

Analisis Kekasaran Permukaan Besi ASTM36 dengan menggunakan *Surftest* dan Image –J

B. Budiana^{1*}, Fitriyanti Nakul¹, Nadhrah Wivanius¹, Budi Sugandi¹, Rivani Yolanda¹,
Dhia Aminullah¹, Ihsan Saputra²

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

*Email: budiana@polibatam.ac.id

Abstrak—Kekasaran permukaan logam merupakan salah satu parameter yang dapat dijadikan acuan dalam penilaian mutu suatu logam. Nilai kekasaran permukaan suatu bahan logam dapat dilakukan dengan pendekatan matematik dan pengukuran. Pada penelitian ini, kajian mengenai kekasaran permukaan suatu logam dilakukan dengan menggunakan pengukuran langsung dan menggunakan analisis citra gambar. Adapun teknik pengukuran langsung dilakukan dengan menggunakan *Surftest* pada 20 titik (5 titik dari diagonal sisi kanan, 5 titik diagonal sisi kiri, 5 titik vertikal dan 5 titik horizontal) sedangkan analisis citra gambar dilakukan dengan menggunakan Image-J pada foto gambar permukaan besi. Berdasarkan metode penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan yaitu semakin besar nilai *grit abrasive paper* yang digunakan pada permukaan besi, maka nilai kekasaran permukaan besi semakin kecil/semakin halus (nilai kekasaran permukaan cenderung menurun). Sedangkan hasil pengolahan citra gambar yang dilakukan dengan Image-J telah berhasil menunjukkan *surface plot* permukaan sampel besi. Selain dari itu, *gray value* dari citra gambar yang dihasilkan mengalami fluktuasi seiring dengan semakin panjang/besarnya *distance* (*pixels*).

Kata Kunci: *Abrasive paper*, kekasaran permukaan, Image-J

I. PENDAHULUAN

KEKASARAN permukaan merupakan ukuran/nilai kasarnya permukaan suatu material atau tinggi rendahnya suatu permukaan material yang diukur dari suatu titik acuan. Konsep kekasaran permukaan dapat digunakan dalam mempelajari aliran panas dan listrik pada material, konsep gesekan pada permukaan material, kelekatan diantara dua material, daerah sentuh deformasi [1-2] dan kajian tentang sifat korosi pada material [3]. Terjadinya korosi pada material memiliki hubungan erat dengan kekasaran permukaan suatu bahan logam. Semakin kasar permukaan suatu material/tingginya kekasaran permukaan suatu material maka potensi timbulnya korosi semakin tinggi/semakin mudah terjadi [4-5].

Berdasarkan ranah ruang, pendekatan kekasaran permukaan dapat dilakukan dengan menggunakan 2 metode yaitu metode 2 dimensi dan metode 3 dimensi [6-7]. Sedangkan cara perhitungan kekasaran permukaan dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan matematika dan simulasi [8], pengolahan citra gambar [9], pengukuran langsung [10].

Parameter-parameter yang terdapat pada pendekatan dan perhitungan kekasaran permukaan terdiri dari parameter amplitudo, *spacing*, dan *hybrids* [11-12].

Salah satu kajian yang dapat dilakukan untuk mempelajari kekasaran permukaan logam adalah dengan melakukan pemberian parameter proses pada permukaan logam. Salah satu parameter proses yang dapat dilakukan adalah *manual grinding* pada permukaan logam dengan menggunakan *abrasive paper*. Berdasarkan atas kajian yang telah dilakukan, kami melakukan penelitian terkait dengan pengaruh pemberian variasi ukuran *abrasive paper* terhadap nilai kekasaran permukaan pada permukaan logam. Selain dari itu, peneliti juga mempelajari analisis citra gambar permukaan besi dengan menggunakan perangkat lunak Image-J.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Kekasaran Permukaan

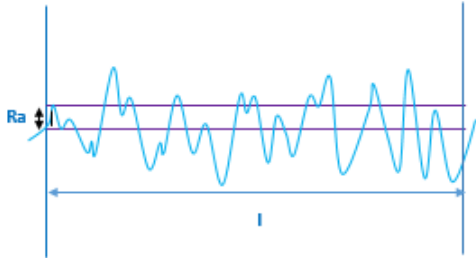
Nilai kekasaran pada permukaan logam merupakan salah satu pertimbangan dalam menentukan mutu suatu produk logam. Mutu produk tentunya mengacu pada hubungan antara kekasaran permukaan dengan sifat mekanik, sifat optik maupun sifat elektrik yang terbentuk dari produk yang dibuat [4].

