

HOT PRESSING METALURGI SERBUK ALUMINIUM DENGAN VARIASI SUHU PEMANASAN

Toto Rusianto
Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri
Institu Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
email: toto@akprind.ac.id

ABSTRACT

Bushing could make by powder metallurgy, to achive high density compacting process in high temperature. Wherever in high temperature the material in plastic condition. The material of bushing using aluminum powder, and temperatur hot pressing were 100, 200 and 300 °C.

The result of the research was show that matrix of structure micro was aluminun and porosity was black between grains structure. The porosity was decreasing so the density was creasing, the hardness and the wear resistance were creasing with creasing hot pressing temperature. Hot pressing with temperature more than 300 oC, could not achiv, because the device only reached that temperature.

Keywords: bushing, hot pressing, aluminum, powder metallurgy.

INTISARI

Bushing adalah bantalan jenis silinder bercelah yang berfungsi untuk menumpu poros. Bushing dapat dibuat dengan proses metalurgi serbuk, untuk mendapatkan proses pemadatan yang sempurna, kompaksi dapat dilakukan pada temperatur tinggi atau Hot Presing. Pres dalam keadaan panas akan menjadikan serbuk menjadi lebih lunak/plastis, sehingga memudahkan untuk dipadatkan. Untuk itu pengaruh suhu pemanasan harus dapat terkontrol agar didapat produk yang homogen. Kepadatan sangat berpengaruh sekali terhadap kekuatan dari produk yang dihasilkan. Bahan baku yang digunakan adalah serbuk aluminium, variasi pemanasan pada saat pemadatan dengan temperatur yang berbeda yaitu pada suhu ruang, suhu 100, 200 dan 300 °C, temperatur yang lebih tinggi sulit dicapai karena keterbatasan alat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa foto struktur mikro terlihat bahwa aluminium berwarna putih keabuan dan yang terlihat berwarna hitam pada struktur mikro merupakan porositas. Persentase rata-rata porositas mengalami penurunan dengan meningkat temperatur kompaksi, dan berat jenis bahwa bushing mengalami kenaikan dengan meningkatnya suhu hot pressing. Pada pengujian kekerasan diketahui bahwa kekerasan bushing meningkat dan laju keausan menurun dengan meningkatnya suhu hot pressing.

Kata kunci: bushing, hot pressing, aluminium, metalurgi serbuk.

PENDAHULUAN

Di Indonesia banyak sekali berdiri industri-industri besar dan kecil, dalam usaha pengembangan teknologi banyak upaya yang dilakukan yaitu dengan menciptakan karya baru dengan biaya murah, memiliki daya guna yang tinggi dan ekonomis. Namun pemanfaatan dan pengetahuan tentang cara-cara pengolahannya masih sangat kurang, sehingga sering banyak logam bekas yang terbuang percuma. Sehingga kita dituntut untuk bisa berkreatifitas melalui pemikiran atau ide. Salah satunya dengan cara memanfaatkan bahan logam bekas atau sudah tidak terpakai (rijek) yang dibuat menjadi geram atau serbuk logam. Serbuk logam tersebut dapat kita olah lagi melalui proses pengepresan dengan bantuan alat pemanas menjadi benda logam padat.

Metalurgi serbuk merupakan proses pembuatan serbuk dan benda jadi dari serbuk

logam atau paduan logam dengan ukuran serbuk tertentu tanpa melalui proses peleburan. Energi yang digunakan dalam proses ini relative rendah sedangkan keuntungan lainnya antara lain hasil akhirnya dapat langsung disesuaikan dengan dimensi yang diinginkan yang berarti akan mengurangi biaya permesinan dan bahan baku yang terbuang. Yang menjadi masalah utama untuk memanfaatkan hasil serbuk tersebut adalah perlakuan-perlakuan terhadap serbuk logam tersebut dengan sebaik-baiknya, sehingga menjadi sebuah benda yang mempunyai nilai yang tinggi.

Bushing adalah bantalan jenis silinder bercelah yang berfungsi untuk menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus dan aman. Bushing termasuk dalam klasifikasi bantalan luncur. Bantalan luncur adalah bantalan dengan gerak relatif

yang terjadi antara permukaan bantalan dengan permukaan yang ditumpu berupa gerak luncur (*sliding*).

