

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Syahrudianto (2016) telah melakukan penelitian tentang proses *shot peening* pada material yang diberikan perlakuan dapat memperbaiki karakteristik permukaan material seperti kekasaran, kekerasan dan struktur mikro pada permukaan material tersebut. Proses *shot peening* merupakan salah satu metode perlakuan permukaan untuk meningkatkan sifat mekanik bahan seperti meningkatkan ketahanan korosi. Sudah banyak peneliti-peneliti sebelumnya yang telah melakukan penelitian tentang metode perlakuan ini.

Pada penelitian-penelitian sebelumnya ada beberapa peneliti yang telah melakukan penelitian dengan metode perlakuan *shot peening* dengan menggunakan parameter pengujian berupa pengujian kekasaran, kekerasan, struktur mikro/makro, laju korosi, *wettability*, dan kelelahan (*fatigue*). Peneliti-peneliti tersebut diantaranya Saputra (2016), Prihandoko (2016), Ilmal dkk (2017), Sukarno (2017), Sunardi (2016). Para peneliti tersebut menggunakan material yang sama yaitu *Stainless Steel* AISI 316L. Penulis juga memasukan beberapa peneliti dengan metode yang sama tetapi berbeda material diantaranya Julianto (2016), Sunardi dkk (2013), Syahrudianto (2016), Wahyudi (2016), Widi (2016), Sulaiman (2016), Mendrastama (2017). Para peneliti tersebut menggunakan material *Stainless Steel* AISI 304.

##### **2.1.1 Material Sampel Uji**

Para peneliti sebelumnya yang menggunakan material *Stainless Steel* AISI 316L adalah Saputra (2016), Prihandoko (2016), Ilmal dkk (2017), Sukarno (2017), Sunardi (2016), Kalainathan dkk (2012). Menurut Saputra (2016) ada beberapa peneliti yang menggunakan materail selain *Stainless Steel* AISI 316L yaitu Wang dan Li (2003) menggunakan bahan kuningan, Jiang dkk (2006) menggunakan titanium murni. Julianto (2016), Sunardi dkk (2013), Syahrudianto (2016),

Wahyudin (2016), Widi (2016), Sulaiman (2016), Mendrastama (2017) menggunakan material *Stainless Steel* AISI 304.

### **2.1.2 Bentuk Spesimen Uji**

Saputra (2016) menggunakan ukuran plat 20 mm × 12 mm × 4 mm, Arifvianto dkk (2011) menggunakan plat berukuran 100 mm × 50 mm × 4 mm, Nugroho dan Sunardi (2017) menggunakan plat berukuran 20 mm × 12 mm × 4 mm, Prihandoko (2016) menggunakan benda uji dengan diameter 14 mm dan ketebalan 2 mm.

### **2.1.3 Ukuran Diameter Steel Ball**

Prihandoko (2016) menggunakan *Steel Ball* dengan diameter 0,4 mm, Sunardi (2013) menggunakan *Steel Ball* berdiameter 0,6 mm, Hidayat (2013) menggunakan *Steel Ball* berdiameter 0,7 mm, Mendrastama (2017) menggunakan diameter *Steel Ball* ukuran 0,6 mm.

### **2.1.4 Parameter Tekanan**

Sunardi (2013) menggunakan tekanan 5-7 bar, Julianto menggunakan tekanan 6 bar, Prihandoko (2016) menggunakan tekanan 6 bar, Hidayat (2013) menggunakan tekanan 6 bar, Syahrudianto (2016) menggunakan tekanan 6 bar.

### **2.1.5 Parameter Waktu**

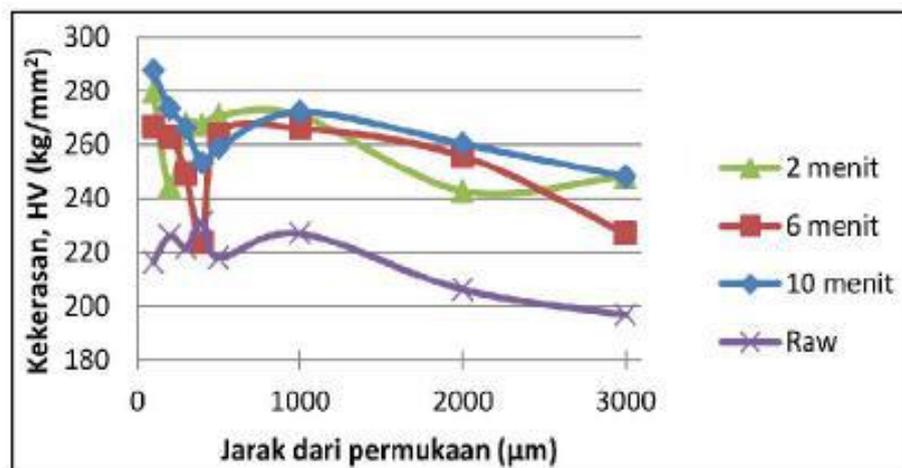
Prihandoko (2016) menggunakan variasi waktu penembakan *Steel Ball* yaitu 9 menit, 10 menit, 11 menit, 12 menit; Mendrastama (2017) menggunakan variasi waktu penembakan *Steel Ball* 5 menit, 10 menit, 15 menit; Sunardi (2013) menggunakan variasi waktu penembakan *Steel Ball* 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit.

