

PENYELIDIKAN KEKUATAN TEKAN DAN LAJU KEAUSAN KOMPOSIT DENGAN *FILLER PALM SLAG* SEBAGAI BAHAN PENYUSUN KANVAS REM SEPEDA MOTOR

Jon Prisno Riduan¹, Muftil Badri², Yohanes³

Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km.12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293

¹john.riduan12@gmail.com, ²muftilbadri@yahoo.com, ³yohanes_tmesin@yahoo.com

ABSTRACT

Palm slag as waste burning of palm shells and bunches for boiler fuel is available in abundance. Availability of abundant is potential to be developed as a filler of brake composite. The using of palm slag as filler composite non-asbestos brake pads have been studied and potential to be used as a substitute for asbestos brake pads motorcycle. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the initial compacting pressure and sintering temperature on the compressive strength and the wear rate of the composite. In this study the manufacture of composite brake using materials with a composition of 40% palm slag, 20% steel powder, 20% phenolic resin, 10% alumina, and 10% graphite. Manufacture of composites using powder metallurgy techniques by varying the compaction pressure at 254, 508, and 762 MPa, and sintering temperatures of 150, 160, and 170°C. Increasing compaction pressure and sintering temperature does not always affect the compressive strength and the wear rate of composite brake. Initial compaction pressure affecting the increase in compressive strength is 508 MPa at 150 and 160°C sintering temperature. Initial compaction pressure affecting decrease the wear rate is 254 and 508 MPa at sintering temperatures of 150 and 160°C.

Keywords: palm slag, compacting pressure, sintering temperature, compressive strength, wear rate

1. Pendahuluan

Riau merupakan propinsi dengan perkebunan sawit terluas di Indonesia dengan luas lahan perkebunan sawit sekitar 1.926.859 Ha. Selain menghasilkan buah sawit sebagai produk utama perkebunan sawit, juga dihasilkan limbah tandan kosong dan cangkang sawit yang melimpah juga [1]. Diperkirakan kebun sawit di Riau menghasilkan 1099,3 ton limbah padat (serat dan cangkang) per hari [2]. Pemanfaatan limbah padat sawit pada umumnya berupa pupuk kompos, papan partikel, arang, karbon aktif, dan juga bahan bakar boiler pada pabrik kelapa sawit (PKS) [3].

Tandan kosong dan cangkang sawit sebagai bahan bakar boiler pada PKS menghasilkan abu pembakaran yang disebut

palm slag. *Palm slag* selama ini hanya dipakai sebagai pupuk pada perkebunan sawit. Namun pada tahun 2011 *palm slag* telah diteliti dan berpeluang sebagai *filler* pada material komposit kanvas rem [4]. Dengan melihat potensi tersebut maka pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan komposit dengan *filler palm slag* sebagai bahan penyusun kanvas rem sepeda motor dengan memvariasikan tekanan kompaksi dan temperature sintering pada proses pembuatan komposit tersebut. Proses pembuatan spesimen kanvas rem ini dengan menggunakan teknik metalurgi serbuk. Dalam penelitian ini, hal-hal yang akan dibahas adalah:

- 1) Seberapa besar pengaruh tekanan kompaksi awal saat bahan dipanaskan

terhadap kekuatan tekan dan laju keausan komposit kanvas rem.

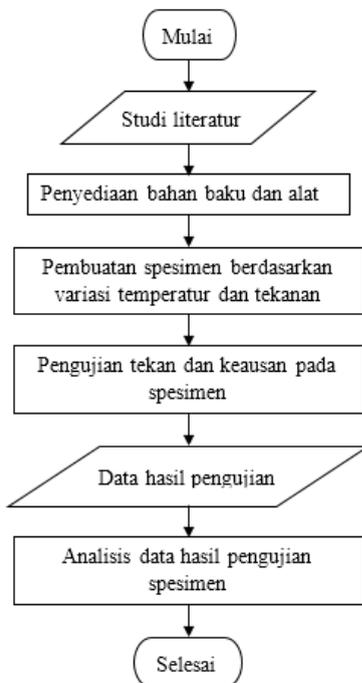
- 2) Seberapa besar pengaruh temperatur sintering terhadap kekuatan tekan dan laju keausan komposit kanvas rem.

