

## PEMBUATAN BLOK REM KOMPOSIT SEBAGAI PENGGANTI BLOK REM KONVENSIONAL PADA MODA TRANSPORTASI KERETA API INDONESIA

Eko Widodo<sup>1</sup>, Agung Sumarno<sup>1</sup>, Ismadi<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Pusat Penelitian Biomaterial LIPI  
 Jl. Raya Bogor Km 46. Cibinong. Kab Bogor  
 eko.widodo.100@gmail.com

### ABSTRACT

*Composite brake block had been getting attention as a substitute of conventional brake block. The reason is because brake block composite is lighter, sturdier and easy to set up. In this research we tried to make composite brake block with coconut shell charcoal. The coconut shell charcoal was used as substitute of graphite which is used as friction modifier. This study was done in Reseach Center for Biomaterials, Indonesian Institute of Sciences. Brake block composite was molded according to the size of brake block T 358 N. The compositions of the composite brake block were alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), coconut shell charcoal/graphite, barium sulphate (BaSO<sub>4</sub>), phenolic resin, calcium hydroxide (Ca(OH)<sub>2</sub>), ferum, nitrile butadiene rubber, dan coconut fiber. Samples were made with variation of composition : Sample A with 100% coconut shell charcoal, Sample B with 50 % coconut shell charcoal – 50% graphite dan Sample C with 100% graphite. The sampel was tested by soak test, soak test and oven, hardness test, bending test and compression test. R`esult showed that sample B with density of 1.955 g/cm<sup>3</sup>, compression strenght of 3308.6 n/mm<sup>2</sup>, MOR of 2379.3 N/mm<sup>2</sup>, MOE of 305079 N/mm<sup>2</sup>, dan hardness 85.3 of HRR has the best properties. Sample B partly met the PT KAI's brake block standard.*

**Keywords :** Coconut shell charcoal, composite brake block

### ABSTRAK

Blok rem komposit mulai diminati sebagai pengganti blok rem konvensional. Hal ini dikarenakan pemakaian blok rem komposit lebih menguntungkan dibandingkan dengan blok rem konvensional antara lain adalah lebih ringan, lebih awet, dan pemasangannya lebih mudah. Pada penelitian ini, dilakukan pembuatan blok rem komposit dengan menggunakan arang tempurung kelapa. Arang tempurung kelapa dipakai sebagai pengganti grafit yang berfungsi sebagai material gesek. Penelitian ini dilakukan di Pusat Penelitian Biomaterial LIPI. Blok rem komposit dicetak sesuai ukuran blok rem tipe T 358 N. Komposisi penyusun blok rem komposit yaitu alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), grafit/arang tempurung kelapa, barium sulfat (BaSO<sub>4</sub>), phenolic resin, kalsium hidroksida (Ca(OH)<sub>2</sub>), serbuk besi, nitrile butadiene rubber, dan serat sabut kelapa. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan beberapa sampel dengan sampel A 100% arang, sampel B 50% arang-50% grafit, dan sampel C 100% grafit. Pengujian yang dilakukan adalah uji rendam, uji rendam dan oven, uji kekerasan, uji bending, dan uji tekan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sampel B dengan kerapatan 1,955 g/cm<sup>3</sup>, kuat tekan 3308,6 n/mm<sup>2</sup>, MOR 2379,3 N/mm<sup>2</sup>, MOE 305079 N/mm<sup>2</sup>, dan kekerasan 85,3 HRR memiliki sifat yang lebih baik karena sebagian memenuhi spesifikasi teknik PT. KAI.

**Kata Kunci:** Arang tempurung kelapa, blok rem komposit

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan Industri kereta api meningkatkan jumlah kebutuhan komponen pendukungnya, salah satunya adalah blok rem kereta api. Pada tahun 2014 PT. Kereta Api Indonesia telah memiliki lokomotif sebanyak 582 unit, dan gerbong 6,387 unit. (anonim, 2014) Dalam satu tahun industri kereta api membutuhkan 408 ribu unit blok rem untuk kebutuhan gerbong kereta saja.