Berdasarkan hasil dari penelitian-penelitian tersebut menunjukkan adanya perubahan yaitu peningkatan kekasaran permukaan, peningkatan kekerasan permukaan dan pengecilan struktur mikro pada butiran permukaan. Berikut adalah hasil dari beberapa pengujian penelitian-penelitian sebelumnya.

#### **1. Kekerasan permukaan**

Kekerasan permukaan (*micro hardness*) adalah salah satu pengujian yang dilakukan para peneliti sebelumnya. Pengujian tersebut antara lain dilakukan oleh Sukarno (2017), Saputra (2016), Prihandoko (2015), Hidayat (2013), Syahrudianto

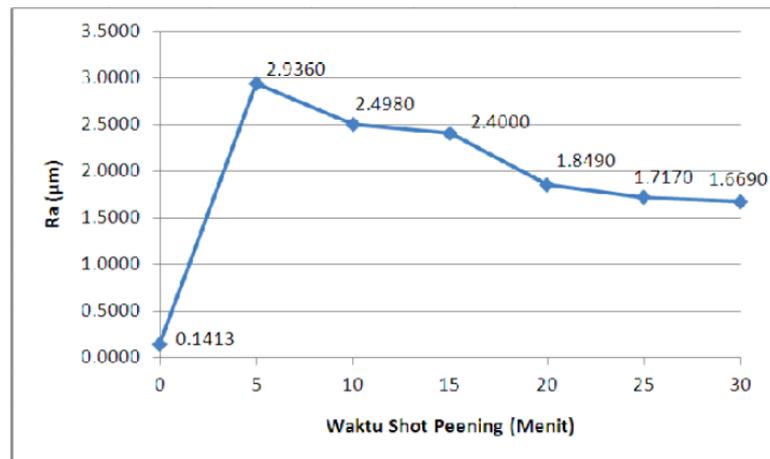
(2016), Purwanto (2017). Hasil pengujian tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 menunjukkan adanya peningkatan kekerasan dengan jarak kedalaman material akibat adanya perlakuan permukaan *shot peening*, pada bagian permukaan tingkat kekerasannya lebih tinggi dibanding dengan daerah dalam material. Semakin dekat dengan permukaan material nilai kekerasannya semakin tinggi, dan semakin jauh dari permukaan tingkat kekerasannya akan menurun.



Gambar 2.1 Distribusi nilai kekerasan pada perlakuan *shot peening* (Hidayat, 2013)

## 2. Kekasaran permukaan

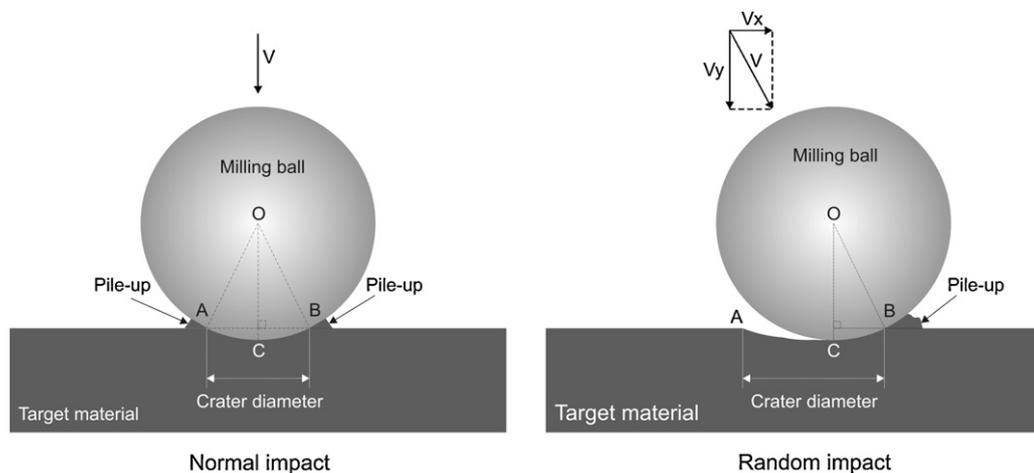
Pengaruh dari perlakuan *shot peening* adalah meningkatnya kekasaran permukaan material. Beberapa faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan antara lain ukuran butiran abrasif dan lamanya proses penembakan pada material. Pada Gambar 2.2 menunjukkan pada awal penyemprotan material abrasif nilai kekasaran meningkat drastis akibat belum meratanya penumbukan pada material. Tetapi dengan seiring lamanya waktu perlakuan *shot peening* maka akan terlihat penurunan kembali nilai kekasarannya. Hal ini terjadi karena adanya tumbukan yang mengakibatkan terjadinya deformasi plastis yang merata sehingga permukaan menjadi semakin halus.



