

## Characterization of Babbitt in Steam Turbine Sliding Bearings

Mohammad Reza Hermawan<sup>1,\*</sup>, Bukti Tatigan<sup>1</sup> dan Dedi Lazuardi<sup>1</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pasundan-Bandung

[rezahermawan@unpas.ac.id](mailto:rezahermawan@unpas.ac.id)

**Abstract.** In an equipment or machine it can be ascertained that there are many components that move both in the form of angular movements and linear movements. As the steam turbine moving blade there is a shaft that rotates quickly. Slide pads are the most appropriate component to reduce the coefficient of friction. There are several materials used for the manufacture of sliding bearings. Babbitt is a solution to reduce the coefficient of friction on the rotating shaft with high rotation. The characterization of Babbitt was carried out to assist small industries in obtaining reference for the manufacturing process, especially in the coating process. Babbitt coating or often called babbitting can be done by electroplating, hot dipping and welding using TIG. Characterization was carried out with both macro and micro metallographic observations, as well as chemical composition analysis to determine the standard of sliding bearings used. The results of the observation showed that the sliding bearing was estimated to be coated with welding because there was a groove in the base material, the Babbitt metal used was ASTM B23 grade 2 with a hardness of 24.76 HBN.

**Abstrak.** Pada suatu peralatan atau mesin dapat dipastikan bahwa terdapat banyak komponen yang bergerak baik dalam bentuk gerakan angular maupun gerakan linear. Seperti halnya pada *moving blade* turbin uap terdapat *shaft* yang berputar secara cepat. Bantalan luncur menjadi komponen paling tepat untuk mengurangi koefisien gesek. Terdapat beberapa material yang digunakan untuk pembuatan bantalan luncur. Babbitt menjadi solusi untuk dapat mengurangi koefisien gesek pada poros yang berputar dengan putaran tinggi. Karakterisasi pada Babbitt ini dilakukan untuk membantu industri kecil dalam memperoleh acuan proses pembuatan terutama pada proses pelapisan. Pelapisan Babbitt atau sering disebut babbitting dapat dilakukan dengan *electroplating*, *hot dipping* dan pengelasan menggunakan TIG. Karakterisasi dilakukan dengan pengamatan metalografi baik makro maupun mikro, juga analisis komposisi kimia untuk mengetahui standar bantalan luncur yang digunakan. Hasil pengamatan menunjukkan bantalan luncur ini diperkirakan proses pelapisannya dengan pengelasan karena terlihat adanya alur pada *base material*, logam Babbitt yang digunakan adalah ASTM B23 grade 2 dengan harga kekerasan 24,76 HBN.

**Kata kunci:** Bantalan Luncur, Pengujian, Pelapisan Babbitt

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Pada suatu peralatan/mesin dapat dipastikan bahwa terdapat banyak komponen yang bergerak baik dalam bentuk gerakan angular maupun gerakan linear. Gerakan relatif antar komponen mesin akan menimbulkan gesekan, dimana gesekan ini dapat menurunkan efisiensi mesin, meningkatnya temperatur, keausan, dan berbagai efek negatif lainnya. Gesekan antara komponen mesin tersebut dapat diminimalkan dengan menggunakan bantalan atau *bearing*.

Terdapat dua jenis mekanisme yang digunakan bantalan dalam mengatasi gesekan yaitu mekanisme *sliding* dan mekanisme *rolling*. Untuk mekanisme *rolling*, dimana tidak boleh terjadi gerakan relatif antara permukaan yang berkontak, peran pelumas lebih kecil. Bentuk pelumas dapat berupa gas, cair maupun padat. Sedangkan mekanisme *sliding*, dimana terjadi gerakan relatif antar

