

Pengembangan fabrikasi serbuk logam dengan proses atomisasi plasma untuk aplikasi metalurgi serbuk = Development of metal powder fabrication with plasma atomization process for powder metallurgy applications

Dharmanto, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20517723&lokasi=lokal>

Abstrak

Proses atomisasi logam biasanya menghasilkan serbuk dengan butiran partikel berukuran lebih dari 200 m, berbentuk tidak teratur. Selain itu, saat ini diperlukan juga serbuk logam dengan densitas rendah untuk aplikasi PM, supaya menghasilkan modulus elastisitas rendah. Hal tersebut dikarenakan adanya masalah modulus elastisitas logam jauh lebih besar daripada modulus elastisitas tulang alami (10 hingga 30 GPa) mendekati modulus elastisitas tulang alami. Melihat masalah tersebut maka dibutuhkan reaktor fabrikasi serbuk logam yang tepat, yang mampu untuk memproduksi serbuk logam dengan butiran partikel berbentuk bulat berpori berukuran kurang dari 200 m dan berbiaya rendah. Maka pada penelitian ini, sebuah alat atomisasi plasma berbiaya rendah dirancang dan dibuat sebagai solusi untuk masalah biaya tinggi, masalah bentuk yang tidak beraturan pada hasil atomisasi plasma, dan masalah modulus elastisitas logam jauh lebih besar daripada modulus elastisitas tulang alami. Kemudian dibuat atomisasi plasma dengan daya sumber energi kurang dari 7 kVA. Prototipe mesin atomisasi telah berhasil dibuat dapat memproduksi serbuk logam dengan butiran partikel berbentuk bulat berpori dengan ukuran <200 m dengan teknologi plasma berbiaya rendah. Prototipe mesin atomisasi plasma memiliki chamber dengan ukuran diameter 500 mm dengan tinggi 1000 mm, yang dilengkapi dengan dua buah siklon, dua buah scrubber basah, dua buah saringan dan kompresor. Pembangkit plasma memiliki tegangan keluaran rata-rata kurang lebih 102 volt, dengan arus yang dapat diatur dari 20 A sampai dengan 60 A. Pada variasi kecepatan umpan 2 mm³/detik, 3 mm³/detik, dan 4 mm³/detik pada ukuran serbuk <200m masing masing adalah 4.90%, 5.20%, dan 5.35%, dimungkinkan tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil jumlah serbuk ukuran <200m. Dimana pencapaian jumlah hasil ukuran serbuk <200m dibagi dengan jumlah seluruh hasil produksi (Yield Rasio) masing masing adalah 5.15%, 5.48%, dan 5.65%. Jumlah serbuk tertinggi dihasilkan dari variasi arus 35 A, diikuti dengan arus 30 A dan 25 A, yaitu masing masing adalah 18.30%, 14.30%, dan 11.35%. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi arus yang digunakan maka akan menghasilkan serbuk dengan ukuran <200 m semakin banyak. Dimana pencapaian jumlah hasil ukuran serbuk <200m dibagi dengan jumlah seluruh hasil produksi (Yield Rasio) masing masing berurutan adalah 22.49%, 16.69%, dan 12.80%. Jumlah serbuk pada ukuran partikel <200 m untuk tekanan 1.5 bar, tekanan 2.0 bar, dan tekanan 2.5 bar masing-masing adalah 8.05%, 23.60%, dan 17.50%. Ada kemungkinan bahwa ini bisa terjadi karena untuk memecah logam cair menjadi tetesan butiran ukuran yang lebih kecil, diperlukan energi kinetik dari tekanan gas yang lebih besar. Sehingga tekanan gas yang besar dapat menghasilkan ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan dengan tekanan gas yang kecil. Sedangkan pada tekanan 2.5 bar terjadi penurunan jumlah pada ukuran serbuk <200 m, hal tersebut dimungkinkan karena pada tekanan 2.5 bar terjadi penurunan lama waktu kontak lelehan logam pada nosel atau panas yang kontak dengan lelehan logam berkurang. Hasil serbuk dari desain baru atomisasi conduit plasma telah dianalisis menggunakan desain eksperimen untuk mendapatkan nilai optimal dari distribusi ukuran partikel serbuk logam. Optimalisasi parameter terbaik