Gambar 2.2 Nilai kekasaran permukaan spesimen SS-316L sebelum dan sesudah perlakuan *shot peening* dengan variasi waktu (Sunardi dkk, 2013)

### 3. Struktur Mikro

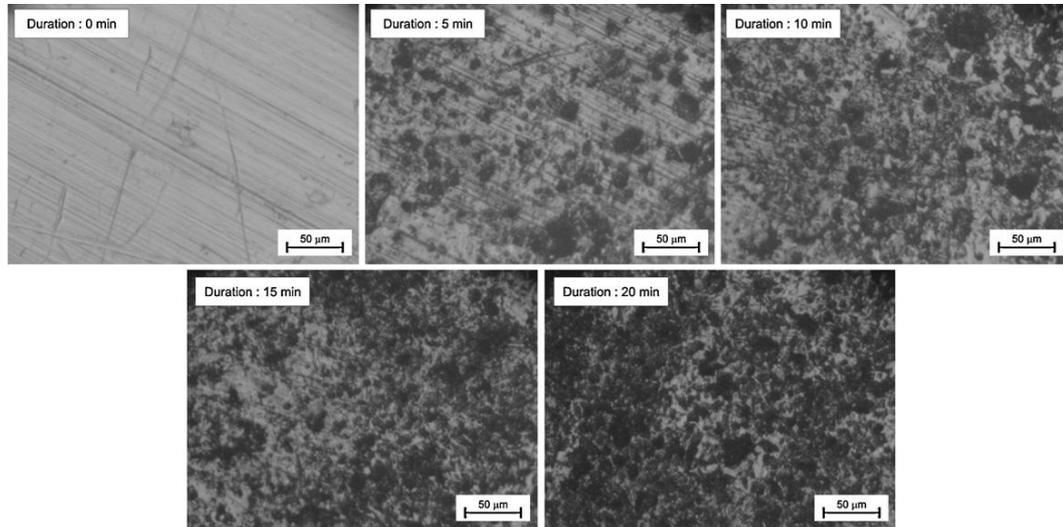
Perlakuan *shot peening* pada permukaan dapat merubah ukuran butiran pada daerah permukaan akibat deformasi penumbukan material abrasif (Gambar 2.3) sehingga terjadi peningkatan kekasaran. Menurut Saputra (2016) peningkatan kekerasan terjadi karena proses *several plastic deformation* (SPD) yang menyebabkan terjadinya penghalusan butiran (Multigner dkk, 2009) dan *strain hardening* (Jiang dkk, 2006).



Gambar 2.3 efek penumbukan bola baja pada SMAT (Arifvianto dkk, 2011)

Hukum Hell-Petch menyatakan bahwa kekerasan akan meningkat seiring dengan penurunan ukuran butir. Ukuran butiran yang mengalami butiran hingga berukuran nano (Multigner dkk, 2009 dalam Saputra, 2016) dan akan kembali membesar seiring dengan jarak kedalaman dari permukaan sampai mencapai

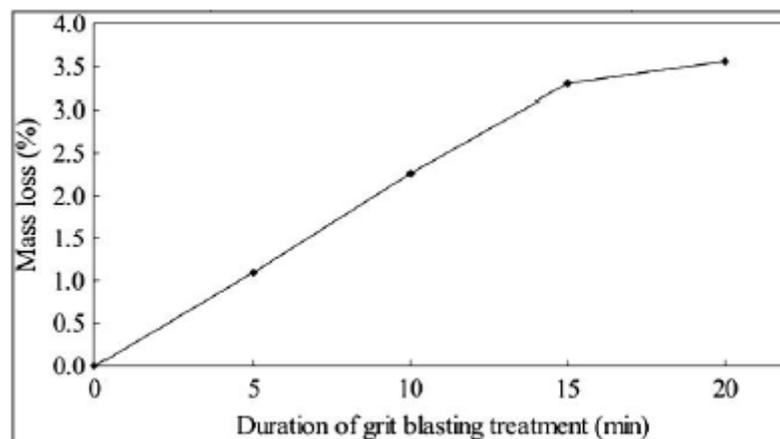
ukuran butiran yang menyerupai material dasarnya. Hasil pengambilan foto struktur mikro permukaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Struktur mikro spesimen hasil SMAT (Arifvianto dkk, 2011)

#### 4. Ketebalan Plat (*thickness*)

Pada perlakuan *shot peening* dapat menyebabkan terjadi deformasi plastis akibat pengaruh dari penumbukan bola-bola baja (*steel ball*). Hal tersebut menyebabkan struktur mikro dibagian permukaan cenderung pipih dan mengalami pengkisan (deformasi plastis). Menurut syahrudianto (2016) fenomena deformasi akibat perlakuan shot peening ini telah diteliti oleh Multigner dkk (2009), Arifvianto dkk (2011), Pramudia (2011), Adriawan (2011), Mukhsen (2012) dan Saputra (2016).



