

RANCANG BANGUN MESIN PEMBERSIH PERMUKAAN LOGAM TIPE PENYEMPROTAN PASIR DENGAN KABIN TERTUTUP

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A METAL SURFACE CLEANING MACHINE TYPE SANDBLASTING WITH CLOSED-SYSTEM

Misbachudin¹⁾, Raybian Nur¹⁾, Akmal Barry¹⁾

¹⁾PoltekNIK Negeri Banjarmasin, Banjarmasin, Indonesia

email: misbach.mt@poliban.ac.id*, raybianbyan@poliban.ac.id, akmal_barry@poliban.ac.id

Received:

31 Agustus
2025

Accepted:

26 September
2025

Published:

26 September
2025

Abstract

The objective of this study was to design and test the performance of a closed-system (cabin) surface cleaning machine capable of operating in both dry and wet modes, as well as to determine optimal parameters such as spraying distance and air pressure for cleaning efficiency. The methods included literature review, cabin design, selection of main components (compressor, nozzle, jet pump, and abrasive material), and testing on rusted and painted metal plates with variations in distance and duration. The results showed that the machine effectively cleaned metal surfaces, with an optimal distance of 6 cm between the nozzle and workpiece at 100 psi pressure, yielding the most efficient cleaning time. The enclosed cabin system successfully contained dust and abrasive material, thereby improving safety and occupational health. Thus, this machine is safer, more efficient, and better suited for finishing processes compared to conventional methods..

Keywords: Design And Construction, Surface Cleaner, Sandblasting, Spray Distance

Abstrak

Tujuan penelitian adalah merancang dan menguji kinerja mesin pembersih permukaan dengan sistem tertutup (kabin) yang mampu beroperasi dalam mode kering maupun basah, serta menentukan parameter optimal seperti jarak penyemprotan dan tekanan udara untuk efisiensi pembersihan. Metode yang digunakan meliputi studi literatur, perancangan kabin, pemilihan komponen utama (kompresor, nozzle, pompa jet, dan bahan abrasif), serta pengujian pada plat logam berkarat dan berlapis cat dengan variasi jarak dan waktu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin pembersih permukaan logam mampu membersihkan permukaan logam secara efektif, dengan jarak optimal 6 cm antara nozzle dan benda kerja pada tekanan 100 psi, menghasilkan waktu pembersihan paling efisien. Sistem kabin terbukti mampu menahan debu dan pasir, meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja. Dengan demikian, mesin ini lebih aman, efisien, dan sesuai untuk proses finishing dibanding metode konvensional.

Kata Kunci: Rancang Bangun, Pembersih Permukaan, Semprotan Pasir, Jarak Penyemprotan

DOI: 10.20527/jtam_rotary.v7i2.16686

How to cite: Misbachudin., Nur, R., & Barry, A., "Rancang Bangun Mesin Pembersih Permukaan Logam Tipe Penyemprotan Pasir Dengan Kabin Tertutup". *JTAM ROTARY*, 7(2), 193-204, 2025.

PENDAHULUAN

Pengecatan merupakan sebuah metode pelapisan permukaan yang menggunakan bahan berwarna atau cat. Dalam konsep tradisional, aktivitas ini seringkali dipersepsikan sebagai proses pemberian warna. Aplikasi pengecatan umumnya digunakan sebagai tahap akhir atau *finishing* pada berbagai produk berbahan logam, kayu, dan plastik (Rina, 2019). Sebelum memasuki tahap pengecatan, perlu dilakukan pembersihan permukaan logam, agar hasil pengecatan lebih maksimal.

Proses pembersihan permukaan logam merupakan tahapan penting dalam industri manufaktur, permesinan, maupun perawatan komponen. Permukaan logam yang terkontaminasi karat, cat lama, oli, maupun kotoran dapat mengurangi kualitas hasil finishing, menurunkan daya lekat pelapisan, serta mempercepat terjadinya korosi (Davis, 2002). Metode konvensional seperti pengamplasan manual atau penggunaan cairan kimia masih banyak dipakai, namun memiliki kelemahan, yaitu berisiko mengurangi dimensi asli benda kerja, menghasilkan kualitas pembersihan yang tidak merata, serta berdampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan (ASM International, 2010).

