

# ANALISA SIFAT MEKANIK PADA KOMPOSIT 86 AL 1020 – 12 FLY ASH – 2 MG YANG DIBUAT DENGAN PROSES DIRECT MELT OXIDATION (DIMOX)

Qomarul Hadi<sup>(1\*)</sup> dan Ahmad Sumadi<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
Sumatera Selatan, Indonesia -30662

<sup>(\*)</sup>E-mail *Corresponding Author* :qoma2007@unsri.ac.id

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisa sifat mekanik pada komposit dengan komposisi 86% aluminium 1020, 12% fly ash dan 2% magnesium, tiga material komposit tersebut digabungkan didalam furnace dengan metode *Direct Melt Oxidation*, setelah proses peleburan dengan pencapaian temperatur 900°C dan *holding time* bervariasi yakni 4 jam, 5 jam dan 6 jam. Selanjutnya, pengujian kekerasan Brinell, pada K4 nilai rata-rata BHN 49,00816 kgf/mm, K5 nilai rata-rata BHN 51,80066 kgf/mm dan K6 nilai rata-rata BHN 56,64983 kgf/mm. Pada pengamatan *Scanning Electron Microscope* K6 spesimen yang memiliki pori paling baik, perubahan setruktur mikro pada komposit tersebut semakin terlihat jelas pada pengamatan pembesaran 5000x, ini disebabkan karena adanya *holding time* yang membantu proses infiltrasi pada reaksi antarmuka antara fasa cair dan fasa padat, dan juga pengguna *holding time* ini dikarenakan kemampuan logam untuk membasahi serta proses infiltrasi berlangsung lambat dan membutuhkan waktu agar sampai pada pencampurannya yang lebih merata.

**Kata Kunci:** Oksidasi leleh langsung, waktu tahan, sifat mekanik, kekerasan *Brinell*, *Scanning Electron Microscope*.

## Abstract

*This study aims to analyze the mechanical properties of composite with a composition of 86% aluminum 1020, 12% fly ash and 2% magnesium, the three composite materials are combined in a furnace with the Direct Melt Oxidation method, after the melting process with a temperature of 900°C and the holding time varying 4 hours, 5 hours and 6 hours. Later, the Brinell hardness tester, at K4 the average value of BHN was 49.00816 kgf/mm, K5 the average value of BHN was 51.80066 kgf/mm and K6 the average value of BHN was 56.64983 kgf/mm. In the observation of Scanning Electron Microscope K6 specimens that have the best pores, changes in the microstructure of these composites are increasingly visible on the 5000x magnification observation. This is due to the holding time which helps the infiltration process in the interface reaction between the liquid and solid phases, and the user of this holding time is due to the metal's wetting ability and the slow and time-consuming infiltration process. to get a more even mixture.*

**Keywords:** *Direct melt oxidation, holding time, mechanical properties, Brinell Hardness, Scanning Electron Microscope*

## 1 PENDAHULUAN

Secara umum komposit adalah suatu kombinasi material dari dua atau lebih material yang digabungkan melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya itu yang berbeda-beda [1].

Bahan komposit dikembangkan sebagai bahan alternatif untuk mendapatkan sifat yang lebih baik seperti *high strength/modulus* dan densitas rendah yang sangat sesuai diterapkan dalam industri penerbangan, antariksa serta industri otomotif. Pada industri tersebut memang membutuhkan komponen yang lebih ringan namun memiliki karakteristik yang handal. Secara prinsip bahwa penguat yang

kontinu memberikan sifat kekuatan spesifik lebih baik [2].

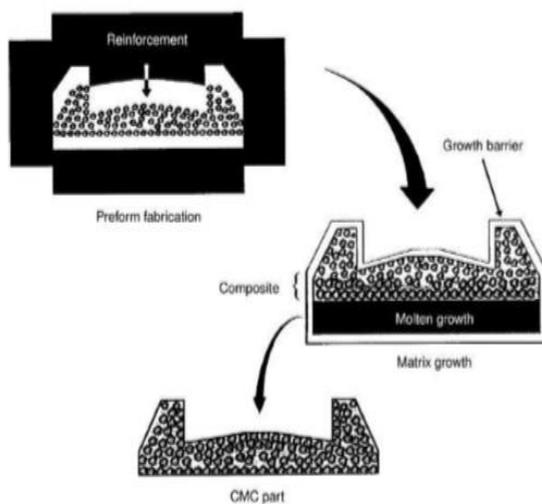
Adapun bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai bahan pengisi dan matrik sebagai bahan pengikat serat. Dari campuran tersebut akan dihasilkan sebuah material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda-beda dari material pembentuknya [3].

