

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

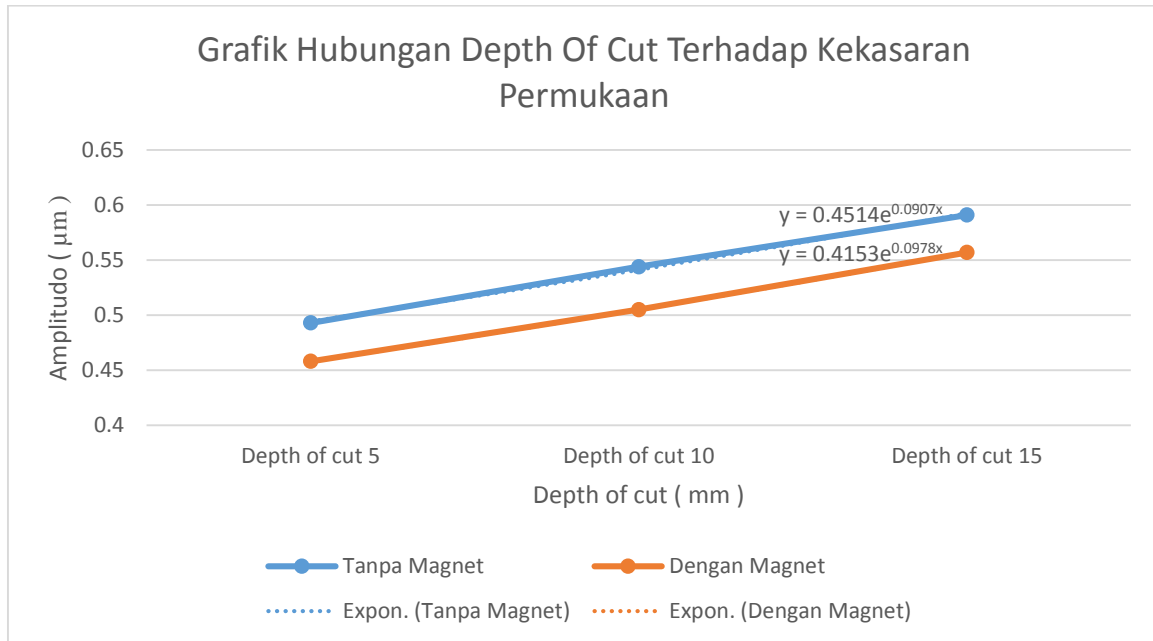
Setelah melakukan proses end milling pada benda kerja, dengan variasi *depth of cut* serta menggunakan magnet permanen, benda kerja hasil proses *end milling* tersebut dilakukan pengujian kekasaran permukaan dengan menggunakan *Surface Roughness Tester* untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan (Ra). Masing-masing permukaan hasil proses *end milling* diambil 4 sampel nilai kekasaran permukaan. Data kekasaran permukaan dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Data Hasil Penelitian

No	<i>Depth of cut (mm)</i>	Ra tanpa magnet (μm)	Rata-rata Ra (μm)	Ra dengan magnet (μm)	Rata-rata Ra (μm)
1	5	0.494	0.493	0.478	0.458
2		0.502		0.444	
3		0.492		0.448	
4		0.484		0.478	
5	10	0.565	0.544	0.492	0.505
6		0.540		0.495	
7		0.542		0.520	
8		0.530		0.513	
9	15	0.612	0.591	0.557	0.557
10		0.592		0.564	
11		0.599		0.559	
12		0.557		0.551	

4.2 Grafik dan Pembahasan

4.2.1 Grafik dan Pembahasan Hubungan *Depth Of Cut* Terhadap Kekasaran Permukaan



Gambar 4.1 Grafik hubungan *Depth Of Cut* terhadap kekasaran permukaan

Gambar 4.1 menjelaskan hubungan variabel bebas *depth of cut* terhadap variabel terikat kekasaran permukaan (R_a) tanpa menggunakan magnet dan dengan menggunakan magnet. Sumbu x menunjukkan nilai *depth of cut* dan sumbu y menunjukkan kekasaran permukaan (R_a). Untuk titik-titik dan garis berwarna biru adalah grafik hasil proses *end milling* tanpa magnet sedangkan yang berwarna merah adalah grafik hasil proses *end milling* menggunakan magnet.

