



**ANALISIS KETEBALAN LAPISAN PADA PENGECATAN
BAJA KARBON RENDAH MENGGUNAKAN
METODE RESPONS PERMUKAAN**

SKRIPSI

Oleh:

Hayun Indra Nur Iman

NIM 141910101078

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2019



**ANALISIS KETEBALAN LAPISAN PADA PENGECATAN
BAJA KARBON RENDAH MENGGUNAKAN
METODE RESPONS PERMUKAAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

Hayun Indra Nur Iman

NIM 141910101078

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

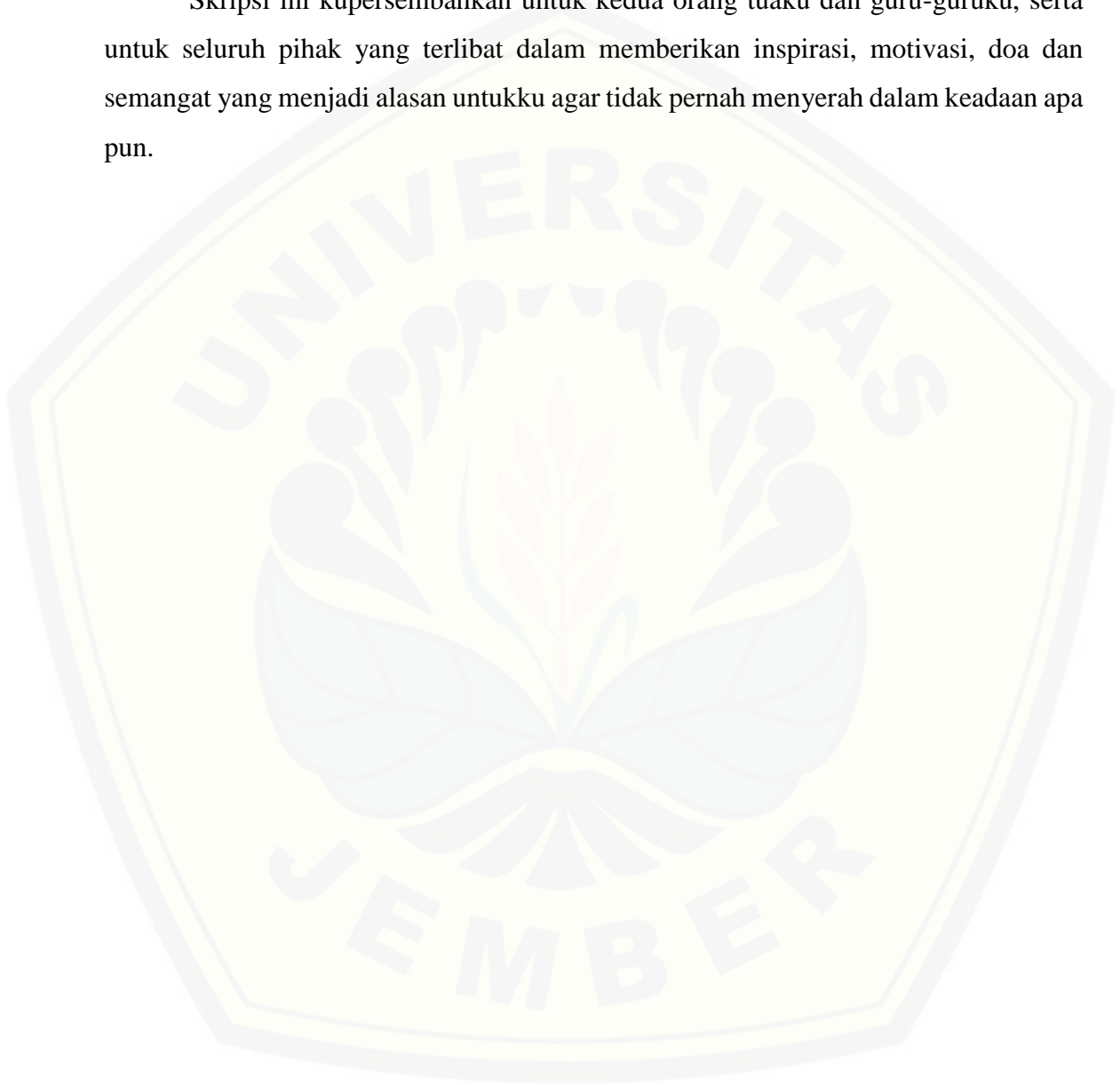
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2019

PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk kedua orang tuaku dan guru-guruku, serta untuk seluruh pihak yang terlibat dalam memberikan inspirasi, motivasi, doa dan semangat yang menjadi alasan untukku agar tidak pernah menyerah dalam keadaan apa pun.



MOTO

Bukannya bisa atau tidak bisa, tapi mau atau tidak mau

(Yulius Nextjack)

Kesusu bisa keliru, alon-alon bisa ora kelakon

(Bijak Jawa)

Ketika seseorang tidak mau mengakui kesalahannya, maka orang itu tidak akan pernah mengalami kemajuan dalam hidupnya

(Mbah Nun)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama: Hayun Indra Nur Iman

NIM: 141910101078

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “ANALISIS KETEBALAN LAPISAN PADA PENGECATAN BAJA KARBON RENDAH MENGGUNAKAN METODE RESPONS PERMUKAAN” adalah hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Dengan demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 Mei 2019

Yang menyatakan,

(Hayun Indra Nur Iman)

NIM 141910101078

SKRIPSI

**ANALISIS KETEBALAN LAPISAN CAT
PADA PROSES PENGECATAN BAJA KARBON RENDAH
MENGUNAKAN METODE RESPONS PERMUKAAN**

Oleh:

Hayun Indra Nur Iman

NIM 141910101078

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Mahros Darsin S.T., M.Sc., Ph. D.

Dosen Pembimbing Anggota : Rahma Rei Sakura S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Ketebalan Lapisan pada Pengecatan Baja Karbon Rendah Menggunakan Metode Respons Permukaan” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Rabu, 29 Mei 2019

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Mahros Darsin S.T., M.Sc., Ph. D
NIP 19700322 199501 1 001

Rahma Rei Sakura S.T., M.T.
NIP 760017115

Penguji I,

Penguji II,

Ir. Dwi Djumhariyanto M.T.
NIP 19600812 199802 1 001

Dr. Gaguk Jatisukamto S.T., M.T.
NIP 19690209 199802 1 001

Mengesahkan
Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

ANALISIS KETEBALAN LAPISAN PADA PENGECATAN BAJA KARBON RENDAH MENGGUNAKAN METODE RESPONS PERMUKAAN; Hayun Indra Nur Iman, 141910101078; 2019; 46 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Jember.

