

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material berpori (porous materials atau metals foam atau cellular materials) telah dikenal sebagai salah satu jenis material teknik yang memiliki banyak pori-pori di dalam strukturnya sehingga kerapatan mereka jauh lebih rendah dari material padat (solid materials). Dengan struktur berpori ini material tersebut dapat menampilkan fitur seperti kapasitas menyerap energi, sifat termal, bobot dan sifat peredaman suara yang unik. Fitur-fitur ini sangat menarik dalam aplikasi di industri transportasi (Baumeister et al., 1997) industri mobil mobil (Ito and Kobayashi, 2006), pesawat terbang dan kereta api (Rausch dan Stöbener, 2005) dan biomedis (Lee et al., 2009). Aplikasi penting yang lain adalah sebagai penyekat panas ataupun sebagai alat penukar kalor.

Berbagai macam proses fabrikasi logam berpori telah dikembangkan sejak proses pembentukan aluminium berpori pertama kali dikenalkan oleh Sosnick (1948). Secara garis besar proses pabrikan tersebut dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis metode, yaitu liquid state processing dan solid state processing. Dalam liquid state processing ini, logam dipanaskan sampai temperatur lelehnya sehingga mencair kemudian ditambahkan bahan pengembang atau gelembung gas diinjeksikan secara langsung. Selama proses pendinginan, gas terperangkap di dalamnya sehingga terbentuk pori-pori (rongga-rongga) di dalam material tersebut. Aluminium berpori umumnya dibuat dengan proses lelehan ini dengan menambahkan agen pengembang seperti titanium hidrida (TiH_2) atau zirkonium hidrida (ZrH_2) seperti yang telah dilakukan oleh Elliott (1956) atau dengan metoda replica casting. Blok aluminium berpori secara komersial telah diproduksi menggunakan jenis proses lelehan ini oleh beberapa industri seperti ALPORAS, ALCAN, CYMAT, NORSK-HYDRO dan sebagainya (Ashby et al., 2000). Proses lelehan ini sesuai untuk produksi massal logam berpori dengan bentuk sederhana atau berupa lembaran yang umumnya diaplikasikan sebagai penyerap energi, peredam suara atau penyekat panas. Namun

... ..

logam dasarnya (aluminium) dan diperoleh dengan mengimport dari luar negeri. Saat ini, di Jerman, untuk pembelian dalam jumlah besar (tons), 1 kilogram TiH₂ mencapai harga kurang lebih 400 euro. Ditambah lagi proses pencairan aluminium yang mencapai temperatur 850oC akan menambah biaya produksi.

Proses fabrikasi dengan menggunakan metode solid state processing melalui metalurgi serbuk, temperatur yang dibutuhkan selama proses fabrikasi lebih rendah dibanding dengan proses lelehan dan tidak membutuhkan foaming agent yang mahal. Metode solid state forming ini dikenalkan pada awalnya dalam fabrikasi titanium berpori. Rongga atau pori-pori diperoleh antara lain dari : sintering antar butir serbuk logam yang tidak sempurna (Oh et al., 2003, Güden et al., 2007) atau ruang kosong yang ditinggalkan oleh bahan pengisi/perancah (space holder) yang dapat berupa polymer (Jee et al., 2000), amonium hidrogen bikarbonat (Wen et al., 2001, Wang et al., 2009), carbamide (Bram et al., 2000, Niu et al., 2009), kawat baja (Jorgensen and Dunand, 2010, Jorgensen and Dunand, 2011, Kwok et al., 2008), atau foaming agent dipadatkan kemudian mengembang pada proses sintering (Hobfield et al, 2011, Nansaarng dan Sopha, 2008); atau gas mulia yang diinjeksikan pada proses pemadatan kemudian mengembang pada waktu proses sintering (Murray and Dunand, 2006, Nugroho et al., 2010, Nugroho et al., 2011).

