



Pengaruh Variasi Jarak Penyemprotan di dalam *Spray booth* terhadap Ketebalan Lapisan Cat pada Bodi Kendaraan

Effect of Spraying Distance Variation in a Spray booth on Paint Coating Thickness of Vehicle Body Panels

Sandhy Rhana Rhandika^{1*}, Donny Fernandez¹, Muslim¹, Iffarial Nanda¹

Abstrak

Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi jarak penyemprotan terhadap ketebalan lapisan cat pada *body* kendaraan di dalam *spray booth*. Metode yang digunakan adalah eksperimen kuantitatif dengan pendekatan *quasi-experimental* deskriptif pada pelat baja yang dicat Penta Super Gloss NC Metallic. *Spray gun* gravitasi dioperasikan pada tekanan konstan 2,8 bar dengan jarak penyemprotan 10, 15, 20, 25, dan 30 cm. Setelah pengeringan oven pada 60 °C selama 20 menit, ketebalan lapisan cat warna diukur menggunakan *coating thickness gauge* pada tiga titik untuk setiap jarak. Hasil menunjukkan tren penurunan ketebalan rata-rata dari 64,33 μm pada jarak 10 cm menjadi 47,20-48,50 μm pada jarak 25-30 cm, yang paling mendekati standar industri sekitar 50 μm dan menghasilkan permukaan yang lebih halus serta merata. Temuan ini menegaskan pentingnya pengaturan jarak penyemprotan di dalam *spray booth* sebagai parameter utama untuk mengendalikan ketebalan lapisan cat.

Kata Kunci

jarak penyemprotan; *spray booth*; ketebalan lapisan cat; *body* kendaraan; *coating thickness gauge*.

Abstract

This study investigates the effect of spraying distance using a spray gun on coating thickness on vehicle body panels inside a spray booth. A quantitative quasi-experimental method was applied on steel plates coated with Penta Super Gloss NC Metallic paint. A gravity spray gun was operated at a constant pressure of 2.8 bar with spraying distances of 10, 15, 20, 25, and 30 cm. After oven drying at 60 °C for 20 min, the coating thickness of the color layer was measured using a coating thickness gauge at three points for each distance. The results show a decreasing trend in average coating thickness from 64.33 μm at 10 cm to 47.20–48.50 μm at 25–30 cm, which is closest to the 50 μm automotive standard and produces smoother, more uniform surfaces on the vehicle body. These findings highlight spraying distance as a key controllable parameter for achieving target coating thickness in spray booth applications.

Keywords

Spraying distance; spray booth; coating thickness; vehicle body; coating thickness gauge.

¹ Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang Sumatera Barat, Indonesia

* sandirr454@gmail.com

Dikirimkan: 28 Oktober 2025. Diterima: 23 November 2025. Diterbitkan: 15 Desember 2025.



PENDAHULUAN

Industri otomotif merupakan salah satu sektor manufaktur yang berkembang pesat dan berperan penting dalam memenuhi kebutuhan transportasi masyarakat modern. Salah satu aspek yang sangat berpengaruh terhadap kualitas suatu kendaraan adalah kualitas pengecatan bodi, karena pengecatan tidak hanya memberikan tampilan visual yang menarik, tetapi juga berfungsi sebagai pelindung dari kerusakan akibat pengaruh lingkungan seperti korosi, goresan, paparan sinar UV, dan kondisi lingkungan lainnya. Kualitas hasil pengecatan ditentukan oleh berbagai faktor, antara lain jenis bahan yang digunakan, viskositas cat, jarak pengecatan, temperatur pengeringan, serta keahlian operator dalam mengaplikasikan cat [1].

Jarak antara *spray gun* dan permukaan benda kerja adalah komponen penting dalam proses pengecatan. Karena jarak pengecatan, sebaran *partikel* cat, ketebalan lapisan, kelekatan (*adhesion*), dan kekilapan permukaan dipengaruhi. Jika jarak penyemprotan terlalu dekat, cat cenderung menumpuk, membentuk lapisan yang terlalu tebal dan berpotensi meleleh. Sebaliknya, jika jarak penyemprotan terlalu jauh, sebagian *partikel* cat terbuang ke udara, menyebabkan lapisan tipis dan tidak merata [2]. Ketebalan cat yang tidak seragam dapat menyebabkan permukaan yang tidak rata, yang merupakan salah satu jenis kegagalan pengecatan dan menurunkan nilai estetika. Ketidakkonsistenan jarak penyemprotan juga memengaruhi ketidakseragaman ketebalan lapisan cat.