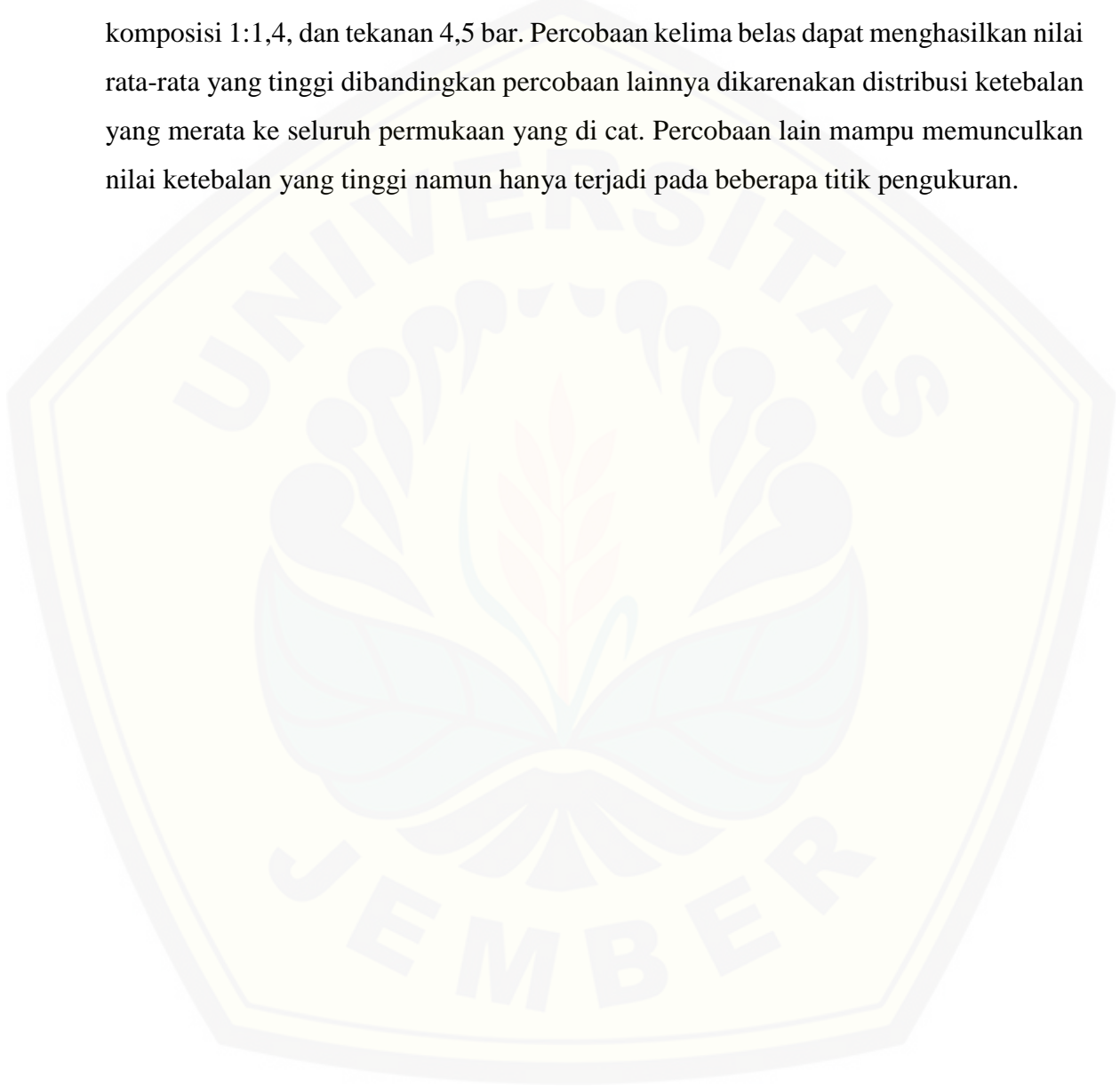
Jumlah kendaraan bermotor selama periode 2013-2017 mengalami peningkatan rata-rata yang cukup tinggi yaitu 7,40 persen per tahun. Paparan sinar matahari dapat mengakibatkan cat cepat rusak dan warna yang cepat pudar, sehingga diperlukan perbaikan. Perbaikan cat kendaraan diperlukan karena cat pada kendaraan memiliki fungsi melindungi *body* kendaraan dari korosi. Perlindungan terhadap korosi dan upaya untuk menjaga tampilan kendaraan tetap bagus pengecatan menjadi sebuah kebutuhan yang penting. Kebutuhan akan cat menjadi penting disebabkan kebutuhan yang meningkat setiap tahunnya.

Pengecatan merupakan suatu upaya yang dilakukan dengan mengaplikasikan cat dalam bentuk cair pada permukaan suatu produk guna membuat lapisan pada permukaan produk tersebut. Lapisan pada permukaan kendaraan bermotor memiliki fungsi untuk melindungi *body* kendaraan dari korosi dan untuk memberikan tampilan yang bagus pada kendaraan. Penilaian terhadap kualitas lapisan cat yang bagus dapat dilakukan dengan melihat beberapa indikator, salah satunya adalah ketebalan lapisan cat pada permukaan *body* kendaraan bermotor.

Metode desain eksperimen yang digunakan adalah metode respons permukaan dan pengolahan data dilakukan dengan bantuan *software* Minitab. Penelitian ini menggunakan tiga parameter dan tiga level pada setiap parameternya, yang dilakukan dengan tiga kali pengulangan. Hasil yang diharapkan pada penelitian ini adalah ketebalan maksimal dengan variasi parameter di atas. Pengukuran ketebalan lapisan cat dilakukan dengan alat ukur *thickness gauge*.

Hasil yang didapatkan dari pengolahan data menyebutkan bahwa parameter dengan pengaruh terbesar terhadap ketebalan lapisan cat adalah jarak penyemprotan,

sedangkan untuk dua parameter lainnya memiliki pengaruh relatif kecil. Ketebalan rata-rata lapisan maksimal yang didapatkan pada penelitian ini adalah sebesar $39.9\mu\text{m}$ yang terletak pada percobaan kelima belas dengan variasi variabel jarak 130mm, komposisi 1:1,4, dan tekanan 4,5 bar. Percobaan kelima belas dapat menghasilkan nilai rata-rata yang tinggi dibandingkan percobaan lainnya dikarenakan distribusi ketebalan yang merata ke seluruh permukaan yang di cat. Percobaan lain mampu memunculkan nilai ketebalan yang tinggi namun hanya terjadi pada beberapa titik pengukuran.



PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Ketebalan Lapisan Cat pada Proses Pengecatan Baja Karbon Rendah Menggunakan Metode Respons Permukaan”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Proses penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya, bapak Hayatul Maqi dan ibu Mudjiati atas segala dukungan dan doa yang tidak pernah berhenti dipanjatkan sehingga saya dapat menyelesaikan studi S1;
2. Seluruh keluarga yang senantiasa memberikan semangat dan doa untuk saya;
3. Bapak Robertus Koekoeh, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
4. Bapak Mahros Darsin S.T., M.Sc., Ph. D., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Ibu Rahma Rei Sakura S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, serta perhatiannya, guna memberikan bimbingan dan arahan demi terselesaikannya skripsi ini;
5. Bapak Ir. Dwi Djumhariyanto M.T., selaku dosen penguji satu, dan Bapak Dr. Gaguk Jatisukamto S.T., M.T., selaku dosen penguji dua yang telah memberikan saran dan kritikan yang membangun untuk penyusunan skripsi ini;
6. Ibu Rika Dwi Hidayatul Qoryah S.T., M.T., yang telah membimbing saya selama menjadi mahasiswa;
7. Seluruh staf pengajar dan administrasi jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, membimbing dan membantu kelancaran saya selama duduk di bangku perkuliahan;

