

Optimasi Proses Sandblasting Dengan Rotary Clamping

Ahmad Nur Udzry Hendriady¹, Kevin Kambuno Putra², Muhammad Riyadh Ramadhan³,
Ahmad Zubair Sultan⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
*E-mail korespondensi: ahmadzubairsultan@poliupg.ac.id

Abstract: This study aims to optimize the sandblasting process using a rotary clamping mechanism to improve the effectiveness of surface cleaning on metal materials. The research was conducted experimentally at the Mechanical Engineering Workshop of Politeknik Negeri Ujung Pandang. The sandblasting system was designed with a rotary clamping mechanism rotating at 2.5 rpm and tested using silica sand abrasive media of 14/20 mesh size. Experimental tests were carried out using variations of working pressure at 4, 6, and 8 bar to evaluate the performance of the sandblasting process. The evaluation parameters included cleaning time, abrasive media efficiency, and percentage of corrosion removal on the material surface. The results indicate that the optimal operating condition was achieved at a working pressure of 6–8 bar, where the sandblasting process produced more uniform surface cleaning and improved operational efficiency. The rotary clamping mechanism enabled the workpiece to rotate during the blasting process, resulting in more even exposure of abrasive particles on the surface. The testing results showed cleaning effectiveness of 85% for rust contamination, 95% for paint removal, and 100% for welding residue. These results demonstrate that the developed sandblasting system with rotary clamping can significantly enhance surface cleaning performance and operational efficiency compared to conventional sandblasting methods.

Keywords: Sandblasting; Rotary Clamping; Surface Cleaning; Abrasive Blasting

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi proses sandblasting dengan menggunakan mekanisme rotary clamping guna meningkatkan efektivitas pembersihan permukaan material logam. Penelitian dilakukan secara eksperimental di Bengkel Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Sistem sandblasting dirancang dengan mekanisme rotary clamping yang berputar pada kecepatan 2,5 rpm dan menggunakan media abrasif pasir silika ukuran 14/20 mesh. Pengujian dilakukan dengan variasi tekanan kerja sebesar 4, 6, dan 8 bar untuk mengevaluasi kinerja proses sandblasting. Parameter evaluasi meliputi waktu pembersihan, efisiensi penggunaan media abrasif, serta persentase kehilangan korosi pada permukaan material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi operasi optimal diperoleh pada tekanan kerja 6–8 bar yang menghasilkan proses pembersihan permukaan lebih merata dan efisiensi kerja yang lebih baik. Mekanisme rotary clamping memungkinkan benda kerja berputar selama proses sandblasting sehingga distribusi semburan partikel abrasif menjadi lebih merata pada seluruh permukaan. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan pembersihan sebesar 85% untuk kontaminan karat, 95% untuk cat lama, dan 100% untuk bekas las. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem sandblasting dengan rotary clamping mampu meningkatkan kinerja pembersihan permukaan serta efisiensi proses dibandingkan metode sandblasting konvensional.

Kata kunci: Sandblasting; Rotary Clamping; Pembersihan Permukaan; Abrasive Blasting.

I. PENDAHULUAN

Industri manufaktur menuntut kualitas produk yang tinggi serta proses produksi yang efisien. Salah satu tahapan penting dalam proses manufaktur adalah proses persiapan permukaan material sebelum dilakukan proses lanjutan seperti pelapisan, pengecatan, maupun perlakuan permukaan lainnya. Kebersihan permukaan material sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil akhir produk, terutama dalam meningkatkan daya rekat lapisan pelindung maupun cat pada permukaan material [1]. Oleh karena itu, diperlukan metode pembersihan permukaan yang efektif, cepat, dan mampu menjangkau berbagai bentuk benda kerja yang kompleks [2].

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam industri untuk membersihkan permukaan material adalah proses sandblasting. Sandblasting merupakan proses pembersihan permukaan dengan cara menembakkan partikel abrasif berkecepatan tinggi ke permukaan benda kerja menggunakan

tekanan udara tertentu [3]. Proses ini mampu menghilangkan karat, kotoran, sisa cat, minyak, serta kontaminan lainnya yang menempel pada permukaan material [4]. Selain itu, sandblasting juga dapat meningkatkan kekasaran permukaan yang diperlukan untuk meningkatkan daya rekat lapisan cat atau coating pada permukaan material [5].

