

PENERAPAN PENILAIAN KEKASARAN PERMUKAAN (*SURFACE ROUGHNESS ASSESSMENT*) BERBASIS VISI PADA PROSES PEMBUBUTAN BAJA S45C

Yanuar Burhanuddin, Suryadiwansa Harun, Evans Afriant N., Tomy D.A.

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145

email: yanuar@unila.ac.id

Abstrak

Kekasaran permukaan sebuah benda kerja memegang peranan penting terhadap kualitas suatu produk dalam proses pemesinan. Kekasaran permukaan diukur secara langsung menggunakan alat pengukur kekasaran permukaan. Cara lain adalah dengan pengukuran secara tidak langsung. Pada penelitian ini kekasaran permukaan diukur secara tidak langsung menggunakan teknik pengolahan citra digital yang diaplikasikan pada proses pemesinan. Benda kerja (material baja S45C) dibubut menggunakan pahat jenis *HSS* dilakukan dengan memvariasikan beberapa kondisi pemotongan. Kecepatan potong (v) yang digunakan adalah 53,38 m/menit, 78,50 m/menit, dan 119,32 m/menit. Pemakanan (f) yaitu 0,1 mm/rev, 0,15 mm/rev dan 0,25 mm/rev. Sedangkan kedalaman potong ditetapkan konstan yaitu 0,5 mm. Untuk melihat pengaruh *nose radius* (r_n) terhadap kekasaran permukaan maka digunakan pahat yang mempunyai *nose radius* 0,4 mm dan 0,8 mm. Setelah selesai pemotongan akan dilakukan pengukuran kekasaran permukaan menggunakan *surface tester*. Kemudian dilanjutkan dengan pengambilan citra permukaan benda kerja menggunakan kamera digital biasa. Citra ini kemudian diolah dan dianalisis profil intensitasnya dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB 7.0. Dari pengukuran kekasaran permukaan menggunakan *surface tester* dan analisis citra digital diperoleh perbandingan kekasaran permukaan beberapa spesimen. Selisih kekasaran permukaan hasil pengukuran dan analisis citra di antara 0,0018 – 0,0136 μm (sangat kecil). Kekasaran permukaan spesimen 3 (pada $v=53,38$ m/menit; $f=0,1$ mm/rev; $r_n=0,4$ mm) hasil pengukuran adalah 3,22 (μm) sedangkan hasil analisis citra adalah 3,2336 (μm). Pada spesimen dengan nomor citra 6 ($v=53,38$ m/menit; $f=0,1$ mm/rev; $r_n=0,8$ mm) kekasaran permukaan yang diperoleh dari pengukuran adalah 2,50 (μm) dan hasil analisis citra adalah 2,5044 (μm). Pada spesimen dengan nomor citra 13 ($v=119,32$ m/menit; $f=0,25$ mm/rev; $r_n=0,4$ mm) kekasaran permukaan yang diperoleh dari pengukuran adalah 2,15 (μm) dan nilai kekasaran permukaan yang diperoleh dari hasil analisis citra adalah 2,1518 (μm). Spesimen dengan nomor citra 15 ($v=119,32$ m/menit; $f=0,1$ mm/rev; $r_n=0,4$ mm) nilai kekasaran permukaan pengukuran adalah 2,86 (μm) dan nilai kekasaran permukaan yang diperoleh dari hasil analisis citra adalah 2,8524 (μm).

Kata Kunci : kekasaran permukaan, pemrosesan citra digital, machine vision

1. PENDAHULUAN

Sebuah industri manufaktur tidak terlepas dari adanya proses pemesinan (*metal cutting*). Sekitar 70 % dari total proses produksi industri menggunakan proses pemesinan. Keutamaan proses pemesinan adalah hasil prosesnya (produk) mempunyai dimensi dan kehalusan permukaan yang lebih presisi dibandingkan dengan proses produksi

yang lain seperti pembentukan ataupun proses produksi lainnya. Kualitas produk hasil pemesinan dengan seberapa dekat spesifikasi produk yang dihasilkan (dimensi geometri, kekasaran permukaan dan reflektif geometri) itu terhadap spesifikasi yang ditentukan. Dalam proses bubut, akurasi dimensi, keausan pahat, dan kualitas dari kekasaran permukaan adalah faktor-faktor yang dapat dikontrol. Diantara berbagai kondisi proses, kekasaran permukaan

adalah parameter utama untuk menentukan kualitas suatu benda kerja atau produk (Coker dan Shin, 1996).