8. Dulur-dulur mesin 2014 yang telah berjuang bersama, dan telah membantu terselesaikannya skripsi ini;
9. Saudari Nur Kolilah yang telah mendukung dan membantu terselesaikannya skripsi ini;
10. Dulur-dulur KEMAPATA (Keluarga Mahasiswa Penataran Blitar di Jember) yang telah menemani serta memberikan dukungan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Harapan penulis adalah supaya informasi dari skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Jember, 29 Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Hipotesa.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pelapisan Organik.....	4
2.2 Pembersihan Permukaan.....	6
2.3 Air Spray	6
2.4 Ketebalan Lapisan	9
2.5 Baja.....	9
2.6 Rancangan Percobaan.....	10
2.7 Metode Respons Permukaan	11

2.7.1	Kegunaan Permukaan Respons	13
2.7.2	Pemodelan permukaan respons	14
2.8	<i>Analysis of Variant</i> (ANOVA)	15
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2	Alat dan Bahan	16
3.2.1	Alat	16
3.2.1	Bahan	17
3.3	Tahap Identifikasi Masalah	18
3.4	Rancangan Penelitian dan Pengambilan Data	18
3.5	Persiapan dan Pengecatan Spesimen	20
3.5.1	Pengukuran Kekasaran Spesimen	20
3.5.2	Proses Pengecatan	21
3.6	Analisa Data	22
3.6.1	Pembentukan Model	22
3.6.2	Pengujian Model	22
3.7	Diagram Alir Penelitian	23
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1	Data Kekasaran Permukaan	24
4.2	Data Percobaan	24
4.3	Analisis Data Ketebalan	25
3.5.1	Pengujian Asumsi Klasik	25
3.5.2	Pengujian Residual	27
3.5.3	Pembentukan Model	29
4.4	Analisis <i>Contour</i> dan <i>Surface Plot</i>	30
4.5	Optimasi Respons	32
4.6	Pembahasan	33
BAB 5.	PENUTUP	35
5.1	Kesimpulan	35

5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	38



DAFTAR TABEL

	Halaman
2. 1 Kelebihan dan kekurangan air spray	8
2. 2 Rancangan percobaan box-behnken design	13
3. 1 Faktor level pengujian.....	19
3. 2 Rancangan box-bhenken design.....	20
4. 1 Kekasaran permukaan	24
4. 2 Desain eksperimen dan hasil pengukuran ketebalan cat	25
4. 3 Analysis of variance	26
4. 4 Koefisien regresi penduga.....	29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2. 1 Spray gun	7
2. 2 Mekanisme penyemprotan	7
2. 3 Hubungan antara (a) Pengaruh ukuran nozzle (b) Pengaruh tekanan fluida (c) Pengaruh kekentalan fluida terhadap ukuran droplet spray	8
2. 4 Ilustrasi ketebalan lapisan	9
2. 5 Ilustrasi respons permukaan	11
2. 6 Ilustrasi plot kontur permukaan respons	12
2. 7 Box-Behnken untuk tiga faktor	13
3. 1 Paint test demonstrator	17
3. 2 Rencana pembuatan spesimen.....	17
3. 3 Proses pengukuran kekasaran permukaan pada spesimen C3.....	21
3. 4 Proses pengukuran ketebalan pada spesimen nomor 11	21
3. 5 Diagram alir penelitian.....	23
4. 1 Plot residual versus fitted values	27
4. 2 Plot autocorelation function	28
4. 3 Plot normal probability	29
4. 4 Plot pengaruh komposisi; jarak terhadap ketebalan pada tekanan 4,5 bar.....	30
4. 5 Plot pengaruh tekanan; jarak terhadap ketebalan pada komposisi 1:1,6	31
4. 6 Plot pengaruh tekanan; komposisi terhadap ketebalan pada jarak 130 mm	32
4. 7 Plot kombinasi variabel proses dengan respons optimum	32
4. 8 Spesimen pada percobaan ketiga	34

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah kendaraan bermotor selama periode 2013-2017 mengalami peningkatan rata-rata yang cukup tinggi yaitu 7,40 persen per tahun (Badan Pusat Statistik, 2017). Paparan sinar matahari dapat mengakibatkan cat cepat rusak dan warna yang cepat pudar, sehingga diperlukan perbaikan. Perbaikan cat kendaraan diperlukan karena cat pada kendaraan memiliki fungsi melindungi *body* kendaraan dari korosi. Perlindungan terhadap korosi dan upaya untuk menjaga tampilan kendaraan tetap bagus pengecatan menjadi sebuah kebutuhan yang penting. Kebutuhan akan cat menjadi penting disebabkan kebutuhan yang meningkat setiap tahunnya (Setyawan, 2017).

Pengecatan merupakan suatu upaya yang dilakukan dengan mengaplikasikan cat dalam bentuk cair pada permukaan suatu objek guna membuat lapisan pada permukaan objek (Argana, 2013). *Body* kendaraan bermotor terbuat dari baja, baja dipilih karena relatif kuat dan mudah dibentuk. Lapisan pada permukaan kendaraan bermotor memiliki fungsi untuk melindungi *body* kendaraan dari korosi dan untuk memberikan tampilan yang bagus pada kendaraan. Penilaian terhadap kualitas lapisan cat yang bagus dapat dilakukan dengan melihat beberapa indikator, salah satunya adalah ketebalan lapisan cat pada permukaan *body* kendaraan bermotor (Afandi, dkk., 2015).

Ketebalan lapisan cat memiliki pengaruh yang besar terhadap perlindungan terhadap korosi. Ketebalan lapisan cat mempengaruhi laju korosi, semakin kecil nilai lapisan cat maka semakin besar laju korosinya. Parameter tersebut di antaranya tekanan udara, jarak penyemprotan, komposisi *mixing solvent*, diameter nosel, jumlah pengulangan, kecepatan pengecatan, rasio distribusi lapisan, dan kekasaran permukaan (Afandi, dkk., 2015).

Hermianto dan Utama, (2018) menyatakan bahwa pengecatan dengan variasi jarak pengecatan 170, 190, dan 210 mm menghasilkan kualitas terbaik pada jarak 170 mm yang menghasilkan ketebalan 0,052 mm dan tingkat kekilapan 92,29 GU. Pengeringan dilakukan menggunakan oven yang tertutup, sehingga tidak ada debu ataupun kotoran yang menempel pada permukaan spesimen.

Ardyanto dan Utama, (2018) menyatakan bahwa pelapisan dengan variasi komposisi (1:0,5; 1:0,8; 1:1) menghasilkan ketebalan tertinggi sebesar 0,140 mm. Namun, pada spesimen dengan nilai ketebalan tertinggi terdapat permasalahan pada permukaan spesimen yaitu munculnya bintik-bintik kecil dikarenakan debu yang menempel.

Penelitian dengan variasi tekanan, jarak *spary gun* dan komposisi cat-tiner belum pernah dilakukan secara bersamaan. Pengujian parameter secara bersamaan memerlukan suatu metode desain eksperimen. Metode desain eksperimen yang digunakan bertujuan untuk memperbaiki kualitas suatu produk, salah satu di antaranya ialah metode respons permukaan. Metode respons permukaan dipilih untuk melihat pengaruh beberapa variabel kuantitatif terhadap suatu variabel respons dan juga dapat menganalisis variabel respons tersebut (Montgomery, 2001).