Pada proses sandblasting, material abrasif seperti pasir silika, aluminium oksida, atau garnet ditembakkan ke permukaan material dengan tekanan udara tinggi. Tumbukan partikel abrasif terhadap permukaan material menyebabkan terjadinya deformasi plastis mikro yang menghasilkan perubahan karakteristik permukaan, seperti peningkatan kekasaran dan pembersihan kontaminan [6]. Tingkat kekasaran permukaan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter proses, antara lain ukuran dan jenis partikel abrasif, tekanan udara, sudut penyemprotan, jarak nozzle terhadap benda kerja, serta waktu penyemprotan [7].

Proses dry sandblasting merupakan salah satu metode yang umum digunakan dalam industri untuk membersihkan permukaan logam yang tidak memiliki risiko terbakar, seperti rangka kendaraan, komponen mesin, serta struktur logam lainnya [8]. Metode ini memiliki beberapa keunggulan, di antaranya kemampuan membersihkan permukaan secara cepat, fleksibilitas dalam menjangkau bentuk benda kerja yang kompleks, serta efisiensi dalam proses produksi [9]. Namun demikian, efektivitas proses sandblasting juga sangat dipengaruhi oleh metode penjepitan benda kerja serta kestabilan posisi benda selama proses berlangsung [10].

Pada praktiknya, proses sandblasting konvensional sering menghadapi kendala berupa ketidakstabilan posisi benda kerja, waktu proses yang relatif lama, serta distribusi pembersihan yang tidak merata pada permukaan benda kerja [11]. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam sistem penjepitan dan pergerakan benda kerja agar proses sandblasting dapat berlangsung lebih efektif dan efisien [12]. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan sistem rotary clamping, yaitu mekanisme penjepitan yang memungkinkan benda kerja berputar selama proses sandblasting berlangsung sehingga seluruh permukaan benda kerja dapat terkena semburan abrasif secara merata [13].

Penerapan sistem rotary clamping pada proses sandblasting diharapkan mampu meningkatkan efisiensi waktu proses, memperbaiki kualitas pembersihan permukaan, serta mempermudah operator dalam melakukan proses pengerjaan pada benda kerja dengan bentuk kompleks [14]. Selain itu, sistem ini juga dapat meningkatkan produktivitas kerja serta konsistensi hasil pembersihan permukaan pada proses sandblasting dalam skala industri [15].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi proses sandblasting dengan menggunakan sistem rotary clamping guna meningkatkan efektivitas pembersihan permukaan material. Penelitian ini meliputi perancangan sistem rotary clamping, analisis parameter proses sandblasting, serta pengujian kinerja alat untuk mengetahui tingkat efektivitas dan efisiensi proses dalam membersihkan permukaan material dari karat, cat, maupun kontaminan lainnya.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Bengkel Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang selama empat bulan. Alat sandblasting dilengkapi rotary clamping berkecepatan 2,5 rpm, kompresor bertekanan 6–7 bar, dan media pasir silika 14/20 mesh. Metode pengujian dilakukan secara eksperimen dengan pendekatan trial and error pada tiga jenis kontaminan: karat, cat, dan bekas las.

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan sandblasting sebagai berikut:

Tabel 1. Alat dan Bahan

No.	ALAT	No.	BAHAN
1	Las listrik dan kelengkapannya	1	Plat
2	Gerinda	2	Hose Pipe Ø 1 “
3	Mistar/jangka sorong	3	Air Strainer (DOP)
4	Gergaji tangan	4	Karet
5	Mesin potong	5	Ball Valve 1 ½ “
6	Mesin bending plat	6	Pasir Kwarsa/silika
7	Bor dan kelengkapannya	7	Kompresor
8	Mesin bubut dan kelengkapannya	8	Fitting PU
9	Mesin roll pelat	9	Putting reduser
		10	Nozzle 8 mm
		11	Vall Valve 2”

C. Prosedur Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan secara sistematis. Tahap pertama dimulai dengan studi kasus untuk mengidentifikasi permasalahan yang berkaitan dengan proses sandblasting serta kebutuhan sistem rotary clamping yang akan dikembangkan. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan informasi mengenai kondisi proses sandblasting yang ada, termasuk kendala yang terjadi pada proses pembersihan permukaan material.

