

KETAHANAN PANAS PADUAN ALUMINIUM SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI

Sri Mulyono Atmojo, Tri Harjanto dan Abdul Jalil
Pusat Rekayasa dan Perangkat Nuklir – Badan Tenaga Nuklir Nasional
Kawasan Puspittek Serpong Tangerang 15314

ABSTRAK

Telah dilakukan analisa paduan aluminium untuk bahan konstruksi boarding ways, sekat pada laboratorium bidang nuklir maupun laboratorium yang lain atau sejenis, setelah dilakukan fire test. Kegiatan ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan bahan tersebut terhadap pengaruh suhu akibat kebakaran (fire resistance). Bahan paduan aluminium berupa lembaran yang digunakan sebagai rolling-door, produksi lokal. Metoda pelaksanaan kegiatan dilakukan dengan memberikan suhu pada sampel setinggi sekitar 650°C secara mendadak, sesuai dengan standar NFPA 417: Standard on Construction and Protection of Aircraft Loading Walkways, edisi 1985. Pengamatan fisik dilakukan secara visual, dan pengamatan sifat mekaniknya dilakukan dengan memotong sampel sebelum dan sesudah dipanasi, perubahan struktur mikro dianalisa dengan Scanning Electron Microscope dan perubahan komposisi kimia permukaan dianalisa dengan Energy Diffraction X-ray. Hasil pengamatan menunjukkan adanya perubahan warna sampel dari putih ke coklat, sifat mekanis berubah dari liat menjadi getas (brittle), namun bentuk fisik dan struktur mikro relatif tetap. Dari hasil uji ini dapat disimpulkan bahwa paduan aluminium tahan terhadap uji kebakaran dan layak digunakan sebagai bahan konstruksi.

Kata kunci: paduan aluminium, bahan konstruksi, ketahanan terhadap kebakaran

ABSTRACT

The analysis of aluminum alloy for boarding ways, curtain laboratory in nuclear activity, several laboratory, and others, after fire resistance test was investigated. Aim of this test is to understand short aluminum alloys resist to the fire. A rolling door material by a local product is used as a sample in these experiment. The experiment method was investigated according to NFPA417: Standard on construction and protection of aircraft loading walkways 1985 edition, where the sample is suddenly heated by 650 °C temperature. The visual activity was carried out for physics observation, and mechanical characteristic was observed by cutting of the samples in which before and after fire resistance test. The microstructure was investigated by Scanning Electron microscope, that analysis for structure and composition of surfaces were understood. Result of these observation show that sample color were change firm white to brown, mechanical characteristic were change from tough to brittle, but the samples shape as a construction material and surface microstructure relative constant conclusion of these experiment is that the sample resistance to fire test to it suitable for construction material.

Keywords : aluminum alloy, construction material, fire resistance

PENDAHULUAN

Banyak jenis aluminium paduan yang diproduksi di dalam negeri (lokal). Namun semua produk tersebut umumnya digunakan untuk keperluan umum misalnya untuk tutup pintu garasi, kios toko, dan sebagainya. Untuk keperluan tertentu sering masih memerlukan uji coba kualitas, yang sesuai dengan kebutuhan, sehingga perlu serangkaian uji yang diperkirakan akan memenuhi kualitas bahan terkait dengan penggunaannya.

Secara umum, aluminium paduan terdiri dari Al, Mg, Si, sebagai unsur utama dan beberapa unsur lain yang sengaja ditambahkan, akan membentuk paduan dengan sifat-sifat yang direncanakan.^[1] Oleh karena itu, kualitas aluminium akan ditentukan oleh adanya unsur tambahan tersebut. Salah satu kualitasnya ditunjukkan dengan sifat ketahanan terhadap api atau kebakaran. Realita ketahanan ini adalah bahwa setelah kurun waktu tertentu dikenai suhu tinggi yang mendadak, bentuk bahan ini tidak berubah. Pada penelitian ini akan dilakukan penentuan kemampuan aluminium paduan produk lokal terhadap kebakaran. Bahan ini direncanakan digunakan untuk bahan konstruksi, terutama digunakan untuk dinding (*wall*), dan sekat (*curtain*). Pengujian ketahanan terhadap api dilakukan berdasar pada standar *National Fire Protection Association (NFPA) 417, Standard on Construction and Protection of Aircraft Loading Walkways*, edisi 1985, yang telah digunakan sebagai acuan internasional dalam pembuatan *boarding bridge* atau lorong teleskopik di bandara.^[2] Pengamatan kondisi fisik dilakukan secara visual, sedangkan pengamatan mikrostruktur dilakukan dengan menggunakan SEM. Penentuan komposisi kimia pada permukaan bahan digunakan peralatan *Energy Dispersive X-ray Spectrometer (EDAX)*.

