

# ANALISIS TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN PADA HASIL PEMESINAN MESIN *MILLING* DENGAN VARIASI TINGGI PENCEKAMAN BENDA KERJA DAN TINGGI PEMASANGAN *ENDMILL CUTTER*

**Zainuddin**

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung  
Jl. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat 40559

*Email: zainuddin060590@gmail.com*

## ABSTRAK

*Studi ini ditujukan untuk mengetahui tekstur permukaan dari proses pemesinan dengan beberapa variasi posisi. Posisi yang diuji dalam penelitian ini adalah posisi tinggi pencekaman endmill dan posisi pencekaman specimen.*

*Menurut penelitian-penelitian yang terdahulu, variabel yang menyebabkan kekasaran permukaan adalah penggunaan variasi parameter pemesinan, jenis perlakuan pemesinan yang kurang optimal dan geometri pahat. Oleh karena itu, penelitian ini mengambil variabel perlakuan posisi dan pencekaman baik specimen maupun pemasangan endmill untuk mengetahui kondisi paling optimal terhadap tingkat kekasaran permukaan.*

*Hasil Penelitian ini didapatkan Tingkat kekasaran pada tinggi pencekaman endmill menunjukkan bahwa semakin mendekati flute maka akan semakin kasar karena ada rongga flute yang tidak tercekam, dan pencekaman semakin ke atas dari panjang endmill juga akan semakin kasar karena terjadi vibrasi yang besar saat proses pemakanan, rekomendasi dari penelitian ini agar mendapat nilai kekasaran yang optimal adalah memasang pahat di antara batas tengah panjangnya endmill sampai ke batas flute pada endmill.*

**Kata kunci:** *milling, endmill, kekasaran permukaan, pencekaman.*

## PENDAHULUAN

Pengerjaan logam dalam dunia manufacturing ada beberapa macam, mulai dari pengerjaan panas, pengerjaan dingin hingga pengerjaan logam secara mekanik. Pengerjaan mekanik logam biasanya digunakan untuk pengerjaan lanjutan maupun finishing, sehingga dalam pengerjaan mekanik dikenal beberapa prinsip pengerjaan, salah satunya adalah pengerjaan perataan permukaan dengan menggunakan mesin *frais* atau biasa disebut mesin *milling*.

Mesin *milling* adalah mesin yang paling mampu melakukan banyak tugas bila dibandingkan dengan mesin perkakas yang lain. Hal ini disebabkan karena selain mampu mesin permukaan datar maupun berlekuk/profil dengan penyelesaian dan ketelitian yang istimewa, juga berguna untuk menghaluskan atau meratakan benda kerja sesuai dengan dimensi yang dikehendaki.

Mesin *milling* dapat menghasilkan permukaan bidang rata yang menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang cukup halus, tetapi proses ini membutuhkan pelumas berupa oli yang berguna untuk pendingin mata *milling* agar tidak cepat aus.

Istilah tingkat kekasaran permukaan digunakan secara luas di industri dan biasanya digunakan untuk mengukur kehalusan/ kekasaran dari suatu permukaan benda. tekstur permukaan adalah pola dari permukaan yang menyimpang dari suatu permukaan nominal.

penyimpangan Mungkin acak atau berulang yang diakibatkan oleh kekasaran, *waviness*, *lay* dan *flaws*.

kekasaran terdiri dari ketidakraturan dari tekstur permukaan, yang pada umumnya mencakup ketidakraturan yang diakibatkan oleh perlakuan selama proses produksi. contoh bentuk tekstur permukaan benda kerja dapat dilihat pada gambar.

Dalam proses pemesinan dituntut untuk menghasilkan hasil produksi kekasaran tertentu yang mana tingkat kekasaran suatu benda semakin kecil semakin bagus dan halus.

kondisi mesin *milling* yang banyak ditemui di bengkel-bengkel produksi maupun bengkel sekolah /kampus Kejuruaan Teknik Mesin kurang banyak pembaruan, Kebanyakan mesin *milling* yang digunakan untuk praktek di sekolah atau kampus kejuruan Teknik Mesin sudah uzur dan banyak yang tidak fungsi dengan baik lagi. contoh; kecepatan spindel sudah tidak dapat di setting, *feeding* tidak dapat disetting, penggerak otomatis sudah tidak berfungsi lagi. hal ini kemungkinan juga tidak hanya dialami oleh sekolah kejuruan saja, mungkin juga dialami oleh bengkel-bengkel produksi. dengan kondisi mesin yang demikian atau tidak normal lagi maka untuk mencapai tingkat kekasaran tertentu perlu cara agar mesin dapat dimaksimalkan.

