

## KARAKTERISTIK MATERIAL KOMPOSIT BERBASIS BATUAN BASALT DAN DROSS AL

**Muhammad Al Muttaqii**

Peneliti  
Pusat Riset Kimia Maju  
Badan Riset dan Inovasi Nasional  
almuttaqii.muhammad@gmail.com

**Fauzul Kurniajaya**

Mahasiswa S1  
Universitas Malahayati  
Jurusan Teknik Mesin  
fauzulkurniajaya@gmail.com

**Agung Efrio Hadi**

Tenaga Pengajar (Dosen)  
Universitas Malahayati  
Jurusan Teknik Mesin  
efriyo@abulyatama.ac.id

*Basalt is one of the basic igneous rocks formed from the freezing process of magma on the earth's surface and has a very good grain size. This study aims to determine the characteristics of the composite basalt as initial data for the manufacture of brake linings. In this study, basalt was made into a composite with the composition of basalt and dross Al of 45:30%, 55:20%, 65:10% and polyester resin 25%. The material used has particle sizes of 100, 150, and 200 mesh. The materials were made by mixing for 5, 10, and 15 min. Then carried out the compaction process with a load of 2 tons with a holding time of 5 min. Next, the material was sintered at 150 °C for 2 h. The characteristics studied were compressive strength referring to ASTM D695-15 and Absorption referring to SNI 03-2105-2006. From the results of composite testing, the best characteristics were found in specimen 3, with a compressive strength value of 113.616 MPa and Absorption of 1.39%.*

**Keywords:** Basalt, Dross Al Composite, Brake Lining, Compressive Strength, Absorption

### 1. PENDAHULUAN

Negara Indonesia memiliki banyak gunung berapi, sehingga memiliki potensi besar untuk menghasilkan batuan-batuan yang terbentuk akibat pembekuan dari magma, salah satunya batu basalt. Batu *basalt* merupakan salah satu batuan beku bersifat basa yang terbentuk dari proses pembekuan magma di permukaan bumi yang mempunyai ukuran butir yang sangat baik, batuan *basalt* lazimnya bersifat masif dan keras, bertekstur afanitik, terdiri atas mineral gelas vulkanik, plagioklas piroksin, amfibol dan mineral hitam. Provinsi Lampung khususnya di daerah Pakuan Aji, Sukadana, Lampung Timur memiliki potensi batuan *basalt* berkisar 10 juta m<sup>3</sup> namun belum dimanfaatkan secara optimal [1]. Potensi basalt untuk dimanfaatkan sebagai bahan lanjutan cukup menjanjikan. Dengan teknologi pengolahan material yang tepat, basalt dapat diaplikasikan menjadi bahan substitusi di berbagai bidang, seperti pengganti semen di mortar [2], material substitusi pupuk [3], material untuk dekorasi keramik dengan metode pendinginan lambat dan pendinginan cepat [4], dan lain-lain.

Beberapa penelitian telah melakukan pemanfaatan batu *basalt* dan *dross Al* untuk dijadikan material *basalt* komposit. Atmika [5], melakukan pengujian karakteristik keausan kampas rem berbasis *hybrid* komposit *epoxy-serbuk basalt*. Proses pembuatan spesimen menggunakan tahap pencampuran (*mixing*), penekanan (*kompaksi*) dan pemanasan (*sintering*), dengan komposisi serbuk *basalt* dan *Epoxy* 30:70%, 60:40%, dan 80:20% dengan menggunakan akselerator 0.2% dan 0.6%. Hasilnya menunjukkan, tingkat keausan akibat gesekan yang paling rendah diperoleh dari akselerator 0.2%. Wijaya [6], melakukan *Charpy impact test* pada kampas rem *hybrid* komposit *phenolic* resin matrik dengan penguat serbuk *basalt*-Alumina-kulit kerang, dengan komposisi penambahan serbuk *basalt* sebesar 25%,30%,35%,40% dan 45%.

