

Terbit online pada laman web jurnal: <http://journal2.um.ac.id/index.php/jto>

## OPTIMALISASI DAYA KILAP PENGECATAN *WATER TRANSFER PRINTING* TERHADAP PLASTIK ABS PADA INTERIOR DAN EKSTERIOR MOBIL

Muhammad Adlan Haikal Shalahuddin<sup>1</sup>, Hasan Ismail<sup>2</sup>, Komarudin<sup>3</sup>, Mahfudi Sahly Subandi<sup>4</sup>,  
Eddy Rudiyanto<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang  
<sup>1</sup>[muhhammad.adlan.1805136@student.um.ac.id](mailto:muhhammad.adlan.1805136@student.um.ac.id), <sup>2</sup>[hasan.ismail.ft@um.ac.id](mailto:hasan.ismail.ft@um.ac.id),  
<sup>3</sup>[komarudin.ft@um.ac.id](mailto:komarudin.ft@um.ac.id), <sup>4</sup>[mahfudi.sahly.ft@um.ac.id](mailto:mahfudi.sahly.ft@um.ac.id), <sup>5</sup>[eddy.rudiyanto.ft@um.ac.id](mailto:eddy.rudiyanto.ft@um.ac.id)

### Abstrak

Tujuan penelitian menemukan komposisi terbaik pengecatan WTP dan mengetahui pengaruh merek cat dasar dan clear 1-5 layer terhadap tingkat kekilapan permukaan berbahan dasar plastik ABS pada interior dan eksterior mobil. Jenis penelitian eksperimen menggunakan film WTP (Samurai), activator (Samurai Aerosol), cat dasar (Belkote, Danagloss, Top Color), *clear* (Belkote, Danagloss, AXT). Terdapat 45 sampel yang diujicobakan terhadap 9 komposisi, masing-masing 5 kali. Hasil penelitian terdapat pengaruh signifikan antara merek *clear* dan jumlah layer terhadap tingkat kekilapan permukaan *clear*. Tingkat kekilapan tertinggi diperoleh dari pengaplikasian *clear* belkote pada layer 1-5. Untuk menghasilkan tingkat kekilapan tertinggi disesuaikan jumlah layer.

**Kata Kunci:** daya kilap, *water transfer printing*, plastik ABS, interior, eksterior

### Abstract

The research aims to find the best composition for WTP painting and determine the effect of base paint brands and clear 1-5 layers on the gloss level of ABS plastic-based surfaces on car interiors and exteriors. This type of experimental research uses WTP film (Samurai), activator (Samurai Aerosol), base paint (Belkote, Danagloss, Top Color), and clear (Belkote, Danagloss, AXT). There were 45 samples tested on 9 compositions, 5 times each. The research results show a significant influence between the clear brand and the number of layers on the gloss level of the clear surface. The highest level of gloss is obtained from applying clear Belkote on layers 1-5. To produce the highest level of shine, adjust the number of layers.

**Keywords:** gloss, water transfer printing, ABS plastic, interior, exterior

Mobil merupakan kendaraan darat beroda empat atau lebih yang digerakkan oleh mesin dengan menggunakan bahan bakar minyak atau listrik (Kemendikbud, 2021). Istilah mobil merupakan kependekan dari kata *otomobil*. *Otomobil* diambil dari Bahasa Yunani *autos* yang berarti sendiri dan *movere* artinya bergerak (Sulaeman & Putri, 2019). Mobil dalam Bahasa Inggris diserap langsung dari bahasa aslinya (Bahasa Latin) *movere* (bergerak). Teknologi di bidang otomotif mengalami kemajuan yang sangat pesat, baik pada mesin, bodi, *chasis*, dan pengecatan. Kendatipun sebuah mobil mesinnya bagus, harganya tinggi, namun jika bodi dan catnya kurang baik serta kurang estetis, maka mobil tersebut kurang menarik (Setyawan & Utama, 2017).

Cat memberi warna dan kilapan pada suatu objek dan meningkatkan efek estetikanya, selanjutnya mempengaruhi daya tarik dari suatu produk kendaraan. Tampilan cat (warna) kendaraan menjadi daya tarik yang sangat signifikan dibanding teknologi atau spesifikasi lainnya. Kendatipun ada beragam cara untuk meningkatkan *performance* kendaraan, namun tidak ada yang lebih sederhana dan memberi hasil yang signifikan dari pengecatan. Tujuan utama pengecatan adalah untuk memberikan perlindungan terhadap material metal atau plastik ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) pada kendaraan dari korosi atau karat atau faktor lain yang dapat merusak (Argana, 2013). Material cat dan teknik pengecatan yang digunakan akan berdampak terhadap kualitas hasil pengecatan. Oleh karena itu, pemilihan material yang akan

digunakan untuk pengecatan produk perlu dipertimbangkan dengan matang, terutama terkait dengan *adhesive* material terhadap permukaan produk (Islahudin, 2019).

Permukaan mobil yang memerlukan pengecatan terbuat dari bahan yang beragam, ada yang terbuat dari plat, plastik, dan kayu. Daya *adhesive* material cat terhadap ketiga bahan tersebut berbeda-beda. Perbedaan ini berdampak juga pada metode pengecatan yang sesuai. Disinilah diperlukan kesesuaian antara jenis cat dengan media dan teknik-teknik tertentu untuk memaksimalkan hasil pengecatan.

Sebagian besar interior dan eksterior mobil berbahan dasar plastik ABS. Salah satu metode terbaik untuk pengecatan berbahan dasar plastik adalah metode *spray atomistic*. Metode ini dapat mengubah suatu fluida menjadi partikel *micron* melalui kecepatan udara, sehingga menghasilkan *gloss* (tingkat kilapan) yang lebih baik. Di samping itu partikel *micron* dapat dengan mudah masuk ke pori-pori bahan plastik yang sangat kecil, sehingga cat dapat melekat kuat ke permukaan produk (Islahudin, 2019).