Selain kondisi di atas penelitian tentang kekasaran permukaan terhadap hasil pemesinan mesin perkakas telah banyak dilakukan, tetapi untuk penelitian tentang faktor yang tidak masuk dalam program belum begitu banyak dilakukan, terutama yang berhubungan dengan posisi pemasangan benda kerja dan posisi pemasangan pahat (*endmill*).

## TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh tinggi pengecaman benda kerja pada ragam terhadap tingkat kekasaran hasil pemesinan mesin *milling*.
2. Mengetahui pengaruh tinggi pemasangan *endmill cutter* terhadap tingkat kekasaran hasil pemesinan mesin *milling*.
3. Mengetahui pengaruh tinggi pengecaman benda kerja dan tinggi pemasangan *endmill cutter* yang menghasilkan tingkat kekasaran yang paling kecil.

## TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang dilakukan ini merujuk pada penelitian Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Daniel (2009) meneliti tentang optimasi parameter pemesinan proses CNC frais terhadap hasil kekasaran permukaan dan keausan pahat menggunakan metode taguchi. Dalam penelitian ini metode optimasi yang digunakan dalam penelitian adalah Metode Taguchi dan ANOVA (*Analysis of Variance*) digunakan untuk mengetahui karakteristik performansi dari parameter pemesinan. Dari hasil optimasi yang telah dilakukan diperoleh bahwa keausan pahat adalah  $3,3 \pm 0,2 \mu\text{m}$  dengan kecepatan putaran spindel 2500 rpm, kecepatan pemakanan 0,12 mm/rev, kedalaman pemotongan 1 mm, dan pendingin minyak.

Giyatno (2009) meneliti tentang optimasi parameter proses pemesinan terhadap keausan pahat dan kekasaran permukaan benda hasil proses CNC *turning* menggunakan metode Taguchi. Dalam penelitian ini, melalui analisis varian terhadap keausan pahat yang digunakan kecepatan pemakanan memiliki kontribusi paling tinggi terhadap keausan pahat, dan kondisi parameter pemesinan paling baik diperoleh pada kecepatan potong rendah, kecepatan makan rendah, kedalaman pemakanan rendah, dan berpendingin dromus dengan nilai prediksi keausan pahat  $3 \pm 2 \mu\text{m}$  dan kekasaran permukaan eksperimen konfirmasi  $7 \pm 2 \mu\text{m}$ .

Wen-Hsiang Lai (2000) meneliti tentang model kekuatan potong pada operasi *end mill*. Hasil penelitian ini adalah pengaruh yang paling signifikan terhadap kekuatan adalah ketebalan

*chip* ( $T_c$ ). Radius dinamis yang disebabkan oleh lari keluar *cutter* dan kemiringan merupakan titik kunci untuk mempengaruhi ketebalan *chip*. Pengaruh pemakanan per *flute* pada kekuatan pemesinan terlihat ketika *feedrate* meningkat, ketebalan *chip* seketika juga meningkat, dan kekuatan juga meningkat. Kedalaman radial dan aksial memotong mempengaruhi lebar dan panjang bidang kontak masing-masing. Artinya, ketika kedalaman radial dan aksial memotong meningkat, bidang kontak meningkat, dan kekuatan menjadi lebih besar. Ketika *depth of cut* meningkat, kekuatan juga meningkat. Selanjutnya, kekuatan X diukur berubah dari nilai-nilai negatif ke nilai positif ketika kedalaman radial potong berubah dari 25% menjadi 75%.

