Teknika 20 (1): 1-9

JURNAL TEKNIKA
ISSN: 0854-3143
e-ISSN: 2622-3481
Journal homepage: http://jurnal.polsri.ac.id/index.php/teknika
Journal Email: teknika@polsri.ac.id

Investigasi Sifat Mekanis *Journal Bearing* Turbin Gas di PLTGU Keramasan

Muhammad Ilham Fauzi Nur [1], Taufikurahman*[2], Yuli Asmara Triputra[3]

[1,*2,3]Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia
*Email Penulis Korespondensi: taufikurrahman@polsri.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi sifat mekanis material journal bearing yang digunakan pada turbin gas di PLTGU Keramasan, di mana bantalan berbahan dasar timah Babbitt berperan penting dalam mengurangi gesekan pada poros berputar berkecepatan tinggi. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan teknik eksperimen laboratorium, meliputi uji keausan (wear test), uji impak (impact test), dan analisis struktur mikro (microstructure analysis). Hasil uji keausan menunjukkan nilai keausan spesifik rata-rata sebesar 1881,1 µm yang menandakan material mengalami keausan namun masih dalam batas wajar. Uji impak menggunakan metode Charpy menghasilkan nilai rata-rata energi serap sebesar 2,8667 Joule yang menunjukkan ketangguhan material terhadap beban kejut. Pengamatan struktur mikro mengungkap adanya fasa Cu_6Sn_5 dan SbSn dalam matriks SnSbCu yang memberikan kombinasi kekuatan dan ketahanan aus. Secara keseluruhan, material timah Babbitt menunjukkan performa mekanik yang baik untuk aplikasi journal bearing, namun peningkatan komposisi timah atau optimasi proses pelapisan dapat dipertimbangkan untuk memperpanjang umur pakai dan meningkatkan keandalan. Penelitian ini diharapkan menjadi acuan dalam pemilihan dan pengembangan material bantalan pada industri pembangkit listrik.

Kata kunci— *journal bearing*, timah *Babbitt*, uji keausan, uji impak, struktur mikro, turbin gas.

Abstract

This study aims to investigate the mechanical properties of journal bearing materials used in gas turbines at the Keramasan Combined Cycle Power Plant (PLTGU Keramasan), where tin-based Babbitt bearings play an important role in reducing friction on high-speed rotating shafts. The research employed a quantitative approach with laboratory experimental techniques, including wear tests, impact tests, and microstructure analysis. The wear test results showed an average specific wear value of 1881.1 µm, indicating that the material experienced wear but remained within acceptable limits. The impact test using the Charpy method obtained an average absorbed energy of 2.8667 Joules, demonstrating the material's toughness against shock loads. Microstructural observations revealed the presence of Cu_6Sn_5 and SbSn phases within the SnSbCu matrix, providing a combination of strength and wear resistance. Overall, the tin-based Babbitt material exhibited good mechanical performance for journal bearing applications; however, increasing the tin composition or optimizing the coating process may be considered to extend service life and enhance reliability. This study is expected to serve as a reference for the selection and development of bearing materials in the power generation industry.

Received: July 22, 2025; Online Available: October 24, 2025

Keywords—*journal bearing, tin-based Babbitt, wear test, impact test, microstructure, gas turbine.*

1. PENDAHULUAN

Bearing, bagian *tribology* utama yang digunakan untuk mengurangi gesekan dan memungkinkan elemen berjalan dengan lancar, banyak diterapkan di hampir semua jenis mesin berputar, seperti transmisi, pabrik *rolling* baja, turbin angin, kereta berkecepatan tinggi dll. Operasi normal berputar Mesin sangat tergantung pada keadaan kesehatan. Dibandingkan dengan elemen mekanis lainnya, *bearing* rentan terhadap kesalahan karena paparan yang berkepanjangan terhadap kondisi kerja yang keras, seperti suhu tinggi, kecepatan rotasi tinggi, dan beban tinggi. *Journal bearing* merupakan satu diantara elemen mesin dari berbagai jenis industri dimana aplikasinya sebagai penahan poros yang berputar [1].