Untuk mendapatkan proses pemadatan yang sempurna proses kompaksi dapat dilakukan pada temperatur tinggi atau dikenal dengan istilah *Hot Pressing*. Pres dalam keadaan panas akan menjadikan serbuk menjadi lebih lunak/plastis, sehingga memudahkan untuk dipadatkan. Untuk itu pengaruh suhu pemanasan harus dapat terkontrol agar didapat produk yang homogen. Kepadatan sangat berpengaruh sekali terhadap kekuatan dari produk yang dihasilkan. Dari penelitian yang sudah dilakukan dengan melakukan variasi pemanasan pada saat pemadatan dengan temperatur yang berbeda yaitu pada suhu ruang, suhu 100, 200 dan 300 °C, temperatur yang lebih tinggi sulit dicapai karena keterbatasan alat.

Tujuan yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah mengetahui proses pembuatan bushing dengan memanfaatkan serbuk aluminium sebagai bahan dasarnya, mengetahui efek suhu pemanasan pada saat kompaksi terhadap sifat fisik dan mekanisnya. Dimensi ukuran bushing adalah diameter luar $D_2 = 14$ mm, diameter dalam $D_1 = 8$ mm, dan tinggi (h) = 9 mm. Bahan yang dipakai untuk membuat serbuk aluminium. Variasi suhu pressing (suhu ruang) 100 °C, 200 °C, 300 °C, pemanasan dan pengepresan menggunakan alat cetakan Hot Pressing Metalurgi Serbuk. Beban pengepresan adalah 5400 Kg. Disinter dalam oven dengan temperature 450 °C selama 60 menit. Pengujian yang akan dilakukan terhadap bushing adalah pengujian berat jenis, kekerasan, keausan, dan struktur mikro

Rusianto, (2005) meneliti pembuatan komposit paduan Al/Al₂O₃ dengan metode metalurgi serbuk untuk pembuatan komponen *bushing*. Bahan matrik yang digunakan adalah serbuk paduan Al yang diperoleh dengan proses *machining*. Pembentukan *green body* dilakukan dengan *uniaxial pressing double action*. Variasi parameter dalam penelitian ini meliputi penambahan serbuk Al₂O₃ dengan fraksi berat 0, 3, 6, dan 9 % dengan tekanan kompaksi 500 MPa.

Ejiofor dan Reddy (1997) meneliti komposit paduan Al (*hyper-eutectoid Al*)/Al₂O₃ dengan metode tuang. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penambahan 3% berat alumina, kekerasan meningkat dari 27 BHN menjadi 37 BHN dan UTSnya dari 75 MPa menjadi 93 MPa.

Mazen dan Ahmed (1998) meneliti komposit Al/Al₂O₃ dengan metode PM *hot*

pressing dilanjutkan dengan ekstrusi. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa masih terdapat porositas dalam matrik Al, Al₂O₃ dapat terdistribusi merata. Bentuk permukaan perpatahan adalah perpatahan *dimpels*. Disamping itu dilaporkan bahwa awal retak terjadi pada interface antara matrik dan penguatnya.

Fitria dan Waziz (2004) meneliti serbuk paduan Al-9% Si hasil pengikiran. Pembuatan spesimen dengan variasi tekanan kompaksi 300, 400 dan 500 MPa dan variasi suhu sinter 450, 500 dan 550 °C selama 2 jam dalam lingkungan gas argon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan meningkatnya tekanan kompaksi dan suhu sinter akan meningkatkan kekerasan dan densitas dari spesimen.

Metalurgi serbuk adalah metode yang paling umum dalam pabrikasi pembentukan komposit matrik logam atau komposit matrik keramik (Suresh, 1993). Berbagai macam paduan aluminium yang dapat digunakan sebagai matrik komposit yaitu tipe 1100, 2XXX, 6XXX, 7XXX dan Al-Mg. Sedangkan sebagai penguat dapat berupa partikel seperti SiC, Al₂O₃, B₄C, berupa whisker SiC atau berupa serat pendek Al₂O₃ (Van Den Berg, 1998).