Nilai kekasaran logam dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah proses pembentukan logam, proses pemotongan logam yang sudah terbentuk, pemberian kecepatan pemotongan logam dan pemberian sudut pemotongan logam [11], [13-14].

Parameter-parameter yang berkenaan dengan kekasaran permukaan pada logam terdiri dari *hybrids*, *spacing* dan amplitudo [11]. Parameter Amplitudo merupakan parameter

yang paling penting dalam mempelajari karakteristik topografi permukaan suatu logam. Besaran-besaran yang masuk dalam parameter amplitudo terdiri dari *arithmetic average height* (Ra), *Root mean square roughness* (Rq), *Ten-Point Height* (Rz), *Maximum height of peaks* (Rp), *maximum depth of valleys*, *Mean height of peaks* (Rpm) dan besaran-besaran lainnya [15].

Berikut merupakan gambaran umum profil kekasaran permukaan suatu logam seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh pola kekasaran permukaan (Ra = parameter ketinggian rata-rata aritmatik dan l merupakan panjang daerah kurva)

Rumusan matematika untuk menggambarkan kekasaran permukaan pada suatu material ditunjukkan pada persamaan (1):

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \quad (1)$$

B. Perhitungan dan Analisis kekasaran Permukaan

Analisis kekasaran permukaan pada material dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metode, salah satunya adalah dengan menggunakan metode pengukuran langsung dan pengolahan citra gambar.

Metode pengukuran langsung dapat dilakukan dengan menggunakan alat tertentu yang sudah dilengkapi dengan sensor tertentu/detektor tertentu dengan *stylus* untuk besentuhan langsung dengan permukaan benda. *Stylus* yang mengenai permukaan benda akan terus bergerak sepanjang permukaan benda secara vertikal. Gerakan vertikal dari *stylus* ini akan teridentifikasi secara elektrik. Sinyal elektrik yang dihasilkan melalui proses amplifikasi dan konversi digital kemudian direkam [16].

Metode pengolahan citra gambar merupakan salah satu metode alternative dalam melakukan kajian kekasaran permukaan benda. Metode ini tidak secara langsung bersentuhan dengan permukaan benda namun teknik pengukuran kekasaran permukaan berdasarkan pada gambar permukaan. Jarak Euclidan dan Hamming merupakan dasar dalam pengenalan permukaan. Prinsip dari metode pengolahan citra gambar ini menggunakan kamera tertentu dengan dilengkapi sumber cahaya polikromatik. Gambar akan ditangkap melalui kamera dan sebuah vektor sinyal akan dihasilkan dari intensitas piksel citra. Vektor sinyal ini akan diolah melalui perangkat lunak seperti Matlab, Image-J dan perangkat lunak lainnya [17].

Image-J merupakan salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk pengolahan citra gambar. Penggunaan Image-J sebagai perangkat lunak untuk menganalisis citra gambar

telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Beberapa kajian yang telah dilakukan adalah analisis Gambar 2 dimensi untuk *piezoelectric ceramic* [18], analisis ukuran partikel dan bentuk partikel [19], ukuran partikel, distribusi ukuran dan evaluasi morfologi partikel debu di udara dari berbagai kayu [20] serta analisis daerah teretsa pada permukaan PCB [21].

III. METODE

Penelitian yang telah dilakukan ini mengikuti diagram alir yang ditunjukkan pada seperti pada Gambar 1.



Gambar 2. Diagram Alir penelitian kajian kekasaran permukaan besi

A. Pembuatan Matriks penelitian

Matriks penelitian yang digunakan pada penelitian disajikan pada Tabel I.