Journal bearing sederhananya adalah silinder yang mengelilingi poros dan diisi dengan sejenis pelumas fluida. Dalam bantalan ini fluida adalah kontak logam ke logam. Cairan yang paling umum digunakan adalah oli, dengan aplikasi khusus yang menggunakan air atau gas. Catatan aplikasi ini akan berkonsentrasi pada bantalan jurnal berpelumas minyak. Karakteristik tambahan *journal bearing* adalah redaman. Jenis bantalan ini memberikan lebih banyak redaman daripada bantalan elemen bergulir karena adanya lapisan pelumas. Film pelumas yang lebih kental dan lebih tebal memberikan sifat redaman yang lebih tinggi. Saat redaman yang tersedia meningkat, stabilitas bantalan juga meningkat. Desain bantalan yang stabil menahan rotor pada sudut sikap tetap selama periode transien seperti penyalaan atau penghentian mesin, serta perubahan beban. Sifat redaman pelumas juga menyediakan media yang sangat baik untuk membatasi transmisi getaran [2].

Bearing berfungsi untuk mengurangi gesekan antara dua komponen yang bergerak relatif, sehingga meningkatkan efisiensi rotasi dan memperpanjang umur mekanis mesin. *Journal bearing* juga berperan penting dalam mendukung poros agar gerak rotasinya tetap halus dan stabil. Komponen ini banyak digunakan pada mesin industri, kendaraan bermotor, serta turbin, karena kemampuannya menjaga efisiensi putaran. Konsep *journal bearing* sendiri telah dikenal sejak zaman kuno ketika manusia menggunakan minyak alami sebagai pelumas untuk mengurangi gesekan antar permukaan [3].

Bantalan *Babbitt*, atau bantalan logam putih, adalah bantalan geser yang menggunakan paduan *Babbitt* yang umumnya berupa timah, antimon, dan tembaga sebagai permukaan utama. Dinamai dari *Isaac Babbitt* yang mematenkannya pada 1839, paduan ini kadang menggunakan timbal sebagai pengganti timah tergantung aplikasi. Fungsi utamanya adalah menyediakan permukaan halus dan tahan aus untuk mengurangi gesekan antar komponen bergerak, sehingga menjadi komponen penting dalam berbagai mesin. Sekitar 45-55% kesalahan mekanis disebabkan oleh kegagalan bantalan, mencerminkan pentingnya dan kebutuhan membawa diagnosis kesalahan. [4].

Permukaan bagian dalam bantalan dilapisi dengan bahan yang lebih lembut, biasa disebut *babbitt*. *Babbitt*, yang merupakan paduan berbahan dasar timah, memiliki ketebalan yang dapat bervariasi dari 1 hingga 100 mils tergantung pada diameter bantalan. Lapisan *babbitt* memberikan permukaan yang tidak akan merusak atau mencungkil poros jika terjadi kontak langsung, serta memungkinkan partikel di pelumas tertanam di lapisan tanpa merusak poros.

Berdasarkan hasil observasi di PLTGU Keramasan**,** ditemukan bahwa beberapa unit turbin gas mengalami peningkatan suhu pada bantalan dan getaran berlebih akibat keausan pada lapisan *babbitt*. Kondisi tersebut menyebabkan penurunan efisiensi rotasi serta meningkatkan frekuensi perawatan. Hal ini menunjukkan bahwa material bantalan yang digunakan perlu dievaluasi kembali dari segi ketahanan aus dan ketangguhannya terhadap beban dinamis tinggi. Permasalahan tersebut menjadi salah satu faktor penting yang mendorong dilakukannya penelitian ini untuk mencari solusi peningkatan performa material *babbitt* pada *journal bearing*.