Tahap selanjutnya adalah perancangan alat, yang meliputi pembuatan gambar sketsa atau pemodelan alat, analisis perancangan, serta pembuatan gambar kerja sebagai acuan dalam proses pembuatan alat. Proses perancangan ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat yang dirancang sesuai dengan kebutuhan proses sandblasting dan mampu meningkatkan efektivitas pembersihan permukaan material.

Setelah tahap perancangan selesai, dilakukan pembuatan dan perakitan alat berdasarkan gambar kerja yang telah disusun sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan proses fabrikasi komponen, penyusunan dan perakitan seluruh bagian alat, serta pengecekan awal untuk memastikan bahwa alat dapat berfungsi dengan baik.

Tahap berikutnya adalah pengujian alat. Pengujian dilakukan dengan melakukan uji waktu proses sandblasting, pengukuran persentase kehilangan korosi pada permukaan material, serta analisis hasil secara visual untuk menilai tingkat kebersihan dan kualitas permukaan benda kerja setelah proses sandblasting dilakukan. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui kinerja alat yang telah dirancang.

Apabila hasil pengujian menunjukkan bahwa kinerja alat belum memenuhi kriteria yang diharapkan, maka dilakukan evaluasi dan perbaikan pada tahap perancangan. Namun apabila hasil pengujian telah memenuhi kriteria yang ditetapkan, maka proses penelitian dinyatakan selesai.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pembuatan Alat Sandblasting

Hasil pembuatan alat sandblasting dapat dilihat seperti gambar 1 berikut.



Gambar 1. Sandblasting

Proses pembuatan alat *sandblasting* ini dilakukan melalui beberapa tahap yang meliputi perencanaan desain, pemilihan material, serta perakitan komponen utama. Desain dirancang untuk memenuhi kebutuhan pembersihan permukaan material dengan tingkat efisiensi tinggi, menggunakan media pasir silika yang memiliki karakteristik abrasif sesuai standar.

Dalam tahap perakitan, setiap komponen utama seperti rangka, sistem kompresor, *nozzle*, serta ruang kerja dipasang dan disesuaikan berdasarkan rancangan teknis yang telah dibuat. Proses pengelasan, pemotongan, pembentukan pelat, serta pemasangan *fitting* dilakukan dengan memperhatikan ketelitian dan kekuatan konstruksi agar alat dapat beroperasi secara optimal. Hasil akhir dari proses pembuatan ini dapat dilihat pada Gambar 2, yang menunjukkan bentuk keseluruhan alat *sandblasting* beserta komponen pendukungnya. Alat ini siap digunakan untuk pengujian performa dalam proses pembersihan material sesuai tujuan penelitian.

Tabel 2. Spesifikasi Alat

No.	Spesifikasi Sandblasting	
1	Dimensi Rangka	760 x1385 x 550 mm.
2	Material Rangka	Besi Siku 50 x 50 mm..
3	Sistem Pengoprasian	Menggunakan penggerak motor sinkronus 2,5 rpm.
4	Penerang	Lampu Batten Histar dengan 40 Watt, Panjang 600 mm.
5	Kapasitas Benda Kerja	200 x 200 x 500 mm.
6	Nozzle & Fitting PU	Fitting PU ukuran 14,5 mm.
7	Sumber tenaga semprot	Kompresor.
8	Media abrasif	Pasir Silika jenis Bangka 14/20 mesh.
9	Sistem Kontrol	On/Off untuk motor dan lampu.

