

Pengaruh Tekanan dan Jarak Penyemprotan *Nozzle* Terhadap Lapisan *Soft Primer* Baja AH 36

^{1*} Mohamad Luis Sanjaya, ²Fatkur Rhohman

^{1,2} Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: *¹mohamadluissanjaya@gmail.com, ²fatkurrohman@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens :Mohamad Luis Sanjaya

Abstrak— *Soft primer* merupakan lapisan pelindung sementara pada baja yang berfungsi mencegah korosi selama proses fabrikasi. Ketebalan lapisan dipengaruhi oleh tekanan dan jarak penyemprotan *nozzle*. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh tekanan, jarak penyemprotan, dan interaksi keduanya terhadap ketebalan lapisan *soft primer* pada baja AH36. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan rancangan faktorial 3×3, meliputi variasi tekanan 1, 2, dan 3 bar serta jarak penyemprotan 20, 30, dan 40 cm, dengan lima kali pengulangan pada setiap perlakuan (45 spesimen), data dianalisis menggunakan ANOVA. Hasil menunjukkan bahwa tekanan, jarak penyemprotan, dan interaksi keduanya berpengaruh signifikan terhadap ketebalan lapisan ($p < 0,05$). Ketebalan tertinggi diperoleh pada tekanan 3 bar dan jarak 20 cm sebesar 47,22 μm , sedangkan ketebalan terendah pada tekanan 1 bar dan jarak 40 cm sebesar 15,61 μm . Kombinasi tekanan 2 bar dan jarak 30 cm menghasilkan ketebalan 24,60 μm yang paling mendekati standar *Interplate*® 317 sehingga direkomendasikan sebagai parameter aplikasi optimal.

Kata Kunci— tekanan penyemprotan, jarak *nozzle*, *soft primer*, ketebalan lapisan, baja AH36.

Abstract— *Soft primer* is a temporary protective layer on steel that functions to prevent corrosion during the fabrication process. The thickness of the coating is affected by the pressure and spraying distance of the nozzle. This study aims to analyze the effect of pressure, spraying distance, and the interaction of the two on the thickness of the primary soft layer in AH36 steel. The method used was an experiment with a 3×3 factorial design, covering pressure variations of 1, 2, and 3 bars and spraying distances of 20, 30, and 40 cm, with five repetitions in each treatment (45 specimens). Data were analyzed using ANOVA. The results showed that pressure, spraying distance, and interaction had a significant effect on layer thickness ($p < 0.05$). The highest thickness was obtained at a pressure of 3 bar and a distance of 20 cm of 47.22 μm , while the lowest thickness at a pressure of 1 bar and a distance of 40 cm was of 15.61 μm . The combination of 2 bar pressure and 30 cm spacing results in a thickness of 24.60 μm that is closest to the *Interplate*® 317 standard and is therefore recommended as an optimal application parameter.

Keywords— spraying pressure, nozzle distance, soft primer, coating thickness, AH36 steel.

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Baja AH36 banyak dimanfaatkan dalam industri perkapalan, khususnya pada konstruksi lambung kapal dan berbagai struktur lepas pantai, karena memiliki keseimbangan yang baik antara kekuatan mekanik, ketangguhan material, serta kemudahan dalam proses pengelasan. Meskipun demikian, material ini rentan mengalami korosi ketika beroperasi di lingkungan laut yang mengandung kadar *ion* klorida tinggi. Paparan kondisi tersebut dapat mempercepat degradasi permukaan baja sehingga berpotensi menurunkan kinerja dan keandalan struktur serta meningkatkan kebutuhan dan biaya perawatan [1]. *Soft primer* digunakan sebagai pelapis sementara pada material kapal guna mengurangi risiko korosi selama tahapan produksi, penyimpanan, dan perakitan struktur [2]. Seiring meningkatnya tuntutan kualitas dan efisiensi produksi, pengendalian proses aplikasi *primer* lunak menjadi elemen penting dalam menjamin keseragaman pelapisan serta kualitas hasil fabrikasi [3]. *Soft primer* berfungsi sebagai pelindung sementara terhadap korosi, tetapi efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh kualitas aplikasi, terutama ketebalan lapisan kering (*Dry Film Thickness* atau DFT). Ketebalan yang terlalu rendah dapat mempercepat munculnya korosi sebelum kapal digunakan, sedangkan ketebalan yang berlebihan berpotensi mengganggu proses pengelasan dan persiapan permukaan untuk pelapisan berikutnya [2].