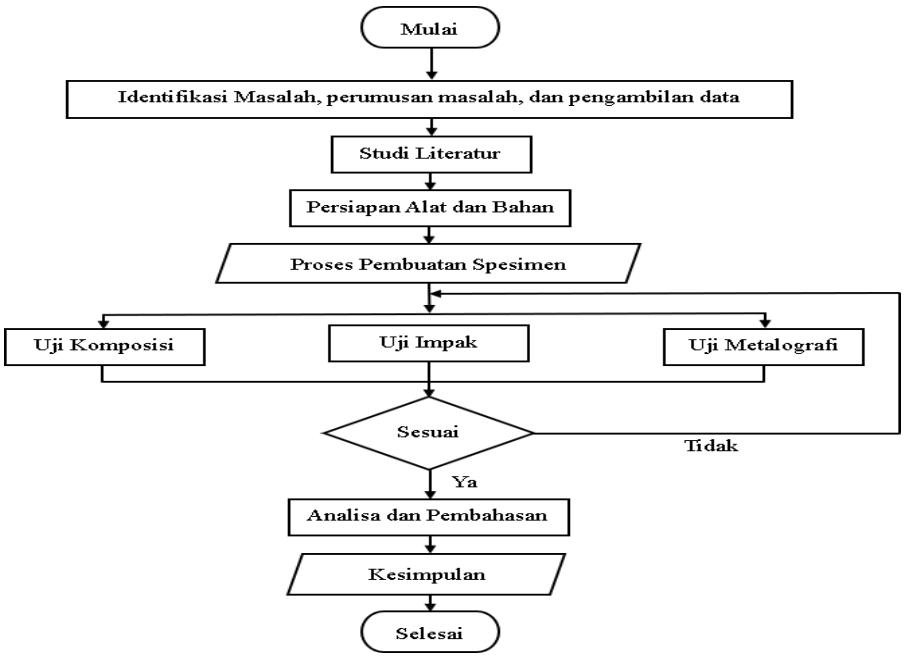
Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan untuk mengevaluasi performa material *babbitt* pada *journal bearing*. Peningkatan kadar timah dalam paduan babbitt dapat meningkatkan

ketahanan aus pada kondisi beban tinggi [7]. Sementara itu, penelitian lain menunjukkan bahwa uji impak dapat menggambarkan kemampuan material dalam menyerap energi kejut yang relevan terhadap kondisi operasi turbin gas [10].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk memberikan solusi terhadap permasalahan yang terjadi di lapangan dengan menggunakan metode uji keausan, uji impak, dan analisis struktur mikro. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan keandalan *journal bearing* pada sistem turbin gas di PLTGU Keramasan.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini objek yang digunakan yaitu *timah babbitt* dan dilakukan pengujian keausan, impak dan struktur mikro agar dapat mengetahui kerusakan yang terjadi pada *timah babbitt*. Keausan adalah kerusakan perubahan karakteristik pada permukaaan yang disebabkan penggunaan jangka panjang maupun oleh bercampurnya material dengan zat yang lain. Pengujian keausan sendiri memiliki beberapa fungsi meningkatkan kualitas produk, mengukur umur pakai produk, maksudnya pengujian keausan memungkinkan untuk memperkirakan umur pakai produk dalam kondisi operasional yang sesungguhnya. Hal ini membantu pengguna atau konsumen untuk mengetahui seberapa lama produk tersebut dapat digunakan sebelum perlu diganti atau diperbaiki [9]. Untuk memberikan gambaran mengenai tahapan penelitian yang dilakukan, ditampilkan diagram alir pelaksanaan penelitian seperti tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini, objek yang digunakan yaitu material timah *Babbitt* yang digunakan sebagai lapisan pada *journal bearing*. Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahap pengujian, yaitu uji keausan (*wear test*)**,** uji impak (*impact test*)**,** dan uji struktur mikro (*microstructure analysis*) untuk mengetahui tingkat ketahanan, kekuatan, serta karakteristik material terhadap kondisi kerja sebenarnya.

Uji keausan bertujuan untuk mengetahui daya tahan material terhadap gesekan atau abrasi akibat kontak dengan permukaan lain. Pengujian dilakukan menggunakan cakram rotor dengan ketebalan 3 mm dan diameter 30 mm, serta spesimen berukuran 10 × 10 × 5 mm. Sistem penggerak diatur melalui gear ratio 70/40 dan 36/108, dengan kecepatan 0,25 m/s, lintasan 30 m,

dan beban sebesar 6,36 kg. Pengujian dilakukan tiga kali untuk masing-masing spesimen guna memastikan keandalan data, dan hasil uji keausan dianalisis dengan menghitung rata-rata kehilangan massa material. Waktu pengujian dicatat untuk setiap percobaan sehingga dapat dibandingkan dengan standar *wear* material *Babbitt*.