untuk mendapatkan distribusi ukuran partikel minimum dalam serbuk logam. Nilai minimum dalam hasil distribusi ukuran partikel D10, D50, dan D90 dari optimasi adalah 71 m, 325 m, dan 534 m, dan nilainya dapat dicapai dengan menggabungkan parameter arus dan faktor tekanan 45 A dan 2.5 bar. Hasil persamaan regresi dapat digunakan sebagai referensi dalam pengoperasian alat atomisasi plasma saluran dalam memperoleh distribusi ukuran partikel tertentu yang dibutuhkan. Porositas serbuk logam dari hasil atomisasi plasma desain baru telah dianalisis menggunakan desain eksperimen. Analisis desain eksperimen untuk mendapatkan nilai porositas serbuk logam yang optimal. Variasi arus 45 A memiliki jumlah porositas yang lebih kecil dibandingkan dengan jumlah porositas pada variasi arus 40 A atau 35 A. Permukaan partikel serbuk pada variasi 45 A memiliki permukaan yang lebih halus dibandingkan permukaan partikel serbuk dengan variasi 40 A dan 35 A. Serbuk logam dari hasil arus 45 A memiliki bentuk bulat yang lebih sempurna dibandingkan arus 40 A atau 35 A. Alat atomisasi conduit plasma dengan diameter lubang conduit 4 mm dan panjang 100 mm, jika digunakan untuk menghasilkan Ti Alloy maka arus yang disarankan adalah diatas 45 A dengan tegangan 102 V. Penelitian ini telah berhasil membuat bahan baku logam ringan densitas $4.11 \pm 0.32 \text{ g/cm}^3$ dengan modulus elastisitas kompresi didapat rata-rata $11.05 \pm 2.9 \text{ GPa}$ dari bahan serbuk stainless steel sebagai salah satu contoh aplikasi produk akhir dari hasil serbuk atomisasi plasma.

.....The metal atomization process usually produces powders with particles of more than 200 m in size, irregular in shape. In addition, currently also required metal powders with low density for PM applications in order to produce a low modulus of elasticity, because the modulus of elasticity of metal is much larger than the modulus of elasticity of natural bone (10 to 30 GPa), approaching the modulus of elasticity of natural bone. Seeing these problems, we need an appropriate metal powder fabrication reactor, which is capable of producing metal powders with spherical, porous particles measuring less than 200 m and low cost. So in this study, a low-cost plasma atomizer is designed and manufactured as a solution to the problem of high cost, the problem of irregular shape in the plasma atomization result, and the problem of the modulus of elasticity of metals being much larger than the modulus of elasticity of natural bone. Then made atomization plasma with an energy source of less than 7 kVA. The atomization machine prototype has been successfully manufactured to produce metal powders with spherical porous particles of <200 m in size using low-cost plasma technology. The plasma atomizer prototype has a chamber with a diameter of 500 mm and a height of 1000 mm, which is equipped with two cyclones, two wet scrubbers, two filters, and a compressor. The plasma generator has an average output voltage of approximately 102 volts, with a current that can adjust from 20 A to 60 A. The raw material is in the form of a wire with a diameter of 1.6 mm. The feed speed variation of 2 mm³/second, 3 mm³/second, and 4 mm³/second at powder size <200m, which are 4.90%, 5.20%, and 5.35% respectively, it is possible that it has no significant effect on the yield of powder size <200m. The total yield of powder size <200m divided by the total yield (Yield Ratio) is 5.15%, 5.48%, and 5.65%, respectively. The highest amount of powder was produced from the variation of the current 35 A, followed by the current 30 A and 25 A, which were 18.30%, 14.30%, and 11.35%, respectively. This shows that the higher the current, the more powders with a size of <200 m will be produced. Where the achievement of the total yield of powder size <200m divided by the total number of production results (Yield Ratio), respectively, were 22.49%, 16.69%, and 12.80%, respectively. The pressure variation of 1.5 bar pressure, 2.0 bar pressure, and 2.5 bar pressure at powder size <200 m were 8.05%, 23.60%, and 17.50%, respectively. It is possible that this could happen because to break the molten metal into smaller droplets, needs the kinetic energy of the gas pressure is greater so that large gas pressure can produce a smaller particle size compared to small gas pressure. While at a pressure of 2.5 bar there is a decrease in the

amount of powder size <200 m, this is possible because, at a pressure of 2.5 bar, there is a decrease in the contact time of the molten metal on the nozzle or the heat in contact with the molten metal decreases.. The powder yield from the new design of the channel plasma atomization has been analyzed using the experimental design to obtain the optimal value of the metal powder particle size distribution. Optimization of the best parameters to obtain the minimum particle size distribution in metal powders. The minimum values in the D10, D50, and D90 particle size distribution results from the optimization are 71 m, 325 m, and 534 m, and these values can be achieved by combining current parameters and pressure factors of 45 A and 2.5 bar. The results of the regression equation can be used as a reference in the operation of the channel plasma atomizer in obtaining the required particle size distribution. The porosity of the metal powder from the plasma atomization of the new design was analyzed using a design of experimental. The design of experimental analysis to obtain optimal porosity values for metal powders. The current variation of 45 A has a smaller amount of porosity than the amount of porosity at the current variation of 40 A or 35 A. The surface of the powder particles in the 45 A variation has a smoother surface than the surface of the powder particles. With variations of 40 A and 35 A. The metal powder of current 45A has a more perfect spherical shape than the current 40 A or 35 A. A conduit plasma atomizer with a conduit hole diameter of 4 mm and a length of 100 mm, if used to produce Ti Alloy, the recommended current is above 45 A with a voltage of 102 V. This research was succeeded in making light metal raw materials with a density of 4.11 ± 0.32 g/cm³ with an elastic modulus of compression obtained an average of 11.05 ± 2.9 GPa from stainless steel powder as an example of the application of the final product from plasma atomization powder.