Dewasa ini, metode *spray atomistic* mengalami perkembangan yang sangat pesat dalam pengoperasiannya, mulai dari yang manual sampai otomatis dengan menggunakan robot. Sistem pengecatan *spray atomistic* yang paling sering digunakan adalah sistem operasi manual dengan menggunakan *spray gun*. Kelebihan dari operasi manual *spray gun* ini adalah mampu menjangkau produk dengan banyak lekukan yang tidak dapat dilakukan robot. Namun metode ini juga memiliki kelemahan yaitu ketidakstabilan hasil pengecatan, karena menggunakan sistem operasi manual dengan tenaga manusia (Islahudin, 2019).

Selain metode *spray atomistic*, pengecatan berbahan dasar plastik dewasa ini telah mengaplikasikan teknologi pengecatan *electrostatic spray* dengan *e-spray gun* dan *bell rotary* pada robot *spray*. Metode ini memiliki tingkat efisiensi 50%-60% jauh mengungguli *spray* manual yang tingkat efisiensinya hanya 20%-30% (Colbert & Cairncross, 2005). Teknologi *electrostatic* ini memberikan muatan listrik positif pada produk sebagai *grounding*

dan muatan negatif pada material cat. Dengan demikian, cat akan menempel pada produk. Hal ini sesuai dengan prinsip bahwa muatan listrik akan berpindah dari benda yang bermuatan negatif ke benda yang bermuatan positif (Talbert, 2007).

Perbedaan antara manual *spray* dan *electrostatic* dalam proses pengecatan terletak pada material yang digunakan, dimana jenis material pada *spray* tidak memiliki spesifikasi tertentu sedangkan untuk *electrostatic*, spesifikasi nilai hambatan material cat berkisar 0,1-0,3 M $\Omega$ . Di samping itu spesifikasi produk pada bahan dasar plastik membutuhkan *conductive* pada permukaan produk. Hal ini disebabkan karena sifat isolator dari produk berbahan plastik (Islahudin, 2019). Hal ini tentu menjadi kendala tersendiri bagi pengguna dengan peralatan terbatas. Hanya industri berskala besar yang dapat mengaplikasikan *electrostatic spray*.

Berbeda dengan metode *electrostatic spray*, *Water Transfer Printing* (WTP) tidak memerlukan spesifikasi nilai hambatan dan *conductive*. *Water Transfer Printing* biasa dikenal dengan *water immersion printing*, *hydro dipping*, *hydrographic printing*, *hydro imaging*. WTP adalah proses dekorasi yang dapat diaplikasikan pada carbon fiberglass, serat kayu, keramik, logam, desain geometris, kamuflase dan lain sebagainya (Ukiyabes, 2014). WTP banyak digunakan untuk menghiasi dashboard mobil, spion, velg, helm, dan komponen kendaraan lainnya baik eksterior maupun interior.

*Water Transfer Printing* merupakan metode mencetak film berpola dengan menggunakan air sebagai media transfer melalui proses pencelupan pada objek tiga dimensi (Borgne et al., 2017, 2019; Harnois et al., 2020; Xiong et al., 2021). Metode ini menghasilkan pengecatan yang seragam dan ketebalan cat yang dapat dikontrol (Sun et al., 2019). WTP sangat menjanjikan, karena dapat diaplikasikan tidak hanya pada permukaan datar, tapi juga pada permukaan lengkung bahkan pada permukaan yang memiliki lekukan yang rumit (Borgne et al., 2019; Zhang et al., 2016).

Kemampuan WTP dalam melapisi permukaan yang rumit dengan biaya yang rendah membuat WTP populer di beberapa

industri. Di samping itu WTP ramah lingkungan yang bersifat hidrofobik, sehingga WTP lebih unggul daripada metode konvensional (Feng et al., 2021). Teknik WTP sebenarnya hampir mirip dengan pengecatan biasa, hanya saja permukaan catnya sudah dijadikan film. Oleh karena itu, inti dari pengecatan WTP adalah memindahkan film yang diaktifkan dengan aktivator agar bisa ditransfer ke permukaan media yang akan dicat dengan media air.

Penelitian tentang *Water Transfer Printing* telah dilakukan Suhartono & Susilawati (2020) yang mengkaji tentang *Optimalisasi Pengecatan Menggunakan Model Water Transfer Printing pada Logam*. Temuan penelitiannya merekomendasikan bahwa untuk memaksimalkan WTP perlu diperhatikan: sebelum pengecatan dilakukan cat dasar, ruangan tidak berangin, air yang digunakan saat pencelupan harus bersih dan tenang dengan suhu 32°C, kondisi film harus bersih, dan sudut yang terbentuk saat pencelupan 40-50°.

Penelitian tentang *Variasi Film Water Transfer Printing terhadap Tingkat Polishing dan Hardness pada Kualitas Pengecatan Bodi Kendaraan* telah dilakukan oleh Andreas (2020). Hasil penelitian menunjukkan semakin rendah nilai fading area, kualitas specimen cat akan semakin menurun, karena specimen cat tidak tahan terhadap gosokan kain dalam waktu lama. Namun semakin tinggi nilai non fading area, akan semakin baik dan tahan terhadap goresan. Semakin rendah nilai kekerasan lapisan cat, kualitas lapisan cat semakin berkurang, namun semakin tinggi nilai kekerasan lapisan, akan semakin baik kualitas specimen dan daya tahan terhadap goresan.

Parameter pengaplikasian WTP pada permukaan panel berbahan dasar kayu telah diteliti Kaçamer & Budakçı (2023) yang merekomendasikan: 1) Kelembaban relatif ideal  $45 \pm 3 \%$ , suhu lingkungan  $27 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ , dan suhu ideal air dalam bak rendam adalah  $29 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , 2) Film WTP yang diletakkan di atas permukaan air (dalam bak) kecepatan konstan 100 cm/menit dan di tepi film dilekatkan penghalang berjarak 1 cm, dan 3) Nilai optimum film WTP 70-80 detik, jumlah *activator* 16 ml/m<sup>2</sup> dengan sudut semprot 90°,

tekanan 1,75 bar, dan jarak ujung pistol semprot 1,3 mm.