Salah satu metode modern yang efektif adalah *sandblasting* atau penyemprotan pasir dengan tekanan tinggi. Metode ini mampu membersihkan karat, cat, dan kotoran secara cepat, merata, serta menghasilkan kekasaran permukaan yang sesuai untuk proses pelapisan selanjutnya. Beberapa penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa parameter sandblasting seperti jarak nozzle, tekanan udara, jenis dan ukuran abrasif sangat berpengaruh terhadap laju pembersihan, kekasaran permukaan, serta daya rekat cat atau coating (Saputra et al., 2024).

Namun, penggunaan *sandblasting* terbuka sering menimbulkan debu abrasif yang dapat membahayakan penggunanya. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu rancang bangun mesin pembersih permukaan logam tipe sandblasting dengan sistem kabin tertutup yang mampu menahan debu dan partikel abrasif, sekaligus lebih aman, efisien, dan ramah lingkungan. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan mesin pembersih permukaan yang dapat digunakan dalam skala laboratorium maupun industri kecil-menengah, serta menjadi solusi alternatif dari metode konvensional (Kumar, 2023).

Surface Cleaner

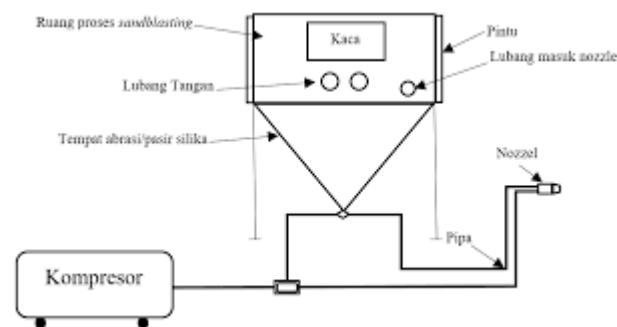
Surface cleaner adalah suatu metode yang digunakan untuk membersihkan permukaan material dari berbagai kontaminan, termasuk karat, cat, oli, dan garam, sekaligus membentuk karakter profil permukaan baik memperkasar maupun memperhalus. Aplikasi metode ini terutama ditujukan untuk meningkatkan adhesi lapisan pada material berbasis logam, sehingga sering menjadi tahap preparasi wajib sebelum proses pelapisan dilakukan. Secara teknis, proses ini dilakukan dengan cara menyemprotkan material yang bersifat abrasif seperti pasir silika atau steel grit menggunakan tekanan tinggi ke permukaan benda kerja yang akan diolah. Selain itu juga tujuan dari pembentukan profil kekasaran ini adalah untuk memperkuat perekat lapisan agar dapat tercapai tingkat perekatan yang baik antara permukaan metal dengan bahan pelindung (Firdaus, M., & Suryanto, H. 2020).

Tingkat kekasaran permukaan terbentuk akibat hantaman partikel kecil yang keras dan tajam dengan kecepatan tinggi terhadap material. Tumbukan tersebut menimbulkan deformasi plastis pada lapisan permukaan sehingga tekstur material menjadi lebih kasar. Besarnya deformasi maupun kekasaran dipengaruhi oleh faktor ukuran, massa jenis, bentuk partikel abrasif, kecepatan dan sudut tembakan, serta durasi penyemprotan. Semburan pasir dari *surface cleaner* yang tidak mengenai objek bahkan dapat menyebar hingga sekitar 20 meter ketika *spray gun* diarahkan secara horizontal. Oleh karena itu,

pengoperasian metode pembersihan ini memerlukan kehati-hatian demi menjaga keselamatan (Widiyarta, 2015)

Prinsip Kerja

Surface cleaner bekerja dengan menyembrotkan pasir bertekanan tinggi untuk membersihkan dan mempersiapkan permukaan material (seperti pipa atau plat) sebelum pengecatan. Fungsinya mencakup penghilangan debu, karat, serta pengelupasan cat lama yang rusak pada logam. Pembersihan yang sempurna ini menjadi kunci utama bagi kemudahan aplikasi dan kerapian hasil pengecatan berikutnya. Cara kerja alat *surface cleaner sandblasting* dapat diilustrasikan pada gambar di bawah ini (Manggala, 2021)



Gambar 1. Cara Kerja Sandblasting

Abrasive

Prinsip kerja abrasive blasting melibatkan proyeksi media abrasif berbasis logam (misalnya *steel grit*) dan pasir khusus (pasir silika) yang dipercepat oleh udara bertekanan tinggi untuk menumbuk permukaan baja. Tumbukan (*impact*) ini menghilangkan kontaminan seperti karat, kerak, dan lapisan cat lama. Karena metode ini tidak efektif terhadap kontaminan hidrokarbon seperti minyak atau grease, diperlukan pra-pembersihan menggunakan *solvent cleaning* untuk menghilangkan senyawa organik, debu, dan tanah. Selain fungsi pembersihan, abrasive blasting juga berperan dalam menciptakan profil kekasaran permukaan yang optimal, sehingga meningkatkan adhesi lapisan coating dan memperpanjang masa pakainya secara signifikan (Alfathsani, 2021)

