



Pengaruh Variasi Material Abrasif Terhadap Nilai Kekasaran Aluminium 1050 Pada Proses Vapor Blasting

The Effect of Abrasive Material Variations on the Roughness Value of Aluminum 1050 in the Vapor Blasting Process

Tulus Arif¹, Aan Burhanuddin^{1*}, Hisyam Ma'mun¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang, Indonesia

*Corresponding author

E-mail: aanburhanudin@upgris.ac.id

INFO ARTIKEL

Kata kunci:
Abrasif;
Aluminium 1050;
Kekasaran;
Vapor blasting
Keywords:
Abrasive;
Aluminum;
Roughness;
Vapor blasting

ABSTRAK

Vapor blasting merupakan metode perlakuan permukaan yang digunakan dalam industri manufaktur untuk meningkatkan kebersihan, kekasaran, dan tampilan permukaan logam. Aluminium 1050 yang bersifat lunak sangat dipengaruhi oleh perlakuan permukaan, sehingga pemilihan media abrasif menjadi penting. Penelitian ini mengkaji pengaruh jenis media abrasif terhadap kekasaran permukaan (R_a) Aluminium 1050 serta mengisi kesenjangan penelitian berupa perbandingan langsung antara pasir pantai, pasir silika, dan glass beads pada parameter proses yang sama. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan menjaga parameter vapor blasting konstan dan memvariasikan media abrasif. Pengukuran kekasaran dilakukan menggunakan surface roughness tester. Hasil menunjukkan bahwa jenis media abrasif berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan. Pasir pantai menghasilkan R_a tertinggi (3.09 μm), diikuti pasir silika (2.79 μm), dan glass beads terendah (1.49 μm). Hal ini dipengaruhi oleh bentuk partikel, di mana partikel bersudut menghasilkan permukaan lebih kasar, sedangkan partikel bulat menghasilkan permukaan lebih halus. Kesimpulannya, glass beads direkomendasikan untuk finishing, sedangkan pasir pantai dan pasir silika cocok untuk pembersihan dan preparasi awal permukaan.

ABSTRACT

Vapor blasting is widely used in manufacturing to improve the cleanliness, roughness, and appearance of metal surfaces. Aluminum 1050, due to its soft properties, is highly influenced by surface treatment, making the selection of abrasive media essential. This study examines the effect of different abrasive media on the surface roughness (R_a) of Aluminum 1050 and addresses the research gap in direct comparisons between beach sand, silica sand, and glass beads under identical process parameters. An experimental method was used, keeping vapor blasting parameters constant while varying the abrasive media. Surface roughness was measured using a surface roughness tester. The results indicate that abrasive type significantly affects surface roughness. Beach sand produced the highest R_a value (3.09 μm), followed by silica sand (2.79 μm), while glass beads resulted in the lowest R_a value (1.49 μm). This is due to particle shape, where angular particles create rougher surfaces, and spherical particles produce smoother finishes. In conclusion, glass beads are recommended for finishing, while beach sand and silica sand are more suitable for cleaning and initial surface preparation.

Received: 10 Mei 2026
Revised: 17 Juni 2026
Online published: 30 Juni 2026

1. Pendahuluan

Dalam industri manufaktur dan fabrikasi logam, Aluminium 1050 banyak digunakan karena kemurniannya ($\pm 99,5\%$), ketahanan korosi tinggi, konduktivitas termal baik, dan mudah dibentuk. Namun, sifatnya yang lunak membuat proses finishing permukaan menjadi menantang, karena sering memerlukan perbaikan cacat dan persiapan khusus agar pelapisan dapat melekat dengan baik. Aluminium 1050 banyak digunakan dalam industri manufaktur karena kemurniannya tinggi ($\pm 99,5\%$), tahan korosi,

serta mudah dibentuk. Namun, sifatnya yang lunak membuat proses *finishing* permukaan menjadi menantang, terutama untuk memperoleh tingkat kekasaran yang sesuai agar daya lekat *coating* dan kualitas estetika optimal [1].