Dalam praktik industri galangan kapal, ketebalan *primer* lunak pada komponen yang diproduksi sering menunjukkan variasi. Perbedaan tersebut umumnya dipengaruhi oleh parameter penyemprotan, terutama tekanan semprot dan jarak *nozzle*, yang kerap ditentukan berdasarkan pengalaman operator dibandingkan dengan hasil kajian ilmiah. Akibatnya, pencapaian ketebalan lapisan kering (*Dry Film Thickness* atau DFT) yang seragam sesuai standar industri masih menjadi tantangan dalam proses pelapisan selama tahap fabrikasi [4]. Parameter penyemprotan berpengaruh terhadap ketebalan, keseragaman, dan efisiensi pelapisan. Tekanan semprot memengaruhi atomisasi serta pembentukan lapisan, sedangkan jarak nosel menentukan distribusi dan homogenitas ketebalan lapisan [5], [6]. Tekanan penyemprotan yang lebih tinggi cenderung menghasilkan lapisan yang lebih tebal, meskipun dapat menyebabkan *overspray* jika tidak dikontrol dengan baik. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa tekanan penyemprotan dan jarak *nozzle* berpengaruh signifikan terhadap ketebalan serta kualitas lapisan yang terbentuk [7], [8]. Sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada pelapisan konvensional, seperti pengecatan menggunakan *spray gun*, *powder coating*, dan *spray coating* pada baja karbon atau SS400, dengan kajian yang umumnya terbatas pada pengaruh satu parameter proses, seperti jarak penyemprotan atau tekanan. Namun, penelitian mengenai sistem *soft primer* pada baja kapal AH36 yang menganalisis pengaruh simultan tekanan, jarak penyemprotan, dan interaksi keduanya masih relatif terbatas, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut untuk mendukung proses fabrikasi kapal [9], [10], [11].

Meskipun penelitian tentang pelapisan penyemprotan telah banyak dilakukan, masih terdapat beberapa kesenjangan penelitian. Kajian mengenai sistem *soft primer* pada baja AH36 untuk aplikasi perkapalan masih terbatas, sementara sebagian besar penelitian hanya meneliti pengaruh tekanan penyemprotan dan jarak *nozzle* secara terpisah. Selain itu, penelitian yang membandingkan ketebalan lapisan dengan standar industri perkapalan juga masih sedikit. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mengkaji pengaruh interaksi tekanan dan jarak penyemprotan terhadap ketebalan lapisan untuk memperoleh parameter aplikasi yang optimal dan sesuai standar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh tekanan penyemprotan dan jarak *nozzle* terhadap ketebalan lapisan kering (*dry film thickness*) *soft primer* pada baja AH36, baik secara parsial maupun melalui interaksi kedua parameter. Tujuan penelitian meliputi: (i) menganalisis pengaruh tekanan penyemprotan terhadap ketebalan lapisan; (ii) menganalisis pengaruh jarak *nozzle* terhadap ketebalan lapisan; dan (iii) mengkaji pengaruh interaksi kedua parameter terhadap kesesuaian ketebalan lapisan dengan standar industri. Kebaruan penelitian ini terletak pada: (i) penyusunan rekomendasi parameter penyemprotan berbasis data untuk meningkatkan kualitas pelapisan pada proses fabrikasi kapal; (ii) evaluasi hasil ketebalan lapisan berdasarkan standar DFT *Interplate*® 317; serta (iii) analisis interaksi tekanan dan jarak penyemprotan pada aplikasi *soft primer* untuk baja AH36. Penelitian ini dibatasi pada pengukuran ketebalan lapisan kering dalam kondisi eksperimen terkontrol dan tidak mencakup pengujian daya tahan lapisan maupun ketahanan korosi jangka panjang.

