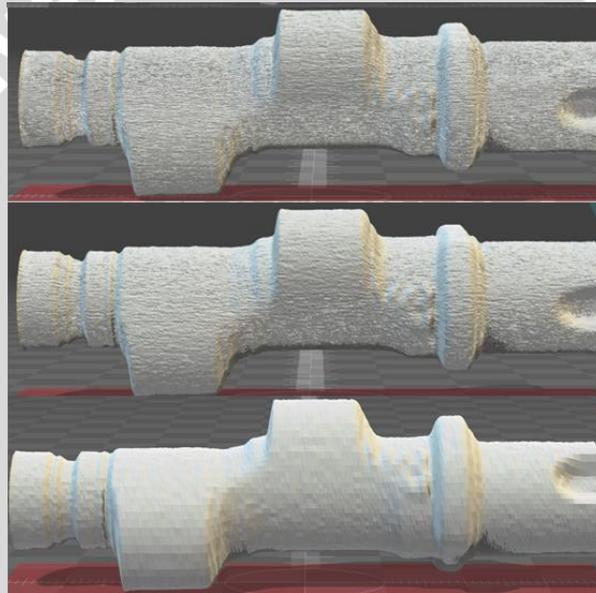


## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Hasil Pengujian

Dengan metode *reverse engineering* duplikasi produk yang telah ada menjadi produk baru dapat dilakukan. Pada gambar 4.1 adalah CAD model hasil *scanning camshaft* dengan *step over scanning*  $0,5^\circ$ ,  $1^\circ$ , dan  $5^\circ$  dan pada gambar 4.2 adalah produk *camshaft* hasil permesinan. Produk *camshaft* akan diukur dimensinya dengan menggunakan *profile projector*.

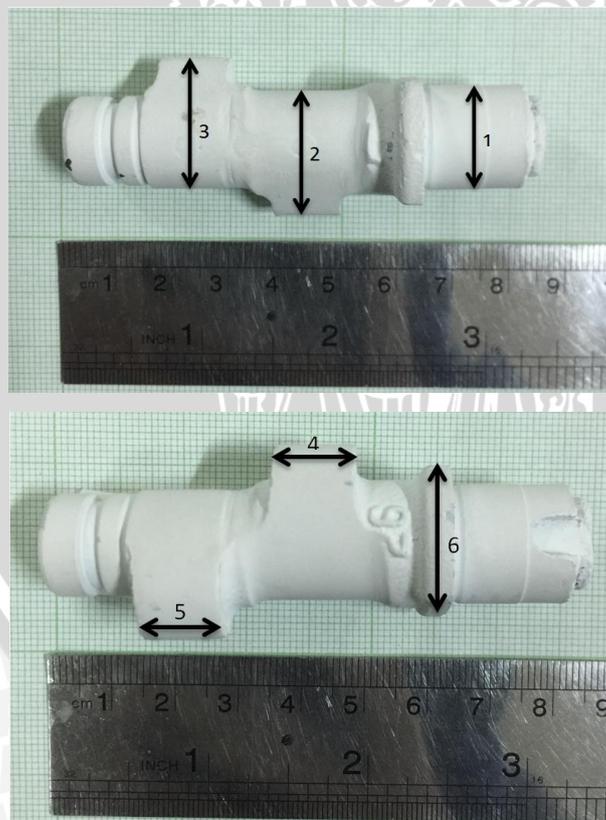


Gambar 4.1 CAD model *camshaft* hasil *scanning*



Gambar 4.2 produk *camshaft* hasil permesinan

Pengukuran untuk mendapatkan data dimensi produk *camshaft* dilakukan pada 6 bagian *camshaft*. Dapat terlihat pada gambar 4.3 Ditunjukkan bagian-bagian *camshaft* yang akan di ukur.