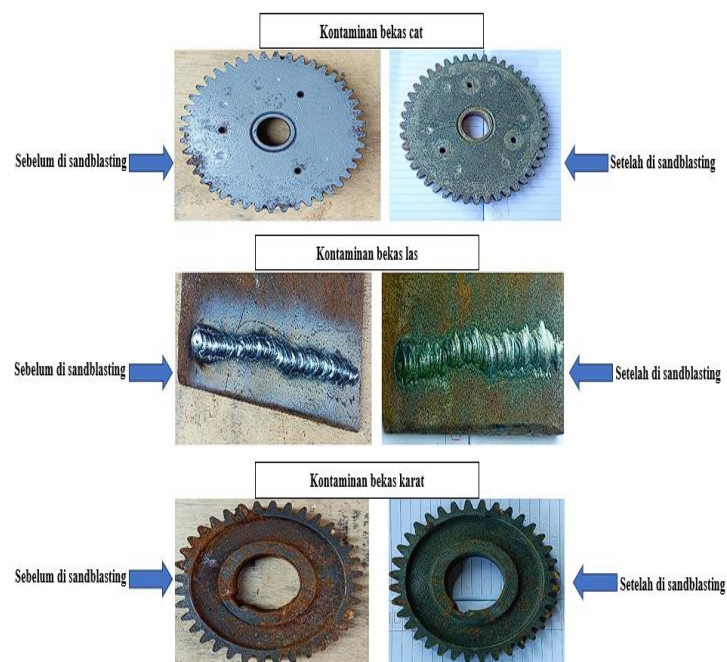
Berdasarkan tabel 2 spesifikasi di atas, mesin sandblasting dirancang dengan rangka berukuran 760 x 1385 x 550 mm yang terbuat dari besi siku 50 x 50 mm sehingga memiliki kekuatan yang cukup untuk menopang beban kerja. Sistem pengoperasian menggunakan motor sinkron dengan daya 2,5 rpm untuk memastikan kinerja stabil selama proses sandblasting berlangsung. Kapasitas ruang kerja sebesar 200 x 200 x 500 mm memungkinkan pengerjaan komponen dengan dimensi menengah.

Selain itu, penggunaan lampu batten Histar berdaya 40 Watt dan panjang 600 mm memberikan penerangan yang cukup di dalam ruang kerja. Media yang digunakan adalah pasir silika jenis Bangka ukuran 14/20 mesh, yang memiliki tingkat kekasaran ideal untuk proses pembersihan permukaan.

Kompresor digunakan sebagai sumber tenaga semprot dengan *nozzle* dan *fitting PU* berukuran 14,5 mm untuk mengatur tekanan dan distribusi media. Sistem kontrol On/Off mempermudah pengoperasian baik pada motor maupun lampu, sehingga meningkatkan efisiensi dan keamanan kerja.

B. Hasil Uji Coba Proses Sandblasting terhadap 3 Jenis Kontaminan

Pengujian ini bertujuan untuk menilai apakah media pasir silika dapat bekerja secara efektif dalam membersihkan permukaan objek dengan kondisi kontaminan berbeda. Salah satu variabel utama yang digunakan untuk membandingkan hasil adalah durasi waktu penyemprotan pada masing-masing objek. Berikut ini disajikan hasil visual dari proses uji coba yang dilakukan terhadap ketiga jenis objek tersebut.