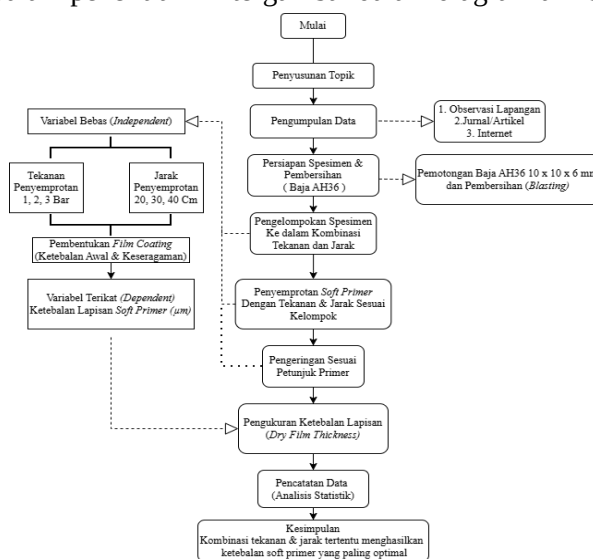
II. METODE

A. Metode Penelitian

1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif dengan desain faktorial untuk menganalisis pengaruh tekanan penyemprotan, jarak *nozzle*, dan interaksi keduanya terhadap ketebalan film kering (*Dry Film Thickness/DFT*) lapisan *soft primer* pada baja AH36. Tekanan penyemprotan dan jarak *nozzle* ditetapkan sebagai variabel bebas, sedangkan ketebalan lapisan sebagai variabel terikat. Pendekatan ini memungkinkan pengendalian parameter secara sistematis serta menghasilkan data kuantitatif yang diperlukan untuk mengevaluasi pengaruh masing-masing faktor.

Kegiatan penelitian dilaksanakan di salah satu bengkel fabrikasi di Surabaya, Jawa Timur, Indonesia, pada periode Desember 2025. Lokasi tersebut dipilih karena memiliki fasilitas dan peralatan pengecatan semprot yang umum digunakan dalam industri galangan kapal, sehingga kondisi pengujian dapat merepresentasikan proses pelapisan yang sebenarnya di lingkungan fabrikasi. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan memiliki relevansi yang tinggi terhadap aplikasi praktis di lapangan dibandingkan pengujian yang hanya dilakukan pada skala laboratorium. Langkah dalam penelitian ini tergambar dalam diagram alir berikut :



Gambar 1. Diagram alir

2. Material dan Peralatan

Material yang digunakan adalah plat baja AH36 berukuran $100 \times 100 \times 6$ mm sebanyak 45 spesimen dan *soft primer* Interplate® 317. Peralatan penelitian meliputi *Airless Spray Gun Graco King XL45-290*, *nozzle* tipe 831, *Elcometer*, *manometer*, dan meteran.

Tabel 1. Material dan Peralatan Penelitian

Tidak	Material/Alat	Fungsi
1	AH36 Rendah	Spesimen Penelitian
2	<i>Soft Primer Interplate</i> ® 317	Bahan pelapel
3	<i>Airless Spray Gun Graco King XL45-290</i>	Aplikasi pelapisan
4	<i>Nozzle</i> 831	Mengatur pola semprotan
5	<i>Elcometer</i>	Mengukur ketebalan lapisan
6	<i>Manometer</i>	Mengukur tekanan
7	Meteran	Mengukur jarak semprot

3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan 45 spesimen baja AH36 berukuran $100 \times 100 \times 6$ mm yang dipersiapkan melalui proses *shot blasting*. Spesimen dibagi ke dalam sembilan kombinasi perlakuan berdasarkan variasi tekanan penyemprotan (1, 2, dan 3 bar) dan jarak *nozzle* (20, 30, dan 40 cm), dengan lima kali pengulangan pada setiap perlakuan. *Soft primer Interplate*® 317 diaplikasikan menggunakan *Airless Spray Gun* Graco King XL45-290 dengan *nozzle* tipe 831, kemudian ketebalan lapisan kering diukur menggunakan *Elcometer*. Data hasil pengukuran dianalisis menggunakan SPSS melalui uji normalitas, uji homogenitas, dan ANOVA untuk mengevaluasi pengaruh tekanan, jarak penyemprotan, serta interaksi keduanya terhadap ketebalan lapisan *soft primer*.