Penelitian tentang *Pengaruh Atribut Produk pada Mobil Toyota Avanza Ditinjau dari Segi Interior, Eksterior, dan Mesin terhadap Loyalitas Konsumen di Semarang* telah dilakukan oleh Susetyarsi (2013) yang menyimpulkan bahwa 77% konsumen dipengaruhi oleh variabel interior, eksterior dan mesin, sedangkan 23 % dipengaruhi atribut lain. Hal ini menunjukkan selain mesin, atribut interior dan eksterior merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap loyalitas konsumen. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian WTP dan interior eksterior mobil sudah banyak dilakukan, namun penelitian yang khusus mengkaji optimalisasi pengecatan WTP terhadap permukaan berbahan dasar plastik ABS pada interior dan eksterior mobil belum dilakukan.

Optimalisasi merupakan upaya meningkatkan kinerja pada suatu unit agar memperoleh hasil maksimal. Pengecatan WTP banyak mengalami kendala seperti komposisi bahan yang kurang tepat, film tidak mengembang sempurna, film tidak menempel merata ke media kerja, motif hasil WTP bergelombang dan tidak rata, permukaan *clear* yang redup dan kasar. Mencermati kendala-kendala WTP tersebut, pengkaji tertarik melakukan penelitian untuk mengatasi kendala pengecatan WTP, terutama pada interior dan eksterior mobil yang memiliki lekukan rumit dan berukuran kecil serta dengan biaya terjangkau. Optimalisasi dalam penelitian ini difokuskan untuk memaksimalkan daya kilap hasil WTP dengan menemukan komposisi yang tepat antara film samurai dan *activator* samurai aerosol dengan 3 merek cat (Belkote, Danagloss, dan Top Color) dan 3 merek *clear* (Belkote, Danagloss, dan AXT).

Berdasarkan latar belakang, maka fokus kajian pada dua permasalahan yaitu: 1) Bagaimana komposisi terbaik untuk mengoptimalkan pengecatan WTP menggunakan film Samurai, *activator* Samurai Aerosol, 3 merek cat dasar, dan 3 merek *clear* terhadap permukaan berbahan dasar plastik ABS pada interior dan eksterior mobil? 2) Apakah terdapat pengaruh 3 merek cat dasar

dan 3 merek clear 1-5 layer terhadap tingkat kekilapan permukaan plastic ABS pada pengaplikasian WTP menggunakan film Samurai dan *activator* Samurai Aerosol?

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen (Sandjaja & Heriyanto, 2006). Peneliti melakukan uji coba *Water Transfer Printing* (WTP) menggunakan film bermerek Samurai dan *activator* Samurai Aerosol terhadap media berbahan dasar plastik ABS yang diaplikasikan 3 merek cat dasar dan 3 merek *clear* yang berbeda.

Pertama adalah cat dasar merek Belkote (CDB). Spesifikasi dari cat dasar merek Belkote: thinning ratio (100% thinner belkote/ND), aplikasi yang direkomendasikan *spray*, daya sebar 11-14 m<sup>2</sup>/liter, waktu pengeringan untuk kering sentuh 10 menit dan kering sempurna 1 jam.

Kedua adalah cat dasar merek Danagloss (CDD). Spesifikasi merek cat dasar Danagloss 245 merupakan cat mobil dengan bahan dasar *nitrocellulose* berkualitas prima, sehingga memiliki daya tutup yang luas, tidak mudah retak jika berbenturan, cepat kering dan sangat mengkilap. Perbandingan cat dan thinner 1: 1,25.

Ketiga adalah cat dasar merek Top Color (CDT). Spesifikasi cat dasar merek Top Color 0020 adalah cat enamel dari bahan *nitrocellulosa* yang direkomendasikan untuk pengecatan kayu, besi, dan plastik ABS. Aplikasi yang direkomendasikan adalah semprot dengan *spray gun*. Daya sebar 7-11 m<sup>2</sup>/liter, perbandingan cat dengan thinner 1 : 1,25 waktu pengeringan untuk kering sentuh 15 menit dan kering sempurna 1 jam.

Keempat adalah *Clear* merek Belkote (CB). *Clear* Belkote 600 ml menggunakan coat 3000 dengan rasio perbandingan 1: 1.

Kelima adalah *Clear* merek Danagloss (CD). *Clear* Danagloss yang digunakan PU X2-dengan hardener 746-0000 ukuran 200 ml dengan perbandingan 4 : 1.

Keenam adalah *Clear* merek AXT (CA). *Clear* AXT yang digunakan Automotive Refinish 410 dan hardener 410 ukuran 200 ml.

Penelitian eksperimen ini dilakukan di Bengkel Ranuga Group Paint Art yang terletak

di Jalan Paris nomor 7 Kelurahan Tuahkarya Kecamatan Tuah Madani Kota Pekanbaru. Waktu penelitian ini diagendakan selama enam bulan yaitu September 2023-Maret 2024.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu alat untuk mengaplikasikan WTP dan alat untuk pengukuran hasil yang diperoleh. Adapun alat yang digunakan untuk pengaplikasian WTP sebagai berikut.

Pertama semprotan, untuk menyemprotkan cairan aktivator ke sebuah lembaran film dibutuhkan alat semprot. Alat semprot yang digunakan dapat berupa alat semprot manual atau aerosol atau bermesin seperti semprotan burung, semprotan nyamuk atau *spray gun HVLP*. Bagi pemula atau hanya untuk coba-coba, sebaiknya menggunakan semprotan burung atau aerosol karena harganya ekonomis. Namun, bagi yang mau terjun di bidang ini secara profesional, direkomendasikan sebaiknya menggunakan *spray gun HVLP*, karena hasil semprotan yang dikeluarkan lebih halus seperti cairan kabut dengan karakter volume cairan yang dikeluarkan banyak, namun tekanan yang dihasilkan rendah. Hal ini tentu tidak akan membuat film rusak atau berlubang jika disemprot menggunakan *spray gun*.