Secara struktur mikro material komposit tidak akan merubah material pembentuknya (dalam orde kristalin) akan tetapi secara keseluruhannya material komposit berbeda dengan material pembentuknya dikarenakan terjadi ikatan antar permukaan antara

matriks dan filler. Adapun syarat terbentuknya komposit yaitu adanya ikatan permukaan antara *matrix* dan *filler*, ikatan antar permukaan ini terjadi karena adanya gaya adhesi dan kohesi[4].

Pada perkembangan ilmu pengetahuan yang telah dicapai maka dapat mengembangkan suatu teknologi yang baru yaitu dengan membuat sebuah komposit, karena komposit merupakan salah satu solusinya. Pada penelitian ini penulis memakai metode *Direct Metal Oxidation*, metode ini jenis metode infiltrasi cairan yakni proses oksidasi logam langsung. Proses *Direct Melt Oxidation* ini merupakan proses hasil reaksi antara logam cair dengan gas. Komposit dapat dihasilkan akibat adanya infiltrasi logam cair, karena adanya gaya kapilaritas logam leburan pada temperatur yang cukup tinggi juga berlangsung secara mengejutkan, tanpa adanya tekanan dari luar[5].

Pada proses *DIMOX*, leburan logam mengalami oksidasi secara langsung dengan atmosfer disekitarnya. Proses pembuatan *Metal Matrik Composit* dilakukan dalam furnace dengan lingkungan *atmosfir* dan temperatur proses hingga 900°C secara konstan dan *holding time*-nya yang bervariasi yakni 4 jam, 5 jam dan 6 jam. Pada proses peleburan logam ini akan dilakukan di dalam *furnace*, sebelum logam dimasukkan maka harus dilakukan pemotongan dan penimbangan pada logam terlebih dahulu. Setelah proses peleburan selesai dilakukan di dalam *furnace* hingga mencapai titik didih aluminium yaitu 660°C, kemudian setelah mencairnya aluminium tersebut akan terjadilah oksidasi pada saat pencampuran aluminium dengan *fly ash* dan magnesium. Setelah temperatur mencapai 900°C akan di berikan waktu tahan selama 4 jam, 5 jam dan 6 jam. Setelah pencapaian temperatur dan *holding time* yang diinginkan maka dilakukan pendinginan secara *normalizing*[6].

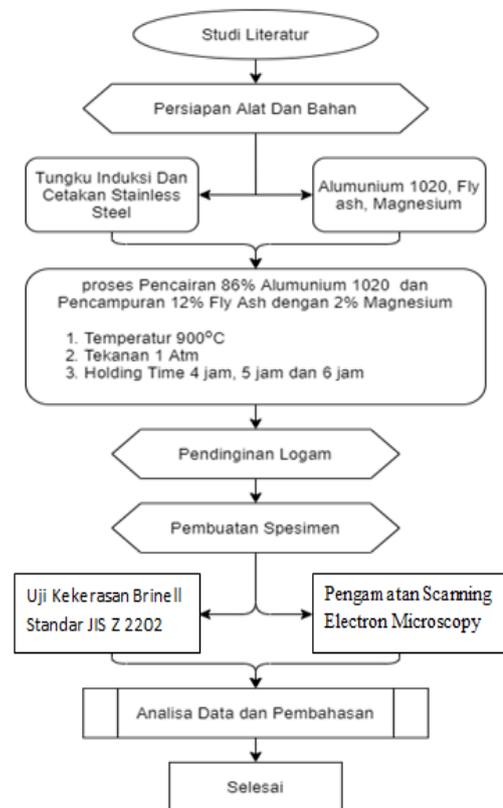


**Gambar 1** Mekanisme proses *direct melt oxidation* [5].

Pada penelitian ini, ada beberapa batasan masalah yang perlu diketahui pada pembuatan komposit