Kekasaran permukaan merupakan salah satu faktor kunci yang menentukan keberhasilan proses pelapisan dan performa material secara keseluruhan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa metode perlakuan permukaan memiliki pengaruh signifikan terhadap karakteristik ini. Hasil penelitian Valasek & Muller pada tahun 2016 menunjukkan bahwa proses *grit blasting* berpengaruh signifikan terhadap karakteristik permukaan material dan kekuatan sambungan adhesif. Perubahan parameter blasting, terutama sudut tumbukan partikel abrasif, menyebabkan variasi pada kekasaran permukaan dan struktur mikro permukaan material. Semakin besar sudut tumbukan (mendekati tegak lurus), permukaan material menjadi lebih kasar dan mengalami perubahan struktur yang lebih jelas. Sebaliknya, sudut tumbukan yang lebih kecil menghasilkan kekasaran yang berbeda dan struktur permukaan yang lebih halus. Perbedaan kekasaran dan struktur permukaan ini berdampak langsung pada kekuatan sambungan adhesif (*adhesive bond strength*). Permukaan yang dihasilkan dari kondisi *blasting* tertentu mampu meningkatkan kekuatan ikatan adhesif dibandingkan kondisi lainnya. Secara keseluruhan, hasil penelitian menegaskan bahwa parameter *grit blasting* (seperti jenis abrasif dan sudut tumbukan) sangat menentukan kualitas permukaan dan kekuatan ikatan adhesif pada material [2].

Selain *grit blasting*, metode perlakuan lain seperti *stretching*, *chemical milling*, dan *shot peening* juga terbukti mempengaruhi kekasaran dan sifat mekanik material. Penelitian dari Yovia, (2018) menunjukkan bahwa shot peening memberikan peningkatan kekasaran dan kekerasan paling signifikan akibat terbentuknya tegangan sisa tekan dan peningkatan kerapatan dislokasi. Sementara itu, *chemical milling* cenderung meningkatkan kekasaran namun menurunkan kekerasan, dan *stretching* memberikan kombinasi peningkatan keduanya. Temuan ini memperkuat bahwa variasi metode perlakuan permukaan menghasilkan karakteristik yang berbeda pada material aluminium [3].

Dalam konteks proses *blasting*, jenis media abrasif menjadi faktor yang sangat menentukan. Penelitian Luluk, dkk., pada tahun 2020 menunjukkan bahwa jenis material abrasif pada proses *sandblasting* sangat mempengaruhi kekasaran permukaan dan kekuatan adhesi cat pada baja AISI 4340. Penggunaan abrasif aluminium oxide menghasilkan kekasaran permukaan tertinggi sebesar $\pm 65,5 \mu\text{m}$, sedangkan pasir silika menghasilkan kekasaran lebih rendah sekitar $\pm 50 \mu\text{m}$. Perbedaan ini disebabkan oleh tingkat kekerasan *aluminium oxide* yang lebih tinggi sehingga menghasilkan profil permukaan yang lebih kasar. Pada pengujian daya lekat, spesimen dengan *aluminium oxide* juga menunjukkan hasil terbaik dengan nilai adhesi tertinggi sekitar 12.87 MPa, lebih tinggi dibandingkan pasir silika yang berada di kisaran 10.94–11.77 MPa. Secara keseluruhan, semakin tinggi kekasaran permukaan, maka semakin besar daya lekat cat yang dihasilkan. Oleh karena itu, pemilihan material abrasif yang tepat sangat berpengaruh dalam meningkatkan kualitas *coating* dan ketahanan terhadap korosi [4]. Dalam penelitian dari Yuxing (2020) menggunakan specimen berbahan baja karbon menyebutkan bahwa pasir pantai memiliki potensi sebagai media abrasif alternatif, meskipun konsistensi ukuran butir dan kekerasannya perlu dikontrol melalui proses pengayakan (*sieving*) untuk mendapatkan hasil kekasaran yang seragam [5].

Penelitian oleh Hasugian, dkk., (2025) menunjukkan bahwa media abrasif dengan bentuk partikel tajam (*angular*) seperti pasir silika menghasilkan mekanisme pemotongan mikro (*micro-cutting*) yang menyebabkan peningkatan kekasaran permukaan secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh kemampuan partikel tajam dalam mengikis permukaan material secara agresif [6]. Selanjutnya, penelitian oleh Kwon & Lee (2022) menjelaskan bahwa penggunaan glass beads sebagai media abrasif menghasilkan permukaan yang lebih halus karena bentuk partikel yang bulat (*spherical*). Mekanisme yang terjadi adalah deformasi plastis (*peening*), bukan pengikisan, sehingga menghasilkan nilai kekasaran yang lebih rendah [7].

