



Analisis Temperatur Benda Kerja Terhadap Kekerasan Cat Pada Proses Pengecatan Fabrikasi *Metal Ducting*

Muhammad Roziqin¹, Agus Hardjito²

Politeknik Negeri Malang

Abstrak: Di dalam proses produksi suatu barang, terdapat beberapa tahap yang harus dilewati untuk menjadi barang jadi. Tahap akhir dari sebuah proses produksi yaitu finishing. Ada beberapa jenis finishing pada proses produksi, salah satunya yaitu painting (pengecatan). Pada pengecatan dapat ditemukan kekerasan cat kurang optimal, karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, dan salah satunya yaitu suhu benda kerja dan persentase jumlah campuran cat. Tujuan dari penelitian ini yaitu membantu meminimalisir cacat hasil pengecatan ataupun goresan ketika waktu tenggat yang singkat antara selesai proses finishing dengan pengambilan produk. Material yang digunakan yaitu baja ss400. Metode penelitian yang digunakan adalah desain eksperimen faktorial (DOE) dengan 2 faktor, temperatur benda kerja 4 level (40°C, 60°C, 80°C, 100°C) dan persentase campuran cat 3 level (30%, 35%, 40%). Temperatur baja ss400 pada suhu ruang mencapai 27°C-35°C. Untuk menghasilkan temperatur benda kerja hingga 100°C dapat dipanaskan menggunakan micro torch brender. Proses pengecatan dilakukan sebanyak 3 lapis, setelah 16 jam dilakukan pengukuran kekerasan. Dari hasil penelitian didapatkan menolak H0 dan menerima H1 dengan P-Value < 0,05. Kekerasan cat paling optimal dalam penelitian ini terletak pada parameter temperatur benda kerja 100°C dan parameter persentase campuran cat sebanyak 30% menghasilkan kekerasan sebesar 81,5 HD. Dengan begitu pada parameter tersebut dapat disarankan untuk proses pengecatan pada industri pengecatan fabrikasi.

Kata Kunci: Kekerasan, Metal Ducting, Pengecatan, Persentase Campuran Temperatur.

DOI: <https://doi.org/10.47134/jme.v1i3.3152>

*Correspondence: Muhammad Roziqin

Email: ziqinm21@gmail.com

Received: 01-05-2024

Accepted: 15-06-2024

Published: 27-07-2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: In the production process of an item, there are several stages that must be passed in order to become a finished product. The final stage of a production process is the finishing. There are some kinds of finishing in the production process, one of them is painting. (pengecatan). In painting, the hardness of paint can be found to be less optimal, because it is influenced by several factors, and one of them is the temperature of the work object and the percentage of the mixture of paint. The aim of this study is to help minimize the defects of the paint result or scratches when the deadline is short between the finishing process completed and the takeover of the product. The material used is the ss400 steel. The research method used is a factorial experimental design (DOE) with 2 factors, the temperature of the workpiece 4 levels (40°C, 60 °C, 80°C and 100°C) and the percentage of the 3 level paint mixture (30%, 35%, 40%). The temperature of ss400 at room temperature reaches 27°C-35°C. To produce a temperature of workpieces up to 100 °C can be heated using a micro torch brender. The painting process took three layers, after 16 hours of violent measurement. The results of the study resulted in rejecting H0 and receiving H1 with a P-value < 0.05. The most optimal paint strength in this study lies at the temperature of the workpiece at 100°C and the percentage parameter of the mixture of paint as much as 30% yields a strength of 81.5 HD. Thus, the parameter can be recommended for the painting process in the manufacturing painting industry.

Keywords: Hardness, Metal Ducting, Mixture, Painting, Percentage, Temperature.