Pasir Silika

Pasir silika adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Terdiri dari Kristal silica dan memiliki bentuk yang sedikit runcing dan memiliki mesh 30 atau 0,8 mm. Kelebihannya efektif dapat membersihkan permukaan dengan baik. Kekurangannya tidak bisa digunakan berulang kali, sangat rapuh dan menimbulkan banyak debu yang kurang baik untuk kesehatan manusia yang dapat menyebabkan penyakit silicosis atau penyakit paru-paru karena kandungan silica yang sangat tinggi (Wisnu, 2022)



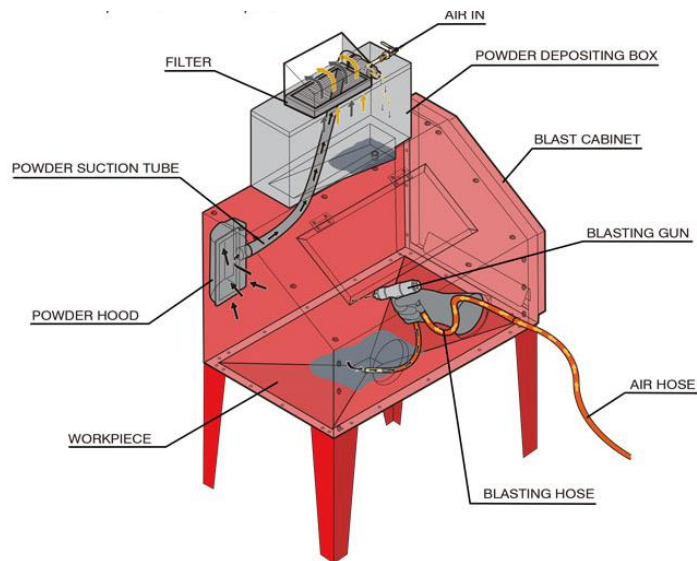
Gambar 2. Pasir Silika

Parameter Pada Proses *Surface Cleaner*

1. Ukuran Butir Abrasif (Mesh): Parameter ini berhubungan langsung dengan karakteristik profil permukaan. Butiran halus menghasilkan profil yang halus, sementara butiran kasar menghasilkan profil yang lebih dalam dan kasar.
2. Sudut Penyemprotan: Sudut inklinal nozzle terhadap substrat memengaruhi efisiensi tumbukan. Sudut 90° (tegak lurus) dianggap paling optimal untuk mentransfer energi tumbukan, sedangkan variasi sudut lain (60°–120°) digunakan untuk aplikasi tertentu.
3. Tekanan Penyemprotan: Tekanan udara berperan dalam menentukan kecepatan dan energi kinetik partikel abrasif. Peningkatan tekanan akan meningkatkan daya pembersihan dan kemampuan pembentukan profil.
4. Jarak Nozzle ke Substrat: Jarak penyemprotan memengaruhi fokus dan sebaran pola abrasif. Pengaturan jarak diperlukan untuk mencapai cakupan dan hasil yang konsisten sesuai spesifikasi.
5. Durasi Penyemprotan: Lamanya proses blasting berpengaruh terhadap tingkat kekasaran dan jumlah material yang terpindahkan. Dalam praktiknya, durasi sering ditentukan secara empiris berdasarkan pengalaman operator (Manik, 2024)

Komponen Utama Mesin *Surface cleaner Sandblasting*

Komponen utama mesin *surface cleaner sandblasting* seperti yang terlihat dalam gambar 3.



Gambar 3. Komponen Utama Mesin *Surface Cleaner Sandblasting*

1. Kompresor

Kompresor disini sebagai sumber tenaga untuk menghasilkan angin yang dibutuhkan oleh alat penyemburan dan pernapasan. Kompresor juga harus memiliki saluran penyaring air dan minyak karena kualitas angin yang dihasilkan harus benar-benar kering dan tidak boleh mengandung air dan minyak yang nantinya dapat mengontaminasi permukaan yang akan dibersihkan.