Grafik 4.1 diatas menunjukkan bahwa bahwa semakin besar nilai *depth of cut* yang digunakan, maka nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan akan semakin meningkat. Nilai kekasaran permukaan terbesar didapatkan pada kedalaman *depth of cut* 15 mm, dimana pada *depth of cut* 15 mm dengan tanpa magnet nilai R_a adalah 0,591 µm sedangkan pada *depth of cut* 15 mm dengan magnet nilai R_a terbesar adalah 0,557 µm. Untuk nilai kekasaran permukaan paling rendah pada *depth of cut* 5 mm dengan tanpa magnet adalah 0,493 µm, sedangkan pada *depth of cut* 5 mm dengan magnet adalah 0,458 µm. Peningkatan nilai kekasaran permukaan ini disebabkan karena adanya penambahan nilai *depth of cut* yang diberikan.

Pada grafik di atas diperlihatkan bahwa proses *end milling* dengan menggunakan magnet memiliki nilai kekasaran permukaan yang lebih kecil daripada proses *end milling* dengan tanpa menggunakan magnet. Hal ini juga dibuktikan oleh dari foto mikro. Pada pengujian ini terlihat juga perbedaan tingkat kekasaran permukaan benda kerjanya. Pada depth of cut 50 mm 100 mm dan 150 mm dengan proses menggunakan magnet memiliki permukaan yang lebih halus dibandingkan variasi depth of cut 50 mm 100 mm dan 150 mm tanpa menggunakan magnet.



A. *Depth of cut 50 mm*

B. *Depth of cut 100 mm*

C. *Depth of cut 150 mm*

Gambar 4.2 Hasil foto mikro permukaan Al 6061 dengan proses pemakanan menggunakan magnet