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisa hasil proses pengecatan. Adapun perumusannya yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi parameter proses (jarak penyemprotan, komposisi cat-tiner, tekanan) terhadap ketebalan lapisan.
2. Bagaimana menentukan variasi parameter proses yang sesuai agar menghasilkan nilai ketebalan paling tinggi menggunakan metode respons permukaan.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi parameter proses (jarak penyemprotan, komposisi cat-tiner, tekanan) terhadap ketebalan lapisan.
2. Mengetahui nilai ketebalan paling tinggi dari variasi parameter proses pada proses pengecatan menggunakan metode respons permukaan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh setelah melaksanakan penelitian yaitu:

1. Dapat mengetahui penerapan metode respons permukaan untuk mengetahui kombinasi yang menghasilkan nilai ketebalan tertinggi dari parameter proses pengecatan.
2. Menambah literatur untuk pertimbangan dalam penelitian lain sehingga mampu memunculkan inovasi baru dalam proses pengecatan.
3. Meningkatkan kualitas hasil pengecatan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Penelitian dilakukan dengan komposisi cat primer dan *hardener* yaitu 1:1.
- b. Penelitian tidak menganalisis korosi yang akan terjadi.
- c. Nilai kekasaran permukaan tidak termasuk ke dalam analisis data.

1.6 Hipotesa

Berdasarkan pengamatan yang didasari pada penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dapat ditarik sebuah hipotesis awal, yaitu dengan kombinasi nilai jarak dan kadar tiner dalam komposisi yang kecil, serta nilai tekanan udara yang besar, akan menghasilkan nilai ketebalan lapisan cat yang tinggi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pelapisan Organik

Pelapisan permukaan bertujuan untuk melindungi permukaan dari unsur yang membahayakan, memberi warna permukaan, dan memberikan beberapa tujuan fungsional. Tujuan fungsional yang dapat diberikan pada permukaan di antaranya, fungsi difusi atau refleksi cahaya, fungsi menyerap atau memantulkan panas, fungsi ketahanan terhadap abrasi, fungsi tahan api dan fungsi identifikasi. Pelapisan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu pelapisan organik dan pelapisan anorganik. Pelapisan organik merupakan bagian dari teknologi pelapisan yang menggunakan binder (pengikat) organik. Komposisi pelapisan organik terdiri atas campuran beberapa zat kimia, yang dapat dibedakan menjadi empat, yaitu pengikat (*binder*), zat yang mudah menguap (*volatile components*), zat pewarna (*pigments*), dan zat *additive* (Talbert, 2008).

Zat pengikat atau *binder* merupakan bahan yang tidak mudah menguap, sehingga cat dapat membentuk lapisan tipis dan rapat. *Binder* bertugas merekatkan partikel-partikel pigmen ke dalam lapisan cat dan membuat cat melekat pada permukaan. Tipe *binder* dalam suatu cat menentukan karakteristik cat. *Binder* terbuat dari bahan alam dan sintetis. Jenis *binder* yang biasa ditemui di antaranya *oils*, *oleoresinous varnishes*, *alkyds*, *amino resins*, *epoxy resins*, *phenolic resins*, *polyurethane resins*, dan *thermosetting acrylics*.

Pigment merupakan padatan halus atau bubuk yang ditambahkan ke dalam cat. Pigmen berfungsi memberi karakter khas pada penampilan cat, memberi nilai tambah pada karakter kekuatan cat (*protective*), meningkatkan sifat mekanik dari material (*reinforcing*). Secara umum pigmen dibagi menjadi dua kategori, yaitu pigmen organik dan pigmen anorganik. Pigmen organik terbuat dari senyawa-senyawa organik, sedangkan pigmen anorganik terbuat dari mineral-mineral atau garam logam yang terbentuk secara alami. *Extender* ditambahkan ke dalam cat dengan tujuan menurunkan harga dengan menambah volume.

Solvent atau pelarut berfungsi untuk menjaga kekentalan cat agar dapat melapisi permukaan dengan maksimal. *Solvent* merupakan bahan yang mudah menguap yang berperan melarutkan atau mendispersi komponen pembentuk lapisan cat. *Solvent* tidak dapat dilepaskan dari tiner. Tiner merupakan campuran beberapa *solvent* yang dipakai melarutkan resin di dalam cat atau mengencerkan cat selama digunakan. *Additive* merupakan bahan yang ditambahkan ke dalam cat untuk menambahkan sifat-sifat cat, sehingga dapat meningkatkan kualitas cat. *Solvent*, *pigmen* dan *binder*, merupakan zat yang terkandung dalam suatu cat, selain itu terdapat satu atau lebih aditif (zat tambahan) yang berfungsi untuk meningkatkan fungsi cat, dan biasanya digunakan dalam jumlah yang sangat kecil.

Cat dapat diklasifikasikan berdasarkan unsur penyusun dan kegunaannya. Berdasarkan unsur kegunaannya cat dibagi menjadi 3 macam, yaitu *primers*, *sealers and surfacer*, dan *topcoat*. Berdasarkan unsur penyusunnya cat dibagi menjadi dua macam, yaitu *waterborne coatings* dan *high-solids coatings*. *Primers* berfungsi sebagai pengikat antara permukaan material dengan *sealers and surfacer*, pembentuk ikatan dengan substrat, dan mengisolasi dari lingkungan. *Primers* memiliki nilai *pigment* yang tinggi namun memiliki nilai kekilapan yang rendah. Nilai kekilapan yang rendah ini disebabkan oleh kekasaran pada permukaan *primers* tinggi. *Sealers and surfacer* merupakan cat yang diaplikasikan di antara *primers* dan *topcoat* untuk meningkatkan kerekatan. Lapisan ini digunakan untuk menutup kekurangan *primers*, karena *primers* memiliki permukaan yang kasar. *Surfacer* dirancang khusus untuk diampelas dan memberikan permukaan yang halus sebelum diberi lapisan *topcoat*. *Topcoat* digunakan pada lapisan akhir saat proses pelapisan. Lapisan akhir diberikan untuk memberikan tampilan yang diinginkan. Pemberian lapisan akhir ini memiliki beberapa tujuan, yaitu memberi warna yang diinginkan, memberikan kekilapan, memberi ketahanan terhadap gesekan, dan memberi ketahanan terhadap cuaca.

2.2 Pembersihan Permukaan

Produk manufaktur memiliki bermacam kontaminan pada permukaannya. Permukaan yang akan dilapisi harus dipastikan bersih dari kontaminan sebelum dilakukan proses pelapisan. Proses pembersihan permukaan (*pretreatment*) adalah salah satu proses penting untuk memastikan permukaan yang akan dilapisi terbebas dari komponen pengganggu, sehingga meminimalkan terjadinya cacat. Proses *pretreatment* bertujuan untuk memberikan karakteristik tertentu, agar tujuan sifat dari lapisan yang akan dibuat tersebut dapat tercapai.