Beberapa produk hanya dapat dibuat melalui proses serbuk, produk lainnya mampu bersaing dengan proses lainnya karena ketepatan ukuran sehingga tidak diperlukan penyelesaian lebih lanjut. Ini merupakan salah satu keunggulan dari proses serbuk metalurgi serbuk dibandingkan dengan proses lainnya. Keuntungan dan keterbatasan metalurgi serbuk, metalurgi serbuk dapat menghasilkan produk yang lebih baik dan lebih ekonomis. Dibawah ini diterangkan keuntungan dan keterbatasan metalurgi serbuk. Proses ini dapat menghasilkan *karbida sinter*, bantalan poros dan produk bimetal yang terdiri dari lapisan serbuk logam yang berbeda. Proses ini dapat menghasilkan produk dengan porositas yang terkendali. Proses ini dapat menghasilkan bagian yang kecil dengan toleransi yang ketat dan permukaan yang halus dalam jumlah yang banyak dan mampu bersaing dengan permesinan. Serbuk yang murni menghasilkan produk yang murni pula. Proses ini sangat ekonomis karena tidak ada bahan yang terbuang selama proses produksi. Tidak diperlukan keahlian khusus untuk menjalankan mesin pres dan mesin-mesin lainnya.

Keterbatasan metalurgi serbuk antara lain; serbuk logam mahal dan terkadang sulit penyimpanannya karena mudah terkontaminasi, alat peralatan mahal,

beberapa jenis produksi tidak dapat dibuat secara ekonomis karena keterbatasan kapasitas mesin pres dan rasio kompresi berbagai jenis serbuk. Bentuk yang sulit atau rumit tidak dapat dibuat karena selama penekanan (pemampatan) serbuk logam tidak mampu mengalir mengisi ruangan cetakan. Pada serbuk logam yang mempunyai titik cair yang rendah seperti Timah, Timah Hitam, Zing dan Cadmium mungkin timbul kesulitan dalam sinter, oksida-oksida logam tersebut tidak dapat direduksi pada suhu di bawah titik cair logam tersebut. Oleh karena itu oksida tetap ada dan akan menimbulkan kesulitan pada waktu sinter dan menghasilkan produk yang tidak bermutu. Beberapa jenis logam yang halus merupakan sumber bahaya ledakan dan kebakaran. Dengan proses ini sulit mendapatkan kepadatan yang merata

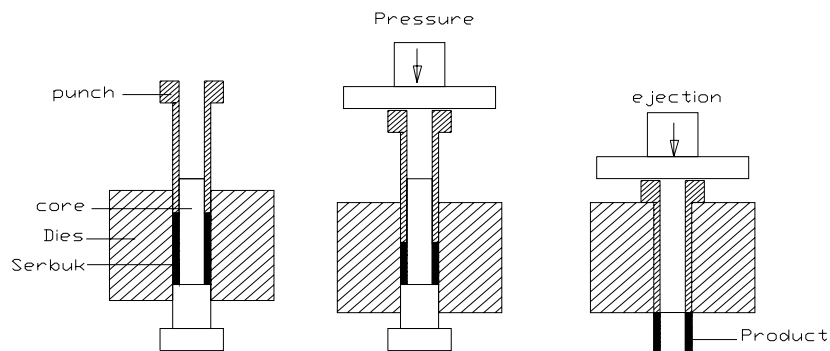
Proses kompaksi adalah suatu proses pembentukan logam dari serbuk logam dengan mekanisme penekanan setelah serbuk logam dimasukkan ke dalam cetakan (*die*). Proses kompaksi pada umumnya dilakukan dengan penekanan satu arah dan dua arah. Pada penekan satu arah penekan atas bergerak kebawah. Sedangkan pada dua arah, penekan atas dan penekan bawah saling menekan secara bersamaan dalam arah yang berlawanan. Jenis dan macam produk yang dihasilkan oleh proses metalurgi serbuk sangat ditentukan proses kompaksi dalam membentuk serbuk dengan kekuatan yang baik. Pada proses kompaksi serbuk meliputi proses pengepresan suatu bentuk di dalam cetakan (*die and mauld*) yang terbuat dari baja. Tekanan yang diberikan berkisar antara 20 sampai 1400 MPa.