Jenis cat yang digunakan dan spesifikasi sistem pengecatan menentukan ketebalan lapisan. Ketebalan lapisan ideal untuk cat Penta Super Gloss NC Metallic dalam penelitian ini adalah sekitar 30 μm , dengan rentang temperatur pengeringan antara 60 dan 80 $^{\circ}\text{C}$. Pengukur ketebalan lapisan cat digunakan sebagai alat ukur non-destruktif. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa ketebalan yang diukur antara 80 dan 120 μm pada pengecatan *spray gun* dengan jarak 10 hingga 25 cm pada plat logam [3]. Studi ini menggunakan cat Penta Super Gloss NC Metallic yang terbuat dari resin nitroselulosa dan alkid, menggunakan *spray booth*, dan menggunakan jarak penyemprotan yang berbeda (10, 15, 20, 25, dan 30 cm).

Dalam industri manufaktur, pengecatan dapat dilakukan baik di ruang terbuka maupun di dalam *spray booth*. Penggunaan *spray booth* memungkinkan kontrol temperatur, kelembapan, kebersihan, dan aliran udara yang lebih baik, yang menghasilkan lapisan cat yang lebih baik [4]. **Gambar 1** menunjukkan pengukuran variasi jarak antara pistol penyemprotan dan permukaan benda kerja. Pada praktiknya, jarak ini memiliki dampak yang signifikan terhadap hasil pengecatan. Jika *spray gun* dipegang terlalu dekat dengan permukaan, jumlah cat yang terdeposisi per satuan luas menjadi berlebih, menghasilkan lapisan yang tebal dan berpotensi meleleh. Sebaliknya, jika gunting dipegang terlalu jauh dari permukaan, volume cat yang sampai ke permukaan berkurang, menghasilkan lapisan tipis dan kasar. Jarak penyemprotan yang disarankan secara umum adalah antara 15 dan 20 cm; untuk *lacquer acrylic*, jarak ini kira-kira 10 hingga 20 cm, dan untuk *enamel*, kira-kira 15 hingga 25 cm [5]. **Gambar 1** mengilustrasikan jarak pengecatan ideal.



Gambar 1. Mengukur Variasi Jarak

Salah satu faktor penting yang menentukan kualitas akhir proses pengecatan pada permukaan logam adalah ketebalan lapisan cat. Ketebalan yang terlalu tipis membuat cat tidak dapat melindungi permukaan logam dari kerusakan yang disebabkan oleh gesekan, oksidasi, paparan sinar matahari ultraviolet, dan zat kimia. Sebaliknya, ketebalan yang berlebihan dapat menyebabkan cacat seperti retakan (*cracking*), kulit jeruk (*orange peel*), pengelupasan (*peeling*), dan penurunan daya lekat terhadap *substrat* [6].

Untuk mengetahui ketebalan lapisan cat secara non-destruktif, biasanya digunakan pengukur ketebalan lapisan. Dalam penelitian ini, perbedaan jarak penyemprotan *spray gun* pada plat logam di dalam *spray booth* digunakan untuk mengukur bagaimana jarak berdampak pada ketebalan lapisan cat yang dihasilkan [7]. Secara konseptual, penelitian dimulai dengan menyiapkan alat dan bahan, membersihkan permukaan, menerapkan cat warna menggunakan *spray gun* dengan jarak 10, 15, 20, 25, dan 30 cm. Kemudian, untuk setiap sampel, proses pengeringan dilakukan selama 20 menit pada suhu 60 °C. Setelah pengecatan dan pengeringan selesai, pemeriksaan awal dilakukan secara visual. Jika hasil pengecatan dinilai baik secara konvensional, pemeriksaan berikutnya dilakukan dengan mengukur ketebalan lapisan cat menggunakan pengukur ketebalan lapisan. Selanjutnya, data ketebalan yang terkumpul dipelajari untuk mengetahui bagaimana perbedaan jarak penyemprotan berdampak pada ketebalan lapisan cat [8].

