

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian dan pembahasan ini disajikan dalam bentuk gambar dan grafik. Tujuan dari penyajian ini adalah untuk memudahkan dalam menganalisa dan memahami hasil penelitian ini dan membandingkan satu penelitian dengan penelitian lainnya.

4.1 Hasil dan Pembahasan Proses Perlakuan *Shot peening*

Pengaruh perlakuan *shot peening* pada plat *stainless steel* 316L terlihat jelas jika dilihat secara visual seperti gambar 4.1. Pada penelitian ini, variasi diameter *steel ball* yang digunakan yaitu ukuran 0,4 mm; 0,6 mm ; dan 0,7 mm. Pada gambar 4.1 terlihat perbedaan dari masing-masing spesimen sebelum dan sesudah diberi perlakuan *shot peening*. (Gambar 4.1 a) dimana pada permukaan kondisi awal dari spesimen setelah proses penekukan dengan permukaannya terlihat bersih dan rata. Pada Gambar 4.1 b, Gambar 4.1 c, dan Gambar 4.1 d merupakan bentuk kondisi visual setelah diberi perlakuan *shot peening* berturut-turut dengan menggunakan diameter *steel ball* 0,4 mm; 0,6 mm ; dan 0,7 mm. Kondisi permukaan spesimen tersebut terlihat adanya cekungan-cekungan halus bekas tumbukan dari bola baja terhadap spesimen. Permukaan spesimen terlihat lebih kasar seiring dengan bertambahnya ukuran diameter *steel ball* yang digunakan.

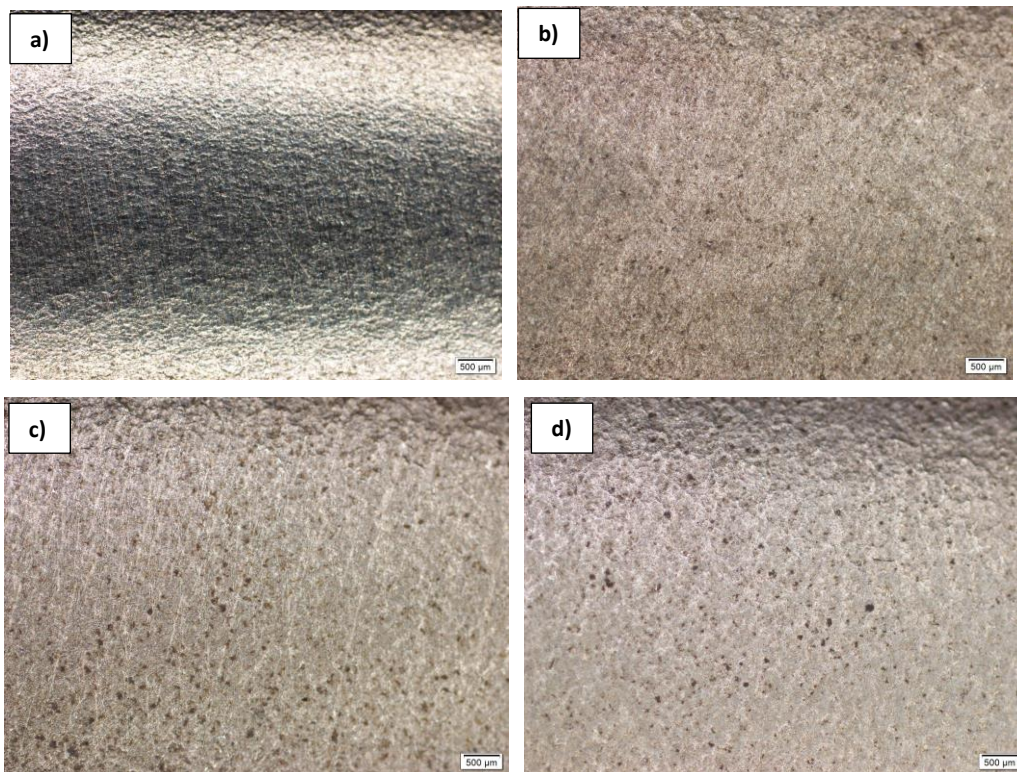


Gambar 4.1 Hasil foto visual permukaan dari spesimen DCP (a) spesimen *raw material* (b) spesimen *shot peening* variasi diameter 0,4 mm (c) spesimen *shot peening* variasi diameter 0,6 mm (d) spesimen *shot peening* variasi diameter 0,7 mm.

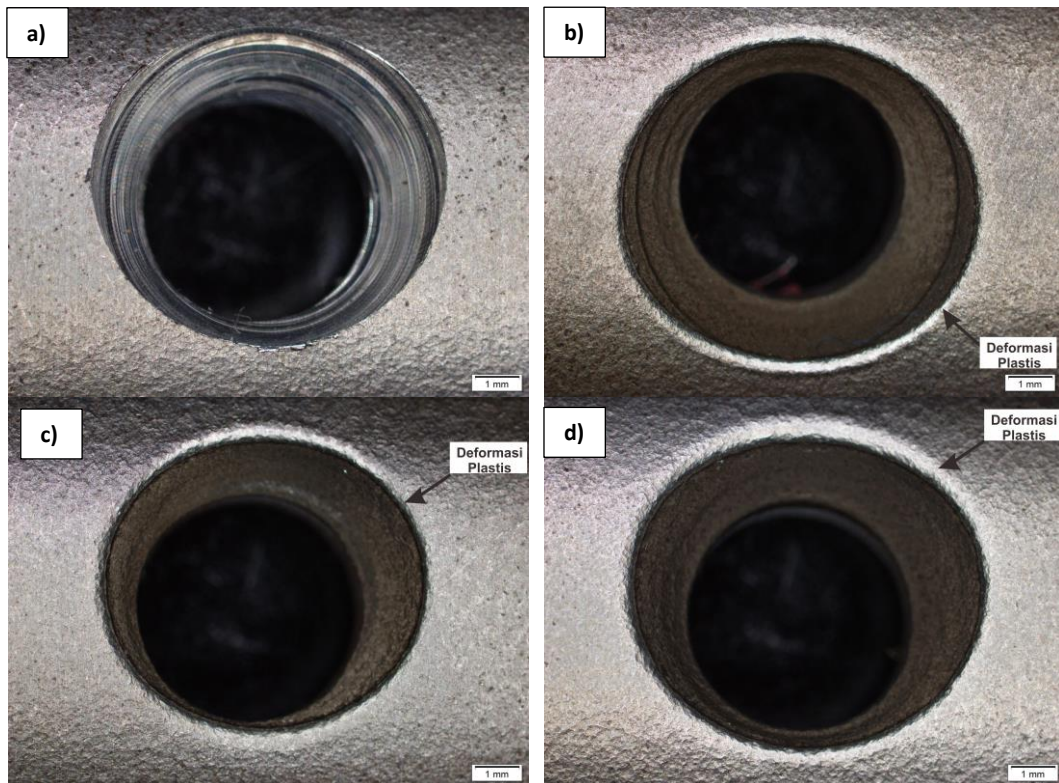
4.2 Hasil Pengujian dan Pembahasan Spesimen *Shot peening*

4.2.1 Hasil dan Pembahasan Pengamatan Struktur Makro

Pada pengamatan struktur makro, terdapat 4 jenis foto yaitu permukaan, lubang spesimen, penampang memanjang dan penampang melintang . Spesimen diamati dengan mikroskop optik, untuk permukaan spesimen perbesaran 20x pada skala bar 500 μm , perbesaran 12x pada skala bar 1 mm untuk lubang spesimen, perbesaran 15x pada skala bar 1 mm untuk penampang melintang, dan perbesaran 25x pada skala bar 500 μm untuk penampang memanjang. Terlihat perbedaan antara spesimen *raw material* dengan spesimen yang diberi perlakuan *shot peening* seperti pada gambar 4.2 (a), (b),(c) dan (d).