Yong-hyun kim, sung-lim ko (2002) meneliti tentang pengembangan desain dan teknologi manufaktur untuk end mills pada proses pemesinan baja liat. Hasil penelitian ini adalah (1) program simulasi untuk flute heliks grinding dikembangkan dan diterapkan pada desain dan pembuatan mill end dengan memprediksi konfigurasi potong lintang. (2) *rake angle* yang optimal dan ditentukan sudut clearance, mengingat perubahan dalam permukaan yang salah dalam uji kinerja sesuai dengan perubahan dalam geometri. (3) seluruh proses untuk desain dan pembuatan *end mill* dengan kinerja pemotongan tinggi disarankan berdasarkan program simulasi flute heliks grinding

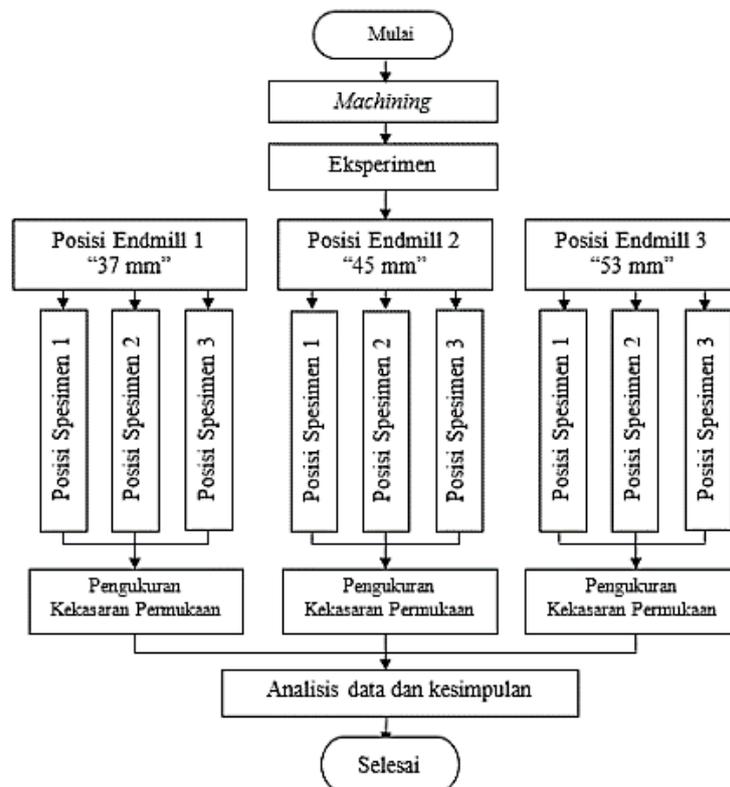
Kivanc & Budak (2004) pemodelan struktural *end mill* untuk kesalahan bentuk dan bentuk analisis stabilitas. Hasil penelitian ini adalah sifat dinamis dan statis dari *milling* yang sangat penting untuk presisi mesin dan stabilitas pemotongan. Metode analisis eksperimen yang digunakan untuk menentukan karakteristik ini. Hasil eksperimen ini tidak memberikan informasi yang akurat terutama untuk dinamika dan stabilitas pemotongan. Metode eksperimental, di sisi lain, memakan waktu jumlah kemungkinan kombinasi pemegang *tool* dan *tool*, geometri alat dan material dalam pengaturan industri. Model analisis yang disajikan dalam karya ini menghilangkan kebutuhan untuk pengukuran fungsi transfer untuk setiap perakitan alat. Model mempertimbangkan geometri kompleks *flute* dalam pengembangan properti pemotongan melintang. Endmills memiliki *flute* dan bagian *unfluted*, yang semakin mempersulit geometri mereka. Karakteristik ini tersegmentasi juga telah dipertimbangkan dalam pemodelan statis dan dinamis. RCSA model telah digunakan untuk menggabungkan dinamika diukur dari pemegang alat / spindel dan mode akhir analitis ditentukan *mill*. Prediksi baik statis dan dinamis yang dibuktikan sangat akurat. Pendekatan yang disajikan di sini sangat berguna untuk implementasi dalam sistem mesin virtual di mana kesalahan bentuk dan batas stabilitas untuk aplikasi *milling* dapat ditentukan secara otomatis.

Lou, Chen, dan Li (1999) meneliti tentang teknik perkiraan kekasaran permukaan pada CNC *milling*. Hasil penelitian ini adalah Kekasaran permukaan ( $R_a$ ) dapat diprediksi secara efektif oleh menerapkan kecepatan spindle, kecepatan pemakanan, kedalaman potong, dan interaksi dalam beberapa model regresi. Model regresi bisa memprediksi permukaan kekasaran ( $R_a$ ) dengan rata-rata penyimpangan 9,71% atau 90,29% akurasi dari pelatihan kumpulan data. Model regresi bisa memprediksi permukaan kekasaran ( $R_a$ ) dari data pengujian ditetapkan yang tidak termasuk dalam analisis regresi berganda dengan persentase rata-rata penyimpangan 9,97% atau akurasi 90,03%. Laju pemakanan adalah yang paling signifikan sebagai parameter pemesinan yang digunakan untuk memprediksi kekasaran permukaan dalam model regresi berganda.