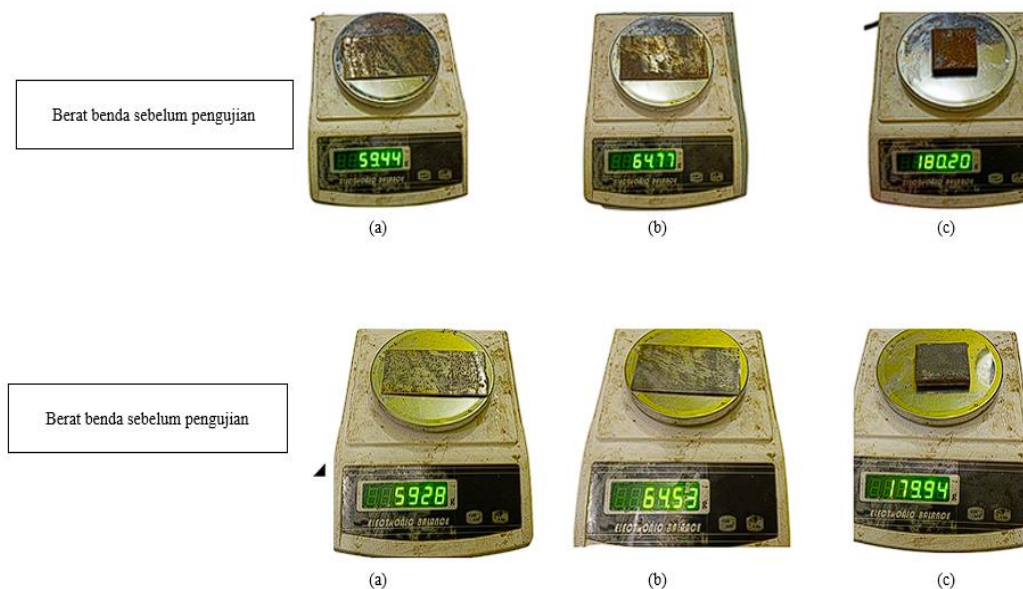
Gambar 2. Hasil Uji coba 3 Jenis kontaminan

Gambar 2 menyajikan hasil perbandingan kondisi permukaan spesimen sebelum dan sesudah dilakukan proses sandblasting terhadap tiga jenis kontaminan yang berbeda, yaitu kontaminan bekas cat, bekas las, dan karat. Dari hasil pengamatan visual, terlihat bahwa proses sandblasting dengan media pasir silika mampu secara signifikan menghilangkan lapisan kontaminan pada permukaan material, meskipun tingkat efektivitas pembersihan bervariasi sesuai dengan karakteristik kontaminan masing-masing. Kontaminan berupa cat menunjukkan pengelupasan yang merata setelah proses, kontaminan bekas las mengalami pengikisan pada area permukaan las yang menonjol, sedangkan kontaminan karat menunjukkan pembersihan yang cukup baik meskipun masih terdapat sisa oksidasi ringan pada area tertentu. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan media pasir silika dalam sandblasting dapat menjadi metode yang efektif dalam mempersiapkan permukaan logam sebelum dilakukan proses perlakuan lanjutan, seperti pelapisan atau pengecatan ulang.

C. Hasil proses Sandblasting berdasarkan kehilangan korosi

Setelah proses sandblasting dilakukan, benda uji kembali ditimbang untuk memperoleh data massa akhir yang kemudian dibandingkan dengan massa awal guna menentukan tingkat kehilangan material akibat proses abrasif. Gambar 3 menunjukkan hasil penimbangan setelah pengujian, di mana

benda uji (a) mengalami penurunan massa dari 59,44 gram menjadi 59,28 gram (selisih 0,16 gram), benda uji (b) dari 64,77 gram menjadi 64,53 gram (selisih 0,24 gram), dan benda uji (c) dari 180,020 gram menjadi 117,94 gram (selisih 62,08 gram). Perbedaan massa ini mengindikasikan adanya pengikisan permukaan material, dengan benda uji (c) menunjukkan tingkat abrasi tertinggi yang diduga akibat ketebalan kontaminan atau lapisan korosi yang lebih besar sebelum proses sandblasting.



Gambar 3. Berat benda sebelum & setelah pengujian

Tabel 3. Persentase kehilangan massa setelah proses *sandblasting*

Benda Uji	Berat Sebelum (g)	Berat Sesudah (g)	Selisih (g)	Persentase Kehilangan (%)
(a)	59.44	59.28	0.16	0,27%
(b)	64.77	64.53	0.24	0,37%
(c)	180.02	117.94	62.08	34,50%

Perhitungan persentase kehilangan massa menunjukkan bahwa benda uji (a) dan (b) hanya mengalami pengikisan ringan dengan kehilangan massa masing-masing sebesar 0,27% dan 0,37%. Sebaliknya, benda uji (c) mengalami kehilangan massa yang signifikan sebesar 34,50%, yang mengindikasikan bahwa permukaan benda tersebut memiliki lapisan kotoran, karat, atau cat yang jauh lebih tebal dan terangkat secara efektif oleh proses sandblasting.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian ini telah dihasilkan alat *sandblasting* dengan sistem *rotary clamping* yang menggunakan media pasir silika Bangka cokelat berukuran 14/20 mesh. Alat ini dirancang untuk dapat digunakan dalam proses pembersihan permukaan material secara efektif, sehingga mendukung keperluan pengolahan material yang memerlukan kualitas permukaan yang bersih dan bebas kontaminan.