Pengujian uji impak nilai rata-rata energi serap dari tiga spesimen uji menggunakan Formula (1) diperoleh sebesar 2,87 Joule, yang menunjukkan bahwa material timah *Babbitt* memiliki ketangguhan sedang terhadap beban kejut. Nilai ini menandakan bahwa material masih mampu menyerap energi benturan sebelum mengalami patah, namun potensi terjadinya retakan mikro tetap ada. Retakan tersebut kemungkinan disebabkan oleh kelelahan material (*fatigue*) atau ketidaksempurnaan dalam proses pengecoran dan pendinginan selama pembuatan spesimen. Tiga spesimen diuji, dan nilai rata-rata energi serap diperoleh sebesar 2,87 Joule, menunjukkan ketangguhan sedang dari material *Babbitt*. Pengujian dilakukan minimal tiga kali untuk setiap spesimen untuk memperoleh data yang valid. Retakan mikro yang muncul kemungkinan disebabkan oleh kelelahan material atau ketidaksempurnaan pada proses pengecoran dan pendinginan.

$$E = m.\ g.\ r\ (cos\beta - \cos\alpha) \qquad (1)$$

Dimana:
E = energi impak (joule)
m = massa pendulum (kg)
g = percepatan gravitasi (m/s 2) = 9,8 = 10 m/s 2
r = panjang lengan pendulum = jarak antara titik ayun pendulum dengan titik takik (m)
cosα = sudut awal sebelum pendulum diayun, posisi titik A
cosβ = sudut simpangan setelah pendulum menumbuk spesimen , posisi titik B

Uji struktur mikro bertujuan untuk mengamati dan menganalisis struktur internal material pada tingkat mikroskopis, sehingga sifat, kualitas, dan karakteristik material dapat diketahui. Pengamatan dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Hasil pengamatan memperlihatkan adanya fasa Cu_6Sn_5 dan SbSn yang tersebar dalam matriks SnSbCu, yang memberikan ketahanan aus dan kekuatan mekanik yang memadai. Pengamatan dilakukan pada beberapa titik spesimen, dengan tiga spesimen diamati untuk memastikan konsistensi hasil. Analisis struktur mikro memperkuat karakter *Babbitt* sebagai material *bearing* yang andal untuk kondisi kerja berat dan kecepatan tinggi, seperti pada sistem turbin gas PLTGU Keramasan.

Metalografi adalah perpaduan ilmu dan seni yang mempelajari tentang struktur mikroskopis logam dan paduan menggunakan mikroskop optik, mikroskop elektron atau jenis mikroskop lainnya. Kinerja dan sifat material terutama sifat mekanik logam ditentukan oleh struktur mikro, dengan menganalisis struktur mikro material maka kinerja dan keandalan saat digunakan dapat dipahami dengan lebih baik [11].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Uji Keuasan*

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa, dari 5 kali percobaan nilai keausan berbeda-beda. Nilai keausan tertinggi terdapat pada pengujian ke-3. Nilai ini menunjukkan bahwa material memiliki ketahanan aus yang cukup baik untuk digunakan pada aplikasi *journal bearing*, khususnya dalam kondisi operasi turbin gas di PLTGU Keramasan. Keausan dalam batas rendah ini mendukung karakteristik material bantalan yang tahan terhadap gesekan dan beban siklik.

Uji keausan dilakukan dengan 5 kali seperti pada Gambar 2 pengujian dan menunjukkan rata-rata nilai keausan spesifik sebesar 1881,1µm. Hal ini menunjukkan bahwa material mengalami keausan namun masih dalam batas wajar. Nilai ini sejalan dengan karakteristik material *Babbitt* yang memiliki ketahanan aus sedang. Dapat disimpulkan spesimen dengan material timah *babbitt* mengalami kerusakan yang disebabkan oleh keausan (*wear*). Oleh karena itu, terjadinya keausan sebelum masa waktunya untuk meminimalisir kerusakan pada material

sebaiknya material menggunakan campuran timah yang lebih tinggi. Sehingga semakin tinggi kadar timah semakin mengurangi gesekan yang terjadi selama material digunakan.