TABEL I
Matriks Penelitian

Bentuk Geometri	Ukuran Abrasive Paper
Persegi (P1)	320
Persegi (P2)	400
Persegi (P3)	600
Bulat (B1)	320
Bulat (B2)	400
Bulat (B3)	600
Segitiga (S1)	320
Segitiga (S2)	400
Segitiga (S3)	600

Berdasarkan pada Tabel I dapat dilihat bahwa penelitian yang akan dilakukan terdiri dari 9 variasi dengan bentuk sampel tertentu dan ukuran *abrasive paper* tertentu. *Abrasive paper* merupakan bahan yang digunakan untuk proses *manual grinding* yang mempunyai ukuran *grit* tertentu. Perbedaan ukuran *abrasive paper* ini berdasarkan pada ukuran partikel yang dimiliki oleh *abrasive paper* itu sendiri.

B. Persiapan sampel besi

Besi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan jenis besi ASTM 36. Adapun komposisi dari besi ASTM 36 disajikan pada Tabel II.

TABEL II
UNSUR PENYUSUN BESI ASTM 36

No	Unsur	Persentase (%)
1	Karbon	0.25-0.259
2	Tembaga	0.20
3	Besi	98.0
4	Mangan	1.03
5	Fosforus	0.040
6	Silikon	0.280
7	Sulfur	0.050

Besi ASTM 36 yang telah disiapkan kemudian dipotong untuk mendapatkan bentuk persegi, bulat dan segitiga. Pemotongan besi ini merujuk pada matriks penelitian pada Tabel I.

C. Manual Grinding

Manual grinding merupakan proses pengamplasan permukaan sampel dengan menggunakan *abrasive paper* sesuai dengan matriks penelitian pada Tabel I. *Manual Grinding* dilakukan selama 5 menit.

D. Pengujian Kekasaran Permukaan

Permukaan besi yang telah diampelas kemudian dilakukan pengujian kekasaran permukaan dengan menggunakan alat ukur *Surftest Mitutoyo SJ-310*.

E. Karakterisasi sampel dengan mikroskop Optik

Sampel (permukaan besi) yang telah diampelas dengan menggunakan *abrasive paper* kemudian dilakukan karakterisasi menggunakan *ViewMet™ Inverted Microscope* dengan perbesaran 10x.

F. Pengolahan Data dan Analisis

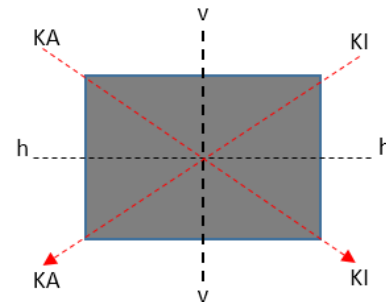
Data yang telah diperoleh dari hasil pengukuran kekasaran permukaan dengan menggunakan *Surftest Mitutoyo SJ-310* kemudian diolah untuk mendapatkan nilai rata-rata, nilai tertinggi, terendah serta standar deviasi. Sedangkan hasil gambar yang diperoleh dari *ViewMet™ Inverted Microscope* akan dilakukan analisis menggunakan *Image-J*.

IV. HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan metode penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut:

A. Hasil Pengukuran kekasaran permukaan dengan menggunakan Surftest Mitutoyo SJ-310

Permukaan besi ASTM 36 dilakukan pengukuran dengan menggunakan pola pengukuran sampling. Sampling yang digunakan diambil dari 4 sisi (diagonal kiri, diagonal kanan, vertikal dan horizontal). Teknik pengambilan sampel tersebut diharapkan dapat mewakili nilai semua ukuran kekasaran permukaan semua sampel. Adapun pola pengukuran dapat digambarkan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Pola Pengujian kekasaran permukaan sampel dari berbagai sisi (KA= kanan, KI= kiri, h= horizontal, v= vertikal)

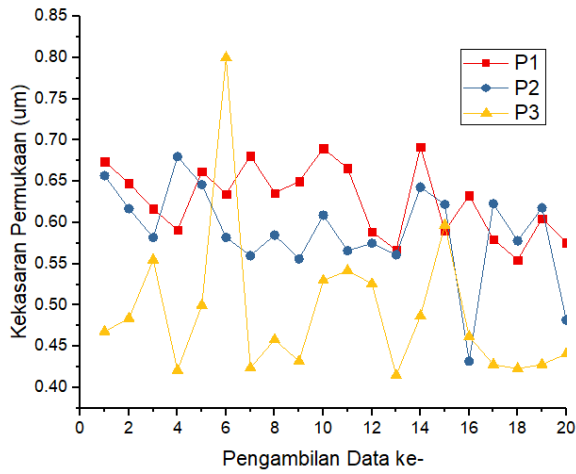
Pengambilan titik uji yang digunakan bertujuan untuk mewakili semua titik permukaan pada sampel. Adapun hasil pengujian dengan pola tersebut disajikan pada Tabel III.