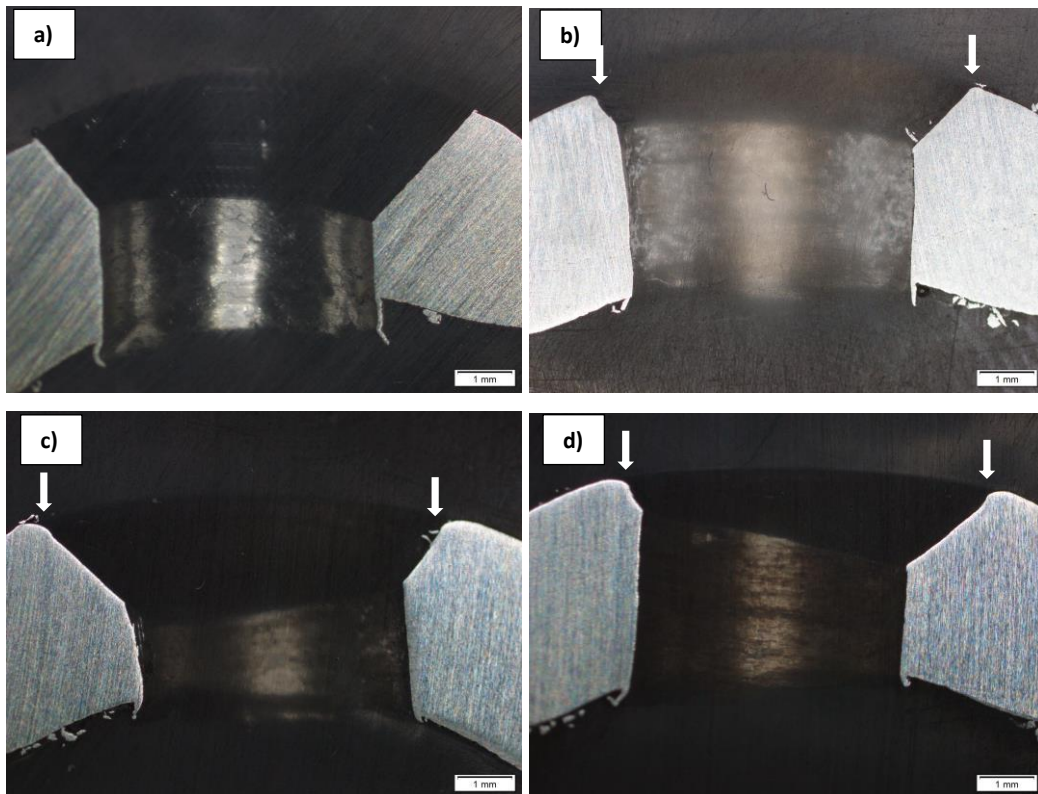
Gambar 4.2 Hasil foto struktur makro dari permukaan spesimen DCP. (a) spesimen *raw material* dan spesimen setelah perlakuan *shot peening* dengan diameter *steel ball* (b) 0,4 mm, (c) 0,6 mm, (d) 0,7 mm



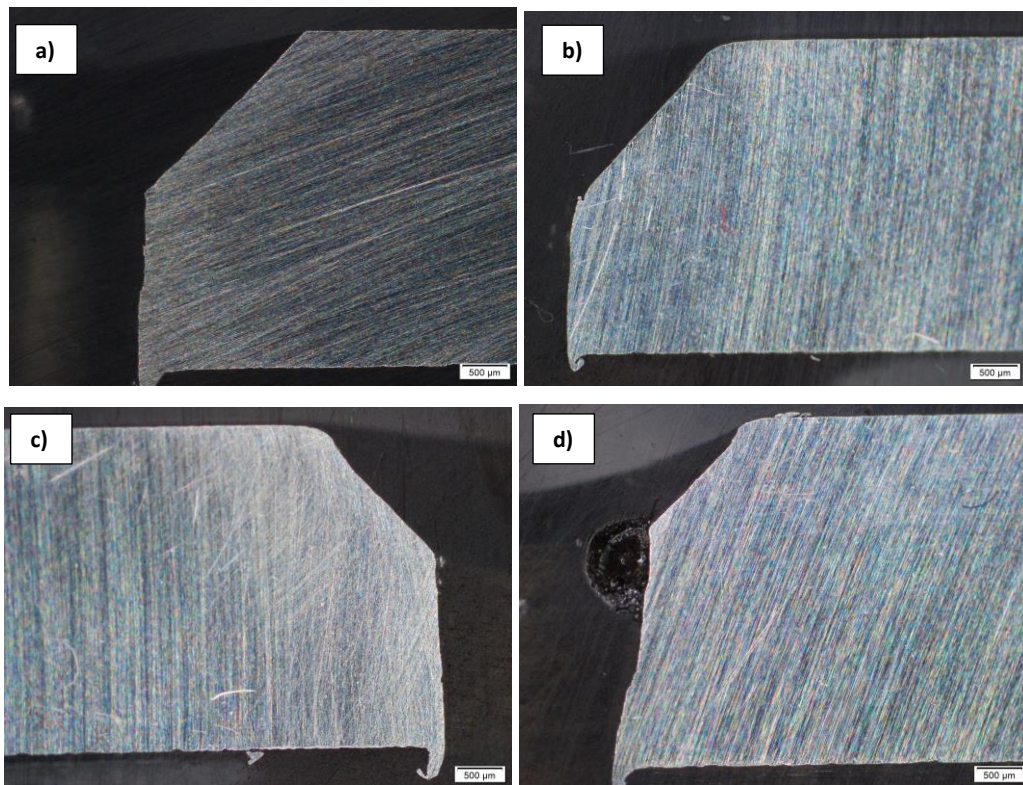
Gambar 4.3 Hasil foto struktur makro dari lubang spesimen *shot peening*. (a) spesimen *raw material* spesimen setelah perlakuan *shot peening* dengan diameter *steel ball* (b) 0,4 mm, (c) 0,6 mm, (d) 0,7 mm

Pada gambar 4.2.a menunjukkan spesimen sebelum *shot peening* yang memperlihatkan kondisi asli permukaan spesimen. Pada gambar 4.2.b menunjukkan kondisi spesimen setelah diberi perlakuan *shot peening* dengan variasi diameter *steel ball* 0,4 mm, terlihat batas butir yang lebih kecil. Permukaan tampak lebih kasar bila dibandingkan dengan permukaan plat sebelum di *shot peening*, seperti timbul cekungan-cekungan. Hal tersebut merupakan efek dari tumbukan bola-bola baja dengan kecepatan tinggi pada permukaan dan menyebabkan permukaan mengalami deformasi plastis sehingga menimbulkan cekungan-cekungan pada permukaan. Pada permukaannya juga terdapat beberapa lubang cacat akibat dari perlakuan *shot peening*. Hal yang sama juga terjadi pada spesimen dengan variasi diameter *steel ball* 0,6 mm dan 0,7 mm Pada gambar 4.2.b sampai 4.2.d bagian cekungan terdapat bintik-bintik hitam dari kotoran yang berasal dari kompresor.

Gambar 4.3 merupakan struktur makro lubang spesimen sebelum dan setelah diberi perlakuan *shot peening* dengan variasi diameter *steel ball*. Gambar 4.3.a menunjukkan kondisi awal lubang spesimen sebelum diberi perlakuan *shot peening*, terlihat permukaan lubang masih bersih dan rata. Gambar 4.3.a menunjukkan spesimen setelah diberi perlakuan *shot peening* dengan variasi diameter *steel ball* 0,4 mm, terlihat batas butir yang relatif kecil. Pada gambar 4.3.b sampai dengan 4.3.d terlihat cekungan pada lubang dan ujung lubang menjadi tumpul yang diakibatkan oleh tumbukan bola baja selama perlakuan *shot peening*. Butiran kecil menjadi semakin banyak dan merata, sehingga permukaan lubang lebih kasar.