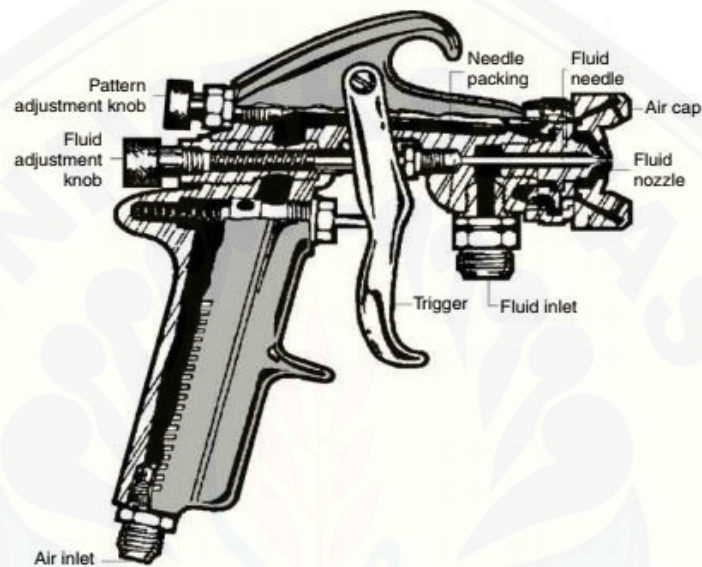
Proses pembersihan yang paling efektif adalah pembersihan secara mekanis. Metode pembersihan secara mekanis, yaitu dengan sikat kawat, *abrasive sandblasting*, gerinda dan pengampelasan. Proses pembersihan menggunakan gerinda tangan menjadi salah satu proses yang efektif, namun memerlukan banyak tenaga. Proses pembersihan dengan metode *sandblasting* akan menghilangkan karat, lapisan pelindung sebelumnya, sampai pada kontaminan skala kecil. Persiapan dan pelapisan permukaan biasanya dimulai setelah semua pengelasan, penumpulan tepi tajam, dan pembersihan percikan las selesai (Talbert, 2008).

2.3 Air Spray

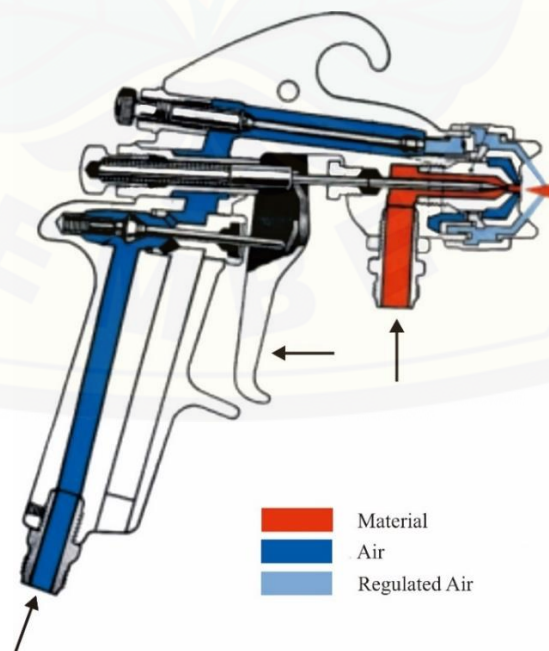
Metode *spray* merupakan salah satu teknik pelapisan yang menggunakan teknik semprot dengan cara menyemprotkan cairan cat melewati *spray gun*, dengan tekanan tertentu ke permukaan benda kerja. Jenis yang paling umum digunakan adalah *konvensional spray*. *Konvensional spray* dibagi menjadi dua jenis, yaitu *air spray* dan *airless spray*. Pengabutan *air spray* disebabkan oleh adanya pertemuan antara angin dan cat pada tudung *spray gun* (*air cap*, kepala *spray gun*). Komponen *spray gun* pada pelapisan *air spray* dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Udara bertekanan merupakan sumber tenaga yang besar sehingga mampu mengalirkan cat dari wadah ke tudung *spray gun* dan terjadi atomisasi pada tudung *spray gun* (*air cap*, kepala *spray gun*). *Air spray* dapat beratomisasi dengan baik, membutuhkan tekanan angin sekitar 2-5 bar, selain itu rasio volume (cfm) dan cat

harus diatur dengan baik untuk memastikan aplikasi pengecatan yang benar. Pengabutan *air spray* disebabkan oleh adanya pertemuan antara angin dan cat pada tudung *spray gun* (*air cap*, kepala *spray gun*), baik secara *internal* maupun *external mix*, sehingga cat berbaur dengan angin menjadi sekumpulan partikel yang sangat halus dan lembut. Mekanisme pengabutan pada *spray gun* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 1 *Spray gun* (Talbert, 2008)



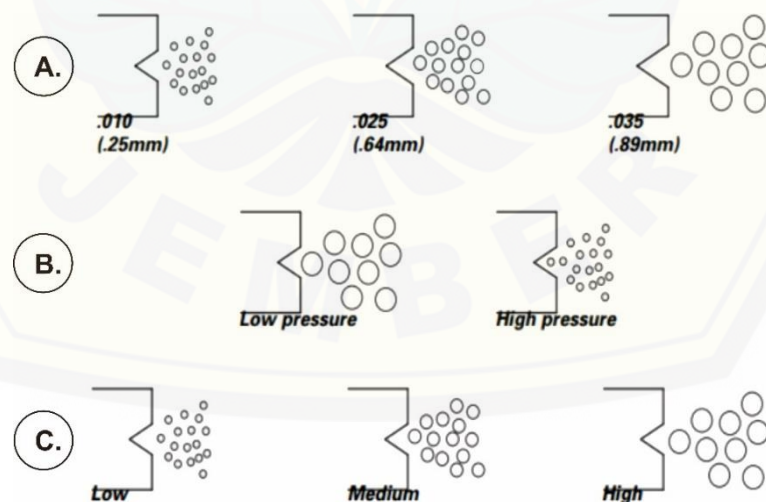
Gambar 2. 2 Mekanisme penyemprotan (Goldschmidt & Streitberger, 2007)

Metode *air spray* mempunyai kelebihan dan kekurangan yang dijelaskan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kelebihan dan kekurangan *air spray*

Kelebihan	Kekurangan
1. Hasil pengecatan sangat halus dan tipis	1. Tidak cocok untuk kekentalan diatas 70%
2. Alat mudah digunakan	2. Transfer efisiensi sangat minim
3. Kelebaran sudut semprot	3. Cat yang menempel 25-35%
4. Volume angin terletak pada spray gun	4. Mudah terjadi over <i>spray</i>
5. Dapat digunakan untuk pengecatan material bertekstur	
6. Pengeringan cepat	

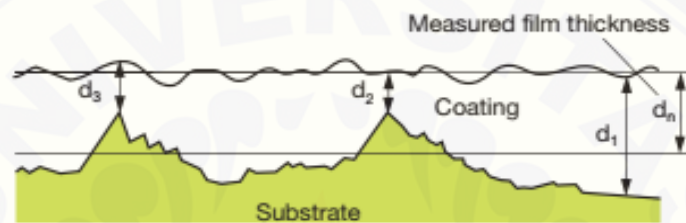
Metode *air spray* berkaitan erat dengan *droplet* yang dikeluarkan *spray gun*. Faktor yang mempengaruhi *droplet*, yaitu semakin tinggi ukuran *spray tip (nozzle)* menyebabkan peningkatan ukuran rata-rata *droplet* pada *spray*, semakin tinggi kekentalan pada fluida menyebabkan semakin tingginya ukuran *droplet* pada *spray*, namun kenaikan tekanan fluida menurunkan ukuran *droplet* pada *spray*, sebagaimana Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Hubungan antara (a) Pengaruh ukuran *nozzle* (b) Pengaruh tekanan fluida (c) Pengaruh kekentalan fluida terhadap ukuran *droplet spray* (Dzikriansyah, 2017)

2.4 Ketebalan Lapisan

Ketebalan lapisan cat diharapkan memiliki nilai yang tinggi, namun tingginya nilai ketebalan lapisan cat menimbulkan penurunan sifat fisik lapisan cat. Ketebalan yang tinggi juga membutuhkan biaya yang besar, sehingga perlu dicari ketebalan yang optimal untuk meningkatkan efisiensi. Ketebalan lapisan didefinisikan sebagai hasil rata-rata hubungan antara pengukuran dan kekasaran permukaan (Goldschmidt & Streitberger, 2007).