PENDAHULUAN

Semakin maju bidang perindustrian, maka semakin meningkatnya permintaan produksi. Hal ini tak terkecuali pada industri fabrikasi. Seiring dengan meningkatnya permintaan produksi, tak jarang barang produksi selalu menumpuk dikarenakan waktu pemesanan dan *deadline* pengambilan yang sangat singkat. Padahal sebelum barang produksi diambil, perusahaan harus dapat memastikan bahwa barang tersebut layak dan telah benar benar selesai dalam proses finishing. Proses *finishing* yang sering kita jumpai pada industri fabrikasi salah satunya yaitu proses pengecatan.

Pengecatan dimaksudkan untuk memberikan perlindungan maksimal terhadap korosi, meningkatkan nilai struktural, serta menampilkan nilai estetika. Sering kali dijumpai kualitas kekerasan cat pada hasil pengecatan kurang maksimal. Hal ini mempengaruhi ketahanan cat, nilai estetika serta berkurangnya kemampuan perlindungan terhadap korosi, terlebih benda kerja hasil pengecatan digunakan dalam sehari hari. Yang artinya sering kontak fisik inilah yang mengharuskan kriteria kekerasan cat harus maksimal. Selain dari itu, dengan hasil cat yang berkualitas, dapat menghemat pengeluaran, karena kita tidak perlu sering mengecat ulang

Banyak sekali indikator yang dapat dijadikan acuan untuk menilai kualitas dari hasil produksi khususnya pada bagian pengecatan. Diantaranya yaitu kualitas kerekatan cat dengan benda kerja seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Muhammad Syahrial Putra Pratama (2021) dengan topik Analisis Pengaruh Nilai Campuran Resin dan Cat Terhadap Kekerasan dan Kerekatan Cat Pada Media Aluminium. Beliau meneliti kualitas cat pada indikator kerekatan cat dan kekerasannya. Selain pada kerekatan cat, kekerasan cat juga sangat perlu diperhatikan, mengingat dengan meningkatnya permintaan, maka proses produksi juga akan menambah, serta proses pengambilan mereka yang relatif singkat.

Pada dunia industri menengah proses produksi masih dilakukan secara konvensional. Proses pengecatan sebuah baja memiliki faktor faktor tertentu untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan yang diharapkan, kualitas yang diharapkan dapat memiliki kekerasan yang maksimal, supaya meminimalisir goresan cat ketika cat sudah kering.

Untuk memperoleh kekerasan hasil pengecatan maksimal, diperlukan penelitian yang mengangkat hal ini, sehingga penulis tertarik untuk meneliti "*Analisis Temperatur Terhadap Kekerasan Cat Pada Proses Pengecatan Fabrikasi Metal Ducting*"

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan metode *design experiment factorial* (DOE). Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 1 Januari sampai dengan 30 Mei 2024 berlokasi pada Politeknik Negeri Malang.

