

Pengaruh Bentuk *Nozzle Gun Sand Blasting* Terhadap Hasil Semprotan

¹Mukhammad Ifan Heru Suselo, ²Ali Akbar, ³Yasinta SindyPramesti, Teknik
Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹ifanheru25@gmail.com, ²aliakbar@umsida.ac.id, ³yasintasindy@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Mukhammad ifan Heru Suselo

Abstrak— Penyemprotan yang tidak teratur dapat mengakibatkan hasil yang kurang optimal, sehingga sangat penting untuk melakukan uji pada setiap *nozzle sand blasting gun* agar bisa mengatasi masalah penyemprotan yang tidak teratur. Jika hasil *sand blasting* tidak optimal, hal tersebut akan berdampak pada proses selanjutnya, seperti pelapisan. Masalah yang muncul adalah belum adanya standar yang jelas untuk bentuk *nozzle gun sandblasting* yang paling efektif bagi berbagai jenis material dan kebutuhan industri. Situasi ini berpotensi menyebabkan hasil yang tidak konsisten, pemborosan energi, serta risiko keselamatan kerja jika operator harus mengulang proses tersebut. Data yang didapatkan dari percobaan akan dianalisis dengan cara kuantitatif menggunakan teknik *statistik sand blasting*. Awalnya, hasil pengukuran seperti Kecepatan partikel yang keluar dari *nozzle*, Lebar pola semprotan, Luas area yang disemprot per waktu, serta Konsumsi media *abrasif* yang dipakai, bersama dengan waktu pelaksanaan, akan dikumpulkan dalam tabel data *sand blasting*. Kesimpulan dari penelitian berjudul pengaruh bentuk *nozzle Gun* terhadap hasil Kualitas Semprotan adalah bahwa variasi desain *nozzle* secara langsung mempengaruhi ketebalan lapisan serta efisiensi penggunaan *abrasif*. Dengan demikian, tujuan penelitian yang ingin menggali hubungan antara desain *nozzle* dan mutu hasil *sand blasting* telah tercapai. *Straight Bore* menghasilkan lapisan paling tebal, namun memiliki konsumsi *abrasif* yang tinggi, sementara *Venturi* dan *Wide Throat* lebih efisien dalam penggunaan *abrasif* dengan ketebalan lapisan yang lebih rendah, di mana *Wide Throat* menunjukkan tingkat keseragaman yang lebih baik.

Kata Kunci—hasil semprotan, peledakan pasir, piston *nozzle*

Abstract— *Irregular spraying can lead to suboptimal results, making it essential to evaluate each sandblasting gun nozzle to address inconsistencies. Non-optimal sandblasting outcomes can negatively impact subsequent processes such as coating. However, there is no established standard for the most effective nozzle shape across different materials and industrial applications. This gap may cause inconsistent results, energy inefficiency, and safety risks if operators must repeat the process. Experimental data were analyzed quantitatively using statistical techniques for sandblasting. Measurements included particle velocity at the nozzle exit, spray pattern width, coverage rate, abrasive media consumption, and processing time, all compiled into a sandblasting data table. The study, titled The Effect of Gun Nozzle Shape on Spray Quality, concludes that nozzle design variations directly influence coating thickness and abrasive efficiency. The Straight Bore nozzle produced the thickest coating but consumed the most abrasive, while the Venturi and Wide Throat nozzles demonstrated greater efficiency with thinner coatings. Among them, the Wide Throat nozzle provided superior uniformity.*

Keywords— *spray results, sandblasting, nozzle gun*



I. PENDAHULUAN

Sebagian besar studi mengenai sandblasting belum berhasil menciptakan prototipe portabel yang siap digunakan dalam kondisi lapangan. Penelitian yang menitik beratkan pada desain sering kali terhenti di tahap konseptual tanpa adanya pengujian praktis, sedangkan studi lainnya hanya berfokus pada evaluasi kinerja tanpa pendekatan desain yang terstruktur [1].

Metode *sand blasting* banyak diterapkan untuk membersihkan dan mempersiapkan permukaan logam agar memiliki sifat-sifat tertentu atau menjadi lebih halus, sehingga bahan pelapis seperti cat dapat menempel dengan baik. Proses ini memanfaatkan udara bertekanan tinggi yang dihasilkan oleh kompresor, lalu dialirkan melalui dua selang satu menuju tabung pasir, sedangkan yang lainnya mengarah ke *nozzle* di mana bahan *abrasif* disemprotkan ke permukaan material [2].

Perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur selalu memerlukan tahap finishing untuk mencapai tingkat kualitas terbaik dari produk yang mereka buat. Tahapan ini memerlukan alat yang mampu memenuhi kebutuhan utama yaitu *finishing*. Memilih mesin dan peralatan yang sesuai dapat memudahkan pekerjaan Anda, menekan biaya, dan mempercepat proses [3].

Menyalakan mesin kompresor dan menyemprot pasir bertekanan tinggi. Setelah mesin kompresor dinyalakan, pasir akan keluar dari selang secara otomatis. Sangat penting untuk memperhatikan saat memegang selang, karena tekanan yang dihasilkan sangat besar. Oleh karena itu, selang harus dipegang dengan kuat untuk mengurangi hentakan yang terjadi. Jika tidak memegang selang dengan baik, selang akan bergerak tak terkendali.

Tekanan pasir yang dikeluarkan dipengaruhi oleh panjang selang yang digunakan. Semakin pendek selang, maka semakin besar pula tekanannya. Menata arah ujung *nozzle*. Ketika menggunakan selang, pengguna harus mengarahkan ujung *nozzle* tidak terlalu dekat dan tidak terlalu jauh dari plat yang akan dibersihkan. Jika terlalu jauh, maka efek pengikisnya tidak akan bekerja dengan baik dan hasil pekerjaan dapat menjadi sia-sia [4]. Dalam praktiknya, copper slag sering digunakan hanya sekali, meskipun penelitian menunjukkan bahwa copper slag dapat dipakai kembali dengan kinerja yang cukup baik hingga beberapa kali siklus daur ulang.

Beberapa studi menunjukkan bahwa penggunaan kembali *copper slag* masih dapat menghasilkan tingkat kekasaran SA 1 asal kualitas butiran tetap memenuhi standar. Penggunaan kembali ini berpotensi menurunkan biaya operasional dan mengurangi limbah industri [5]. Pemilihan bentuk *nozzle gun* yang tepat juga berdampak pada kenyamanan operator, pengendalian debu *abrasif*, serta pengurangan kemungkinan paparan terhadap partikel berbahaya. Oleh karena itu, studi tentang dampak bentuk *nozzle gun sand blasting* terhadap hasil semprotan sangat penting tidak hanya untuk memperbaiki kualitas permukaan, tetapi juga untuk mendukung efisiensi produksi serta keselamatan di tempat kerja. praktik pemilihan material elemen pemanas air terutama tipe imersi tidak hanya menargetkan konduktivitas termal, tetapi juga mempertimbangkan ketahanan korosi, resistansi terhadap pitting/scaling, stabilitas pada temperatur sheath yang tinggi, serta umur pakai [6]. *Nozzle* merupakan katup yang berfungsi sebagai penyebar air dari pompa melalui pipa. Air menyebar dari *nozzle* dipengaruhi oleh lubang kecil yang disebut sebagai (droplet) [7]. Tujuan *sand blasting* adalah untuk menghilangkan material kontaminasi seperti karat, cat, garam, oli, dan lain-lain [8].

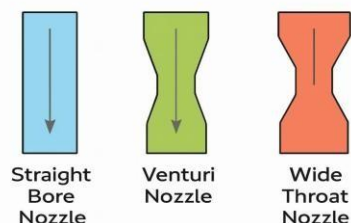
Hal-hal yang menentukan hasil *sand blasting* antara lain adalah keahlian operator, tekanan udara untuk penyemprotan, ukuran pasir yang digunakan, waktu penyemprotan, dan jarak penyemprotan [9]. Ada beberapa komponen penting dari alat *sand blasting* dari penelitian ini seperti kompresor, *sandpot*, dan *blasting room* [10].