Kedua bak dan air, *Water Transfer Printing* sudah pasti identik dengan air. Tanpa air, proses tak akan berjalan dengan baik, karena film ini bisa bereaksi setelah tersentuh air + cairan aktivator. Lalu seberapa banyak air yang dibutuhkan? tergantung dari benda-benda yang bisa digunakan sebagai bahan praktik. Bila benda yang akan dilapisi berukuran kecil, maka digunakan bak ukuran panjang lebar 1 meter × 1 meter dengan kedalaman ke bawah 1 meter. Jika ukuran benda yang akan dikerjakan berukuran besar, boleh digunakan ukuran 1×2 meter, 1×3 meter dengan kedalaman 1 meter. Intinya luas bak cukup untuk dimasukkan benda-benda yang akan dilapisi. Boleh juga memakai bak kamar mandi, jika tidak sempat membuatnya.

Ketiga adalah alat amplas, alat ini mempunyai peran penting dalam sebuah proses pengecatan yakni untuk menghaluskan benda yang akan dilapisi.

Keempat masker hidung. Terpapar semprotan cat dan cairan aktivator secara langsung sangat membahayakan bagi kesehatan aplikator. Maka dari itu, dibutuhkan masker hidung agar tidak terhirup cairan kimia yang berdampak bagi kesehatan paru-paru.

Kelima adalah sarung tangan. Sarung tangan digunakan selama proses pengecatan agar tangan tidak terkena cat dan pattern.

Keenam adalah pisau cutter. Pisau ini akan digunakan untuk memotong plastik ABS dan memotong film WTP.

Ketujuh adalah gergaji. Gergaji yang digunakan dalam penelitian ini adalah gergaji Maktec MT 431 untuk menggergaji atau memotong bumper/plastic ABS.

Kedelapan adalah *Heat Gun*, untuk mengalirkan udara panas dalam rentang waktu tertentu. *Heat gun* digunakan untuk meratakan permukaan ABS yang bergelombang atau berkelok.

Kesembilan adalah kompresor dan selang kompresor, untuk menyalurkan angin dari kompresor ke *Spray Gun* dan meningkatkan tekanan udara.

Dan terakhir adalah spidol dan mistar. Keduanya digunakan untuk proses pengemalan atau membuat pola plastik ABS dan memberi kode sampel penelitian.

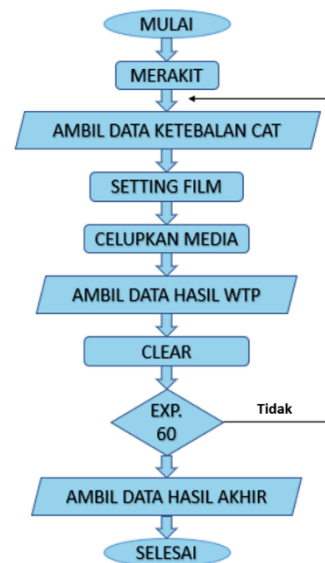
Setelah dilakukan pengecatan WTP terhadap plastik ABS, selanjutnya dilakukan pengukuran hasil yang diperoleh dari daya kilap yang dihasilkan. Alat yang digunakan untuk mengukur daya kilap dari hasil pengecatan WTP, peneliti menggunakan Gloss Meter. Alat ini telah memenuhi standar internasional ISO 2813 dan standar nasional Cina GB/T9754, serta memenuhi persyaratan pengukuran kilap kerja kelas satu JJG696. Keunggulan *gloss* meter ini adalah hasil pengukuran presisi, fitur kinerja stabil, dan mudah digunakan. Spesifikasi *gloss* meter yang digunakan adalah spesifikasi YG60S 60°, measuring angle 60°, measuring area 60°: 0-200GU, division value 1GU, measuring modes basic mode, measuring time 0,5S, repeatability 0-100GU: ±0,5GU; 100-2000GU: ±0,5%GU, accurate conform with JJG second grade requirement of gloss meter, auto power-off time 30s, display 2,3 inch white and

black screen, size 160 x 52x 84mm, weight about 300g.

Penelitian ini juga menggunakan bahan habis pakai yang digunakan untuk pengecatan WTP yaitu plastik ABS ukuran 15 × 15 sebanyak 45 buah; Film atau pattern merek Samurai 5 meter; Aktivator merek Samurai Aerosol 1 tabung berukuran 400 ml; Air bersih 100 liter; Tiga merek cat dasar (Belkote, Danagloss, dan Top Color) masing – masing merek 1 liter; Thinner F7 Super Gloss Quality 5 liter; Epoxy Danagloss 1 liter; Amplas ukuran 400 dan 1000.

Tiga merek *clear* 1 liter + hardenernya 0,2 liter masing masing merek (Belkote, Danagloss, dan AXT) dengan ukuran 1 liter untuk setiap merek.

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan sebagaimana ditunjukkan *flowchart* pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* prosedur penelitian

Alur prosedur penelitian ini diterapkan kepada setiap komponen eksperimen dengan tipe film (Samurai) dan *activator* (Samurai Aerosol) yang sama, namun dengan merek cat dan merek *clear* yang berbeda. Uji coba dilakukan dengan menggunakan 1 merek film, 1 merek *activator*, 3 merek cat, dan 3 merek *clear* dengan kode/inisial:

Tabel 1. Merek Film, Aktivator, Cat, dan Clear dengan Kode Inisial

Merk Film	Samurai (FS)
-----------	--------------

Merek Aktivator	Samurai Aerosol (ASA)
Merek Cat Dasar	Belkote (CDB), Danagloss (CDD), dan Top Color (CDT)
Merek Clear	Belkote (CB), Danagloss (CD), dan AXT (CA)

Penggunaan komposisi jenis film, activator, merek cat dasar, dan merek clear tersebut, dilakukan uji coba dengan komposisi yang berbeda-beda. Terdapat 9 komposisi uji coba dalam penelitian ini. Untuk mendapatkan data yang akurat, masing-masing komposisi dilakukan uji coba sebanyak 5 kali. Dari 5 kali pengulangan untuk 1 komposisi ini akan ditemukan rerata dan standar deviasinya. Dengan demikian jumlah uji coba yang dilakukan untuk 9 komposisi adalah 45 kali. Komposisi uji coba penelitian dapat sesuai Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi uji coba penelitian