Diharapkan penelitian ini akan memberikan informasi yang bermanfaat tentang jarak penyemprotan yang ideal untuk menghasilkan ketebalan lapisan cat yang sesuai dengan spesifikasi. Selain itu, penelitian ini juga akan memberikan rekomendasi untuk parameter pengecatan yang lebih efisien dan dapat diukur untuk induksi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen kuantitatif dengan metode *quasi experiment* dan pendekatan deskriptif kuantitatif. Metode *quasi experiment* dipilih karena memungkinkan peneliti mengamati pengaruh variasi jarak penyemprotan tanpa harus melakukan randomisasi penuh pada sampel, sehingga lebih fleksibel untuk kondisi laboratorium dan fasilitas praktik yang terbatas [9]. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jarak penyemprotan *spray gun* (10, 15, 20, 25, dan 30 cm), sedangkan variabel terikatnya adalah ketebalan lapisan cat pada *part body* kendaraan. Penelitian difokuskan untuk memperoleh ketebalan lapisan cat yang mendekati standar industri otomotif, yaitu sekitar 50 μm , melalui pengaturan jarak penyemprotan di dalam *spray booth*.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan mengukur ketebalan lapisan cat hasil penyemprotan pada setiap variasi jarak 10, 15, 20, 25, dan 30 cm, masing-masing sebanyak tiga kali pengujian. Data utama yang dikumpulkan berupa nilai ketebalan lapisan cat dalam satuan mikrometer (μm) yang diperoleh menggunakan *coating thickness gauge*, sedangkan data pendukung meliputi dokumentasi foto permukaan cat dan pencatatan kondisi proses pengecatan (pengaturan jarak, pola gerak, dan kondisi ruang *spray booth*) [10].

Pada tahap persiapan, plat logam berukuran 300×250 mm dibersihkan menggunakan amplas halus untuk menghilangkan kotoran, karat, dan kontaminan permukaan, kemudian setiap plat diberi kode sesuai variasi jarak penyemprotan, misalnya P1-10 untuk pengujian pertama dengan jarak 10 cm. Setelah seluruh alat dan bahan siap, pengecatan dilakukan menggunakan *spray gun* gravitasi di dalam *spray booth* sesuai jarak yang telah ditetapkan [11]. Untuk menjaga konsistensi jarak dan gerakan selama penyemprotan, digunakan *trainer* atau alat bantu pengarah sehingga posisi *spray gun*, kecepatan ayun, dan sudut penyemprotan tetap konstan pada setiap sampel.

Setelah proses penyemprotan cat warna, sampel dikeringkan pada kondisi yang sama di dalam *spray booth* dan kemudian dalam oven pengecatan pada temperatur 60°C selama 20 menit sesuai standar pengeringan cat Penta Super Gloss NC Metallic. Setelah pengeringan, permukaan cat diperiksa secara visual untuk mengidentifikasi adanya cacat permukaan seperti kulit jeruk (*orange peel*), cat menetes (*runs*), lubang kecil (*pinholes*), atau retakan (*cracking*). Dokumentasi foto diambil untuk setiap sampel, baik tampilan keseluruhan maupun *close-up* pada area pengukuran, sehingga kondisi permukaan dapat dianalisis kembali pada tahap evaluasi data [12]. Sampel dengan cacat berat dapat dikeluarkan dari analisis kuantitatif, sedangkan sampel dengan hasil pengecatan baik dilanjutkan ke tahap pengukuran ketebalan.

Pengukuran ketebalan lapisan cat dilakukan menggunakan *coating thickness gauge* pada beberapa titik pengukuran di setiap sampel. Nilai ketebalan yang diperoleh dari setiap titik dicatat dalam satuan μm , kemudian diolah untuk mendapatkan nilai rata-rata ketebalan lapisan cat untuk masing-masing variasi jarak penyemprotan. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan cara: (1) mengolah data hasil pengukuran ketebalan lapisan cat untuk setiap sampel dan setiap variasi jarak penyemprotan, dan (2) menghitung nilai rata-rata (mean) ketebalan lapisan cat untuk setiap jarak berdasarkan data pengukuran setelah proses pengeringan pada temperatur 60°C selama 20 menit. Hasil analisis ini selanjutnya digunakan untuk membandingkan ketebalan lapisan cat pada berbagai variasi jarak penyemprotan dan menentukan jarak penyemprotan yang paling mendekati ketebalan ideal sesuai standar industri otomotif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi jarak penyemprotan di dalam *spray booth* terhadap ketebalan lapisan cat pada *part body* kendaraan. Pengecatan dilakukan pada pelat logam ferrous tebal 1 mm menggunakan cat dasar Danagloss NC Primer 545-1020 Grey dan cat warna Penta Super Gloss NC Metallic 5461-09345 (Merah Mazda CX-5), dengan campuran cat:thinner PU F7 BC40 sebesar 1:1. Penyemprotan dilakukan memakai *spray gun* Auarita K350 LVMP kapasitas 250 ml, diameter nozzle 0,8 mm, tekanan kerja 2,8 bar (40 psi), kecepatan gerak 1 m/detik, *overlapping* 50%, dan sudut penyemprotan tegak lurus 90° . Setelah pengecatan, sampel dikeringkan dalam *spray booth* ($\pm 25^\circ\text{C}$) dan oven curing pada 60°C selama 20 menit, kemudian ketebalan lapisan cat warna diukur dengan *coating thickness gauge* pada tiga titik untuk setiap variasi jarak penyemprotan.

