

Studi Eksperimental Hubungan *Feeding* di Mesin Bubut CMZ T-360 dengan Kekasaran Permukaan Material St 60 untuk *Shaft Steady Rest*

Agus Kurniawan*, Yudha Samudra, Eko Prasetyo Nugroho, Florent Reno Eleganta, Gabriel Ganang, Hindi Chandra Krisnata, Ichsan Faturrahman

Program Studi Perancangan Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta,
Jl. Mojo no 1, Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Penulis korespondensi: agus.kurniawan@atmi.ac.id

Histori artikel: diserahkan 20 Juli 2020, direvisi 26 Juli 2020, direvisi 29 Agustus 2020

ABSTRACT

The research tested the effects between feeding and surface roughness on the shaft of steady rest, which will be worked in CMZ T-360's lathe machine. The material of St.60 was turned into a shaft of steady rest in 2 CMZT-360's machines with several feeding like 0.045, 0.056, 0.068, 0.079, 0.90, and 0,102 mm/rev. Then the workpiece tested the surface roughness of the workpiece using roughness tester and saw the surface's shape using a macroscopic photo. The result of the roughness's test showed that CMZ-T360's lathe machine could reach Ra 1.55 μm until 4.79 μm with several of feeding. The workpiece would be assembled in steady rest and used to support 58 kg weight in 2 hours to know the effect of surface roughness. After testing on steady rest, it would be done photo macro on the specimen to make visual analysis easy. The data showed that the feeding variation used in this research does not affect the quality of the workpiece's surface roughness. The value of surface roughness that resulted from this research is mostly N8 (3,25 μm - 5,29 μm) and only a few that valued N7 (1,55 μm -2,53 μm). The second conclusion is the surface roughness, which quickly went-out after assembled at steady rest, is the rough surface (4,79 μm become 3,84 μm) compared with the smooth surface (2,23 μm become 2,03 μm).

Kata kunci: Feeding, Surface Roughness, CMZ's Lathe Machine, Steady Rest

DOI: <https://doi.org/10.18196/jqt.020115>

Web: <https://journal.umsida.ac.id/index.php/qt/article/view/9455>

PENDAHULUAN

Berbagai macam proses manufaktur digunakan untuk membuat suatu barang sehingga dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Proses tersebut adalah frais, las, cutting dan bubut. Proses bubut merupakan proses mesin perkakas yang mengerjakan benda (biasanya berbentuk silindris) dengan cara menyayat dan bergerak secara berputar (Syamsudin, 2000). Macam-macam mesin bubut antara lain CMZ, EMCO, Yunan dan Magnum. Salah satu mesin bubut yang digunakan di Politeknik ATMI Surakarta adalah mesin bubut CMZ T360 dengan nomor seri 408-021 dan 408-022.

CMZ telah digunakan sejak tahun 1990. Sampai sekarang mesin ini digunakan oleh mahasiswa tingkat 1 di Politeknik ATMI Surakarta. Kondisi dan kemampuan mesin CMZ belum pernah dicek terutama kemampuan mesin tersebut terhadap kualitas benda kerja. Salah

satu hal yang menentukan kualitas benda kerja adalah kekasaran permukaan.

Kekasaran permukaan merupakan ketidakrataan yang disebabkan selama proses produksi. Kekasaran permukaan sebuah produk tidak harus memiliki nilai yang kecil, terkadang sebuah produk harus memiliki nilai yang besar sesuai dengan fungsi yang ingin dicapai. Pada proses manufaktur beberapa hal yang dapat mempengaruhi nilai kekasaran permukaan benda kerja yaitu getaran yang terjadi pada mesin, ketidaktepatan gerakan-gerakan mesin, ketidakaturan *feed mechanism*, adanya cacat pada material dan gesekan antara *chip* dan material (Purbosari, 2012). Nilai *feeding* yang rendah akan menghasilkan permukaan yang lebih halus dibanding nilai *feeding* yang lebih tinggi (Aditya, 2014). Pada kenyataannya, saat ini operator di mesin CMZ hanya mencoba-coba *feeding* pahat potong yang ada untuk

mendapatkan kekasaran permukaan yang diinginkan. Penelitian ini akan mengecek kondisi mesin CMZ dengan cara menguji kondisi yang ada di mesin CMZ dengan menganalisa pengaruh feeding terhadap kekasaran benda kerja di mesin CMZ. Benda kerja yang dipakai adalah *shaft* dan *roller* yang ada *steady rest*.

