

## PENGARUH SANDBLASTING TERHADAP STRUKTUR MIKRO PADA SEKRUP IMPLAN BAJA TAHAN KARAT AISI 316L

Muh. Iqbal M<sup>a,b,\*</sup>, Muslim Mahardika<sup>b</sup>, dan Suyitno<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Department of Mechanical, Politeknik State of Ujung Pandang., Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245, Indonesia  
Email: [iqbal.mukhsen@poliupg.ac.id](mailto:iqbal.mukhsen@poliupg.ac.id)

<sup>b</sup>Central for innovation of Medical Equipments and Devices (CIMEDs)  
Department of Mechanical and Industrial Engineering, Faculty of Engineering,  
Gadjah Mada University  
Jl. Grafika 2, Yogyakarta 55281, Indonesia

**Abstract:** The effect of sandblasting against microstructure on Screws implant of AISI 316L Stainless Steels. This research aims to learn about the changes in microstructure on 316L stainless steel screws implant material. Used stainless steels 316L is very suitable to be used in the manufacture of the screw implant. The sandblasting treatment to screw implants can increase the hardness and surface roughness, so as to change of microstructure. Pressure shootings carried operates constant pressure of 7 kg/cm<sup>2</sup>. Shooting method has been done by rotating the screw implant to obtain a uniform surface. Results after sandblasting showed changes in microstructure. It seen with decreasing grain in these regions and those affected sandblasting abrasion on some experiments.

**Keywords:** Sandblasting, microstructure, screw, implant, AISI 316L

**Abstrak:** Pengaruh *sandblasting* terhadap struktur mikro pada sekrup implan baja tahan karat AISI 316L. Penelitian kali ini menjelaskan tentang terjadinya perubahan struktur mikro pada material baja tahan karat 316L. Penggunaan bahan *Stainless Steel* 316L sangat cocok digunakan dalam pembuatan sekrup implan. Perlakuan *sandblasting* kepada sekrup implan dapat meningkatkan kekerasan dan kekasaran permukaannya sehingga terjadinya perubahan struktur mikro. Tekanan penembakan dilakukan secara konstan dengan tekanan 7kg/cm<sup>2</sup>. Metode penembakan dilakukan dengan cara berputar untuk mendapatkan keseragaman pada permukaan sekrup implan. Hasil perubahan setelah *sandblasting* menunjukkan perubahan pada struktur mikro. Perubahan terlihat dengan mengecilnya butiran pada daerah yang terkena *sandblasting* dan adapula yang mengalami abrasi pada beberapa percobaan.

**Kata Kunci :** *Sandblasting*, Struktur Mikro, Sekrup, Implan, AISI 316L

### PENDAHULUAN

Patah tulang adalah terputusnya kontinuitas jaringan tulang. Tulang patah diharapkan dalam posisi anatomis yaitu penyambungan tidak hanya menyambung saja tetapi harus menyambung dalam posisi yang lurus sebagai mana tulang normalnya. Proses penyambungan tulang menggunakan gips masih termasuk metode penyambungan yang konvensional. Salah satu metode penyambungan tulang yang modern yaitu menggunakan plat implan. Para dokter ortopedi menggunakan implan dari bahan logam yang tahan karat. Penggunaan material logam, para dokter harus melakukan proses pengangkatan implan tersebut. Sekrup implan

sangat berperan penting dalam proses implantasi. Dengan menyekrup plat implan untuk menahan patahan tulang dengan material *stainless steel* atau Titanium, tulang dapat pulih dan menyatu kembali dalam jangka waktu yang relatif lebih cepat. Namun logam yang berada dalam tubuh akan dianggap benda asing dalam waktu tertentu. Pembentukan jaringan tulang baru disekitar permukaan implan sehingga menciptakan ikatan antara implan dan *host tissue* Arifvianto, dkk (2011a). Kekasaran permukaan pada material implan dapat mempercepat proses *imobilisasi* Arifvianto, dkk (2011b) dan sebaliknya kekasaran permukaan dapat mempercepat pertumbuhan bakteri disekitar implan.

Material AISI 316L *stainless steel* merupakan material yang rendah unsur karbon, sehingga dapat digunakan sebagai material biomedik dengan harga relatif lebih murah dan AISI 316L *stainless steel* masih mudah dibentuk dibanding material biomedik lainnya Aksakal, dkk (2004). Penambahan perlakuan pada material *stainless steels* dapat meningkatkan kekasaran dan *microhardness*. Perlakuan pada *stainless steel* ini biasa digunakan seperti, *puching*, *sandblasting* Arifvianto, dkk (2011a), Elias, dkk (2008), dan Piattelli (1996)., *shootpaning*, dan *Surface Mechanical Attrition Treatment (SMAT)* Arifvianto, dkk (2011a, b).