Tabel 1 menyajikan hasil pengukuran ketebalan lapisan cat untuk setiap jarak penyemprotan.

Tabel 1. Hasil rata-rata ketebalan lapisan cat

Jarak Penyemprotan (cm)	Tekanan (Psi)	Pengujian 1 (μm)	Pengujian 2 (μm)	Pengujian 3 (μm)	Rata-Rata (μm)
10	40	61.1	69.2	62.7	64.33
15	40	63.7	55.9	60.1	59.90
20	40	59.1	60.2	53.7	57.67
25	40	48.8	49.0	43.8	47.20
30	40	48.4	49.6	47.5	48.50

Berdasarkan **Tabel 1**, terlihat bahwa jarak penyemprotan 10 cm menghasilkan ketebalan rata-rata tertinggi, yaitu 64,33 μm . Ketebalan rata-rata menurun pada jarak 15 cm dan 20 cm masing-masing menjadi 59,90 μm dan 57,67 μm . Pada jarak 25 cm dan 30 cm, ketebalan rata-rata berada pada kisaran 47,20–48,50 μm . Secara umum, peningkatan jarak penyemprotan dari 10 cm hingga 25–30 cm diikuti oleh penurunan ketebalan rata-rata lapisan cat menuju kisaran mendekati 50 μm yang direncanakan sebagai ketebalan target.

Perhitungan nilai rata-rata ketebalan untuk setiap variasi jarak dilakukan dengan menjumlahkan tiga hasil pengukuran kemudian dibagi tiga. Proses perhitungan tersebut dirangkum pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Perhitungan rata-rata ketebalan lapisan cat

Jarak (cm)	Perhitungan Rata-rata (μm)	Hasil (μm)
10	$(61.1 + 69.2 + 62.7) / 3$	64.33
15	$(63.7 + 55.9 + 60.1) / 3$	59.90
20	$(59.1 + 60.2 + 53.7) / 3$	57.67
25	$(48.8 + 49.0 + 43.8) / 3$	47.20
30	$(48.4 + 49.6 + 47.5) / 3$	48.50

Dengan demikian, data pada **Tabel 1** dan **Tabel 2** menunjukkan bahwa variasi jarak penyemprotan *spray gun* menghasilkan perbedaan ketebalan lapisan cat, dan memberikan gambaran awal mengenai rentang jarak yang menghasilkan ketebalan lapisan mendekati nilai yang ditargetkan. Pembahasan lebih lanjut mengenai makna hasil ini diuraikan pada bagian berikutnya.

Pembahasan

Hasil pengukuran pada **Tabel 1** dan **Tabel 2** serta visualisasi pada **Gambar 2** menunjukkan hubungan yang jelas antara jarak penyemprotan dan ketebalan lapisan cat. Ketika jarak penyemprotan pendek (10–20 cm), ketebalan rata-rata lapisan cat relatif tinggi, yaitu 64,33 μm pada 10 cm; 59,90 μm pada 15 cm; dan 57,67 μm pada 20 cm. Seiring peningkatan jarak menjadi 25–30 cm, ketebalan rata-rata menurun ke kisaran 47,20–48,50 μm . Pola menurun yang hampir linier pada **Gambar 2** mengindikasikan bahwa bertambahnya jarak penyemprotan mengurangi jumlah *partikel* cat yang terdeposisi per satuan luas, sehingga lapisan yang terbentuk menjadi lebih tipis dan mendekati ketebalan target sekitar 50 μm .