TINJAUAN PUSTAKA

Proses Pembubutan

Mesin Bubut adalah salah satu jenis mesin perkakas yang digunakan untuk membuat benda-benda yang berbentuk silindris, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Proses pembubutan itu sendiri merupakan proses pemakanan atau penyayatan dengan cara menyentuhkan pahat ke arah benda kerja yang diputar dan di cekam di bagian spindel.



GAMBAR 1. Prinsip proses pembubutan (Amstead, 1981)

Kecepatan spindel, n (rpm), ditentukan dari besarnya *cutting speed* benda kerja, selain itu besarnya benda kerja juga sangat mempengaruhi besarnya kecepatan spindel. (Kecepatan spindel mesin Amstead, 1981) dirumuskan :

$$n = \frac{1000 \times cs}{\pi \times d} \left(\frac{\text{put}}{\text{mnt}} \right) \quad (1)$$

dimana,

n = kecepatan spindel mesin (rpm)
 cs = *cutting speed* (meter/menit)
 d = diameter benda kerja (mm)

Parameter Proses Pengerjaan

Proses pembubutan, dibagi tiga parameter yang sangat menentukan kualitas dari hasil proses bubut. Tiga parameter tersebut adalah kecepatan putaran spindel (n), gerakan potong (f) dan kedalaman potong (doc). Faktor lain

seperti spesimen dan jenis pahat sebenarnya juga memiliki pengaruh yang cukup besar, tetapi tiga parameter di atas adalah bagian yang bisa diatur oleh operator langsung pada mesin bubut. Kecepatan potong v (*cutting speed*), ditentukan berdasarkan jenis material benda kerja dan material pahat, kedalaman potong dan gerak potong, tingkat kehalusan permukaan yang diinginkan. Kecepatan pemotongan dirumuskan sebagai berikut (Amstead, 1981):

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \left(\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right) \quad (2)$$

dimana,

v = kecepatan potong (mm/min)
 d = diameter benda kerja (mm)
 n = kecepatan spindle mesin (rpm)

Kekasaran Permukaan (R_a)

Kekasaran permukaan merupakan ketidakteraturan yang disebabkan selama proses produksi. Dalam dunia pembubutan, kekasaran permukaan merupakan hal penting yang harus diperhatikan untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan tuntutan. Dalam pembubutan ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi nilai kekasaran permukaan benda kerja, (Purbosari, 2012) yaitu:

- Getaran yang terjadi pada mesin
- Ketidaktepatan gerakan - gerakan mesin
- Ketidakteraturan *feed mechanism*
- Adanya cacat pada material
- Gesekan antara *chip* dan *material*

Pada saat ini, telah ditemukan teknologi pengukuran yang dapat mengetahui tingkat kekasaran permukaan benda kerja. Beberapa metode pengukuran yang dapat digunakan (Bhushan, 2001) adalah sebagai berikut:

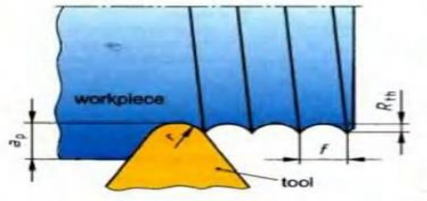
- Inspection by touch comparison.*
- Magnifier with illuminator.*
- The interference microscope.*
- With profil meter.*

Gambar 2 menunjukkan skematik dalam perhitungan R_{th} . Perhitungan kekasaran permukaan (Tabellenbuch Metall, 2008):

$$R_{th} = \frac{f^2}{8 \cdot r}; \text{ mm} \quad (3)$$

dimana,

R_{th} = *theoretical roughness depth* (mm)
 f = *feeding* (mm)
 R = *tool nose radius* (mm)



GAMBAR 2. Sketsa Perhitungan R_{th}
(*Tabellenbuch Metall*, 2008)

Tabel 1 merupakan nilai *feeding* berdasarkan tool nose radius dan R_{th} , sedangkan tabel 2 merupakan nilai *feeding* berdasarkan data Mesin Bubut CMZ T-360.