Pemanasan kompak mentah sampai suhu tinggi disebut sinter. Pada proses sinter, benda padat terjadi karena terbentuk ikatan-ikatan.panas menyebabkan bersatunya partikel dan efektivitas reaksi tegangan permukaan meningkat. Waktu sinter berkisar antara 20 sampai 45 menit. Waktu pemanasan berbeda untuk jenis logam yang berlainan dan tidak diperoleh manfaat tambahan dengan diperpanjangnya waktu pemanasan. Lingkungan sangat berpengaruh karena benda mentah terdiri dari partikel yang kecil yang memiliki daerah.

Sinter dari bahan serbuk logam adalah suatu proses yang *komplek* dan sulit untuk didefinisikan secara pasti. Dalam pendekatannya, sinter dapat didefinisikan sebagai proses perlakuan panas terhadap benda yang telah mengalami proses kompaksi, biasanya didalam gas *atmosfir* atau gas mulia pada suatu suhu dibawah titik lebur dari bahan tertinggi dari campuran serbuk sehingga terjadi ikatan kimia dari kumpulan partikel dan menjadi bentuk yang homogen sebagai pengaruh dari kenaikan temperatur.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan sebagai penelitian adalah aluminium serbuk. Kemudian dilakukan kompaksi dengan mekanismw seperti pada Gambar 1. Pada proses pembuatan bushing, kompaksi tekanan yang dibutuhkan adalah 5400 Kg.. Variasi suhu pressing T (suhu ruang) 100 °C, 200 °C, 300 °C, pemanasan dan pengepresan menggunakan alat cetakan hot pressing metalurgi serbuk. Dimensi ukuran bussing yang akan dibuat adalah diameter luar D2= 14 mm, diameter dalam D1= 8 mm, dan tinggi (h)= 9 mm,



Gambar 1. Skema proses kompaksi pembentukan bushing

Peralatan hot pressing yang digunakan seperti pada Gambar 2 .Cetakan terbuat dari bahan baja dengan diberi pemanas pada

sekelilingnya. Pres dilakukan setelah temperatur tercapai sesuai denhgan yang diinginkan.

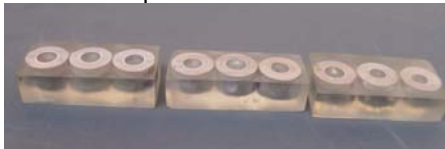


Gambar 2. Cetakan Hot Pressing Metalurgi Serbuk

Setelah proses kompaksi spesimen dilakukan proses sinter muffle furnace, dengan temperatur 450 °C selama 60 menit. Setelah proses sintering selesai, spesimen dikeluarkan dari dalam dapur dengan pendinginan udara. Pengujian sifat fisik meliputi struktur mikro dan berat jenis. sedang sifat mekanis meliputi pengujian kekerasan metode Rockwell A, dan keausan menggunakan mesin *ogoshi high speed univaersal wear testing machine*.

PEMBAHASAN

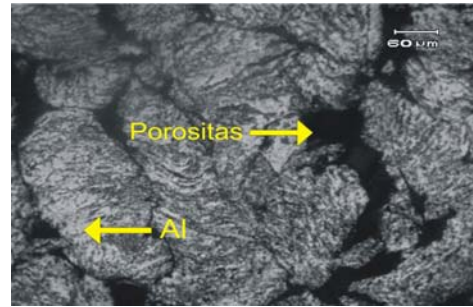
Produk hot pressing yang dihasilkan berupa bushing seperti pada Gambar 3 , bushing dapat digunakan sebagai bahan bantalan luncur pada elemen mesin.