Tabel 1 Hasil Uji Keausan

No	Spesimen	Hasil uji keausan
1	Timah *Babbitt*	1815,04µm
2		2086,40µm
3		2316,80µm
4		1794,56µm
5		1392,64µm
Rata- rata		1881,1µm



Gambar 2 Diagram Hasil Uji

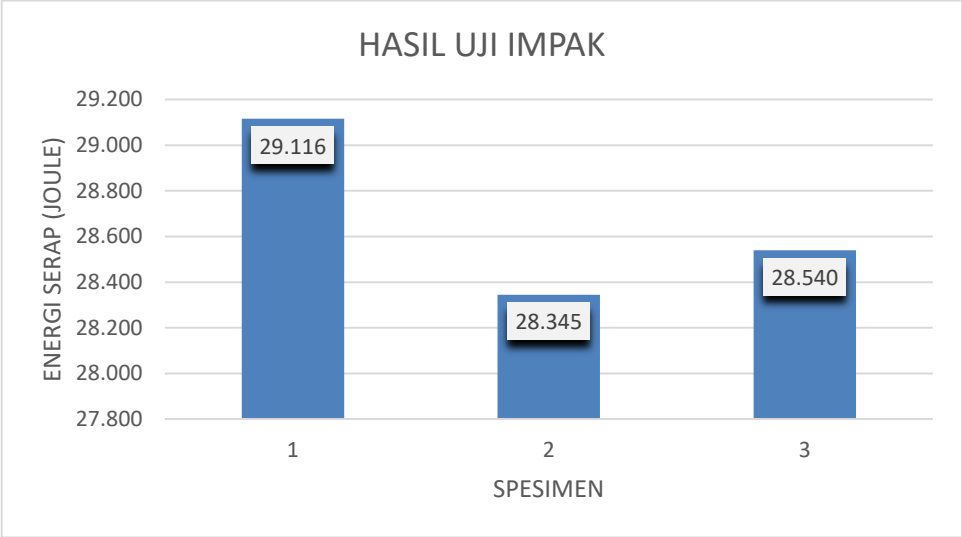
3.2 *Uji Impak*

Tabel 2 Hasil Uji Impak

No	**Spesimen**	**b (Lebar)**	**t (Tebal)**	**d (Notch)**	**A**	**E**	**E**
		cm	**cm**	**cm**	**cm**	**kgf.cm**	**Joule**
1	Timah *Babbitt*	1,0	1,0	0,2	0,8	29,68	2,9116
2		1,0	1,0	0,2	0,8	28,90	2,8345
3		1,0	1,0	0,2	0,8	29,10	2,8540
Rata – rata							2,8667

Berdasarkan hasil pengujian *impact* yang ditampilkan pada Tabel 2, ada 3 spesimen yang diuji dan diperoleh nilai rata-rata energi serap sebesar 2,8667 J. Nilai ini mencerminkan ketangguhan material terhadap beban kejut. Untuk memperjelas distribusi nilai energi yang diserap oleh masing-masing spesimen. Gambar 3 disajikan grafik batang hasil uji impak terhadap material timah *Babbitt* pada tiga spesimen berbeda. Grafik ini menunjukkan perbandingan visual dari energi yang mampu diserap oleh material sebelum mengalami patah akibat beban kejut.

Dari grafik pada Gambar 3, terlihat bahwa Spesimen 1 memiliki energi serap tertinggi sebesar 2,9116 Joule, sedangkan spesimen lainnya memiliki nilai sedikit lebih rendah yaitu 2,8345 dan 2,8540 Joule. Perbedaan ini dapat menunjukkan adanya variasi mikrostruktur atau cacat internal dalam material, seperti porositas atau retak mikro yang tidak seragam. Walaupun perbedaannya tidak signifikan, hasil ini tetap menunjukkan bahwa material *Babbitt* memiliki kemampuan menyerap energi benturan secara cukup konsisten.



Gambar 3 Grafik Uji Impak

Nilai-nilai tersebut sesuai dengan karakteristik material logam lunak berstruktur heterogen seperti timah *Babbitt*, yang umumnya digunakan untuk aplikasi bantalan dengan kebutuhan redaman terhadap beban kejut yang sedang.

Untuk 3 spesimen yang telah dilakukan pengujian, material mengalami kerusakan. Salah satu penyebab kerusakan yakni adanya retak mikro atau porositas material yang terjadi kemungkinan pada saat proses produksi yang kurang optimal sehingga menyebabkan penurunan ketangguhan material. Jam operasional material yang tinggi juga dapat menyebabkan kelelahan material, terutama jika material mengalami siklus pembebanan yang berulang, hal ini dapat menyebabkan terbentuknya retakan-retakan kecil yang dapat mengurangi nilai ketangguhan *impact* material.