TABEL 1. Tabel nilai *feeding* berdasarkan tool nose radius dan R_{th} (*Tabellenbuch Metall*, 2008)

Roughn. Depth R_{th} in μm	Nose radius r in mm			
	0,4	0,8	1,2	1,6
	Feed f in mm			
1,6	0,07	0,10	0,12	0,14
4	0,11	0,16	0,20	0,23
10	0,18	0,25	0,31	0,36
16	0,23	0,32	0,39	0,45

TABEL 2. Nilai *feeding* berdasarkan data Mesin Bubut CMZ T-360

		x 0,5 =							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	X	0,04 5	0,05 1	0,05 4	0,05 6	0,06 2	0,06 8	0,07 3	0,0 79
2	X	0,09 0	0,10 2	0,10 8	0,11 3	0,12 5	0,13 6	0,14 7	0,1 59
3	X	0,18 1	0,20 4	0,21 6	0,22 7	0,25 0	0,27 2	0,29 5	0,3 18
4	X	0,36 3	0,40 9	0,43 2	0,45 4	0,50 0	0,54 5	0,59 1	0,6 36

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Politeknik ATMI Surakarta. Metodologi penelitiannya adalah sebagai berikut.

Pemeriksaan Mesin (Circularity and Parallelism)

Bagian pertama dari penelitian kami adalah pemeriksaan terhadap setiap mesin CMZ yang ada untuk mendapatkan mesin yang paling

cocok digunakan sebagai media penelitian, hal – hal yang dilakukan antara lain:

- Membandingkan antar mesin CMZ dengan data verifikasi mesin yang diperoleh dari bagian *maintenance* (data terlampir).
- Melakukan praktek percobaan pembubutan secara langsung, kemudian melakukan pengukuran menggunakan *Coordinate Measuring Machine* (CMM) terhadap benda hasil percobaan

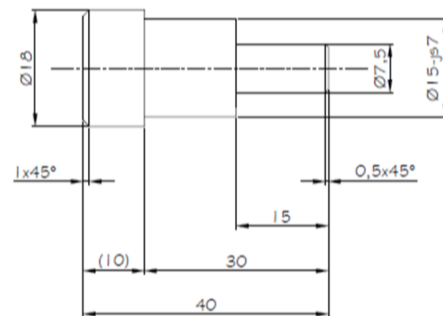


GAMBAR 3. Pengecekan Spesimen di CMM

Pembuatan Shaft

Bagian kedua penelitian adalah pembuatan spesimen utama yang berupa komponen *shaft steady rest*. Pada tahap ini parameter-parameter yang digunakan sesuai dengan landasan teori yang didapat serta batasan-batasan masalah yang dibuat sehingga hasil dari pembuatan shaft sesuai dengan tuntutan yang ada.

Bentuk dari spesimen disamakan dengan bentuk dari komponen *shaft steady rest* yang asli, guna memudahkan dalam perakitan saat penelitian yang ke-2 (Gambar 4). Proses pembubutan spesimen dilakukan dengan beberapa tahap, pertama membuat $\varnothing 18 \times 43$ mm, kemudian $\varnothing 15,5 \times 14,5$ mm, lalu $\varnothing 7,5 \times 15$ mm, kemudian *finishing* $\varnothing 15,5$ mm menjadi $\varnothing 15$ -js7, proses terakhir adalah memasukan panjang 40 mm.



GAMBAR 4. Gambar Kerja Spesimen

Alat – alat yang digunakan dalam pembuatan specimen sebagai berikut:

a. Pahat Insert.