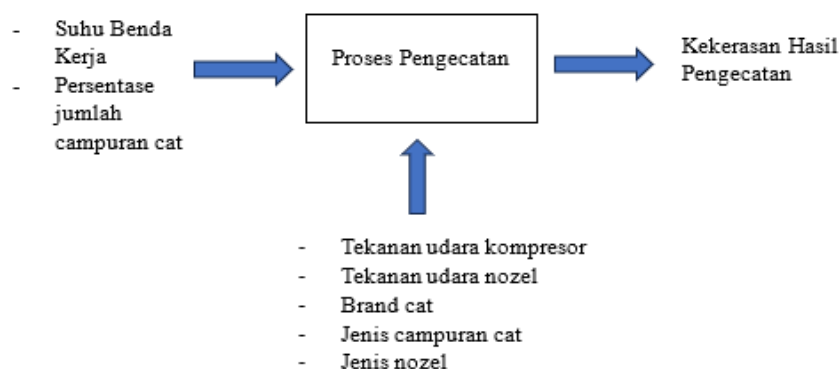


Gambar 1. Flowchart Penelitian

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Variabel Bebas	1. Temperatur benda kerja Temperatur benda kerja yang diaplikasikan yaitu 40°C, 60°C, 80°C, dan 100°C.
	2. Persentase jumlah campuran cat Persentase jumlah campuran cat adalah hal yang aplikasikan mulai dari awal proses pengecatan. Jumlah campuran cat yaitu 30%, 35% dan 40% dari jumlah cat yang diaplikasikan.
Variabel Terkontrol	1. Tekanan udara pada kompresor Tekanan udara pada kompresor dikontrol hingga 7 bar mulai dari awal proses pengecatan.
	2. Tekanan udara pada nozel Tekanan udara pada nozel dikontrol hingga 3 bar mulai dari awal pengerjaan pengecatan hingga akhir. Hal ini dilakukan karena telah dilakukan riset dengan brand <i>coat/cat</i> mengenai kompresor dan tekanan yang digunakan.
	3. Merek cat Merek cat menjadi salah satu variabel terkontrol, karena menjadi aspek yang

	dapat dikontrol pada penelitian ini. Cat yang digunakan yaitu Cat Epoxy Nippe 2000 Primer Surfacer.
	4. Jenis campuran cat Jenis campuran cat yang digunakan pada proses pengecatan termasuk variabel kontrol, campuran cat dapat dikontrol menggunakan jenis campuran. Jenis campuran cat yang digunakan yaitu thinner A Special Nippe 2000. Campuran cat ini disesuaikan dengan spesifikasi cat yang tertera pada TDS.
	5. Jenis Nozel Ada beberapa jenis nozel dalam proelses pengecatan, pada proses penelitian ini menggunakan jenis nozel gravitasi dengan ciri khas tabung cat berada diatas nozel. Jenis nozel ini memiliki kelebihan hasil semprotan halus dan merata, serta cocok untuk pengecatan presisi tinggi seperti pada dunia fabrikasi. Menjadi Variabel terkontrol karena nozel dapat dikontrol menggunakan jenis nozel seperti demikian.
1. Kekerasan cat	Kekerasan cat setelah kering menjadi variabel terikat, hal ini dipengaruhi oleh variabel bebas dan terkontrol.
Variabel Terikat	



Gambar 2. Kerangka penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian didapat dari pengambilan data dari hasil proses pengecatan yang di uji menggunakan Durometer dengan variasi suhu pengecatan 40°C, 60°C, 80°C, dan 100°C serta persentase jumlah campuran cat sebesar 30%, 35% dan 40%. Pengujian dilakukan dengan interval 16 jam setelah proses pengecatan, hal ini dilakukan sesuai dengan TDS dari

cat Epoxy Nippe 2000, dengan petunjuk kering keras setelah 16 jam. Dan juga untuk menjawab permasalahan dari industri fabrikasi bagian finishing, yang mana kadang kala memerlukan waktu atau target yang singkat. Pengujian dilakukan dengan menggunakan durometer shore d untuk mendapatkan data besarnya kekerasan hasil proses pengecatan dengan variasi temperatur benda kerja dan persentase jumlah campuran cat.