Dari penelitian-penelitian di atas, variabel yang menyebabkan kekasaran permukaan adalah penggunaan variasi parameter pemesinan, jenis perlakuan pemesinan yang kurang optimal dan geometri pahat. Oleh karena itu, penelitian ini mengambil variabel perlakuan posisi dan pencekaman baik spesimen maupun pemasangan *endmill* untuk mengetahui kondisi paling optimal terhadap tingkat kekasaran permukaan.

## METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembahasan Pengukuran Hasil Tingkat Kekasaran Permukaan Baja ST 40 Hasil Pemesinan *Milling*.

Dalam pembahasan hasil penelitian ini meliputi hasil pengukuran kekasaran permukaan interaksi antara tinggi pengecaman spesimen dan tinggi pemasangan endmill terhadap *collet*.

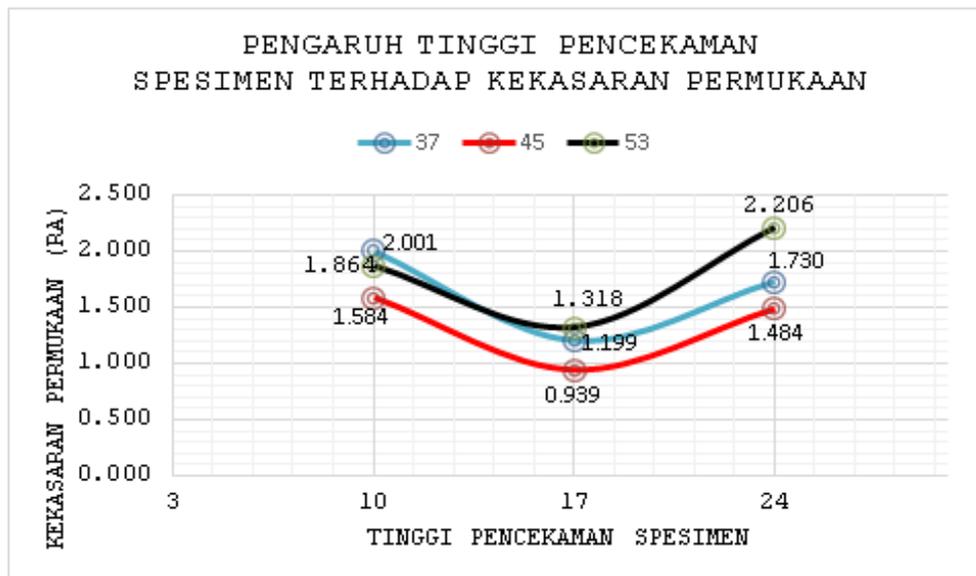
#### Tinggi Pengecaman Spesimen.

Rerata hasil pengukuran kekasaran permukaan baja ST 40 dilihat pada tabel 1. tabel 1 diubah dalam bentuk grafik, sehingga akan memudahkan untuk melakukan analisis hasil.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Tingkat Kekasaran Baja ST 40 ( Dalam  $\mu\text{m}$ ).