Pahat ini digunakan untuk agar geometri maupun sifat dari alat potong seragam. Tipe pahat insert yang digunakan adalah ZCC.CT DCMT11T304-HM DCMT3(2.5)1-HM dengan radius ujung pahat 0,4 mm. Pahat ini memiliki kecepatan potong (Cs) sebesar 340 m/menit. Pahat ini hanya digunakan untuk proses finishing Ø15-js7 dan setiap sisi potong dari tip pahat insert hanya digunakan untuk sekali proses saja guna menghindari keausan alat potong.

b. Pahat ISO 2 dan ISO 6 R1616.

Pahat ISO 6 dan ISO 2 digunakan untuk proses *roughing* material benda kerja sampai mendekati ukuran (*allowance* 0,5 mm) yang nantinya akan di finishing menggunakan pahat insert. Pahat ISO 6 dan ISO 2 juga digunakan untuk membuat profil lainnya selain profil yang diteliti.

c. Dial Caliper 150 dan outside micrometer 0-25. Alat ukur standar yang digunakan untuk mengukur dimensi specimen adalah dial caliper 150 mm yang memiliki ketelitian 0.02 mm dan juga outside micrometer 0-25 mm yang memiliki ketelitian hingga 0.005 mm.

Pengujian

Pada tahap pengujian ini dilakukan 2 metode yaitu dengan menggunakan *roughness tester* (Gambar 5) dan photo macro, untuk metode *roughness tester* menggunakan alat yang ada di bagian *Measuring Tool* (MT) Politeknik ATMI yaitu Mitutoyo SJ-201P. Metode pengukuran seperti pada gambar, yaitu dilakukan pengujian di 3 titik pada benda kerja sepanjang 10 mm kemudian hasilnya dirata-rata untuk memperoleh nilai Ra.

a)



b)



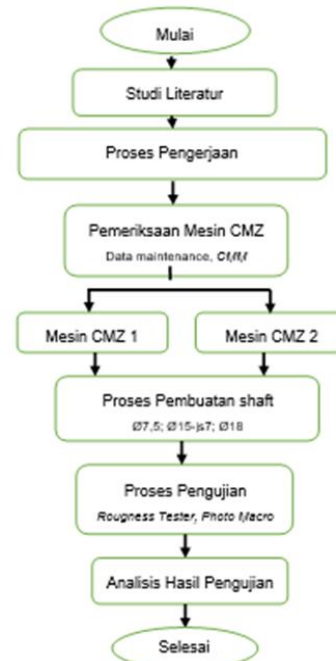
GAMBAR 5. *Roughness tester* (a) unit roughness tester (b) display control

Gambar 6 adalah photo macro dilakukan untuk menganalisa perbedaan nilai Ra secara visual pada setiap permukaan specimen. Metode photo macro menggunakan kamera Nikon D90 yang diatur dengan ISO 200 dan aperture f/22 untuk mendapatkan hasil yang jelas. Pada proses pengeditan digunakan program *Image-G* untuk memaksimalkan hasil dari photo macro.



GAMBAR 6. Kamera Nikon D90

Urutan dari metodologi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7.

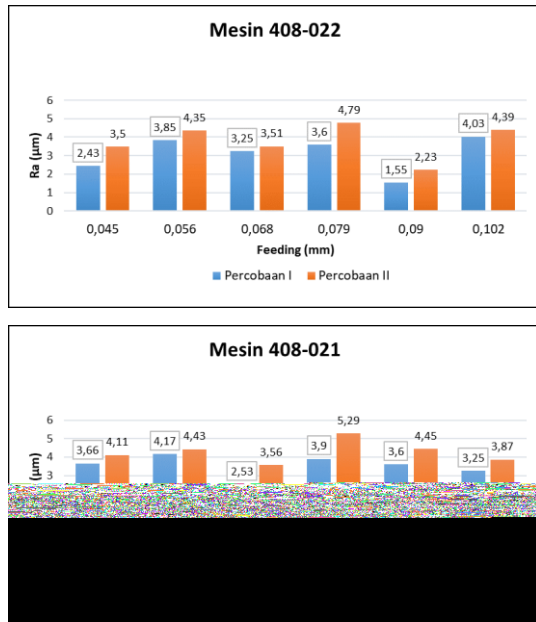


GAMBAR 7. Flow chart penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Kekasaran Permukaan pada Shaft