Secara teoritis, fenomena ini dapat dijelaskan melalui dinamika semprotan cat. Pada jarak penyemprotan yang terlalu dekat, debit cat per satuan area tinggi sehingga lapisan cenderung terlalu tebal, berpotensi menimbulkan cacat seperti *sagging*, *runs*, dan *orange peel* [11]. Pada penelitian sebelumnya menyatakan bahwa kondisi penyemprotan, termasuk cara dan jarak semprot, mengubah distribusi ketebalan dan kilap lapisan *water-soluble metallic base coat* [13]. Penelitian Ajiban dkk. menunjukkan bahwa jarak nozzle dan tekanan udara berpengaruh

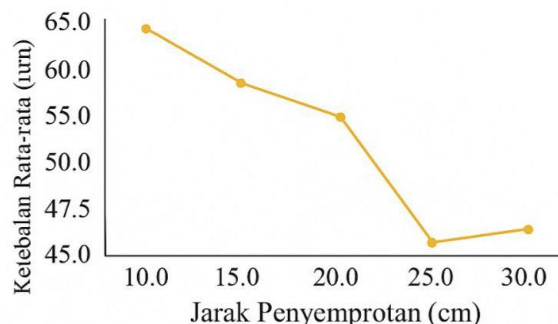
signifikan terhadap ketebalan dan kekilapan lapisan cat; kombinasi jarak lebih pendek menghasilkan ketebalan tertinggi namun tidak selalu memberikan kualitas permukaan terbaik [13]. Dengan demikian, nilai ketebalan 64,33 μm pada jarak 10 cm dalam penelitian ini dapat dipahami sebagai konsekuensi dari akumulasi cat yang berlebih di permukaan, bukan sebagai kondisi yang paling optimal.

Sebaliknya, pada jarak penyemprotan 25–30 cm, ketebalan rata-rata lapisan cat berada pada rentang 47,20–48,50 μm , yang paling dekat dengan standar ketebalan lapisan cat kendaraan sekitar 50 μm . Secara visual, pada jarak ini permukaan cat dilaporkan lebih halus, mengilap, dan bebas dari cacat signifikan, sehingga mengindikasikan bahwa kombinasi jumlah cat yang terdeposisi dan kemampuan *leveling* lapisan berada pada kondisi seimbang. Ketebalan yang tidak terlalu tebal dan tidak terlalu tipis memungkinkan lapisan berfungsi optimal sebagai pelindung terhadap korosi sekaligus menjaga kualitas estetika permukaan [11]. Dengan kata lain, zona jarak 25–30 cm dapat dipandang sebagai *operating window* yang paling mendekati kondisi optimum bagi sistem cat dan parameter proses yang digunakan pada penelitian ini.

Pemilihan *spray booth* sebagai ruang pengecatan turut berkontribusi terhadap konsistensi ketebalan dan kualitas lapisan yang diperoleh. Studi Nauval dkk. membandingkan hasil pengecatan di ruang terbuka dan *spray booth* dan menemukan bahwa pengecatan di dalam *spray booth* menghasilkan kualitas permukaan yang lebih baik karena kondisi suhu, kelembapan, dan kebersihan udara dapat dikontrol, sehingga cacat akibat debu dan gangguan lingkungan berkurang [7]. Kondisi serupa diterapkan dalam penelitian ini, di mana *spray booth* baru di Workshop Pengecatan Departemen Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang dimanfaatkan untuk menjaga kestabilan temperatur ruangan, mengontrol aliran udara, dan meminimalkan kontaminasi partikel. Hal ini menjelaskan mengapa variasi ketebalan lebih banyak disumbang oleh perubahan jarak penyemprotan daripada fluktuasi lingkungan, sehingga pengaruh jarak dapat diamati secara lebih jelas.

Dari sisi pengukuran, penggunaan *coating thickness gauge* sebagai alat ukur non-destruktif sejalan dengan praktik terbaik dalam karakterisasi ketebalan lapisan pelindung. Giurlani dkk. menegaskan bahwa ketebalan lapisan merupakan parameter kritis yang menentukan fungsi protektif dan performa lapisan, sehingga pemilihan metode pengukuran ketebalan yang akurat baik destruktif maupun non-destruktif menjadi sangat penting dalam riset dan aplikasi coating [4]. Penggunaan *coating thickness gauge* pada penelitian ini memungkinkan pengukuran langsung pada pelat logam tanpa merusak lapisan cat, sehingga ketebalan aktual setelah proses pengeringan dapat dinilai secara representatif dan dibandingkan antar variasi jarak penyemprotan.