Tabel 2. Data kekerasan cat

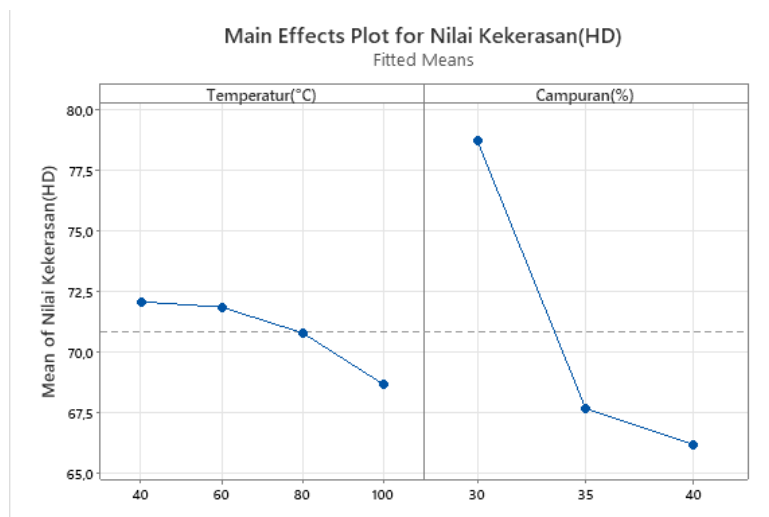
Temperatur benda kerja (°C)	Persentase campuran cat (%)		
	30	35	40
40	77 HD	70 HD	69,5 HD
	76,5 HD	71 HD	69,5 HD
	77 HD	70,5 HD	67,5 HD
Rata-rata	76,8 HD	70,5 HD	68,8 HD
60	77 HD	70 HD	69,5 HD
	78,5 HD	69 HD	66,5 HD
	78,5 HD	68,5 HD	69 HD
Rata-rata	78 HD	69,2 HD	68,3 HD
80	79 HD	69 HD	65 HD
	79 HD	66 HD	66,5 HD
	79,5 HD	67 HD	66 HD
Rata-rata	79,16 HD	67,3 HD	65,8 HD
100	80,5 HD	63,5 HD	61,5 HD
	81 HD	65 HD	60 HD
	81 HD	62,5 HD	63 HD
Rata-rata	80,6 HD	63,6 HD	61,6 HD

Tabel 3. ANOVA

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	11	1317,83	119,803	107,82	0,000
Linear	5	1182,72	236,544	212,89	0,000
Temperatur(°C)	3	64,72	21,574	19,42	0,000
Campuran(%)	2	1118,00	559,000	503,10	0,000
2-Way Interactions	6	135,11	22,519	20,27	0,000
Temperatur(°C)*Campuran(%)	6	135,11	22,519	20,27	0,000
Error	24	26,67	1,111		
Total	35	1344,50			

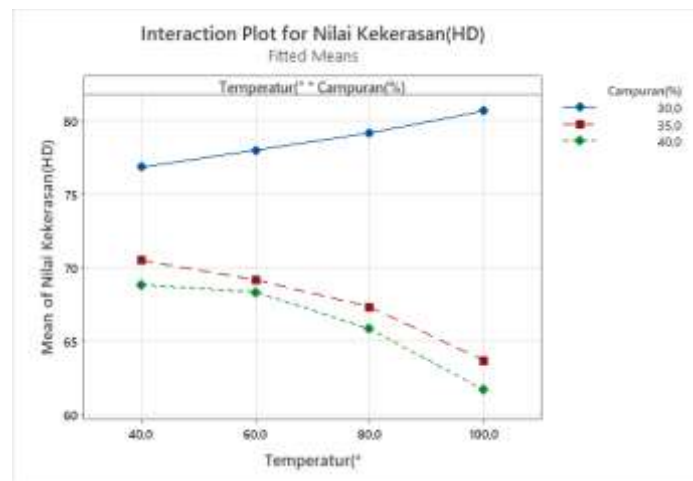
Pada tabel ANOVA diatas menunjukkan bahwa nilai *alpha* (α) yang digunakan pada penelitian ini untuk membatasi kesalahan yang terjadi pada hipotesis alternatif maksimum yang dapat diterima adalah sebesar 0,05 atau 5%. Temperatur dan persentase campuran dapat memperlihatkan perubahan yang terjadi pada nilai kekerasan apabila *P-Value* kedua varian kurang dari nilai *alpha* (α). Pada hasil analisis didapatkan *P-Value* dari temperatur dan persentase campuran sebesar 0,000 yang berarti *P-Value* $< 0,05$ *alpha* (α) menunjukkan bahwa temperatur benda kerja saat pengecatan dan persentase jumlah campuran cat berpengaruh terhadap nilai kekerasan. Interaksi dua arah (temperatur benda kerja x persentase jumlah campuran cat) diperoleh *P-Value* sebesar 0,000 yang berarti *P-Value* 0,000 $< 0,05$ *alpha* (α), hasil tersebut menunjukkan bahwa temperatur benda kerja saat pengecatan x persentase jumlah campuran cat berpengaruh terhadap nilai kekerasan, sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima.



