

Karakteristik Brake Lining Pada Pesawat Cessna Type 208b

Indreswari Suroso*

Program Studi Aeronautika, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan, Indonesia

Intisari

Sistem rem adalah sistem pengereman yang terletak di roda pendarat di pesawat terbang. Rem adalah salah satu komponen paling penting dari keselamatan dan kinerja di pesawat. Penelitian ini menggunakan metode observasi, metode wawancara dengan engineer dan metode eksperimental di Laboratorium Bahan, Politeknik Ceper, Klaten. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui fungsi, karakteristik dan efek komposisi kimia pada karakteristik kampas rem pada pesawat Cessna Caravan Type 208B. Fungsi dari kampas rem adalah mengurangi kecepatan dan menghentikan roda pesawat. Karakteristik kampas rem sebagai berikut menghasilkan nilai kekerasan 205 VHN dan komposisi kimianya terdiri dari Fe 95,9%; Cu 0,8%; Karbon 0,33%; 0,235% Si; Mn 0,468%; Al 0,235%; Mo 0,151%; dan Cr 0,772%. Bahan kampas rem ini termasuk dalam baja karbon sedang dengan paduan kromium. Pengaruh komposisi kimia pada karakteristik kampas rem pada pesawat ini dalam kandungan karbon dengan komposisi kimia baja karbon sedang, semakin keras material dan semakin tinggi ketahanan aus, semakin lama digunakan pelapis rem.

Kata kunci: brake, karakteristik, cessna, kekerasan, material

Abstract

The brake system is a braking system located on the landing gear on an airplane. Brakes are one of the most important components of safety and performance in airplane. This study uses the observation method, the interview method with the engineer and the experimental method at The Material Laboratory, Polytechnic Ceper, Klaten. The purpose of this study is to determine the function, characteristics and effect of chemical compositions on the characteristics of the brake lining on the Cessna Caravan Type 208B aircraft. The results of the brake lining as and characteristic of brake lining are reducing speed and stopping the aircraft wheels. The characteristics of the brake lining as follows result in a hardness value of 205 VHN and the chemical composition consists of Fe 95,9%; Cu 0.8%; Carbon 0,33%; 0,235% Si; Mn 0,468%; Al 0,235%; Mo 0.151%; and Cr 0,772%. This brake lining materials is included in medium carbon steel with chromium alloy. The influence of chemical composition on characteristics of brake lining on this aircraft in the Carbon content with the chemical composition of medium carbon steel, the harder the material and the higher the wear resistance, the more durable the brake lining usage.

Keywords: brake, characteristics, cessna, hardness, material.

Pendahuluan

Rem adalah salah satu komponen keselamatan dan kinerja terpenting dalam mobil dan pesawat terbang. Rem (*brake system*) pada pesawat terbang bekerja layaknya mobil namun perbedaannya pada penempatannya, rem pesawat terbang ditempatkan hanya di *main gear* dan umumnya terpisah kiri dan kanan. Pengembangan rem terutama difokuskan pada peningkatan daya pengereman dan stabilitas. Saat rem diterapkan, fungsi bantalan rem pada cakram untuk memperlambat roda. Proses baru dikembangkan untuk menghasilkan cakram rem karbon atau karbon-SiC terdiri dari dua lapisan

* Corresponding author: indreswari.suroso@sttkd.ac.id

Available Online 31 July 2020

gesekan dan lapisan berbeda dengan panjang serat karbon. Sistem rem untuk peralatan termasuk serangkaian rotor dan stator, dan aktuator rem pertama termasuk setidaknya satu piston pertama yang diposisikan dalam ruang pertama sehingga tekanan pada ruang pertama menyebabkan setidaknya satu piston pertama beroperasi secara aktif.