2. Kabin Tertutup

Kabin tertutup mencegah operator terpapar langsung partikel abrasif dan debu berbahaya (misalnya debu silika yang dapat menyebabkan silikosis). Operator hanya berinteraksi melalui sarung tangan khusus dan jendela pengaman. Debu dan partikel abrasif tidak menyebar ke udara sekitar, sehingga lebih ramah lingkungan.

3. Selang udara

Selang udara (*air hose*) berfungsi sebagai saluran untuk menyalurkan udara bertekanan dari kompresor ke dalam *blasting pot* atau wadah abrasif. Selang ini umumnya terbuat dari material karet dengan variasi ketebalan dan diameter yang disesuaikan dengan kapasitas tekanan sistem. Kualitas dan kekuatan selang sangat penting untuk mencegah kebocoran dan memastikan efisiensi aliran udara selama proses blasting berlangsung.

4. Blasting Pot

Blasting pot merupakan tangki bertekanan yang berperan sebagai tempat pencampuran antara abrasif (seperti pasir) dan udara bertekanan sebelum disemprotkan ke permukaan material. Komponen ini menjadi pusat pengaturan aliran dan proporsi campuran abrasif-udara selama proses blasting berlangsung. Desainnya yang kokoh dan tahan tekanan tinggi memastikan keamanan dan keandalan operasi dalam berbagai kondisi kerja

5. Selang blasting

Selang blasting digunakan untuk mengalirkan campuran abrasif dan udara bertekanan dari *blasting pot* ke *nozzle*. Diameter selang harus minimal empat kali lebih besar dari diameter *nozzle* untuk memastikan aliran yang lancar dan efisien. Selang ini harus memiliki konstruksi yang kuat, tahan abrasi, dan fleksibel biasanya terdiri dari tiga lapis (*three-ply*) untuk menjamin keamanan dan kemudahan operasional. Ukuran selang blasting yang digunakan untuk penyemburan harus memiliki diameter 4 kali lebih besar dari diameter blasting nozzle yang akan digunakan.

6. Nozzle

Nozzle berperan sebagai komponen yang mengatur arah, kecepatan, dan pola penyemprotan campuran abrasif-udara. Pemilihan *nozzle* didasarkan pada jenis, ukuran, dan materialnya, yang secara langsung memengaruhi efisiensi dan hasil akhir permukaan. Terdapat dua tipe *nozzle* yang umum digunakan:

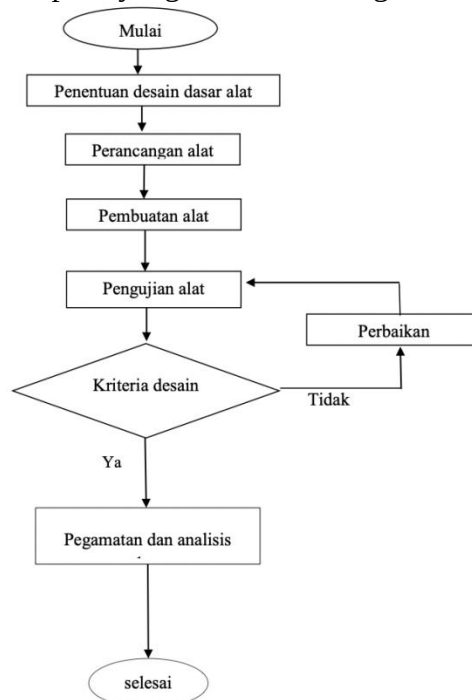
- a. Venturi Nozzle: Dirancang untuk cakupan permukaan yang luas dan pembersihan intensif pada permukaan berkarat atau berlapis lama.
- b. Straight-Bore Nozzle: Digunakan untuk area yang sempit atau pekerjaan yang memerlukan presisi tinggi.

7. Sarung Tangan Pelindung

Pakaian pelindung yang digunakan harus tahan terhadap benturan balik dari abrasif yang dapat disemurkan. Sarung tangan pelindung dan sepatu boot yang sesuai harus digunakan selama penyemburan untuk menjaga pekerja supaya terhindar dari kecelakaan kerja. Selain itu, penggunaan pakaian yang dirancang khusus (seperti blast suit) sangat dianjurkan untuk melindungi seluruh tubuh dari paparan langsung partikel abrasif berkecepatan tinggi