Komposit berbasis karbon mulai diminati dan berkembang terutama untuk komponen rem otomotif, kereta api dan pesawat terbang. (Blanco et al., 1997) Komposit berbasis karbon ini mempunyai kekuatan tinggi, tahan aus, tahan panas, dan memiliki kerapatan yang rendah, sehingga sangat sesuai digunakan sebagai bahan blok rem untuk sarana transportasi. (Policandriotes et al., 2011) Dalam industri kereta api, blok rem komposit mulai diminati untuk menggantikan blok rem konvensional berbahan metal. Blok rem

komposit lebih disukai karena lebih ringan, lebih awet, dan tahan aus, dan mudah untuk bongkar pasang. (Ismadi et al., 2014) Untuk saat ini industri kereta api di Indonesia sudah memakai blok rem komposit. (Yulianto et al., 2009)

Blok rem komposit memiliki komposisi dari beberapa material yang dicampur menjadi satu. Salah satu komposisi utama blok rem komposit adalah material gesek contohnya adalah grafit. Grafit pada umumnya berasal dari bahan tambang yang tidak diperbarui. Pada penelitian ini, penggunaan grafit akan digantikan oleh arang tempurung kelapa. Pada penelitian sebelumnya, penggunaan bahan alam yaitu karbon tempurung kelapa dalam campuran karbon batubara sebagai campuran bahan komposit dengan matriks *coal tar pitch* mampu meningkatkan nilai kekerasan dan laju aus. (Pramono et al., 2011), (Pramono et al., 2012) Arang tempurung kelapa adalah bahan terbarukan yang sangat melimpah di Indonesia. Kelimpahan arang tempurung kelapa terlihat dengan hasil ekspor sebesar 29,493 ton per tahun. (Mahmud et al., 2005) Penelitian ini bertujuan untuk membuat blok rem komposit menggunakan arang tempurung kelapa sebagai material substitusi grafit pada blok rem komposit kereta api yang dapat dimanfaatkan sebagai moda transportasi kereta api di Indonesia.

## II. TINJAUAN PENELITIAN

Blok rem kereta api adalah alat yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan atau menghentikan laju kereta api melalui proses gesekan. Blok rem komposit adalah blok rem yang memiliki bahan baku dua jenis material atau lebih. Bahan baku blok rem komposit terdiri dari pengisi, penguat, perekat dan material gesek. (Sutikno et al., 2010), (Alam et al., 2012) Material gesek adalah salah satu komponen penting yang berfungsi mengubah energi kinetik menjadi energi panas pada waktu pengereman. (Eriksson et al., 2002) Material gesek juga berfungsi meningkatkan kekuatan dan kekakuan, dan mengurangi kebisingan waktu pengereman. (Armaslow et al., 2013)

Untuk mestandardkan kualitas blok rem kereta api, PT. KAI menetapkan spesifikasi yang

harus dipenuhi oleh blok rem kereta api dengan bahan logam maupun bahan komposit. Spesifikasi teknik yang harus dipenuhi oleh blok rem kereta api dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Spesifikasi teknik rem kereta api. (Anonim, 2009)

| No | Sifat Fisik & Mekanik   | Spesifikasi Teknik  |
|----|---|---|
| 1  | Kerapatan, g/cm <sup>3</sup>  | 1,8 – 2,4   |
| 2  | Koefisien gesek   | 0,14 – 0,22   |
| 3  | Kekerasan, HRR  | 70 – 105  |
| 4  | Kekuatan tekan, N/mm <sup>2</sup>                                   | Min. 25   |
| 5  | Kekuatan Bending/<br>Modulus of rupture,<br>(MOR) N/cm <sup>2</sup> | 2400 – 4000   |
| 6  | Kekuatan geser, N/cm <sup>2</sup>                                   | 1500 - 3500   |
| 7  | Modulus Young/<br>Modulus of elasticity<br>(MOE), N/cm <sup>2</sup> | 24000 - 150000  |
| 8  | Konduktifitas termal,<br>W/m.K                                      | Min. 0,8  |
| 9  | Ketahanan panas<br>operasional                                      | 250°C<br>Hasil : tidak meleleh dan tidak terbakar untuk pemakaian terus menerus<br><br>≥500°C<br>Hasil : boleh terbakar namun tidak menimbulkan nyala api |