yakni *Fly Ash* yang digunakan adalah tipe C, dan matriks yang di gunakan adalah Aluminium 1020. Sifat mekanik yang akan dilakukan yaitu dari uji kekerasan *Brinell* dan uji *Scanning Electron Microscope*, dari kedua pengujian tersebut, penulis bertujuan mengetahui tingkat kekerasan dan perubahan struktur mikro dari komposit yang dilakukan peleburan logam yang memiliki waktu tahan yang berbeda. Selain itu, adapun manfaat dari penggunaan metode *DIMOX* yakni dapat memperkaya proses *DIMOX* dalam pembuatan komposit Al + *fly ash* + Mg, kemudian dapat memperkaya kajian mengenai pengaruh penguatan material komposit aluminium serta *fly ash* dan magnesium terhadap sifat mekanik dan mempelajari struktur mikronya.

## 2 METODOLOGI



**Gambar 2** Diagram alir penelitian

Bahan-bahan material yang digunakan dalam pembuatan komposit dengan proses *Direct Melt Oxidation (DIMOX)* ini adalah aluminium serbuk, *fly ash* (Abu terbang) dan magnesium. Semua bahan-bahan tersebut di leburkan didalam *furnace*. Fraksi volume dari bahan-bahan material yaitu Al 86 wt%, *fly ash* 12 wt%, dan magnesium 2 wt%. Parameter proses yang digunakan dalam pembuatan komposit ini meliputi; temperatur yang konstan yaitu dengan suhu 900°C dan *holding time* yang bervariasi yaitu 4 jam, 5 jam, dan 6 jam.



**Gambar 3** Proses Peleburan 86 Al 1020 – 12 Fly ash – 2 Mg

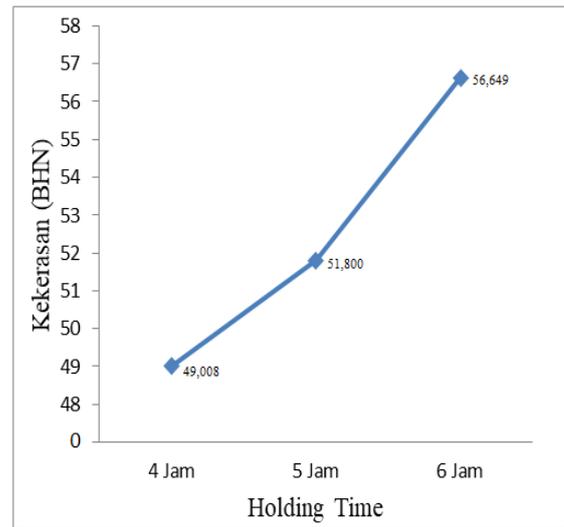
Setelah proses peleburan dan pendinginan logam selesai dilaksanakan, kemudian komposit tersebut di bentuk menjadi sampel uji sesuai standar pengujian yakni uji kekerasan *Brinell* dan pengamatan struktur mikro dengan alat *Scanning Electron Microscopy (SEM)*.

Selanjutnya material komposit akan diuji kekerasan dengan bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik dari komposit yang dibuat dengan proses *DIMOX*. Pengujian kekerasan *Brinell* merupakan salah satu dari sekian banyak pengujian yang dipakai, karena dapat dilaksanakan pada benda uji yang kecil tanpa kesulitan mengenai standar spesifikasi spesimen. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan mesin *Brinell Hardness Testing Machine* yang ada di Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya. Spesimen material komposit logam mengacu pada standar JIS Z 2202.