METODE PENELITIAN

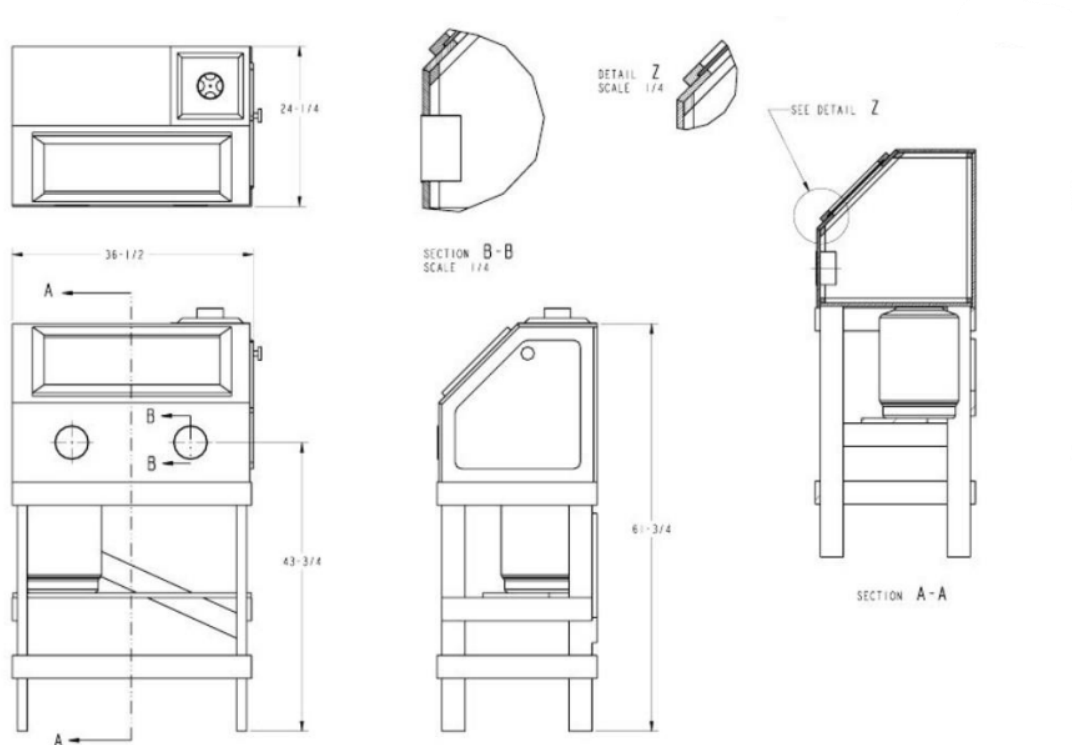
Diagram alir penelitian ini seperti yang terlihat dalam gambar 3 berikut ini.