Gambar 3. Main effects plot

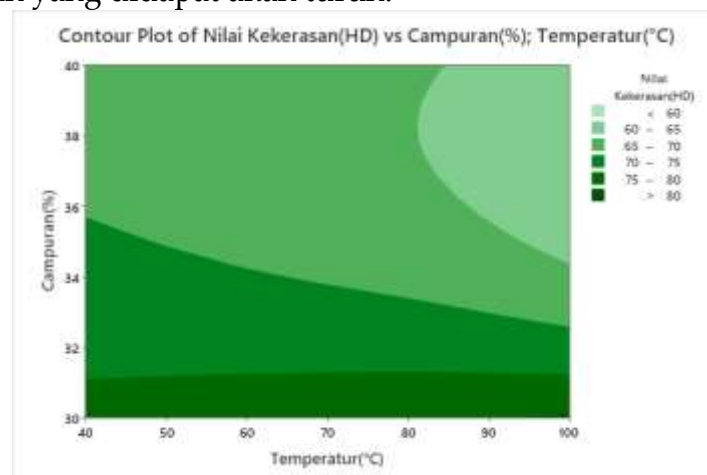
Pada grafik *main effect plot* diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur benda kerja pada proses pengecatan semakin rendah nilai kekerasan yang didapat. Grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah persentase campuran cat, maka semakin menurun kualitas kekeraan hasil pengecatan, yang paling optimal pada jumlah persentase campuran yaitu pada jumlah 30% berada pada puncak kekerasan dan langsung turun drastis pada campuran 35% dan 40% jumlah campuran cat. Pada variabel temperatur

benda kerja 40°C menempati rata-rata nilai kekerasan sebesar 72,5 HD, pada temperatur benda kerja 60°C menempati rata-rata nilai kekerasan sebesar 71,8 HD. Untuk benda kerja dengan temperatur 80°C menempati rata-rata nilai kekerasan sebesar 70,7 HD, dan yang terakhir pada temperatur benda kerja 100°C menempati rata-rata nilai kekerasan sebesar 68,6 HD. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur benda kerja pada proses pengecatan, maka nilai kekerasan yang dihasilkan semakin menurun. Begitu juga dengan variabel persentase jumlah campuran cat, pada tambahan 30% memiliki rata-rata nilai kekerasan sebesar 78,7 HD, pada tambahan 35% memiliki rata-rata nilai kekerasan 67,6 HD, dan yang terakhir pada tambahan 40% memiliki nilai rata-rata 66,1 HD. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak persentase jumlah campuran cat, maka yang terjadi adalah kualitas kekerasan cat akan semakin menurun.