Hasil pengujian kekasaran permukaan pada *shaft steady rest* di mesin bubut CMZ 408-022 dan CMZ 408-021 dapat dilihat pada gambar 8:

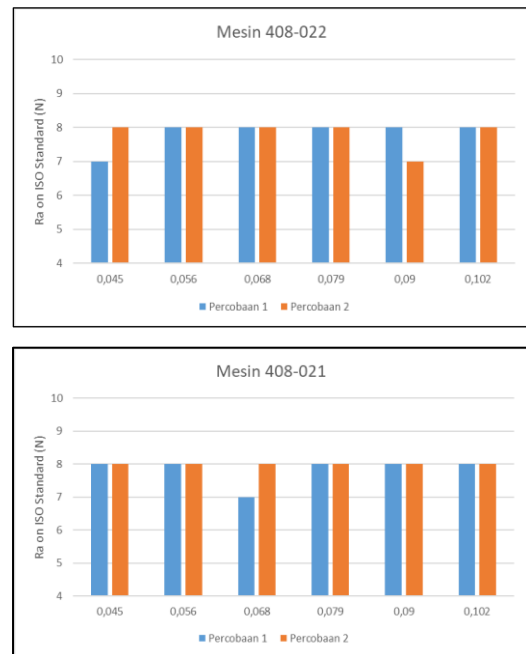


GAMBAR 8. Grafik pengaruh feeding terhadap kekasaran permukaan menurut standard ISO (N) pada mesin CMZ 408-022 dan CMZ 408-021.

Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai Ra pada *shaft* yang dikerjakan dimesin CMZ 408-022 tidak berbanding lurus dengan besarnya *feeding* yang dipakai saat proses pembubutan di mesin bubut CMZ. Semakin besar *feeding* yang dipakai tidak selalu menghasilkan permukaan yang kasar. Perbedaan yang sangat signifikan pada saat *feeding* 0,056 mm dan 0,090 mm. Pada *feeding* 0,056 mm menghasilkan Ra 3,85 µm dan 4,35 µm sedangkan pada *feeding* 0,090 mm menghasilkan Ra 1,55 µm dan 2,23 µm. Pada mesin bubut CMZ 408-021 menunjukkan nilai Ra pada saat *feeding* 0,079 mm lebih tinggi dari pada saat *feeding* 0,9 mm sama seperti pada mesin bubut CMZ 408-022. Dari hasil pengujian pada mesin bubut CMZ 408-022 dan mesin bubut CMZ 408-021 dapat dilihat bahwa hasil Ra tertinggi terjadi saat *feeding* 0,079 mm kemudian turun saat *feeding* 0,090 mm, seharusnya semakin tinggi *feeding* yang dipakai semakin tinggi pula nilai kekasaran permukaan (Aditya, 2014).

Hasil dari percobaan yang dilakukan tidak sesuai dengan teori bahwa semakin tinggi *feeding* yang dipakai semakin tinggi pula nilai kekasaran permukaan (Aditya, 2014) karena pada saat *feeding* 0,090 mm menghasilkan Ra lebih kecil dari *feeding* 0,056 mm, hal ini disebabkan oleh kondisi mesin yang sudah tidak maksimal yang dapat dilihat pada lampiran hasil verifikasi mesin dari maintenance, juga karena parameter yang digunakan (pahat insert dan D.O.C) yang tidak sesuai dengan standard.

Dari data-data nilai Ra yang sudah diperoleh jika dikonversikan ke standard ISO (N), maka dapat dilihat pengaruh *feeding* terhadap nilai N pada Gambar 9 berikut:



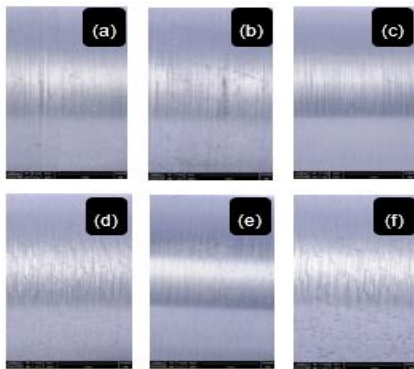
GAMBAR 9. Grafik pengaruh feeding terhadap nilai kekasaran menurut standard ISO (N) pada mesin 408-022 dan 408-021.