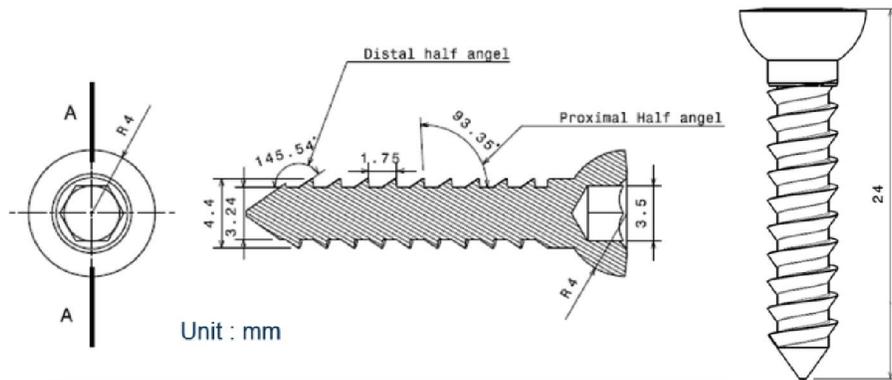
Beberapa perlakuan dapat berpengaruh dari perubahan dimensi dari material, sehingga dalam penelitian kali ini

memperlihatkan dampak hasil *sandblasting* dengan melihat struktur mikro.

**MATERIAL DAN METODE**

Material yang dipersiapkan menggunakan sekrup AISI 316L *Stainless steel* berdiameter 4.4 mm, dan panjang 24 mm. (gambar 1). Kandungan kimia pada spesimen sekrup (%wt) adalah 0.031 C, 17.166 Cr, 11.33 Ni, 1.33 Mo, 1.866 Mn, 0.413 Si, 0.238 Cu, and Balance 67.2 Fe.

Proses pembuatan sekrup menggunakan mesin *turning*. Spesimen sekrup diukur diameternya menggunakan mikrometer (Sylvac, Swiss) dengan tingkat kepresisian 1 µm. Proses pengukuran diameter dilakukan setelah proses permesinan, untuk mendapatkan spesimen sekrup implan yang sama.



**Gambar 1.**Dimensi sekrup implan

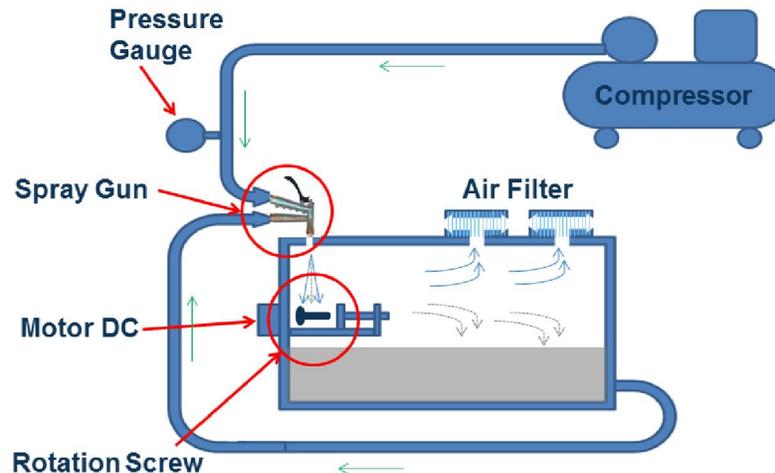


**Gambar 2.**Pasir Silika

Proses *sandblasting* menggunakan bahan abrasif pasir silika dengan ukuran rata-rata 0,8 mm (Gambar 2). Variabel waktu *sandblasting* yang digunakan 2, dan 22 menit. Sekrup diputar dengan mesin *turning* dengan kecepatan 30 rpm. Proses kerja dari mesin pemutar sekrup terlihat pada gambar 2. Sekrup dijepit didalam kotak pasir yang berisi mesin pemutar sekrup. Putaran sekrup dikontrol dengan menggunakan motor DC yang dapat diatur besaran voltase menggunakan variabel adaptor. Kompresor menekan udara masuk ke *spray gun*. Udara berte-kanan dan pasir

silika bercampur di *sprey gun* menuju Nossel. Tekanan udara diatur dengan penyetelan mesin kompresor dengan melihat besaran tekanan menggunakan *pressure gauge*. Ketika tekanan udara mencapai  $7 \text{ kg/cm}^2$  maka *sprey gun* siap buka sehingga udara dan pasir silika ikut menembak sekrup yang sementara

berputar. Jarak nosel 100mm terhadap sekrup Implan. Tekanan dalam box pasir meningkat sehingga udara keluar melalui saringan udara dan pasir silika yang tidak sempat keluar akan turun kembali ke dasar box. Proses ini berlangsung sesuai variabel yang ditentukan (Gambar 3).