Selanjutnya dilakukan pengamatan *Scanning Electron Microscope*, tujuannya untuk menganalisa lebih lanjut mengenai struktur mikro dari *Metal Matriks Komposit*. pengamatan ini di lakukan pada spesimen K4, K5 dan K6 agar mendapat perbandingan dari setiap spesimen. *Scanning Electron Microscope* sangat cocok digunakan dalam situasi yang membutuhkan pengamatan permukaan kasar dengan pembesaran 200x, 2000x dan 5000x. Sebelum melalui lensa elektro magnetik terakhir scanning raster mendeflesikan berkas elektron untuk men-scan permukaan sampel. Hasil scan ini tersinkronisasi dengan tabung sinar katoda dan gambar sampel akan tampak pada area yang di-scan.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

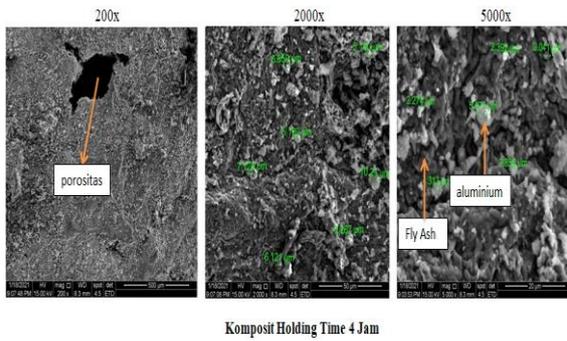
Setelah semua pengujian selesai, data-data yang ada disusun dan diolah untuk menganalisis kekerasan BHN. Berdasarkan dari pengambilan data maka dapat dihitung nilai kekerasan pada tiap-tiap titik pengujian untuk setiap spesimen komposit yang dibuat dengan proses *DIMOX*, dan berikut ditunjukkan pada gambar 8 yakni hasil grafik dari pengujian kekerasan *Brinell*.



**Gambar 4** Grafik nilai kekerasan *Brinell* K4, K5 & K6 dengan beban 500 kgf.

Berdasarkan pada gambar grafik diatas yakni pada Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian kekerasan *Brinell* yang telah dilakukan. Dapat kita lihat kekerasan yang semakin meningkat pada komposit yang memiliki *holding time* 6 jam dan memiliki nilai kekerasan paling tinggi jika di dibandingkan dengan spesimen lainnya. Jadi, penigkatan ini disebabkan matrik ataupun pengikat dari komposit tersebut memiliki fraksi volume yang paling banyak maka penguat dalam komposit tersebut akan semakin terinfiltirasi kedalam matrik alumunium jika semakin lama penggunaan waktu tahannya maka akan tercampur rata, sehingga akan dapat menerima beban kekerasan yang semakin besar dan seiring dengan bertambahnya *holding time*.

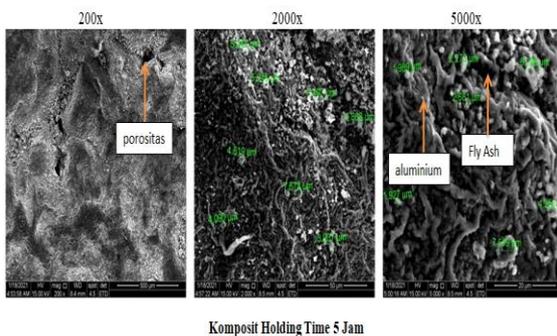
Setelah pengujian kekerasan *Brinell* selesai dilaksanakan, adapun pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui struktur mikro pada komposit yakni menggunakan alat *Tescan Vega 3 Scanning Electron Microscope*, yang dilakukan di Laboratorium Material Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dengan perbesaran yang bervariasi. Sebelum melaksanakan pengamatan pada proses pengambilan gambar *Scanning Electron Microscope (SEM)*, ada peroses yang perlu dilakukan terlebih dahulu diantaranya pemotongan spesimen yang akan dilakukan proses pengamatan karena cetakan spesimen pada saat peleburan memiliki bentuk yang cukup besar dan kemungkinan tidak muat di dalam *chamber*. *Chamber* itu sendiri adalah tempat atau alas penempatan spesimen yang terdapat pada bagian dalam alat *Scanning Electron Microscope (SEM)*, kemudian sebelum meletakkan sebuah potongan spesimen diatas *chamber* spesimen yang akan di lakukan pengamatan diberi sebuah perekat dengan menggunakan lakban atau isolasi pada bagian bawah spesimen yang tidak dilakukan pengamatan *Scanning Electron Microscope (SEM)*.