Tujuan penelitian ini adalah:

- 1) Mengetahui pengaruh variasi tekanan kompaksi awal sebelum bahan dipanaskan terhadap kekuatan tekan dan laju keausan komposit kanvas rem.
- 2) Mengetahui pengaruh variasi temperatur sintering terhadap kekuatan tekan dan laju keausan komposit kanvas rem.

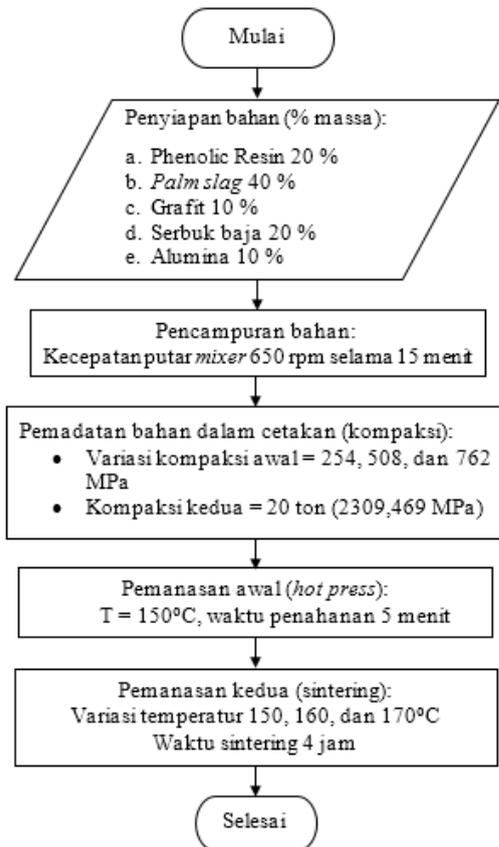
2. Metode

Metode/prosedur dalam penelitian ini dimulai dari studi literatur, penyediaan bahan baku dan alat-alat, pembuatan spesimen, pengujian, dan analisis data. Prosedur penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Diagram Alir Pelaksanaan Kegiatan

Proses pembuatan komposit kanvas rem diperlihatkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram Alir Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen komposit kanvas rem menggunakan teknik metalurgi serbuk. Spesimen dibuat berbentuk silindris dengan diameter 10,5 mm dan tinggi 15 mm [4]. Bahan-bahan dicampur berdasarkan persentase massa dan diaduk agar diperoleh campuran yang homogen. Selanjutnya campuran bahan dimasukkan ke dalam cetakan dan diberi tekanan kompaksi. Tekanan kompaksi pertama yang diberikan yang divariasikan dan selanjutnya dikompaksi kembali dengan pembebanan 20 ton menggunakan mesin bending hidrolik. Dalam keadaan terkompaksi spesimen dipanaskan dan setelah mencapai temperatur 150°C dilakukan penahanan temperatur selama 5 menit. Setelah dipanaskan spesimen dikeluarkan dari cetakan dan disintering selama 4 jam dengan memvariasikan temperatur sintering. Spesimen komposit kanvas rem yang telah terbentuk kemudian diuji kekuatan tekan dan laju keausannya.

3. Hasil

Hasil pengujian spesimen kanvas rem adalah sebagai berikut.

1) Pengujian tekan

Pengujian tekan yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut. Dengan melihat pengaruh tekanan kompaksi awal saat pembuatan bahan terhadap kekuatan tekannya diperoleh data yang ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kekuatan Tekan vs Tekanan Kompaksi Awal

T (°C)	P (MPa)	σ_c (Mpa)			
		Spesimen 1	spesimen 2	spesimen 3	Rata-rata
150	254	70.447	38.688	72.757	60.630
	508	57.166	51.969	32.336	47.157
	762	42.153	52.546	50.814	48.504
160	254	42.153	39.265	60.630	47.349
	508	76.221	49.082	54.856	60.053
	762	49.659	31.181	50.814	43.885
170	254	23.097	53.124	53.124	43.115
	508	51.969	61.208	56.011	56.396
	762	47.927	31.759	51.969	43.885