Monitoring kekasaran permukaan material (benda kerja) dapat dilakukan dalam proses atau *on-line* dengan menggunakan metode langsung atau tidak langsung (Cook, 1980). Kebutuhan alat dalam proses pemesinan dan proses monitoring kekasaran permukaan benda kerja telah berkembang sejak dikontrol secara otomatis komputer (mesin CNC) sehingga derajat kebebasan mesin secara otomatis menjadi lebih luas (Koren, 1989). Karenanya pemantauan proses pemesinan secara *real time* sangat penting untuk mengintegrasikan beberapa proses ke dalam sistem mesin secara keseluruhan. Hal ini dimungkinkan dengan konsep penginderaan atau pencitraan digital. Metode ini dilakukan pada proses pemesinan sementara logam sedang dipotong tanpa mengganggu proses pemesinan.

Dengan seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, pengukuran kekasaran permukaan dilakukan dengan menggunakan alternatif peralatan teknologi informasi dan komputerisasi sederhana yaitu dengan menggunakan visual *web cam* atau kamera digital (*digicam*) kemudian dilakukan pengolahan citra (*image processing*) menggunakan aplikasi Matlab. Matlab adalah sebuah perangkat lunak yang mengintegrasikan kemampuan komputasi, visualisasi dan pemrograman. Program ini dimungkinkan untuk digunakan dalam mengolah suatu citra benda kerja dengan menganalisis profil permukaan benda kerja sehingga nilai kekasaran permukaan benda kerja dapat diperoleh.

2. METODOLOGI PENELITIAN

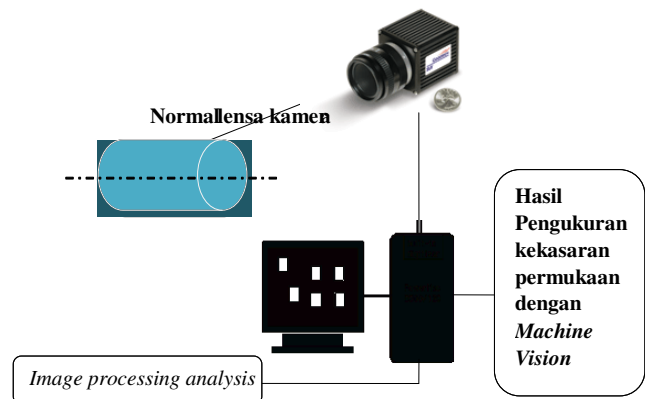
a. Setup Eksperimen

Setup eksperime untuk mendapatkan data kekasaran permukaan benda kerja dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Pahat HSS dengan geometri sudut geram 12° dan radius pojok 0,4 dan 0,8 mm digunakan untuk memotong benda kerja dimana pahat tersebut dipasang pada pemegang pahat (*tool holder*). Setup dan

skema eksperimen dapat dilihat pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1 Setup eksperimen



Gambar 2 Skema proses pengambilan citra benda kerja

b. Proses Bubut dan Pengambilan Citra

Material benda kerja (baja S45C) dipotong sesuai dengan dimensi yang diinginkan sejumlah variasi pemesinan yang telah direncanakan, dipasang pada spindle mesin. satu set eksperimen pembubutan pada material baja S45C ini dilakukan dengan kedalaman potong konstan yaitu sebesar 0,5 mm.