Menurut Agunsoye [7], membuat *Aluminium Dross-Epoxy resin composite materials* dengan komposisi *Dross Al* dan *Epoxy* 5:95%, 10:90%, 15:85% dan 20:80%, hasilnya menunjukkan bahwa *Aluminium Dross-Epoxy resin composite* merupakan material yang baik di dalam sebuah aplikasi yang menuntut daya hantar panas yang rendah, kekuatan tarik yang baik serta ketahanan aus yang baik. Sedangkan penelitian tentang pencampuran batuan *basalt* dan *dross Al* belum pernah dilakukan. Untuk menganalisa *basalt* komposit kita harus mengetahui struktur dan kandungan yang terdapat dalam batuan *basalt* serta jenis mineral yang menyusun batuan *basalt* tersebut. Tujuan dilakukan pengujian ini adalah sebagai pembandingan struktur dan sifat *basalt* sebelum dan sesudah dilakukan pencampuran *dross Al*. Dengan dasar ketiga penelitian di atas penambahan fraksi berat *basalt* pada setiap komposisi spesimen sebanyak 5% dan 20% sedangkan

penambahan *dross Al* sebanyak 5%. Sehingga pada penelitian ini mengambil komposisi campuran *basalt* dan *dross Al* sebesar 45:30%, 55:20% dan 65:10% dengan penambahan fraksi berat *dross Al* sebesar 10%. dengan resin 25%. Karakteristik penambahan *dross Al* pada *basalt* komposit dapat dilihat melalui proses pengujian diantaranya uji kuat tekan dan uji absorpsi.

Pembuatan komposit juga menggunakan bahan resin poliester. Menurut Hartono [8], resin poliester memiliki keunggulan yaitu memiliki daya serap air yang rendah, tahan terhadap cuaca dan pengaruh zat-zat kimia dan memiliki harga yang ekonomis, sehingga resin *polyester* bisa digunakan sebagai perekat material komposit. Hendronursito dkk., [9] telah melakukan optimasi perlakuan panas dan proses stir casting komposit matriks aluminium dengan penambahan *basalt* menggunakan metode Taguchi dan analysis of variance (Anova). Hasilnya menunjukkan dengan penambahan *basalt* sebesar 5% berat meningkatkan kuat tarik dan kekerasan komposit matriks aluminium. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari karakteristik material komposit dengan penambahan *dross Al* pada *basalt* yang dapat dilihat melalui proses pengujian diantaranya uji tekan dan uji absorpsi.

## 2. METODE DAN BAHAN

### 2.1 Bahan

Adapun bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut: batu *basalt* (sebagai pengisi pada komposit) yang diambil dari di daerah Pakuan Aji, Sukadana, Lampung Timur. *Dross Al* (sebagai penguat pada komposit) yang diambil dari limbah pengecoran aluminium Lab Non Logam, Balai Penelitian teknologi Mineral, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Tanjung Bintang, Lampung Selatan. Resin *polyester* (sebagai pengikat pada komposit) menggunakan resin merk *SHCP*.

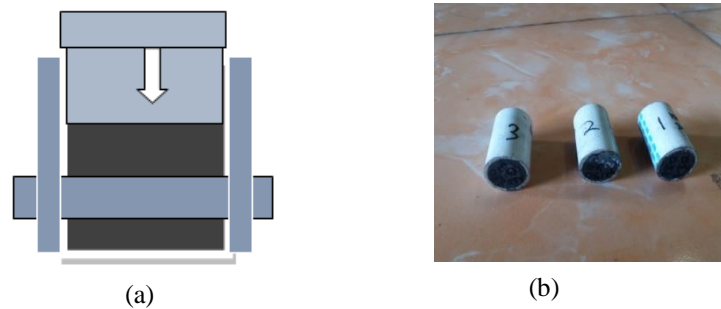
### 2.2 Metode

Tahap awal dari pengerjaan spesimen ini adalah menghancurkan bongkahan batuan *basalt* dan *dross Al* menggunakan mesin *jaw crusher*. Setelah ukuran batuan menjadi kecil, tahap selanjutnya dilakukan penggilingan menggunakan mesin *ball mill* selama 2 jam untuk batu *basalt* dan 4 jam untuk *dross Al*. Setelah dilakukan penggilingan, ukuran serbuk *basalt* dan *dross Al* diayak menggunakan mesh ukuran 100, 150, dan 200. Kemudian dilakukan penimbangan sesuai dengan persentase berat *basalt* dan *dross Al* seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1:** Ukuran persentase penambahan serbuk serbuk *basalt* dan *dross Al*