TABEL III
UNSUR PENYUSUN BESI ASTM 36

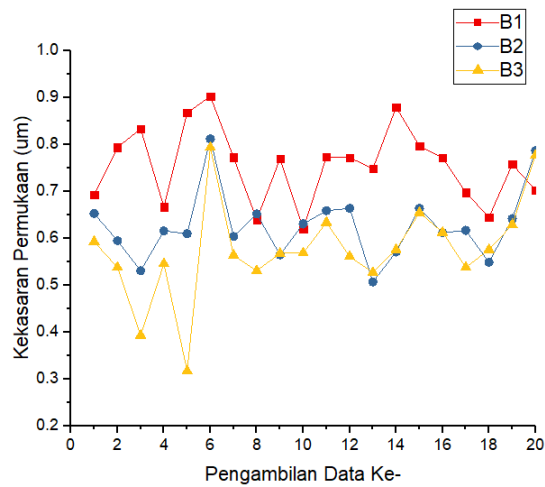
Nama Sampel	Rata-Rata (µm)	Tertinggi (µm)	Terendah (µm)	Standar Deviasi
P1	0.6269	0.6920	0.555	0.0432
P2	0.5887	0.6800	0.432	0.0576
P3	0.4911	0.8000	0.415	0.0896
B1	0.7555	0.8320	0.516	0.0926
B2	0.6271	0.8300	0.415	0.0887
B3	0.5750	0.8000	0.415	0.0896
S1	0.6603	0.9030	0.620	0.0803
S2	0.5796	0.8120	0.507	0.0740
S3	0.4911	0.7940	0.317	0.1054

Berdasarkan Tabel III, dapat dilihat bahwa sebaran nilai kekasaran permukaan dari sampel yang diuji memiliki standar deviasi yang relatif kecil (mendekati 0) kecuali sampel P9 yang relatif tinggi dibandingkan dengan sampel yang lain. Jika dilihat dari pola kekasaran permukaan terhadap pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 4, 5 dan 6.

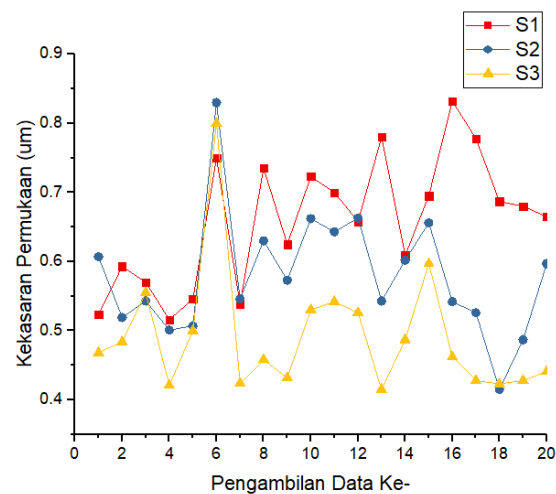
Berdasarkan Gambar 4,5 dan 6, dapat dilihat bahwa semakin besar *grit* yang digunakan maka nilai kekasaran permukaan semakin rendah/semakin halus. Untuk melihat gambar permukaan dari sampel dilakukan pengujian dengan menggunakan *ViewMet™ Inverted Microscope*. Adapun hasilnya terdapat pada *point B*.