Untuk pemilihan kecepatan potong dipertimbangkan faktor spesifikasi pahat HSS dengan batas kecepatan potong yang direkomendasikan sebesar 70 m/menit (Krar, 1997), untuk itu penelitian ini menggunakan kecepatan potong dengan tiga variasi putaran spindle yaitu sebesar 425 rpm (53,38 m/menit), 625 rpm (78,5 m/menit), dan 950 rpm (119,35

m/menit). Gerak pemakanan (feeding) sebanyak tiga variasi yaitu 0,25 mm/rev; 0,15 mm/rev dan 0,1 mm/rev.

Setelah dilakukan pembubutan, kemudian material diukur dimensinya sebelum kemudian dipasang kembali pada dudukan material.

Dalam rangka pengukuran kekasaran permukaan dengan metode mesin visual pengambilan citra permukaan benda kerja maka digunakan kamera digital 5 mega piksel.

Sebelum melakukan pengambilan citra benda kerja, maka terlebih dahulu dilakukan pembubutan awal pada benda kerja untuk membersihkan kotoran, korosi dan cat. Sehingga diharapkan citra yang didapatkan pada saat melakukan penelitian benar-benar bebas dari derau (noise). Skema proses pembubutan dan pengambilan citra dapat dilihat pada gambar 2.

Saat pengambilan citra, proses pemesinan dihentikan terlebih dahulu. Pengambilan citra dilakukan pada garis normal terhadap lensa kamera. Setelah diperoleh citra permukaan proses pembubutan tersebut kemudian citra tersebut dimasukkan ke dalam tabel untuk memudahkan proses verifikasi hasil pengamatan kekasaran setelah proses pengolahan citra dilakukan.

Untuk pengukuran kekasaran digunakan metode profil intensitas sebagai data input. Jarak pengambilan konstan yaitu 22 cm. Jarak sumber cahaya dapat mempengaruhi nilai intensitas seperti pada persamaan (1).

$$I = \frac{k}{d^2} \text{ (Candella)} \quad (1)$$

Dimana,

I: Intensitas cahaya (Candella)

k: konstanta cahaya

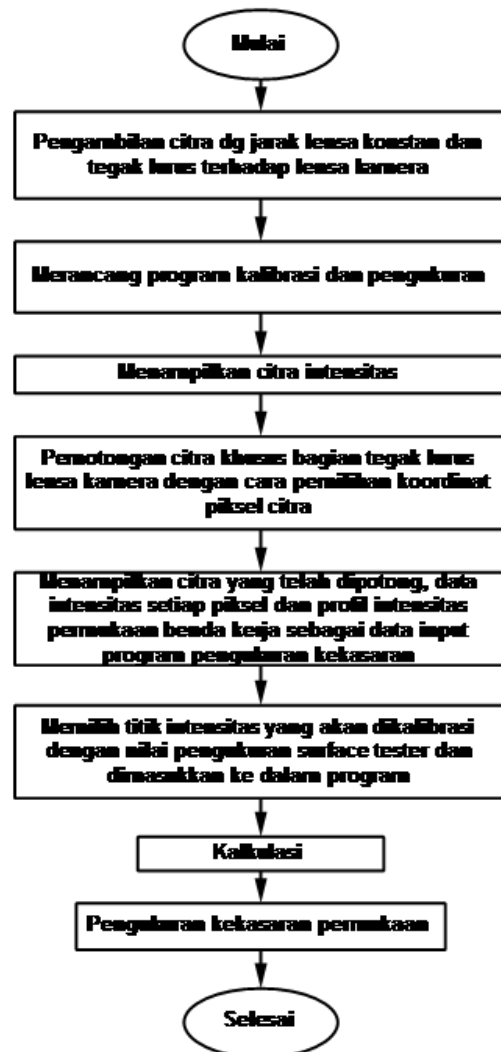
d: jarak dari sumber cahaya (mm)

Karena penelitian ini tidak menggunakan sumber cahaya tambahan, maka jarak (d) pada persamaan diatas dapat diasumsikan konstan.

c. Algoritma Pengukuran Kekasaran dengan *Machine Vision*

Gambar 3 menampilkan algoritma

pengukuran kekasaran permukaan dengan metode mesin visual.



Gambar 3 Algoritma pengukuran kekasaran permukaan dengan *Machine Vision*

Objek yang hendak diambil gambar atau citranya ditangkap oleh kamera digital beserta pencahayaan yang cukup terhadap lingkungan ruang kerja.