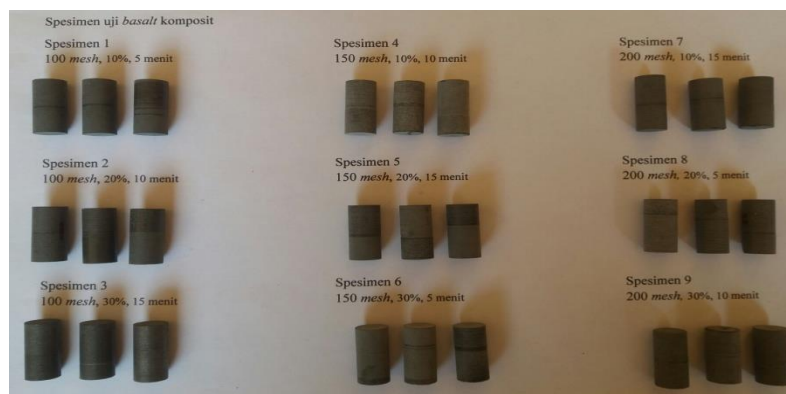
No	Ukuran Partikel (mesh)	Serbuk <i>Basalt</i> + <i>Dross Al</i> (%)	Resin (%)	Waktu <i>mixing</i> (menit)
1	100	65 + 10	25	5
2	100	55 + 20	25	10
3	100	45 + 30	25	15
4	150	65 + 10	25	10
5	150	55 + 20	25	15
6	150	45 + 30	25	5
7	200	65 + 10	25	15
8	200	55 + 20	25	5
9	200	45 + 30	25	10

Setelah dilakukan penimbangan persentase berat, dilakukan pencampuran awal serbuk *basalt* dan serbuk *dross Al* tanpa menggunakan resin, begitu juga resin dan katalis dicampur dan diaduk tanpa menggunakan serbuk komposit, setelah semua sudah tercampur secara merata dilakukan *mixing* serbuk *basalt*, serbuk *dross Al* dan resin yang telah di *mixing* bersama katalis, kemudian dilakukan proses *mixing* dan, dengan variasi waktu pencampuran 5 menit, 10 menit dan 15 menit. Pada penelitian ini cetakan dibuat menggunakan besi pejal yang telah dilakukan proses pembubutan dengan ukuran diameter dalam cetakan mengikuti diameter luar pipa paralon ukuran ½ inci dan ¼ inci, untuk memudahkan pengambilan spesimen pada diameter dalam cetakan uji tekan dan absorpsi diberi pipa paralon dengan ukuran ½ inci dengan tinggi 3 cm, sedangkan pada cetakan spesimen uji keausan menggunakan pipa paralon ukuran ¼ inci dengan tinggi 3 cm. Setelah proses pencampuran bahan *basalt* komposit dilakukan bahan dituangkan ke cetakan secara manual hingga cetakan penuh dan dilakukan proses kompaksi dengan besi pejal menggunakan mesin *press* hidrolik dengan kekuatan tekan sebesar 2 ton dan ditahan dengan waktu 5 menit seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1:** (a) Proses kompaksi (b) spesimen setelah dilepas dari cetakan

Setelah spesimen dicetak dilakukan proses sintering dengan tujuan untuk mengurangi kadar air yang masih berada pada spesimen uji. Proses sintering ini dilakukan dengan menggunakan oven merk *Klaz* dengan suhu maksimal mencapai  $230^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan pada penelitian ini menggunakan suhu  $150^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam. Setelah proses sintering selesai tahapan akhir dari pembuatan spesimen adalah tahap *finishing* pada tahapan ini spesimen dikeluarkan dari pipa paralon dengan cara membelah pipa menggunakan gerinda atau gergaji besi, kemudian spesimen di keluarkan dari pipa paralon. Setelah spesimen di keluarkan dari pipa paralon dilakukan proses perapihan diameter dan perataan penampang pada spesimen menggunakan mesin bubut. Pada ukuran spesimen uji tekan (Gambar 2) menggunakan mesin *Universal Testing Machine* Merk *Hung Ta* dengan standar *ASTM D695-15* berukuran diameter 12.7 mm x 25.4 mm, sedangkan ukuran spesimen uji absorpsi menggunakan standar SNI 03-2105-2006 dengan diameter 30 mm x 10 mm.