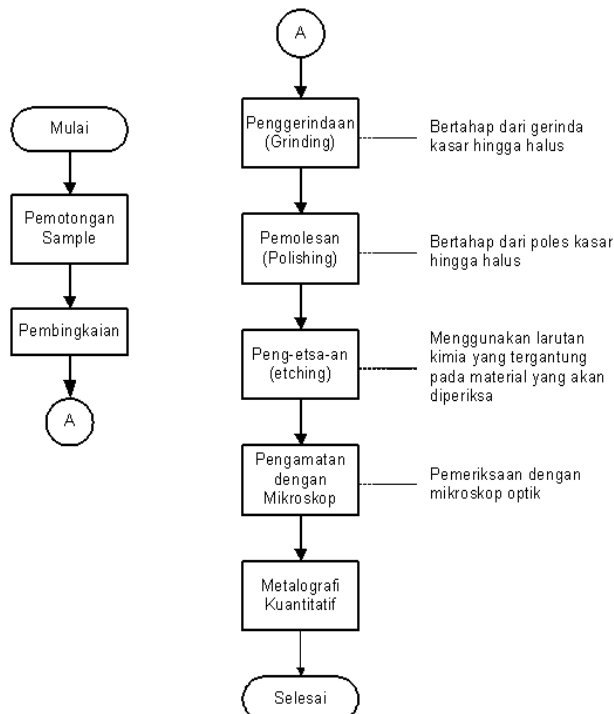
permukaan, maka penggunaan pelumas memegang peranan yang sangat penting.

Pada *Sliding Bearing*, pemilihan bahan atau material menjadi peranan utama dikarenakan mekanismenya yang langsung berkontak antar permukaan. Maka dari itu sifat – sifat seperti *anti friction*, anti las, mampu menahan minyak lumas, memiliki keuletan yang tinggi, mampu membenamkan kotoran halus dan daya tahan karat yang baik adalah sifat yang harus dicari sesuai dengan penggunaan *Sliding bearing*. Terdapat beberapa bahan yang sering digunakan untuk *sliding bearing* karena memiliki sifat – sifat tertentu, diantaranya logam Babbitt, kuningan, bronze. Penggunaan bahan tersebut disesuaikan dengan penggunaannya mulai dari putaran rendah hingga putaran tinggi

### Metode Penelitian

Proses karakterisasi ini dimulai dengan melakukan pengambilan sampel pengujian untuk

kemudian dilakukan pengujian struktur mikro, pengujian kekerasan dan pengujian komposisi kimia. Pengujian struktur mikro dilakukan untuk pengamatan metalografi dengan diagram alir pengamatan sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Pengamata Metalografi

### Pengamatan Metalografi

Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui fasa-fasa pada proses pembuatan Bantalan Luncur serta mengetahui sifat mekanik dan sifat fisik material. Adapun urutan proses pengerjaan dari pengamatan metalografi sebagai berikut :

1. Proses Pengambilan sample spesimen dengan menggunakan gergaji tangan. Dalam pengambilan sampel, hal yang perlu diperhatikan adalah gesekan yang dapat menyebabkan panas atau deformasi berlebih pada material karena dapat menyebabkan perubahan butir. Oleh karena itu setiap pemotongan harus diberi pendingin yang memadai. Pada umumnya bahan uji tidak di ambil atau dipotong terlalu besar karena dianggap representatif, namun tidak juga terlalu kecil karena harus disesuaikan dengan proses pengujian yang akan dilakukan. Pengambilan sampel harus sesuai dengan kondisi rata – rata bahan pada bagian tertentu dengan memperhatikan kemudahan pemotongan pula. Secara garis besar, pemotongan sampel dilakukan pada daerah yang diamati mikrostruktur maupun makrostrukturnya. Seperti pada gambar 3.3 dan gambar 3.4.