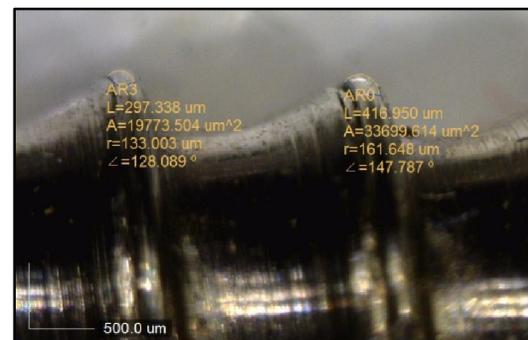
Gambar 3. Proses Sandblasting

Pengambilan gambar pada permukaan dengan bantuan kamera (Dino-Lite Digital Microscope), dengan resolusi 0,3 MP. Menggunakan lensa 200x mikroskop. Dengan bantuan *software* DinoCapture untuk membandingkan perubahan bentuk pada sekrup implan sebelum dan setelah di-*sandblasting*.

Pengujian struktur mikro dilakukan pada setiap spesimen dengan cara dibuatkan *holder* dari resin. Spesimen dibelah menjadi 2 bagian dengan menggunakan gerinda potong dengan mata intan, dan dihaluskan menggunakan amplas, setelah itu spesimen dipoles menggunakan pasta. Spesimen di etsa menggunakan cairan etsa selama 10-15 detik. Kemudian Mikro struktur dapat dilihat menggunakan *microscope* (Olympus, Jepang) untuk mengidentifikasi bagian penampang yang telah dibelah disekitar permukaan sekrup implan sebelum dan sesudah proses *sandblasting*. Hasil dari struktur mikro disimpan dalam bentuk gambar.

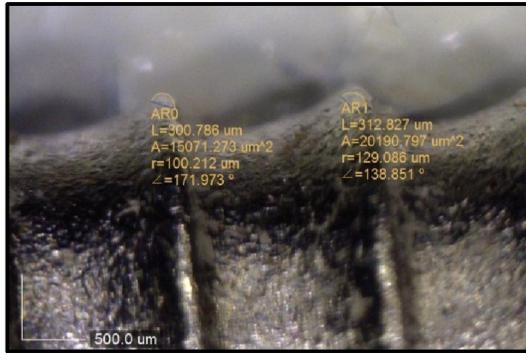
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil foto memperlihatkan permukaan sekrup implan sebelum dilakukan *sandblasting* (Gambar 4). Permukaan terlihat lebih halus, hanya terdapat baretan akibat goresan hasil permesinan.

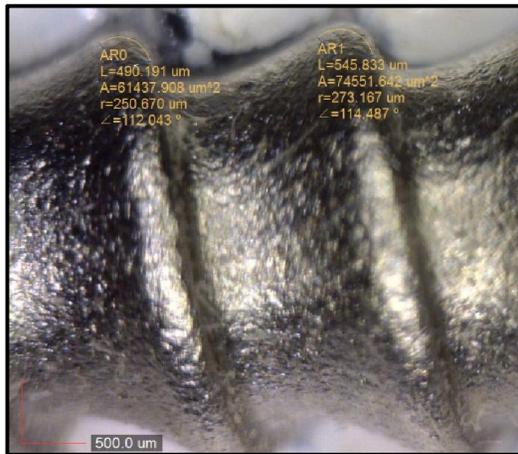


Gambar 4. Foto sekrup implan sebelum di-*sandblasting*

Sekrup implan yang telah di-*sandblasting* dengan durasi selama 2 menit (Gambar 5) terlihat permukaan sekrup nampak lebih kasar dibanding pada permukaan sekrup implan yang telah di-*sandblasting* lebih lama pada durasi 22 menit (Gambar 6).