## III. METODE

### Pembuatan Sampel

Penelitian ini dilakukan di Pusat Penelitian Biomaterial LIPI. Sampel blok rem komposit dibuat sesuai dengan ukuran blok rem kereta api tipe T 358 N. Sampel blok rem komposit dibuat dengan komposisi penyusun yaitu alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 10%, grafit/arang tempurung kelapa 25%, barium sulfat (BaSO<sub>4</sub>) 16,75%, phenolic resin 14,75%, kalsium hidroksida (Ca(OH)<sub>2</sub>) 12,5%, serbuk besi 14 %, nitrile butadiene rubber 5%, dan serat sabut kelapa 2%. Sebelum digunakan, tempurung kelapa diarang pada suhu 400°C dan dilanjutkan pada suhu 800°C kemudian arang tersebut dihaluskan dan disaring dengan ukuran lolos saringan 40 mesh. Sampel blok rem dibuat dengan mencampurkan terlebih dahulu semua bahan baku. Setelah dicampur, campuran bahan baku diayak pada saringan 40 mesh supaya menghilangkan gumpalan dan menambah homogenitas. Bahan baku kemudian

dimasukkan ke dalam cetakan, dan dilakukan penekanan panas dengan suhu 250°C selama 2 jam. Sampel dikeluarkan dari cetakan dan mengalami proses *post curing* pada suhu 60°C selama 24 jam. Sampel dibuat dalam 3 variasi dengan 5 kali pengulangan yaitu sampel A menggunakan arang 100%, sampel B menggunakan 50% arang-50% grafit, dan sampel C menggunakan 100% grafit.

### Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik

Sampel yang telah dibuat kemudian dipotong sesuai dengan kebutuhan dimensi sampel uji dari masing-masing standar pengujian. Pengujian kerapatan dilakukan dengan membandingkan massa terhadap volume sampelnya dengan satuan  $g/cm^3$ . Pengujian ini mengacu pada ASTM D792-08. Sampel berukuran 12,7 mm X 12,7 mm X 12,7 mm ditimbang sebanyak tiga kali ulangan. Pengujian rendam dilakukan dengan dua cara. Cara yang pertama menggunakan sampel ukuran 12,7 mm x 12,7 mm x 12,7 mm direndam selama 7 hari dengan pengambilan data setiap 24 jam. Untuk cara yang kedua menggunakan sampel ukuran 12,7 mm x 12,7 mm x 12,7 mm direndam dan dioven selama 10 hari dengan pergantian dan pengambilan data setiap 24 jam. Pengujian kekuatan tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekan dari sampel blok rem komposit dengan mengacu pada standar ASTM D695-10 menggunakan universal testing machine Shimadzu AG-4S. Ukuran uji sampel pada pengujian ini adalah 15 mm x 15 mm x 25 mm. Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui MOR dan MOE dari sampel dengan mengacu pada standar ASTM D790-10 menggunakan universal testing machine dengan ukuran sampel uji 15 mm x 10 mm x 80 mm. Pengujian kekerasan ditujukan untuk mengetahui nilai kekerasan material rem komposit dengan mengacu pada standar ASTM E18-08. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji Rockwell di Balai Besar Bahan dan Barang Teknik dengan dimensi sampel 35 mm x 35 mm x 16 mm. Pengujian kekerasan dilakukan dengan mengambil tiga tempat yang berbeda pada sampel, dan nilainya diambil rata-rata hasil pengujian tersebut.