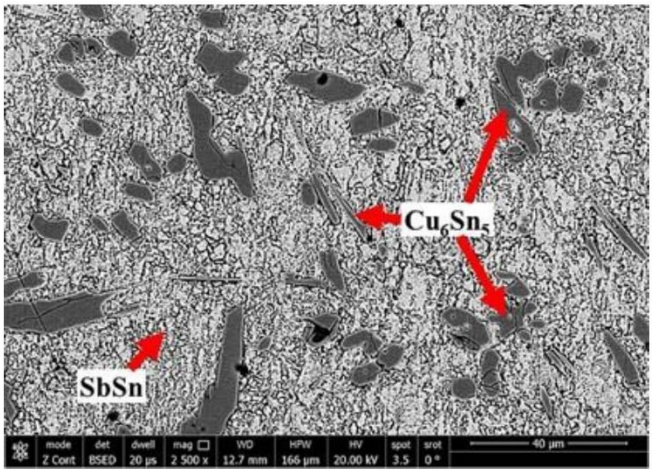
3.3 *Uji Struktur Mikro*

Uji struktur mikro bertujuan untuk mengamati dan menganalisis struktur internal material pada tingkat mikroskopis guna memahami sifat dan karakteristiknya. Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM), ditemukan adanya fasa Cu_6Sn_5 dan SbSn dalam matriks SnSbCu. Kedua fasa ini berperan penting dalam menentukan sifat mekanik material: Cu_6Sn_5 berfungsi sebagai fasa keras yang meningkatkan ketahanan aus, sedangkan SbSn berperan dalam meningkatkan ketangguhan dan kemampuan menyerap energi kejut. Distribusi yang tidak merata dari kedua fasa tersebut dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara kekuatan dan keuletan material bantalan.

Hasil pengamatan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh [3], menambahkan bahwa keseimbangan antara kedua fasa tersebut merupakan kunci untuk mendapatkan performa optimum pada material Babbitt berbasis timah. Hal serupa juga dijelaskan oleh [7], yang melaporkan bahwa peningkatan kadar Cu dalam paduan timah *Babbitt* memperbesar fasa Cu_6Sn_5 berbentuk jarum, sehingga meningkatkan ketahanan aus tetapi dapat menurunkan ketangguhan bila distribusinya tidak homogen. Sementara itu, penelitian [8] menemukan bahwa homogenitas distribusi fasa Cu_6Sn_5 dan SbSn sangat memengaruhi stabilitas lapisan permukaan bantalan pada turbin uap.

SEM dari mikrostruktur *Babbitt* berbasis Sn yang digunakan sebagai matriks dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar tersebut dengan jelas mengungkapkan keberadaan fasa Cu6Sn5 dan SbSn dalam matriks larutan padat SnSbCu. Ukuran fasa Cu6Sn5 relatif lebih besar daripada fasa SbSn dan sesuai dengan bentuk jarum dan tanda bintang. Mikro struktur seperti itu yang terdiri dari matriks larutan padat dengan fasa biner keras membuat

komposit matriks logam hibrida dengan sifat lelah yang baik. Literatur menunjukkan bahwa variasi dalam komposisi kimia paduan *Babbitt* berbasis timah mengubah mikrostruktur: kurang dari 8 wt% Sb mendistribusikan fasa Cu6Sn5 dan SbSn lebih seragam sementara keberadaan Sb lebih besar dari 8 wt% menunjukkan fasa kuboid primer SbSn .



Gambar 4 Hasil Uji Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro menggunakan SEM menunjukkan adanya fase Cu_6Sn_5 dan SbSn dalam matriks SnSbCu. Fasa ini memberikan kombinasi antara kekuatan dan ketahanan aus yang baik. Distribusi yang tidak merata dapat memengaruhi ketangguhan material. Distribusi fasa Cu_6Sn_5 yang tidak merata dapat menyebabkan ketidakstabilan lokal pada permukaan bantalan, yang pada akhirnya berdampak pada ketahanan aus dan energi serap impak.

Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengetahui isi unsur kandungan yang terdapat didalam spesimen baja karbon rendah yang akan diuji. Dengan menggunakan spesimen uji yang telah dihaluskan agar dapat terlihat kandungan didalam benda uji tersebut. Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengetahui isi unsur kandungan yang terdapat didalam spesimen baja karbon rendah yang akan diuji. Dengan menggunakan spesimen uji yang telah dihaluskan agar dapat terlihat kandungan didalam benda uji tersebut [18].

Dengan demikian, hasil uji mikrostruktur pada penelitian ini menunjukkan konsistensi terhadap hasil uji keausan dan impak sebelumnya. Keberadaan fasa Cu_6Sn_5 yang merata dikaitkan dengan nilai keausan rendah, sedangkan distribusi SbSn yang baik mendukung peningkatan energi impak. Kombinasi ini membuktikan bahwa paduan timah *Babbitt* memiliki ketahanan gesek dan ketangguhan yang sesuai untuk digunakan sebagai material bantalan pada sistem turbin gas yang bekerja di bawah beban dinamis tinggi. Nilai keausan yang rendah dan energi impak yang cukup baik dikonfirmasi oleh keberadaan fasa Cu_6Sn_5 pada struktur mikro. Kombinasi ini memperkuat dugaan bahwa distribusi fasa keras-lunak pada material turut berkontribusi pada ketahanan aus dan ketangguhan material.Berdasarkan seluruh hasil pengujian dan analisis di atas, dapat disusun kesimpulan dan saran yang akan dibahas pada bab berikutnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian terhadap material timah Babbitt pada *journal bearing* turbin gas di PLTGU Keramasan, dapat disimpulkan bahwa material menunjukkan performa mekanis yang baik dan layak digunakan untuk aplikasi dengan beban dinamis tinggi.

1. Uji keausan menunjukkan nilai rata-rata keausan spesifik sebesar 1881,1 µm, dengan laju keausan sekitar $6{,}27 \times 10^{-4}$ mm^3/Nm, yang masih berada dalam batas aman untuk material bantalan (bearing material). Nilai ini menunjukkan bahwa Babbitt memiliki ketahanan aus yang memadai terhadap gesekan berulang selama operasi turbin gas.
2. Uji impak (Charpy test) menghasilkan energi serap rata-rata sebesar 2,87 Joule, menandakan

bahwa material memiliki ketangguhan sedang terhadap beban kejut. Adanya indikasi retakan mikro mengindikasikan potensi kelelahan material (*fatigue*) akibat proses pengecoran atau pendinginan yang kurang sempurna.

3. Hasil pengamatan struktur mikro menggunakan SEM memperlihatkan keberadaan fasa Cu_6Sn_5 dan SbSn yang tersebar merata dalam matriks SnSbCu, dengan ukuran butir rata-rata sekitar 8–10 µm. Kombinasi fasa ini berkontribusi terhadap kekuatan mekanik dan ketahanan aus yang baik.

Secara keseluruhan, timah *Babbitt* memiliki karakteristik mekanik dan struktur mikro yang mendukung kinerja optimal sebagai material bantalan pada sistem turbin gas. Namun, performa dapat ditingkatkan melalui optimasi komposisi paduan (kandungan Cu dan Sb) serta kontrol proses pengecoran dan pendinginan untuk meminimalkan retakan mikro dan memperpanjang umur pakai bantalan.

5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar penelitian selanjutnya memperluas ruang lingkup pengujian dengan menambah jumlah serta variasi sampel dari beberapa lokasi atau kondisi operasi journal bearing yang berbeda, sehingga hasilnya lebih representatif dan dapat digeneralisasikan. Pengujian tambahan berupa uji kekerasan (*hardness test*) perlu dilakukan untuk melengkapi data mekanis serta mengetahui hubungan antara tingkat kekerasan, ketahanan aus, dan ketangguhan material timah *Babbitt*. Selain itu, optimasi komposisi paduan Sn, Cu, dan Sb serta peningkatan proses pelapisan seperti *tinnin*g atau *babbitting* perlu dilakukan guna meminimalkan cacat mikro dan meningkatkan ketahanan material. Kolaborasi antara akademisi dan industri pembangkit listrik juga dianjurkan agar hasil penelitian dapat diterapkan secara nyata pada sistem bantalan turbin gas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti berterima kasih kepada Pusat Penelitian dan pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Sriwijaya yang memberikan dukungan dan bantuan atas terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Y. Chen, Y. Sun, Q. He, and J. Feng, “Elastohydrodynamic Behavior Analysis of Journal Bearing Using Fluid– Structure Interaction Considering Cavitation,” Arab. J. Sci. Eng., vol. 44, no. 2, pp. 1305–1320, 2019, doi: 10.1007/s13369-018-3467-9.