Gambar 4. Pola Pengujian kekasaran permukaan pada permukaan sampel persegi



Gambar 5. Pola Pengujian kekasaran permukaan pada permukaan sampel bulat



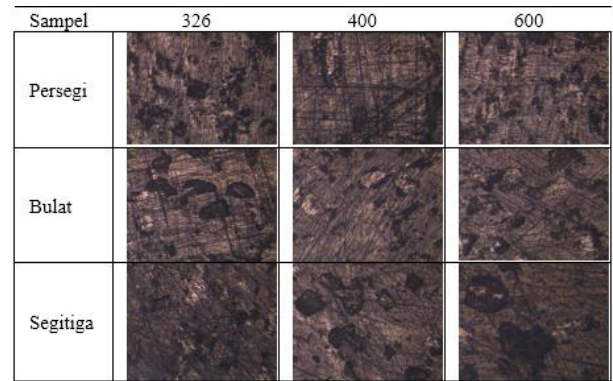
Gambar 6. Pola Pengujian kekasaran permukaan pada permukaan sampel segitiga

B. Hasil Pengujian permukaan sampel dengan ViewMet™ Inverted Microscope dan Hasil Pengolahan dengan Image J

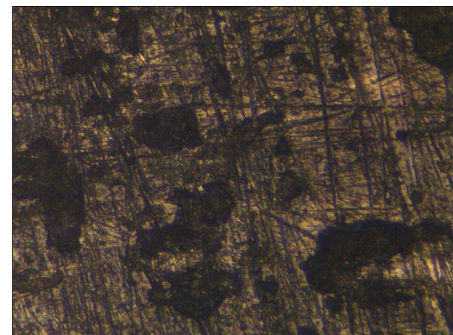
Sampel yang telah mengalami *manual grinding* kemudian dilakukan pengujian dengan mikroskop optik. Tujuan pengujian ini adalah untuk melihat citra gambar yang

dihasilkan setelah dilakukan *manual grinding* dengan menggunakan variasi ukuran *grit abrasive paper*.

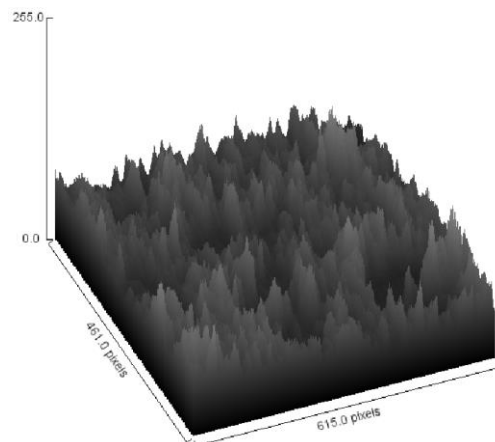
Berdasarkan Gambar 7, terlihat bahwa permukaan sampel memiliki citra gambar yang berbeda. Citra gambar yang dihasilkan berbeda-beda karena masing-masing sampel memiliki parameter proses yang berbeda-beda. Parameter tersebut terdiri dari 2 macam yaitu proses pembentukan geometri sampel dan variasi pemberian *abrasive paper* pada permukaan sampel. Untuk mendapatkan informasi yang detail terkait dengan pola citra yang dihasilkan, maka dilakukan pengolahan citra gambar dengan menggunakan Image-J. Salah satu contoh pengolahan citra gambar dengan menggunakan *Image-J* dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 7. Gambar permukaan besi ASTM 36 untuk semua sampel dengan semua variasi ukuran *grit*

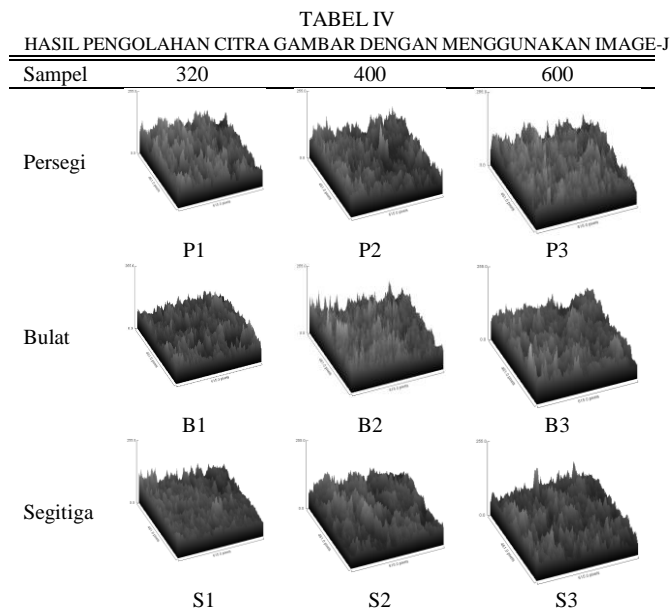


Gambar 8. Permukaan sampel B1 sebelum dilakukan pengolahan gambar dengan menggunakan image J