Parameter proses yang optimal untuk alat *sandblasting* ini adalah penggunaan tekanan kompresor sebesar 6–8 bar dengan efisiensi pemakaian media abrasif mencapai 145%. Kondisi ini dinilai paling sesuai untuk mendapatkan hasil pembersihan yang merata, menghemat penggunaan media, serta mempertahankan kinerja alat dalam jangka waktu penggunaan yang lebih panjang.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi dalam menghilangkan berbagai jenis kontaminan. Keberhasilan pembersihan yang diperoleh mencapai 85% untuk karat, 95% untuk cat lama, dan 100% untuk bekas las. Dengan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa rancangan alat *sandblasting* ini telah memenuhi kriteria performa yang diharapkan dan layak digunakan untuk aplikasi pembersihan material secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Z. Aldio, Dedikarni, dan B. Saputra, "Effect of Spraying and Mesh Size on Surface Roughness of SS400 Steel Sandblasting Process," *Journal of Renewable Energy and Mechanics*, vol. 4, no. 2, 2021.
- [2] R. S. Situmorang, M. Prasetya, J. Haryanto, dan M. Sabri, "Design and Construction of Sandblasting Tools for Metal Surface Cleaner," *DINAMIS*, vol. 13, no. 1, 2024.
- [3] A. Agarwal, A. Tyagi, A. Ahuja, N. Kumar, dan H. Bhutani, "Corrosion aspect of dental implants—An overview and literature review," *Open Journal of Stomatology*, 2014.
- [4] I. Denry dan J. R. Kelly, "State of the art of zirconia for dental applications," *Dental Materials*, vol. 24, pp. 299–307, 2008.
- [5] K. Sivaraman, A. Chopra, A. I. Narayan, dan D. Balakrishnan, "Is zirconia a viable alternative to titanium for oral implant? A critical review," *Journal of Prosthodontic Research*, 2017.
- [6] T. Chaturvedi, "Allergy related to dental implant and its clinical significance," *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, vol. 5, pp. 57–61, 2013.
- [7] M. Syed, R. Chopra, dan V. Sachdev, "Allergic reactions to dental materials: A systematic review," *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 2015.
- [8] C. K. Mueller et al., "Analysis of the influence of the macro- and microstructure of dental zirconium implants on osseointegration," *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 2013.
- [9] M. Bresson et al., "Surface pretreatment effects on bonding properties of metals," *Processes*, vol. 11, no. 7, 2023.
- [10] M. Tshimanga et al., "Influence of abrasive types on surface morphology of stainless steel during sandblasting," *Processes*, 2023.
- [11] D. Serafin, W. J. Nowak, dan B. Wierzba, "The effect of surface preparation on high temperature oxidation of Ni, Cu and Ni-Cu alloy," *Materials Science*, 2019.
- [12] W. J. Nowak, D. Serafin, dan B. Wierzba, "Effect of surface mechanical treatment on oxidation behavior of FeAl model alloy," *Materials Engineering*, 2020.
- [13] X. Zhang et al., "Influence of surface treatments with abrasive paper and sand-blasting on surface morphology and hydrophilicity," *Scientific Reports*, 2017.
- [14] S. Hufenbach et al., "Influence of metal surface preparation on the flexural strength and impact behaviour of thermoplastic FRP reinforced metal laminates," *Composites Part B: Engineering*, 2019.
- [15] A. K. Iquebal, D. Sagapuram, dan S. Bukkapatnam, "Surface plastic flow in polishing of rough surfaces," *Tribology and Surface Engineering*, 2016.