Gambar 4.3 bagian pengukuran dimensi pada *camshaft*

Tabel 4.1 Data hasil pengukuran *Camshaft* model

pengukuran	dimensi <i>camshaft</i> bagian ke-					
	1	2	3	4	5	6
1	17,040	22,396	22,281	11,175	11,325	26,284
2	17,040	22,400	22,287	11,165	11,443	26,289
3	17,070	22,405	22,318	11,201	11,359	26,349
4	17,060	22,398	22,298	11,168	11,330	26,286
5	17,070	22,399	22,310	11,173	11,327	26,291
rata-rata	17,056	22,400	22,299	11,176	11,357	26,300

Tabel 4.2 Data hasil pengukuran *camshaft* hasil proses permesinan

Spesimen	Step Over Scanning	pengukuran	dimensi <i>camshaft</i> bagian ke-					
			1	2	3	4	5	6
1	0,5°	1	16,987	22,277	22,291	9,721	9,938	26,026
		2	16,991	22,311	22,266	9,715	9,937	26,043
		3	16,987	22,319	22,287	9,711	9,937	26,014
		4	16,987	22,298	22,279	9,715	9,935	26,040
		5	16,988	22,310	22,275	9,799	9,929	26,019
		rata-rata	16,988	22,303	22,280	9,732	9,935	26,028
2	1°	1	16,862	22,172	22,137	9,614	9,692	25,819
		2	16,869	22,183	22,142	9,638	9,733	25,848
		3	16,855	22,192	22,091	9,622	9,686	25,858
		4	16,866	22,178	22,129	9,635	9,728	25,820
		5	16,867	22,190	22,133	9,628	9,697	25,832
		rata-rata	16,864	22,183	22,126	9,627	9,707	25,835
3	5°	1	16,580	21,633	21,645	8,607	9,280	25,125
		2	16,510	21,627	21,642	8,617	9,243	25,144
		3	16,450	21,645	21,633	8,798	9,250	25,144
		4	16,550	21,631	21,640	8,615	9,257	25,143
		5	16,490	21,643	21,645	8,785	9,263	25,144
		rata-rata	16,516	21,636	21,641	8,684	9,259	25,140

Tabel 4.3 Waktu proses pada *reverse engineering* terhadap perbedaan *step over scanning*

Proses	Waktu		
	Step over scanning 0,5°	Step over scanning 1°	Step over scanning 5°
<b>Scanning</b>	1 jam 3 menit	33 menit	8 menit
<b>Running Plans Machining</b>	4 jam 20 menit	1 jam 10 menit	20 menit
<b>Permesinan</b>	3 jam 25 menit	3 jam 12 menit	3 jam 1 menit
<b>Waktu Total</b>	<b>8 jam 58 menit</b>	<b>4 jam 55 menit</b>	<b>3 jam 29 menit</b>

## 4.2 Pengolahan Data dan Pembahasan

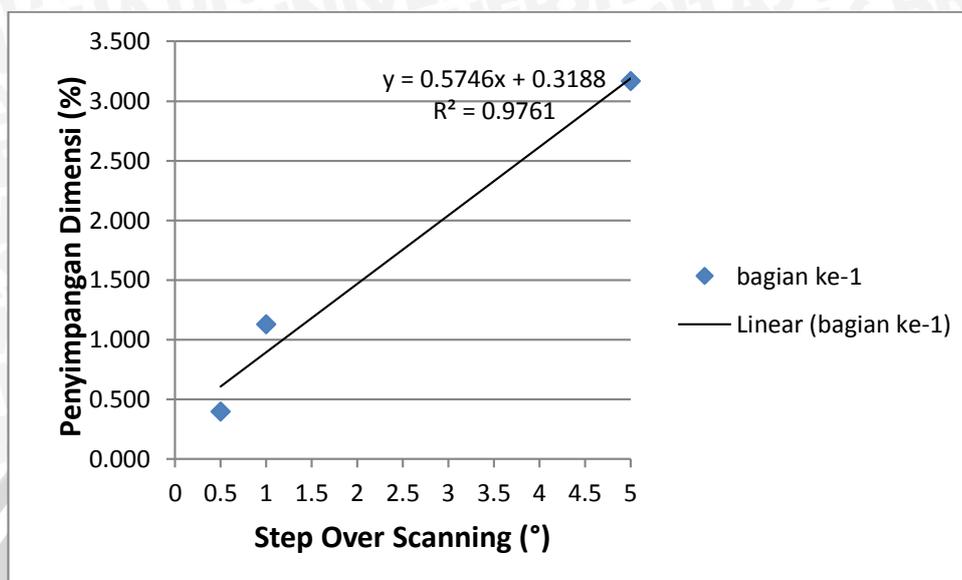
Tabel 4.4 penyimpangan dimensi *camshaft*