Tabel 2. Sampel Penelitian

Tekanan Peyemprotan (bar)	Jarak 20 cm	Jarak 30 cm	Jarak 40 cm
1	5 sampel	5 sampel	5 sampel
2	5 sampel	5 sampel	5 sampel
3	5 sampel	5 sampel	5 sampel

Total sampel = 45 Spesimen

4. Teknik Analisis data

Data ketebalan lapisan *soft primer* yang diperoleh dari hasil pengukuran dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS. Analisis diawali dengan uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas menggunakan *Levene's Test* untuk memastikan data memenuhi asumsi analisis parametrik. Selanjutnya, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui pengaruh tekanan penyemprotan, jarak *nozzle*, dan interaksi keduanya terhadap ketebalan lapisan *soft primer*. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan, maka dilakukan uji lanjut *Post Hoc Tukey HSD* untuk mengetahui perbedaan antar kelompok perlakuan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini menganalisis pengaruh tekanan dan jarak penyemprotan terhadap ketebalan lapisan *soft primer* pada baja AH36 menggunakan rancangan faktorial 3×3 , dengan variasi tekanan 1, 2, dan 3 bar serta jarak 20, 30, dan 40 cm. Setiap kombinasi perlakuan diulang lima kali sehingga diperoleh 45 spesimen. Ketebalan lapisan diukur menggunakan *coating thickness gauge* setelah proses pelapisan dan pengeringan. Hasil pengukuran menunjukkan adanya variasi ketebalan pada setiap kombinasi perlakuan, yang mengindikasikan bahwa tekanan dan jarak penyemprotan memengaruhi ketebalan lapisan *soft primer*.

1. Hasil Nilai Rata – Rata Pengukuran Ketebalan Lapisan *Soft Primer*



Gambar 2. Proses Penyemprotan



Gambar 3. Pengukuran menggunakan *elcometer*

Data ketebalan disajikan dalam bentuk tabel untuk memberikan gambaran awal mengenai pengaruh tekanan penyemprotan, jarak penyemprotan, dan interaksi keduanya terhadap ketebalan lapisan *soft primer*.

Tabel 3. Sampel Penelitian Hasil uji pengukuran Ketebalan lapisan *soft primer*

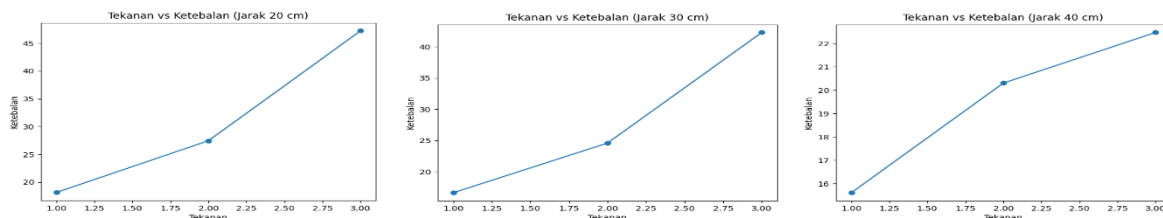
TEKANAN	JARAK	KETEBALAN LAPISAN SOFT PRIMER (μm)						RATA-RATA KETEBALAN (μm)
1	20	13,93	16,5	22,57	18,57	19,17		18,15
1	30	17,97	16,53	14,77	18,8	15,17		16,65
1	40	17,3	17,5	14,93	13,3	15,03		15,61
2	20	25,43	25,6	28,9	27,47	29,87		27,45
2	30	22,2	24,87	26,67	20,13	29,13		24,60
2	40	22,17	24,6	18,3	15,97	20,5		20,31
3	20	49,87	49,5	49,4	40,7	46,63		47,22
3	30	37,8	36,7	46,2	45,37	45,33		42,28
3	40	22,63	23,63	25,4	18,3	22,4		39,69