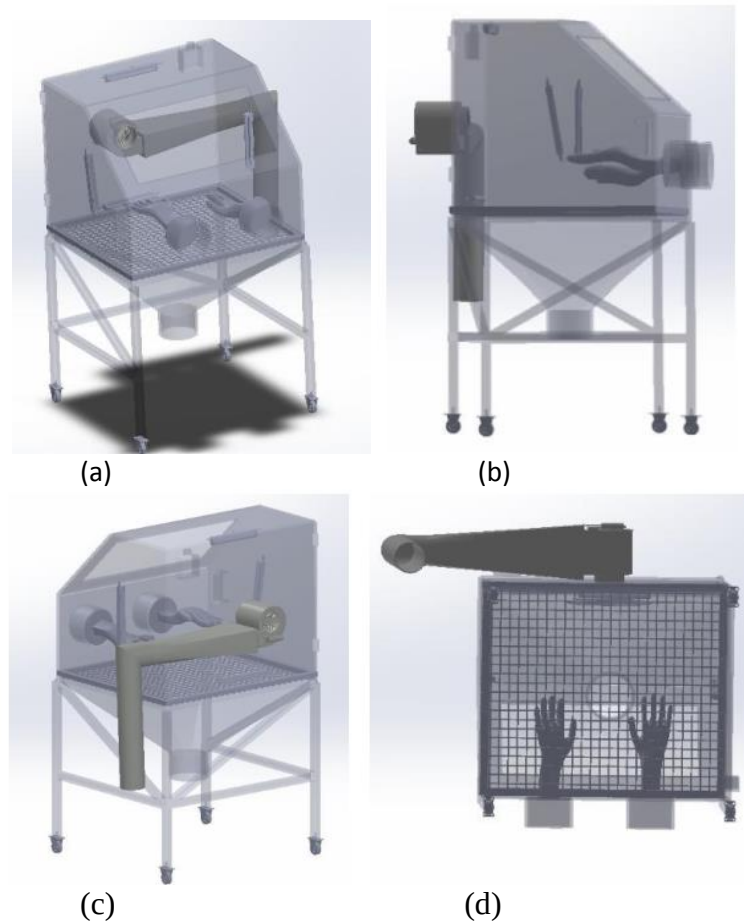
Gambar 4. Diagram Alir Perancangan Alat

Perancangan Dan Desain Alat

Dalam proses pembuatan mesin *surface cleaner* ini, dilakukan pendesainan dengan menggunakan aplikasi *solidwork* untuk memastikan proses pembuatan dapat terarah. Alat ini di rancang agar lebih mudah dipindahkan dan aman digunakan pemula. Adapun rancangan mesin *surface cleaner* ditampilkan pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. Gambar Teknik 2D Perancangan Perangkat *Surface Cleaner*



Gambar 6. Desain Perangkat *Surface Cleaner*: a. Tampak Perspektif; b. Tampak Samping; c. Tampak Belakang; d. Tampak Atas

Rangka dibuat menggunakan besi siku 4 x 4 cm dengan ketebalan plat 2 mm dengan tinggi rangka alat 65 cm dan jarak antara kaki rangka adalah 65 cm. Penggunaan besi siku 4 x 4 sebagai rangka bertujuan untuk memudahkan dalam hal memindahkan mesin, karena jenis besi tersebut memiliki massa atau beban yang cukup ringan untuk dapat dipindah dan kuat sebagai penopang sebuah perangkat *surface cleaner*.



Gambar 7. Proses Pengelasan Pada Rangka

Untuk ruang *blasting* atau dinding-dinding penyemprotan campuran pasir silika terbuat dari plat dengan ketebalan 1 mm dengan dimensi 65 x 65 cm dengan bentuk box

trapesium dimana sisi miring pada perangkat berfungsi sebagai pandangan saat penggunaan perangkat *surface cleaner*.



Gambar 8. *Surface cleaner* Pada Sudut Pandang Alat Digunakan

Adapun prinsip kerja dari perangkat *surface cleaner portable* ini yaitu membersihkan permukaan obyek/body kendaraan yang berbahan metal secara efektif untuk menghilangkan kotoran, karat, dan cat lama sebelum pengecatan atau perawatan lebih lanjut. Proses ini melibatkan penyemprotan bahan abrasif, seperti pasir atau grit, dengan tekanan tinggi melalui *nozzle* yang terhubung dengan kompresor udara. Aliran abrasif yang kuat ini bekerja mengikis kontaminan dari permukaan *body* kendaraan, memberikan hasil yang bersih dan halus. Perangkat *surface cleaner portable* juga dapat membantu mengatasi kerusakan permukaan yang disebabkan oleh korosi atau keausan, memastikan *adhesi* cat atau pelapis yang lebih baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja alat yang telah dibuat, meliputi kecepatan aliran angin, tekanan, dan efisiensi waktu terhadap jarak penyemprotan.

Perhitungan Kecepatan Angin Pada Nozzle

Diketahui:

Diameter nozzle (d) = 8 mm = 0,008 m

Kekuatan kompresor = 5 HP

1 HP = 4,5 CFM (Cubic Feet per Minute)

Maka, total aliran udara (Q) = 5 × 4,5 = 22,5 CFM

Konversi ke satuan internasional (m³/s):

1 CFM = 0,000472 m³/s

Q = 22,5 × 0,000472

= 0,01062 m³/s

Hitung Luas Penampang Nozzle (A)

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\
 &= 41 \times 3,14 \times (0,008)^2 \\
 &= 41 \times 3,14 \times 0,000064 \\
 &= 0,00005024 \text{ m}^2
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Rumus Debit Aliran

$$Q = A \times V$$

(2)

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0,000050240,01062}{\dots}$$

$$= 211,385 \text{ m/s}$$

Konversi ke satuan mil per jam (mph):

$$1 \text{ m/s} = 2,237 \text{ mph}$$

$$V = 211,385 \times 2,237 = 472,86 \text{ mph}$$

Jadi kecepatan tekanan angin yang keluar dari *nozzle gun surface cleaner* yaitu 472,85556 Mph (mil per jam)

Tekanan Angin Yang Digunakan

Pada saat melakukan proses *surface cleaner* tekanan angin yang digunakan yaitu 100 Psi atau 6,8 bar