LATAR BELAKANG MASALAH

Hampir seluruh jenis aluminium paduan yang ada di pasaran tidak dilengkapi dengan data spesifikasi bahan. Oleh

karena itu jika akan digunakan untuk suatu keperluan terkait dengan pemenuhan persyaratan tertentu, selalu harus diuji terlebih dahulu terhadap parameter yang dipersyaratkan tersebut. Demikian juga aluminium paduan yang digunakan untuk keperluan pembuatan dinding, sekat (*curtain*), *boarding bridge*, lorong teleskopik atau *aircraft loading walkways* di bandara, dan sebagainya mempunyai persyaratan tertentu. Persyaratan yang harus dipenuhi adalah ketahanan terhadap adanya bahaya kebakaran. Oleh karena itu, uji yang dilakukan adalah terhadap parameter suhu. Aluminium produk lokal yang memungkinkan digunakan untuk keperluan ini antara lain adalah bahan paduan aluminium untuk *rolling door* atau kontainer. Uji suhu yang dikenakan pada bahan ini setinggi 700°C dan diberikan secara mendadak. Hal ini diharapkan identik dengan kenaikan suhu yang mendadak akibat terjadinya kebakaran. Jika dalam waktu minimal 5 menit bahan ini tahan dipanasi pada suhu ini (tidak mencair) atau berubah bentuk maupun strukturnya, yang akan mempengaruhi sifat mekaniknya, maka bahan ini cocok dipergunakan sebagai bahan dinding, sekat dan sebagainya, dan tidak hanya digunakan untuk *boarding ways* saja tetapi dapat digunakan pula untuk keperluan yang sejenis.

TATAKERJA

Bahan

Bahan yang diperlukan dalam percobaan ini adalah paduan aluminium yang berupa bahan *rolling door*, produk lokal. Ukuran sampel yang tersedia: $p \times l \times t = 60 \times 60 \times 0,3$ cm. Beberapa bahan kimia yang digunakan untuk keperluan preparasi sampel dalam pengamatan mikrostruktur.

Peralatan

Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain: furnace yang mampu memberikan suhu di atas 700°C, dan dilengkapi dengan alat ukur suhu beserta unit tampilannya.

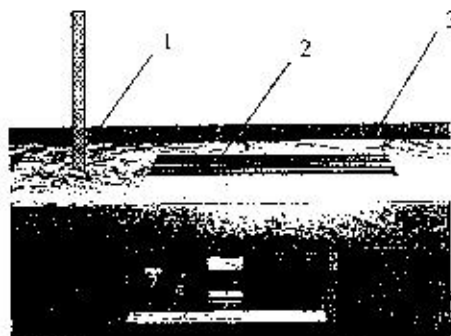
Ukuran ruangan furnace: $p \times l \times t = 60 \times 60 \times 40$ cm. Pemotong lembaran logam yang digunakan untuk memotong sampel paduan aluminium setelah dilakukan uji ketahanan suhu. Beberapa peralatan pendukung yang digunakan untuk mengangkat sampel yang masih panas.

Pelaksanaan pengujian

Pengujian terhadap suhu dilakukan berdasar standar NFPA 417 dan Fire Resistance Test. Tataletak pengujian sampel seperti tertera pada Gambar 1.