## IV. HASIL DAN DISKUSI

### Uji Rendam

Hasil dari uji rendam dapat dilihat pada Tabel 2. Sampel A memiliki penambahan volume yang kecil tetapi memiliki penambahan massa yang besar. Hal ini berarti sampel A dapat menyerap air dalam jumlah yang lebih besar dengan perubahan dimensi yang kecil. Sedangkan sampel B dan sampel C memiliki penambahan volume yang besar dengan penambahan massa yang kecil. Hal ini berarti kedua sampel tahan terhadap penyerapan namun memiliki perubahan dimensi yang kurang stabil.

**Tabel 2.** Hasil pengujian rendam sampel komposit untuk blok rem kereta api selama tujuh hari

| Sampel | Penambahan tebal (%) | Penambahan volume (%) | penambahan massa (%) |
|--------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| A      | 0,60                 | 2,90                  | 7,04                 |
| B      | 1,22                 | 4,67                  | 4.33                 |
| C      | 1,81                 | 8,14                  | 6.49                 |

Pada tabel 3 adalah hasil dari pengujian rendam dan oven. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik blok rem ketika pada kondisi sebenarnya. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa sampel A memiliki perubahan dimensi dan perubahan massa yang paling kecil.

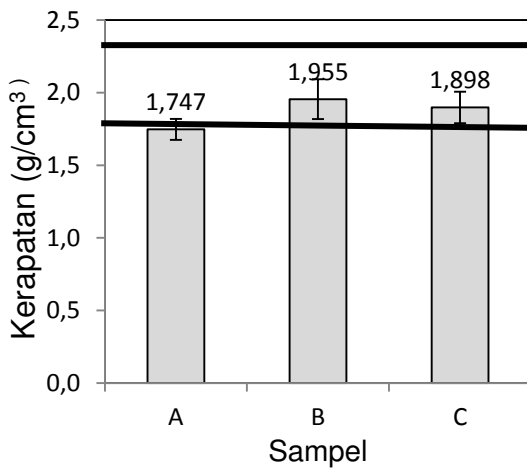
**Tabel 3.** Hasil pengujian rendam dan oven sampel komposit untuk blok rem kereta api selama sepuluh hari

| Sampel | kembang susut tebal (%) | kembang susut Volume (%) | perubahan massa (%) |
|--------|-------------------------|--------------------------|---------------------|
| A      | -0,34 -> 0,51           | -0,15 -> 1,54            | -1,45 -> 3,80       |
| B      | 0 -> 1,01               | 0 -> 4,18                | -1,20 -> 4,43       |
| C      | 0 -> 1,72               | 0 -> 5,38                | -1,30 -> 4,40       |

### Kerapatan

Hampir seluruh komposit memenuhi spesifikasi teknik yang ditetapkan oleh PT. KAI untuk kerapatan (1,8-2,4  $g/cm^3$ ), kecuali untuk sampel A (1,747  $g/cm^3$ ). Hal ini terjadi karena kerapatan dari tempurung kelapa lebih rendah dibandingkan grafit. Sampel B memiliki kerapatan tertinggi karena arang dapat mengisi

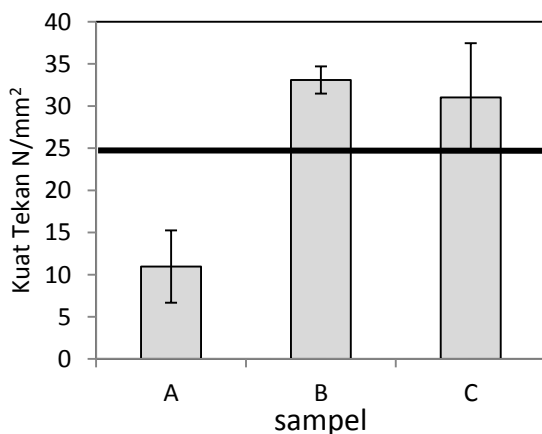
celah pada grafit. Kerapatan komposit dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Kerapatan dari komposit untuk blok rem kereta api