Gambar 2. Proses Pengambilan Sampel Uji

2. Spesimen yang telah dipotong kemudian dibingkai (*mounting*) dengan menggunakan campuran resin dan katalis di diamkan hingga membeku dan mengeras. Hal ini dilakukan karena spesimen memiliki bentuk yang tidak beraturan dan berukuran kecil sehingga sulit untuk ditangani, terutama dalam proses penggrindaan dan pemolesan akhir. Secara umum syarat – syarat yang harus dimiliki bahan mounting adalah bersifat *inert* atau tidak bereaksi dengan material maupun zat etsa, sifat eksoterm, viskositas rendah, memiliki kekerasan yang sama dengan sampel, dapat menembus pori dan celah.



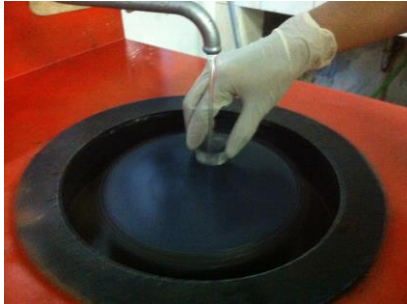
Gambar 3. Proses Pembungkai Spesimen

3. Sampel yang telah dipotong dan dibingkai tentunya memiliki permukaan yang kasar. Permukaan yang kasar tersebut harus diratakan agar pengamatan struktur mudah dilakukan. Pengampelasan dilakukan dengan menggunakan kertas ampelas yang ukuran abrasifnya dinyatakan dengan mesh. Urutan pengampelasan harus dilakukan dari nomor mesh yang rendah (150 mesh) hingga ke ukuran yang tinggi (2000 mesh). Urutan ini disesuaikan pada kekerasan permukaan dan kedalaman kerusakan yang ditimbulkan oleh pemotongan. Hal yang harus diperhatikan adalah pemberian air yang berfungsi sebagai pemindah geram, memperkecil kerusakan akibat panas yang timbul sehingga dapat merubah strukrur mikro sampel dan

memperpanjang masa penggunaan ampelas.



**Gambar 4.** Mesin Poles



**Gambar 5.** Proses Pengampelasan (*Grinding*)

4. Setelah itu dilakukan pemolesan dengan menggunakan kain beludru dengan menambahkan cairan *magnesium oxide* (MgO) yang bertujuan untuk memperoleh permukaan sampel yang halus, bebas goresan serta menghilangkan ketidakteraturan hingga orde  $0,01\mu\text{m}$ . permukaan sampel yang akan diamati harus benar – benar rata. Apabila permukaan sampel kasar/bergelombang, maka pengamatan struktur mikro akan sulit untuk dilakukan karena cahaya yang datang dari mikroskop dipantulkan secara acak oleh permukaan sampel.



**Gambar 6.** Pasta *Magnesium Oxide* (MgO)



**Gambar 7.** Proses Pemolesan (*Polishing*)

5. Selanjutnya setelah proses pemolesan selesai dilanjutkan dengan proses pengetsaan (*etching*), yaitu campuran 90 ml *Glycerin*, 10 ml  $\text{HNO}_3$ , dan 10 ml *Acid Acetic*. Proses pengerjaannya dicelupkan selama  $\pm 20$  detik pada larutan *etching* tersebut kemudian dicuci dengan air bersih yang mengalir lalu dikeringkan. *Etching* atau etsa merupakan proses dengan menggunakan asam kuat untuk mengikis bagian logam yang tak terlindungi untuk kemudian menciptakan struktur – struktur pada logam itu sendiri.

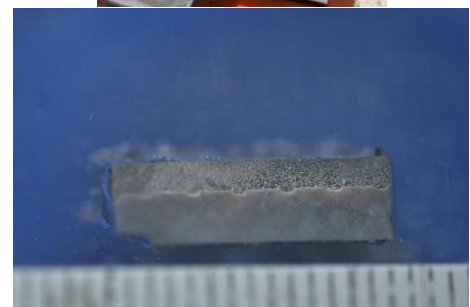


**Gambar 8.** Proses Pengetsaan

6. Maka setelah urutan proses etsa diatas selesai, kemudian dilakukan proses pengambilan gambar. Proses pengambilan foto dilakukan dengan 2 cara, yaitu :

#### 1. Makro

Pengambilan gambar secara makro tujuannya untuk melihat prakira proses pembuatan Bantalan Luncur. Untuk pengambilan gambar secara makro menggunakan kamera digital.