**Gambar 2:** Spesimen uji kuat tekan

### 3. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Pengujian kuat tekan

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan dari berbagai spesimen dengan variasi ukuran partikel, persentase serbuk basalt dan *dross Al*, dan waktu *mixing* (pengadukan). Pada ukuran partikel menunjukan nilai terendah didapat pada 100 mesh dengan nilai kuat tekan 54.805 Mpa. Sedangkan nilai tertinggi didapat pada 100 dan 200 mesh dengan nilai kuat tekan masing-masing 113.616 dan 111.335 Mpa. Nilai kuat tekan yang dihasilkan meningkat karena rasio serbuk basalt cenderung menurun sedangkan *dross Al* meningkat. Selain itu, pada ukuran 200 mesh tingkat kepadatan partikel juga lebih baik. Menurut Yunus [10] nilai kekerasan bertambah besar dengan semakin kecilnya ukuran partikel. Pada persentase *dross Al* menunjukkan nilai tertinggi dengan penambahan 30% *dross Al* dan nilai terendah 10% *dross Al*, hal ini dikarenakan sifat *dross Al* memiliki tingkat keuletan yang baik [11]. Selain itu, pada waktu *mixing* (pencampuran), didapatkan nilai terbaik pada waktu 15 menit sedangkan 5 menit grafik menurun. Hal ini terjadi karena pada saat *mixing* dengan waktu 5 menit resin dan serbuk masih sangat lembab sehingga pada saat dilakukan proses kompaksi resin keluar dari cetakan melalui celah-celah partikel sehingga mengurangi daya ikat pada spesimen. Sedangkan pada saat *mixing* dengan waktu 15 menit resin bercampur secara homogen akan tetapi resin dan serbuk partikel sudah mulai menggumpal namun saat dilakukan pengepresan resin tidak keluar dari cetakan. Tabel respon terhadap sinyal S/N rasio menunjukkan rangking atau peringkat faktor yang mempengaruhi.

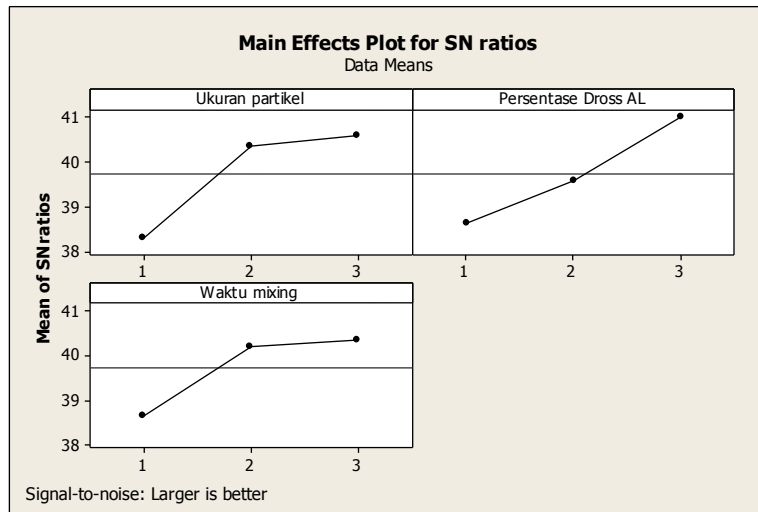
Dari Tabel 3 diperoleh rank 1 pada persentase *Dross Al*, rank 2 pada ukuran partikel dan rank 3 *waktu mixing*. Berdasarkan hasil rata-rata S/N rasio pada Tabel 3 didapatkan grafik respon S/N seperti Gambar 1.