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan lapisan *soft primer* pada baja AH36 meningkat dengan bertambahnya tekanan penyemprotan dan menurun dengan bertambahnya jarak penyemprotan. Ketebalan terendah diperoleh pada tekanan 1 bar dan jarak 40 cm sebesar 15,61 μm , sedangkan ketebalan tertinggi pada tekanan 3 bar dan jarak 20 cm sebesar 47,22 μm . Hal ini menunjukkan bahwa tekanan dan jarak penyemprotan berpengaruh terhadap ketebalan lapisan *soft primer* pada baja AH36.

2. Grafik Hasil Pengukuran Ketebalan Lapisan

Grafik hasil pengukuran digunakan untuk memvisualisasikan hubungan antara tekanan penyemprotan dan jarak *nozzle* terhadap ketebalan lapisan *soft primer*.

a) Pengaruh Tekanan terhadap Ketebalan pada Setiap Jarak



Gambar 4. Grafik Pengaruh Tekanan terhadap Ketebalan pada Jarak 20, 30, 40 cm

1) Grafik pengaruh tekanan terhadap ketebalan pada jarak 20 cm

Pada jarak penyemprotan 20 cm, ketebalan lapisan meningkat seiring kenaikan tekanan, dengan nilai tertinggi pada tekanan 3 bar. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan yang lebih tinggi meningkatkan deposisi partikel pada permukaan sehingga menghasilkan lapisan yang lebih tebal.

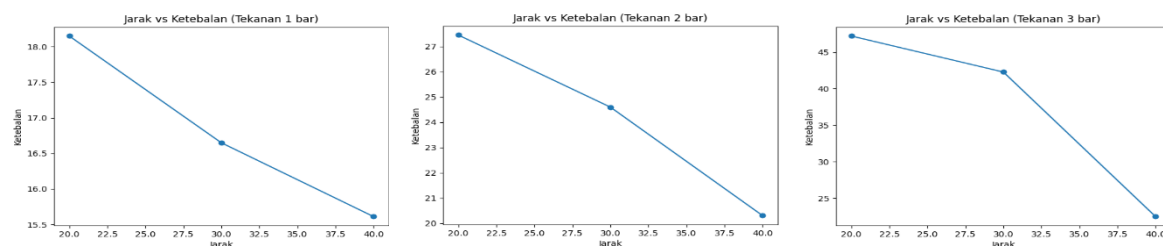
2) Grafik pengaruh tekanan terhadap ketebalan pada jarak 30 cm

Pada jarak penyemprotan 30 cm, ketebalan lapisan meningkat seiring kenaikan tekanan, tetapi nilainya lebih rendah dibandingkan jarak 20 cm. Hal ini menunjukkan bahwa semakin jauh jarak *nozzle*, semakin sedikit partikel cat yang menempel pada permukaan akibat penyebaran partikel selama penyemprotan.

3) Grafik pengaruh tekanan terhadap ketebalan pada jarak 40 cm

Pada jarak 40 cm, ketebalan lapisan tetap meningkat seiring kenaikan tekanan, tetapi nilainya lebih rendah dibandingkan jarak 20 cm dan 30 cm karena penyebaran partikel yang lebih besar mengurangi efisiensi deposisi pada permukaan spesimen..

b) Pengaruh Jarak terhadap Ketebalan pada Setiap Tekanan



Gambar 5. Grafik Pengaruh Jarak terhadap Ketebalan pada Tekanan 1, 2, 3 bar

1) Grafik Pengaruh Jarak terhadap Ketebalan pada Tekanan 1 bar

Pada tekanan 1 bar, ketebalan lapisan menurun seiring bertambahnya jarak penyemprotan karena energi semprot yang rendah menyebabkan semakin sedikit partikel cat yang menempel pada permukaan.