Gambar 2. 4 Ilustrasi ketebalan lapisan (Goldschmidt & Streitberger, 2007)

2.5 Baja

Besi murni (*ferit*) tidak mengandung karbon. Besi ini relatif lunak dan liat serta mampu tempa, tetapi tidak kuat. Hampir semua besi murni mempunyai suatu kekuatan tarik batas sekitar 40.000 psi. Penambahan karbon ke dalam besi murni dalam jumlah yang berkisar dari 0,05 sampai 1,7 persen, menghasilkan baja.

Satu atau lebih logam, bila ditambahkan ke dalam baja karbon dalam jumlah yang cukup, maka akan diperoleh sifat-sifat baja yang baru, hasil ini disebut dengan baja paduan. Logam paduan yang umum digunakan adalah nikel, mangan, khrom, vanad, dan molibden. Baja karbon biasanya diklasifikasikan seperti ditunjukkan di bawah ini (Afandi dkk, 2015):

a. Baja karbon rendah

Baja karbon rendah mengandung karbon antara 0,05 hingga 0,30 berat % C. Hal tersebut memiliki kekuatan luluh (*yield strength*) 275 MPa (40.000 psi), kekuatan tarik (*tensile strength*) antara 415 dan 550 MPa (60.000 dan 80.000 psi), dan keuletan (*ductility*) dari 25% EL. Baja karbon rendah relatif lunak dan lemah

tetapi memiliki ketangguhan dan keuletan yang luar biasa. Baja karbon rendah juga memiliki sifat mudah ditempa, mudah di mesin, dan mudah di las.

b. Baja karbon menengah

Baja karbon menengah memiliki konsentrasi karbon berkisar antara 0,30 hingga 0,60 berat % C. Hal tersebut memiliki tingkat kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan baja karbon rendah. Baja karbon menengah mempunyai sifat yang sulit dibengkokkan, di las, dan dipotong

c. Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi mengandung karbon sebesar 0,60 hingga 1,4 berat % C. Hal tersebut merupakan baja karbon yang paling sulit untuk dibentuk, ditempa, di las, dan dipotong tetapi memiliki tingkat keuletan paling tinggi, memiliki sifat yang sangat keras dan tahan aus. Baja karbon tinggi biasa digunakan untuk mesin pemotong, pisau, pisau gergaji besi, pegas (*spring*), dan kawat baja berkekuatan tinggi.

2.6 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan merupakan langkah yang terdefinisi agar mendapatkan informasi yang dibutuhkan sesuai dengan yang diteliti, sehingga mendapatkan analisis objektif beserta hasil dan kesimpulan yang sesuai. Informasi untuk melaksanakan penelitian didapatkan apabila sudah memahami prinsip dasar desain eksperimen. Prinsip dasar yang sering digunakan, yaitu replikasi, pengacakan, dan kontrol lokal, pengertian masing-masing prinsip akan dijelaskan sebagai berikut (Sudjana, 1994).

a. Replikasi

Replikasi adalah perulangan eksperimen dasar. Hal ini bertujuan memberi taksiran pada eksperimen untuk menentukan panjang interval konfiden (kepercayaan) yang menghasilkan taksiran akurat dalam kekeliruan pada eksperimen atau dapat menunjukkan taksiran yang lebih baik dari pengaruh faktor.

b. Pengacakan

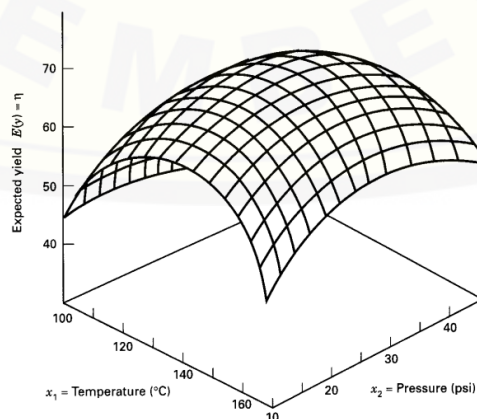
Pengacakan digunakan untuk membuat hubungan antar kesalahan sekecil mungkin dan menghilangkan bias. Pengacakan membuat pengujian menjadi berlaku dan kemungkinan bisa menganalisis data dengan asumsi atau anggapan telah terpenuhi tentang independen.

c. Kontrol Lokal

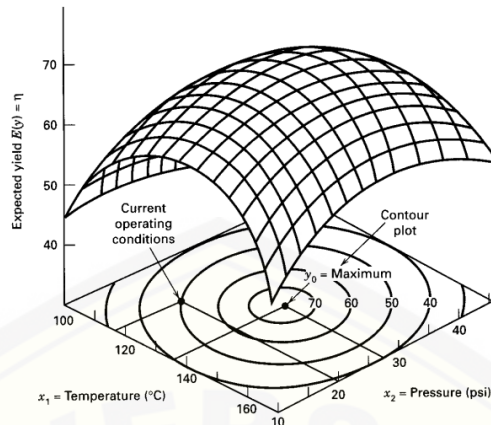
Kontrol lokal adalah suatu bagian dari prinsip desain yang harus dilakukan. Replikasi dan pengacakan memungkinkan berlakunya uji keberartian, maka prosedur pengujian dari kontrol lokal menghasilkan kuasa lebih tinggi dan membuat desain yang lebih efisien.

2.7 Metode Respons Permukaan

Metode respons permukaan atau *response surface methodology* adalah teknik matematika dan statistika yang berguna untuk memodelkan dan menganalisis data. Data yang dianalisis merupakan respons dari suatu penelitian. Respons yang diteliti dipengaruhi oleh beberapa variabel dan bertujuan untuk mengoptimalkan respons (Montgomery, 2001). Metode respons permukaan digambarkan dengan sebuah grafik, seperti yang tampak pada Gambar 2.5. Guna membantu visualisasi dari bentuk permukaan plot, digunakan kontur dari permukaan respons, seperti yang terlihat pada Gambar 2.6. Pada kontur tersebut, garis respons yang konstan berada pada permukaan datar (X_1, X_2), sedangkan garis respons yang lain berada pada permukaan lengkung di atasnya (Montgomery, 2001).