A. *Depth of cut 50 mm*

B. *Depth of cut 100 mm*

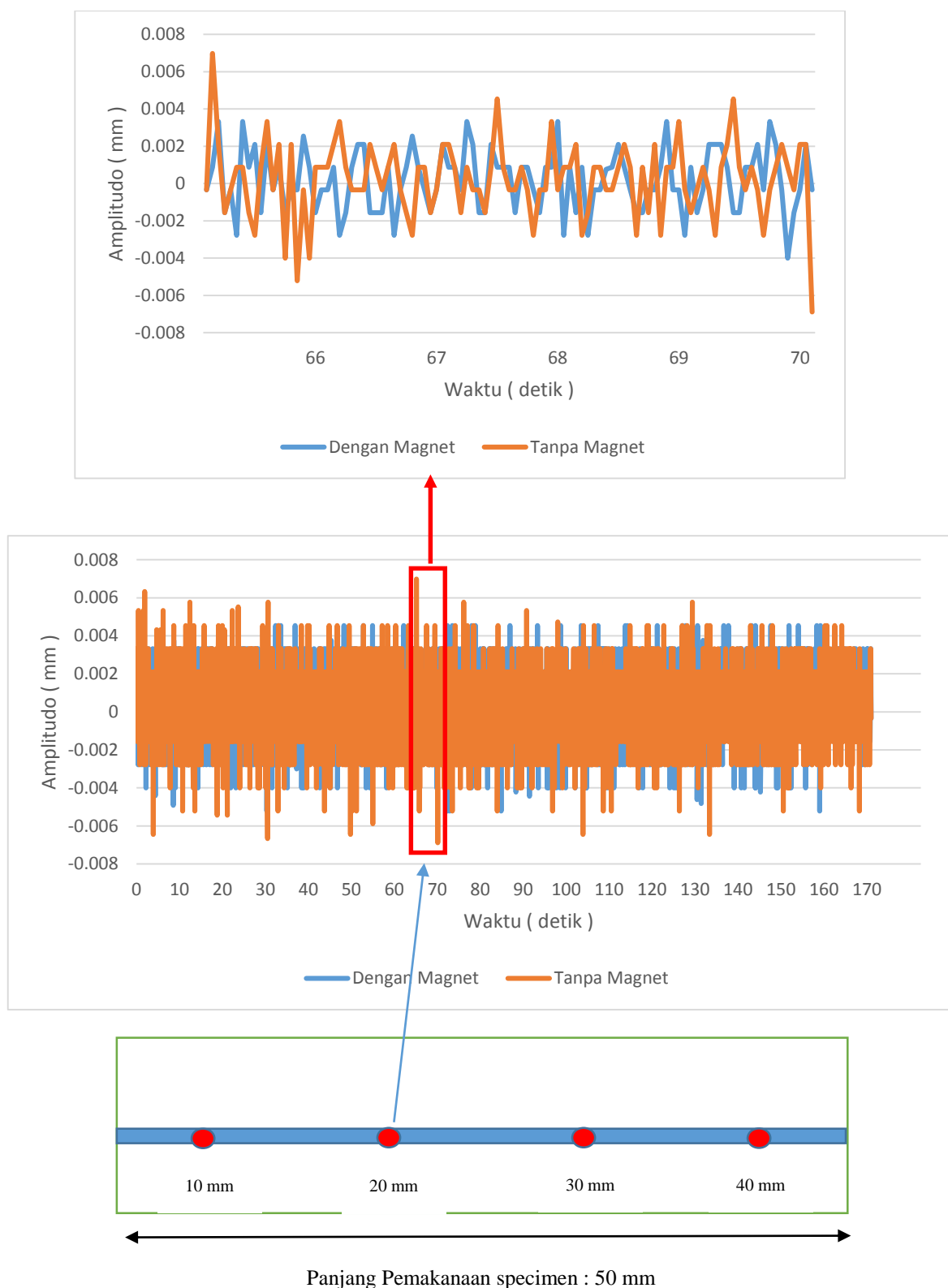
C. *Depth of cut 150 mm*

Gambar 4.3 Hasil foto mikro permukaan Al 6061 dengan proses pemakanan tanpa menggunakan magnet

Penurunan nilai kekasaran dengan menggunakan magnet dikarenakan adanya peredaman yang ditimbulkan oleh medan magnet di sekitar pahat (*magnetic damping*), sehingga getaran yang terjadi pada pahat akan berkurang yang menyebabkan nilai kekasaran permukaan benda kerja menurun.

4.2.2 Grafik dan Pembahasan Simpangan Getaran pada Proses *End Milling* tanpa Magnet dan Proses *End Milling* Menggunakan Magnet.

Saat proses pemakanan berlangsung dilakukan pengambilan data simpangan getaran, yang digunakan untuk mengetahui getaran permesinan (*chatter*) yang terjadi saat proses pemakanan berlangsung serta peran medan magnet untuk meredam *chatter*. *Chatter* inilah yang nantinya akan berpengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja. alat yang digunakan untuk pengambilan data ialah *vibration meter*. Pengambilan data simpangan getaran juga dilakukan dengan bantuan *software* LabView 2013.