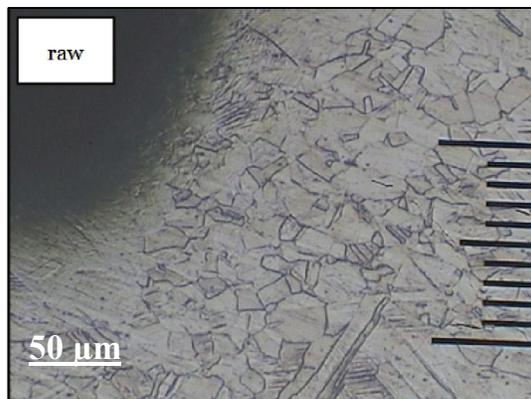


**Gambar 5.**Permukaan sekrup setelah di-*sandblasting* selama 2 menit.



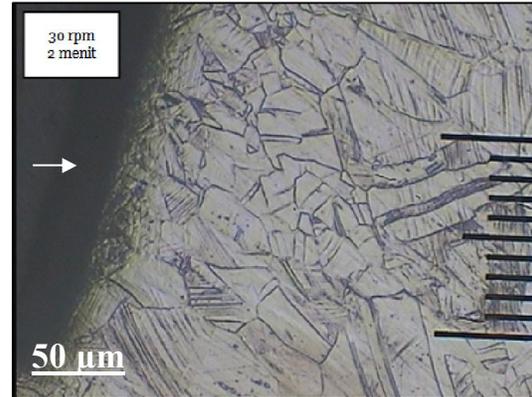
**Gambar 6.**Permukaan sekrup setelah di-*sandblasting* selama 22 menit.

Gambar struktur mikro pada sekrup implan yang belum mengalami proses *sandblasting* diperlihatkan pada gambar 7. Pada raw material terlihat ukuran butiran di sekitar permukaan hampir sama.



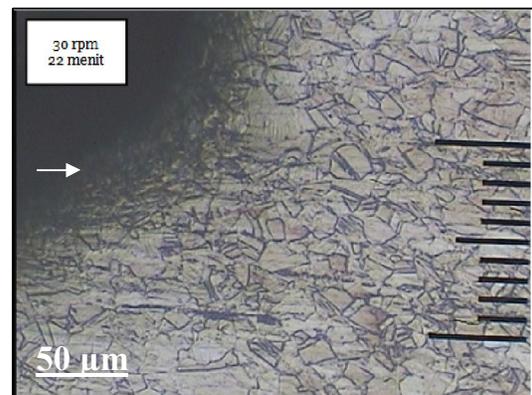
**Gambar 7.** Gambar struktur mikro sekrup implan sebelum di-*sandblasting*

Pada gambar *raw* terlihat ukuran butiran belum mengalami pengecilan. Sedangkan gambar struktur mikro hasil *sandblasting* terlihat ukuran butiran relatif kecil di sepanjang daerah yang terkena proses *sandblasting*. Arah penembakan abrasif silika ditunjukkan pada arah panah.



**Gambar 8.**Gambar struktur mikro sekrup implan setelah di-*sandblasting* selama 2 menit.

Gambar 9. menunjukkan pengaruh ukuran butiran pada sekrup implan yang mengalami proses *sandblasting* selama 22 menit. Daerah sekitar penumbukan abrasif terlihat mengalami penghalusan butiran. Penghalusan butiran beransur membesar menjauh dari permukaan sekrup implan.



**Gambar 9.**Gambar struktur mikro sekrup implan setelah di-*sandblasting* selama 22 menit.

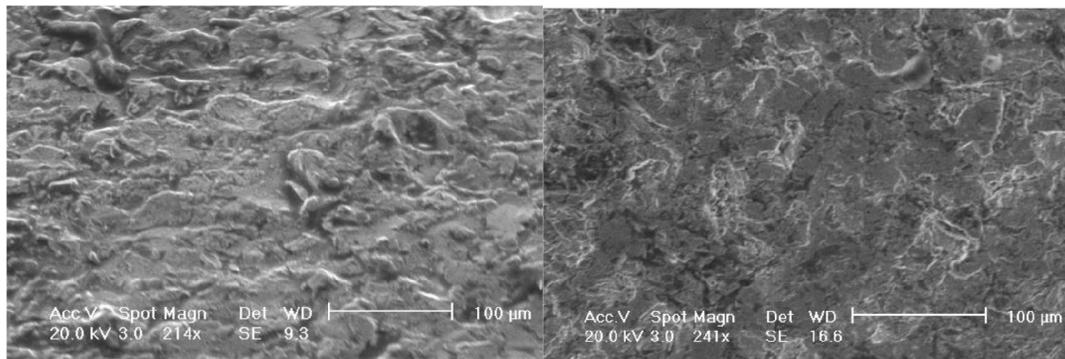
Kekasaran permukaan *raw* sekrup dengan akan mengalami kenaikan signifikan pada durasi *sandblasting* selama 2 menit. Di awal penumbukan pasir silika mengakibatkan permukaan mengalami peningkatan kekasaran dibanding sebelum