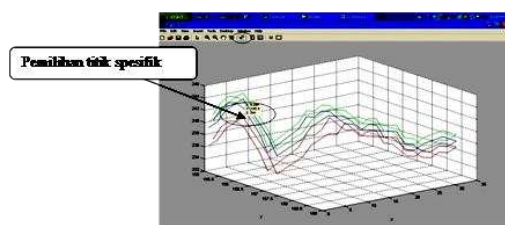
Kamera digital dapat menangkap citra objek tersebut berdasarkan intensitas cahaya yang diterima dari objek. Kamera menangkap data citra dalam bentuk gelombang analog dan dikuantisasi kemudian dikonversi ke dalam bentuk citra digital. Citra yang akan dianalisis dipotong untuk memudahkan pengambilan titik

spesifik pada profil intensitas yang akan menjadi data masukan pada program pengukuran kekasaran permukaan.

Citra yang telah dipotong kemudian ditampilkan profil intensitasnya untuk dimasukkan sebagai data pengukuran rata-rata intensitas, kalibrasi dan pengukuran kekasaran permukaan.

Citra intensitas ditampilkan pada Matlab dengan tujuan untuk memastikan bahwa data profil intensitas yang ditampilkan sebagai data masukan adalah pada daerah dimana titik-titik profil citra permukaan tersebut normal terhadap lensa kamera.

Pada program kalibrasi nilai kekasaran permukaan aktual akan dikalibrasi dengan rata-rata kedalaman intensitas warna RGB pada citra digital sehingga akan menghasilkan nilai faktor kalibrasi yang akan digunakan sebagai salah satu data pendukung dalam program pengukuran kekasaran permukaan. Setelah faktor kalibrasi diperoleh, dimana dalam program ini akan dihitung nilai kekasaran rata-rata pada sepuluh titik yang telah ditentukan pada profil permukaan benda kerja.



Gambar 4 Profil citra intensitas dan pemilihan titik spesifik

Setelah ditampilkan, titik spesifik dipilih sebagai data masukan dalam pengukuran kekasaran permukaan benda kerja. Pengukuran kekasaran permukaan dapat dilakukan setelah titik-titik spesifik pada profil intensitas dipilih dan dimasukkan sebagai data masukan dalam program rata-rata intensitas. Kemudian nilai tersebut dikalibrasi terhadap nilai kekasaran aktual sehingga diperoleh nilai faktor kalibrasi. Nilai ini yang akan menjadi koefisien dalam program pengukuran kekasaran permukaan dengan Matlab sehingga nilai kekasaran permukaan bisa diperoleh.

3. ANALISIS DAN STUDI KASUS

Dalam makalah ini dipaparkan studi kasus kemampuan sistem pengukuran kekasaran permukaan. Sampel pemesinan yang dipilih adalah percobaan dengan nomor eksperimental 3 dengan variabel pemesinan $V = 53,38$ (m/menit); $f = 0,1$ (mm/rev); $Re = 0,4$ (mm).