Gambar 9. Tekanan Bar Pada Kompresor

Data Hasil Pengujian

Pengujian *surface cleaner* ini dilakukan pada plat ketebalan 1 mm dengan Panjang 10 cm dan lebar 5cm dengan tekanan 100 Psi. Ada dua jenis benda kerja yang akan dilakukan pengujian yaitu benda kerja yang permukaannya berkarat dan yang dilapisi cat. Berikut adalah Gambar plat yang akan dilakukan pengujian *surface cleaner*

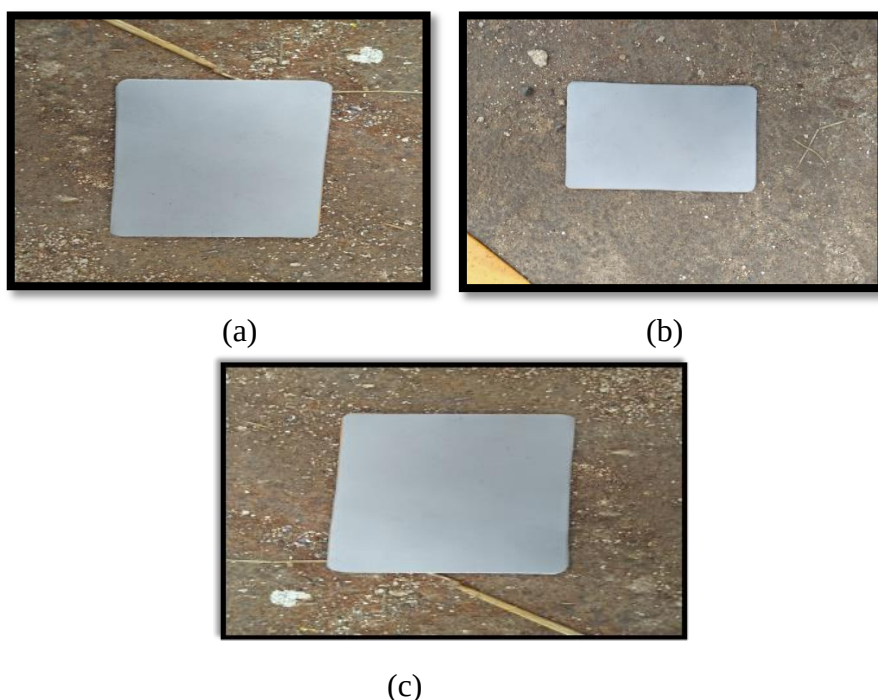


Gambar 10. Benda Kerja Yang Permukannya Berkarat



Gambar 11. Benda Kerja Yang dilapisi Cat

Pengujian dilakukan 3 kali dengan variasi 3 jarak penyemprotan dari *nozzle* ke benda kerja, yaitu 3 cm, 6cm, dan 9 cm. Kemudian dihitung waktu yang dibutuhkan sampai permukaan bersih.



Gambar 12. Hasil Uji Permukaan Benda kerja a.Pertama; b.Kedua; c.Ketiga

Tabel 1. Hasil Rata-rata Pengujian *Surface cleaner*

No	Kondisi Permukaan	Jarak Nozzle (cm)	Waktu Pengerjaan
1	Berkarat	3	3 menit 15 detik
2	Berkarat	6	2 menit 20 detik
3	Berkarat	9	3 menit 10 detik
4	Dilapis cat	3	6 menit 42 detik
5	Dilapis cat	6	10 menit 30 detik
6	Dilapis cat	9	16 menit 19 detik

Gambar 13. Grafik Perbandingan Waktu Dan Jarak *Nozzle*

Berdasarkan hasil pengujian, waktu pembersihan permukaan berkarat paling cepat dicapai pada jarak nozzle 6 cm. Hal ini sesuai prinsip mekanika fluida, dimana energi kinetik partikel abrasif berbanding lurus dengan tekanan dan debit udara, serta dipengaruhi oleh jarak tembak. Pada jarak 6 cm, partikel abrasif masih memiliki energi tumbukan yang tinggi dan distribusi semprotan merata, sehingga proses pengikisan karat berlangsung lebih cepat.