Bagian pengukuran	keterangan	Step over scanning			
		model	0,5	1	5
1	rata-rata	17,056	16,988	16,864	16,516
	teoritis	17,056	17,056	17,056	17,056
	penyimpangan	0,000	0,068	0,192	0,540
2	rata-rata	22,400	22,303	22,183	21,636
	teoritis	22,400	22,400	22,400	22,400
	penyimpangan	0,000	0,097	0,217	0,764
3	rata-rata	22,299	22,280	22,126	21,641
	teoritis	22,299	22,299	22,299	22,299
	penyimpangan	0,000	0,019	0,172	0,658
4	rata-rata	11,176	9,732	9,627	8,684
	teoritis	11,176	11,176	11,176	11,176
	penyimpangan	0,000	1,444	1,549	2,492
5	rata-rata	11,357	9,935	9,707	9,259
	teoritis	11,357	11,357	11,357	11,357
	penyimpangan	0,000	1,422	1,650	2,098
6	rata-rata	26,300	26,028	25,835	25,140
	teoritis	26,300	26,300	26,300	26,300
	penyimpangan	0,000	0,271	0,464	1,160

Tabel 4.5 penyimpangan dimensi *camshaft* dengan persentase (%)

step over scanning	Geometri <i>camshaft</i> bagian ke-					
	1	2	3	4	5	6
0,5°	0,399	0,431	0,086	12,922	12,518	1,032
1°	1,127	0,967	0,773	13,860	14,525	1,766
5°	3,166	3,410	2,950	22,297	18,475	4,410

#### 4.2.1 Grafik dan pembahasan pengaruh perbedaan *step over scanning* terhadap penyimpangan dimensi *camshaft* pada titik ke-1

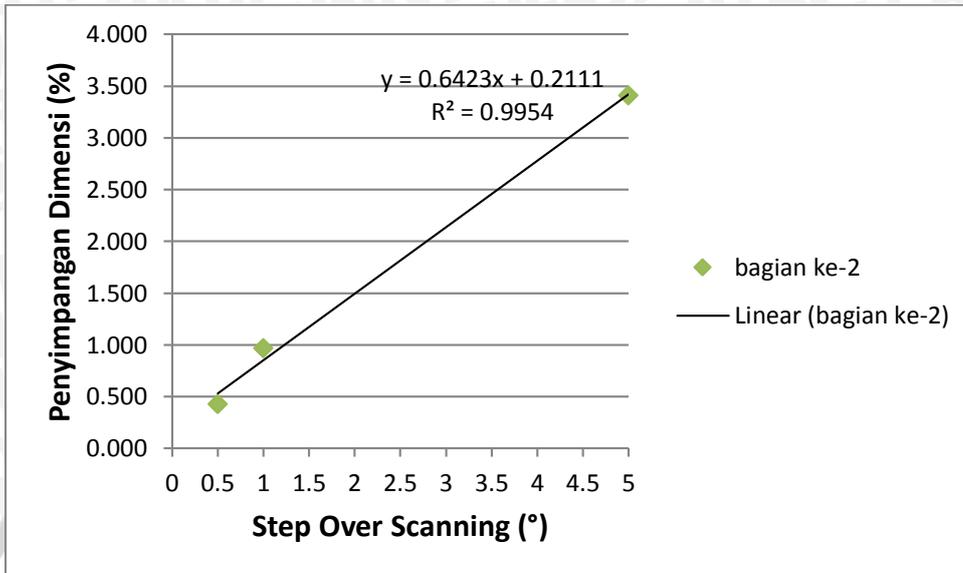


Gambar 4.4 grafik pengaruh *step over scanning* terhadap dimensi *camshaft* bagian ke-1