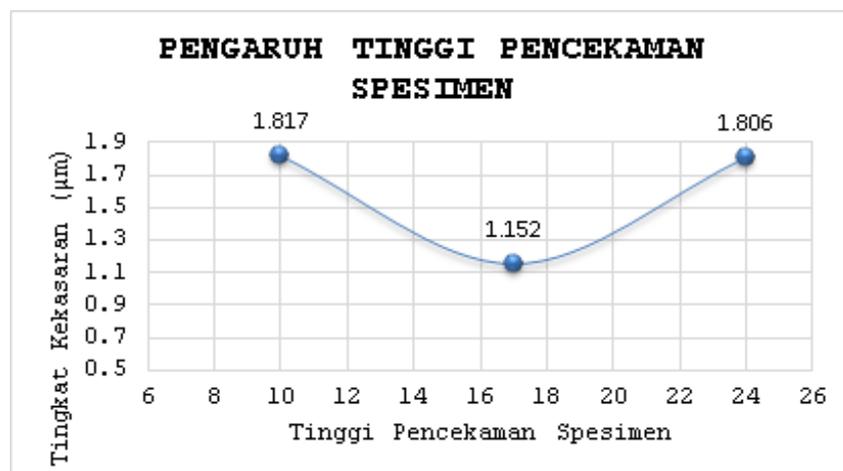
Tinggi Pengecaman Endmill	Tinggi Pengecaman Benda Kerja		
	10 mm	17 mm	24 mm
37 mm	2,001	1,199	1,730
45 mm	1,584	0,939	1,484
53 mm	1,864	1,318	2,206

Berdasarkan tabel 1 data tingkat kekasaran permukaan benda kerja Proses pemesinan *milling* pada baja ST 40 dengan dua kondisi pemakanan dari pengaruh tinggi pengecaman benda kerja Dapat dideskripsikan seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Tinggi Pengekaman Benda Kerja- Ra

Pada gambar 2 didapat nilai kekasaran paling kecil terjadi pada interaksi tinggi pengekanan benda kerja 17 mm dengan tinggi pengekanan *endmill cutter* 45 mm yaitu sebesar 0,939 mikrometer, sedangkan tingkat kekasaran paling besar terjadi pada interaksi tinggi pengekanan benda kerja 24 mm dengan tinggi pengekanan *Endmill cutter* 53 mm yaitu sebesar 2,206 mikrometer.



Gambar 3. Rerata Ra Terhadap Tinggi Pengekaman Spesimen

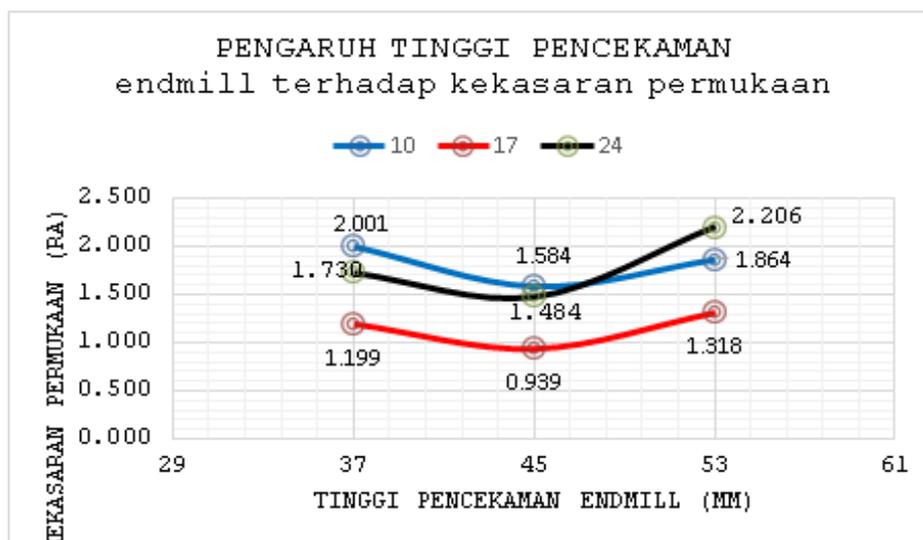
Berdasar gambar 3 yang diambil pada tabel 1. didapat rata-rata tingkat kekasaran berdasar tinggi pengekanan benda kerja, yakni; untuk tinggi pengekanan benda kerja terhadap ragam 10 mm didapat kekasaran rata-rata ( Ra) 1,817 mikrometer, untuk tinggi pengekanan benda kerja terhadap ragam 17 mm didapat Ra 1,152 mikrometer, dan untuk tinggi Pengekaman benda kerja terhadap ragam 24 mm didapat Ra 1,806 mikrometer.