**Gambar 9.** Proses Pengambilan Foto Makro



## 2. Mikro

Pengambilan gambar secara mikro ini bertujuan untuk melihat dan mengambil bentuk struktur mikro dari spesimen uji. Bentuk struktur mikro ini dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop optik yang selanjutnya gambar struktur mikro tersebut akan diamati dan dianalisa.



**Gambar 10.** Mikroskop optik untuk pengamatan dan pengambilan foto struktur mikro yang diamati

### Pengujian Kekerasan

Bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan pada suatu material. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan mesin uji keras *micro Vickers*. Metode pengujian kekerasan *Vickers* pada prinsipnya sama dengan metode pengujian *Brinell*, hanya indentornya menggunakan piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar dengan besar sudut antara permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah  $136^\circ$ . Beban yang digunakan dalam pengujian adalah 0.2 kgf, dengan lamanya penekanan indenter 10 detik.

Angka kekerasan *Vickers* didefinisikan sebagai beban dibagi luas penampang bekas indenter.

$$VHN = \frac{2P \sin(\theta/2)}{L^2} = \frac{1.8544P}{L^2} \quad (\text{Pers. 1})$$

Keterangan : P = beban (kg)  
L = panjang diagonal rata-rata (mm)

$$\theta = \text{sudut antara permukaan intan} = 136^\circ$$

### Pengujian Komposisi Kimia

Untuk mengetahui komposisi kimia dalam kandungan bahan atau material perlu dilakukan pengujian, dimana terdapat beberapa cara dalam menguji komposisi kimia, namun teruntuk timah putih atau Babbitt dilakukan dengan *X-Ray Fluorescence* (XRF). Terdapat beberapa persyaratan untuk pengujian dengan XRF salah satunya adalah ukuran dari bahan uji minimum 4 x

4cm dengan minimum ketebalan 2,5cm. hal ini dilakukan karena probe mesin uji berukuran 4cm, spesimen uji harus memenuhi ukuran probe.

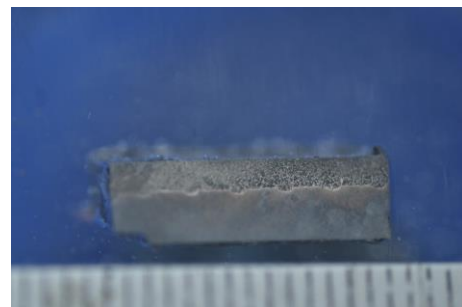


**Gambar 11.** OXFORD XMET7500

## Hasil dan Pembahasan

### Pengamatan Struktur Makro

Pengujian ini untuk melihat secara keseluruhan objek yang akan dimetalografi, agar diketahui kondisi benda uji sebelum dilakukan pengujian struktur mikro dengan menggunakan mikroskop optik.



**Gambar 12.** Struktur Makro Bantalan Luncur

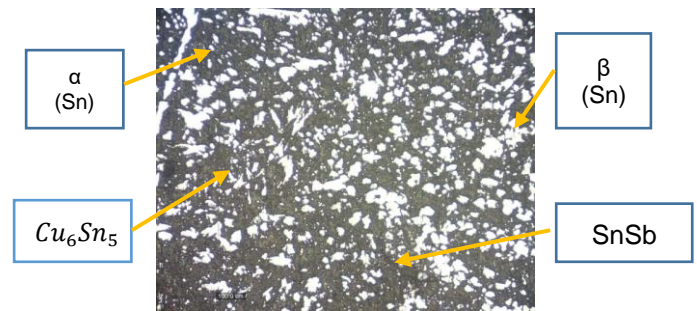
Pengamatan secara makro dilakukan untuk dapat mengetahui perkiraan proses produksi dari material uji, dimana untuk bantalan luncur ini terdapat dua jenis material yaitu logam putih/Babbitt dan baja sebagai kerangka dari bantalan luncur. Dilihat dari bentuk bantalan yang berbentuk silindris memungkinkan kerangka bantalan berbahan baja pelat yang kemudian dilakukan proses pemessinan dengan proses skrap atau milling karena terdapat alur pada baja yang kemudian di bentuk dengan pengerollan untuk mendapatkan hasil yang silindris. Sementara itu lapisan Babbitt dilapis dengan proses pengelasan karena terdapat alur pada kerangka baja. Alur tersebut dibuat untuk memperkuat pelapisan antara Babbitt dengan kerangka bantalan luncur.