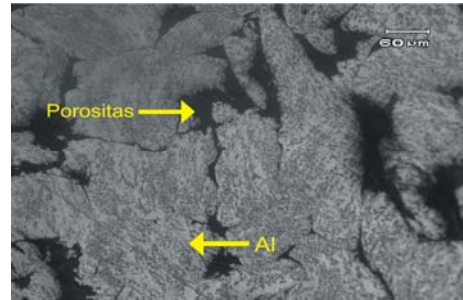
Gambar 3. Bushing hasil pengepresan

Struktur Mikro

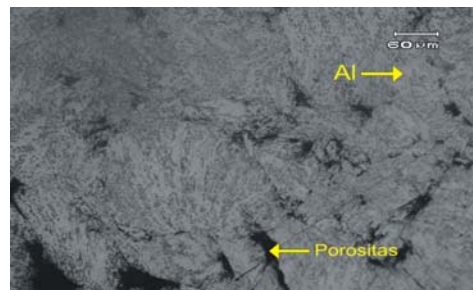
Pengujian struktur mikro dari benda uji berupa Aluminium hot pressing, bertujuan untuk mengamati dan mengetahui struktur mikro pada serbuk aluminium yang telah mengalami proses pemanasan dan pengepresan. Setelah dilakukan proses penghalusan, pemolesan dan pengetsaan, benda uji dapat diamati struktur mikronya dengan mikroskop dan difoto, Gambar 4.



(a) suhu pressing 100 °C

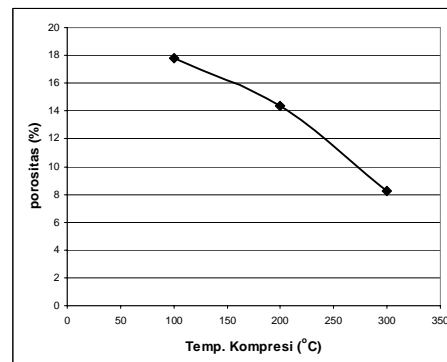


(b) suhu pressing 200 °C



(c) suhu pressing 300 °C

Gambar 4 Struktur mikro aluminium hot pressing variasi suhu kompaksi



Gambar 5. grafik pengaruh suhu hot pressing terhadap jumlah porositas (%)

Dari proses pengepresan dengan suhu yang bervariasi terlihat pada pemeriksaan struktur mikro diketahui bahwa aluminium berwarna putih keabuan sedangkan

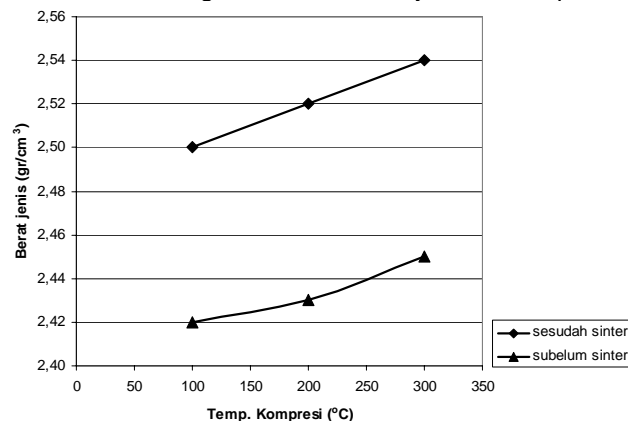
yang berwarna kehitaman pada foto struktur mikro adalah porositas.

Dapat dilihat pada struktur mikro, dihitung dengan kertas milimeter blok. Pada pembahasan struktur mikro bushing, menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu kompaksi maka jumlah porositas semakin berkurang. Hal tersebut teramati dari Gambar 5a,5b, dan 5c. Menunjukkan kepadatan dari spesimen meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi variasi suhu yang digunakan pada waktu pengepresan maka akan semakin meningkatkan kepadatan serbuk dan akan mengakibatkan porositas bushing semakin rendah. Peningkatan

tersebut dapat disebabkan oleh sifat bahan yang semakin plastis jika mengalami pemanasan, sehingga pada saat penekanan bahan mudah mengalami perubahan bentuk (lebih mudah mengalir mengisi tempat-tempat kosong).