Satu pegas yang digabungkan secara operasional ke satu piston kedua yang diposisikan di dalam bilik kedua sehingga tekanan udara berkurang dari ruang kedua. Satu piston kedua beroperasi secara operatif dan stator dikompresi dan terjadi torsi pengereman. [1] (Burns et al., 2019). Bahan komposit tahan pada suhu tinggi. Komposit dibuat sebagai bantalan, komponen yang digunakan dalam bantalan pendaratan untuk menyediakan struktur untuk mendukung lepas landas dan pendaratan pesawat, [2]

Kampas rem dapat diproduksi menggunakan limbah kulit pisang untuk menggantikan asbes dan resin fenolik (fenol formaldehida), sebagai bahan pengikat yang diselidiki. Resin bervariasi dari 5 hingga 30% berat dengan interval 5% berat. Karakteristik morfologi, fisik, mekanis dan keausan kampas rem dipelajari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tekan, kekerasan dan berat jenis sampel yang diproduksi terlihat meningkat dengan peningkatan % berat penambahan resin, sementara minyak rendam, rendaman air, laju keausan dan persentase hangus berkurang seiring dengan peningkatan% berat resin. Sampel keseluruhan, mengandung 25% berat kulit pisang tanpa karbon dan 30% berat dalam karbonisasi memberikan sifat yang lebih baik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa partikel kulit pisang dapat secara efektif digunakan sebagai pengganti asbes dalam pembuatan bantalan rem[3]. Karakteristik struktural dari bahan rem pesawat adalah karbon/silikon karbida (C/SiC). Hasil penelitian diuji dengan mikroskop optik, *Scanning Electron Microscopy* (SEM), X-Ray Diffraction dan *Transmission Electron Microscopy* (TEM) dan sifat gesekannya diselidiki menggunakan roda pesawat dan rakitan rem pada *full* skala dinamometer. Bahan-bahannya terdiri dari lapisan-lapisan kain serat non-anyaman, jaring serat pendek, dan serat jarum. SiC dan Si sebagian besar didistribusikan di lapisan serat pendek. Matriks SiC terdiri dari butiran SiC berukuran *nanosize* dan berukuran mikro. Nano-SiC dapat membantu membentuk film gesekan. Micro-SiC dapat meningkatkan resistensi gesekan. Bahan komposit memiliki kinerja pengereman yang sangat baik dan ketahanan aus. [4]

Tinjauan Pustaka

Rem adalah salah satu yang paling penting dan keselamatan komponen kinerja dalam mobil dan pesawat terbang. Pengembangan rem terutama difokuskan pada peningkatan daya pengereman dan stabilitas. Saat ini, kebisingan rem, getaran dan kekerasan bersama dengan emisi debu rem dan umur pad sangat penting untuk pengemudi kendaraan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menentukan hubungan antara kompresibilitas bahan gesekan dan mereka kecenderungan menghasilkan getaran. Sebuah studi eksperimental dari gesekan yang diinduksi getaran didapat oleh sistem rem cakram seorang penumpang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kompresibilitas memiliki efek yang sangat signifikan pada pengurangan terjadinya getaran. [5]

Kanvas rem yang mempunyai struktur mikro berupa Cu, baja lembaran dengan struktur mikro berupa Ferrite dan Pearlite. Selanjutnya komponen *rotor disk* yang termasuk baja tinggi, terdapat struktur mikro yaitu Pearlite dan Karbida. Unsur fase material yang terkandung didalam kanvas rem mempunyai nilai rata-rata kekerasan sebesar 44,32 HRF dan rotor disk sebesar 38,1 HRC. [6] Adapun pada penelitian ini menggunakan kampas rem atau *brake lining* pada pesawat Cessna Caravan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Pesawat Cessna Caravan Type 208

(Sumber: PT. Demonim)