**Tabel 2:** Hasil pengujian kuat tekan

No	Ukuran Partikel (mesh)	Serbuk Basalt + <i>Dross Al</i> (%)	Resin (%)	Waktu <i>mixing</i> (menit)	Hasil Uji (Mpa)
1	100	65 + 10	25	5	54.804
2	100	55 + 20	25	10	89.387
3	100	45 + 30	25	15	113.616
4	150	65 + 10	25	10	107.475
5	150	55 + 20	25	15	93.856
6	150	45 + 30	25	5	111.66
7	200	65 + 10	25	15	106.222
8	200	55 + 20	25	5	102.95
9	200	45 + 30	25	10	111.335

**Tabel 3:** S/N untuk respon nilai kuat tekan

Level	Ukuran partikel (mesh)	Persentase <i>Dross Al</i> (%)	Waktu <i>mixing</i> (menit)
1	38,30	38,64	38,66
2	40,34	39,58	40,19
3	40,57	41,00	40,36
Delta	2,27	2,36	1,70
Rank	2	1	3



**Gambar 3.** Grafik rasio S/N kuat tekan

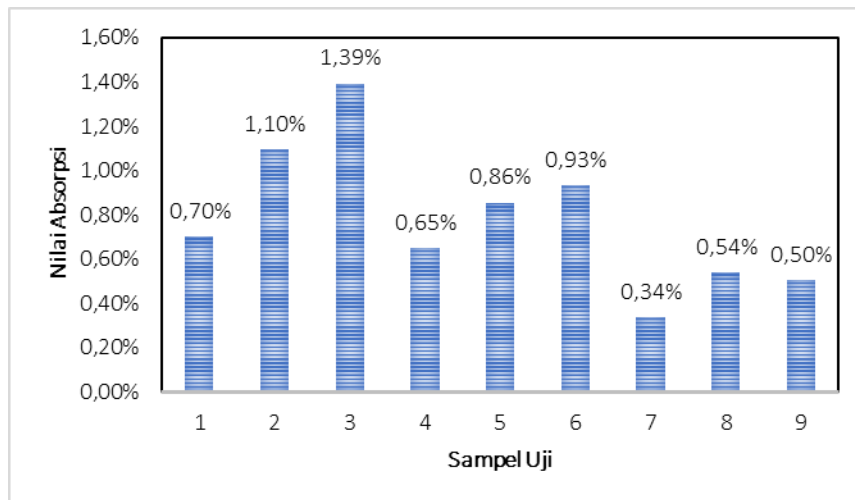
Berdasarkan analisis Tabel 3 dan Gambar 3, yang mempengaruhi respon kuat tekan adalah ukuran partikel pada (level 3) dengan ukuran 100 mesh, persentase *dross Al* pada (level 3) dengan persentase *dross Al* 30 % dan waktu *mixing* pada (level 3) dengan waktu *mixing* selama 15 menit. Dari grafik ukuran partikel menunjukkan nilai terendah S/N ratio terjadi pada level 1 (100 mesh), sedangkan nilai tertinggi didapat pada level 3 (200 mesh). Hal ini terjadi karena ukuran partikel 100 mesh memiliki ukuran yang lebih besar daripada ukuran 200 mesh sehingga pada ukuran 200 mesh tingkat kepadatan partikel lebih baik. Dalam penelitian Yunus [10], disimpulkan bahwa nilai kekerasan bertambah besar dengan semakin kecilnya ukuran partikel. Dari grafik persentase *dross Al*, menunjukkan bahwa nilai tertinggi S/N ratio ada pada level 3 (30 % *dross Al*) dan nilai terendah pada level 1 (10 % *dross Al*). Hal ini dikarenakan sifat *dross Al* memiliki tingkat keuletan yang baik [11]. Dari grafik waktu *mixing*, menunjukkan nilai S/N ratio naik pada level 3 (15 menit)

sedangkan pada level 1 (5 menit) nilai S/N ratio menurun.