Uraian pada gambar 2 dan gambar 3 di atas dapat diambil kesimpulan bahwa Ra paling kecil paling kecil didapat dari tinggi pengekanan benda kerja terhadap ragam 17 mm. yakni sebesar 1,152 mikrometer, lebih tepatnya berada pada interaksi tinggi pengekanan benda kerja 17 mm dengan tinggi pengekanan *endmill cutter* 45 mm yaitu sebesar 0,939 mikrometer. Sedangkan Ra paling besar didapat dari tinggi pengekanan benda kerja terhadap ragam 10

mm didapat tingkat kekasaran rata-rata 1,817 mikrometer, tetapi interaksi yang menghasilkan tingkat kekasaran yang paling besar adalah interaksi pengecaman benda kerja 24 mm dengan tinggi pengecaman *endmill cutter* 53 mm yaitu sebesar 2,206 mikrometer.

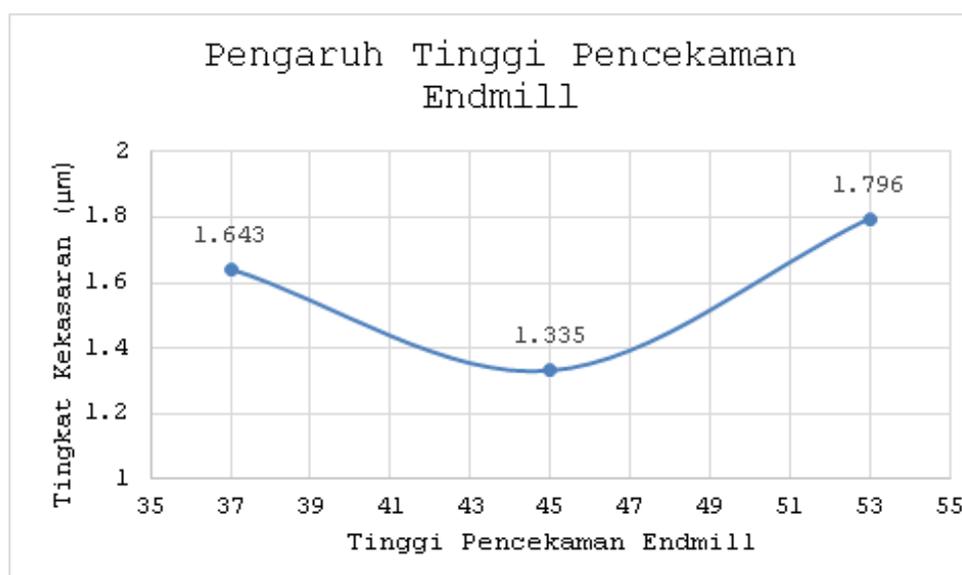
### Tinggi Pengecaman Endmill.

Dasarkan tabel 1 data tingkat kekasaran permukaan benda kerja Proses pemesinan *milling* pada baja ST 40 dengan dua kondisi pemakanan dari tinggi pengecaman *endmill* dapat dideskripsikan seperti pada gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. Diagram Tinggi Pengecaman Endmill- Ra

Pada gambar 4 didapat nilai kekasaran paling kecil terjadi pada interaksi tinggi pengecaman benda kerja 17 mm dengan tinggi pengecaman *endmill cutter* 45 mm yaitu sebesar 0,939 mikrometer, sedangkan tingkat kekasaran paling besar terjadi pada interaksi tinggi pengecaman benda kerja 24 mm dengan tinggi pengecaman *endmill cutter* 53 mm yaitu sebesar 2,206 mikrometer.



Gambar 5. Rerata Ra Terhadap Tinggi Pengecaman Endmill

Berdasar gambar 5 didapat rata-rata tingkat kekasaran berdasar tinggi pengeckaman *endmill*, yakni; untuk tinggi pengeckaman *endmill* 37 mm didapat Ra 1,643 mikrometer, untuk tinggi pengeckaman *endmill* 45 mm didapat Ra 1,335 mikrometer, dan untuk tinggi pengeckaman *endmill* 53 mm didapat Ra 1,796 mikrometer.

Uraian pada gambar 4 dan gambar 5 di atas dapat diambil kesimpulan bahwa Ra paling kecil didapat dari tinggi pengeckaman *endmill* 45 mm yakni sebesar 1,335 mikrometer, lebih tepatnya pada interaksi tinggi pengeckaman benda kerja 17 mm dengan tinggi pengeckaman *endmill cutter* 45 mm yaitu sebesar 0,939 mikrometer.