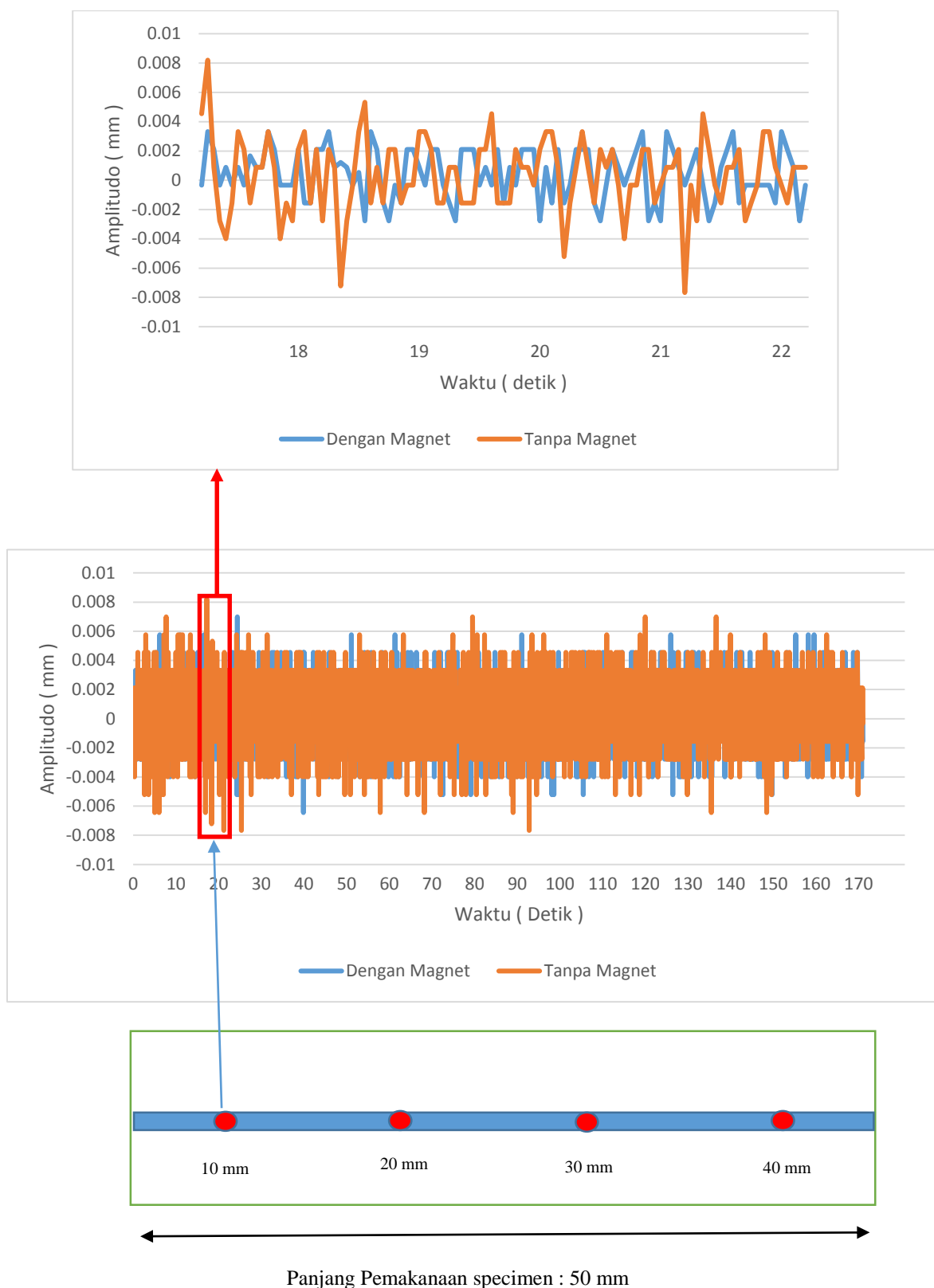


Gambar 4.4 Grafik simpangan getaran pada nilai *depth of cut* 5 mm selama proses *end milling* dengan menggunakan magnet dan tanpa magnet

Pada gambar 4.4 di atas menunjukkan grafik simpangan getaran yang terjadi saat proses *end milling* dengan *depth of cut* 5 mm berlangsung. Sumbu x menunjukkan waktu

pemakanan (s) dan sumbu y menunjukkan simpangan yang terjadi pada sistem (mm). Untuk garis berwarna biru menunjukkan grafik proses *end milling* tanpa magnet, sedangkan garis merah menunjukkan grafik proses *end milling* menggunakan magnet.