Terdapat beberapa cara dalam pelapisan Babbitt diantaranya adalah dengan proses pengecoran sentrifugal, proses metal spray, dan proses pengelasan. Pada dasarnya keseluruhan proses pelapisan tersebut adalah dengan mencairkan logam Babbitt untuk kemudian di laksanakan pada kerangka. Proses pelapisan Babbitt sering disebut dengan proses *Babbitting*.

Sebelum proses *Babbitting* biasanya dilakukan proses *Tinning* dengan tujuan untuk meningkatkan ketahanan korosi, meningkatkan sifat material dan memperhalus permukaan material. Terdapat beberapa metode untuk proses *Tinning* pada pelapisan Babbitt yaitu *electroplating* dan *hot dipping*. Metoda *electroplating* menggunakan larutan elektrolit sebagai media penghantar lapisan. Material substrat (yang dilapisi) sebagai katoda (+) dan material pelapis substrat berfungsi sebagai anoda (-). Arus searah (DC) dialirkan ke Anoda dan Katoda. Larutan elektrolit yang digunakan dapat berupa larutan asam, basa atau larutan garam. Arus listrik akan mengalir melalui larutan ini, sehingga ion – ion dari Anoda akan berpindah ke Katoda dan akan melapisi permukaan substrat. Sedangkan untuk metoda *Hot Dipping*, dilakukan dengan cara mencelupkan substrat kedalam larutan cair. Larutan cair ini akan berfungsi sebagai bahan pelapis terhadap substrat setelah substrat dicelupkan kedalam larutan. Metoda ini dapat dilakukan apabila substrat mempunyai titik lebur lebih tinggi dibanding titik lebur bahan pelapis. Biasanya proses *Tinning* dilakukan untuk proses *Babbitting* dengan cara pengecoran sentrifugal dan pengelasan. Sementara untuk metal spray tidak dilakukan proses *Tinning*, melainkan langsung memanaskan kerangka dari bantalan luncur.

Pada gambar di atas tidak terlihat adanya material Copper (Cu) di antara baja dan Babbitt, sehingga dapat dipastikan bahwa proses pelapisan *Babbitting* tidak dengan menggunakan proses *electroplating*. Selain itu, terlihat adanya alur pada baja yang memungkinkan proses pelapisan dengan cara pengelasan. Proses pengelasan yang biasa digunakan dalam *Babbitting* adalah dengan metoda TIG (*Tungsten Inert Gas*) dengan mencairkan *wire Babbitt*. Sementara alur yang dibuat pada kerangka adalah untuk memperkuat ikatan antara kerangka dengan Babbitt. Metoda pelapisan dengan menggunakan proses pengelasan membutuhkan biaya yang lebih besar dibandingkan dengan pengecoran sentrifugal ataupun metal spray, namun metoda pengelasan akan menghasilkan pelapisan yang lebih kuat, sehingga umur dari bantalan akan lebih panjang. Dan untuk proses bubut (*turning*) menjadi proses akhir pembuatan bantalan luncur ini. Terlihat dari bentuk bantalan luncur yang berbentuk silindris maka kemungkinan besar proses akhir pembuatan bantalan luncur adalah dengan proses bubut (*turning*).