di-*sandblasting*. Kekasaran didapatkan dari beberapa faktor. Diantaranya peningkatan kekasaran yang tidak merata disetiap permukaan sekrup disebabkan partikel abrasif tidak seragam. Perbedaan jarak nosel pun dapat mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan akibat *sandblasting* Albakry (2004).

Dengan durasi *sandblasting* yang lebih lama yaitu selama 22 menit terlihat pada gambar 6 menjadikan permukaan sekrup implan nampak terlihat lebih halus dibanding proses penembakan pasir silika yang hanya selama 2 menit saja. Perbedaan ini diakibatkan adanya penumbukan yang lebih lama di permukaan implan sehingga permukaan yang awalnya lebih kasar ditumbuk kembali dengan partikel pasir silika yang lainnya sehingga menjadikan permukaan sekrup implan akan menjadi rata dan padat. Pernyataan ini diperkuat oleh penelitian sebelumnya M. Muh. Iqbal, dkk (2011) Pengujian menggunakan alat *surface roughness tester* (Surfcom 120A), menunjukkan peningkatan kekasaran di awal penembakan didapatkan nilai rata-

rata Ra 1,46  $\mu\text{m}$  dan akan beransur menurun nilai kekasaran permukaan setelah di-*sandblasting* selama 22 menit dengan hasil terendah nilai rata-rata kekasarannya didapatkan Ra 0,67  $\mu\text{m}$ . Begitupun dari hasil foto SEM yang memperlihatkan permukaan pada durasi 2 menit masih terlihat permukaan yang menonjol dibandingkan pada durasi 22 menit yang terlihat permukaannya lebih halus.

Menurut Arifvianto, dkk (2011a) Penumbukkan dengan ukuran material abrasif yang kecil sehingga terjadi proses percepatan penumbukan. Penumbukkan dengan durasi yang lebih lama akan menghasilkan kekasaran permukaan yang lebih rata dengan penumbukan orde nano. Pernyataan ini sejalan dengan hasil yang didapatkan pada durasi *sandblasting* 22 menit, dengan ukuran rata-rata partikel 0,8 mm, dimana penumbukan partikel dengan durasi yang lebih lama dapat terjadi pemecahan partikel abrasif yang lebih kecil, dan menghasilkan permukaan sekrup yang lebih rata dan padat.



**Gambar 10.** Perbandingan durasi *sandblasting* pada foto SEM, Iqbal dkk (2011)

Foto mikro pada sekrup implan yang telah dibelah terlihat pada gambar 7-9 memperlihatkan perbandingan material sebelum mengalami penumbukan, penumbukan dengan durasi 2 menit, dan penumbukan dengan durasi 22 menit. Pada gambar 7 butiran pada permukaan hingga ke dalam memiliki ukuran yang relative sama. Untuk material yang telah di-*sandblasting* dengan hanya 2 menit, terlihat perubahan butiran hanya terpadat

pada bagian permukaan saja hingga mencapai kedalaman sekitar 50 $\mu\text{m}$ . Sedangkan pada material yang di-*blasting* lebih lama yaitu selama 22 menit menunjukkan perubahan butiran lebih banyak hingga kedalaman 300 $\mu\text{m}$ . Pengecilan butiran diakibatkan terjadi *several plastic deformation* (SPD) Arifianto, dkk (2011a); dan Multigner, dkk (2009), sehingga daerah permukaan mengalami pengecilan atau penghalusan

butiran disekitar permukaan akibat proses *sandblasting*. Kekerasan sekrup akan menurun menjauh dari permukaan Arifianto, dkk (2011a); Multigner, dkk (2009); Jiang, dkk (2006); dan Tang dan Li (2008). Hukum Hall-Petch memperkuat pernyataan sebelumnya tentang kekerasan pada permukaan akan meningkat seiring dengan pengecilan butiran. Untuk pembahasan lebih mendalam pada kekerasan permukaan akan dibahas pada penelitian kami selanjutnya. Penelitian yang dilakukan oleh Jiang dkk (2006) membagi 3 zona pada permukaan yaitu *Several Deformation zone*, *twinning zone*, dan *substrate*. Pada penelitian kali ini *twinning zone* lebih banyak terlihat pada durasi *blasting* 2 menit. Untuk durasi *sandblasting* lebih lama terlihat *Several Deformation zone* lebih mendominasi.