Berat jenis

Dari penelitian terhadap spesimen didapat data hasil pengukuran berat jenis dengan data-data yaitu semakin rendah porositas tentunya berat jenis menjadi meningkat. Jumlah kekosongan atau porositas dari pengamatan struktur mikro berkurang, menyebabkan kepadatan meningkat

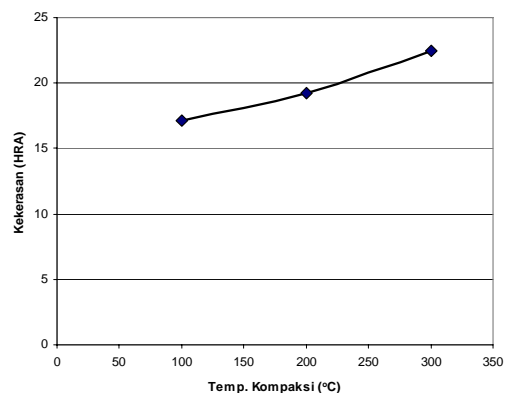


Gambar 6. Berat jenis bushing sebelum dan sesudah disinter

Dari hasil perhitungan berat jenis bahwa bushing sebelum sinter suhu press 100°C hanya mempunyai berat jenis rata-rata 2,42 gr/cm², untuk suhu press 200°C adalah 2,43 gr/cm², sedangkan suhu 300 °C sebesar 2,45 gr/cm². Berat jenis bushing setelah sintering mengalami kenaikan, yaitu untuk bushing suhu press 100°C mempunyai berat jenis rata-rata 2,50 gr/cm², untuk suhu press 200°C adalah 2,52 gr/cm², sedangkan suhu 300 °C mencapai 2,54 gr/cm². Semakin tinggi suhu press berat jenis bushing semakin meningkat. Hal ini terjadi karena semakin tinggi suhu yang digunakan pada waktu pengepresan akan semakin meningkatkan kepadatan serbuk dan mengakibatkan porositas bushing semakin rendah, karena porositas semakin rendah akan mengakibatkan berat jenis terhadap bushing meningkat.

kekerasan

Pengujian dilakukan dengan mesin uji kekerasan Rockwell A. Dhasil penelitian tersaji dalam bentuk grafik sebagai berikut.



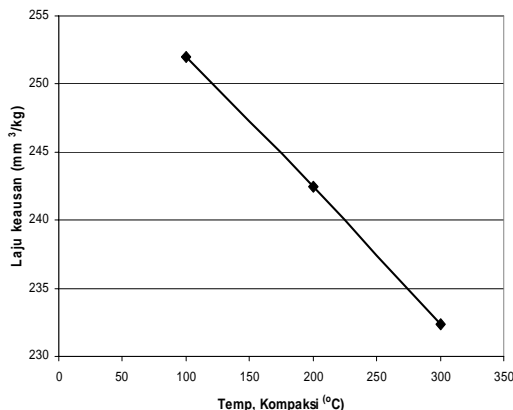
Gambar 7. grafik pengaruh suhu hot pressing terhadap kekerasan

Dari data hasil perhitungan kekerasan bushing setelah sinter, peningkatan kekerasan yang terjadi setelah sintering dapat dilihat pada Gambar 7, bahwa Bushing yang telah mengalami proses sintering, diuji kekerasannya sehingga diketahui bahwa bushing hasil pengepresan dengan suhu yang lebih tinggi pada metalurgi serbuk, semakin menaikkan kekerasan bushing. Dengan menaikkan suhu yang lebih tinggi pada saat

proses pengepresan menunjukkan bahwa suhu press 100 °C hanya memiliki nilai kekerasan rata-rata 17,1 HRA, untuk suhu press 200 °C memiliki kekerasan rata-rata 19,2 HRA, sedangkan variasi suhu press 300 °C memiliki kekerasan rata-rata mencapai 22,5 HRA. Semakin tinggi suhu press tingkat kekerasan semakin meningkat, dibuktikan dengan perhitungan porositas pada pembahasan struktur mikro bushing semakin tinggi suhu press maka porositas semakin rendah. Hal ini terjadi karena semakin tinggi suhu yang digunakan pada waktu pengepresan akan semakin meningkatkan kepadatan serbuk, dan mengakibatkan porositas bushing semakin rendah, karena porositas semakin rendah membuat kekerasan bushing semakin meningkat.