II. METODE

2.1 Desain Penelitian

Variabel independen dalam penelitian ini adalah bentuk *sand blasting gun*, sedangkan variabel dependen meliputi tingkat kebersihan permukaan, kekasaran profil, dan volume media

abrasif yang digunakan. Data dikumpulkan melalui pengukuran langsung menggunakan alat ukur standar industri dan dianalisis secara statistik menggunakan uji ANOVA untuk mengetahui perbedaan signifikan antar kelompok perlakuan[11] Desain prototipe divisualisasikan pada Gambar 1. sebagai berikut :



Gambar 1. Bentuk *Nozzle gun sand blasting*

- straight bore nozzle* (aliran lurus untuk detail kecil),
- venturi nozzle* (menyempit lalu melebar untuk semburan lebih cepat dan luas),
- Wide throat nozzle* (jenis *nozzle* sandblasting dengan bukaan (throat) yang lebih besar, menghasilkan pola semburan lebih lebar dan meningkatkan produktivitas hingga sekitar 15% dibandingkan *nozzle* dengan bukaan kecil)

2.2 Definisi Operasional

Variabel adalah sejenis (qualities) yang menjadi fokus perhatian peneliti untuk menarik kesimpulan. Dalam studi ini, penulis menjelaskan variabel sebagai berikut:

Tabel 1. jenis variabel

Jenis Variabel	Indikator	Definisi Operasional
Variabel Bebas	Bentuk <i>nozzle</i> : <i>Straight bore</i> , <i>Venturi</i> , <i>Wide throat</i>	dikategorikan menjadi tiga tipe sesuai rancangan.
Variabel Terikat	Kekerasan permukaan material	Nilai kekerasan material setelah proses <i>sand blasting</i> , diukur dengan metode standar (misalnya <i>Vickers</i> atau <i>Rockwell</i>).
Variabel Kontrol	Tekanan udara	Dijaga konstan selama proses <i>sand blasting</i> .
	Jarak penyemprotan	Dijaga konstan untuk semua perlakuan.
	Waktu penyemprotan	Durasi <i>sand blasting</i> dijaga sama.
	Sudut semprot	Sudut antara <i>nozzle</i> dan permukaan dijaga konstan.
	Jenis material uji	Material uji yang digunakan sama untuk seluruh perlakuan.

Luas area dan kondisi permukaan (kebersihan, kekasaran awal) dijaga sama.

2.3 Prosedur penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif, dimana setiap jenis *nozzle sand blasting gun* diuji secara sistematis terhadap permukaan logam yang sama. Prosedur penelitian dirancang agar hasil yang diperoleh dapat dibandingkan secara objektif dan valid [12].

2.4 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari eksperimen akan dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode statistik *sand blasting*. Pertama, hasil pengukuran seperti Kecepatan partikel keluar nozzle, Lebar pola semprotan, Luas area semprotan per waktu, dan Konsumsi media abrasif yang digunakan, serta waktu pengerjaan dikumpulkan dalam bentuk tabel *sand blasting data*. Data ini kemudian diuji untuk memastikan kelengkapan dan konsistensi, serta dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah distribusi data memenuhi asumsi statistik *sand blasting parametrik* [13].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan

Tujuan pencarian kebutuhan *nozzle* adalah untuk mengidentifikasi *nozzle* yang paling memenuhi kebutuhan Anda. Sejumlah nilai harus diketahui terlebih dahulu. Berikut perhitungannya:

1. Ketebalan Lapisan *sand blasting* (Dry Film Thickness / DFT)

a. Data Pengukuran

Tabel 2. Hasil data Pengukuran DFT

Nozzle	Titik 5 (µm)	Titik 2 (µm)	Titik 3 (µm)	Titik 4 (µm)	Titik 5 (µm)
Nozzle 1	288	175	281	361	165
Nozzle 2	30	10	113	17	48
Nozzle 3	56	51	41	77	45

b. Rata-rata

Tabel 3. Hasil Pengukuran Rata-rata DFT

Jenis Nozzle	Titik Pengukuran (µm)	Rata-rata (µm)
Straight Bore (Nozzle1)	288, 175, 281, 361, 165	254
Venturi (Nozzle 2)	30, 10, 113, 17, 48	43.6
Wide Throat (Nozzle 3)	56, 51, 41, 77, 45	54