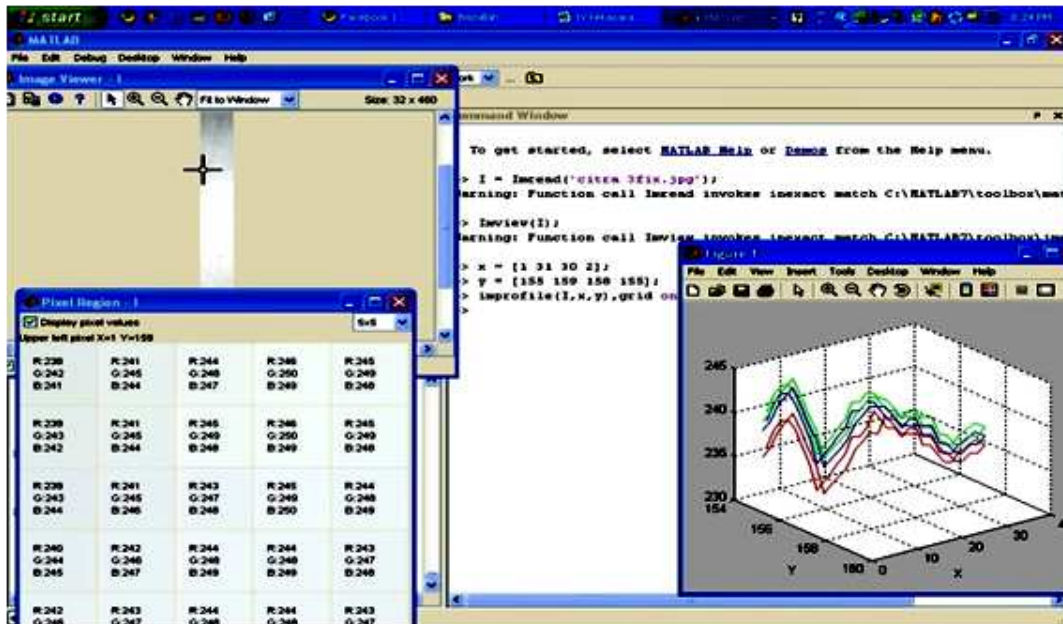
Untuk memudahkan pengolahan citra, citra diberikan nomor yang sama dengan nomor eksperimental. Citra dibaca menggunakan pengkodean sebagai berikut :

```
I = imread('citra 3fix.jpg');  
Imview(I);  
x = [1 31 30 2];  
y = [155 159 158 155];  
improfile(I,x,y),grid on;
```

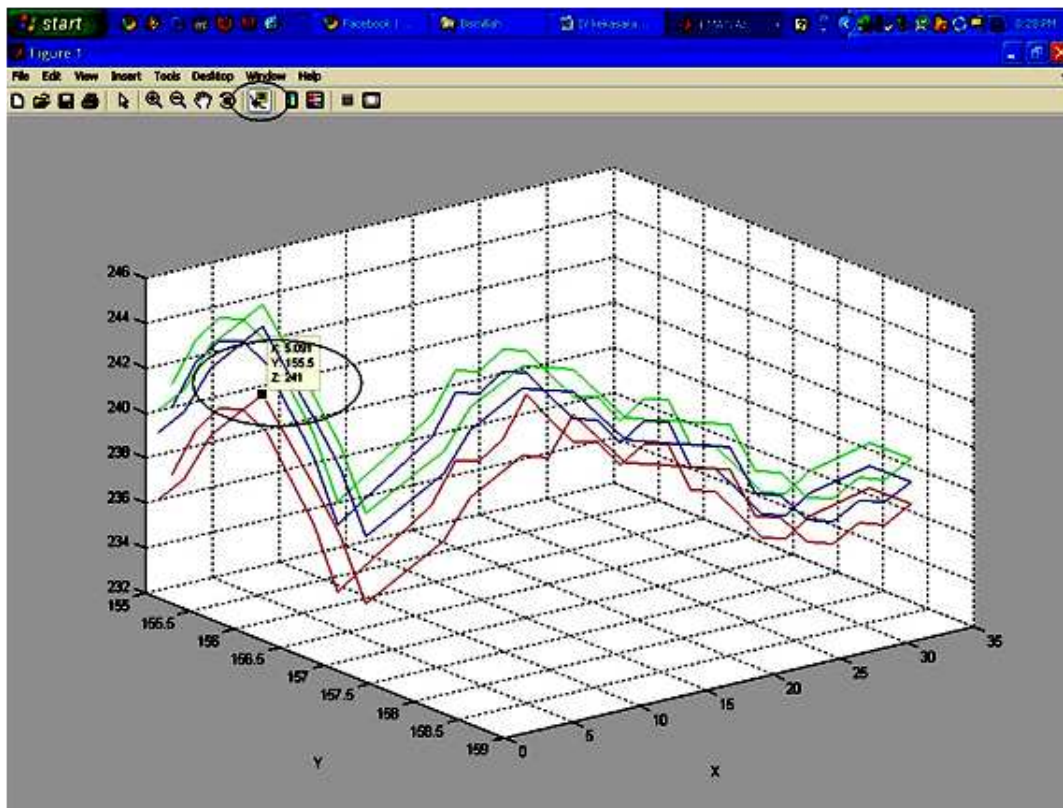
Profil citra eksperimen 3 dapat dilihat pada Gambar 5.