Keausan

Dari penelitian terhadap bushing didapat hasil pengukuran ketahanan aus didapat data-data sebagai berikut :Pengujian keausan dilakukan dengan metode Ogoshi High Speed Univaersal Wear Testing Machine. Hasil penelitian keausan bushing setelah sinter, terjadi penurunan laju keausanseperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengaruh suhu hot pressing terhadap laju keausan

Bushing dengan suhu press semakin tinggi diketahui mengalami abrasi semakin kecil, bahwa ketahanan aus suhu pengepresan 100 °C mencapai 251.997 mm³/kg, untuk keausan rata-rata suhu pengepresan 200 °C adalah 242.497 mm³/kg, sedangkan keausan rata-rata suhu pengepresan 300 °C hanya 232.389 mm³/kg. Semakin tinggi suhu press tingkat keausan semakin menurun, dibuktikan dengan perhitungan porositas pada pembahasan struktur mikro bushing semakin tinggi suhu press yang digunakan porositas semakin rendah, berat jenis meningkat dan kekerasan

juga meningkat. Hal ini menunjukkan korelasi positif.

Pengaruh suhu press meningkatkan kepadatan, kekerasan dan ketahanan aus pada spesimen akibat pengaruh tersebut disebabkan oleh bahan yang menjadi sifat plastis pada suhu tinggi. Sifat plastis bahan dapat disebabkan oleh terjadinya penurunan kekuatan tegangan tarik akibat naiknya temperatur bahan. Proses kompaksi merupakan proses perubahan bentuk bahan dimana bahan yang diubah bentuk, tegangan yang diberikan harus melebihi dari kekuatan bahan itu sendiri, yaitu sifat plastis bahan. Dengan menurunnya sifat platis bahan menyebabkan bahan menjadi lebih mudah diubah bentuk. Pada penelitian ini suhu tertinggi yang dapat dicapai hingga 300 °C, untuk mendapatkan suhu yang lebih tinggi lagi sulit dicapai karena keterbatasan alat.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian-pengujian dapat disimpulkan beberapa hasil antara lain: Pada foto struktur mikro terlihat bahwa aluminium berwarna putih keabuan dan yang terlihat berwarna hitam pada struktur mikro merupakan porositas. Persentase rata-rata porositas mengalami penurunan dengan meningkat Dari hasil perhitungan berat jenis bahwa bushing mengalami kenaikan dengan meningkatnya suhu hot pressing begitu pula setelah proses sinter. Pada pengujian kekerasan diketahui bahwa kekerasan bushing semakin meningkat dan laju keausan dari hasil pengujian keausan diketahui bahwa keausan bushing semakin menurun dengan meningkatnya suhu hot pressing.

DAFTAR PUSTAKA

- Randall M. German, 1994, *Powder Metallurgy Science*. Metal Powder Industries Federation Princenton, New Jersey.
- R. Daru Dono, 2000 *Pengaruh Proses Perlakuan Panas Aging 120 °C Pada Metalurgi Serbuk (95 % Al – 5 % Cu) Terhadap Kekerasan, Densitas, Struktur Mikro Dan Porositas*. Skripsi Institut Sains dan Teknologi AKPRIND, Yogyakarta
- Rusianto, T., Wildan M. W., Heru S.B.R., 2004, *Pengaruh Penambahan Al₂O₃ dan Tekanan Kompaksi Pada Komposit Al/Al₂O₃ Terhadap Densitas Relatif dan Kekerasan*, Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri, Yogyakarta.

- Rusianto, Toto., 2005, "Pembuatan Bushing dari Bahan Serbuk Komposit Al/ Al₂O₃ dengan variasi penambahan Al₂O₃" *Prosiding seminar nasional ReTII di STTNas Yogyakarta*. ISBN 979-99711-0-1. Yogyakarta 11 Juni 2005
- Suresh, S., Mortensen A. dan Alan N., 1993, "*Fundamentals of Metal Matrix Composites*", Butterworth – Heinemann, London.
- Van den Berg, Mark R., 1998, "*Aluminum MMC's-Current Status & Future Prospect : Commercial Applications*" Prosiding dalam *Al MMC Consortium* website:www.almmc.com.
- Xia, X., McQuenn H.J. dan Zhu H., 2000, "*Fracture Behavior of Particle Reinforced Metal Matrix Composites*", *Journal of Applied Composite Materials*, 9: pp 17-31, 2002, Kluwer Academic Publisher Netherland.