Berdasarkan pengukuran ketebalan lapisan kering (*Dry Film Thickness/DFT*) dari tiga tipe *nozzle sand blasting*, terlihat adanya perbedaan yang cukup jelas dalam ketebalan lapisan yang dihasilkan. *Straight Bore (Nozzle 1)* memiliki rata-rata ketebalan tertinggi, yaitu 254 μm , yang menjadikannya paling efisien dalam menciptakan lapisan tebal untuk melindungi permukaan. Namun, ada banyak variasi pada tiap titik pengukuran yang menunjukkan bahwa distribusi lapisan tidak merata. Di lain pihak, *Venturi (Nozzle 2)* menghasilkan rata-rata ketebalan terendah, yaitu 43,6 μm , dengan variasi yang besar, sehingga lapisan yang dihasilkan tipis dan tidak konsisten. Ini menunjukkan bahwa efisiensi deposisi yang rendah walaupun desain *Venturi* biasanya ditujukan untuk meningkatkan kecepatan partikel. Sementara itu, *Wide Throat (Nozzle 3)* memperoleh rata-rata ketebalan 54 μm , yang sedikit lebih tinggi dibandingkan *Venturi*, dan memiliki distribusi yang lebih stabil. Ini berarti, meskipun lapisan yang dihasilkan tipis, tingkat keseragamannya lebih baik dibanding dengan *Venturi*. Secara keseluruhan, *Straight Bore* paling unggul dalam hal ketebalan lapisan, sedangkan *Wide Throat* lebih unggul dalam hal keseragaman, dan *Venturi* kurang efektif baik dari segi ketebalan maupun konsistensi. Temuan ini menegaskan bahwa pemilihan jenis *nozzle* sangat berpengaruh terhadap hasil *sand blasting*, sehingga harus disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi, apakah lebih memprioritaskan ketebalan perlindungan atau keseragaman permukaan.

Tabel 4. Hasil data Timbangan

<i>Nozzle</i>	Massa awal (kg)	Massa akhir (kg)	Waktu (menit)	Selisih massa (kg)	Laju massa <i>abrasif</i> (kg/menit)
<i>Nozzle 1 (Straight Bore)</i>	8 kg	5.905	3	2.095	0.698
<i>Nozzle 2 (Venturi)</i>	8 kg	7.820	3	0.180	0.060
<i>Nozzle 3 (Wide Throat)</i>	8 kg	7.970	3	0.030	0.010

Langkah Perhitungan:

- 1) Hitung selisih massa *abrasif*:

$$\Delta m = m_{awal} - m_{akhir} \quad (1)$$

- *Nozzle 1*: $8.000 - 5.905 = 2.095 \text{ kg}$
- *Nozzle 2*: $8.000 - 7.820 = 0.180 \text{ kg}$
- *Nozzle 3*: $8.000 - 7.920 = 0.080 \text{ kg}$

- 2) Hitung laju massa *abrasif* per waktu:

$$m_i = \frac{\Delta m}{t} \quad (2)$$

- *Nozzle 1*: $\dot{m} = \frac{2.095}{3} = 0.698$ kg/menit
- *Nozzle 2*: $\dot{m} = \frac{0.180}{3} = 0.060$ kg/menit
- *Nozzle 3*: $\dot{m} = \frac{0.080}{3} = 0.027$ kg/menit