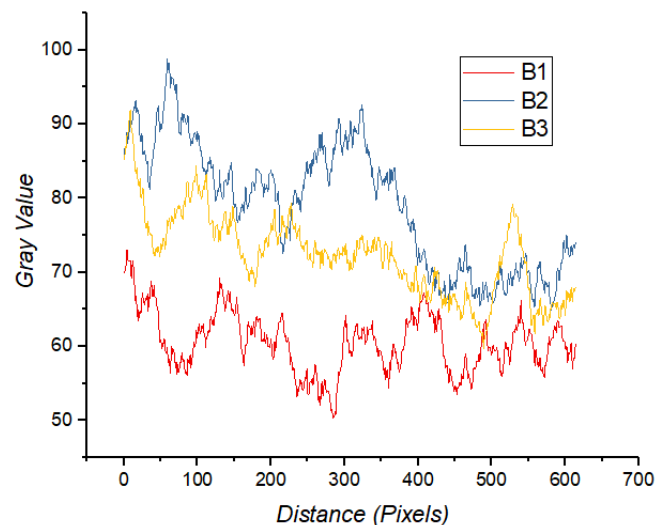


Gambar 9. *Surface plot* sampel B1 dengan menggunakan Image J

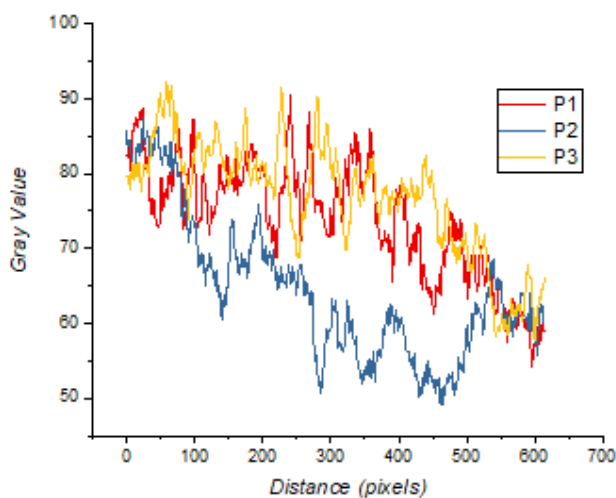
Hasil pengolahan citra gambar dengan menggunakan Image-J untuk semua sampel dapat dilihat pada Tabel IV. Berdasarkan Tabel IV, dapat dilihat bahwa *surface plot* dari 9 sampel memiliki pola yang berbeda-beda, hal ini dikarenakan parameter proses yang diberikan juga berbeda-beda sehingga tingkat kekasaran permukaan berbeda-beda. Sampel P1, P2, P3 memiliki *surface plot* yang berbeda-beda walaupun bentuk geometrinya sama. Hal ini dikarenakan parameter prosesnya berbeda/*manual grindingnya* berbeda sehingga *surface plot* yang dihasilkan juga berbeda. Pola yang sama juga terjadi untuk bentuk geometri bulat dan segitiga.



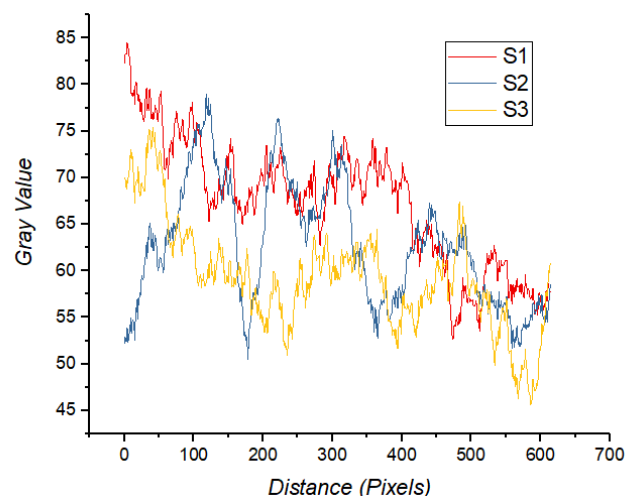
mengalami fluktuasi seiring dengan semakin besarnya *distance (pixels)*. Selain dari itu, pola hubungan dari Gambar 10, 11, dan 12 dapat diartikan sebagai jarak kamera terhadap permukaan sampel sedangkan *gray value* menunjukkan tingkat warna tertentu. Kurva ini belum cukup memberikan pola hubungan kekasaran permukaan dari sampel yang sedang diuji dengan variasi *grit* yang digunakan karena tingkat fluktuasi yang sangat beragam terjadi pada semua sampel. sehingga diperlukan penelitian lanjut mengenai kajian kekasaran permukaan benda dengan menggunakan pola citra gambar. Untuk rekomendasi selanjutnya terkait dengan pengolahan gambar dari permukaan sampel dapat dilakukan dengan jarak Euclidan dan Hamming [17].