Gambar 2. 5 Ilustrasi respons permukaan (Montgomery, 2001)



Gambar 2. 6 Ilustrasi plot kontur permukaan respons (Montgomery, 2001)

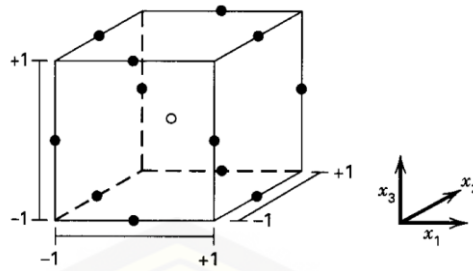
Montgomery, 2001 menyatakan bahwa terdapat dua desain dalam metode RSM yang dapat digunakan, yaitu:

a *Central Composite Design*

Central Composite Design adalah desain yang digunakan untuk eksperimen sekuensial atau perencanaan desain secara berulang. Hal tersebut merupakan desain dengan jumlah faktor yang sama, jumlah eksperimen yang lebih banyak dibanding dengan *box-behnken design*.

b *Box-Behnken Design*

Box-Behnken Design merupakan desain yang digunakan untuk eksperimen yang tidak sekuensial dan hanya merencanakan satu kali eksperimen. Hal tersebut merupakan desain dengan jumlah faktor yang sama, jumlah eksperimen yang lebih sedikit dibanding dengan *Central Composite Design*. Rancangan *box-behnken design* dibentuk dengan mengombinasikan faktorial 2^k dengan rancangan kelompok tidak lengkap (*incomplete blocking*). Hasil rancangan umumnya sangat efisien dalam kaitannya dengan menentukan banyaknya percobaan yang harus dilakukan, serta rancangan ini memenuhi rotatabilitas atau paling tidak hampir rotatabilitas. Gambar 2.7 merupakan rancangan *box-behnken* dengan tiga faktor. Rancangan percobaan *box-behnken design* ditunjukkan oleh Tabel 2.2.



Gambar 2. 7 *Box-Behnken* untuk tiga faktor (Mountgomery, 1997)

Tabel 2. 2 Rancangan percobaan *box-behnken design*

No.	X1	X2	X3
1	-1	-1	0
2	1	-1	0
3	-1	1	0
4	1	1	0
5	-1	0	-1
6	-1	0	1
7	1	0	-1
8	1	0	1
9	0	-1	-1
10	0	-1	1
11	0	1	-1
12	0	1	1
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

2.7.1. Kegunaan Permukaan Respons

Kontur-kontur merupakan pembantu pembahasan permukaan respons menjadi lebih mudah untuk eksperimen yang menyebabkan permukaan respons terjadi. Kegunaan permukaan respons dalam eksperimen adalah untuk menentukan dasar sebuah eksperimen, arah eksperimen berikutnya ke titik optimum. Titik optimum atau hampir optimum pada permukaan respons telah ditemukan, lalu menentukan persamaan permukaan respons di sekitar titik optimum ini. Salah satu cara untuk mencari titik optimum pada permukaan respons, digunakan cara satu faktor-satu faktor. Jika X2 tetap sedangkan X1 berubah-ubah, kita cari X1 yang membuat Y optimum pada harga X2 yang tetap (Sudjana, 1994:363).

2.7.2. Pemodelan permukaan respons

Persamaan permukaan respons ditentukan oleh beberapa desain atau model yang telah dirumuskan, dengan menggunakan eksperimen sesedikit mungkin persamaan tersebut dapat didekati. Permukaan respons paling sederhana dalam hal berdimensi dua modelnya adalah (Sudjana, 1994:364)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (2.1)$$

dengan: Y : Variabel respons

β_0 : konstanta

β_i : Koefisien taksiran parameter model

x_i : Nilai koding variabel bebas

ε : Residual dengan asumsi IIDN $(0, \sigma^2)$

Model diatas biasa di sebut persamaan orde pertama, mengingat pangkat prediktor (X_1 dan X_2) besarnya satu. Jika karena suatu kejelasan model permukaan respons tidak berorder satu seperti di atas, maka mungkin harus diambil model orde dua yang bentuk umumnya:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_i^2 + \dots + \sum_{i < j} \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon_i \quad (2.2)$$

Jika $k = 3$ penduga untuk model orde kedua menjadi:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{33} X_3^2 + b_{12} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{23} X_2 X_3 \quad (2.3)$$

dengan: X_i : Nilai koding variabel bebas ; $i = 1, 2, 3, \dots, k$

b_0 : konstanta ; b_i = koefisien parameter model ; $i = 1, 2, 3, \dots, k$

2.8 Analysis of Variant (ANOVA)

ANOVA atau analisis varian digunakan untuk mencari besarnya pengaruh dari masing-masing parameter terhadap respons. Besarnya efek tersebut dapat diketahui dengan membandingkan nilai jumlah kuadrat dari suatu parameter kendali terhadap seluruh parameter kendali. Berbagai rumus jumlah kuadrat yang akan ditentukan dalam *analysis of variant* antara lain:

- 1) \bar{y} (Rata-rata eksperimen keseluruhan)

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} \quad (2.4)$$

- 2) SS_T (*Sum square total*)

$$SS_T = n_A [\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2] \quad (2.5)$$

- 3) SS_m (*Sum square mean*)

$$SS_m = n \bar{y}^2 \quad (2.6)$$

- 4) SS_A (*Sum square faktor A*)

$$SS_A = n_A [\sum_{i=1}^n (y_{Ai} - \bar{y})^2] \quad (2.7)$$

- 5) SS_e (*Sum square error*)

$$SS_e = SS_T - SS_m - SS_A - SS_B - SS_{A \times B} - SS_C - SS_{A \times C} - SS_{B \times C} \quad (2.8)$$

- 6) MS_A (*Mean square faktor A*)

$$MS_A = \frac{SS_A}{df_A} \quad (2.9)$$

- 7) MSe (*Mean square error*)

$$MS_e = \frac{SS_{error}}{df_{error}} \quad (2.10)$$

- 8) *F-ratio*

$$F_A = \frac{MSS_A}{MSS_e} \quad (2.11)$$

keterangan:

\bar{y} : rata-rata seluruh eksperimen

n : jumlah total eksperimen

df : *degree of freedom*

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada dua tempat berbeda, pembuatan serta persiapan spesimen dilaksanakan di Laboratorium Kerja Logam Fakultas Teknik Universitas Jember, sedangkan proses pengecatan dan pengambilan data dilaksanakan di Laboratorium Pengecatan Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

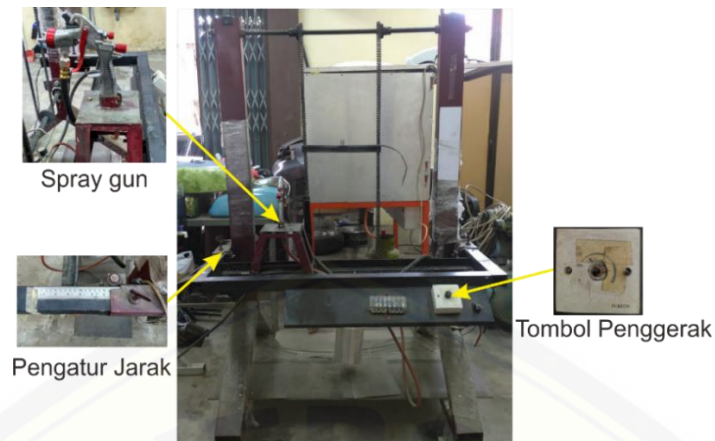
3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan untuk penelitian adalah sebagai berikut:

- a) *Spray gun*
- b) Kompresor
- c) *Thickness gauge*
- d) Regulator kompresor
- e) Spidol
- f) Gerinda tangan
- g) Sikat pembersih
- h) Penggaris
- i) Selotip
- j) *Paint test demonstrator*