### Kuat Tekan

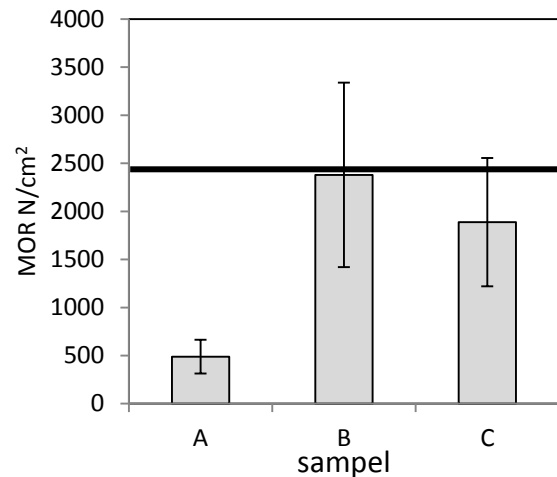
Kuat tekan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa sampel A memiliki nilai yang sangat rendah karena sampel A mudah hancur waktu ditekan. Kerapatan yang rendah adalah salah satu faktor rendahnya kekuatan tekan sampel A. Sampel B memiliki nilai terbaik dengan standar deviasi paling rendah. Sampel C memiliki standar deviasi yang tinggi karena komposisi blok rem tidak bisa menyebar merata.



**Gambar 2.** Kuat tekan dari komposit untuk blok rem kereta api

### MOR

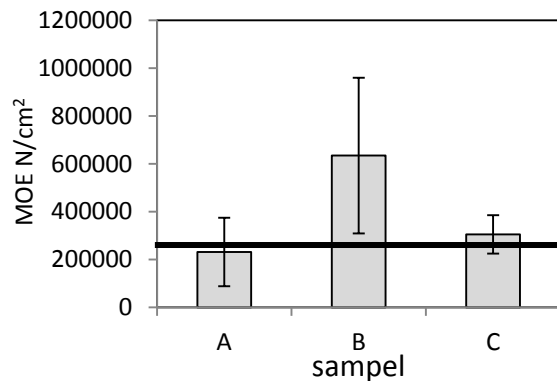
Nilai MOR dari sampel pada Gambar 3 seluruhnya belum memenuhi nilai spesifikasi teknik blok rem kereta api dari PT. KAI (2400-4000 N/cm<sup>2</sup>) meskipun ada yang mendekati standar. Namun jika dilihat pada penerapannya sebagai blok rem kereta api, kekuatan patah yang lebih rendah dari spesifikasi yang ditetapkan ini tidak terlalu berpengaruh karena terbantu oleh keberadaan *backing plate*<sup>[4]</sup>.



**Gambar 3.** MOR dari komposit untuk blok rem kereta api

### MOE

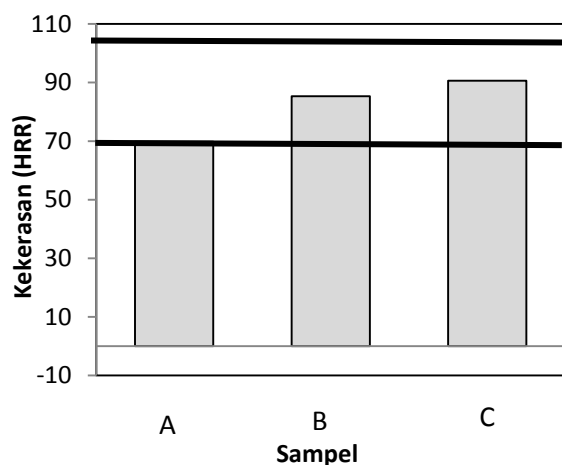
Nilai MOE sampel berada di atas nilai spesifikasi teknik dari PT. KAI (24000-150000 N/cm<sup>2</sup>) kecuali pada sampel A. Sampel B memiliki nilai tinggi karena dipengaruhi oleh kerapatannya. Nilai dari MOE dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** MOE dari komposit untuk blok rem kereta api

## Kekerasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sampel A tidak memenuhi nilai minimum kekerasan yang ditetapkan dalam spesifikasi teknik PT. KAI (70-105). Sampel B memiliki kekerasan terbaik karena berada ditengah-tengah spesifikasi, sedangkan sampel C lebih keras dari sampel B karena mengandung banyak grafit yang memiliki kekerasan yang tinggi. Nilai selengkapnya untuk kekerasan komposit dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Kekerasan dari komposit untuk blok rem kereta api

## V. KESIMPULAN

Blok rem komposit berbahan arang tempurung kelapa dapat digunakan sebagai pengganti blok rem konvensional pada moda transportasi kereta api indonesia. Substitusi arang 50% pada sampel B memiliki sifat fisik dan mekanik yang paling baik sebagai komposisi rem komposit dan sebagian memenuhi spesifikasi teknik PT. KAI.

## DAFTAR PUSTAKA

Alam, H.S., Pudja, I.G.N.W. dan Triono, A. (2012). Penentuan parameter produksi material rem ramah lingkungan untuk

aplikasi kereta api menggunakan serat tandan kosong kelapa sawit sebagai penguat. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 5(1),pp. 89-97.

Almaslow, A., Ghazali, M. J., Talib, R. J., Ratnam, C. T. And Azhari, C. H. (2013). Effects of epoxidized natural rubber-alumina nanoparticles (ENRAN) composites in semi-metallic brake friction materials. *Wear*, 302(1-2), pp. 1392–1396.

Anonim. (2009). Technical Specification of Railway Composite Brake, Indonesian Railway Company (PT. KAI).

Anonim. (2014). Laporan tahunan PT. Kereta Api tahun 2014.

Blanco, C., Bermejo, J., Marsh, H. and Menendez. (1997). Chemical and physical properties of carbon as related to brake performance. *Wear*, 2(13), pp. 1-12.

Eriksson, M., Bergman, F. and Jacobson, S. (2002). On the nature of tribological contact in automotive brakes, *Wear*, 252, pp.26–36.

Ismadi, Budiman, I., Subyakto, Munawar, S.S., Kusumaningrum, W.B., Alam, H.M., Pramono, A.E. dan Jayadi. (2014). Pengaruh substitusi arang tempurung kelapa, serat sabut kelapa dan tandan kosong kelapa sawit terhadap sifat fisik dan mekanik komposit untuk penggunaan blok rem kereta api. *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XVII*, pp. 113-118.

Mahmud, Z. dan Ferry, Y. (2005). Prospek pengolahan hasil samping buah kelapa. *Perspektif*, 4(1), pp. 55–63.

Policandriotes, T. and Filip, P. (2011). Effects of selected nanoadditives on the friction and wear performance of carbon-carbon aircraft brake composites. *Wear* 271, pp. 2280-2289.

Pramono, A.E., Zulfia, A. and Soedarsono, J.W. (2011). Physical and mechanical properties of carbon-carbon composites based coconut shell waste. *Journal of Materials Science and Engineering*, 5, pp. 12-19.

Pramono, A.E., Zulfia, A. and Soedarsono, J.W. (2012). Effect of density to the electrical conductivity of carbon-carbon composite made of the mixture of organic waste carbon. *Journal of Materials Science and Engineering*, A2(5), pp. 402-409.

Sutikno, M., Marwoto, P. and Rustad, S. 2010. The mechanical properties of carbonized

coconut char powder-based friction materials. *Carbon*, 48, pp. 3616-3620.

Yulianto, A. (2009). Pemanfaatan limbah geram/chip besi cor sebagai substitusi bahan dasar pembuatan blok rem kereta api melalui proses peleburan ulang/remelting. *Prospect*, 5 (8, pp. 24-36.