Dengan melihat pengaruh temperatur saat bahan disintering terhadap kekuatan tekannya diperoleh data yang ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Kekuatan Tekan vs Temperatur Sintering

P (MPa)	T (C)	σ_c (Mpa)			
		Spesimen 1	spesimen 2	spesimen 3	Rata-rata
254	150	70.447	38.688	72.757	60.630
	160	42.153	39.265	60.630	47.349
	170	23.097	53.124	53.124	43.115
508	150	57.166	51.969	32.336	47.157
	160	76.221	49.082	54.856	60.053

	170	51.969	61.208	56.011	56.396
762	150	42.153	52.546	50.814	48.504
	160	49.659	31.181	50.814	43.885
	170	47.927	31.759	51.969	43.885

2) Pengujian Keausan

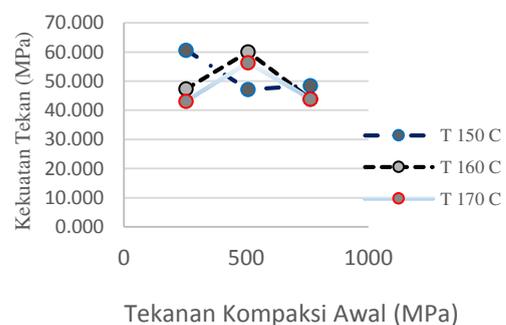
Pengujian keausan yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 3.3 Laju keausan per 1000 m

T (°C)	P (MPa)	Wear rate ($m^3/m \times 10^{-13}$)			Rata-rata
		Spesimen 1	spesimen 2	spesimen 3	
150	254	101,469	58,745	790,387	316,867
	508	64,085	48,064	37,383	49,844
	762	32,043	0,000	32,043	21,362
160	254	58,745	96,128	37,383	64,085
	508	53,405	48,064	0,000	33,823
	762	10,681	16,021	5,340	10,681
170	254	80,107	550,067	10,681	213,618
	508	48,064	53,405	101,469	67,646
	762	37,383	5,340	3311,081	1117,935
Penelitian C.M Ruzaidi (2011).					8,9

4. Pembahasan

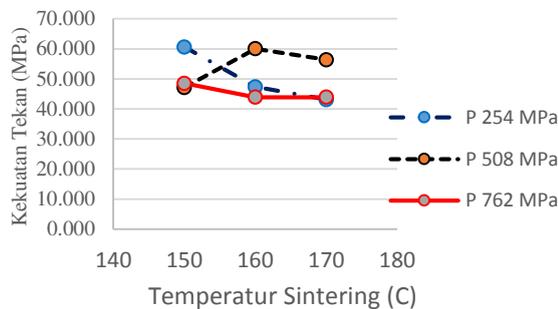
Dari data-data yang di atas maka diperoleh grafik-grafik sebagai berikut.



Gambar 4.1 Grafik Kekuatan Tekan vs Tekanan Kompaksi Awal

Grafik pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa kekuatan tekan spesimen meningkat pada tekanan kompaksi 254 hingga 508 MPa

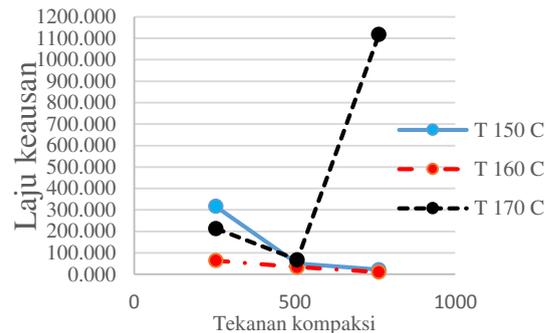
dengan temperatur sintering 160 dan 170°C, dan menurun pada tekanan kompaksi 762 MPa. Penurunan kekuatan tekan spesimen ketika tekanan kompaksi ditingkatkan dapat disebabkan oleh tekanan kompaksi yang diberikan lebih besar dari nilai tekanan kompaksi untuk material serbuk penyusun komposit kanvas rem tersebut [6]. Ketika tekanan kompaksi yang diberikan melebihi tekanan kompaksi serbuk maka tidak akan berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan tekan spesimen. Namun nilai tekanan kompaksi untuk resin dan *palm slag* belum diketahui lebih besar atau lebih kecil dari tekanan kompaksi pembuatan spesimen.