Gambar 4.4 Hasil foto struktur makro dari penampang melintang
(a) spesimen *raw material* dan spesimen *shot peening* diameter *steel ball*
(b) 0,4 mm, (c) 0,6 mm, (d) 0,7 mm



Gambar 4.5 Hasil foto struktur makro dari penampang memanjang.
 (a) spesimen *raw material* dan spesimen *shot peening* diameter *steel ball*
 (b) 0,4 mm, (c) 0,6 mm, (d) 0,7 mm

Pada gambar 4.4 dan 4.5 menunjukkan hasil foto struktur makro dari penampang melintang dan penampang memanjang spesimen. Gambar 4.4.a dan 4.5.a merupakan kondisi asli dari permukaan lubang spesimen sebelum diberi perlakuan *shot peening*, terlihat dari permukaan masih rata dan halus setelah dilakukan proses pemesinan untuk membuat lubang plat. Kemudian pada gambar 4.4.b sampai dengan 4.4.d terlihat perubahan bentuk di ujung diameter luar *elips* dan diameter lubang yang diakibatkan oleh tumbukan bola baja dengan lubang selama perlakuan *shot peening* berlangsung. Arah penembakan bola baja ditunjukkan pada arah panah. Pada gambar 4.4 terjadi ketidaksimetrian pada lubang hasil *drilling* yang berakibatkan perbedaan lubang *elips* dari sisi kanan maupun kiri. Ini dikarenakan proses penekukan (*bending*) plat tidak presisi dan proses *drilling* yang tidak presisi dalam pemasangannya mengakibatkan lubang *drilling* tidak tepat sesuai desain. Pada gambar 4.5.b dengan diameter *steel ball* 0,4 mm terlihat bentuk tumpul diujung lubang bekas tumbukkan antara bola baja

dengan permukaan. Hal yang sama juga terjadi pada spesimen dengan perlakuan diameter *steel ball* 0,6 dan 0,7 mm. Pada gambar 4.5.c dan 4.5.d terlihat bentuk tumpul yang lebih dalam akibat perlakuan *shot peening*. Dan semakin besar variasi diameter *steel ball* yang digunakan mengakibatkan perubahan ujung dan permukaan lubang spesimen semakin signifikan.

Pada penelitian Ahmed dkk (2015), pengaruh penggunaan variasi diameter abrasif yang digunakan dapat mempengaruhi hasil dari permukaan *shot peening*. Timbulnya bentuk cekungan kawah berasal dari meningkatnya energi kinetik yang dihasilkan dari perlakuan tersebut. Mengutip dari Panday dkk (2001) bahwa peningkatan energi kinetik yang terjadi selama perlakuan berlangsung maka dapat mempengaruhi deformasi plastis dan penetrasi di spesimen yang meningkat secara signifikan.

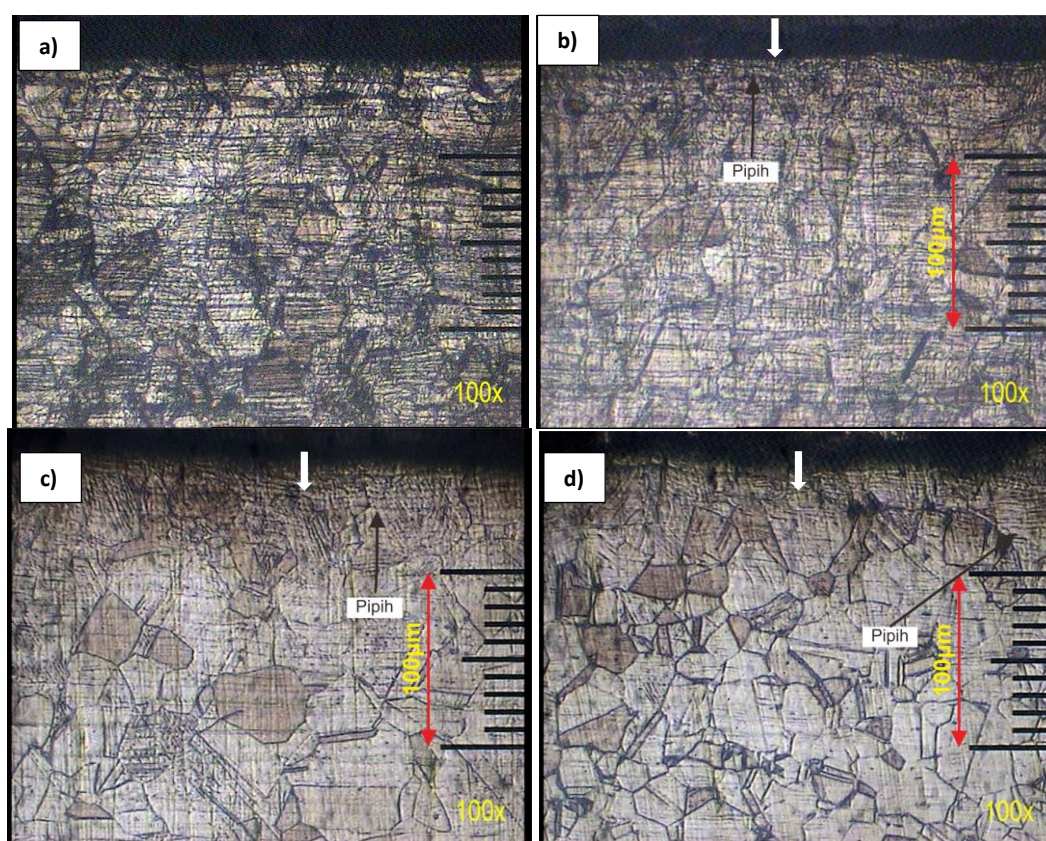
4.2.2 Hasil dan Pembahasan Pengamatan Struktur Mikro

Pada pengamatan struktur mikro, spesimen diamati dengan mikroskop optik dengan perbesaran 100x pada skala bar 100 μ m. Sebelum dilakukan pengamatan, spesimen dibersihkan menggunakan dengan tujuan untuk menghilangkan goresan pada permukaan spesimen sehingga butiran struktur mikro terlihat lebih jelas. Adapun cairan etsa yang digunakan yaitu HCl + HNO₃ dengan kadar 1:3. Pengamatan dilakukan pada penampang melintang spesimen *shot peening* dengan variasi perlakuan diameter *steel ball* 0,4 mm, 0,6 mm dan 0,7 mm.

Pada gambar 4.6 merupakan struktur mikro sampel sebelum dan setelah di *shot peening*. Gambar 4.6.a memperlihatkan struktur mikro spesimen sebelum di *shot peening* (*raw material*), dimana ukuran butiran sekitar permukaan hampir sama. Pada spesimen *raw material* terlihat ukuran butiran belum mengalami pengecilan. Hasil yang diperlihatkan pada pengamatan struktur terlihat perbedaan pada bagian tepi permukaan spesimen. Sedangkan pada gambar 4.6.b menunjukkan gambar struktur hasil perlakuan *shot peening* terlihat ukuran butiran relatif kecil di sepanjang daerah yang terkena proses *shot peening*. Arah penembakan *steel ball* ditunjukkan pada arah panah. Gambar 4.6.c menunjukkan bahwa daerah sekitar penumbukan abrasif terlihat mengalami penghalusan butiran. Penghalusan

butiran berangsur membesar menjauh dari permukaan spesimen. Perubahan mulai terlihat pada gambar 4.6.b sampai 4.6.d yang mengalami pemadatan di bagian tepi permukaan seiring dengan meningkatnya variasi diameter *steel ball*.