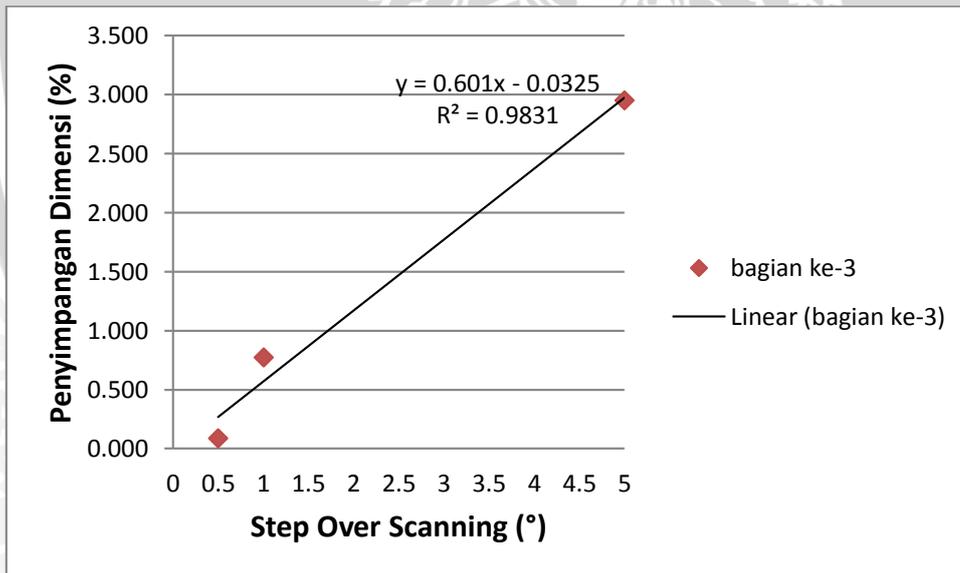
Pada gambar menunjukkan hubungan antara perbedaan *step over scanning* terhadap penyimpangan dimensi *camshaft* ke-1. Besarnya *step over scanning* mempengaruhi dimensi *camshaft* yang akan dihasilkan. Pada dimensi *camshaft* bagian ke-1 terdapat penyimpangan dimensi (%), dapat dilihat pada gambar penyimpangan dimensi *camshaft* bagian 1 semakin meningkat. Semakin besar *step over scanning* pada proses *scanning camshaft* maka mengakibatkan peningkatan penyimpangan *dimensi camshaft*. *step over scanning* 0,5° memiliki persentase terendah yaitu 0,399% , *step over scanning* 1° yaitu 1,127%, dan tertinggi pada *step over scanning* 5° yaitu 3,166%.

Pada gambar menunjukkan nilai persentase penyimpangan dimensi *camshaft* bagian ke-1 semakin meningkat dengan semakin besar nilai *step over scanning*. pada dimensi *camshaft* bagian ke-1 berupa diameter dimana terjadi penyimpangan nilai diameter. Hal ini disebabkan semakin besar *step over scanning* maka tidak dapat memindai bentuk *camshaft* secara menyeluruh sesuai dengan bentuk aslinya. *Point cloud* yang terbentuk semakin sedikit saat nilai *step over scanning* semakin besar, karena permukaan *camshaft* yang terkena sinar laser semakin sedikit sehingga hasil CAD model yang di hasilkan berkurang ketelitiannya. Maka semakin besar penyimpangan yang terjadi pada dimensi *camshaft* bagian ke-1 seiring bertambahnya nilai *step over scanning*.