Gambar 4.2 Grafik Kekuatan Tekan vs Temperatur Sintering

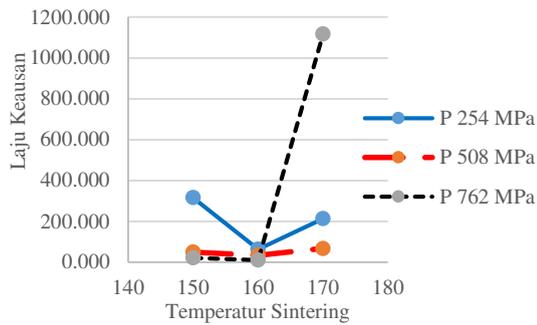
Sintering merupakan perlakuan panas yang bertujuan untuk mengikat partikel yang telah dikompaksi, dengan demikian kekuatan dan kekerasannya juga meningkat. Sintering juga bertujuan untuk mengurangi porositas. Pada temperatur sintering rendah, laju pertumbuhan butir pada komposit rendah sehingga porositas besar/kasar, tetapi pada temperatur sintering tinggi laju pertumbuhan butir meningkat sehingga akan mengurangi porositas komposit [5]. Grafik pada Gambar 4.2 hanya spesimen dengan perlakuan tekanan kompaksi 508 MPa yang meningkat kekuatan tekannya saat temperatur sintering dinaikkan, yaitu dari 150 sampai 160°C. Namun pada temperatur sintering 170°C kekuatan spesimen mengalami penurunan. Hal ini dapat disebabkan oleh batas temperatur sintering spesimen yang mempengaruhi nilai kekuatan tekan spesimen adalah 150 s.d 160°C. Penurunan kekuatan tekan juga dapat disebabkan oleh

tekanan kompaksi yang diberikan melebihi batas tekanan kompaksi serbuk karena proses sintering yang berpengaruh terhadap kenaikan kekuatan tekan spesimen adalah spesimen dengan perlakuan tekanan kompaksi 508 MPa.



Gambar 4.3 Grafik Laju keausan vs Tekanan Kompaksi

Dari pengujian keausan yang telah dilakukan, menunjukkan hasil yang tidak merata ketika pembebanan dan temperatur divariasikan. Penurunan terbesar terjadi pada spesimen dengan perlakuan tekanan kompaksi awal 762 MPa dengan temperatur sintering 160°C sebesar $10,681 \text{ m}^3/\text{m} \times 10^{-13}$, mendekati hasil penelitian C.M. Ruzaidi et al sebesar $8,9 \text{ m}^3/\text{m} \times 10^{-13}$. Laju keausan berbanding terbalik terhadap kekerasan maupun kekuatan tekan material. Semakin keras suatu material maka ketahanan aus material meningkat sehingga laju keausannya menurun. Pada grafik yang ditunjukkan Gambar 4.3 laju keausan menurun ketika tekanan kompaksinya meningkat, hanya pada temperatur 170°C keausan spesimen meningkat dari tekanan kompaksi 508 MPa hingga tekanan kompaksi 762 MPa. Hal ini dapat disebabkan oleh tekanan kompaksi yang diberikan melebihi batas kompaksi serbuk/bahan penyusun kanvas rem. Selain itu juga dapat disebabkan oleh proses pemanasan saat *hot press* yang tidak merata sehingga ikatan antar partikel bahan penyusun kanvas rem tidak merata.



Gambar 4.4 Grafik Laju Keausan vs Temperatur Sintering

Gambar 4.4 menunjukkan laju keausan seluruh spesimen yang disintering mengalami penurunan antara temperatur 150 hingga 160°C dan pada temperatur sintering 170°C mengalami peningkatan laju keausan. Hal ini dapat disebabkan oleh temperatur sintering yang berpengaruh terhadap penurunan laju keausan adalah 150 dan 160°C.