Jika jarak terlalu dekat (3 cm), semprotan abrasif terlalu terfokus pada area kecil, sehingga luas permukaan yang dibersihkan terbatas dan membutuhkan waktu lebih lama untuk meratakan hasil. Sebaliknya, pada jarak terlalu jauh (9 cm), partikel abrasif mengalami kehilangan energi akibat gesekan dengan udara dan penyebaran aliran (*divergence*), sehingga daya abrasi berkurang dan waktu pembersihan menjadi lebih lama. Dengan demikian, jarak 6 cm dapat dianggap sebagai titik optimal antara energi tumbukan partikel dan luas cakupan semprotan, sehingga menghasilkan efisiensi pembersihan terbaik (Saputra et al, 2024).

Sedangkan pada benda kerja yang dilapisi cat, waktu tercepat terjadi pada jarak 3 cm dengan *nozzle*, ini disebabkan cat tersusun sebagai lapisan adhesif/koheren yang menempel pada substrat; untuk melepaskannya dibutuhkan energi tumbukan partikel yang cukup tinggi untuk memecah ikatan lapisan (*adhesive/cohesive strength*) (Brezinová et al., 2015). Pada jarak nozzle yang lebih dekat (3 cm), fluks partikel (jumlah partikel per satuan area per waktu) dan energi kinetik per partikel yang mengenai permukaan berada pada nilai yang lebih tinggi dibandingkan jarak lebih jauh. Kombinasi kecepatan partikel yang masih tinggi dan kepadatan semprotan menyebabkan tekanan impuls tumbukan yang lebih besar pada permukaan cat sehingga lapisan cat terpecah/terkelupas lebih cepat, menghasilkan waktu pembersihan paling singkat.

KESIMPULAN

Dari pengujian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan yaitu pada benda kerja yang berkarat dan bercat dalam proses *surface cleaner* yaitu memiliki hasil akhir permukaan benda kerja yang sama. Dalam pengujian tersebut yang membedakan adalah jarak dan waktu saat proses agar permukaan bersih dari karat dan cat. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada benda kerja dengan nozzle 8 mm, jarak efisiensi pada proses *surface cleaner* yaitu 6 cm dari nozzle ke benda kerja.

REFERENSI

- Anam, M. A. S., Manik, P., & Rindo, G. (2024). Analisis pengaruh material abrasif pada blasting dengan variasi metode coating terhadap prediksi laju korosi dan daya rekat adhesi. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 12(2).
- ASM International. (2010). Surface cleaning, finishing, and coating. In *ASM handbook*, Vol. 5. ASM International.
- Brezinová, J., Guzanová, A., & Draganovská, D. (2015). Abrasive Blast Cleaning and Its Application. *Foundations of Materials Science and Engineering*, 83, I.
- Davis, J. R. (2002). *Surface engineering for corrosion and wear resistance*. ASM International.
- Firdaus, M., & Suryanto, H. (2020). Analisis kualitas hasil sandblasting pada pelat baja ASTM A36 dengan variasi tekanan udara dan jarak nozzle. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(2), 45–52.
- Kumar, A. N., & Sharma, V. S. (2023). A review on the applications of abrasive blasting and its environmental impact in the context of sustainable manufacturing. *Materials Today: Proceedings*.
- Oktaviani, D. R. R., & Utama, F. Y. (2019). *Pengembangan modul teknologi pengecatan dan perbaikan body untuk meningkatkan hasil belajar mata kuliah teknologi pengecatan mahasiswa D3 jurusan teknik mesin fakultas teknik Universitas Negeri Surabaya*. Universitas Negeri Surabaya.
- Salsabila, A. (2021). *Komparasi proses sand blasting material pasir silika dengan hydro blasting ditinjau dari segi ekonomis* [Skripsi]. Institut Teknologi Kalimantan.
- Saputra, I. A., Widodo, T. D., & Yuliati, L. (2024). Pengaruh variasi sudut dan jarak penembakan sandblasting pada proses pretreatment terhadap kualitas pelapisan cat dan sifat korosi pada baja karbon rendah. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(1).
- Wahy, A. M. (2021). *Proses sandblasting lambung kapal di KM. Sabuk Nusantara 72 PT. Janata Marina Indah Semarang*. Universitas Negeri Semarang.
- Widiyarta, I. M., Parwata, I. M., & Lokantara, I. P. (2015). Kekasaran permukaan baja karbon sedang akibat proses sandblasting dengan variasi jarak nosel. *Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan*, 3(1). ISSN 2338-414X.
- Wisnu K, B. E. (2022). *Studi sifat fisis, kekuatan tarik diametral, dan kekerasan vickers pada komposit silika/kaolinite yang di-sinter pada suhu 1350 °C*. Universitas Gadjah Mada.