Sedangkan Ra paling besar didapat pada tinggi pengeckaman *endmill* 53 mm didapat Ra 1,796 mikrometer, lebih tepatnya ada pada interaksi tinggi pengeckaman benda kerja 24 mm dengan tinggi pengeckaman *endmill cutter* 53 mm yaitu sebesar 2,206 mikrometer.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut;

1. Ada pengaruh yang signifikan dari pengaruh tinggi pengeckaman benda kerja pada ragam terhadap tingkat kekasaran hasil pemesinan mesin *milling*. Tinggi pengeckaman benda kerja terhadap ragam 10 mm didapat tingkat kekasaran rata-rata (Ra) 1,817 mikrometer, untuk tinggi pengeckaman 17 mm didapat Ra 1,152 mikrometer, dan untuk tinggi pengeckaman 24 mm didapat Ra 1,806 mikrometer.
2. Ada pengaruh yang signifikan dari pengaruh tinggi pemasangan *endmill cutter* terhadap tingkat kekasaran hasil pemesinan mesin *milling*. Tinggi pengeckaman *endmill* 37 mm didapat ra 1,643 mikrometer, tinggi pengeckaman *endmill* 45mm didapat Ra 1,335 mikrom-eter, dan untuk tinggi pengeckaman *endmill* 53 mm didapat Ra 1,796 mikrometer.
3. Tingkat kekasaran baja ST 40 yang paling kecil didapat dari tinggi pengeckaman *endmill* 45 mm, lebih tepatnya pada interaksi tinggi pengeckaman benda kerja 17 mm dengan tinggi pengeckaman *endmill cutter* 45 mm yaitu sebesar 0,939 mikrometer. Sedangkan Ra paling besar didapat dari tinggi pengeckaman *endmill* 53 mm yaitu pada interaksi tinggi pengeckaman benda kerja 24 mm dengan tinggi pengeckaman *endmill cutter* 53 mm yaitu sebesar 2,206 mikrometer.
4. Tingkat kekasaran pada tinggi pengeckaman *endmill* menunjukkan bahwa semakin mendekati *flute* maka akan semakin kasar karena ada rongga *flute* yang tidak tercekam, dan pengeckaman semakin ke atas dari panjang *endmill* juga akan semakin kasar karena terjadi vibrasi yang besar saat proses pemakanan, rekomendasi dari penelitian ini agar mendapat nilai kekasaran yang optimal adalah memasang pahat di antara batas tengah panjangnya *endmill* sampai ke batas *flute* pada *endmill*.

## SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disampaikan saran-saran sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya yang sejenis sangat baik kalau di analisis faktor-faktor atau variabel variabel yang lain yang mempengaruhi tingkat kekasaran baja ST 40 hasil pemesinan dengan mesin *milling*, misalnya diameter pahat, jenis pendingin, dan kekerasan pahat.
2. Untuk penelitian selanjutnya yang sejenis sangat baik kalau mencoba memilih mesin CNC *milling* untuk proses pemesinannya.
3. Selain hal di atas, bagi peneliti yang akan mengadakan penelitian yang relevan di masa mendatang diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan masukan dan pertimbangan dalam melakukan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daniel. 2009. *Optimasi Parameter Pemesinan Proses CNC Frais Terhadap Hasil Kekasaran Permukaan dan Keausan Pahat Menggunakan Metode Taguchi*. Semarang: Tugas Sarjana Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
- Giyatno. 2009. *Optimasi Parameter Proses Pemesinan Terhadap Keausan Pahat Dan Kekasaran Permukaan Benda Hasil Proses CNC Turning dengan Menggunakan Metode Taguchi*. Semarang: Tugas Sarjana Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
- Kim, Hyun & Ko, Lim. 2002. *Development of Design and Manufacturing Technology for End Mills Machining Hardened Steel*. Journal of Material Processing Technology 130- 131
- Kivanc V.B & Budak, E. 2004. *Structural Modeling of Anvil for Form Error and Stability Analysis*. International Journal of Machine Tools and Manufacture 44( 2004) 1151- 1161
- Lou, S.M., Chen, C.J. & Li,M.C. 1999. *Surface Roughness Prediction Technique for CNC End-Milling*. International Journal of Industrial Technologi Volume 15, 1999.
- Wen-Hsiang Lai. 2000. *Modeling of Cutting Forces in End Milling Operations*. Journal of Science and Engineering, Vol. 3, No.1, pp. 15-22.