Gambar 9 hasil konversi data nilai kekasaran permukaan ke standard ISO (N) pada mesin bubut CMZ 408-022 menunjukkan nilai N berdasarkan nilai *feeding* yang digunakan dalam proses penelitian yang hasilnya kebanyakan bernilai N8 (10 nilai) dan hanya sedikit menunjukan N7 (2 nilai). Hasil konversi data nilai kekasaran permukaan ke standard ISO (N) pada mesin bubut CMZ 408-021 menunjukkan nilai N berdasarkan nilai *feeding* yang digunakan dalam proses penelitian yang hasilnya hampir sama dengan penelitian di mesin bubut CMZ 408-022, yaitu kebanyakan

bernilai N8 (11 nilai) dan hanya sedikit menunjukkan N7 (1 nilai).

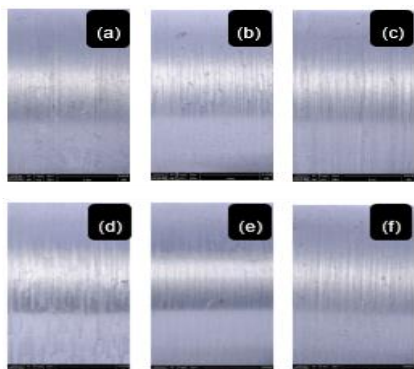
Analisa Visual (Photo Macro)

Photo Macro digunakan untuk mengetahui nilai kekasaran spesimen secara visual dengan perbesaran 125% yang difokuskan pada bagian Ø15-js7 (profil yang diteliti). Perbedaan nilai kekasaran permukaan dapat dianalisa dari hasil *photo macro*. Hasil dari *photo macro* dapat dilihat pada Gambar 10 sampai dengan Gambar 13.



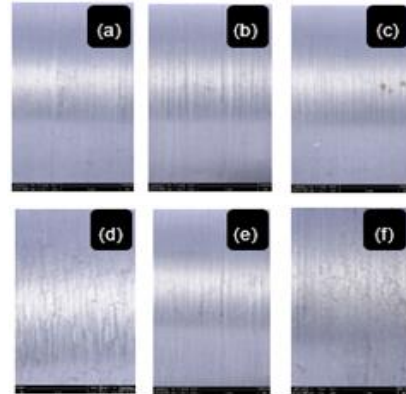
GAMBAR 10. Hasil percobaan 1 di mesin bubut CMZ 408-022 pada *feeding* (a) 0,045 (b) 0,056 (c) 0,068 (d) 0,079 (e) 0,09 (f) 0,102 mm

Gambar 10 menunjukkan bentuk alur penyayatan secara visual pada percobaan pertama di mesin bubut CMZ 408-022. Alur penyayatan pada gambar 10 (e) lebih halus dari 10 (d). Alur pada gambar 10 (d) juga merupakan alur yang paling kasar dari pada yang lain. Hal ini sesuai dengan Gambar 8, nilai *feeding* 0,09 sebesar 1,55 μm dan nilai *feeding* 0,079 sebesar 3,6 μm .