[2] Arman, R. (2021). Studi prediksi analitik posisi bantalan (*Journal Bearing*) pada turbin gas. *Jurnal Teknologi Mesin*. https://journal. uta45jakarta.ac.id/index.php/jktm/article/view/4516

[3] Babu, M. V. S., & co-authors. (2015). *Review of Journal Bearing Materials and Current Trends.* ResearchGate Publication.

[4] Cici. (2024). Penuhi kebutuhan aplikasi khusus anda: Bantalan *babbitt* yang disesuaikan. *FHD Bearings*. https://fhdbearings.com/id/blog/babbitt-bearings

[5] Xiaohan, C., Yang, R., & rekan-rekan. (2023). *Deep transfer learning for bearing fault diagnosis: A* systematic review. *Brunel University Research Archive*. https://bura.brunel.ac.uk/bitstream/2438/26610/1/FullText.pdfm/id/publications/191035

[6] Dianawuri. (2024). Mengenal jenis-jenis *bearing* pada kendaraan dan fungsinya. *Tirto.id*. https://tirto.id/jenis-jenis-*bearing*-pada-kendaraan-dan-fungsinya-g6KV

[7] Ramadhan Muhammad. (2023). Mikro struktur dan Kinerja Mekanik Paduan *Babbitt* Berbasis Timah yang Mengandung Nano partikel Oksida Besi dan Silika.*Mdpi.com*.https://doi.org/10.3390/met13020324

[8] Reza, M. H. (2018). *Characterization of Babbitt in Steam Turbine Sliding Bearings.* Prosiding BKSTM 2018, 1–6.

[9] Raharja, Bagus Setya, and I. Made Sunada. 2018. "Analisa Keausan Roda Gigi Lurus Secara Mikroskopik Dengan Variasi Beban." Jurnal Teknik Mesin 14(2):299–305.
[10] Inayah, N. (2015). *Studi eksperimen dan analisa keausan journal bearing dengan lapisan pasta pada rotary valve mesin pembuat pasta* (Skripsi Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember). https://repository.its.ac.id/72344/
[11] Firmansyah. (2024a). *Impact test*. *Detech* Indonesia. https:// www.detech.co.id/impact-test
[12] Firmansyah. (2024b). Uji metalografi. *Detech* Indonesia. https:// www.detech.co.id/uji-metalografi
[13] Ningsih, E. K. (2016). Studi eksperimen dan analisa keausan *journal bearing dry contact pada rotary valve* mesin pembuat pasta Purnomo. (2017). *Material teknik*. Seribu Bintang. https://www.seribubintang. web.id/indeks.php?p=show_detail&id=7
[14] Permana, T. S. G., & Rumendi, U. (2014). Analisa Uji Keausan Material St 37 Hasil Carburizing Dan Hardening Dengan Menggunakan Mesin Uji Keausan Horizontal. *POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG*.
[15] Sartika, D. (2024). Mengenal potensi dan manfaat timah dalam dunia industri. *HashMicro*. https://www.hashmicro.com/id/blog/mengenal-potensi-dan-manfaat-timah-dalam-dunia-industri
[16] Syafa'at,, dkk. (2010). Pemodelan keausan kontak sliding antara silinder dengan bidang datar. *Jurnal UNIMUS*. https://jurnal. unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/download/86/66
[17] Wahyu, M. (2020). Analisa uji impak baja *carbon steel* 1045 dengan menggunakan metode *Charpy*. *Jurnal Sains Riset*, 1(1). https://jurnal. harapan.ac.id/index.php/JSR/article/view/342
[18] Wikipedia contributors. (2025). *Bearing*. Wikipedia. https://id.wikipedia.org/ wiki/Bantalan
[19] Yogantoro, A. (2010). *Penelitian Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan Low Tempering, Medium Tempering Dan High Tempering Pada Medium Carbon Steel Produksi Pengecoran Batur-Klaten Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan Dan Ketangguhan (Toughness)* (Doctoral dissertation, Univerversitas Muhammadiyah Surakarta).