2) Grafik Pengaruh Jarak terhadap Ketebalan pada Tekanan 2 bar

Pada tekanan 2 bar, ketebalan lapisan menurun seiring bertambahnya jarak penyemprotan, namun tetap lebih tinggi dibandingkan tekanan 1 bar. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan tekanan meningkatkan deposisi material pada permukaan..

3) Grafik Pengaruh Jarak terhadap Ketebalan pada Tekanan 3 bar

Pada tekanan 3 bar, ketebalan lapisan tetap menurun seiring bertambahnya jarak penyemprotan, namun nilainya masih lebih tinggi dibandingkan tekanan yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan berpengaruh dominan terhadap pembentukan lapisan, meskipun peningkatan jarak tetap menyebabkan penurunan ketebalan.

B. Pembahasan

1. Uji Normalitas

a) Uji Normalitas Pengaruh Tekanan Terhadap Ketebalan Lapisan *Soft Primer*

Tests of Normality							
	Bar	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
um	1	,150	15	,200*	,949	15	,512
	2	,146	15	,200*	,959	15	,679
	3	,221	15	,046	,853	15	,019

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Uji normalitas menunjukkan bahwa data pada Bar 1 ($p = 0,512$) dan Bar 2 ($p = 0,679$) berdistribusi normal, sedangkan Bar 3 ($p = 0,019$) tidak berdistribusi normal. Namun, secara umum sebagian besar data telah memenuhi asumsi normalitas.

b) Uji Normalitas Pengaruh Jarak Terhadap Ketebalan Lapisan *Soft Primer*

Tests of Normality							
	Cm	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
um	20	,200	15	,110	,882	15	,052
	30	,154	15	,200*	,877	15	,043
	40	,159	15	,200*	,947	15	,474

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Uji *Shapiro-Wilk* menunjukkan data pada jarak 20 cm dan 40 cm berdistribusi normal, sedangkan pada jarak 30 cm tidak normal. Namun, uji *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan seluruh data berdistribusi normal ($p > 0,05$), sehingga secara keseluruhan data memenuhi asumsi normalitas dan layak untuk analisis selanjutnya.

2. Uji Homogenitas

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: um

F	df1	df2	Sig.
1,613	8	36	,156

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + TEKANAN + JARAK +
TEKANAN * JARAK

Hasil uji *Levene's Test* menunjukkan nilai signifikansi 0,156 ($>0,05$), sehingga data memiliki varians yang homogen. Meskipun terdapat beberapa data yang tidak sepenuhnya normal, secara keseluruhan data memenuhi asumsi analisis dan layak digunakan untuk uji ANOVA.

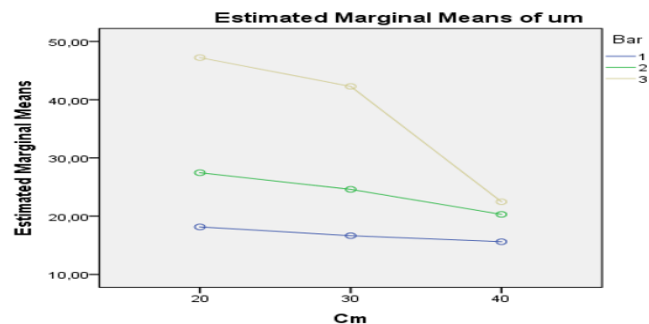
3. Univariate Analysis of Variance

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: um

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5106,049 ^a	8	638,256	65,759	,000
Intercept	30613,226	1	30613,226	3154,070	,000
TEKANAN	3245,031	2	1622,516	167,167	,000
JARAK	1057,568	2	528,784	54,480	,000
TEKANAN * JARAK	803,450	4	200,862	20,695	,000
Error	349,414	36	9,706		
Total	36068,689	45			
Corrected Total	5455,463	44			

a. R Squared = ,936 (Adjusted R Squared = ,922)

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa tekanan, jarak penyemprotan, dan interaksi keduanya berpengaruh signifikan terhadap ketebalan lapisan ($p = 0,000$). Model penelitian dinyatakan layak dengan nilai R^2 sebesar 0,936, yang menunjukkan bahwa 93,6% variasi ketebalan dapat dijelaskan oleh faktor-faktor tersebut.