GAMBAR 11 Hasil percobaan 2 di mesin bubut CMZ 408-022 pada *feeding* (a) 0,045 (b) 0,056 (c) 0,068 (d) 0,079 (e) 0,09 (f) 0,102 mm

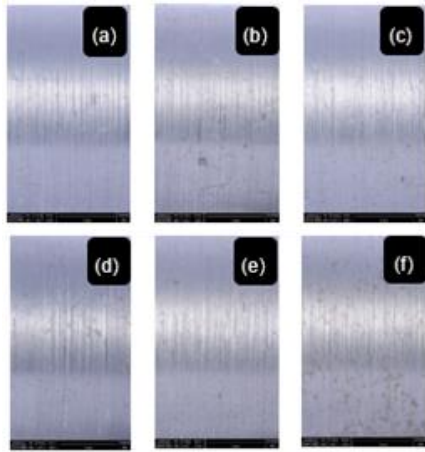
Gambar 11 menunjukkan bentuk alur penyayatan secara visual pada percobaan kedua di mesin CMZ 408-022. Sama seperti pada Gambar 10 pada Gambar 11 (e) permukaan spesimen lebih halus dari pada Gambar 11 (d). Hal ini sesuai dengan Gambar 8 yaitu nilai *feeding* 0,09 sebesar 2,33 μm dan nilai *feeding* 0,079 sebesar 4,79 μm .



GAMBAR 12. Hasil percobaan 1 di mesin bubut CMZ 408-021 pada *feeding* (a) 0,045 (b) 0,056 (c) 0,068 (d) 0,079 (e) 0,09 (f) 0,102 mm.

Gambar 12 menunjukkan bentuk alur penyayatan secara visual pada percobaan pertama di mesin CMZ 408-021. Alur penyayatan pada gambar 12 (e) lebih halus dari 12 (d). Hal ini sesuai dengan Gambar 8 dengan nilai *feeding* 0,09 sebesar 3,6 μm dan nilai *feeding* 0,079 sebesar 3,9 μm . Alur pada gambar 12 (d) juga merupakan alur yang paling kasar dari pada yang lain.

Gambar 13 menunjukkan bentuk alur penyayatan secara visual pada percobaan kedua di mesin bubut CMZ 408-021. Sama seperti pada Gambar 12, pada Gambar 13 (e) permukaan spesimen lebih halus dari pada Gambar 13 (d). Hal ini sesuai dengan Gambar 8, yaitu nilai *feeding* 0,09 sebesar 4,45 μm dan nilai *feeding* 0,079 sebesar 5,29 μm .



GAMBAR 13. Hasil percobaan 2 di mesin bubut CMZ 408-021 pada *feeding* (a) 0,045 (b) 0,056 (c) 0,068 (d) 0,079 (e) 0,09 (f) 0,102 mm

Pratama, Aditya. *Pengaruh Variasi Feeding dan Rasio L/D Terhadap Kekasaran Permukaan Hasil Proses Bubut Tirus*. Jurnal Teknik Mesin. Malang, Universitas Brawijaya, 2014.

Syamsudin, R. 2000. *Teknik Bubut*. Jakarta: Puspa Swara.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada mesin bubut CMZ T-360 dapat disimpulkan bahwa:

Variasi *feeding* sebesar 0.045, 0.056, 0.068, 0.079, 0.090 dan 0.102 mm yang digunakan untuk percobaan pada mesin Bubut CMZ T-360 tipe 408-021 dan 408-022 di Politeknik ATMI Surakarta dengan kecepatan spindel 1400 rpm pada material baja St.60 menggunakan pahat insert R0,4 dengan DOC 0,25 mm tidak terlalu mempengaruhi kualitas permukaan pada permukaan spesimen, hal ini dibuktikan dengan nilai kekasaran yang dihasilkan kebanyakan bernilai N8 (3,25 μm -5,29 μm).

DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B.H. *Teknologi Mekanik*, Erlangga, Jakarta, 1981.
- Bhushan, B. 2000. *Surface roughness analysis and measurement techniques*. In Modern Tribology Handbook, Two Volume Set (pp. 79-150). CRC press.
- Heinzler, Max. *Tabellenbuch Metall*, Verlag Europa Lehrmittel, Jerman, 1992.
- Purbosari, Dhiah. 2012. *Karakterisasi Tingkat Kekasaran Permukaan Baja ST 40 Hal Permesinan CNC Milling ZK 7040 Efek Dari Kecepatan Pemakanan (Feed Rate) Dan Awal Waktu Pemberian Pendingin*. Skripsi, Universitas Sebelas Maret.