

Intisari

Kegagalan *Dynamics Compression Plate* (DCP) yang terbuat dari baja AISI316L dalam aplikasinya sebagai pelat implan telah menjadi motivasi penelitian ini. Lubang DCP yang dapat memberikan efek kompresi pada tulang melalui mekanisme *gliding* kepala sekrup mengalami patah karena bagian ini mempunyai luasan penampang yang terkecil. Oleh karena itu diupayakan penguatan secara lokal pada bagian lubang ini. Disisi lain, pembuatan produk DCP dalam negeri selama ini banyak melibatkan proses permesinan (sekitar 80–90% dari waktu proses produksi). Waktu produksi lama dan biaya produksi mahal mengakibatkan jumlah produk DCP yang dihasilkan menjadi rendah. Penelitian ini mengenalkan pembuatan DCP dengan proses *forming* untuk meningkatkan produktivitasnya. Namun dijumpai persoalan bahwa produk tidak dapat terlepas dari cetakan *press-tool*. Oleh karena itu penelitian ini juga mengupayakan penyelesaiannya melalui pendekatan perubahan ukuran-ukuran lubang pada bahan baku.

Teknik penguatan yang diaplikasikan pada lubang DCP adalah teknik perbesaran lubang melalui proses *cold working* (CW). Teknik ini melibatkan mekanisme deformasi plastis pada material. Eksperimen dilakukan dengan cara memperbesar suatu lubang pada pelat baja AISI 316L dengan tebal 3 mm dan 4 mm menggunakan penekan kepala bola dan kepala kerucut. Besaran deformasi plastis yang dilakukan pada lubang diidentifikasi dalam bentuk % CW. Eksperimen ini juga didukung oleh analisa numeris untuk mengevaluasi tegangan sisa yang terjadi.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa baja AISI 316L yang dideformasi plastis dengan teknik perbesaran lubang telah meningkat kekerasannya dari 150 VHN menjadi 200–450 VHN pada daerah sekitar permukaan lubang. Perbesaran lubang dengan penekan kepala bola pada level masing-masing 20, 36 dan 46 % CW meningkatkan kekerasan material menjadi sekitar 270–400, 300–400 dan 350–450 VHN. Sedangkan perbesaran lubang dengan kepala kerucut pada level yang sama meningkat kekerasannya menjadi sekitar 200–250, 230–270 dan 250–300 VHN.

Tegangan sisa maksimum yang muncul akibat deformasi plastis lokal pada lubang menggunakan penekan bola pada perbesaran lubang masing-masing sebesar 20, 36 dan 46 % adalah 120–500, 220–300 dan 200–400 MPa. Sedangkan perlakuan dengan kepala penekan kerucut pada perbesaran yang sama masing-masing adalah 180–320 MPa, 140–320 MPa dan 300–350 MPa.

Perlakuan deformasi plastis lokal dengan metode perluasan lubang telah memperkecil ukuran butir baja AISI 316L dari diameter sekitar 32 μm menjadi 10–12 μm pada daerah permukaan lubang. Deformasi plastis ini juga telah mengakibatkan pertumbuhan bidang-bidang slip dan kembaran baru secara signifikan terutama pada wilayah yang terpengaruh deformasi plastis.

Keberhasilan produksi nDCP dengan proses pembentukan berdasarkan kemudahan melepaskan produk dari cetakan sistem *press & tool* ini dapat dilakukan dengan mengubah teknik perluasan lubang menjadi teknik meruntuhkan dinding lubang. Teknik meruntuhkan dinding lubang dilakukan dengan memperbesar ukuran lubang pada bahan baku. Namun demikian ukuran lubang yang terlalu besar menjadikan produk cacat pada bagian lubang *gliding* dalam bentuk cacat celah



Sehingga diperlukan penentuan ukuran lubang optimal pada bahan baku. Bentuk lubang yang perlu dipersiapkan adalah diameter lubang 5,5 mm dengan panjang lubang 11,4 mm untuk ketebalan pelat 3 mm dan diameter lubang 6 mm dengan panjang lubang 12,5 mm untuk ketebalan pelat 4 mm.

Kata kunci: DCP, AISI316L, deformasi plastis, VHN

Abstract

Failure of Dynamics Compression Plate (DCP) made of AISI316L in application as implants has become the motivation of this study. DCP hole which can give compression on the spine through the gliding mechanism of the screw head had fracture because this section has the smallest cross-sectional area. Therefore pursued locally on the strengthening of this hole. On the other hand, the manufacture of the DCP in the country involves many machining processes (approximately 80-90% of the production time). Long production time and high production costs resulted on the number of DCP production becomes low. This study introduces the manufacture of DCP with forming processes to improve productivity. But encountered problems that the product can not be separated from the press-tool. Therefore, this study also seek solution through approach changes in the hole sizes on raw materials.

Strengthening are applied to the DCP hole is an expanded hole technique through cold working (CW) process. This technique involves the mechanism of plastic deformation in the material. Experiments were done by expanding a hole in AISI 316L steel plate with a thickness of 3 mm and 4 mm using a penetrator with ball heads and cone heads. The level of plastic deformation is performed on the hole identified in the form of %CW. This experiment also supported by numerical analysis to evaluate the occuring of residual stresses.

The experimental results showed that AISI 316L steel plastically deformed with expanded hole techniques has increased hardness from 150 VHN to 200-450 VHN on the area around the surface of the hole. Expanded hole with the ball heads at respectively the level of 20, 36 and 46% CW improve material hardness to about 270-400, 300-400 and 350-450 HVN. While expanded holes with conical heads at the same level increased hardness to around 200-250, 230-270 and 250-300 HVN.

The maximum residual stress achieving from local plastic deformation on the hole using a balls head on respectively levels of by 20, 36 and 46 % is 120-500, 220-300 and 200-400 MPa. While with head cone at the same levels of each is 180-320, 140-320 and 300-350 MPa.

Local plastic deformation by the expansion holes method have been reducing grain size of AISI 316L from a diameter of about 32 μm to 10-12 μm in surface region of hole. This plastic deformation has also developed new slips and twinning significantly, especially in areas affected by plastic deformation.

The succeed of DCP production by the forming process associated with simplicity of releasing products using the press and tool systems is depended by the hole sizes on raw materials. Form holes that need to be prepared is diameter of 5.5 mm with a length of 11.4 mm for plate thickness of 3 mm, and diameter of 6 mm with a hole length of 12.5 mm for plate thickness of 4 mm.

Key words: DCP, AISI316L, plastics deformation, VHN