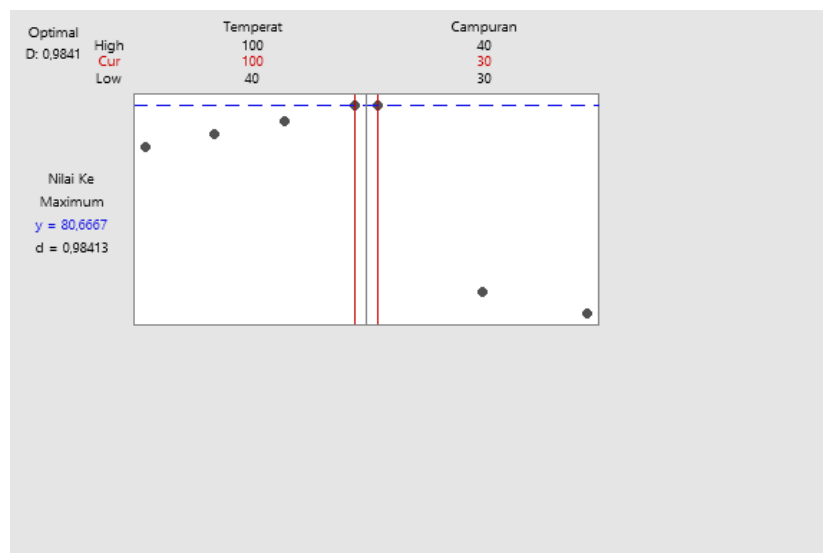
Gambar 4. *Interaction plot*

Dapat dilihat pada grafik *interaction plot* bahwa nilai kekerasan akan meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur benda kerja, hal ini terjadi khusus pada persentase jumlah campuran pada 30%. Namun hal ini berbanding terbalik dengan persentase jumlah campuran cat pada 35% dan 40%, seiring dengan meningkatnya temperatur benda kerja, maka nilai kekerasan yang didapat akan turun.



Gambar 5. *Contour plot*

Grafik contour plot diatas menunjukkan bahwa wilayah nilai kekerasan yang dipengaruhi oleh kedua faktor yaitu temperatur (temperatur benda kerja pada proses pengecatan) dan persentase jumlah campuran cat. Kedua variabel tersebut sangat berpengaruh terhadap hasil nilai kekerasan. Hasil kekerasan paling tinggi terletak pada warna hijau tua yang mana warna tersebut terletak pada daerah dengan persentase jumlah campuran cat sebanyak 30% dan hampir di segala posisi variabel bebas temperatur, persentase jumlah campuran cat sebanyak 30% mendominasi nilai kekerasan hasil pengecatan. Hasil nilai kekerasan terendah terletak pada persentase jumlah campuran cat sebanyak 40%, pada daerah 40% ini warna grafik hijau kecerahan semakin kepojok ke arah temperatur tinggi dan ke atas yang menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur pada persentase tersebut, maka nilai kekerasan hasil pengecatan akan semakin turun nilainya.



Gambar 6. *Optimization*

Dari grafik *optimization* dapat dilihat bahwasanya untuk mencapai nilai kekerasan optimal pada proses pengecatan *metal ducting*, maka perlu temperatur benda kerja pada suhu 100°C dengan kombinasi persentase jumlah campuran cat sebanyak 40%.

KESIMPULAN

Temperatur (°C) benda kerja memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekerasan hasil pengecatan, hal ini dibuktikan dengan nilai *p-value* sebesar 0,000 yang berarti $p\text{-value} < \alpha$, dengan nilai $\alpha = 0,05$. Temperatur tinggi menyebabkan penguapan pelarut cat yang cepat dan relatif singkat, mengakibatkan cat tidak memiliki waktu yang cukup matang untuk membentuk lapisan yang keras dan padat. Campuran (%) berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai kekerasan hasil pengecatan, dapat dibuktikan pada *p-value* campuran (%) di tabel 4.2 sebesar 0,000 yang berarti bahwa $p\text{-value} < \alpha$, dengan nilai $\alpha = 0,05$. Penambahan bahan campuran cat yang berlebih dapat menyebabkan lemahnya struktur lapisan cat. Interaksi dari kedua variabel bebas terhadap nilai kekerasan, yaitu temperatur benda kerja (°C) dan campuran (%), interaksi dari kedua variabel ini sangat signifikan dalam mempengaruhi nilai kekerasan hasil pengecatan. Dibuktikan

dengan *p-value 2-way interaction* sebesar 0,000 yang berarti kurang dari *alpha*. Untuk mendapatkan nilai kekerasan yang optimal pada proses pengecatan, sesuai dengan gambar 4.10 grafik *optimization*, yaitu dengan penempatan temperatur 100°C dan persentase jumlah campuran cat 30% dari cat yang di aplikasikan.