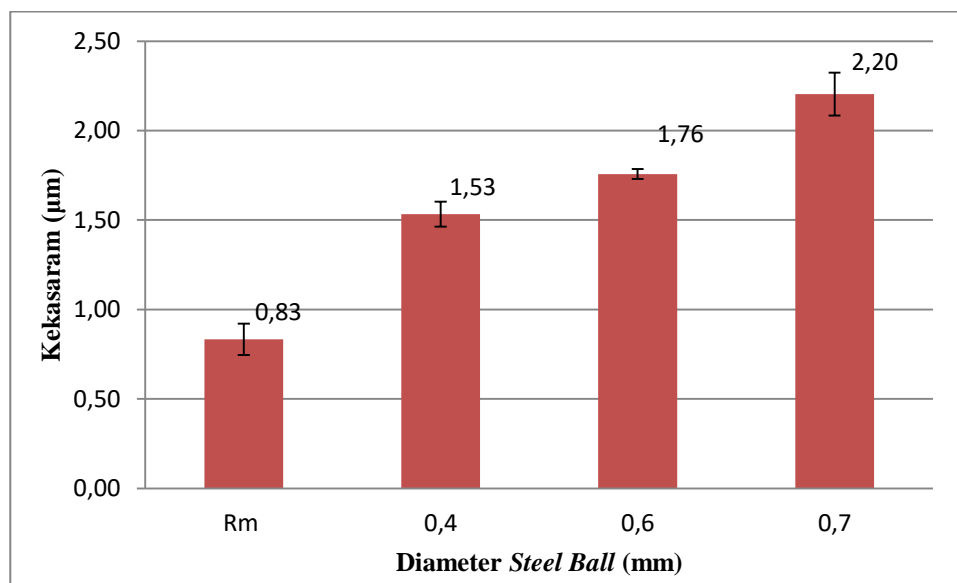
Iqbal dkk (2011) menjelaskan bahwa perlakuan *sand blasting* dapat menghasilkan perubahan signifikan terhadap struktur mikro. Pengecilan butiran diakibatkan terjadi *several plastic deformation* (SPD), sehingga daerah permukaan mengalami pengecilan atau penghalusan butiran permukaan akibat *sand blasting* dan kekerasan material akan menurun menjauh dari permukaan.



Gambar 4.6 Foto struktur mikro permukaan penampang melintang pada spesimen DCP sebelum dan setelah *shot peening* (a) spesimen *raw material* dan spesimen *shot peening* variasi diameter *steel ball* (b) 0,4 mm, (c) 0,6 mm, (d) 0,7 mm.

4.2.3 Hasil dan Pembahasan Pengujian Kekasaran

Pengaruh perlakuan *shot peening* yang diberikan kepada spesimen SS 316L memiliki hasil kekasaran permukaan yang berbeda sesuai dengan penggunaan diameter *steel ball* yang digunakan. Hasil pengujian kekasaran permukaan spesimen *shot peening* dapat dilihat pada gambar 4.7 dan tabel 4.1



Gambar 4.7 Grafik nilai kekasaran rata-rata (Ra) dari spesimen *shot peening*

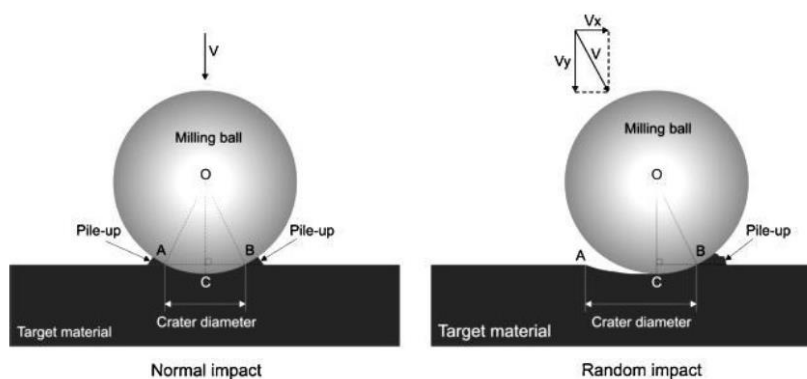
Tabel 4.1 Nilai Kekasaran Spesimen *Shot peening*

Kode	variasi	Kekasaran (µm)			Rata-rata (µm)	simpangan
		test 1	test 2	test 3		
Rm	0	0,869	0,898	0,733	0,83	0,088
0,4	0,4	1,474	1,516	1,61	1,53	0,07
0,6	0,6	1,731	1,786	1,753	1,76	0,028
0,7	0,7	2,187	2,093	2,331	2,20	0,12

Pada Gambar 4.7 terlihat terjadi peningkatan nilai kekasaran permukaan yang sangat signifikan apabila dibandingkan antara nilai kekasaran pada permukaan spesimen sebelum perlakuan *shot peening* (*raw material*) dengan nilai kekasaran permukaan spesimen setelah perlakuan *shot peening*. Penyebabnya merupakan efek dari indentasi terhadap permukaan spesimen yang dihasilkan dari penumbukan butiran bola-bola baja dengan tekanan dan pengaruh variasi diameter *steel ball* ke permukaan spesimen uji. Terlihat pada spesimen *raw material* memiliki kekasaran sebesar 0,83 µm, kemudian meningkat dengan signifikan hingga 1,53 µm pada variasi diameter *steel ball* 0,4 mm. Pada variasi diameter *steel ball* selanjutnya, terlihat peningkatan kekasaran yang tidak terlalu jauh terjadi pada spesimen dengan variasi *steel ball* 0,6 mm dengan memiliki kekasaran sebesar 1,76 µm. Pada variasi diameter *steel ball* 0,7 mm terlihat nilai

kekasaran permukaan optimum dengan memiliki nilai kekasaran sebesar $2,2 \mu\text{m}$. Berdasarkan peningkatan nilai kekasaran permukaan tersebut, maka pengaruh penggunaan variasi diameter *steel ball* dapat mempengaruhi kekasaran permukaan spesimen.

Fenomena yang terjadi pada permukaan ini hanya dalam 1 tahapan saja. Tahapan ini terjadi peningkatan disetiap variasi diameter *steel ball*nya, yaitu akibat terbentuknya cekungan baru dan tumpukan material pada bagian bawah cekungan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.8. Timbulnya cekungan baru pada permukaan material mengakibatkan peningkatan ketinggian puncak sehingga menyebabkan ketidakteraturan permukaan dan kekasaran permukaan meningkat dengan signifikan dari nilai kekasaran *raw material*.