	FS-ASA	CB	CD	CA
	CDB	CDB	CDB	CDB
CDB	FS-ASA	FS-ASA	FS-ASA	FS-ASA
		CB	CD	CA
	CDD	CDD	CDD	CDD
CDD	FS-ASA	FS-ASA	FS-ASA	FS-ASA
		CB	CD	CA
	CDT	CDT	CDT	CDT
CDT	FS-ASA	FS-ASA	FS-ASA	FS-ASA
		CB	CD	CA

Data penelitian berupa data kuantitatif berdasarkan hasil pengukuran daya kilap menggunakan Gloss meter YG60S 60°. Data penelitian ini bersumber dari hasil pengukuran alat-alat sesuai peruntukannya yaitu untuk mengukur ketebalan cat dasar dan ketebalan clear menggunakan Cutting Thickness Gauge, kehalusan permukaan cat menggunakan Microscope USG, kerataan permukaan menggunakan 1 unit lampu LED, dan daya kilap menggunakan Gloss meter YG60S 60°. Alat-alat yang digunakan telah memenuhi standar pengukuran baik nasional maupun internasional.

Data yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari data komposisi dan daya kilap permukaan plastik ABS. Untuk pengumpulan data tersebut digunakan alat ukur Gloss Meter YG60S 60° seperti Gambar 2.



Gambar 2. Gloss Meter YG60S 60°

Data daya kilap dianalisis menggunakan SPSS Parametrik dengan uji Two Way Anova (jika nilai residual standar berdistribusi normal dan homogen) atau SPSS Non Parametrik Uji Friedman (jika nilai residual standar berdistribusi tidak normal dan tidak homogen).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengukuran dengan bantuan alat Gloss Meter terhadap 45 sampel penelitian, diperoleh data seperti Tabel 3.

Tabel 3. Data kekilapan permukaan hasil pengeclearan

Nomor Sampel	Kekilapan Permukaan Hasil Pengeclearan		Nilai Max-Min dan Rerata Setiap Layer
	Komposisi	Daya Kilap	
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Komposisi 1A	111,2	
6	Komposisi 2A	102,8	
11	Komposisi 3A	102,7	Nilai Min: 95,2
16	Komposisi 4A	103,7	
21	Komposisi 5A	102,1	Nilai max: 111,2
26	Komposisi 6A	95,2	Nilai Rerata 1 layer: 103,6
31	Komposisi 7A	110,2	
36	Komposisi 8A	103,2	
41	Komposisi 9A	101,4	
2	Komposisi 1B	112,4	
7	Komposisi 2B	106,5	Nilai Min: 104,0
12	Komposisi 3B	104,0	Nilai Max: 113,8

17	Komposisi 4B	107,0	
22	Komposisi 5B	106,5	
27	Komposisi 6B	108,5	
32	Komposisi 7B	113,8	
37	Komposisi 8B	105,0	Nilai Rerata 2 Layer: 107,8
42	Komposisi 9B	106,5	
3	Komposisi 1C	112,8	
8	Komposisi 2C	108,0	
13	Komposisi 3C	106,8	Nilai Min: 106,8
18	Komposisi 4C	109,3	
23	Komposisi 5C	107,5	Nilai Max: 112,8
28	Komposisi 6C	109,9	Nilai Rerata 3 Layer: 109,4
33	Komposisi 7C	112,8	
38	Komposisi 8C	110,3	
43	Komposisi 9C	107,0	
4	Komposisi 1D	113,4	
9	Komposisi 2D	111,8	
14	Komposisi 3D	109,5	Nilai Min: 108,5
19	Komposisi 4D	112,8	
24	Komposisi 5D	111,8	Nilai Max: 114,4
29	Komposisi 6D	110,9	Nilai Rerata 4 Layer: 111,9
34	Komposisi 7D	114,4	
39	Komposisi 8D	114,1	
44	Komposisi 9D	108,5	
5	Komposisi 1E	113,5	
10	Komposisi 2E	113,7	
15	Komposisi 3E	111,3	Nilai Min: 110,0
20	Komposisi 4E	110,8	
25	Komposisi 5E	113,1	Nilai Max: 113,8
30	Komposisi 6E	111,7	Nilai Rerata 5 Layer: 112,2
35	Komposisi 7E	113,8	
40	Komposisi 8E	110,0	
45	Komposisi 9E	111,6	

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh tingkat kekilapan permukaan hasil pengeclearan sesuai dengan pengaplikasian layer:

Untuk kekilapan permukaan pengeclearan dengan 1 layer berada pada rentang 95,2-111,2 GU, dengan rerata 103,6 GU.

Kekilapan pengeclearan dengan 2 layer berkisar antara 104,0-113,8 GU, dengan rerata 107,8 GU.

Tingkat kekilapan hasil pengeclearan dengan 3 layer berada pada rentang 106,8-112,8 GU, dengan rerata 109,4 GU.

Untuk kekilapan permukaan pengeclearan dengan 4 layer berkisar antara 108,5-114,4 GU, dengan rerata 111,9 GU.

Hasil pengukuran tingkat kekilapan permukaan dari 5 layer berkisar antara 110,8-115,4 GU, dengan rerata 112,2 GU.

Secara keseluruhan hasil pengukuran tingkat kekilapan *clear* berada pada rentang 95,2-114,8 GU.

### Uji Normalitas dan Homogenitas Kekilapan

Untuk mengetahui tingkat kekilapan *clear* dari ke-3 merek yang digunakan (Belkote, Danagloss, dan Top Color) dengan pengaplikasian 1-5 layer, dilakukan uji *Two Way Anova*. Syarat uji *Two Way Anova* adalah nilai residual standar berdistribusi normal dan varian antar kelompok homogen. Oleh karena itu, sebelum melakukan uji *Two Way Anova*, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas nilai residual standar dan uji homogenitas.