**Gambar 5** Pengamatan *Scanning Electron Microscope* pada Spesimen K4

Pengamatan *Scanning Electron Microscopy (SEM)* pada spesimen komposit yang memiliki *holding time* 4 jam, dengan pembesaran 200x, pembesaran 2000x dan pembesaran 5000x, dapat kita lihat pada Gambar 5 dengan pembesaran 200x terdapat pori-pori yang sangat besar, kemudian pada pembesaran 2000x terdapat kerutan-kerutan aluminium yang belum tercampur rata dengan *fly ash*, dan dilanjutkan dengan pembesaran 5000x bahwasanya semakin terlihat sela-sela yang masih kosong karena material aluminium dengan *fly ash* dan magnesium tersebut belum seluruhnya tercampur dan menyatu dan menyebabkan spesimen tersebut mengalami porositas, ini disebabkan karena penggunaan waktu tahan yang masih kurang lama, maka serbuk penguat yakni *fly ash* tersebut masih belum mengisi secara menyeluruh kedalam sela-sela matrik atau pengikat.

Berikut ini adalah hasil gambar pengamatan *Scanning Electron Microscope* yang telah di lakukan pengamatan di Laboratorium Material Politeknik Manufaktur Bangka Belitung pada masing-masing spesimen memiliki pembesaran 200x, 2000x dan 5000x, dapat kita lihat pada spesimen yang memiliki *holding time* 5 jam yang telah di lakukan pengamatan *Scanning Electron Microscopy*.

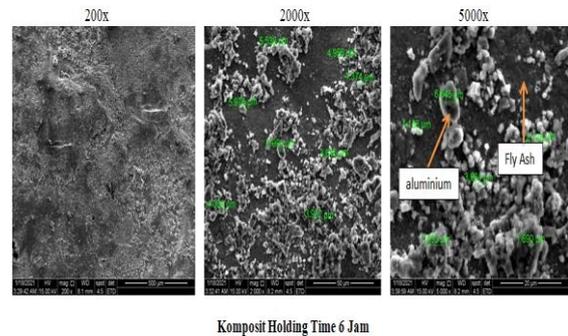


**Gambar 6** Pengamatan *Scanning Electron Microscopy* pada Spesimen K5

Pengamatan *Scanning Electron Microscopy (SEM)* pada spesimen komposit yang memiliki *holding time* 5 jam dengan pembesaran 200x, pembesaran 2000x dan pembesaran 5000x, dapat kita lihat pada gambar 6 dengan pembesaran 200x terlihat bahwa spesimen ini sudah mengalami pengecilan pori-pori dan lebih jelasnya terlihat pada pembesaran 5000x bahwasanya pada sela-sela kerutan aluminium

terdapat serbuk *fly ash* yang terdifusi kedalam aluminium, jadi komposit tersebut pori-porinya semakin mengecil dan rapat, ini disebabkan ditambahkan waktu tahan lebih lama dari komposit sebelumnya yaitu menjadi 5 jam waktu tahanya, selain itu jika peleburan ini tercampur dengan rata maka nilai kekerasan bahan juga akan meningkat karena lebih padat dan keras.

Berikut ini adalah hasil gambar pengamatan *Scanning Electron Microscope* yang telah di lakukan pengamatan di Laboratorium Material Politeknik Manufaktur Bangka Belitung, pada masing-masing spesimen memiliki pembesaran 200x, 2000x dan 5000x, dapat kita lihat pada spesimen yang memiliki *holding time* 6 jam yang telah di lakukan pengamatan *Scanning Electron Microscope*.



**Gambar 7** Pengamatan *Scanning Electron Microscopy* pada Spesimen K6

Pengamatan *Scanning Electron Microscope (SEM)* pada spesimen yang memiliki *holding time* 6 jam ini dapat dianalisa bahwasanya pori-pori pada spesimen ini semakin mengecil bahkan tidak terlihat jika dilihat dari pengamatan pada pembesaran 5000x. Dilihat pada Gambar 7, hal ini disebabkan karena penambahan *holding time* yang membantu proses infiltrasi pada reaksi antarmuka antara fasa cair dan fasa padat yaitu aluminium dan *fly ash*, dan juga penggunaan *holding time* ini membantu proses peleburan pada logam dan proses infiltrasi terjadi dengan lambat sehingga diperlukan waktu tahan yang lama untuk mencapai pencampuran yang lebih merata.