Dari gambar 4.4 di atas menunjukkan grafik simpangan yang terjadi pada proses *end milling* dengan *depth of cut* 5 mm dan tanpa magnet lebih besar daripada proses *end milling* dengan *depth of cut* 5 mm dengan menggunakan magnet. Grafik diatas tanda panah menunjukkan bagian dari grafik yang di dalam kolom dimana terjadi simpangan maksimum pada proses saat *end milling* berlangsung. Grafik tersebut juga menunjukkan lebih jelas bagaimana penggunaan magnet dalam proses *end milling* dapat menurunkan simpangan getaran. Nilai simpangan yang paling besar dari proses *end milling* dengan *depth of cut* 5 mm tanpa magnet adalah 0,00698 mm, sedangkan untuk proses *end milling* tanpa *depth of cut* 5 mm menggunakan magnet nilai simpangan yang paling besar adalah 0,00454 mm. Hal ini menunjukkan nilai simpangan maksimum yang terjadi dengan menggunakan magnet mengalami reduksi sebesar 34 %.

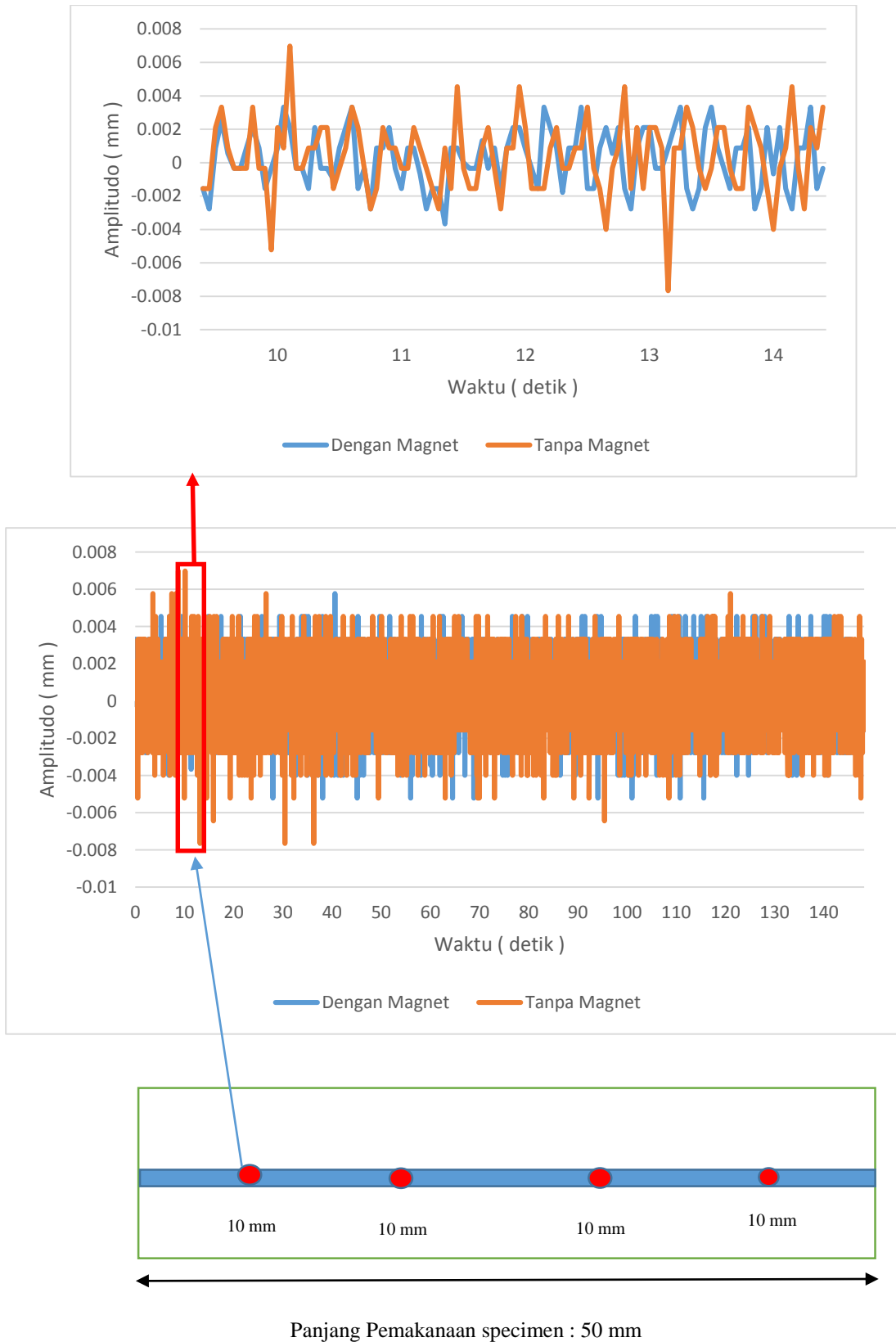


Gambar 4.5 Grafik simpangan getaran pada nilai *depth of cut* 10 mm selama proses *end milling* dengan menggunakan magnet dan tanpa magnet

Gambar 4.5 di atas menunjukkan grafik simpangan getaran yang terjadi saat proses *end milling* dengan *depth of cut* 10 mm berlangsung. Sumbu x menunjukkan waktu pemakanan

(s) dan sumbu y menunjukkan simpangan yang terjadi pada sistem (mm). Untuk garis berwarna biru menunjukkan grafik proses *end milling* dengan *depth of cut* 10 mm tanpa magnet, sedangkan garis merah menunjukkan grafik *end milling* dengan *depth of cut* sebesar 10 mm menggunakan magnet.

Dari gambar 4.5 di atas menunjukkan grafik simpangan yang terjadi pada proses *end milling* dengan *depth of cut* sebesar 10 mm tanpa magnet lebih besar daripada proses *end milling* dengan *depth of cut* sebesar 10 mm menggunakan magnet. Grafik diatas tanda panah menunjukkan bagian dari grafik yang di dalam kolom dimana terjadi simpangan maksimum pada proses *end milling* berlangsung. Grafik tersebut juga menunjukkan lebih jelas bagaimana