Berdasarkan analisis perbedaan massa *abrasif* dan laju penggunaan *abrasif* per periode waktu, dapat dikatakan bahwa *Nozzle 1 (Straight Bore)* menggunakan media dalam jumlah terbanyak, dengan selisih massa mencapai 2,095 kg dan laju 0,698 kg per menit, sehingga meskipun mampu menciptakan lapisan yang tebal, penggunaannya tergolong boros. Di sisi lain, *Nozzle 2 (Venturi)* hanya membutuhkan 0,180 kg dengan laju 0,060 kg per menit, yang menunjukkan bahwa ia sangat efisien dalam pemakaian *abrasif* meskipun menghasilkan lapisan yang tipis dan kurang konsisten. Sementara itu, *Nozzle 3 (Wide Throat)* merupakan pilihan yang paling menghemat dengan penggunaan sebanyak 0,080 kg dan laju 0,027 kg per menit, serta menghasilkan lapisan yang tipis namun lebih merata. Secara keseluruhan, variasi bentuk *nozzle* memiliki dampak semprotan terhadap penggunaan *abrasif* dan ketebalan lapisan, sehingga pemilihan jenis *nozzle* perlu disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi, apakah lebih fokus pada ketebalan perlindungan atau efisiensi dalam penggunaan media.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian berjudul pengaruh bentuk *nozzle Gun* terhadap hasil Kualitas Semprotan adalah bahwa variasi desain *nozzle* secara langsung mempengaruhi ketebalan lapisan serta efisiensi penggunaan *abrasif*. Dengan demikian, tujuan penelitian yang ingin menggali hubungan antara desain *nozzle* dan mutu hasil *sand blasting* telah tercapai. *Straight Bore* menghasilkan lapisan paling tebal, namun memiliki konsumsi *abrasif* yang tinggi, sementara *Venturi* dan *Wide Throat* lebih efisien dalam penggunaan *abrasif* dengan ketebalan lapisan yang lebih rendah, di mana *Wide Throat* menunjukkan tingkat keseragaman yang lebih baik. Hal ini menegaskan bahwa pemilihan desain *nozzle* dapat digunakan sebagai strategi untuk mengoptimalkan kualitas permukaan dan juga meningkatkan efisiensi proses *sand blasting*. Rekomendasi yang bisa diberikan adalah agar industri memanfaatkan temuan penelitian ini sebagai acuan dalam menetapkan standar operasional sandblasting yang lebih efisien dalam penggunaan media, ramah lingkungan, serta tetap memenuhi kebutuhan kualitas teknis yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Miturska-Barańska, A. Rudawska, and E. Doluk, "The influence of sandblasting process parameters of aerospace aluminium alloy sheets on adhesive joints strength," *Materials (Basel)*, vol. 14, no. 21, 2021, doi: 10.3390/ma14216626.
- [2] M. I. U. 'Ilmi, F. Y. Utama, W. Warju, and D. Wulandari, "Analisis Proses Sandblasting Permukaan Logam dengan Pasir Silika dan Udara Bertekanan 6 bar," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 03, pp. 424–429, 2024, doi: 10.26740/jrm.v9i03.66045.
- [3] A. Z. Fikri and M. Basuki, "Analisis Teknis Dan Ekonomis Proses Sandblasting Pada Pekerjaan Bangunan Kapal Baru Di Pt.Pal Indonesia (Persero)," *J. Sumberd. Bumi Berkelanjutan*, vol. 1, no. 1, pp. 238–246, 2022, doi: 10.31284/j.semitan.2022.3255.
- [4] J. Ilmiah and W. Pendidikan, "1 , 2 , 3," vol. 8, no. September, pp. 264–275, 2022, doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7049222> p-ISSN:

- [5] V. Issue, S. S. L. Kerans, and E. P. Putri, "JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Perbandingan Produktivitas Blasting Menggunakan Copper Slag Baru , 1 & 2 Pada Permukaan Kapal dengan Preparation Spot Sweep Menggunakan Metode ANOVA," vol. 9, no. 1, pp. 0–6, 2026, doi: 10.31004/jutin.v9i1.52471.
- [6] M. B. Satrio and A. Akbar, "Analisis Remaining Life Assessment Coating pada Continuous Nozzle Menggunakan Standar ASTM D7091 dan Metode Perhitungan API 581," pp. 1–6, doi: <https://doi.org/10.21070/ups.10443>.
- [7] F. M. Saputra and K. Nadliroh, "Rancang Bangun Mesin Pencuci Buah Nanas Dengan Sistem Sprayer Pada Pembuatan Selai Nanas Kapasitas 2,5kg/Jam," *Inotek*, vol. 7, pp. 1068–1075, 2023, doi: <https://doi.org/10.29407/inotek.v7i3.3538>.
- [8] W. Santoso and U. M. Amni, "KEBAKARAN SESUAI INTERNATIONAL SAFETY MANAGEMENT (ISM) CODE dari tempat tolak (Pelabuhan keberangkatan) menuju tempat tiba (Pelabuhan kedatangan) disebut sebagai pelaksanaan International Safety Management (ISM) Code . oleh International Maritime ," vol. 25, no. September, pp. 29–39, 2024, doi: 10.33556/jstm.
- [9] Q. Nurlaila and M. D. Wahyudin, "Peningkatan Produktivitas Mesin Sanblasting Dengan Mengubah Setting Parameter Pada Mesin," *Sigma Tek.*, vol. 4, no. 1, pp. 115–123, 2021, doi: 10.33373/sigmateknika.v4i1.3053.
- [10] F. A. Pambudi, V. Naubnome, and N. Fauzi, "Rancang Bangun Alat Sandblasting Sebagai Pembersih Kotoran Pada Permukaan Logam," *Din. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 12, no. 2, p. 65, 2021, doi: 10.33772/djitm.v12i2.17832.