#### 4.2.2 Grafik dan pembahasan pengaruh perbedaan *step over scanning* terhadap penyimpangan dimensi *camshaft* bagian ke-2 dan bagian ke-3



Gambar 4.5 grafik pengaruh step over scanning terhadap dimensi *camshaft* bagian ke-2



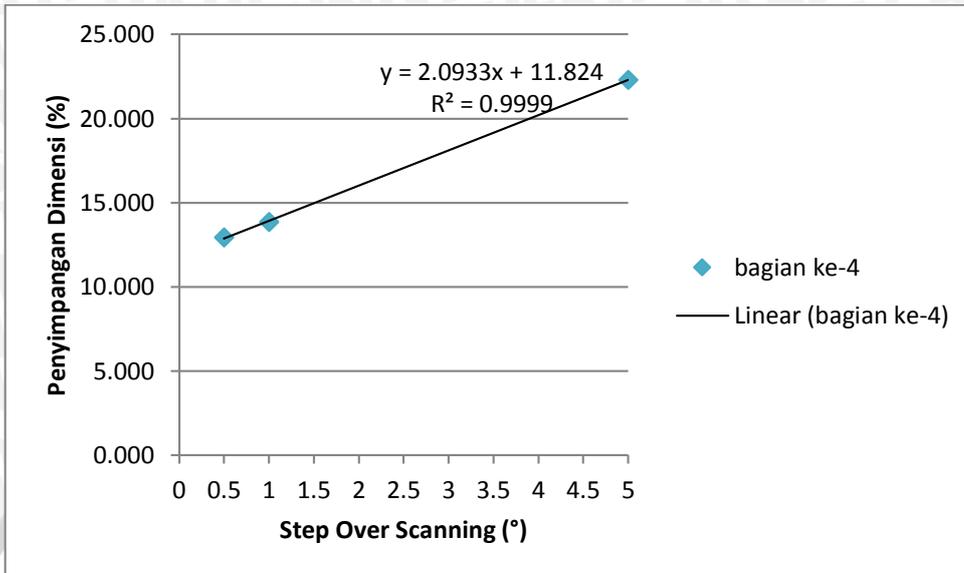
Gambar 4.6 grafik pengaruh step over scanning terhadap dimensi *camshaft* bagian ke-3

Pada gambar menunjukkan hubungan antara perbedaan *step over scanning* terhadap penyimpangan dimensi *camshaft* bagian ke-2 dan ke-3. Besarnya *step over scanning* mempengaruhi dimensi *camshaft* yang akan dihasilkan. Pada dimensi *camshaft* bagian ke-2 maupun bagian ke-3 terdapat penyimpangan dimensi (%), dapat dilihat pada grafik penyimpangan dimensi *camshaft* bagian ke-2 dan bagian ke-3 semakin meningkat.