Perbedaan hasil pengujian tekan dan laju keausan dengan teori maupun pengujian penelitian lain dapat disebabkan oleh pemanasan bahan (*hot press*) yang tidak merata. Tidak meratanya panas yang diterima oleh spesimen dalam cetakan karena proses pemanasan masih dilakukan secara manual dengan menggunakan api las gas. Penyebaran panas tidak merata karena tidak dilakukan pada saat yang bersamaan pada seluruh dinding cetakan. Hal ini dapat menyebabkan kekuatan ikatan antar partikel campuran bahan tidak sama sehingga berpengaruh pada kekuatan bahan setelah diproses.

Untuk mengetahui lebih detail tentang porositas yang terjadi perlu dilakukan pengamatan struktur mikro menggunakan foto SEM sehingga diperoleh informasi yang lebih akurat tentang spesimen komposit kanvas rem ini.

5. Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan hasil sebagai berikut.

- 1) Peningkatan tekanan kompaksi dan temperatur sintering tidak selalu mempengaruhi kekuatan tekan dan laju keausan komposit kanvas rem. Ada batas tekanan kompaksi dan temperatur sintering material komposit kanvas rem agar bisa meningkatkan kekuatan tekan dan menurunkan laju keausannya.
- 2) Variasi tekanan kompaksi dan temperatur sintering dapat meningkatkan kekuatan tekan komposit kanvas rem pada tekanan kompaksi awal 508 MPa pada temperatur sintering 150 dan 160°C.
- 3) Variasi tekanan kompaksi dan temperatur sintering dapat menurunkan laju keausan komposit kanvas rem pada tekanan kompaksi 254 dan 508 MPa pada temperatur sintering 150 dan 160°C.
- 4) Tekanan kompaksi awal yang melebihi nilai tekanan kompaksi serbuk dan panas yang tidak merata pada saat proses *hot press* menyebabkan kekuatan tekan menurun dan laju keausan meningkat ketika tekanan kompaksi dan temperatur sintering dinaikkan.

Saran yang dapat diberikan antara lain:

1. Perlu dilakukan pengamatan struktur mikro dengan menggunakan SEM.
2. Cetakan yang digunakan perlu dilengkapi dengan elemen pemanas yang terukur dan terkontrol agar diperoleh hasil pemanasan bahan yang merata dan terukur.
3. Perlu diketahui nilai tekanan kompaksi serbuk untuk tiap bahan, khususnya *palm slag* dan *phenolic resin*.
4. Penelitian ini perlu dikembangkan lebih lanjut baik dari segi komposisi bahan, perlakuan-perlakuan yang diberikan, serta pengaruh alat-alat yang digunakan.

Daftar Pustaka

- [1] Direktorat Jenderal Perkebunan. 2012. Luas Areal Kelapa Sawit Menurut Provinsi di Indonesia, 2008-2012. www.deptan.go.id (diakses tanggal 27 Mei 2013).
- [2] Moenif, Eddon M. 2012. Potensi, Pengembangan, dan Target Implementasi Energi Terbarukan di Propinsi Riau. www.eepindonesia.org, Dinas Pertambangan dan Energi (diakses tanggal 28 Mei 2013).
- [3] Departemen Pertanian. 2006. Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit. pphp.deptan.go.id (diakses tanggal 27 Mei 2013)
- [4] Ruzaidi, C.M., H. Kamarudin, J.B. Shamsul, A.M. Mustafa Al Bakri, dan A.R. Rafiza. 2011. Comparative Study on Thermal, Compressive, and Wear Properties of Palm Slag Brake Pad Composite with Other Fillers. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 5(10): 790-796.
- [5] Groover, Mikell P. 2010. *Fundamental of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*. John Willey and Sons. Inc.
- [6] Upadhyaya, G.S. 2002. *Powder Metallurgy Technology*. Kanpur: Cambridge International Science Publishing