penggunaan magnet dalam proses *end milling* dapat menurunkan simpangan getaran. Nilai simpangan yang paling besar dari proses *end milling* dengan *depth of cut* sebesar 10 mm tanpa magnet adalah 0,0082 mm, sedangkan untuk proses *end milling* dengan *depth of cut* sebesar 10 mm menggunakan magnet nilai simpangan yang paling besar adalah 0,0045 mm. Hal ini menunjukkan nilai simpangan maksimum dengan menggunakan magnet mengalami reduksi sebesar 45,12%.



Gambar 4.6 Grafik simpangan getaran pada kedalaman *depth of cut* 15 mm selama proses *end milling* dengan menggunakan magnet dan tanpa magnet

Gambar 4.6 di atas menunjukkan grafik simpangan getaran yang terjadi saat proses *end milling* dengan *depth of cut* sebesar 15 mm berlangsung. Sumbu x menunjukkan waktu pemakanan (s) dan sumbu y menunjukkan simpangan yang terjadi pada sistem (mm). Untuk garis berwarna biru menunjukkan grafik proses *end milling* dengan *depth of cut* sebesar 15 mm tanpa magnet, sedangkan garis merah menunjukkan grafik *end milling* dengan *end milling* sebesar 15 mm menggunakan magnet.

Gambar 4.5 di atas juga menunjukkan grafik simpangan yang terjadi pada proses *end milling* dengan *depth of cut* sebesar 15 mm tanpa magnet lebih besar daripada proses *end milling* dengan *depth of cut* sebesar 15 mm menggunakan magnet. Grafik diatas tanda panah menunjukkan bagian dari grafik yang di dalam kolom dimana terjadi simpangan maksimum pada proses *end milling* berlangsung. Grafik tersebut juga menunjukkan lebih jelas bagaimana penggunaan magnet dalam proses *end milling* dapat menurunkan simpangan getaran Nilai simpangan yang paling besar dari *proses end milling* dengan *depth of cut* sebesar 15 mm tanpa magnet adalah 0,00698 mm, sedangkan untuk proses *end milling* dengan *depth of cut* sebesar 15 mm menggunakan magnet nilai simpangan yang paling besar adalah 0,00454 mm. Hal ini menunjukkan nilai simpangan maksimum yang terjadi dengan menggunakan magnet mengalami reduksi sebesar 34 %.