Lebih lanjut, studi pada proses vapor blasting menunjukkan bahwa variasi media abrasif secara langsung mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan Aluminium 1050. Media dengan partikel tajam seperti pasir silika dan pasir pantai menghasilkan kekasaran lebih tinggi, sedangkan glass beads menghasilkan permukaan lebih halus. Secara umum, peningkatan kekasaran permukaan berkorelasi positif dengan peningkatan daya lekat coating [8]. Secara fisik, Aluminium 1050 memiliki sejumlah keunggulan karakteristik, antara lain ketahanan korosi yang sangat baik serta konduktivitas termal dan listrik yang tinggi. Selain itu, material ini dikenal memiliki sifat *formability* yang superior, menjadikannya sangat mudah untuk dibentuk dalam berbagai proses fabrikasi seperti *drawing*, *bending* dan *spinning* [9].

Selain proses blasting, parameter pada proses pemesinan juga turut mempengaruhi kualitas permukaan material. Bilek (2024) menunjukkan bahwa kekasaran permukaan pada cutting insert berpengaruh terhadap gaya pemotongan dan kualitas hasil akhir. Permukaan yang lebih halus menghasilkan gaya potong yang lebih rendah dan kualitas permukaan yang lebih baik [10]. Hal ini sejalan dengan penelitian Yang serta Vu, dkk., yang menyatakan bahwa peningkatan kecepatan potong cenderung menghasilkan permukaan lebih halus, sedangkan peningkatan gerak makan dan kedalaman potong meningkatkan kekasaran permukaan [11,12].

Palova (2023), yang menegaskan bahwa semakin tinggi kekasaran permukaan, semakin besar daya lekat coating yang dihasilkan [13].

Secara umum, berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa parameter proses, baik pada perlakuan permukaan maupun pemesinan, memiliki pengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan dan performa material. Guerrero Vacas (2025) menegaskan bahwa peningkatan kekasaran permukaan dapat berdampak langsung terhadap sifat mekanik, daya lekat dan kualitas hasil akhir material [14]. Di sisi lain, metode persiapan permukaan berbasis basah (*wet surface preparation*) juga mulai banyak dikembangkan sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan. Metode seperti *wet-abrasive blasting* mampu menghasilkan kebersihan sekaligus kekasaran permukaan dalam satu proses, dengan tingkat debu yang lebih rendah dibandingkan metode kering. Namun, kualitas hasil tetap sangat bergantung pada parameter proses seperti tekanan, jenis abrasif, dan kondisi awal permukaan [15].

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa masih minimnya penelitian yang mengkaji hubungan antara *blasting* dan kekasaran permukaan Aluminium 1050. Pemilihan metode dan parameter proses, khususnya jenis media abrasif, memiliki peran penting dalam menentukan karakteristik kekasaran permukaan Aluminium 1050 serta kualitas daya lekat *coating* yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih lanjut untuk mengoptimalkan penggunaan media abrasif, termasuk alternatif seperti pasir pantai, guna memperoleh kombinasi kekasaran permukaan dan efisiensi proses yang optimal.

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan adalah spesimen aluminium 1050 dengan ukuran 100 mm x 30 mm x 3 mm sebanyak 9 buah, pasir pantai, pasir silika dan *glass beads*.

Tabel 1. Sifat Aluminium 1050.

Densitas	Kekuatan luluh (MPa)	Kekuatan Tarik (MPa)	Kekerasan (HB)	Konduktivitas Termal (W/m K)	Thermal Expansion ($\mu\text{m/m K}$)
2.7	75	105-145	33	229	23:9

2.2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif untuk menganalisis pengaruh variasi material abrasif terhadap kekasaran permukaan Aluminium 1050 pada proses vapor blasting. Variabel bebas berupa jenis abrasif (pasir silika, pasir pantai, dan *glass beads*), sedangkan variabel terikat adalah nilai kekasaran permukaan (R_a), dengan parameter proses dikontrol pada tekanan 4 bar, jarak 5 cm, sudut 60° dan waktu 10 detik.