Selanjutnya adalah menjalankan program pengukuran rata-rata intensitas yang telah dibuat sebelumnya. Input dari program ini adalah nilai-nilai intensitas pada profil citra 3 yang telah ditentukan titik spesifiknya seperti pada Gambar 21 diatas. Nilai-nilai intensitas yang dipilih adalah 236, 239, 240, 241, 237, 235, 232, 234, 236, 238 dengan nilai rata-rata adalah 236,8. Nilai intensitas spesifik yang diambil boleh pada bagian warna manapun (merah, hijau, biru) tetapi tidak dicampurkan. Dalam pengukuran ini digunakan skala intensitas warna merah untuk nilai kalibrasi (Gambar 7).

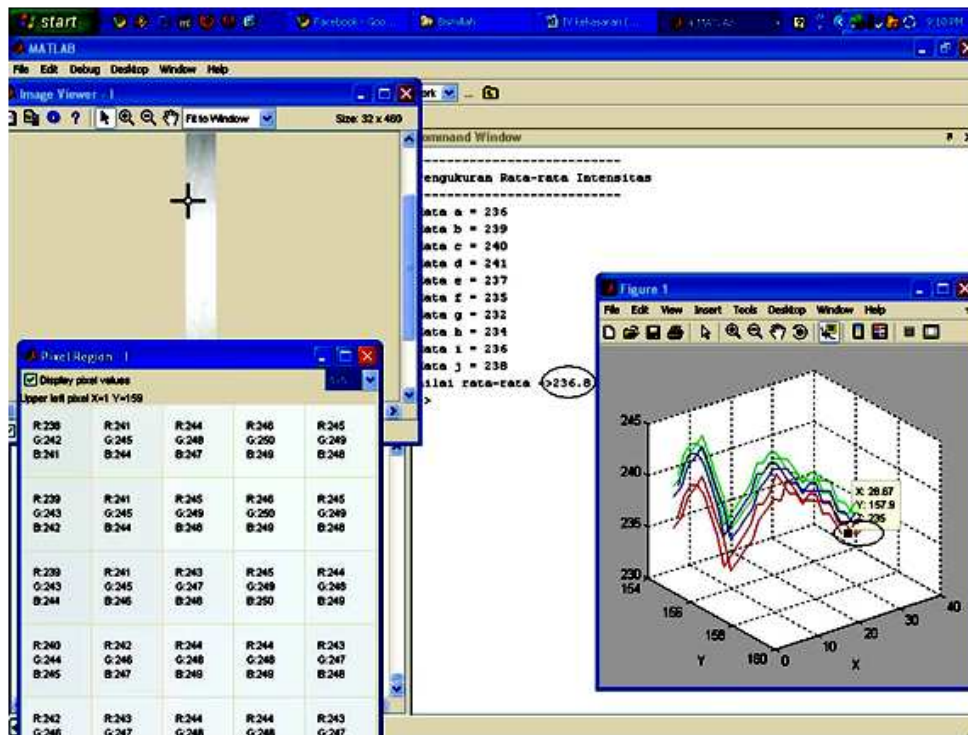
Setelah itu adalah kalibrasi intensitas. Harga rata-rata intensitas adalah data input pada program kalibrasi. Data input yang dimasukkan adalah 236,8 untuk rata-rata intensitas dan 3,22 (μm) untuk nilai kekasaran hasil pengukuran. Maka kalibrasi yang diperoleh adalah sebesar 0.013598. Hasil kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 8. Nilai tersebut adalah nilai intensitas yang mewakili setiap satu mikrometer pengukuran kekasaran permukaan.