Cakram rem terkena tekanan termal yang tinggi, menyebabkan kerusakan kelelahan termal. Penelitian ini untuk mempelajari evolusi perilaku keausan bahan cakram rem, seperti besi cor, baja kromium, dan komposit matriks logam, di bawah pengaruh kelelahan termal. Spesimen *disc brake* dipanaskan dan kemudian didinginkan dengan cepat kemudian tes keausan dilakukan menggunakan tribometer tipe *pin-on-disc*. Bahan gesekan organik dan semimetalik digunakan untuk semua uji keausan. [7] Bahan rem dari serat karbon silikon karbida (C/SiC) memiliki kekuatan tinggi, kepadatan rendah, ketahanan suhu tinggi yang baik, sifat gesekan yang sangat baik, tingkat keausan rendah dan umur panjang. [8] Bahan yang bersumber dari bahan ramah lingkungan digunakan untuk menghasilkan kampas rem meliputi tempurung kelapa, resin epoksi sebagai bahan pengikat, grafit sebagai pengubah gesekan, dan aluminium oksida sebagai abrasiv. [9] Penelitian *brake lining* ini pada sistem pengereman pesawat terbang jenis Caravan Type 208B. Brake pad adalah salah satu komponen dari *brake system* pada pesawat. Sistem kerja *brake lining* ini memakai *single piston* artinya semua roda dalam sistem pengereman pesawat dikendalikan pada satu buah piston. Pesawat Caravan Type 208B ini memiliki tiga buah roda yaitu *nosewheel* tanpa *brake unit* dan *mainwheel*. Adapun pada bagian *brake lining* ini terdapat di sebelah lubang baut terdapat kerusakan permukaan (*surface damage*) dikarenakan efek panas yang berlebihan. Saat rem diterapkan, fungsi bantalan rem pada cakram untuk memperlambat roda. [10] Karakteristik pasir besi Kulonprogo yang dapat menjadi material pesawat terbang mengandung 76,346% Fe dan 12,76%Ti. [11] Adapun gambar sistem pengereman pada Cessna Caravan 208 seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem Pengereman Cessna Caravan

(Sumber: Pesawat Cessna)

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Politeknik Manufaktur Ceper, Klaten pada Agustus sampai dengan Oktober 2019 dengan mengolah data primer yaitu menguji kekerasan Vickers dan pengujian komposisi kimia di Laboratorium Politeknik Manufaktur Ceper di Klaten. Sebelumnya, peneliti juga melakukan observasi langsung di lapangan. Metode Wawancara digunakan untuk mewawancarai narasumber, yaitu seorang engineering pesawat Cessna Caravan Type 208B. Data sekunder sebagai referensi didapat dari artikel jurnal yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan.

Alat yang digunakan adalah alat uji kekerasan dan alat uji komposisi kimia. Alat uji Kekerasan Vickers seperti pada gambar 3, Alat uji Komposisi kimia dengan Spektrometer seperti pada gambar 4.



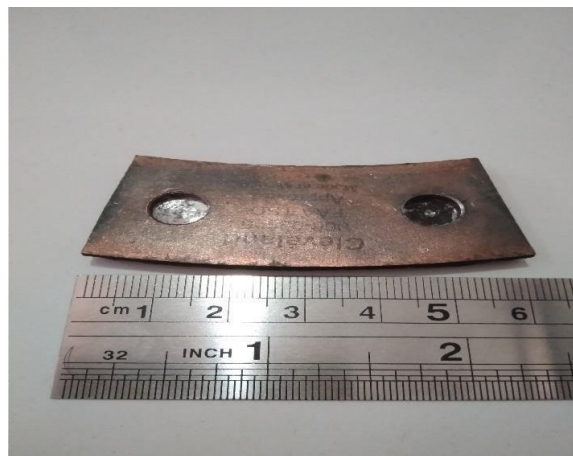
Gambar 3 Uji Kekerasan Vickers
(Sumber: Politeknik Manufaktur Ceper, Klaten)



Gambar 4. Uji Komposisi Kimia

Bahan penelitian

Bahan penelitian adalah *brake lining* pada Pesawat Cessna Caravan Type 208B seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Brake lining pada Pesawat Cessna Caravan Type 208B
(Sumber: Politeknik Manufaktur Ceper, Klaten)

Cara Penelitian

Hal yang perlu dilakukan dalam penelitian ini dimulai dengan pengujian kekerasan. Menyiapkan spesimen yang akan diuji, mengambil ukuran sampel uji dimana sampel dapat diuji lebih dari tiga kali. Meratakan sampel benda uji kemudian spesimen siap dilakukan pengujian, Memutar *handwheel* ke kiri sehingga *piece press* terangkat kurang lebih 2 cm. Memasang penetrator sesuai dengan jenis pengujian, Mengatur beban dengan memutar wrench yang terletak didepan atas alat uji ketentuan yang ada pada tabel, sampai pada hasil menunjukkan pada sampel standart dan pada alat sesuai maka segera analisis benda uji.