Grafik interaksi menunjukkan bahwa pengaruh jarak penyemprotan terhadap *Estimated Marginal Means* berbeda pada setiap tekanan, ditandai oleh garis yang tidak sejajar. Hal ini mengindikasikan adanya interaksi antara jarak dan tekanan penyemprotan, sesuai dengan hasil uji ANOVA.

4. Uji *Post Hoc*

a) Uji *Post Hoc* Faktor Tekanan

Multiple Comparisons
Dependent Variable: um
Tukey HSD

(I) Bar	(J) Bar	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-7,3180*	1,13760	,000	-10,0986	-4,5374
	3	-20,5213*	1,13760	,000	-23,3020	-17,7407
2	1	7,3180*	1,13760	,000	4,5374	10,0986
	3	-13,2033*	1,13760	,000	-15,9840	-10,4227
3	1	20,5213*	1,13760	,000	17,7407	23,3020
	2	13,2033*	1,13760	,000	10,4227	15,9840

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 9,706.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Uji lanjut *Tukey HSD* menunjukkan bahwa seluruh pasangan tekanan memiliki perbedaan ketebalan yang signifikan ($p = 0,000 < 0,05$). Perbedaan rata-rata ketebalan terjadi antara tekanan 1–2 bar sebesar 7,3180 μm , 1–3 bar sebesar 20,5213 μm , dan 2–3 bar sebesar 13,2033 μm . Hasil ini membuktikan bahwa tekanan berpengaruh signifikan terhadap ketebalan lapisan, di mana peningkatan tekanan menghasilkan ketebalan yang semakin besar.

b) Uji *Post Hoc* Faktor Jarak

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: um						
Tukey HSD						
(I) Cm	(J) Cm	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
20	30	3,0980*	1,13760	,026	,3174	5,8786
	40	11,4767*	1,13760	,000	8,6960	14,2573
30	20	-3,0980*	1,13760	,026	-5,8786	-,3174
	40	8,3787*	1,13760	,000	5,5980	11,1593
40	20	-11,4767*	1,13760	,000	-14,2573	-8,6960
	30	-8,3787*	1,13760	,000	-11,1593	-5,5980

Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 9,706.
*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Uji lanjut *Tukey HSD* menunjukkan bahwa seluruh pasangan jarak penyemprotan memiliki perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$), yaitu antara 20–30 cm ($p = 0,026$), 20–40 cm ($p = 0,000$), dan 30–40 cm ($p = 0,000$). Perbedaan terbesar ditemukan pada jarak 20–40 cm (*mean difference* = 11,4767), sedangkan yang terkecil pada jarak 20–30 cm (*mean difference* = 3,0980). Hasil ini menunjukkan bahwa setiap tingkat jarak memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil penelitian.

c) Kesimpulan Uji *Post Hoc*

Hasil uji *Post Hoc* *Tukey HSD* menunjukkan bahwa seluruh pasangan perlakuan pada faktor tekanan dan jarak memiliki nilai signifikansi $< 0,05$, sehingga setiap tingkat tekanan dan jarak menghasilkan perbedaan yang nyata terhadap ketebalan lapisan. Temuan ini memperkuat hasil *ANOVA* yang menunjukkan bahwa kedua faktor berpengaruh signifikan terhadap ketebalan lapisan yang dihasilkan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis *Univariate Analysis of Variance*, tekanan penyemprotan, jarak penyemprotan, serta interaksi keduanya berpengaruh signifikan terhadap ketebalan lapisan *soft primer* pada baja AH36 ($p = 0,000 < 0,05$). Ketebalan lapisan meningkat seiring kenaikan tekanan dan menurun dengan bertambahnya jarak penyemprotan. Ketebalan tertinggi diperoleh pada kombinasi tekanan 3 bar dan jarak 20 cm sebesar 47,22 μm , sedangkan ketebalan terendah pada tekanan 1 bar dan jarak 40 cm sebesar 15,61 μm . Sebelum analisis, data telah memenuhi asumsi statistik, ditunjukkan oleh hasil uji homogenitas yang homogen dan uji normalitas yang secara umum menunjukkan distribusi normal meskipun terdapat beberapa kelompok yang tidak sepenuhnya normal. Berdasarkan standar ketebalan lapisan kering Interplate® 317 (10–