Gambar 2.5 Pengaruh perlakuan permukaan SMAT terhadap dimensi sampel (Arifvianto dkk, 2011)

Penelitian yang dilakukan oleh Arifvianto dkk (2011) menunjukkan terjadinya pengurangan massa dari spesimen ujinya akibat perlakuan SMAT (Gambar 2.5). Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa perlakuan shot peening pada permukaan suatu material dapat menyebabkan deformasi plastis. Deformasi yang terjadi dapat berupa pengikisan permukaan, pemadatan, dan pemipihan struktur mikro.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1. Stainless Steel

*Stainless steel* merupakan baja tahan karat yang mengandung minimal 10,5% kromium untuk mencegah proses korosi (pengkaratan logam). Kemampuan tahan karat berasal dari lapisan oksida yang stabil pada permukaannya sehingga tahan terhadap oksigen. Lapisan oksida ini bersifat *self-healing* (penyembuhan diri) yang tetap utuh meskipun permukaan benda dipotong atau dirusak. *Stainless steel 316L* sudah biasa digunakan untuk pembuatan alat medis dan sebagai material implan. Implantasi dalam dunia *orthopedic* merupakan usaha yang dilakukan untuk mengganti atau memperbaiki bagian tulang yang rusak atau cacat dengan material sintetis.

*Stainless steel 316L* selain bahannya mudah didapat dan harga relatif lebih murah, juga memiliki karakteristik yang menguntungkan sebagai bahan implan. *Stainless steel 316L* bersifat ulet, mudah dibentuk, tahan karat, dan biokompatibel. Akan tetapi, kualitas *Stainless steel 316L* dinilai masih dibawah *titanium alloy* dalam hal kekerasan (Iqbal, 2012 dalam Saputra, 2016).

Tabel 2.1 Komposisi Kimia *Stainless Steel 316L* (Widodo dan Rudianto, 2016)

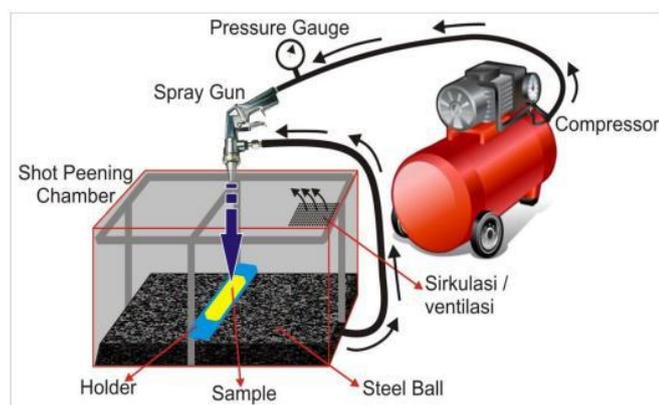
C	Mn	P	S	Si
0,03	2,00	0,045	0,03	0,75
Mo	N	Fe	Cr	Ni
2,2	0,10	67,8	16,7	12,4

Dalam ilmu metalurgi, baja tahan karat biasa disebut *inoc steel* atau *inox* yang berasal dari bahasa perancis "*inoxydable*". Ini disebabkan karena baja tahan karat

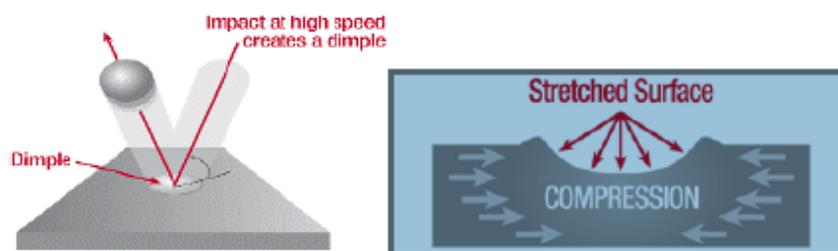
memiliki daya tahan terhadap oksidasi yang tinggi di udara dalam suhu lingkungan biasa dapat dicapai karena adanya tambahan krom (Julianto, 2016).

### 2.2.2. Shot Peening

Pada umumnya kompresor digunakan sebagai media penyembur udara bertekanan dan *spray gun* berfungsi sebagai *nozzle* untuk meningkatkan kecepatan material-material *abrasive*. Tumbukan partikel *abrasive* pada kecepatan tinggi mengakibatkan permukaan mengalami penekanan sehingga menimbulkan tegangan tekan sisa (*compression residual stress*) pada permukaan material. Proses kerja *shot peening* ditunjukkan pada (Gambar 2.6). Mekanisme pembentukan tegangan tekann dapat dilihat pada (Gambar 2.7). Selain itu, tumbukan partikel menekan permukaan secara acak sehingga menyebabkan permukaan material menjadi lebih kasar.



Gambar 2.6 Skema perlakuan shot peening (Wahyudin, 2017)



Gambar 2.7 Mekanisme pembentukan tegangan sisa akibat tumbukan material abrasif (Wahyudin, 2017)

### 2.2.3. Dynamic Compression Plate (DCP)

Biomaterial merupakan material yang diaplikasikan ke tubuh manusia untuk menunjang atau memperbaiki fungsi jaringan tubuh. Biomaterial diklasifikasikan

menjadi 4 klasifikasi berdasarkan materialnya yaitu keramik, komposit, polimer dan logam. Dalam dunia kedokteran biomaterial yang sering digunakan untuk bedah tulang atau kebutuhan kesehatan berbahan logam. Syarat yang harus dimiliki biomaterial untuk dunia medis antara lain memiliki ketahanan korosi yang baik, tidak bahaya dalam tubuh, dan memiliki kekuatan yang baik pada kekuatan ketangguhan dan fatik (Bombac, 2007 dalam Saputra, 2016).