Pengujian sampel

Mempersiapkan benda uji yang disesuaikan landasan sampel sesuai bentuk sampel. Meletakkan sampel pada dudukan sampel bahwa permukaan sampel tegak lurus terhadap sumbu indenter, selama pembebanan berlangsung tidak boleh ada pergerakan sampel. Memutar *hand wheel* ke arah kiri sampai *piece press* menekan sampel kemudian memutar level tuas beban merah ke arah secara perlahan-lahan sampai jarum berhenti bergerak. Membaca angka yang ditunjuk dan melakukan indentasi pemanasan. Memutar *hand wheel* ke arah kanan sampai *piece press* terangkat. Memindahkan ke titik lain dan terakhir melakukan indentasi minimal 5x setiap sampel.

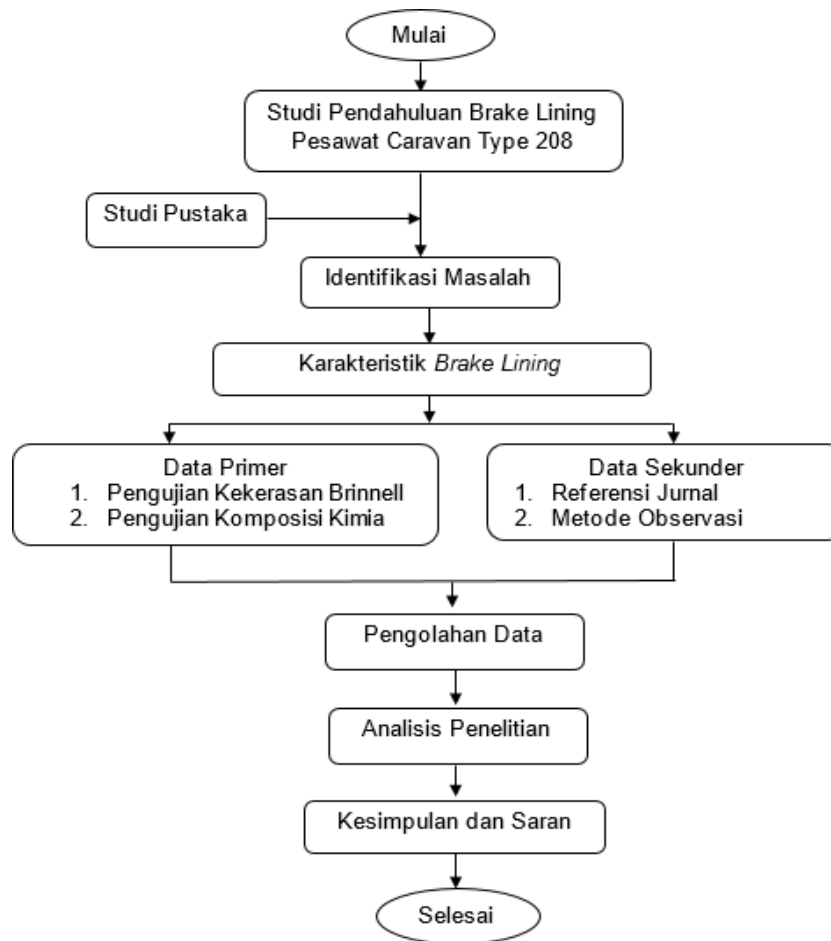
Pengujian komposisi kimia

Preparasi Sampel Benda Uji

Sampel diambil dari logam cair yang bebas dari slag dan oksida. Kemudian sampel dituang pada cetakan logam (Chill Test) untuk besi cor. Sampel uji dipotong dengan ukuran idealnya diameter 2- 5 cm dan tebal 3-5 cm. Meratakan permukaan sampel uji baja dengan Belt Sander dan sampel uji besi cor dengan grinder. Sampel mempunyai homogenitas yang cukup baik dan sampel memiliki area yang cukup untuk ndispark lebih dari satu kali pada titik yang berbeda.