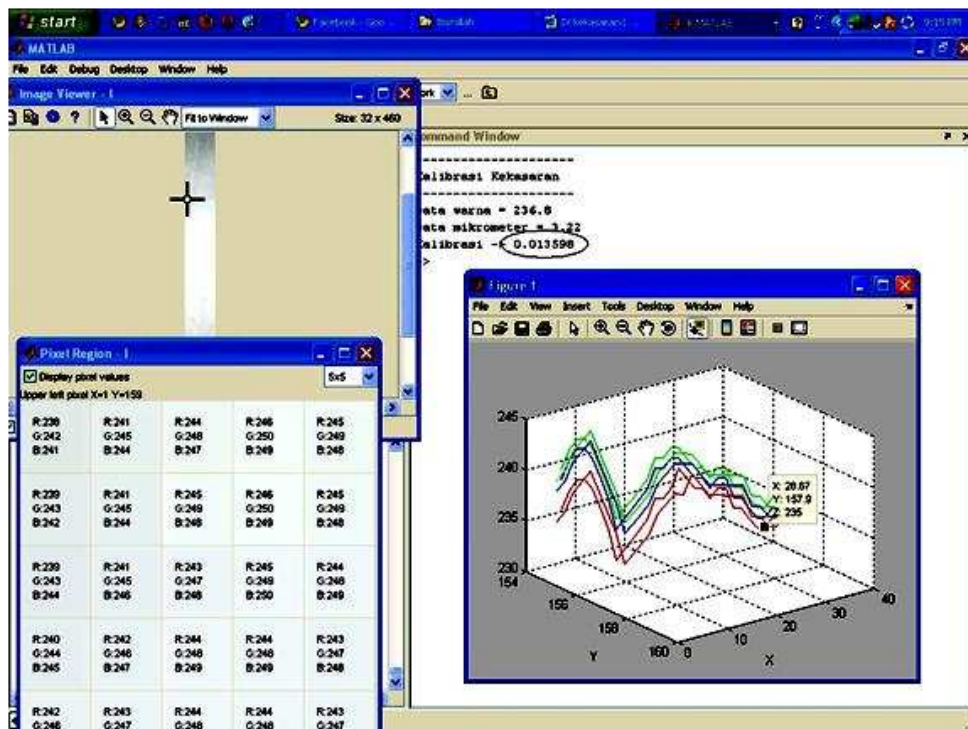
Gambar 5. Profil citra eksperimen 3



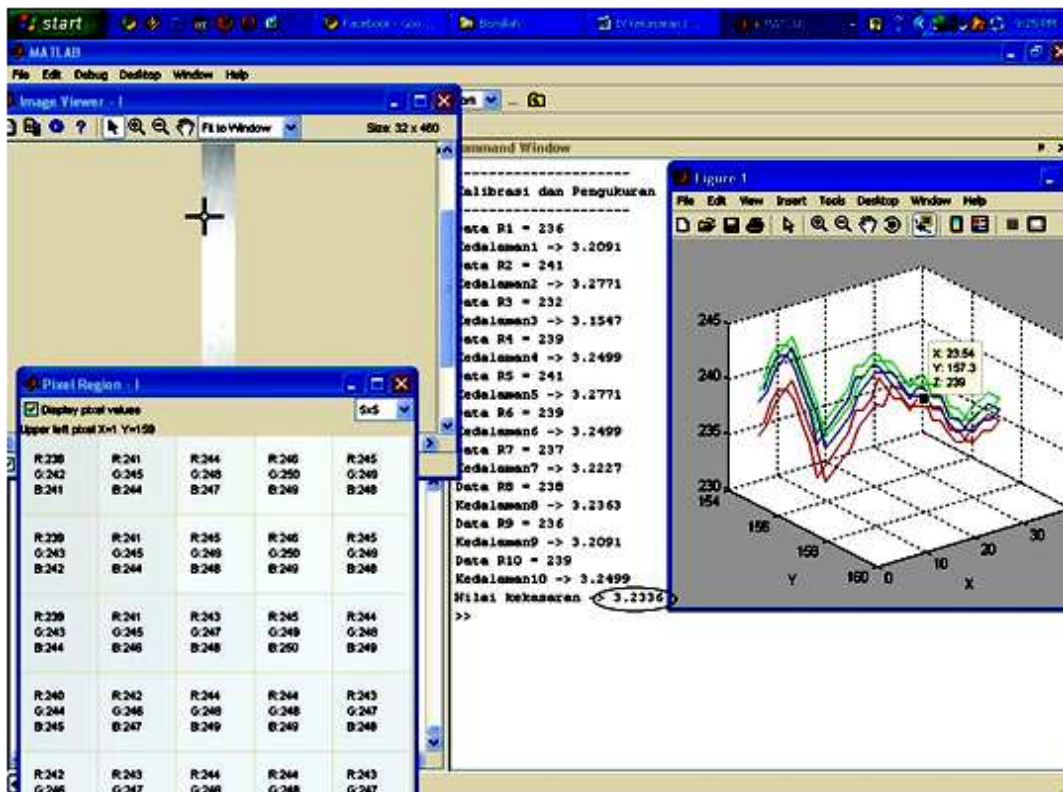
Gambar 6. Penentuan titik spesifik pada profil