Setelah dilakukan uji normalitas dengan kekilapan permukaan *clear* dengan SPSS ditemukan data sebagaimana Tabel 4:

**Tabel 4. Uji normalitas**

Test of Normality							
Kolmogorov-Smirno							
		v <sup>a</sup>	Shapiro-Wilk				
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized		.393	45	.000	.412	45	.000
Residual	for						
Kekilapan							

*Lilliefors Significance Correction*

Berdasarkan *test of normality* diperoleh *output* nilai standar residual kekilapan *clear* nilai sig. 0,000 < 0,05. Hal ini berarti nilai standar residual tidak berdistribusi normal, Dengan demikian syarat normalitas uji *Two Way Anova*

tidak terpenuhi. Sehingga digunakan statistik non parametrik dengan Uji Friedman. Mengingat bahwa nilai standard residual kekilapan *clear* tidak berdistribusi normal, sehingga tidak bisa dilakukan uji *Two Way Anova*, maka uji homogenitas tidak perlu dilakukan. Selanjutnya uji *Two Way Anova* digantikan dengan uji Friedman yang merupakan statistik non parametrik.

### Analisis Data Kekilapan Permukaan Clear

Berdasarkan uji normalitas nilai residual standar dan homogenitas tingkat kekilapan permukaan clear dari 3 merek (Belkote, Danagloss, dan AXT) pada pengaplikasian layer 1-5, diketahui bahwa nilai residual standar tidak berdistribusi normal dan tidak homogen. Dengan demikian, tidak dapat digunakan statistik parametrik dengan uji *Two Way Anova*. Oleh karena itu, pengujian dapat dilanjutkan menggunakan statistik non parametrik dengan dengan uji Friedman.

Langkah-langkah uji kekilapan permukaan clear menggunakan Uji *Friedman*: Pertama hipotesa penelitian, pada langkah ini uji kekilapan permukaan clear dari merek clear Belkote, Danagloss, dan AXT:

$H_0$  jika tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara merek clear dan jumlah layer yang diaplikasikan terhadap tingkat kekilapan permukaan clear.

$H_a$  jika terdapat pengaruh yang signifikan antara merek clear dan jumlah layer yang diaplikasikan terhadap tingkat kekilapan permukaan clear.

Kedua, menentukan dasar pengambilan keputusan untuk uji *Friedman* pengaruh merek clear dan jumlah layer terhadap tingkat kekilapan permukaan clear:

Jika nilai Asymp. Sig. < 0,05 maka dapat diartikan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan.

Jika nilai Asymp. Sig. > 0,05 maka dapat diartikan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan.

Setelah dilakukan uji *Friedman* untuk mengetahui pengaruh merek clear dan jumlah

layer terhadap tingkat kekilapan permukaan clear diperoleh deskripsi statistik:

**Tabel 5. Statistik deskriptif**

	Descriptive Statistics							
	N	Mean	Std. Dev	Min	Max	Percentiles		
						25 <sup>th</sup>	50 <sup>th</sup> (Median)	75 <sup>th</sup>
kilapan <i>ir</i>	45	1237.31	279.879	109	9520	1065.	1102.00	1126.00
rek <i>ir</i>	45	2.00	.826	1	3	1.0	2.00	3.00
er <i>ir</i>	45	3.00	1.430	1	5	2.0	3.00	4.00

Berdasarkan deskripsi statistik diperoleh nilai mean untuk kekilapan clear 123,73 GU, mean merek clear 2,00  $\mu\text{m}$ , dan mean jumlah layer 3,00  $\mu\text{m}$ .

**Tabel 6. Nilai mean kekilapan clear**

Test Statistics <sup>a</sup>	
N	45
Chi-Square	74.842
Df	2
Asymp. Sig.	.000

a. Friedman Test

Berdasarkan *output test* statistik diperoleh nilai Asymp. Sig. 0,000 < 0,05. Hal ini berarti terdapat pengaruh yang signifikan antara merek *clear* dan jumlah layer yang diaplikasikan terhadap kekilapan permukaan *clear*.

### Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis pengaruh merek clear (Belkote, Danagloss, dan AXT) dan jumlah layer yang diaplikasikan terhadap daya kilap menggunakan uji Friedman diperoleh Asymp. Sig. 0,000. Nilai Asymp. Sig. 0,000 < 0,05 sehingga dapat dimaknai bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara merek dan jumlah layer terhadap kekilapan permukaan media kerja.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Setyawan & Utama (2017) bahwa tingkat ketebalan *clear* berpengaruh terhadap tingkat daya kilap yang dihasilkan. Semakin tinggi tingkat ketebalan *clear* (semakin banyak jumlah layer yang diaplikasikan), maka akan semakin tinggi tingkat kekilapan yang dihasilkan. Demikian juga sebaliknya semakin rendah/tipis *clear* (semakin sedikit jumlah layer yang diaplikasikan), maka akan semakin rendah tingkat kekilapan yang ditampilkan.

Perbedaan tingkat kekilapan pada masing-masing layer dari hasil penelitian ini. Pertama, untuk kekilapan permukaan pengeclearan dengan 1 layer berada pada rentang 95,2-111,2 GU, dengan rerata 103,6 GU. Jika dicermati komposisi cat dasar dan *clear* yang menghasilkan nilai kekilapan minimum adalah cat dasar Danagloss-clear AXT (95,2 GU) dan nilai kekilapan maksimum komposisinya adalah cat dasar Belkote dan *clear* Belkote (111,2 GU). Dengan demikian untuk *clear* 1 layer hasil terbaik diperoleh dari komposisi cat dasar Belkote dan *clear* Belkote dengan tingkat kekilapan 111,2 GU.

Kedua, Kekilapan pengeclearan dengan 2 layer berkisar antara 104,0-113,8 GU, dengan rerata 107,8 GU. Komposisi daya kilap minimum 2 layer dihasilkan oleh cat dasar Berkote-clear AXT (104 GU), sedangkan komposisi daya kilap maksimumnya diperoleh dari cat dasar Top Color-clear Belkote (113,8 GU). Dengan demikian untuk pengaplikasian *clear* 2 layer komposisi kekilapan terbaik diperoleh dari cat dasar Top Color dan *clear* Belkote dengan tingkat kekilapan 113,8 GU.