Salah satu aplikasi medis pada teknologi biomaterial adalah *bone plate*. *Bone plate* merupakan salah satu alat medis yang digunakan untuk mengganti struktur dan fungsi bagian biologis yang berfungsi sebagai alat untuk menyanggah tulang yang patah dalam tubuh (Sutowo, 2014). Plat penyambung tulang merupakan salah satu alat medis yang digunakan untuk fiksasi pada bagian tulang yang patah atau retak. Plat penyambung tulang ini menggunakan konsep di dalam tubuh dan diluar tubuh, yang mana plat dipasangkan langsung pada tulang yang retak atau patah (Saputra, 2016).

*Dynamic Compression Plate (DCP)* adalah salah satu jenis dari *bone plate*. DCP hingga kini masih diakui sebagai pengobatan terbaik untuk patah tulang. Sejak tahun 1960-an, baik teknik maupun implan yang digunakan untuk fiksasi internal telah berkembang untuk memberikan penyembuhan dengan baik yang berfokus pada fiksasi biologis. Metode ini dapat mensuplai darah sehingga mempercepat penyembuhan patah tulang, mengurangi kebutuhan cangkok tulang dan terjadinya infeksi (Miclau, 1997).

(Menurut Sutowo, 2014) beberapa syarat dalam memilih material yang akan digunakan untuk bahan implan yaitu sebagai berikut:

- a. Material tahan korosi, degradasi dan keausan

Material yang akan di implan harus dapat bertahan lama di dalam tubuh saat masa penyembuhan, karena di tubuh manusia sangat korosif sehingga dibutuhkan material yang tahan terhadap korosi.

- b. *Biocompatible*

Material harus dapat menyatu dengan tubuh dan tidak terjadi penolakan dari tubuh terhadap material implan.

- c. *Mechanical properties* yang baik

Hal ini dimaksudkan agar ketika implan tersebut bekerja dan mengalami pembebanan maka implan dapat memenuhi fungsinya sebagai pengganti sendi tulang yang rusak.

d. *Bioactive*

Material implan mampu menyatu dengan jaringan ketika telah ditanam di dalam tubuh manusia.

e. *Osteoconductive*

Material implan harus dapat menghubungkan atau sebagai perekat antara tulang dan implan.

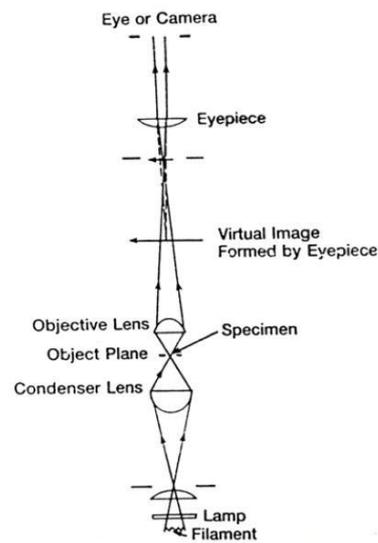


Gambar 2.8 Proses pemasangan implan pada tulang manusia (Ruedi, *et al.* 2000)

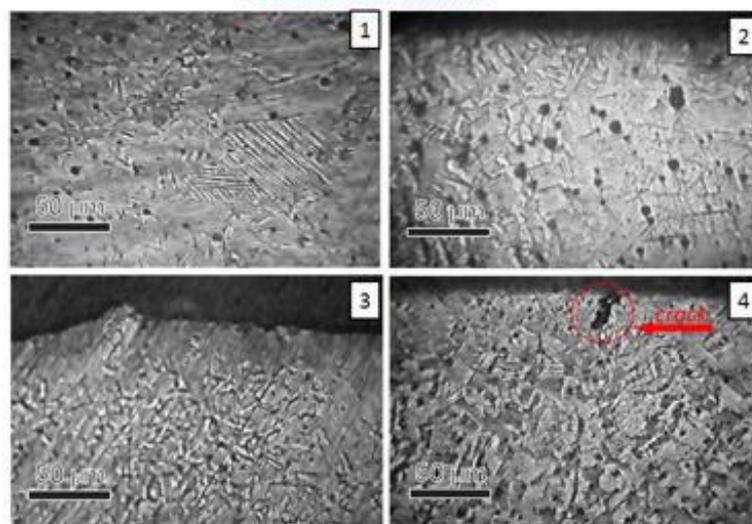
#### 2.2.4. Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro pada permukaan bertujuan untuk mengidentifikasi sifat material, komposisi struktur mikro material, mengetahui besar butir material dan indikasi keberhasilan perlakuan permukaan. Pengamatan struktur mikro bisa dilihat dengan menggunakan alat mikroskop optik (sampai dengan 1000×) untuk mengamati sifat mekanik suatu material. Gambar 2.9. menunjukkan skema mikroskop yang digunakan dalam pengamatan struktur mikro. Pengamatan struktur mikro memiliki beberapa tahapan yang harus dilakukan. Tahap pertama yaitu pemotongan (*sectioning*), lalu pengamplasan (*grinding*), kemudian pemolesan (*polishing*) dan yang terakhir pengetsaan (*etching*). Pada saat proses pemotongan benda dipotong dengan disesuaikan dengan bagian yang akan diamati. Proses pengamplasan dilakukan dengan beberapa tingkat kekasaran

amplas dari yang paling kasar hingga yang paling halus. Proses selanjutnya proses pemolesan yaitu dilakukan dengan menggunakan pasta pemoles logam (*metal polish*) berupa autosol yang dipoleskan pada spesimen hingga goresan pada permukaan tidak terlihat. Selanjutnya proses pengetsaan yaitu dengan menggunakan alkohol konsentrasi 30%. Setelah proses pengetsaan dilakukan maka sampel siap untuk diuji struktur mikro. Pada Gambar 2.10 adalah hasil pengujian struktur mikro dibawah ini.