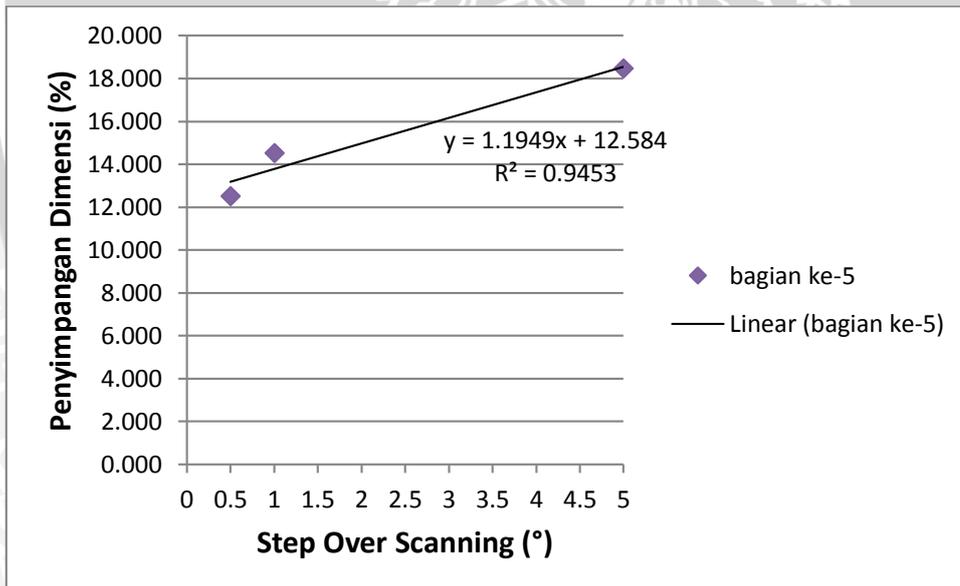
Semakin besar *step over scanning* pada proses *scanning camshaft* maka mengakibatkan peningkatan penyimpangan dimensi *camshaft*. Dimensi *camshaft* pada bagian ke-2 *step over scanning*  $0,5^\circ$  memiliki persentase terendah yaitu 0,431% , *step over scanning*  $1^\circ$  yaitu 0,967%, dan tertinggi pada *step over scanning*  $5^\circ$  yaitu 3,410%. Begitu juga dengan Dimensi *camshaft* pada bagian ke-3 *step over scanning*  $0,5^\circ$  memiliki persentase terendah yaitu 0,086% , *step over scanning*  $1^\circ$  yaitu 0,773%, dan tertinggi pada *step over scanning*  $5^\circ$  yaitu 2,950%.

Pada gambar menunjukkan nilai persentase penyimpangan dimensi *camshaft* bagian ke-2 maupun bagian ke-3 semakin meningkat dengan semakin besar nilai *step over scanning*. Hal ini disebabkan semakin besar *step over scanning* maka tidak dapat memindai bentuk *camshaft* secara menyeluruh sesuai dengan bentuk aslinya. Dimensi *camshaft* Pada bagian ke-2 dan bagian ke-3 memiliki bentuk yang cukup rumit, dimana semakin besar nilai *step over* tidak dapat memindai bagian ini secara menyeluruh. Sehingga semakin besar *step over scanning* maka bentuk yang dihasilkan tidak akan sama dengan benda *scanning*. Dimana pada bagian ini memiliki puncak yang tingginya sangat dipengaruhi oleh besar *step over scanning*. Kerapatan dan banyaknya titik-titik *scanning* yang dihasilkan oleh laser akan mempengaruhi pembentukan *point cloud* yang akan membentuk bentuk permukaan *camshaft* pada CAD model. *Point cloud* yang terbentuk semakin sedikit saat nilai *step over scanning* semakin besar, karena permukaan *camshaft* yang terkena sinar laser semakin sedikit sehingga hasil CAD model yang di hasilkan berkurang ketelitiannya. Maka semakin besar penyimpangan yang terjadi pada dimensi *camshaft* bagian ke-2 dan ke-3 seiring bertambahnya nilai *step over scanning*.

#### 4.2.3 Grafik dan pembahasan pengaruh perbedaan *step over scanning* terhadap penyimpangan dimensi *camshaft* bagian ke-4 dan bagian ke-5



Gambar 4.7 grafik pengaruh step over scanning terhadap dimensi camshaft bagian ke-4