Gambar 11. Hubungan antara *distance (pixels)* dengan *gray value* untuk sampel bulat



Gambar 10. Hubungan antara *distance (pixels)* dengan *gray value* untuk sampel persegi



Gambar 12. Hubungan antara *distance (pixels)* dengan *gray value* untuk sampel segitiga

Hubungan antara *distance* dengan *gray value* dari permukaan masing-masing sampel ditunjukkan pada Gambar 10, 11 dan 12. Berdasarkan Gambar 10, 11 dan 12, terlihat bahwa pola hubungan antara *distance (pixels)* dengan *gray value*

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa ukuran *grit abrasive paper* yang diberikan pada permukaan sampel mempengaruhi kekasaran permukaan

sampel. Semakin tinggi ukuran *grit*/semakin besar angka *abrasive paper* yang diberikan pada permukaan sampel maka semakin rendah nilai kekasaran permukaan/semakin halus permukaan sampel yang terbentuk. Sedangkan analisis citra gambar dengan menggunakan Image- J menunjukkan bahwa *surface plot* dari sembilan sampel yang diuji memiliki karakteristik yang berbeda-beda begitu juga dengan *gray value* dari citra gambar yang dihasilkan mengalami fluktuasi seiring dengan semakin panjang/besarnya *distance (pixels)*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada P3M Politeknik Negeri Batam yang telah memberikan dukungan finansial berupa pemberian dana hibah penelitian Madya pada tahun 2020 terhadap tim peneliti. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Elektro dan Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan fasilitas selama kegiatan penelitian dilakukan. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Nugroho Pratomo Ariyanto dan Bapak Sriyanto atas fasilitas laboratorium yang diberikan selama pelaksanaan pengambilan data dilakukan.