Gambar 2. 9 Skema mikroskop pengamatan struktur mikro (menurut Widi, 2016 dalam Paul, 1988)



Gambar 2.10 Hasil pengujian struktur mikro.(1) sampel Raw material (2) durasi waktu 5 menit (3) durasi waktu 10 menit (4) durasi waktu 15 menit. (menurut Hidayat, 2013 dalam Sulaiman, 2016)

### 2.2.5. Pengujian kekasaran permukaan

Kekasaran suatu material dapat dilihat dari tekstur permukaannya. Untuk mengetahui tingkat kekasaran suatu material tidak hanya cukup dengan meraba menggunakan atau melihat secara langsung permukaan suatu material tetapi ada suatu standar yang baku sebagai acuan para peneliti. Standar pengukuran yang biasa digunakan dalam pengukuran permukaan yaitu Rmax (jarak antara puncak tertinggi dengan lembah terendah), Ra (nilai rata-rata dari pengukuran kekasaran permukaan untuk panjang tertentu), Rz (rata-rata dari tinggi maksimum).

$$Ra = \frac{a+b+c+\dots+n}{n} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

Ra = Kekasaran rata-rata ( $\mu\text{m}$ )

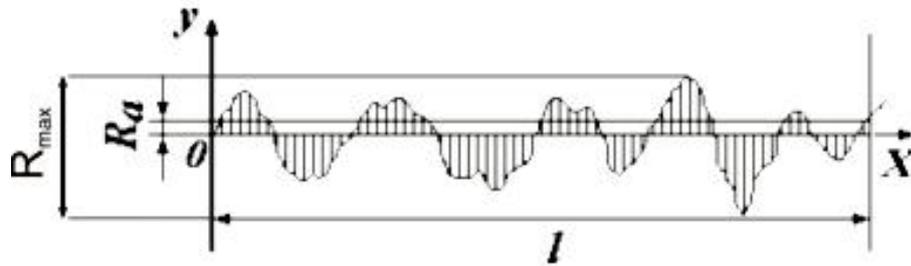
a = Nilai Hasil uji Kekasaran 1 ( $\mu\text{m}$ )

b = Nilai Hasil uji Kekasaran 2 ( $\mu\text{m}$ )

c = Nilai Hasil uji Kekasaran 3 ( $\mu\text{m}$ )

n = Jumlah banyaknya data

*Surface roughness tester* adalah alat uji yang biasa digunakan untuk mengukur nilai kekasaran permukaan. Fungsi alat ini adalah pengukuran kekasaran permukaan pada benda dengan ketelitian 0.01 mm. Untuk mengetahui tingkat kekasaran suatu material yaitu dengan cara kontak langsung pada permukaan material. Metode ini menggunakan ketelitian yang tergantung pada alat pengukurnya. Prinsip kerja metode kontak langsung dengan menggunakan jarum (*stylus*) yang berjalan di sepanjang permukaan material. Jarum (*stylus*) memiliki ukuran tersendiri tergantung pada keakuratan alat *surface roughness*. Saat melakukan pengukuran *stylus* bergerak naik turun mengikuti bentuk kekasaran permukaan. Gambar (2.11.) merupakan data hasil pergerakan *stylus* dengan gerak vertikal dan horizontal dirubah menjadi data digital yang dapat diolah dengan komputer sesuai standar parameter yang digunakan.



Gambar 2.11 profil permukaan  $R_a$  dan  $R_{max}$  (Hidayat, 2013)

Parameter pengukuran kekasaran dapat dikur dengan menghitung selisih simpangan permukaan *real* dari permukaan ideal dengan besaran jarak. Simpangan besar cenderung permukaan material tersebut cenderung kasar. begitupun sebaliknya, simpangan kecil menunjukkan bahwa permukaannya lebih halus

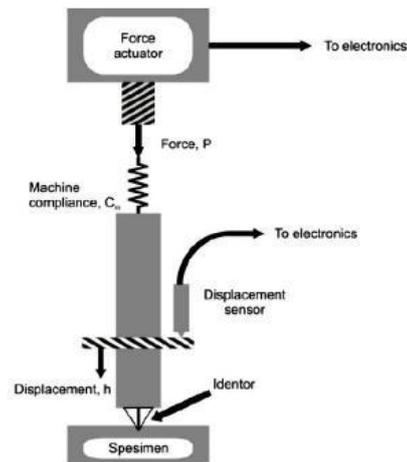


Gambar 2.12 alat uji kekasaran permukaan dan skema pembacaan *stylus* (Widi, 2016)