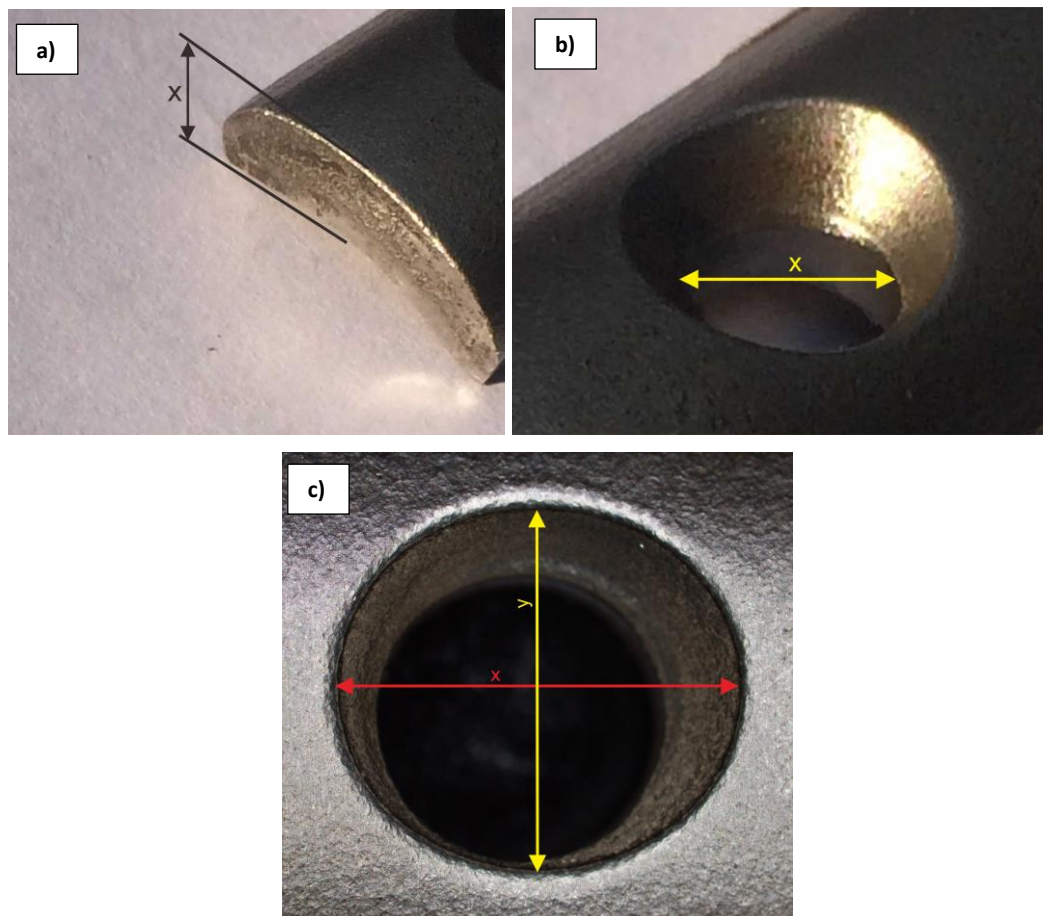


Gambar 4.8 pengaruh penumbukan bola baja (Arifvianto, 2011)

Pada penelitian ini, grafik nilai kekasaran setelah *shot peening*, yang ditunjukkan pada Gambar 4.7 terus meningkat dan tidak terjadi penurunan seperti hasil penelitian (Sukarno, 2017). Hal ini disebabkan pengaruh penggunaan variasi diameter *steel ball* dalam meningkatkan kekasaran permukaan material.

4.2.4 Hasil dan Pembahasan Pengukuran Geometri/Dimensi

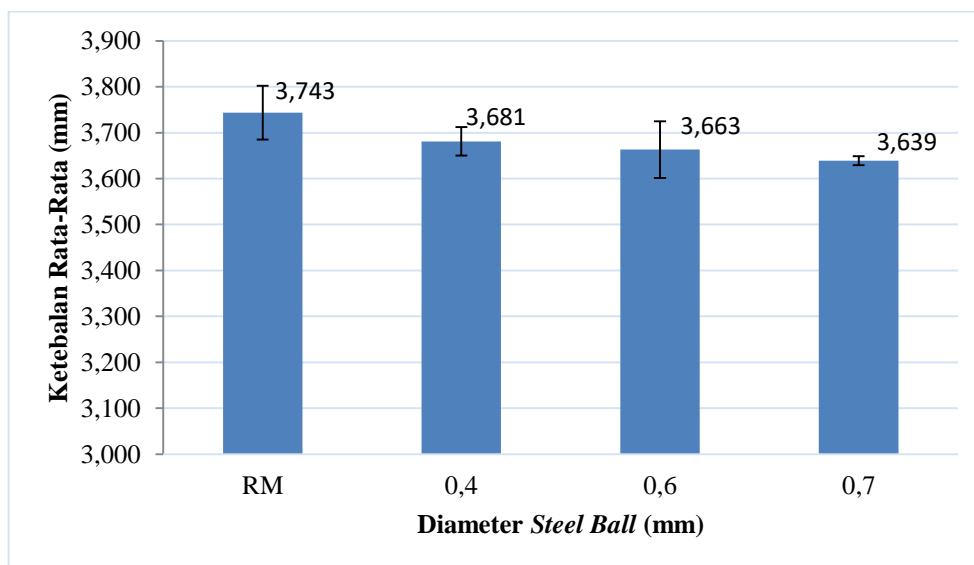
Pengaruh perlakuan *shot peening* yang terjadi karena deformasi yang diakibatkan tumbukan bola baja dengan spesimen. Salah satu jenis deformasi yang terjadi yaitu berkurangnya ketebalan spesimen dan lubang spesimen. Pengukuran geometri pada tiap spesimen menggunakan jangka sorong digital. Pada gambar 4.9 menunjukkan cara mengukur geometri meliputi ketebalan spesimen, diameter lubang spesimen dan diameter sumbu panjang dan pendek *elips*.



Gambar 4.9 Cara mengukur geometri/dimensi spesimen (a) ketebalan spesimen (b) diameter lubang spesimen, (c) diameter sumbu panjang dan pendek *elips*.

Tabel 4.2 Nilai Pengurangan Ketebalan Spesimen *Shot Peening*

Proses	Kode	Ketebalan Spesimen DCP (mm)			Rata-rata (mm)		SD
		titik 1	titik 2	titik 3			
RM		3,81	3,7	3,72	3,743	3,743	0,0586
0,4	E6	3,66	3,67	3,67	3,667	3,681	0,031
	EP 11	3,7	3,65	3,63	3,660		
	EP 17	3,72	3,7	3,73	3,717		
0,6	EP 10	3,79	3,67	3,71	3,723	3,663	0,0617
	EP 9	3,57	3,62	3,61	3,600		
	EP 12	3,67	3,65	3,68	3,667		
0,7	E8	3,61	3,62	3,67	3,633	3,639	0,0096
	E5	3,65	3,61	3,64	3,633		
	E12	3,67	3,62	3,66	3,650		

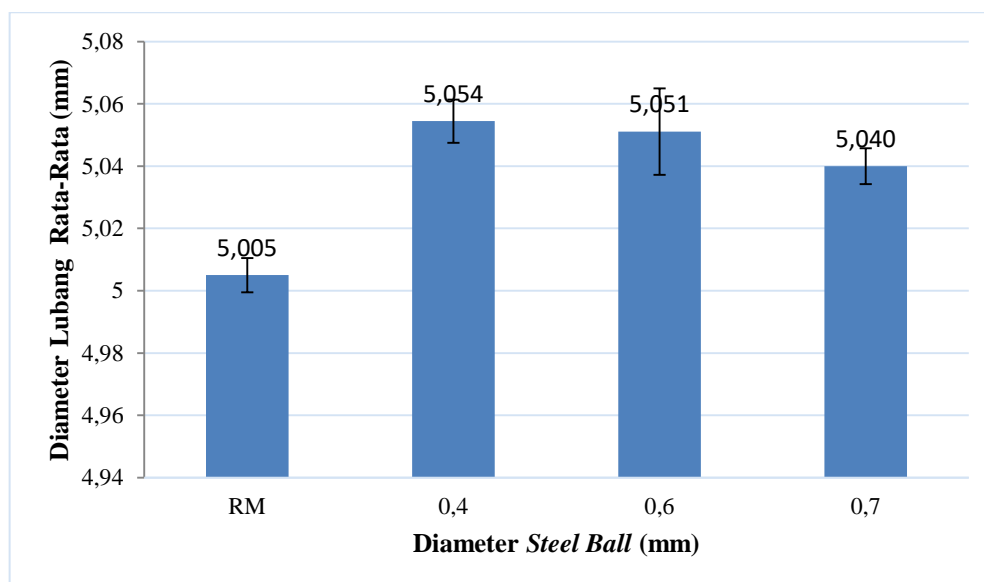


Gambar 4.10 Grafik Nilai Ketebalan Rata-rata Spesimen *shot peening*

Pada gambar 4.10, terlihat pengurangan ketebalan spesimen dari sebelum *shot peening* dan setelah *shot peening* pada DCP SS-316L, terjadi hampir semua mengalami pengurangan ketebalan di setiap perlakuan variasi diameter *steel ball*. Pengurangan ketebalan terjadi pada spesimen *raw material* terhadap spesimen dengan variasi diameter *steel ball* 0,4 mm. Untuk spesimen dengan perlakuan variasi diameter *steel ball* 0,7 mm memiliki ketebalan paling rendah sebesar 3,639 mm apabila dibandingkan dengan spesimen yang lain. Spesimen *raw material* memiliki ketebalan sebesar 3,743 mm yang sebagian kondisi awal spesimen.