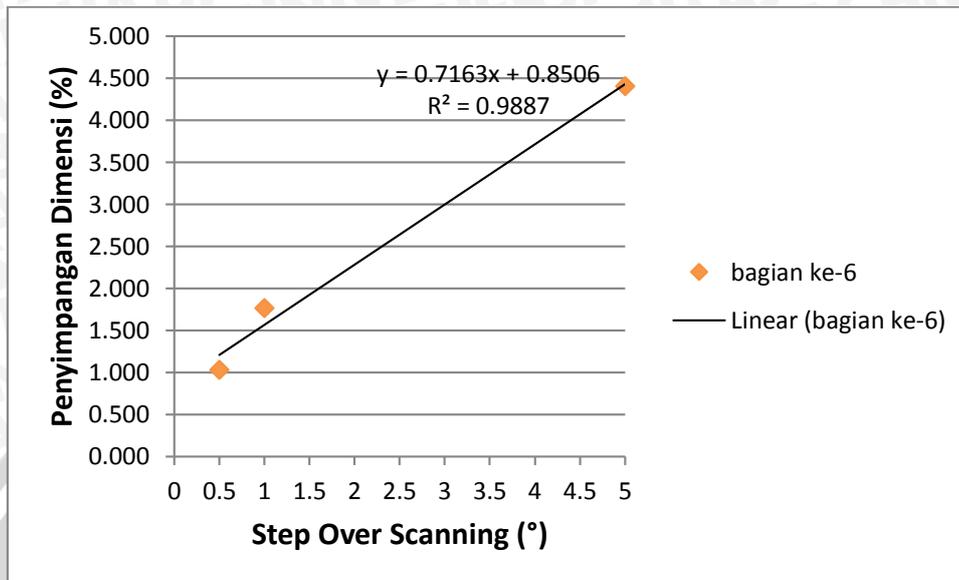
Gambar 4.8 grafik pengaruh step over scanning terhadap dimensi camshaft bagian ke-5

Pada gambar menunjukkan hubungan antara perbedaan *step over scanning* terhadap penyimpangan dimensi *camshaft* bagian ke-4 dan ke-5. Besarnya *step over scanning* mempengaruhi dimensi *camshaft* yang akan dihasilkan. Pada dimensi *camshaft* bagian ke-4 maupun bagian ke-5 terdapat penyimpangan dimensi (%), dapat dilihat pada grafik penyimpangan dimensi *camshaft* bagian ke-4 dan bagian ke-5 semakin meningkat.

Semakin besar *step over scanning* pada proses *scanning camshaft* maka mengakibatkan peningkatan penyimpangan dimensi *camshaft*. Dimensi *camshaft* pada bagian ke-4 *step over scanning*  $0,5^\circ$  memiliki persentase terendah yaitu 12,922% , *step over scanning*  $1^\circ$  yaitu 13,860%, dan tertinggi pada *step over scanning*  $5^\circ$  yaitu 22,297%. Begitu juga dengan Dimensi *camshaft* pada bagian ke-5 *step over scanning*  $0,5^\circ$  memiliki persentase terendah yaitu 12,518% , *step over scanning*  $1^\circ$  yaitu 14,525%, dan tertinggi pada *step over scanning*  $5^\circ$  yaitu 18,475%.

Pada gambar menunjukkan nilai persentase penyimpangan dimensi *camshaft* bagian ke-4 maupun bagian ke-5 semakin meningkat dengan semakin besar nilai *step over scanning*. Hal ini disebabkan semakin besar *step over scanning* maka tidak dapat memindai bentuk *camshaft* secara menyeluruh sesuai dengan bentuk aslinya. Dimensi *camshaft* Pada bagian ke-4 dan bagian ke-5 memiliki bentuk yang cukup rumit yaitu berupa tebal dari puncak bagian ke-2 dan bagian ke-3, dimana semakin besar nilai *step over scanning* tidak dapat memindai bagian ini secara menyeluruh. Sehingga semakin besar *step over scanning* maka bentuk yang dihasilkan tidak akan sama dengan benda *scanning*. Dimana pada bagian ini memiliki puncak yang tebalnya sangat dipengaruhi oleh besar *step over scanning*. Kerapatan dan banyaknya titik-titik *scanning* yang dihasilkan oleh laser akan mempengaruhi pembentukan *point cloud* yang akan membentuk bentuk permukaan *camshaft* pada CAD model. *Point cloud* yang terbentuk semakin sedikit saat nilai *step over scanning* semakin besar, karena permukaan *camshaft* yang terkena sinar laser semakin sedikit sehingga hasil CAD model yang di hasilkan berkurang ketelitiannya. Maka semakin besar penyimpangan yang terjadi pada dimensi *camshaft* bagian ke-4 dan ke-5 seiring bertambahnya nilai *step over scanning*.