### Pengamatan Struktur Mikro



**Gambar 13.** Daerah Struktur Mikro *Babbitt* pada bantalan luncur (100 kali pembesaran) Etsa 90 ml *Glycerin*, 10 ml *HNO<sub>3</sub>*, dan 10 ml *Acetic*

Pemeriksaan secara mikro dilakukan pada bagian yang dipotong dan telah melalui tahap pemolesan hingga etsa dengan pembesaran seratus kali dari ukuran 100  $\mu\text{m}$ . Dari hasil tersebut terlihat adanya senyawa intermetalik  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  yang berbentuk jarum dan endapan partikel  $\text{SnSb}$  yang berbentuk bulat halus dan tersebar seperti yang terlihat pada Gambar 4.2. Pendinginan yang cepat dari proses pengelasan menghasilkan struktur yang lebih halus sehingga dapat meningkatkan kekuatan serta elongasinya. Senyawa intermetalik ini terbentuk akibat adanya unsur Cu, Sn, ataupun Sb yang berdifusi dan saling berikatan. Unsur Cu merupakan unsur yang paling baik dalam bantalan luncur, karena tumbuhnya  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  adalah akibat adanya unsur Cu yang berikatan dengan Sn. Hal ini dapat meningkatkan kekerasan dan sangat baik digunakan untuk aplikasi bantalan luncur.

Struktur mikro dari Babbitt ini mengandung fasa  $\beta$  dalam matriks  $\alpha$  serta unsur Sb yang sangat berpengaruh dalam proses pembentukan fasa kedua yaitu senyawa Intermetalik  $\text{SnSb}$ .

### Pengujian Kekerasan

Untuk mengetahui harga kekerasan suatu material, merupakan tujuan dari adanya pengujian kekerasan. Pada pengujian ini, dipilih menggunakan metoda *Micro Vickers* dikarenakan ukuran dari sampel yang kecil yaitu 1 mm sehingga tidak memungkinkan untuk menggunakan Brinell.

Pengujian ini dilakukan di beberapa titik secara *random*. Pengujian kekerasan yang dilakukan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- ❖ Metode : *Mikro Hardness Vickers*
- ❖ Standard : ASTM E92
- ❖ Indentor : Piramida Intan

- ❖ Beban : 0.2 Kgf
- ❖ Lama penekanan : 10 detik
- ❖ Jarak penekanan : Random

Data hasil pengujian dapat dilihat dari table berikut ini :

**Tabel 1.** Hasil pengujian kekerasan Babbitt dengan *Micro Vickers*

Spesimen	Titik Pengujian	VHN (kgf/mm <sup>2</sup> )	
Bantalan Luncur (Babbitt)	1	26.55	
	2	24.25	
	3	23.75	
	4	24.5	
	Rata-rata	<b>24.76</b>	<b>25 HRB</b>

Pada hasil pengujian kekerasan secara acak di 4 titik dengan menggunakan mikro vikers ini didapat rata – rata 24,76 VHN. Hasil dari kekerasan ini dimungkinkan didapat dari unsur Cu yang berikatan dengan Sn sehingga menimbulkan senyawa intermetalik yang dapat meningkatkan nilai kekerasan dan juga akibat pendinginan logam Babbitt saat proses pelapisan yang menyebabkan halusnya butir – butir pada Babbitt yang juga dapat meningkatkan kekerasan pada logam Babbitt.

#### Analisis Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia atau sering dikenal dengan pengujian komposisi dilakukan dengan XRF atau X-Ray Fluorescence di laboratorium Kimia Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T) Bandung. Jenis alat XRF ini adalah OXFORD XMETT 7500. Jenis ini adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk analisa logam ataupun timah secara kuantitatif maupun kualitatif yang didasarkan pada pemancaran atau emisi sinar X dengan panjang gelombang yang karakteristik untuk unsur yang dianalisa.