### 2.2.6. Pengujian kekerasan permukaan

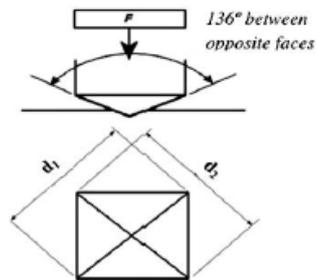
Kekerasan merupakan kemampuan ketahanan suatu permukaan material terhadap deformasi plastis akibat penekanan. Deformasi yang terjadi akibat adanya adanya perubahan secara plastis dan elastis pada permukaan benda uji. Setiap benda pasti memiliki tingkat kekerasan tertentu karena kekerasan merupakan sifat mekanik yang pasti dimiliki oleh suatu benda. Menurut (Saputra, 2016 dalam Callister, 2001) kekerasan merupakan suatu benda untuk menahan goresan atau indentasi. Dari uraian tersebut maka suatu benda dapat diartikan sebagai ketahanan benda tersebut terhadap gaya tekan dari benda lain yang lebih keras. Pengujian kekerasan permukaan dapat menggunakan beberapa metode diantaranya goresan, kekerasan pantul, dan kekerasan indentasi. Pada metode indentasi memiliki beberapa

jenis metode yang dibedakan berdasarkan jenis indentornya yang ditekan ke permukaan benda uji. Gambar 2.13 menunjukkan skema alat uji secara *universal*. Prinsip kerja metode ini yaitu dengan memberikan tekanan pada jarum dengan gaya pada permukaan benda uji, sehingga akan terlihat bekas tekanan dari jarum tersebut.



Gambar 2.13 Skema proses pengujian kekerasan (Sulaiman, 2016)

Pengukuran kekerasan permukaan dibagi menjadi beberapa metode berdasarkan dari indentornya. Metode yang biasa digunakan diantaranya adalah metode *Rockwell*, *Brinell*, dan *Vickers*. Pada metode ini yang paling sering digunakan yaitu metode pengujian *Vickers*. Karena pengoperasian pada metode ini lebih mudah dan memiliki tingkat presisi yang baik. Prinsip kerja metode *Vickers* yaitu sama dengan metode uji kekerasan lainnya yaitu untuk mengetahui kemampuan suatu material untuk menahan deformasi plastis. Metode *Vickers* dapat digunakan di semua jenis metal dan memiliki jangkauan pengukuran yang sangat lebar dibandingkan dengan metode pengujian kekerasan lainnya. Metode *Vickers* menggunakan indenter intan piramida dengan besar sudutnya  $136^\circ$  yang ditunjukkan pada Gambar 2.14 Metode *Vickers* menghasilkan injakan berbentuk bujur sangkar berdiagonal. Bekas injakan diukur berdasarkan panjang rata-rata kedua diagonalnya agar dapat dihitung hasil dari nilai kekerasannya. Nilai kekerasan suatu material dapat diukur dengan persamaan standar STM E384-84 (Brandes dan Brook, 1992 dalam Syahrudianto, 2016) yaitu ditunjukkan pada persamaan HV.



Gambar 2.14 Skematik metode *vickers* (Sulaiman, 2016)

Persamaan yang digunakan dalam menghitung nilai kekerasan yaitu sebagai berikut:

$$\frac{1,854 P}{\left(\frac{d_1+d_2}{2}\right)^2} \left(\frac{gf}{mm^2}\right) = HV \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana : **HV** adalah *Vickers Hardness* (gf/m<sup>2</sup>)  
**P** adalah beban yang diberikan (gf)  
**d1** adalah panjang diagonal 1 (mm)  
**d2** adalah panjang diagonal 2 (mm)

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam melakukan uji kekerasan dengan metode indentasi:

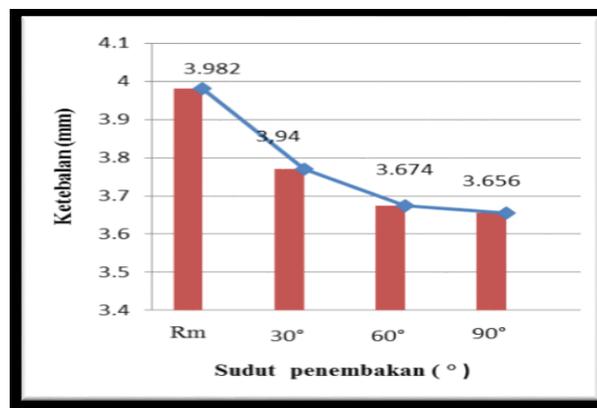
1. Alat uji kekerasan harus dikalibrasi terlebih dahulu.
2. Indentor harus bersih dan terposisi dengan baik.
3. Permukaan spesimen harus bersih dan rata.
4. Arah penekan indentor harus tegak lurus.
5. Jarak antar penekanan tidak boleh berdekatan.
6. Tidak boleh melakukan penekanan pada ujung spesimen.
7. Posisi spesimen uji harus tepat, tidak mudah bergeser atau berputar.