### 3.2 Uji Absorpsi

Gambar 4 menunjukkan nilai hasil pengujian absorpsi dari berbagai spesimen dengan variasi ukuran partikel, persentase serbuk basalt dan *dross Al*, dan waktu *mixing* (pengadukan). Hasil pengujian tertinggi didapat pada spesimen 3 dengan ukuran butir 100 *mesh*, persentase *dross Al* 30% dan waktu *mixing* 15 menit dengan nilai 1.39% dan nilai terendah pada spesimen 9 dengan ukuran butir 200 *mesh*, persentase *dross Al* 30% dan waktu *mixing* 10 menit dengan nilai 0.50%. Pada persentase *dross Al*, Menunjukkan nilai terbaik 10% *dross Al* dan nilai terendah pada 30% *dross Al*. Menurut Haygreet dan Bowyer [12] menyatakan bahwa penyerapan air dapat terjadi karena adanya gaya absorpsi yang merupakan gaya tarik molekul air pada ikatan hidrogen yang terdapat dalam spesimen komposit. Semakin tinggi kerapatan komposit, maka ikatan antar partikel akan semakin kompak sehingga rongga udara pada komposit semakin kecil dan keadaan tersebut akan menyebabkan air atau uap air menjadi sulit untuk mengisi rongga pada komposit. Semakin banyak suatu komposit menyerap air, semakin berkurang kekuatannya. Sifat fisik dan mekanis dari komposit berdasarkan SNI 03-2105-2006 menyatakan persyaratan nilai daya serap air lebih kecil dari 14 %, sehingga *basalt* komposit pada penelitian memenuhi persyaratan daya serap air pada komposit [13].

Pada waktu *mixing*, menunjukkan nilai terbaik pada waktu 5 menit sedangkan pada 15 menit grafik menurun, hal ini terjadi karena pada saat pengadukan waktu 5 menit resin pada serbuk spesimen masih dalam kondisi basah sehingga resin akan mengeras pada partikel dengan baik, Sedangkan pada saat *mixing* dengan waktu 15 menit resin bercampur secara homogen akan tetapi resin dan serbuk partikel sudah mulai mengering sehingga menyebabkan serbuk partikel menggumpal sehingga menyebabkan rongga pada spesimen dan menyebabkan gaya absorpsi meningkat. Selain itu, ukuran partikel 200 *mesh* memiliki ukuran pori-pori yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran partikel 100 *mesh*, sehingga menyebabkan daya serap yang dihasilkan lebih kecil karena terbentuknya luas penyerapan air yang kecil pada pori-pori sampel yang dihasilkan. Penyebaran komposisi serbuk basalt dan *dross al* juga semakin homogen sehingga dapat menurunkan ukuran pori-pori yang terbentuk.

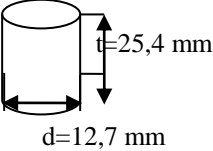
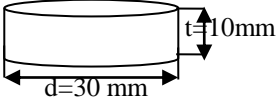


**Gambar 4:** Hasil uji absorpsi

### 3.3 Komposisi Optimum

Dari ketiga pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini didapatkan komposisi optimum dari tiap pengujian seperti pada Tabel 3. Pada pengujian kuat tekan didapatkan rank tertinggi pada persentase *dross Al* 30 % dengan delta tertinggi 2,36 dengan ukuran partikel 200 *mesh* serta waktu (*mixing*) 15 menit. Untuk pengujian absorpsi rank tertinggi didapatkan pada ukuran partikel 200 *mesh* dengan delta tertinggi 7,1351 sementara pada penambahan persentase *dross Al* dan waktu (*mixing*) didapatkan rank terbaik pada penambahan persentase *dross Al* 20 % dan waktu (*mixing*) 10 menit.

**Tabel 3:** Komposisi optimum

Bentuk spesimen uji	Rank tertinggi	Delta tertinggi	Komposisi optimum
<p>Kuat tekan</p>  <p>d=12,7 mm t=25,4 mm</p>	Persentase <i>dross Al</i> 30 %	2.36	200 <i>mesh</i> + 30 % <i>dross Al</i> + 15 menit
<p>Absorpsi</p>  <p>d=30 mm t=10 mm</p>	Ukuran butir 200 <i>mesh</i>	7.1351	200 <i>mesh</i> + 20 % <i>dross Al</i> + 10 menit

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan. Pengaruh penambahan persentase *dross Al* pada pembuatan *basalt* komposit dapatkan nilai tertinggi pada penambahan 30 % *dross Al* dengan nilai kuat tekan sebesar 113.616 MPa. Semakin bertambahnya persentase *dross Al* semakin besar nilai kuat tekan yang di dapatkan. Hasil pengujian absorpsi tertinggi pada spesimen 3 dengan ukuran butir 100 *mesh*, persentase *dross Al* 30% dan waktu *mixing* 15 menit dengan nilai 1.39%