Data hasil pengujian komposisi *Babbitt* pada bantalan luncur dapat dilihat ditabel berikut ini:

**Tabel 1.** Komposisi Kimia Babbitt

Hasil Uji Komposisi Sampel		
NO	Unsur	Rata-Rata (%)
1	Sn, Tin	88,649
2	Sb, Antimon	7,298
3	Pb, Plumbum/Lead	0,028
4	Cu, Copper	3,905
5	Ni, Nickel	0,071

Dari hasil uji komposisi kimia dengan menggunakan XRF ini dapat diketahui unsur utama pada logam Babbitt ini adalah Sn – Sb dengan paduan unsur lain untuk meningkatkan nilai karakteristik logam Babbitt seperti halnya

unsur Cu yang dapat membentuk senyawa intermetalik dengan unsur Sn, karena  $Cu_6Sn_5$  terjadi akibat unsur Cu yang berikatan dengan Sn. Hal ini dapat meningkatkan kekerasan dan sangat baik untuk aplikasi bantalan luncur. Selain daripada itu adanya unsur Ni dapat meningkatkan anti karat pada logam Babbitt.

Menurut standar ASTM B23, dilihat dari komposisi kimia logam Babbitt ini masuk pada grade 2. Dimana nilai titik luluhnya ( $\sigma_y$ ) 42 Mpa, batas elastisitas 23,1 Mpa, kekuatan maksimum ( $\sigma_u$ ) 102,7 Mpa dan kekerasan 24,5 BHN. Selain dari data tersebut, disebutkan bahwa untuk Babbitt grade 2, titik cair logam adalah 241 °C dengan temperatur pencairan sebenarnya adalah 354 °C dan temperatur untuk penuangan adalah 424 °C.

Dalam aplikasi dari ASTM B23 dengan grade 2, biasa digunakan untuk aplikasi bantalan dengan kecepatan putar yang tinggi (*High Speed*) dengan tekanan yang rendah (*Low Pressure*). Penggunaan tersebut ideal untuk perbaikan bagian – bagian pesawat yang menggunakan bahan Babbitt, perbaikan pada bagian – bagian mobil, dan sangat baik digunakan untuk *connecting rod*, *crank pins*, kompresor, mesin pemotong, pompa sentrifugal, dynamo, mesin bus dan diesel, lift, *steam cylinder* dan *steam pump*.

**Tabel 2.** ASTM Specification ASTM B23

CHEMICAL COMPOSITION (%)	TIN - BASE				LEAD - BASE			
	1	2	3	11	7	8	13	15
TIN	90.0 to 92.0	88.0 to 90.0	83.0 to 85.0	86.0 to 89.0	9.3 to 10.7	4.5 to 6.5	5.5 to 6.5	0.8 to 1.2
ANTIMONY	4.0 to 5.0	7.0 to 8.0	7.5 to 8.5	6.0 to 7.7	14.0 to 16.0	14.0 to 16.0	9.5 to 10.5	14.5 to 17.5
LEAD	0.35	0.35	0.35	0.50	Remainder	Remainder	Remainder	Remainder
COPPER	4.0 to 5.0	3.0 to 4.0	7.5 to 8.5	5.0 to 6.5	0.50	0.50	0.50	0.6
IRON	0.08	0.08	0.08	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10
ARSENIC	0.10	0.10	0.10	0.10	0.30 to 0.60	0.30 to 0.60	0.25	0.8 to 1.4
BISMUTH	0.08	0.08	0.08	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10
ZINC	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
ALUMINUM	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
CADMIUM	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
TOTAL NAMED ELEMENTS, Min.	99.80	99.80	99.80	99.80				