Ketiga, tingkat kekilapan hasil pengeclearan dengan 3 layer berada pada rentang 106,8-112,8 GU, dengan rerata 109,4 GU. Pada komposisi 3 layer, setiap adukan *clear* baik Belkote, Danagloss, dan AXT ditambahkan sedikit cat (pigmen). Jika dicek komposisi 3 layer yang menghasilkan kekilapan minimum adalah cat dasar Belkote-clear AXT (106,8 GU), sedangkan kekilapan maksimum dihasilkan dari komposisi cat dasar Belkote-clear Belkote (112,8 GU) dan cat dasar Top Color-clear Belkote (112,8 GU). Khusus untuk komposisi 3 layer yang dicampurkan sedikit cat hasil pengeclearan lebih menawan. Dengan demikian tingkat kekilapan maksimum 3 layer diperoleh dari 2 komposisi yaitu cat dasar Belkote-clear Belkote dan cat dasar Top Color-clear Belkote dengan tingkat kekilapan 112,8 GU.

Keempat, untuk kekilapan permukaan pengeclearan dengan 4 layer berkisar antara 108,5-114,4 GU, dengan rerata 111,9 GU. Jika dicek komposisi yang menghasilkan tingkat kekilapan minimum adalah komposisi cat dasar Top Color-clear AXT (108,5 GU) dan nilai maksimumnya oleh komposisi cat dasar Top

Color dan *clear* Belkote (114,4 GU). Dengan demikian untuk pengaplikasian *clear* 4 layer tingkat kekilapan terbaik diperoleh dari komposisi cat dasar Top Color dan *clear* Belkote dengan nilai 114,4 GU.

Kelima, hasil pengukuran tingkat kekilapan permukaan dari 5 layer berkisar antara 110,0-113,8 GU, dengan rerata 112,2 GU. Sama halnya dengan komposisi 3 layer, pada komposisi 5 layer setiap adukan *clear* (Belkote, Danagloss, dan AXT) ditambahkan sedikit cat sebagai pigmen. Untuk hasil kekilapan memang tidak terlalu signifikan peningkatannya, namun tampilannya menjadi lebih menawan. Komposisi untuk pengaplikasian *clear* 5 layer + pigmen yang menghasilkan kekilapan minimum adalah cat dasar Top Color-clear Danagloss (110 GU), sedangkan komposisi maksimumnya adalah cat dasar Top Color-clear Belkote (113,8 GU). Dengan demikian untuk pengaplikasian 5 layer dimana adukan ditambahkan sedikit cat (pigmen) yang menghasilkan kekilapan terbaik adalah komposisi cat dasar Top Color-clear Belkote dengan tingkat kekilapan 113,8 GU.

Berdasarkan pembahasan ini, dapat disimpulkan bahwa khusus untuk *clear* nilai maksimum kekilapan dihasilkan oleh *clear* merek Belkote, kemudian diikuti oleh Danagloss dan AXT, baik pada 1, 2, 3, 4, dan 5 layer.

Jika dianalisis dari segi komposisi antara komponen *clear* sebagaimana yang direkomendasikan produsen kepada konsumen yaitu *clear* merek Belkote merekomendasikan perbandingan antara *clear*, thinner dan hardener adalah 4 : 0,05 : 4; *Clear* merek Danagloss merekomendasikan perbandingan *clear*, thinner, dan hardener adalah 4 : 2 : 1; *Clear* merek AXT merekomendasikan perbandingan *clear*, thinner, dan hardener sebanyak 4 : 2 : 1.

Komposisi perbandingan komponen *clear* Belkote 4 : 0,05 : 4 artinya perbandingan 4 untuk *clear*, 0,05 untuk thinner, dan 4 untuk hardener. Seimbangnyanya jumlah perbandingan antara *clear* dan hardener serta dengan sangat sedikit thinner pada komposisi *clear* Belkote inilah yang memberikan hasil pengeclearan dengan daya kilap tertinggi, dimana komposisinya cenderung kental dan

menghasilkan lapisan yang tebal. Berbeda dengan Danagloss dan AXT, dimana perbandingan komponennya 4 : 2 : 1 yakni 4 untuk *clear*, 2 untuk *thinner*, dan 1 untuk *hardener*. Komposisi ini menghasilkan *clear* yang sedang (tidak encer dan tidak juga kental), sehingga jika diaplikasikan akan menghasilkan *clear* dengan tingkat kekilapan sedang. Dengan demikian dapat disimpulkan untuk *clear* terbaik dari 3 merek yang digunakan adalah *clear* Belkote.

Namun dalam pengaplikasian *Water Transfer Printing* untuk mendapatkan tingkat kekilapan tertinggi menggunakan film Samurai dan activator Samurai Aerosol, komposisi terbaik disesuaikan dengan jumlah layer yang diaplikasikan. Pertama pengaplikasian *clear* 1 layer tingkat kekilapan tertinggi diperoleh dari komposisi cat dasar merek Belkote, film Samurai, activator Samurai Aerosol, dan *clear* merek Belkote.

Kedua pengaplikasian *clear* 2 layer tingkat kekilapan tertinggi diperoleh dari komposisi cat dasar merek Top Color, film Samurai, activator Samurai Aerosol, dan *clear* merek Belkote.

Ketiga, pengaplikasian *clear* 3 layer tingkat kekilapan tertinggi diperoleh dari dua komposisi yaitu: Cat dasar merek Belkote, film Samurai, activator Samurai Aerosol, dan *clear* merek Belkote; Cat dasar merek Top Color, film Samurai, activator Samurai Aerosol, dan *clear* merek Belkote.

Keempat, pengaplikasian *clear* 4 layer tingkat kekilapan tertinggi diperoleh dari komposisi cat dasar merek Top Color, film Samurai, activator Samurai Aerosol, dan *clear* merek Belkote.

Kelima pengaplikasian *clear* 5 layer tingkat kekilapan tertinggi diperoleh dari komposisi cat dasar merek Top Color, film Samurai, activator Samurai Aerosol, dan *clear* merek Belkote.

Berdasarkan jumlah layer dalam pengaplikasian WTP menggunakan film Samurai dan activator Samurai Aerosol, terdapat 2 komposisi yang paling direkomendasikan untuk mendapatkan tingkat kekilapan terbaik yaitu: cat dasar Belkote dan *clear* Belkote (1 dan 3 layer), dan cat dasar Top Color dan *clear* Belkote (2, 3, 4, dan 5 layer).