Ukuran dan bentuk dari pori-pori hasil dari dari proses sintering yang tidak sempurna ditentukan oleh ukuran dan bentuk dari serbuk logamnya. Kelemahan lain dari proses ini adalah porositas maksimum yang dicapai hanya 50%, dengan kekuatan tekan yang rendah (Oh et al, 2003, Guden et al, 2007). Bram et al., (2000) menggunakan serbuk carbamide (urea) sebagai space holder yang kemudian dihilangkan pada suhu kurang lebih 200oC dengan tingkat kontaminasi yang minimal terhadap serbuk titanium. Kemudian dilakukan sintering pada suhu 1400oC untuk mendapatkan titanium berpori dengan porositas 60-77% dan ukuran pori-pori 0,1 – 2,4 mm yang ditentukan oleh ukuran butiran dari serbuk carbamide. Wen et al (2001) menggunakan amonium hidrogen bikarbonat sebagai space holder, dengan suhu dekomposisi 200oC dan suhu sintering titanium 1200oC selama 2 jam. Titanium berpori yang dihasilkan dapat mencapai 35-80%.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Kwok (2008) dan Jorgensen & Dunand (2010) menunjukkan bahwa logam titanium berpori-pori memanjang dan saling terhubung dapat dihasilkan dengan menggunakan anyaman kawat dari baja sebagai bahan space holdernya. Space holder tersebut dapat dibuang dengan cara dilarutkan dalam cairan elektrokimia setelah proses sintering. Metode ini membutuhkan waktu relatif lama (lebih dari 24 jam) pada proses pembuangan dengan larutan elektrokimia. Dengan memodifikasi metode ini, Nugroho (2012) telah berhasil mengembangkan aluminium berpori memanjang dan saling berhubungan dengan menggunakan paduan Pb-Sn sebagai space holdernya. Namun demikian masih terdapat kontaminasi yang berupa sisa paduan Pb-Sn yang tertinggal di dalam pori-pori pada waktu proses pembuangan (pemanasan suhu 200oC) dan proses sintering (suhu 600oC).

Pembuatan aluminium berpori dengan metode metalurgi metalurgi serbuk dengan foaming agent NaCl atau kombinasi TiH₂ dan CaCO₃ (Hobfield et al, 2011, Nansaarng dan Sopha, 2008) juga menunjukkan hasil yang memuaskan. Walaupun demikian, proses ini memerlukan tambahan satu proses, yaitu ekstrusi untuk menjebak foaming agent bertekanan tinggi. Proses ekstrusi dilakukan sebelum sintering dimana sintering tersebut merupakan proses pembentukan pori-pori akibat dari mengembangnya foaming agent bertekanan tinggi yang bersamaan dengan penurunan kekuatan creep dari aluminium.

Berdasar dari kajian pustaka tersebut maka untuk dapat menghasilkan aluminium foam dengan porositas tinggi, tingkat kontaminasi rendah, proses yang pendek dan murah dipilih metode solid state processing melalui metalurgi serbuk dengan space holder urea. Dalam hal ini space holder akan di removed dengan cara dipanaskan pada suhu 200oC sebelum dilakukan sintering pada suhu di atas 600oC. Serbuk urea ini disamping banyak tersedia, juga mempunyai temperature uap yang rendah (135-150°C) sehingga dipilih sebagai bahan space holder.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimanakah fabrikasi aluminium berpori dengan metode metalurgi serbuk dengan space holder urea?
2. Bagaimanakah pengaruh parameter fraksi massa dari bahan space holder terhadap porositas bahan yang dihasilkan?
3. Bagaimanakah karakteristik tegangan tekan-regangan dari aluminium berpori yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut :

1. Menghasilkan aluminium berpori dengan metode metalurgi serbuk.
2. Mendapatkan pengaruh variabel fraksi massa space holder terhadap porositas aluminium berpori yang dihasilkan.
3. Mendapatkan karakteristik kuatan tekan dari aluminium berpori.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi manufaktur khususnya fabrikasi bahan aluminium berpori yang sangat dibutuhkan untuk banyak aplikasi dimana pada gilirannya dapat mereduksi biaya dan energi yang digunakan. Pada saat ini logam berpori tersedia secara komersial dengan proses import dari Canada, Eropa maupun Amerika. Dengan menguasai teknologi ini diharapkan ketergantungan terhadap import dapat dikurangi.