Pelaksanaan pengujian dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

Furnace dihidupkan sesuai dengan manualnya, dan suhu dinaikkan sesuai dengan Fire Resistance Test.¹³⁴ Setelah suhu mencapai 700°C , sampel dimasukkan ke dalam ruangan furnace, dan diletakkan terbaring di atas batu tahan api yang berada di dalam ruangan furnace, berjarak 10 cm dari termokopel. Pengamatan dilakukan untuk selang waktu sekitar 2 menit, untuk melihat perubahan yang terjadi pada sampel. Hal ini dilakukan dengan cara membuka furnace sedikit dan sesingkat mungkin. Waktu yang disyaratkan hanya sekitar 5 menit, sedangkan total waktu yang digunakan untuk treatment lebih dari 20 menit.



1. Termokopel
2. Sampel paduan aluminium
3. Ruang pemanas furnace

Gambar 1. Tataletak pengujian sampel paduan aluminium.

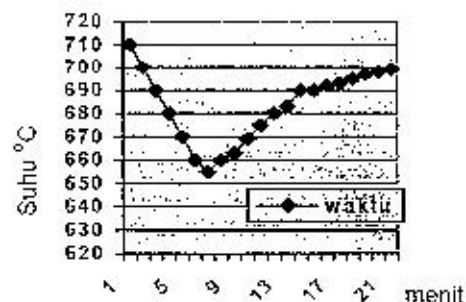
Pengamatan mikrostruktur dilakukan dalam tiga tahapan antara lain:

1. pembuatan frame sampel
2. pemasangan sampel dalam frame dan penghalusan permukaan sesuai dengan prosedur preparasi
3. pengamatan struktur mikro permukaan

Ukuran sampel untuk keperluan analisa permukaan dan struktur mikro, adalah: diameter 1,5 cm dan tebal 1 mm, dibuat dari bahan sebelum dan sesudah dilakukan uji suhu. Bahan ini dibubut dari ketebalan 3 mm, menjadi 1 mm. Kemudian keping sampel dimasukkan ke dalam frame sehingga sampel mudah dihaluskan permukaannya. Penghalusan salah satu permukaan ini sedemikian sehingga memenuhi standar untuk dapat dilakukan pengamatan mikrostruktur menggunakan EDAX dan SEM.

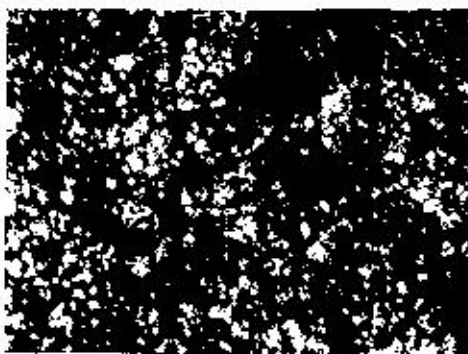
HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pemanasan yang dilakukan dengan menggunakan furnace adalah seperti dalam Gambar 2. Furnace dipanaskan sampai suhu 700°C . Ketika tutup furnace dibuka untuk memasukkan sampel, ternyata suhu turun menjadi sekitar 650°C . Suhu ini merupakan suhu awal pemanasan yang diperkirakan identik dengan suhu yang tiba-tiba mendadak berubah tinggi akibat kebakaran.

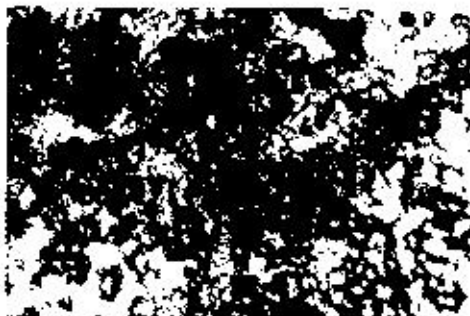


Gambar 2. Gambar perubahan suhu pada furnace selama digunakan untuk uji

Hasil pengamatan struktur mikro keping sampel sebelum dan sesudah dilakukan uji panas, masing-masing seperti tertera pada Gambar 3 dan 4. Terlihat bahwa struktur permukaan cukup rapat, dengan jarak antar unsur cukup kecil. Selanjutnya sampel paduan aluminium diamati komposisi kimia permukaannya menggunakan peralatan EDAX. Hasil pengamatan komposisi diperoleh kandungan rerata unsur pada sampel adalah Al 96,81 %, Mg 2,06 %, Si 0,7 %, dan Fe 0,42 %. Sedangkan struktur mikro keping sampel setelah



Gambar 3 Gambar struktur mikro paduan aluminium sebelum uji suhu, perbesaran 200x.