REFERENSI

- Adhytia Ryantoko, Fa'iq. (2022). Pengaruh Variasi Suhu Proses Pengeringan Cat Terhadap Kualitas Kekerasan Hasil Pengecatan. Universitas Negeri Semarang.
- Adi Tyagita, D., Wahyu Pratama, A., Bagus Aprianto, D., Studi Mesin Otomotif, P., Teknik, J., & Negeri Jember, P. (2019a). Variation Of Tinner Level And Drying Temperature On Quality Of ABS Vehicle Bodies Painting. Dalam J-Proteksion (Vol. 4, Nomor 1).
- Anggoro, S., Teknologi, Otomotif, R., Universitas, V., Yogyakarta, M., & Lingkar Selatan, J. (2023). LAJU KOROSI PADA SAMBUNGAN LAS RANGKA SEPEDA MOTOR (CORROSION RATE OF WELDING ON MOTORCYCLE FRAME). Dalam 145 | J-MEEG Journal Of Mechanical Engineering (Vol. 2, Nomor 1). <http://jurnal.polinema.ac.id/index.php/j-meeg>
- Bahtiar, Z., & Bahar, K. (2022). Dampak Kadar Thinner PU Terhadap Daya Kilap Cat Dasar Lequer/Nitrocellulose (NC Semi Blackgloss). Universitas Ivet.
- Candra, R. P., Yazid Bustomi, M., & Aisy, A. R. (2023). Analisa Parameter Proses Oven Terhadap Kualitas Cat Dengan Metode Taguchi. Neutral: Journal Of Engineering, 1(1). <https://doi.org/10.22441/Nje.Xxx>
- Cesyantikha, M. & Wahyudi (2019) ANALISIS PENGARUH PERBANDINGAN CAMPURAN THINNER DENGAN VARNISH TERHADAP KUALITAS HASIL PENGECATAN
- Chin, W. W. (1998). The Partial Least Squares Aproach to Structural Equation Modeling. Modern Methods for Business Research, 295, 336
- Habinsaran Aruan, R., Pratikno, H., Setyo Hadiwidodo, Y., (2023). Analisa Pengaruh Suhu Material pada Pengaplikasian Coating Epoxy terhadap Kekuatan Adhesi Baja A36. Departemen Teknik Kelautan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Hilman Wicaksono, P. (2022). Pengaruh Nilai Campuran Resin Dan Cat Terhadap Temperatur Cuaca Panas Dan Dingin Pada Media Aluminium.
- Johansyah Habibie, N. & Anwar, S. (2020) PENGARUH PERBANDINGAN CAMPURAN CAT DENGAN THINNER TERHADAP KUALITAS HASIL PENGECATAN
- Khasib, A., & Wulandari, D. (2020). PENGARUH VARIASI PENGGUNAAN THINNER PADA CAMPURAN CAT TERHADAP KUALITAS HASIL PENGECATAN.
- Rifai, S., & Suwahyo, S. (2021). Pengaruh Variasi Jenis Cat Primer dan Temperatur Terhadap Laju Korosi pada Pengecatan Menggunakan Oven. Automotive Science and Education Journal, 10(1), 11-17.
- Said, S. R. (2020). PENGARUH JENIS CAT DAN JENIS WAHANA TERHADAP DAYA LEKAT, KEKERASAN DAN ELASTISITAS CAT.

Siregar, R., & Abidin, T. (2020). PENGARUH BESAR TEMPERATUR DAN LAMA PEMANASAN TERHADAP DAYA LEKAT CAT PADA OVEN PORTABLE DALAM PENGECATAN BODI MOBIL.

Syahrial Putra Pratama, Muhammad. (2021). Analisis Pengaruh Nilai Campuran Resin dan Cat Terhadap Kekerasan Dan Kerekatan Pada Media Aluminium. Politeknik Negeri Jember.