25 μm) [12]. Kombinasi tekanan 2 bar dan jarak 30 cm menghasilkan ketebalan 24,60 μm sehingga direkomendasikan sebagai parameter aplikasi yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Van Chi, C. N. Linh, D. Van Kien, and L. H. Quan, "Corrosion behavior of AH-36 steel in seawater," *Butlerov Commun.*, vol. 63, no. 9, p. 20186101, 2020, doi: 0.5957/JSPD.160024.
- [2] B. Rakhadilov, N. Magazov, D. Kakimzhanov, A. Apsezhanova, Y. Molbossynov, and A. Kengesbekov, "Influence of Spraying Process Parameters on the Characteristics of Steel Coatings Produced by Arc Spraying Method," *Coatings*, vol. 14, no. 9, p. 1145, 2024, doi: <https://doi.org/10.3390/coatings14091145>.
- [3] C. Wang, X. Jian, Q. Yang, K. Sun, and S. Zhang, "Theoretical and Experimental Study on Coating Uniformity in Automatic Spray-Coating of Pipeline Weld Repairs," *Coatings*, vol. 15, no. 10, pp. 1–23, 2025, doi: <https://doi.org/10.3390/coatings15101193>.
- [4] J. Kim, K. Ryu, and Y. Cho, "Data-Driven Regression Model for Systematic Control of Airless Spray Coating in Shipbuilding Industry," *Res. Sq.*, pp. 1–29, 2026, doi: 10.21203/rs.3.rs-8668336/v1.
- [5] R. K. Saha *et al.*, "Optimization of Coating Thickness Parameters and Prediction of Optimal Range in the Cold Spray Process," in *Proceedings of the 7th Bangladesh Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Dhaka, Bangladesh: IEOM Society International, 2024, pp. 815–826. doi: 10.46254/BA07.20240103.
- [6] 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.
- [7] 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," *J. Asimetrik J. Ilm. Rekayasa Inov.*, vol. 6, pp. 19–28, 2024, doi: 10.35814/asiimetrik.v6i1.5187.
- [8] A. Srikanth, M. Thalib, G. Basha, and B. Venkateshwarlu, "ScienceDirect A Brief Review on Cold Spray Coating Process," vol. 22, pp. 1390–1397, 2020.
- [9] N. F. Ferdiansyah, F. Y. Utama, A. N. F. Ganda, and D. Puspitasari, "Pengaruh Jarak Penyemprotan Terhadap Ketebalan Lapisan Cat Menggunakan Spray Booth Multifungsi," *J. Rekayasa Mesin (JRM)*, vol. 10, no. 01, pp. 502–508, 2025, doi: <https://doi.org/10.26740/jrm.v10i01.67304>.
- [10] T. Wahyudi and A. Supriyanto, "Pengaruh Jarak Penyemprotan Powder Coating Terhadap Ketebalan, Kekerasan, Dan Laju Korosi Pada Material Ss 400," *J. Tek. Mesin, elektro dan ilmu Komput.*, vol. 5, no. 3, 2025.
- [11] M. R. A. Rizqi and B. Yunitasari, "Pengaruh Jarak Spray Coating Pada Baja SS400 Terhadap Laju Korosi Di Laut," *J. Tek. Mesin Unesa*, vol. 14, no. 01, pp. 109–114, 2025.
- [12] International Protective Coatings, "Interplate ® 317." pp. 1–4, 2009.