#### 5. PERNYATAAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Penelitian Teknologi Mineral, PPII, Badan Riset dan Inovasi Nasional atas dukungan dan fasilitas yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian sampai penulisan karya tulis ini selesai. Muhammad Al Muttaqii merupakan penulis utama dalam artikel ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] FAISAL. “Karakteristik marshall campuran aspal beton AC-BC menggunakan material agregat basalt dengan aspal PEN. 60/70 dan tambahan parutan ban dalam bekas kendaraan roda 4”, *Jurnal Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Syiah Kuala*, Vol. 3 No. 3. 2014.
- [2] MUHAMMAD, A., DAVID, C.B., KUSNO, I., YUSUP, H., SLAMET, S., SEPTA, A., SYAFRIADI, MUHAMMAD A.M., “The Influence Of Basalt Minerals As Cement Substitution Materials In Mortar”, *Acta Polytechnica*, v. 59 (6), pp. 536–542, 2019.
- [3] AMIN, M., BIRAWIDHA, D. C., AL MUTTAQII, M., HENDRONURSITO, Y., RAJAGUKGUK, T. O., ISNUGROHO, K., & BARUS, J., “The local mineral potential from East Lampung-Indonesia: the use of basalt rock as a stone meal for cassava plant”, *Journal of Degraded and Mining Lands Management*. Vol. 7(1), pp. 1977-1985. 2019.
- [4] CANDRA, D., ISNUGROHO, K., HENDRONURSITO, Y., AMIN, M., AL MUTTAQII, M. (2020). The Analysis Comparison Of Basalt Via Melting Process From Mataram Baru (East Lampung) With Slow And Fast Cooling Method Over XRD Approach. *MULTITEK INDONESIA*, 13(2), 86-94.
- [5] ADI ATMIKA. “Karakteristik keausan kampas rem berbasis hybrid komposit epoxy-serbuk *basalt*”. 2015.
- [6] SUMA WIJAYA. “Charpy impact test pada kampas rem hybrid komposit phenolic resin matrik dengan penguat serbuk basalt-Alumina-kulit kerang”. *Jurnal Energi dan Manufaktur.*, Vol. 9, No. 2. 2016.
- [7] AGUNSOYE J. O. The Development and Characterisation of Aluminium Dross-Epoxy Resin Composite Materials. *Journal of Materials Science Research*; Vol. 3, No. 2. 2014.
- [8] HARTONO., “*Pengenalan Teknik Komposit*”. Deepublish, Yogyakarta. 2016.
- [9] HENDRONURSITO, Y., AGUSTAM, C., RAJAGUKGUK, T. O., BIRAWIDHA, D. C., AMIN, M., & AL MUTTAQII, M., “Optimasi Perlakuan Panas dan Proses Stir Casting Komposit Al-Basalt terhadap Sifat Mekanik Menggunakan Metoda Taguchi”, *Jurnal Teknologi Bahan dan Barang Teknik*, Vol. 10, No. 2, pp. 66-73. 2020.
- [10] YUNUS, D., “Pengaruh ukuran partikel dan berat abu sekam padi sebagai bahan pengisi terhadap sifat kuat sobek, kekerasan dan ketahanan abrasi kompon”. *Jurnal Sains Kimia*, Vol. 10, No. 2. 2006.
- [11] ADEOSUN, S. O. ET AL. ‘Physical and mechanical properties of aluminum dross’. *Advances in*

*Materials*. Vol. 3(2), pp. 6–10. 2014.

- [12] HAYGREET J.G, BOWYER, J.L. “Hasil hutan dan ilmu kayu”. Gajah Mada University, Jogjakarta. 1996.
- [13] STANDAR NASIONAL INDONESIA., Papan Partikel. Badan Standarisasi Nasional SNI 03-2105-2006. 2006.
- [14] AHMAD, M., “Pengaruh Variasi Komposisi dan Ukuran Filler Serbuk Cangkang Kerang Simpson (*Placuna placenta*) Pada Matriks Poliester Terhadap Sifat Fisis dan mekanis Papan Komposit”, *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, 2016.