Analisis Sampel

Membuka program pada analisa menu kemudian memilih program atau parameter yang digunakan untuk pengujian FeO1 untuk baja dan FeO2 untuk besi cor. Menempatkan sampel pada kekeduka kerja yang telah dipreparasi. Menekan F9 untuk melihat standar deviasi, menekan ESC untuk kembali ke benda uji kemudian hasil uji komposisi kimia dengan F6 di simpan untuk kemudian menghitung hasil uji secara otomatis dan hasil pengujian diprint out.



Gambar 6. Flowchart Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan di laboratorium pengujian bahan Politeknik Manufaktur Ceper, Klaten. Menggunakan mesin spektrum komposisi kimia *Optical Emission Spectroscopy (OES)* yang memberikan hasil pembacaan secara otomatis kandungan komposisi kimia pada material *Brake Lining* yang ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil pengujian komposisi kimia pada *Brake Lining* termasuk golongan baja karbon sedang karena memiliki campuran unsur Besi (Fe) dan karbon sebesar 0,333% berpengaruh pada kekuatan dan kekerasan. Tetapi terdapat campuran unsur lain yang mempengaruhi kekuatan sifat *Brake Lining* sebagai berikut; Kromium (Cr) berperan dalam pembentukan karbida. Senyawa karbida ini sangat keras dan dengan sendirinya kekerasan baja akan meningkat dan juga membuat baja bisa tahan aus. Unsur mangan (Mn) dapat menaikkan kekuatan, kekerasan, ketahanan aus, tahan terhadap korosi dan mengalami penguatan. Kandungan karbon (C) pada besi dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan tarikannya, tetapi di sisi lain membuatnya menjadi getas serta menurunkan keuletannya.

Tabel 1. Hasil Pengujian Komposisi Kimia Brake Lining

UNSUR	SAMPEL UJI		
	PERSENTASE (%)	DEVIASI	
S	Fe	95,9	0,173
	C	0,333	0,0310
	Si	0,235	0,0274
	Mn	0,468	0,0329
	P	0,0559	0,0025
	S	0,0352	0,0007
	Cr	0,772	0,0050
	Mo	0,151	0,0213
	Ni	0,0295	0,0117
	Al	0,235	0,0406
	Co	0,0154	0,0137
	Cu	<0,800	0,0000
	Nb	0,0058	0,0035
	Ti	<0,0020	0,0000
V	V	0,0141	0,0033
	W	<0,0250	0,0000
	Pb	<0,0100	0,0000
	Ca	<0,0015	0,0000
	Zr	0,0049	0,0025

(Sumber : Politeknik Manufaktur Ceper, Klaten)

Unsur silicon (Si) terkandung pada jumlah kecil dalam suatu besi dan dibutuhkan dalam jumlah besar pada jenis- jenis istimewa yang dapat menaikkan kekuatan, kekerasan, ketahanan aus, tahan terhadap panas dan korosi. Penambahan aluminium (Al) pada baja dapat memberikan ketahanan aus dan juga koefisien pemuaian rendah. Molybdenum (Mo) biasanya sering dicampur dengan baja untuk meningkatkan kekuatan, ketangguhan, ketahanan terhadap keausan dan korosi dan kemampuan untuk mengeraskan baja. Pembentukan material *Brake Lining* dengan campuran unsur Fe-Cr dengan kadar C sebesar 0.3% sehingga *brake lining* tersebut termasuk dalam baja karbon sedang, sangat cocok karena memiliki sifat sesuai dari fungsi *Brake Lining*. Fungsi *Brake Lining* yaitu untuk mengurangi atau bahkan menghentikan kecepatan putar suatu benda.