#### 4 KESIMPULAN

Dari analisa penelitian dan hasil pengujian dari setiap spesimen, maka dapat disimpulkan dengan beberapa point berikut ini, yaitu :

1. Dilihat dari pengujian sifat mekanik terutama kekesaran Brinell, jika semakin lama proses peleburan logam di dalam *furnace* dengan temperatur yang telah di tentukan yaitu 900°C kemudian ditambahkan waktu tahan atau *holding time* yaitu 4 jam, 5 jam, dan 6 jam, maka akan semakin kuat dan keras pada spesimen yang memiliki waktu tahan 6 jam.
2. Pada pengamatan *Scanning Electron Microscope (SEM)* jika dilihat dan dibandingkan antara spesimen *holding time* 4 jam 5 jam dan 6 jam,

spesimen dengan *holding time* 6 jam jauh lebih baik dibandingkan spesimen yang lain. Spesimen yang memiliki *holding time* 6 jam ini dapat disimpulkan bahwa pori-pori pada spesimen ini semakin mengecil dan bahkan tidak terlihat jika dilihat dari pengamatan pada pembesaran 5000x. Ini disebabkan karena penambahan *holding time* yang membantu proses infiltrasi pada reaksi antarmuka antara fasa cair dan fasa padat, penggunaan *holding time* ini dikarenakan kemampuan pembasahan pada logam dan proses infiltrasi terjadi dengan lambat sehingga diperlukan waktu untuk mencapai pencampuran yang lebih merata.

3. Pengaruh adanya waktu tahan atau *holding time* yang diberikan pada proses pembuatan spesimen komposit yaitu dengan *holding time* 6 jam dapat meningkatkan sifat mekanik pada material komposit tersebut. Dilihat dari hasil pengujian kekerasan Brinell dimana pada komposit yang memiliki *holding time* 6 jam ini mendapat nilai kekerasan yang paling tinggi yaitu mendapatkan nilai kekerasan Brinell dengan nilai rata-rata BHN sebesar 56,64983 kgf/mm.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena Penulis dapat menyelesaikan studi di Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, dan tidak lupa juga Penulis ucapkan terimakasih kepada dosen-dosen Teknik Mesin yang telah membimbing dan memberikan ilmu, nasihat, arahan dan saran selama dibangku perkuliahan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maryanti, Pengertian Komposit Secara Umum 1–38, 2011.
- [2] Qomarul Hadi, Pengaruh Pengadukan Dengan Variasi *Simple Padlle Blade* Terhadap Kehomogenan dan Sifat Mekanik Komposit Al - *Fly Ash* dengan Metode *Stir Casting* Tanpa Pembasahan, 2018.
- [3] Muhajir, M., Mizar, M.A., Sudjimat, D.A., Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam dengan Berbagai Varian Tata Letak. *J. Tek. Mesin* 24, 1–8, 2016.
- [4] Nurun Nayiroh, Teknologi Material Komposit, 2013.
- [5] Sahari, G.n.A., Komposit matrik keramik AL2O3/Al hasil proses DIMOX. 59, 145–150, 2013.
- [6] Kaushik, T., Singh, S., Singh, V., Verma, V., Tirth, V., 2012. *A Novel Technique to Develop Al-Al 2 O 3 MMCs by Direct Oxidation of Al Melt and Characterization of Developed Composites*. *Int. J. 2*, 13–21.
- [7] Agus Suprihanto, B.S., Pengujian Mekanik dan

Fisik Pada *Metal Matrix Composite* (MMC) *Aluminium Fly Ash*. *Rotasi* (Semarang) 8, 50–57. <https://doi.org/10.14710/rotasi.8.4.50-57>, 2006.

- [8] Kaushik, T., Singh, S., Singh, V., Verma, V., Tirth, V., A Novel Technique to Develop Al-Al 2 O 3 MMCs by Direct Oxidation of Al Melt and Characterization of Developed Composites. *Int. J. 2*, 13–21, 2012.