Pada proses *sandblasting* dimana proses penumbukan partikel silika ke permukaan sekrup implan yang berbentuk selindris mengakibatkan arah penembakan tidak seluruhnya tegak lurus pada permukaan substrak. Sehingga terjadinya proses pengikisan pada permukaan substrak.

*Several plastic deformation* dapat menghambat rambat retak pada permukaan sekrup implan sehingga dapat meningkatkan umur pakainya.

## KESIMPULAN

Penumbukan pasir silika pada permukaan sekrup implan pada baja tahan karat 316L ini dapat meningkatkan kekasarannya dari *sandblasting* selama 2 menit dan mengalami penurunan kekasarannya kembali pada durasi 22 menit. Proses *sandblasting* menyebabkan penghalusan butiran di sekitar permukaan spesimen sekrup yang dibagi menjadi 3 zona yaitu *Several Deformation zone*, *twinning zone*, dan *substrate*. SPD yang terjadi pada substrak berdampak pada peningkatan kekerasan di daerah permukaan sekrup implan dengan mengacu pada Hukum Hall-Petch. Dengan terjadi-

nya SPD akan menghambat rambat retak pada sekrup implan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Aksakal, B., Yildirim, Ö. S., and Gul, H., 2004, 'Metallurgical Failure Analysis of Various Implant Materials Used in Orthopedic Applications', *JFAPBC Orthopedics*, Vol. 3, pp. 17-23.
- Albakry Mohammad, Guazzato Massimiliano, dan Swain Mchael Vincent, 2004, 'Effect of sandblasting, grinding, polishing and glazing on the flexural strength of two pressable all-ceramic dental materials' *Journal of Dentistry*, Vol. 32, pp. 91-99.
- Arifvianto, B., Suyitno and Mahardika, 2011a, 'Effect of Sandblasting and Surface Mechanical Attrition Treatment on Surface Roughness, Wettability, and Microhardness Distribution of AISI 316L' *Trans Tech Publications, Key Engineering Materials*, Vols. 462-463, pp. 738-743.
- Arifvianto, B., Suyitno, Mahardika M., Dewo P., Iswanto P.T., dan Salim U.A., 2011b 'Effect of surface mechanical attrition treatment (SMAT) on microhardness surface roughness and wettability of AISI 316L' *Materials Chemistry and Physics* 125, 418-426.
- Elias Carlos Nelson, Oshida Yoshiki, Lima José Henrique Cavalcanti, dan Muller Carlos Alberto, 2008, 'Relationship Between Surface Properties (Roughness, Wettability and Morphology) of Titanium and Dental Implant Removal Torque', *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, Vol. I, pp. 234-242.
- Jiang X. P., Wang X. Y., Li J. X., Li D. Y., Man C. -S. Shepard M. J., dan Zhai T., 2006, 'Enhancement of fatigue and corrosion properties of pure Ti by sandblasting', *Materials Science and Engineering A*, Vol. 429, pp. 30-35.

- Multigner M., Frutos Emilio, González-Carrasco Jose Luis, dan Ibañez Joaquin, 2009, 'Influence of the sandblasting on the subsurface microstructure of 316LVM stainless' *Materials Science and Engineering C*, Vol. 29, pp. 1357-1360.
- M. Muh. Iqbal, Prasetya Dicky, Muslim Mahardika, Suyitno, Arifvianto Budi, Prihandana Gunawan Setia, dan Dewo P., 2011, 'The Effect of Sandblasting on AISI 316l Stainless Steels' *Proceeding of the 4th International Product Design and Development in conjunction with the 4th AUN/SEED-Net Regional Conference of Manufacture*, Vol 4.
- Piattelli A., Scam.no A., Piattelli M., dan Calabrese L., 1996, 'Direct bone formation on sand-blasted titanium implants: an experimental study', *Biomaterials*, Vol. 17, pp. 1015-1018.
- Tang Xihu dan Li D. Y., 2008 'Production of alloyed nanocrystalline surfaces by combined punching, sandblasting and recovery treatments', *Scripta Materialia*, Vol. 58, pp. 1090-1093.