REFERENSI

- [1] E. Donnelly, S. P. Baker, A. L. Boskey, and M. C. H. van der Meulen, "Effects of surface roughness and maximum load on the mechanical properties of cancellous bone measured by nanoindentation," *J. Biomed. Mater. Res. A*, vol. 77, no. 2, pp. 426–435, May 2006, doi: 10.1002/jbm.a.30633.
- [2] B. C. Bovas, L. Karunamoorthy, and F. B. Chuan, "Effect of surface roughness and process parameters on mechanical properties of fabricated medical catheters," *Mater. Res. Express*, vol. 6, no. 12, p. 125420, Jan. 2020, doi: 10.1088/2053-1591/ab6652.
- [3] D. Pradhan, G. Mahobia, K. Chattopadhyay, and V. Singh, "Effect of surface roughness on corrosion behavior of the superalloy IN718 in simulated marine environment," *J. Alloys Compd.*, vol. 740, Apr. 2018, doi: 10.1016/j.jallcom.2018.01.042.
- [4] M. Auinger, P. Ebbinghaus, A. Blümich, and A. Erbe, "Effect of surface roughness on optical heating of metals," *J. Eur. Opt. Soc. - Rapid Publ.*, vol. 9, no. 0, Art. no. 0, Jan. 2014, doi: 10.2971/jeos.2014.14004.
- [5] T. Kovacs and L. Kuzsella, "High Energy Rate Forming Induced Phase Transition in Austenitic Steel," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 790, p. 012039, Feb. 2017, doi: 10.1088/1742-6596/790/1/012039.
- [6] B. Tatone and G. Grasselli, "A method to evaluate the three-dimensional roughness of fracture surfaces in brittle geomaterials," *Rev. Sci. Instrum.*, vol. 80, p. 125110, Dec. 2009, doi: 10.1063/1.3266964.
- [7] J. van Rij, B. Belnap, and P. Ligrani, "Analysis and Experiments on Three-Dimensional, Irregular Surface Roughness," *J. Fluids Eng.*, vol. 124, p. 671, Sep. 2002, doi: 10.1115/1.1486222.
- [8] M. C. Cakir, C. Ensarioglu, and I. Demirayak, "Mathematical modeling of surface roughness for evaluating the effects of cutting parameters and coating material," *J. Mater. Process. Technol. - J Mater Process Technol*, vol. 209, pp. 102–109, Jan. 2009, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2008.01.050.
- [9] M. Thornbush, "Measuring Surface Roughness through the Use of Digital Photography and Image Processing," *Int. J. Geosci.*, vol. 05, pp. 540–554, Jan. 2014, doi: 10.4236/ijg.2014.55050.
- [10] A. M. Keropyan, "Application of non-contact technologies for measuring roughness of interacting surfaces when monitoring friction coefficient," *Mater. Today Proc.*, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.10.018.
- [11] J.-S. Lee, "Evaluation of Surface Roughness of Metal and Alloy Material," *J. Mater. Sci. Chem. Eng.*, vol. 04, pp. 90–97, Jan. 2016, doi: 10.4236/msee.2016.41013.
- [12] B. Muralikrishnan and J. Raja, Eds., "Surface Finish Parameters I: Amplitude, Spacing, Hybrid, and Shape," in *Computational Surface and Roundness Metrology*, London: Springer, 2009, pp. 181–190.
- [13] J. Das and B. Linke, "Effect of Manual Grinding Operations on Surface Integrity," *Procedia CIRP*, vol. 45, pp. 95–98, 2016, doi: 10.1016/j.procir.2016.02.091.
- [14] K. C. Anil, M. G. Vikas, B. S. Teja, and K. V. S. Rao, "Effect of cutting parameters on surface finish and machinability of graphite reinforced Al-8011 matrix composite," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 191, p. 012025, Apr. 2017, doi: 10.1088/1757-899X/191/1/012025.
- [15] E. Gadelmawla, M. Koura, T. Maksoud, I. Elewa, and H. Soliman, "Roughness parameters," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 123, pp. 133–145, Apr. 2002, doi: 10.1016/S0924-0136(02)00060-2.
- [16] "Introduction to Surface Roughness Measurement." Keyence, [Online]. Available: https://sernia.ru/upload/pdf_files/Introduction%20to%20surface%20roughness%20measurement.pdf.
- [17] T. Jeyapooan and M. Murugan, "Surface roughness classification using image processing," *Measurement*, vol. 46, no. 7, pp. 2065–2072, Aug. 2013, doi: 10.1016/j.measurement.2013.03.014.
- [18] D. Tuan, V. Thanh Tung, and L. Phuong, "Analyzing 2D Structure Images of Piezoelectric Ceramics Using ImageJ," *Int. J. Mater. Chem.*, vol. 2014, pp. 88–91, Jan. 2014, doi: 10.5923/j.ijmc.20140404.02.
- [19] Rishi Kumari, Narinder Rana, and Rayat Institute of engg information technology ,Punjab , "Particle Size and Shape Analysis using Imagej with Customized Tools for Segmentation of Particles," *Int. J. Eng. Res.*, vol. V4, no. 11, p. IJERTV4IS110211, Nov. 2015, doi: 10.17577/IJERTV4IS110211.
- [20] A. Mazzoli and O. Favoni, "Particle size, size distribution and morphological evaluation of airborne dust particles of diverse woods by Scanning Electron Microscopy and image processing program," *Powder Technol.*, vol. 225, pp. 65–71, Jul. 2012, doi: 10.1016/j.powtec.2012.03.033.
- [21] H. Riafinola, S. Lifitri, M. T. Ginting, and B. Budiana, "Kajian Efektivitas Larutan Etsa NH4OH, FeCl3, dan CuCl2 pada Multilayar Rigid Printed Circuit Board," *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 3, no. 1, Art. no. 1, Jun. 2019, doi: 10.30871/jaeec.v3i1.1395.