.



Gambar 2.4 Batu tahan api bentuk khusus



Gambar 2.5 Beberapa model batu tahan api

DAFTAR PUSTAKA

[1] Akhyar, *Perancangan dan Pembuatan Tungku Peleburan Logam Dengan Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Perancangan Dan Pembuatan Tungku Peleburan Logam*

Dengan Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar

Akhyar1,akhyarhasan@yahoo.com

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala

Jalan Syech Abd. Rauf No.7 Darussalam Banda Aceh, 23111

TM - 014 ISSN : 2407 – 1846

[2] Ella, *Rancang Bangun Dapur Peleburan Aluminium Bahan Bakar Gas*

Jurnal Austenit Volume 3, Nomor 1, April 2011,

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139 Telp: 0711-353414, Fax: 0711-453211

[3] Rais, *Perancangan Dan Pembuatan Tungku Heat Treatment*, Universitas Islam 45, Bekasi, *Jurnal Imiah Teknik Mesin*, Vol. 3, No.2 Agustus 2015 Universitas Islam 45 Bekasi, <http://ejournal.unismabekasi.ac.id/>

[4] Radimin, *Studi Pengaruh Tekanan Dan Komposisi Campuran Pada Prototipe Piston Komposit Dengan Penguat Silikon Karbida (SiC)*

Menggunakan Metode Squeeze Casting, Prosiding SNATIF Ke -1 Tahun 2014 ISBN: 978-602-1180-04-4, Semarang