Berdasarkan pengalaman di lapangan komposisi cat-dasar Belkote dan *clear* Belkote, sangat baik untuk pengaplikasian jumlah layer rendah, namun kurang baik jika diaplikasikan dengan jumlah layer yang tinggi. Hal ini disebabkan hasil cat dasar Belkote memiliki tingkat ketebalan tinggi, sehingga jika diaplikasikan dengan jumlah layer *clear* yang tinggi akan mengganggu lapisan dibawahnya sehingga mempengaruhi kekilapan.

Berbeda halnya dengan cat dasar Top Color, berdasarkan hasil pengukuran tingkat ketebalan cat dasar, dimana cat dasar Top Color menghasilkan tingkat ketebalan yang stabil dan paling tipis (simak pembahasan ketebalan cat dasar point A). Rendahkan tingkat ketebalan cat dasar mengindikasikan penggunaan jumlah *thinner* yang banyak, sehingga tingkat kekentalan cat rendah (Hariyanto, 2016), tingkat kerataan tinggi, dan menghasilkan ketebalan yang rendah (Noor & Tarmedi, 2017; Pratama & Kromodiharjo, 2016). Permukaan hasil pengecatan seperti ini akan baik jika diaplikasikan lapisan berikutnya (*clear*). Dengan demikian tingkat kekilapan akan mencapai tingkat maksimal.

Untuk lebih jelasnya contoh hasil pengaplikasian komposisi cat dasar Belkote, film Samurai, activator Samurai Aerosol, dan *clear* Belkote 2 layer terhadap interior dan eksterior mobil berbahan dasar plastic ABS dapat dilihat pada gambar 3 dan 4.



**Gambar 3. Pengaplikasian WTP pada Interior Mobil Berbahan Dasar Plastik ABS: a. Frame Headunit, b. Cover Klakson, c. Handle Pintu**





- Harnois, M., Himdi, M., Yong, W., Rahim, S. K. A., Tekkouk, K., & Cheval, N. 2020. An Improved Fabrication Technique for The 3-D Frequency Selective Surface Based on Water Transfer Printing Technology. *Scientific Reports*, 10(1). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58657-5>
- Islahudin, N. 2019. Teknologi Proses Pengecatan Menggunakan Sistem Atomisasi pada Produk Berbahan Plastik di Industri Perakitan Sepeda Motor. *Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 13(1):15–25.
- Kaçamer, S., & Budakçı, M. 2023. Application Parameters of Water Transfer Printing on Wood-Based Panel Surfaces. *BioResources*, 18(1). 1025–1040. DOI: <https://doi.org/10.15376/biores.18.1.1025-1040>
- Kemendikbud. 2021. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Noor, R., & Tarmedi, E. 2017. Pengaruh Ketebalan Lapisan terhadap Daya Lekat Cat. *Laporan Penelitian Mandiri*.
- Pratama, R. A., & Kromodiharjo, S. 2016. Studi Eksperimen Pengaruh Tebal Cat dan Kekasaran Pada Pelat Baja Karbon Rendah terhadap Kerekatan Proses di PT. Swadaya Graha. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2). 311–315.
- Sandjaja, B., & Heriyanto, A. 2006. *Panduan Penelitian* (2nd ed.). Malang: Prestasi Pustaka Publisher.
- Setyawan, D. 2017. Pengaruh Komposisi Mixing Clear Gloss (Vernish) terhadap Kualitas Hasil Pengecatan Pada Komponen Bodi Kendaraan. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin (JPTM)*, 06(01). 63–67. Dari: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-teknik-mesin/article/view/21035>
- Suhartono, R., & Susilawati, S. 2020. Optimalisasi Pengecatan Menggunakan Model Water Transfer Printing Pada Logam. *Jurnal Ilmiah Ilmu dan Teknologi Rekayasa*, 1(2). 24–29. DOI: <https://doi.org/10.31962/jiitr.v1i2.32>
- Sulaeman, F. S., & Putri, N. D. 2019. Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality Interior dan Eksterior Mobil Sebagai Media Promosi pada Mobil Honda. *Jurnal IKRA-ITH Informatika*, 3(1). 63–69. DOI: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-informatika/article/view/299>
- Sun, L., Jiang, X., & Zhou, Y. 2019. Efficient Nonfullerene Organic Solar Cells With Active Layers Fabricated by Water Transfer Printing. *Journal of Energy Chemistry*, 37. 220–224. <https://doi.org/10.1016/j.jechem.2019.04.001>
- Susetyarsi, T. H.. 2013. Analisis Pengaruh Atribut Produk pada Mobil Toyota Avanza Ditinjau dari Segi Interior, Eksterior, dan Mesin terhadap Loyalitas Konsumen di Semarang. *Jurnal STIE Semarang*, 5(1). 71–80. Dari: <https://jurnal3.stiesemarang.ac.id/index.php/jurnal/article/view/150>
- Talbert, R. 2007. *Paint Technology Handbook*. CRC Press. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781420017786>
- Ukiyabes, U. 2014. *Water Transfer Printing!!! Cara Mudah untuk Ngecat!!!* (online), (<https://www.kaskus.co.id/thread/53439647c1cb177c0a8b4609/water-transfer-printing--cara-mudah-untuk-nge-cat/>), diakses 12 Januari 2025.
- Xiong, S., Li, J., Peng, J., Dong, X., Qin, F., Wang, W., Sun, L., Xu, Y., Lin, Q., & Zhou, Y. 2021. Water Transfer Printing of Multilayered Near-Infrared Organic Photodetectors. *Advanced Optical Materials*, 10(1). DOI: <https://doi.org/10.1002/adom.202101837>.
- Zhang, Y., Gui, Y., Meng, F., Li, L., Gao, C., Zhu, H., & Hao, Y. 2016. Graphene Water Transfer Printing for 3D Surface. *IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)*, 13–16. <https://doi.org/10.1109/MEMSYS.2016.7421545>