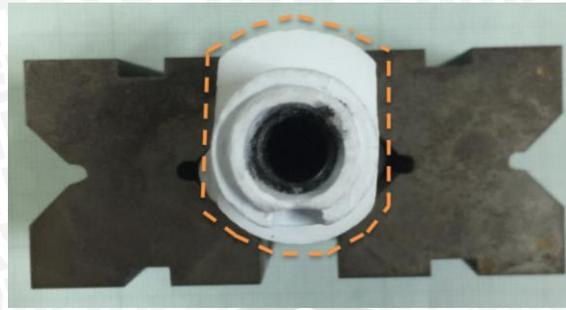
#### 4.2.4 Grafik dan pembahasan pengaruh perbedaan *step over scanning* terhadap penyimpangan dimensi *camshaft* bagian ke-6



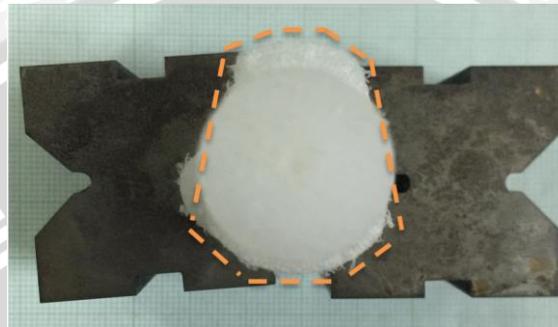
Gambar 4.9 grafik pengaruh step over scanning terhadap dimensi *camshaft* bagian ke-6

Pada gambar menunjukkan hubungan antara perbedaan *step over scanning* terhadap penyimpangan dimensi *camshaft* ke-6. Besarnya *step over scanning* mempengaruhi dimensi *camshaft* yang akan dihasilkan. Pada dimensi *camshaft* bagian ke-6 terdapat penyimpangan dimensi (%), dapat dilihat pada grafik penyimpangan dimensi *camshaft* bagian 6 semakin meningkat. Semakin besar *step over scanning* pada proses *scanning camshaft* maka mengakibatkan peningkatan penyimpangan dimensi *camshaft*. *step over scanning* 0,5° memiliki persentase terendah yaitu 1,032% , *step over scanning* 1° yaitu 1,766%, dan tertinggi pada *step over scanning* 5° yaitu 4,410%.

Pada gambar menunjukkan nilai persentase penyimpangan dimensi *camshaft* bagian ke-6 semakin meningkat dengan semakin besar nilai *step over scanning*. Hal ini disebabkan semakin besar *step over scanning* maka tidak dapat memindai bentuk *camshaft* secara menyeluruh sesuai dengan bentuk aslinya. Kerapatan dan banyaknya titik-titik *scanning* yang dihasilkan oleh laser akan mempengaruhi pembentukan *point cloud* yang akan membentuk bentuk permukaan *camshaft* pada CAD model. *Point cloud* yang terbentuk semakin sedikit saat nilai *step over scanning* semakin besar, karena permukaan *camshaft* yang terkena sinar laser semakin sedikit sehingga hasil CAD model yang di hasilkan berkurang ketelitiannya. Maka semakin besar penyimpangan yang terjadi pada dimensi *camshaft* bagian ke-6 seiring bertambahnya nilai *step over scanning*.



(a) *Camshaft* model



(b) *Camshaft* step over  $5^\circ$

Gambar 4.10 perubahan bentuk bagian ke-6

Dapat dilihat pada gambar 4.10, dimensi *camshaft* bagian ke-6 telah mengalami perubahan bentuk yang sangat signifikan pada *step over scanning*  $5^\circ$ . Hal ini disebabkan oleh *step over scanning*  $5^\circ$  tidak dapat memindai bentuk *camshaft* secara menyeluruh akibat *Point cloud* yang terbentuk semakin sedikit saat nilai *step over scanning* semakin besar.