**Tabel 4.5** Composition and Physical properties of white metal bearing alloy

Alloy Number	Specified Nominal Composition Alloys, %					Specific Gravity	Composition of Alloys Tested, %					Yield Point, MPa	
	Tin	Antimony	Lead	Copper	Arsenic		Tin	Antimony	Lead	Copper		20 °C	100 °C
1	91.0	4.5		4.5		7.34	90.9	4.52	None	4.56		30.3	18.3
2	89.0	7.5		3.5		7.39	89.2	7.4	0.03	3.1		42.0	20.6
3	84.0	8.0		8.0		7.46	83.4	8.2	0.03	8.3		45.5	21.7
7	10.0	15.0	Remainder		0.45	9.73	10.0	14.5	53.0	0.11		24.5	11.0
8	5.0	15.0	Remainder		0.45	10.04	5.2	14.9	79.4	0.14		23.4	12.1
15	1.0	16.0	Remainder		1.0	10.05							

Alloy Number	Johnson's Apparent Elastic Limit, MPa		Ultimate Strength in Compression		Brinell Hardness		Melting Point (°C)	Temperature of Complete Liquefaction (°C)	Proper Pouring Temperature (°C)
	20 °C	100 °C	20 °C	100 °C	20 °C	100 °C			
1	16.9	7.2	88.6	47.9	17.0	8.0	223	371	441
2	23.1	7.6	102.7	60.0	24.5	12.0	241	354	424
3	36.9	9.0	121.3	68.3	27.0	14.5	240	422	491
7	17.2	9.3	107.9	42.2	22.5	10.5	240	268	338
8	18.3	8.3	107.6	42.4	20.0	9.5	237	272	341
15					21.0	13.0	248	281	350

- [4] Dieter, G.E., 1987, **Metalurgi Mekanik**, Edisi 3, Erlangga, Jakarta
- [5] Machinery Publishing Company, **Bearings and Bearing Metal**, The Industrial Press, 1921.
- [6] Sutrisno, 2013, “**Kajian Tinning (Sn Plating dalam Dunia Industri)**” Journal Foundry Vol. 3, hal 19-24
- [7] ASTM Handbook, **Spesification White Metal Bearings Alloy B23**, <http://stores.acrosales.com/content/babbittalloy.pdf> (2 Desember 2015)

## Kesimpulan

- Dilihat dari struktur makro bantalan luncur ini diperkirakan proses pelapisannya adalah dengan proses pengelasan. Hal tersebut dapat dilihat dari alur yang terletak pada kerangka. Alur tersebut dibuat untuk memperkuat pelapisan.
- Logam Babbitt yang terdapat pada bantalan luncur adalah logam Babbitt dengan grade 2 menurut ASTM B23. Hal ini terlihat karena unsur Sn yang terkandung sebanyak 88,649% dengan kandungan *antimony* (Sb) 7,298%. Penggunaan untuk grade 2 ini adalah untuk aplikasi bantalan dengan kecepatan putar yang tinggi (*High Speed*) dengan tekanan yang rendah (*Low Pressure*). Penggunaan tersebut ideal untuk perbaikan bagian – bagian pesawat yang menggunakan bahan Babbitt, perbaikan pada bagian – bagian mobil, dan sangat baik digunakan untuk *connecting rod*, *crank pins*, kompresor, mesin pemotong, pompa sentrifugal, dynamo, mesin bus dan diesel, lift, *steam cylinder* dan *steam pump*.
- Harga kekerasan yang didapat adalah 24,76 HBN. Nilai tersebut sesuai dengan harga kekerasan yang di standarkan dalam ASTM B23 untuk grade 2 yaitu sekitar 24,5 HBN.

## Referensi

- [1] Calliester, W.D., **Material Science and Engineering an Introduction**, 8<sup>th</sup> Edition, University of Utah.
- [2] ASM Handbook., 1995, **Metallography and Microstructure**, 9<sup>th</sup> Edition, Volume 9, American Society for Metals International, United States of America
- [3] ASM Metal Handbook, **Atlas of Microstructure of Industrial Alloy**, 8<sup>th</sup> Edition, Volume 7, American Society for Metals, Ohio.