Gambar 7 Pengukuran rata-rata intensitas citra 3



Gambar 8 Kalibrasi intensitas warna citra 3



Gambar 9 Kekasaran permukaan citra 3

Nilai-nilai dari intensitas pada titik spesifik kembali dipilih untuk dimasukkan sebagai data input dalam program pengukuran kekasaran ini. Nilai-nilai yang dipilih boleh secara acak atau sembarang dan tidak harus sama dengannilai-nilai intensitas pada program menentukan harga rata-rata yang telah dijalankan sebelumnya. Pada pengukuran ini nilai-nilai intensitas yang diambil dari titik-titik spesifiknya adalah 236, 241, 232, 239, 241, 239, 237, 238, 236, 239 dan semuanya adalah skala intensitas pada warna merah yang dianggap mewakili identitas profil permukaan. Setelah data intensitas ini dimasukkan maka program akan mengolah data tersebut untuk menghitung harga kekasaran aritmatiknya. Harga kekasaran aritmatik yang diperoleh adalah sebesar 3,2336 (μm) seperti yang terlihat pada Gambar 9. Sedangkan harga kekasaran yang diperoleh pada *surface tester* adalah sebesar 3,22 (μm). Selisih nilai kekasaran yang diperoleh sebesar 0,42236 %.

4. SIMPULAN

- Pengukuran kekasaran benda kerja pada proses bubut dapat diukur dengan metode *Machine Vision*.
- Nilai kekasaran permukaan benda kerja pada kondisi pemotongan $V=(53,38 \text{ m/menit})$, radius pojok (r_c) 0,4 mm dan feeding 0,1 mm/rev berdasarkan hasil pengukuran kekasaran permukaan dengan metode analisis pengolahan citra adalah sebesar 3,2336 μm , sedangkan berdasarkan hasil pengukuran kekasaran permukaan dengan *surface tester* adalah 3,22 μm .

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Usman.2005. *Pengolahan Citra Digital Dan Teknik Pemrogramannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Away, Gunaidi Abdia.2006.*The Shortcut*

- of MATLAB*. Informatika. Bandung.
- [3] Daryanto.1996. *Mesin Perkakas Bengkel*. Rineka Cipta. Jakarta.
- [4] Groover, Mikel P. *Fundamental of Modern Machining*.
- [5] Muin, Syamsir. 1986. *Dasar-Dasar Perencanaan Perkakas*. Rajawali Mas. Jakarta.
- [6] Sutoyo T. dkk. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. ANDI. Yogyakarta
- [7] Shahabi H. & M. Ratnam.2008. *Assessment of flank wear and nose radius wear from workpiece roughness profile in turning operation using machine vision*. Springer-Verlag London.
- [8] Widiarto, dkk. 2008. *Teknik Permesinan Untuk SMK*. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- [9] Wijaya, Marvin Ch dan Agus Prijono. 2007. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab*. Informatika. Bandung.