2.3. Pengujian

Dalam pengujian ini difokuskan pada pengukuran kekasaran permukaan Aluminium 1050 setelah proses vapor blasting menggunakan variasi material abrasif menggunakan *Surface Roughness Tester* dari *Krisbow*. Parameter kekasaran yang digunakan adalah nilai R_a (arithmetical mean roughness) sebagai indikator utama kualitas permukaan. Pengukuran dilakukan menggunakan alat surface roughness tester. Untuk memperoleh data yang representatif, setiap spesimen diukur pada tiga tempat yang berbeda, yaitu bagian atas, tengah, dan bawah permukaan. Nilai yang ditunjukkan pada makalah ini merupakan nilai kekasaran rata-rata yang dihitung dari hasil pengukuran ketiga tempat tersebut.

Sebelum pengujian, spesimen dibersihkan dari sisa media abrasif dan dikeringkan untuk menghindari kesalahan pengukuran. Selanjutnya, probe alat ditempatkan secara tegak lurus terhadap permukaan spesimen dan dilakukan pengukuran sesuai standar operasional alat. Hasil pengujian berupa nilai R_a dari masing-masing variasi abrasif kemudian direkapitulasi dan digunakan sebagai dasar analisis untuk membandingkan tingkat kekasaran permukaan yang dihasilkan.

3. Hasil dan Pembahasan

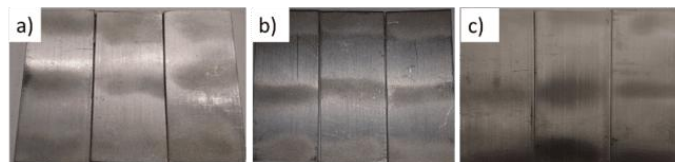
Hasil penelitian kekasaran permukaan Aluminium 1050 setelah proses vapor blasting dengan variasi material abrasif menunjukkan adanya perbedaan nilai kekasaran yang signifikan. Nilai rata-rata kekasaran permukaan (R_a) yang diperoleh adalah sebesar 2.79 μm untuk pasir silika, 3.09 μm untuk pasir pantai, dan 1.49 μm untuk *glass beads*. Dari hasil tersebut, pasir pantai menghasilkan permukaan paling kasar, diikuti pasir silika, sedangkan glass beads menghasilkan permukaan paling halus.

Perbedaan nilai kekasaran permukaan dipengaruhi oleh karakteristik partikel abrasif. Pasir pantai menghasilkan kekasaran tertinggi karena bentuk butirannya tidak beraturan dan abrasif, sehingga menyebabkan abrasi lebih agresif. Pasir silika menghasilkan kekasaran sedang akibat bentuk partikel yang tajam dan mekanisme pemotongan mikro. Sementara itu, glass beads menghasilkan permukaan paling halus karena bentuknya bulat sehingga hanya menimbulkan efek penumbukan tanpa pengikisan signifikan.



Gambar 1. Grafik hasil perbandingan pengujian kekasaran.

Gambar 1 menunjukkan bahwa media pasir pantai menghasilkan nilai kekasaran tertinggi R_a 3.09 μm , diikuti pasir silika R_a 2.79 μm , sedangkan *glass beads* menghasilkan nilai kekasaran terendah R_a 1.49 μm . Hal ini menunjukkan bahwa jenis media abrasif memengaruhi kekasaran permukaan Aluminium 1050. Gambar 2 menunjukkan foto makro dari berbagai macam hasil *vapor blasting* pada permukaan material Aluminium 1050.



Gambar 2. Hasil sesudah pengujian *vapor blasting*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa proses *vapor blasting* dengan variasi jenis material abrasif memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekasaran permukaan (R_a) Aluminium 1050. Nilai kekasaran yang dihasilkan berbeda pada setiap jenis media abrasif yang digunakan. Pasir pantai dengan ukuran *mesh* 30-50 menghasilkan nilai kekasaran permukaan tertinggi dengan nilai R_a sebesar 3.09 μm , diikuti oleh pasir silika dengan ukuran *mesh* 30 menghasilkan nilai R_a sebesar 2.79 μm , sedangkan *glass beads* dengan ukuran *mesh* 106-62 menghasilkan nilai kekasaran terendah sebesar 1.49 μm . Berdasarkan hasil tersebut, *Glass beads* paling efektif digunakan untuk proses finishing permukaan Aluminium 1050, sedangkan pasir silika dan pasir pantai lebih sesuai untuk proses pembersihan awal atau pengasaran permukaan sebelum proses pelapisan atau pengecatan. Penelitian ini bermanfaat disebabkan Aluminium 1050 sering digunakan untuk panel kapal, *housing* peralatan Pantai dan komponen *offshore* ringan. Namun penelitian ini memiliki keterbatasan antara lain kurangnya variasi sudut maupun tekanan pada saat pemrosesan *vapor blasting*. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya dapat memvariasikan media *vapor blasting*, tekanan, jarak maupun sudut dalam pemrosesan *vapor blasting*.