Pengujian kekerasan vickers

Kekerasan material di uji dengan menggunakan metode kekerasan Vickers yaitu dengan cara menekan benda uji atau spesimen dengan indenter intan yang berbentuk piramida dengan alas segi empat dan besar sudut dari permukaan- permukaan yang berhadapan 136° . Pada uji Vickers *Brake Lining* menggunakan 3 titik sampel, beban (P) sebesar 200 gf dan waktu pembebanan 15 detik. Hasil pengujian Vickers dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

Pengujian	Kekerasan Vickers		
	D1 (nm)	D2 (nm)	VHN
1	42,63	42,49	204,77
2	42,66	42,49	204,58
3	42,55	42,38	205,66

(Sumber : Politeknik Manufaktur Ceper, Klaten)

Kesimpulan

Fungsi dari kampas rem adalah mengurangi kecepatan dan menghentikan roda pesawat. Karakteristik kampas rem sebagai berikut menghasilkan nilai kekerasan 205 VHN dan komposisi kimianya terdiri dari Fe 95,9%; Cu 0,8%; Karbon 0,33%; 0,235% Si; Mn 0,468%; Al 0,235%; Mo 0,151%; dan Cr 0,772%. Bahan kampas rem ini termasuk dalam baja karbon sedang dengan paduan kromium. Pengaruh komposisi kimia pada karakteristik kampas rem pada pesawat ini dalam kandungan karbon dengan komposisi kimia baja karbon sedang, semakin keras material dan semakin tinggi ketahanan aus, semakin lama digunakan pelapis rem.

Daftar Pustaka

- [1] Burns, D., Davis, C., Desatnik, B., & Koerth, M. (2019). *U.S. Patent Application No. 16/034,666*.
- [2] Morris, S. J., & Peters, J. C. (2016). *U.S. Patent No. 9,458,632*. Washington, DC: U.S Patent and Trademark Office
- [3] Idris, U. D., Aigbodion, V. S., Abubakar, I. J., & Nwoye, C. I. Eco-friendly asbestos free brake-pad: Using banana peels. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, vol. 27, no. 2, pp. 185-192, 2015
- [4] Abutu, J., Lawal, S. A., Ndaliman, M. B., Lafia-Araga, R. A., Adedipe, O., & Choudhury, I. A. Production and characterization of brake pad developed from coconut shell reinforcement material using central composite design. *SN Applied Sciences*, vol.1, no.1, pp. 82, 2019.
- [5] Makrahy, M., & Nouby Ghazaly, A. M. Effect of Compressibility of Brake Friction Materials on Vibration Occurrence. *International Journal of Transport and Vehicle Engineering*, 11, 2017.
- [6] Goo, B. C. Development and characterization of C/C-SiC brake disc. *Materials and Manufacturing Processes*, vol. 31, no.8, pp.979-988, 2016.
- [7] Djafri, M., Bouchetara, M., Busch, C., Khatir, S., Khatir, T., Weber, S., ... & Abdel Wahab, M. (2018). Influence of Thermal Fatigue on the Wear Behavior of Brake Discs Sliding against Organic and Semimetallic Friction Materials. *Tribology Transactions*, vol.61, no. 5, pp.861-868.
- [8] Fan, S., Yang, C., He, L., Du, Y., Krenkel, W., Greil, P., & Travitzky, N. Progress of ceramic matrix composites brake materials for aircraft application. *Rev. Adv. Mater. Sci*, 44, pp. 313-325, 2016
- [9] Fan, S., Ma, X., Ji, B., Li, Z., Xie, Z., Deng, J. & Cheng, L. Oxidation resistance and thermal shock properties of self-healing SiCN/borosilicate glass-B4C-Al2O3 coatings for C/C aircraft brake materials. *Ceramics International*, vol. 45, no.1, pp. 550-557, 2019.
- [10] Chary, S., & Kumar, A. Design and Analysis of Disc Brake using Structural Steel, 2017
- [11] Suroso, I. Analisis Secara Fisis Dan Mekanis Pasir Besi Dari Pantai Selatan Kulonprogo Berguna Bagi Material Pesawat Terbang. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 4, no. 1, pp. 26-38, 2017.