Gambar 4. Gambar struktur mikro paduan aluminium sesudah uji suhu, perbesaran 200x.

dipanasi terlihat menjadi renggang, dan jarak antar unsur juga semakin lebar, seperti tampak pada Gambar 4. Perubahan ini mungkin juga disebabkan oleh perubahan fase paduan aluminium, karena pada suhu setinggi 650°C

merupakan da-erah suhu deformasinya. Namun bentuk struktur tidak banyak mengalami perubahan. Hal ini terlihat dari hasil pengamatan secara visual ketika sampel diangkat dari furnace, sampel tidak rusak dan tidak mengalami perubahan. Hasil pengamatan komposisi diperoleh kandungan rerata unsur pada sampel sebelum dan sesudah uji ketahanan suhu masing-masing seperti tertera pada Tabel 1 dan 2, Al 94,14 %, Mg 1,98 %, Si 3,18 %, dan Fe 0,71 %. Dari hasil ini terlihat bahwa setelah mengalami pemanasan unsur Si dan Fe diperkirakan naik ke permukaan. Hal ini menyebabkan warna berubah dari putih (warna aluminium) menjadi abu-abu.

Tabel 1. Komposisi paduan aluminium sebelum uji suhu

Sampel	Komposisi, %			
	Mg	Al	Si	Fe
1	2,18	96,74	0,66	0,42
2	2,02	96,89	0,78	0,31
3	1,99	96,80	0,66	0,55
Rata2	2,06	96,81	0,70	0,42

Tabel 2. Komposisi paduan aluminium sesudah uji suhu

Sampel	Komposisi, %			
	Mg	Al	Si	Fe
1	1,88	94,19	3,17	0,76
2	2,05	94,21	3,18	0,56
3	2,00	94,02	3,18	0,80
Rata2	1,98	94,14	3,18	0,70



Gambar 5 Hasil pemotongan aluminium yang menjadi getas setelah uji ketahanan suhu

Selanjutnya sampel paduan aluminium se-belum dipanaskan dan sesudah dipanas-kan, dipotong dengan gunting pelat, untuk melihat perubahan sifat mekaniknya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sampel paduan aluminium sebelum dipa-naskan lebih kuat jika dibandingkan dengan sampel paduan aluminium sesudah dipa-naskan. Selain itu sampel paduan aluminium sesu-dah dipanaskan lebih *brittle* jika diban-dingkan dengan sampel paduan aluminium sebelum dipanaskan.

KESIMPULAN

Berdasar pada hasil dan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa dengan tidak terjadinya perubahan bentuk pada sampel paduan aluminium tersebut, me-nunjukkan bahwa paduan aluminium pro-duk lokal tahan terhadap uji suhu, se-hingga layak digunakan sebagai bahan konstruksi seperti dinding, sekat, *walk ways*, *boarding bridge*, dan konstruksi se-jenis

lainnya. Perubahan komposisi per-mukaan tidak mempengaruhi bentuk fisik, tetapi merubah sifat fisik bahan menjadi *brittle*.

DAFTAR PUSTAKA

1. George T. Austin, *Shreve's Chemical Process Industries*, Mc Graw Hill, 1984
2. Standar National Fire Protection Association (NFPA) 417, *Standard on Construction and Protec-tion of Air-craft Loading Walkways*, edisi 1985
3. Instruction Manual, Wilt Furnace Model 200S SN87759 Nortel Ma-chinery, 1988
4. Bukaka Teknik Utama, *Fire Resis-tance Test*, 1992
5. Amin Suhadi, Mampu Bentuk Padu-an Aluminium Seri 6xxx pada Tempe-ratur tinggi, Presentasi Ilmiah LUK - BPPT, 1983
6. V. Sedlacek, *Non Ferrous Metal and Alloys*, Elsevier, 1986