Tabel 4.3 Nilai Diameter Lubang *Shot peening*

Variasi	Kode	Diameter lubang spesimen DCP (mm)						Rata-rata (mm)	SD	
		1	2	3	4	5	6			
RM		5,01	5	5,01	5	5	5,01	5,01	0,0055	
0,4	E6	5,08	5,04	5,05	5,06	5,04	5,04	5,047	5,054	0,0069
	EP 11	5,04	5,06	5,05	5,06	5,06	5,05	5,057		
	EP 17	5,04	5,03	5,04	5,04	5,08	5,06	5,060		
0,6	EP 10	5,05	5,06	5,06	5,05	5,05	5,04	5,047	5,051	0,0139
	EP 9	5,05	5,05	5,04	5,04	5,04	5,04	5,040		
	EP 12	5,05	5,05	5,05	5,09	5,05	5,06	5,067		
0,7	E8	5,05	5,05	5,04	5,04	5,04	5,05	5,043	5,040	0,0058
	E5	5,02	5,04	5,03	5,03	5,03	5,04	5,033		
	E12	5,04	5,05	5,05	5,04	5,04	5,05	5,043		

Gambar 4.11 Grafik Nilai Diameter Lubang Rata-rata Spesimen *shot peening*

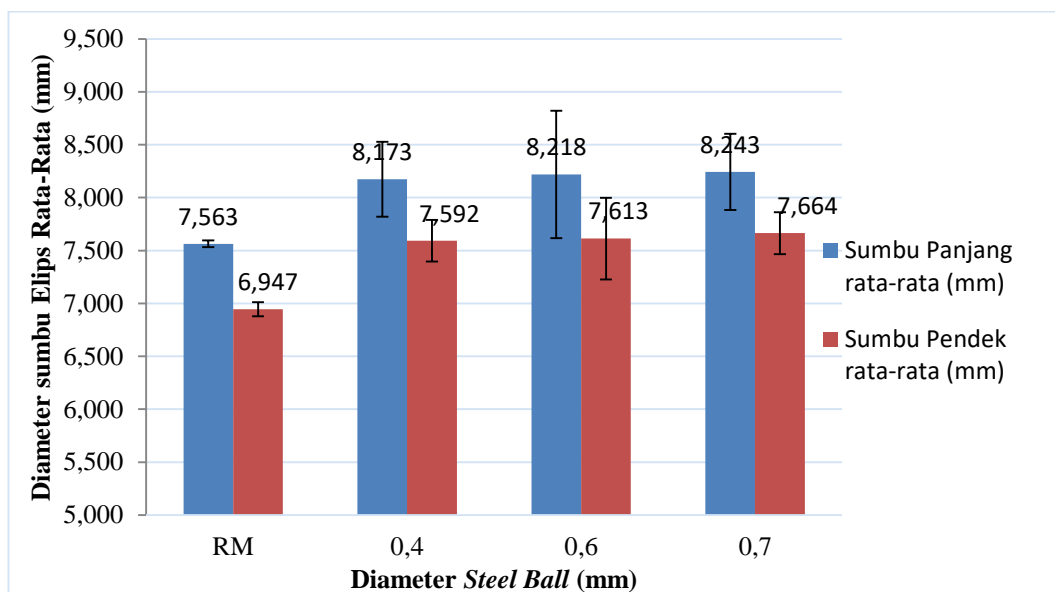
Sedangkan pada gambar 4.11, terlihat penambahan diameter lubang dari spesimen *raw material* terhadap spesimen dengan perlakuan variasi diameter *steel ball* 0,4. Untuk spesimen dengan perlakuan variasi diameter *steel ball* 0,6 mm dan 0,7 mm mengalami pengurangan nilai diameter dibandingkan dengan spesimen dengan perlakuan variasi diameter *steel ball* 0,4 mm. Ini disebabkan pengurangan ketebalan dan penambahan nilai diameter lubang spesimen terjadi karena permukaan mengalami deformasi plastis akibat penumbukan frontal dari partikel *steel ball* selama proses perlakuan *shot peening*.

Tabel 4.4 Nilai Diameter Sumbu Panjang *Elips*.

Variasi	Kode	Diameter sumbu panjang elips (mm)						Rata-rata (mm)		SD
		1	2	3	4	5	6			
RM		7,54	7,6	7,56	7,52	7,6	7,56		7,563	0,0320
0,4	E6	7,66	7,66	7,68	7,7	7,9	8	7,767	8,173	0,3544
	EP 11	8,22	8,14	8,2	8,24	8,42	8,8	8,337		
	EP 17	8,98	8,2	8,12	8,46	8,34	8,4	8,417		
0,6	EP 10	8,94	8,86	8,84	8,76	8,64	8,78	8,792	8,218	0,6029
	EP 9	7,76	7,52	7,46	7,5	7,64	7,66	7,590		
	EP 12	8,48	8,22	8,24	8,1	8,22	8,38	8,273		
0,7	E8	8,14	7,84	7,92	7,88	7,64	7,68	7,850	8,243	0,3612
	E5	8,66	8,36	8,1	8,2	8,26	8,34	8,320		
	E12	8,8	8,6	8,36	8,4	8,5	8,7	8,560		

Tabel 4.5 Nilai Diameter Sumbu Pendek Pendek *Elips*.

Variasi	Kode	Diameter sumbu pendek elips (mm)						Rata-rata (mm)		SD
		1	2	3	4	5	6			
RM		6,92	6,92	7,06	6,96	6,86	6,96		6,947	0,0665
0,4	E6	7,3	7,2	7,34	7,4	7,4	7,6	7,373	7,592	0,1965
	EP 11	7,46	7,62	7,54	7,56	7,6	8,12	7,650		
	EP 17	8,12	7,96	7,62	7,72	7,44	7,66	7,753		
0,6	EP 10	8,2	7,8	7,9	7,7	8	8,02	7,937	7,613	0,3855
	EP 9	7,46	7,1	7	7,04	7,12	7,4	7,187		
	EP 12	8	7,72	7,66	7,4	7,76	7,76	7,717		
0,7	E8	7,77	7,5	7,22	7,14	7,5	7,5	7,438	7,664	0,1982
	E5	7,96	7,86	7,62	7,58	7,7	7,74	7,743		
	E12	7,74	7,96	7,8	7,72	7,68	7,96	7,810		