Referensi

- [1] H. Santoso, Y. Winardi, R. Arifin, dan W. Trisnadi Putra, "Analisa Kekasaran Permukaan Terhadap Daya Rekat Cat Pada Material SUS304," *AutoMech*, vol. 04, no. 02, pp. 16–27, 2023.
- [2] M. Müller dan P. Valášek, "Effects of Grit Blasting on Surface Properties of Adhesive Bonded Adherents," *Manuf. Technol.*, vol. 16, no. 6, pp. 51–52, 2016, doi: 10.21062/ujep/x.2016/a/1213-2489/MT/16/6/1371.
- [3] Y. Mahyoedin, J. Jamasri, R. Arman, W. Marthiana, dan S. Suryadima, "Pengaruh Shot Peening Terhadap Kekerasan Dan Kekasaran Produk Chemical Milling Paduan Aluminium Yang Telah Di Stretching," *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 36–41, 2020, doi: 10.52447/jktm.v5i1.2995.
- [4] M. Miftakhurrohmah dan L. Edahwati, "Analisa Pengaruh Variasi Material Abrasif Terhadap Kekasaran Permukaan Dan Kekuatan Adhesi Pada Baja Karbon Sedang," *Momentum*, vol. 20, 2024.
- [5] Z. Yuxin, dkk., "Comparison Of Carbon Thin Films With Low Secondary Electron Yield Deposited in Neon and Argon," *Coatings*, vol. 10, no. 9, 2020, doi: 10.3390/coatings10090884.
- [6] P. P. Hasugian, X. Salahudin, dan N. Mulyaningsih, "Analysis of Adhesion Strength and Surface Hardness of 6061 Aluminum

- Alloy Resulting from Powder Coating with Variations in Sandblasting Process Time,” *J. Tek. Mesin*, vol. 14, no. 2, p. 109, 2025, doi: 10.22441/jtm.v14i2.32946.
- [7] D. K. Kwon dan J. H. Lee, “Performance Improvement of Micro-Abrasive Jet Blasting Process for Al 6061,” *Processes*, vol. 10, no. 11, pp. 1–7, 2022, doi: 10.3390/pr10112247.
- [8] C. Kammer, “Aluminum and aluminum alloys,” *Springer Handbooks*, pp. 157–193, 2018, doi: 10.1007/978-3-319-69743-7_6.
- [9] E. John, “Constitution of Alloys,” *Alum. Prop. Phys. Metall.*, pp. 25–57, 1984.
- [10] O. Bílek, J. Zlámal, J. Knedlová, dan H. Vrbová, “Impact of Surface Modification Techniques for Replaceable Cutting Inserts on Cutting Forces and Surface Finish in Machining Operations,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2931, no. 1, 2024, doi: 10.1088/1742-6596/2931/1/012002.
- [11] M. Yang, J. Choi, J. Lee, N. Hur, dan D. Kim, “Wet Blasting As A Deburring Process For Aluminum,” *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 214, no. 3, pp. 524–530, 2014, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2013.09.011.
- [12] N. P. Vu, dkk., “Optimizing Replaced Nozzle Diameter Of Abrasive Blasting Systems Using Experiment Technique Design,” *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 11, 2020, doi: 10.3390/app10113920.
- [13] K. Palová, T. Kelemenová, dan M. Kelemen, “Measuring Procedures for Evaluating the Surface Roughness of Machined Parts,” *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 16, 2023, doi: 10.3390/app13169385.
- [14] G. Guerrero Vacas, O. Rodríguez-Alabanda, F. Martín-Fernandez, dan M. J. Martín-Sánchez, “Influence of Abrasive Blasting On The Surface Roughness Of Metallic Parts Manufactured By Atomic Diffusion Additive Manufacturing (ADAM),” *Rapid Prototyp. J.*, vol. 31, no. 11, pp. 400–416, 2025, doi: 10.1108/rpj-07-2025-0342.
- [15] H. T. Guideline, “Wet surface preparation,” Hempel, 2021.