Apabila kita bandingkan gambar 4.4, 4.5, dan 4.6, maka dapat dilihat grafik pada gambar tersebut mengalami peningkatan nilai maksimum amplitudo, baik pada proses *end milling* tanpa magnet maupun proses *end milling* dengan menggunakan magnet. Hal ini dikarenakan semakin besar kedalaman *depth of cut* maka gaya pemotongan yang diterima oleh pahat semakin besar. Hal ini sebagaimana ditunjukkan pada persamaan 2-7 berikut:

$$F_c = \frac{\tau_{shi} b h \cos(\pi - \gamma_0)}{\sin \varphi \cos(\varphi + \pi - \gamma_0)} \dots\dots\dots (2-7)$$

Nilai b dan h merupakan luas bidang geram (A_c) yang dihasilkan dari proses pemakanan, jika nilai *depth of cut* besar, maka nilai b dan h akan semakin meningkat. Dari persamaan 2-20 dapat kita ketahui bahwa gaya pemotongan F_c berbanding lurus dengan luas bidang geram, sehingga semakin besar nilai *depth of cut*, maka luas bidang geram akan semakin meningkat, dan F_c juga akan meningkat.

Semakin besar gaya pemotongan maka getaran yang dialami pahat juga semakin besar. Hal ini sebagaimana ditunjukkan pada persamaan 2-8 berikut :

$$a_v = \frac{F_c}{\sqrt{4\delta^2\omega_f^2 - (\omega_n^2 - \omega_f^2)^2}} \dots\dots\dots (2-8)$$

dengan:

a_v = Amplitudo getaran

F_c = Gaya pemotongan

Dari persamaan 2-21 terlihat bahwa gaya pemotongan berbanding lurus dengan amplitudo, sehingga semakin besar gaya pemotongan, maka amplitudo juga akan meningkat, sehingga getaran pada pahat akan meningkat, dan membuat permukaan benda kerja menjadi lebih kasar.

Grafik pada gambar 4.4, 4.5, dan 4.6 di atas menggambarkan bahwa proses *end milling* menggunakan magnet dapat meredam *chatter* yang terjadi. Amplitudo yang terjadi pada proses *end milling* menggunakan magnet pada masing-masing *depth of cut* memiliki amplitudo yang kecil daripada tanpa menggunakan magnet. Hal ini karena pengaruh adanya magnet pada kedua sisi pahat, sehingga menimbulkan peredaman getaran yang disebut *magnetic damping* yang terjadi pada pahat selama proses permesinan berlangsung. Sebagaimana yang dijelaskan pada bab 2, *magnetic damping* terjadi ketika konduktor (pahat) bergerak di sekitar medan magnet yang dapat menimbulkan sirkulasi arus Eddy. Dimana sirkulasi arus Eddy ini akan akan menghasilkan gaya yang bersifat menahan getaran yang terjadi pada sebuah konduktor yang mengakibatkan gaya tolak antara konduktor dengan medan magnet permanen. gaya tolak tersebut yang akan menahan pahat agar tetap pada posisinya.

Nilai amplitudo semakin besar seiring meningkatnya nilai *depth of cut* dan juga menunjukkan meningkatnya nilai kekasaran permukaan benda kerja, seperti ditunjukkan grafik pada gambar 4.1. Namun dengan adanya *magnetic damping*, nilai amplitudo pada masing-masing nilai *depth of cut* dapat mengalami penurunan, hal ini diiringi juga dengan penurunan nilai kekasaran permukaan benda kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa proses *end milling* dengan variasi nilai *depth of cut* dan peredaman magnet dapat meredam getaran pada pahat, sehingga dapat mereduksi nilai kekasaran permukaan.