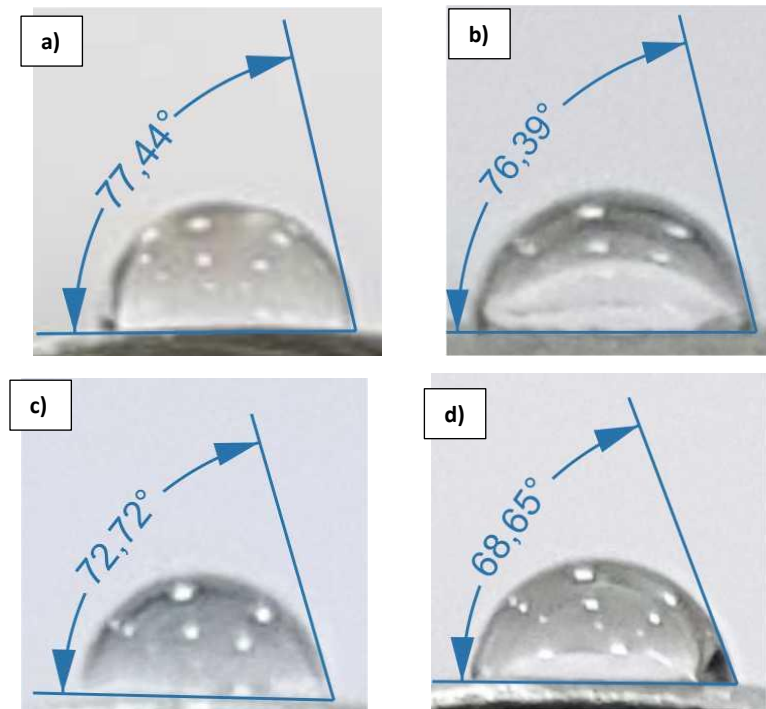


Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Rata-rata Nilai Diameter Sumbu Panjang *Elips* dan Diameter Sumbu Pendek *Elips Shot peening*

Pada gambar 4.12 menunjukkan perubahan diameter sumbu panjang dan sumbu pendek *elips* sebelum dan sesudah diberi perlakuan *shot peening*. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa diameter sumbu panjang dan pendek mengalami penambahan setelah mengalami perlakuan *shot peening*. Diameter *elips* pada penelitian tersebut mengalami penambahan ukuran seiring dengan bertambahnya *steel ball* yang digunakan. Permukaan mengalami deformasi plastis karena tumbukan bola baja dengan area lubang permukaan sehingga mengakibatkan pelebaran diameter *elips*.

4.2.5 Hasil dan Pembahasan Pengujian *Wettability*

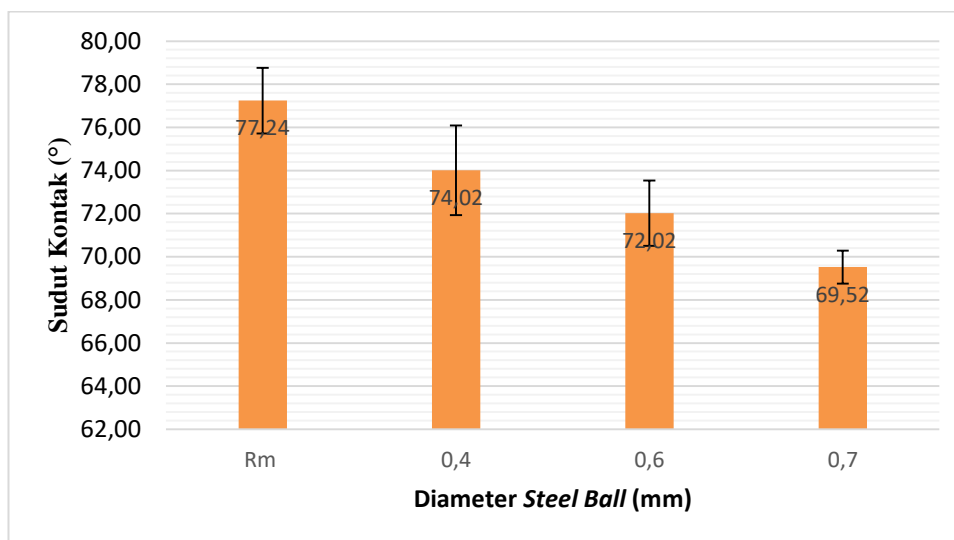
Berdasarkan hasil pengujian nilai sudut kontak (*wettability*) dan nilai rata-rata sudut kontak dari spesimen SS 316L dapat dilihat pada gambar 4.8, gambar 4.13 dan tabel 4.14. Dimana karakter suatu material dikatakan suka air dan tidak suka air ini dilihat dari sudut, apabila sudut kontaknya $>90^\circ$ menunjukkan bahwa material tersebut tidak suka air (*hydrophobic*), sedangkan material dengan sudut kontak $<90^\circ$ pada permukaan menunjukkan bahwa material tersebut memiliki karakter suka air (*hydrophilic*) (Yuliwati dan Desi, 2014 dalam Zamhari, 2016).



Gambar 4.13 Hasil dan Pembahasan pengujian *wettability* dari spesimen *shot peening*. a) spesimen *raw material*, b) spesimen *shot peening* variasi diameter 0,4 mm, c) spesimen *shot peening* variasi diameter 0,6 mm, dan d) spesimen *shot peening* variasi diameter 0,7 mm

Tabel 4.6 Nilai *Wettability* Spesimen *Shot peening*

Kode	variasi	Sudut kontak (°)			Rata-rata (°)	Simpangan
		tetes 1	test 2	test 3		
Rm	0	77,44	75,63	78,65	77,24	1,52
0,4	0,4	76,39	73,14	72,52	74,02	2,30
0,6	0,6	72,72	73,06	70,29	72,02	1,51
0,7	0,7	68,65	70,04	69,87	69,52	0,12



Gambar 4.14 Grafik nilai rata-rata *wettability* dari spesimen *shot peening*.
 a) spesimen *raw material*, b) spesimen *shot peening* variasi diameter 0,4 mm,
 c) spesimen *shot peening* variasi diameter 0,6 mm,
 dan d) spesimen *shot peening* variasi diameter 0,7 mm

Pada gambar 4.13, terlihat penurunan nilai *wettability* dari masing-masing spesimen. Nilai sudut kontak terbesar pada spesimen *shot peening* terdapat pada spesimen sebelum diberi perlakuan (*Raw material*). Gambar 4.13.b mulai terlihat penurunan nilai *wettability* pada spesimen variasi diameter *steel ball* 0,4 mm. Penurunan nilai *wettability* mulai terlihat seiring dengan membesarnya variasi diameter *steel ball* yang digunakan.

Tabel 4.6 memperlihatkan perincian nilai *wettability* dari masing-masing spesimen yang dilakukan sebanyak 3 kali untuk nilai rata-rata dari besaran sudut kontak yang diambil. Jika dilihat pada tabel 4.6 hasil nilai rata-rata *wettability raw material* yaitu sebesar $77,24^\circ$, kemudian untuk variasi diameter *steel ball* 0,4 mm dengan 0,6 mm memiliki besaran nilai *wettability* yaitu $74,02^\circ$ dengan $72,02^\circ$. Dan nilai rata-rata *wettability* yang terkecil dimiliki oleh spesimen variasi diameter *steel ball* 0,7 mm yaitu $69,52^\circ$.

Dari data yang dimiliki, dapat disimpulkan bahwasanya semua spesimen DCP SS 316L tersebut memiliki karakter terhadap permukaan yang bersifat *hydrophilic* yang dikarenakan besar sudut kontak tiap spesimen semuanya kurang dari 90° . Kemudian dari hasil gambar 4.13, gambar 4.14 dan tabel 4.6 menunjukkan semakin besar diameter *steel ball* yang digunakan, maka nilai sudut

kontak yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini karena pada material *steel ball* bertabrakan secara terus-menerus yang menimbulkan deformasi serta membuat permukaan material tersebut kasar dan bersifat suka air (*hydrophilic*).