Secara praktis, hasil penelitian ini memiliki beberapa implikasi penting bagi praktik pengecatan di industri otomotif maupun lingkungan pendidikan vokasi. Pertama, data pada Tabel 1 dan Tabel 2 serta Gambar 2 menunjukkan bahwa jarak penyemprotan yang terlalu dekat (10–15 cm) cenderung menghasilkan lapisan yang terlalu tebal dan berpotensi menimbulkan cacat permukaan, sementara jarak sekitar 25–30 cm memberikan ketebalan yang paling mendekati standar dan kualitas visual yang lebih baik. Hal ini konsisten dengan pedoman praktik pengecatan yang merekomendasikan rentang jarak penyemprotan tertentu untuk menjaga keseimbangan antara ketebalan, kekilapan, dan daya lekat lapisan [11]. Kedua, temuan ini dapat dijadikan acuan untuk penyusunan SOP pengecatan di bengkel latihan maupun industri kecil, khususnya ketika menggunakan cat Penta Super Gloss NC Metallic dengan konfigurasi *spray gun* dan kondisi pengeringan yang sejenis.



Gambar 2. Grafik Jarak Penyemprotan dan Ketebalan

Meskipun demikian, penelitian ini masih bersifat deskriptif dan belum menerapkan analisis statistik inferensial seperti uji t atau ANOVA untuk menguji signifikansi perbedaan ketebalan antar jarak penyemprotan [12][14][15]. Selain itu, variabel proses lain seperti variasi tekanan udara, pola semprot, jumlah lapisan (coat), dan kondisi pengeringan tidak dieksplorasi secara sistematis. Studi lanjutan dapat mengintegrasikan lebih banyak variabel proses serta mengombinasikan respon kualitas lain misalnya kekilapan, daya lekat, dan ketahanan korosi sehingga diperoleh model optimasi parameter pengecatan yang lebih komprehensif seperti yang dilakukan pada penelitian pengecatan lain di bidang otomotif [2][3][5][10]. Dengan pendekatan tersebut, jarak penyemprotan 25–30 cm yang diidentifikasi dalam penelitian ini dapat dikonfirmasi dan disempurnakan sebagai bagian dari kombinasi parameter proses pengecatan yang paling efektif dan efisien.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil eksperimen variasi jarak penyemprotan 10, 15, 20, 25, dan 30 cm di dalam *spray booth* dengan cat Penta Super Gloss NC Metallic, dapat disimpulkan bahwa jarak penyemprotan berpengaruh nyata terhadap kecenderungan ketebalan lapisan cat dan kualitas permukaan. Data pada Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa jarak 10–20 cm menghasilkan ketebalan rata-rata relatif tinggi (64,33–57,67 μm) dan berpotensi menimbulkan lapisan terlalu tebal, sedangkan jarak 25–30 cm menghasilkan ketebalan rata-rata 47,20–48,50 μm yang paling mendekati standar industri sekitar 50 μm dan secara visual memberikan lapisan yang lebih halus, merata, dan bebas cacat utama. Dengan konfigurasi tekanan, jenis cat, dan kondisi pengeringan yang digunakan, jarak penyemprotan sekitar 25–30 cm dapat dinyatakan sebagai rentang paling ideal untuk memperoleh ketebalan lapisan cat yang sesuai spesifikasi dan mendukung performa protektif maupun estetika pengecatan bodi kendaraan.