Gambar 2.15 Bekas injakan (Widi, 2016)

### 2.2.7. Pengukuran Geometri Plat

Untuk mengukur suatu benda dilakukan dengan menggunakan alat ukur. Setiap alat ukur mempunyai kegunaan atau fungsi yang berbeda-beda. Karakteristik dan skala alat ukur berbeda-beda. Salah satu alat ukur yang digunakan untuk mengukur dimensi suatu benda yaitu mikrometer. Mikrometer biasa digunakan untuk mengukur benda dalam skala kecil dan tipis seperti ketebalan plat, diameter kawat dan benda lainnya yang berukuran kecil. Mikrometer merupakan alat ukur yang memiliki ketelitian 0,01 mm.

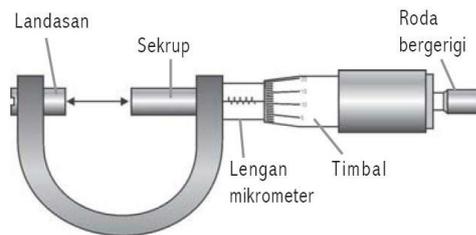


Gambar 2.16 Grafik ketebalan plat (Sulaiman dkk, 2016)

Pada gambar 2.16 menunjukkan hasil pengujian ketebalan plat sebelum di *shot peening* (*Raw Maetrial*) dan setelah di *shot peening* dari grafik tersebut ketebalan plat sampel mengalami penurunan seiring bertambahnya sudut penembakan. Artinya ketebalan plat sampel setelah di *shot peening* semakin kecil maka permukaan sampel tersebut akan semakin keras dan padat.

Menurut Syahrudianto (2016) Mikrometer dibagi menjadi 3 jenis, yaitu

- a. Mikrometer luar. Biasanya digunakan untuk mengukur diameter baut, diameter bearing ball, diameter kawat, tebal kertas, tebal plat, tebal batang dan lain-lain.
- b. Mikrometer dalam. Biasanya digunakan untuk mengukur diameter lubang.
- c. Mikrometer kedalaman. Biasanya digunakan untuk mengukur untuk mnegukur kedalaman suatu lubang.



Gambar 2.17 Mikrometer luar (*outside micrometer*)



Gambar 2.18 Mikrometer dalam (*inside micrometer*)



Gambar 2.19 Mikrometer kedalaman (*depth micrometer*)

### 2.2.8. Pengujian *Wettability*

*Hydrophobic* adalah permukaan yang tidak akan basah apabila permukaan tersebut terkena air. Untuk mengetahui karakter permukaan *hydrophobic* ialah dengan mengukur besarnya sudut yang terbentuk pada permukaan benda uji. Sudut kontak adalah sudut yang terbentuk pada permukaan sampel dengan cairan atau fluida yang ditetaskan pada permukaan benda uji menurut Gusrita, 2014 (dalam Sulaiman, 2016).

Studi tentang karakter permukaan suka air atau tidak suka air dibagi menjadi beberapa jenis pengukuran menurut Yuliwati dan Desi, 2014 (dalam Sulaiman, 2016) *contact angel* kecil ( $<90^\circ$ ) menunjukkan bahwa permukaan suka air (*hydrophilic*) sedangkan *contact angel* besar ( $>90^\circ$ ) menunjukkan permukaan tidak suka air (*hydrophobic*). Pada permukaan yang lebih kasar dan *hydrophilic* karena

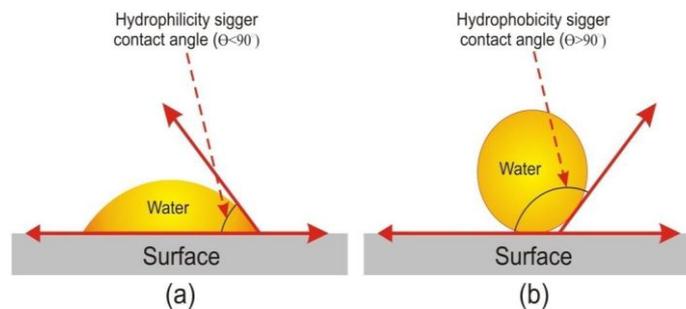
adanya tabrakan yang berulang kali dari *steel ball* yang menimbulkan deformasi dan menguntungkan dalam penyerapan protein dalam pembentukan rangkaian sel tulang yang menempel pada implan menurut Azar dkk, 2010 dan Wilson dkk, 2015 (dalam Sulaiman, 2016).

Sudut kontak ialah sudut yang dibentuk antara permukaan benda uji dengan air yang ditetaskan ke permukaan benda uji tersebut. Sudut kontak berhubungan dengan karakteristik benda uji yaitu sifat menyerap air (*hydrophilic*) atau tidak dapat menyerap air (*hydrophobic*). Pada Gambar 2.20. Menunjukkan sudut pengukuran yang dihasilkan pada permukaan benda uji.

Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai sudut kontak:

$$\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} = \bar{\theta} \dots \dots \dots 2.3$$

Dimana:  $\theta_1$  adalah sudut kontak pertama  
 $\theta_2$  adalah sudut kontak kedua  
 $\bar{\theta}$  adalah rata-rata sudut kontak



Gambar 2.20 Skema bentuk contact angel (a) hydrophilic dan (b) hydrophobic menurut Yuliwati dan Desi, 2014 (dalam Sulaiman, 2016)