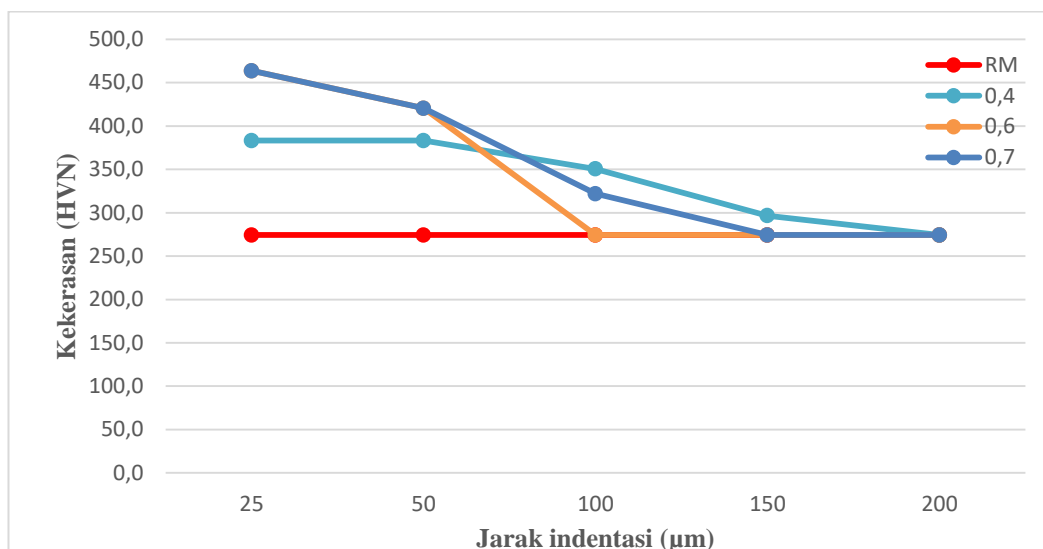
Menurut Baier dkk (1968) nilai *wettability* dari suatu permukaan material dipengaruhi oleh seberapa kasar permukaan dari material tersebut. Ketika suatu cairan di teteskan diatas permukaan yang memiliki kekasaran yang kecil, maka nilai sudut kontak dari suatu permukaan akan besar. Begitu sebaliknya apabila suatu permukaan material diberi cairan yang permukaannya kasar, maka akan menghasilkan nilai sudut kontak yang kecil.

Parameter permukaan seperti kekasaran dan *wettability* mempengaruhi penggunaan implan pada pasien. Semakin kasar dan semakin suka air (*hydrophilic*) suatu material, terutama yang digunakan sebagai implan, akan berdampak terhadap penempelan sel dan keberhasilan pengikatan tulang pada saat implan terpasang (Wilson *et al* (2005) dan Deligianni *et al* (2001)).

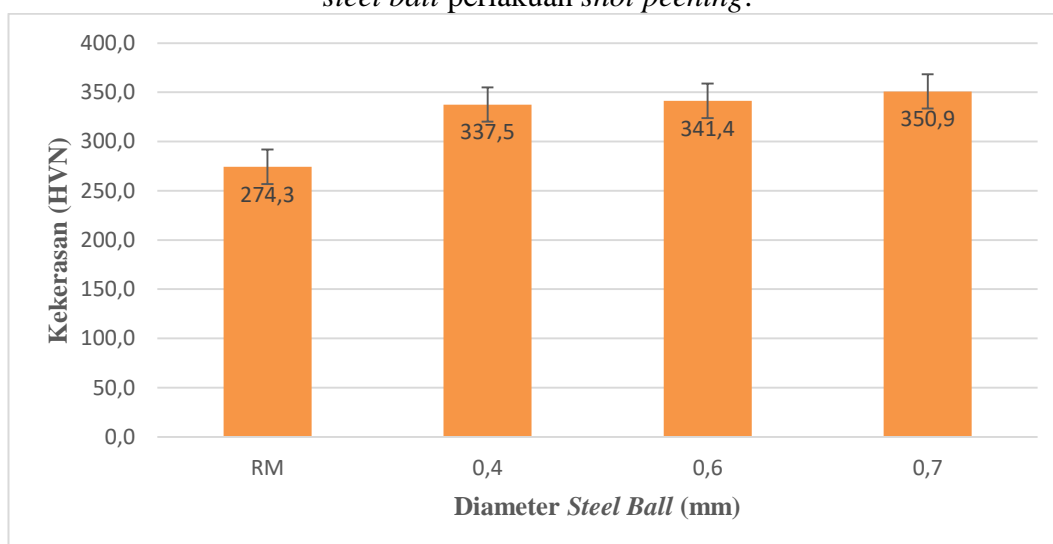
4.2.6 Hasil dan Pembahasan Pengujian Kekerasan Mikro

Secara umum proses *shot peening* dapat meningkatkan kekerasan pada suatu material. Nilai kekerasan terbesar terjadi pada permukaan material dan secara bertahap akan menurun menjauhi permukaan. Metode yang digunakan untuk menguji nilai kekerasan pada spesimen plat SS-316L menggunakan metode *micro vicker*. Pengujian kekerasan distribusi menggunakan beban 25gf dengan waktu 5 detik.

Pada gambar 4.15 terlihat grafik distribusi nilai kekerasan spesimen *shot peening* mengalami penurunan seiring dengan semakin jauhnya jarak indentasi dari permukaan material. Apabila diperhatikan, nilai kekerasan paling tinggi berada di 3 titik awal injakan, sementara pada titik 4 dan 5 nilai kekerasan cenderung menurun dan hampir sampai dengan nilai kekerasan aslinya. Gambar 4.16 menunjukkan grafik perbandingan antara nilai kekerasan rata-rata HV (*Hardness of Vickers*) dengan variasi diameter *steel ball*, terlihat perbedaan cukup signifikan antara nilai kekerasan permukaan plat SS-316L sebelum dan setelah diberi perlakuan proses *shot peening*.



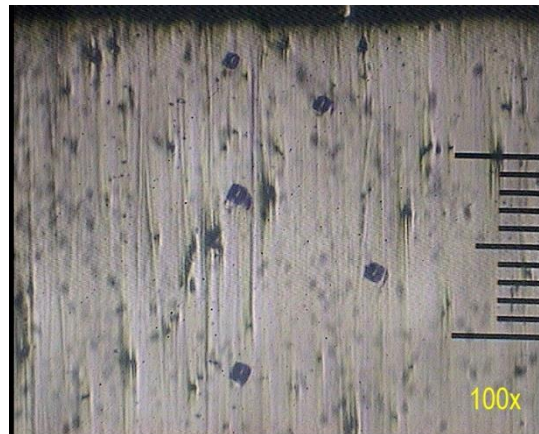
Gambar 4.15 Distribusi nilai kekerasan spesimen sesuai dengan variasi diameter *steel ball* perlakuan *shot peening*.



Gambar 4.16 Grafik Rata-Rata Nilai Kekerasan Spesimen *Shot peening*.

Nilai kekerasan permukaan berbanding lurus dengan besarnya ukuran variasi diameter *steel ball* yang digunakan. Artinya, semakin besar ukuran diameter *steel ball* yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai kekerasan yang dihasilkan. Pada plat SS- 316L sebelum diberi perlakuan *shot peening* (*raw material*) memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 274,3 HVN, kemudian meningkat signifikan hingga 337,5 HVN setelah diberikan perlakuan *shot peening* dengan variasi diameter *steel ball* 0,4 mm. Sedangkan jika diberi perlakuan *shot peening* dengan variasi diameter *steel ball* 0,6 mm nilai kekerasan meningkat

kisaran rata-rata 341,4 HVN. Terlihat nilai kekerasan HVN pada variasi diameter *steel ball* 0,4mm dan 0,6 mm tidak jauh berbeda nilai kekerasannya. Nilai kekerasan permukaan tertinggi terjadi pada variasi diameter *steel ball* 0,7 mm yang mencapai 350,9 HVN.



Gambar 4.17 Bekas Injakan Kekerasan *Micro Vickers* pada Spesimen *Shot Peening* SS AISI 316L.

Variasi diameter *steel ball* memiliki pengaruh akan meningkatkan kekerasan spesimen. Seperti yang terlihat pada gambar 4.15 yang menunjukkan distribusi nilai kekerasan spesimen pada bagian subpermukaan. Menurut data pada gambar 4.16, permukaan *raw material* nilai kekerasan pada permukaan sama dengan nilai kekerasannya yaitu sebesar 273,4 HVN.