Saran

Berdasarkan temuan tersebut, disarankan agar bengkel otomotif dan lingkungan pendidikan vokasi yang menggunakan sistem cat dan peralatan serupa menetapkan jarak penyemprotan 25–30 cm sebagai acuan awal dalam SOP pengecatan di *spray booth*, dengan tetap menjaga tekanan udara, pola gerak *spray gun*, dan kondisi pengeringan agar konsisten. Penelitian lanjutan perlu dilakukan dengan menambah jumlah sampel dan memasukkan analisis statistik inferensial, serta mengkaji pengaruh variabel proses lain seperti variasi tekanan udara, jumlah lapisan, jenis cat dan thinner, serta respon kualitas tambahan (kekilapan, daya lekat, dan ketahanan korosi), sehingga dapat dirumuskan kombinasi parameter pengecatan yang lebih komprehensif dan dapat digeneralisasi ke berbagai kondisi aplikasi.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] S. Argana, *Pengecatan Body Kendaraan X1.1*. Jakarta, Indonesia: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013.
- [2] I. Gun and M. G. S., "Pengaruh tekanan udara dan jarak nozzle terhadap kualitas pengecatan water-based menggunakan pistol semprot gravitasi," *Asimetri: Jurnal Ilmiah Rekayasa Inovasi*, vol. 6, no. 1, pp. 19–28, 2024, doi: 10.35814/asiimetrik.v6i1.5187.
- [3] F. Demmatacco, "Pengaruh variasi metode drying proses terhadap kualitas hasil pengecatan bodi kendaraan bermotor," *Jurnal Mechanical Engineering (JME)*, vol. 2, no. 1, pp. 33–40, 2024.
- [4] W. Giurlani, E. Berretti, M. Innocenti, and A. Lavacchi, "Measuring the thickness of metal coatings: A review of the methods," *Coatings*, vol. 10, no. 12, Art. no. 1211, 2020, doi: 10.3390/coatings10121211.
- [5] W. Lee and H. M. Cho, "Changes in thickness and gloss of dry films according to spray methods of water-soluble metallic base coat," *Int. J. Mech. Eng. Robot. Res.*, vol. 12, no. 6, pp. 396–400, 2023, doi: 10.18178/ijmerr.12.6.396-400.
- [6] J. Mackiewicz, *Writing Center Talk over Time: A Mixed-Method Study*. New York, NY, USA: Routledge, 2018, doi: 10.4324/9780429469237.
- [7] R. Nauval, D. Fernandez, H. D. Saputra, and M. Y. Setiawan, "Analisis perbandingan hasil pengecatan pada ruangan terbuka dan dalam ruangan (*spray booth*)," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 3, no. 2, pp. 657–668, Feb. 2025, doi: 10.24036/jtpvi.v3i2.262.
- [8] M. A. Quiñones-Salinas and R. D. Mercado-Solís, "Comparative study of three methods for measuring thickness of PVD hard coatings," *Int. J. Surf. Sci. Eng.*, vol. 9, no. 6, pp. 493–509, 2015, doi: 10.1504/IJSURFSE.2015.072831.
- [9] M. Sugiyono, "Pengaruh penerapan mind mapping terhadap hasil belajar siswa kelas IV SD," undergraduate thesis, pp. 37–49, 2019.
- [10] A. N. Sonjaya, K. Hervito, and T. Atmoko, "Aplikasi disain komposit pusat pada proses pengecatan mobil bekas," *Jurnal Teknologi*, vol. 8, no. 2, pp. 143–156, Jun. 2021, doi: 10.31479/jtek.v8i2.71.
- [11] PPG Automotive Refinish, *Identifying Common Paint Defects: A Guide to Identifying and Solving Common Paint Defects*, 2019. Accessed: Dec. 1, 2025.
- [12] A. Asrin, "Metode penelitian eksperimen," *Maqasiduna: Journal of Education, Humanities, and Social Sciences*, vol. 2, no. 1, pp. 21–29, 2022, doi: 10.59174/mqs.v2i01.24.
- [13] M. H. Ajiban, H. Arizal, R. S. Hidayatullah, and F. Y. Utama, "The Effect of Air Pressure and Nozzle Distance on the Quality of Water-Based Painting Using a Gravity-Feed *Spray gun*," *Jurnal Asimetri: Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Inovasi*, vol. 6, no. 1, pp. 19–28, Jan. 2024. [Online]. Available: <http://journal.univpancasila.ac.id/index.php/asiimetrik/>
- [14] M. F. Arib, M. S. Rahayu, R. A. Sidorj, and M. W. Afgani, "Experimental research dalam penelitian pendidikan," *Innovative: Journal of Social Science Research*, vol. 4, no. 1, pp. 5497–5511, 2024.
- [15] A. D. Putri, A. Ahman, R. S. Hilmia, S. Almaliyah, and S. Permana, "Pengaplikasian uji t dalam penelitian eksperimen," *J. Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, vol. 4, no. 3, pp. 1978–1987, 2023, doi: 10.46306/lb.v4i3.527.