Paint test demonstrator merupakan alat bantu yang dibuat dengan memperhatikan beberapa aspek penting dalam prosedur standar proses pengecatan, seperti jarak, kecepatan dan tekanan *spray gun* yang terpasang pada suatu susunan penampang fleksibel yang dapat dioperasikan secara konstan dengan bantuan motor listrik. *Paint test demonstrator* ditunjukkan oleh Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 *Paint test demonstrator* (Laboratorium Pengecatan, UNESA, Surabaya)

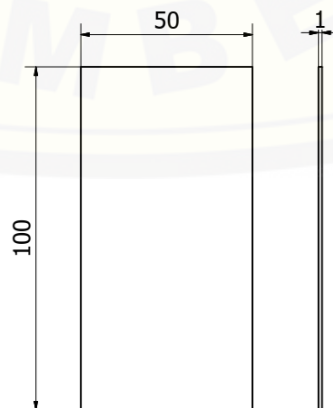
Paint test demonstrator memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Dimensi : 110 cm x 125 cm
- Bahan rangka utama : Besi hollow 50 x 100 mm
- Power : 220 V Inverter with 12 V
- Motor penggerak spray gun : 12 V wiper motor
- Motor penggerak overlapping : 12 V power window motor
- Switch penggerak spray gun : DC dimmer rangkaian khusus
- Switch penggerak overlapping : Power window switch

3.2.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a) Spesimen dengan ukuran 100 mm x 50 mm x 1 mm.



Gambar 3. 2 Rencana pembuatan spesimen

- b) Cat *epoxy primer*
- c) Tiner *poliurethane*

3.3 Tahap Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah merupakan tahap awal dari pelaksanaan proses penelitian yang bertujuan untuk mengetahui berbagai jenis permasalahan yang dapat digunakan sebagai topik dalam penelitian, tahap ini meliputi:

- a) Studi literatur

Studi literatur bertujuan untuk memperoleh informasi sebanyak-banyaknya yang dapat digunakan sebagai acuan untuk melaksanakan penelitian yang baru dari penelitian sebelumnya. Studi literatur dapat berasal dari buku, jurnal maupun sumber lainnya yang relevan dan dapat dipertanggungjawabkan.

- b) Perumusan masalah dan penentuan tujuan penelitian

Pengecatan diperlukan untuk memproteksi dari korosi dan juga mempercantik tampilan luar dari produknya. Hal ini dikarenakan, berkaitan dengan kondisi di dalam perusahaan yang bergerak dalam bidang industri manufaktur. Faktor yang dapat mempengaruhi kualitas dari hasil pelapisan, di antaranya tipe dari *spray gun*, tekanan udara dari kompresor, bahan pencampur cat (tiner), jarak antara *spray gun* dengan permukaan benda kerja, profil dari kekasaran permukaan dan juga kondisi lingkungan, seperti angin dan temperatur. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh dari beberapa parameter pelapisan dan disisi lain dapat mengetahui proses pelapisan yang optimal. Tahap selanjutnya, yaitu analisis data yang diharapkan dapat memberikan variasi faktor yang optimal sehingga dapat membentuk pelapisan yang baik. Semakin tebal dari lapisan cat pada benda kerja, maka akan semakin baik melindungi benda kerja dari laju korosi.

3.4 Rancangan Penelitian dan Pengambilan Data

Variabel yang mempengaruhi proses pengecatan digunakan untuk menghasilkan ketebalan lapisan optimal. Terdapat dua jenis variabel yang digunakan, yaitu:

1) Variabel respons (variabel tak bebas)

Variabel respons adalah variabel yang diamati dan diukur untuk menentukan adanya pengaruh pada variabel bebas. Variabel respons pada penelitian ini adalah ketebalan cat dari hasil pengecatan.

2) Variabel proses (variabel bebas)

Variabel bebas merupakan variabel yang digunakan peneliti untuk menentukan hubungan antara fenomena yang diamati dan tidak dipengaruhi oleh variabel lain. Nilai variabel bebas dapat diubah, ditentukan dan dikendalikan sesuai dengan pertimbangan dan tujuan penelitian. Variabel yang dipilih untuk divariasikan adalah variasi komposisi cat dengan tiner, tekanan udara dan jarak penyemprotan. Tabel 3.1 menampilkan variasi variabel dan level yang digunakan pada penelitian.

Tabel 3. 1 Faktor level pengujian

Faktor	Level bawah	Level menengah	Level atas
Kode	-1	0	+1
Komposisi	1:1,6	1:1,4	1:1,2
Tekanan (bar)	3,5	4,5	5,5
Jarak (mm)	110	130	150

Metode dalam pemecahan masalah ini menggunakan desain eksperimen. Metode desain eksperimen dapat disusun beberapa langkah pemecahan masalah secara sistematis. Tahap ini terdiri dari:

a. Penentuan Desain Eksperimen

Tahap ini digunakan sebelum melakukan eksperimen agar percobaan yang dilakukan mendapatkan sasaran yang tepat sesuai yang diinginkan. Tahap ini yaitu:

- 1) Identifikasi faktor yang berpengaruh
- 2) Penentuan variabel faktor
- 3) Penentuan level faktor
- 4) Perencanaan eksperimen

b. Pengambilan data

Metode pengambilan data dan kombinasi level berdasarkan rancangan *Box Behnken Design* merupakan metode yang digunakan dalam eksperimen. Metode *Box Behnken Design* dipilih karena jumlah dari eksperimen yang dilakukan lebih sedikit, sehingga waktu eksperimen yang dibutuhkan singkat. Rancangan *Box-Bhenken Design* dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Rancangan *box-bhenken design*

No	Level			Variable Proses			Hasil			Rata-rata
	Jarak	Komposisi	Tekanan	Jarak	Komposisi	Tekanan	1	2	3	
1	-1	-1	0	110	1: 1,6	4,5				
2	1	-1	0	150	1: 1,6	4,5				
3	-1	1	0	110	1: 1,2	4,5				
4	1	1	0	150	1: 1,2	4,5				
5	-1	0	-1	110	1: 1,4	3,5				
6	1	0	1	150	1: 1,4	3,5				
7	-1	0	-1	110	1: 1,4	5,5				
8	1	0	1	150	1: 1,4	5,5				
9	0	-1	-1	130	1: 1,6	3,5				
10	0	-1	1	130	1: 1,2	3,5				
11	0	1	-1	130	1: 1,6	5,5				
12	0	1	1	130	1: 1,2	5,5				
13	0	0	0	130	1: 1,4	4,5				
14	0	0	0	130	1: 1,4	4,5				
15	0	0	0	130	1: 1,4	4,5				

3.5 Persiapan dan Pengecatan Spesimen

3.5.1 Pengukuran Kekasaran Spesimen

Proses persiapan terhadap spesimen dilakukan sebelum proses pengecatan. Tujuan dilakukannya proses persiapan adalah untuk membersihkan permukaan spesimen dan memberikan kekasaran pada permukaan spesimen. Proses persiapan spesimen dilakukan dengan gerinda dan ampelas. Proses mengampelas bertujuan untuk membentuk kekasaran yang diperlukan agar cat dapat melekat lebih kuat. Sebelum dilakukan proses pengukuran, dilakukan proses pemberian tanda terhadap spesimen dengan selotip. Kemudian dilakukan pengukuran dengan menempatkan sensor di atas permukaan yang akan diukur. Proses pengukuran kekasaran permukaan ditunjukkan oleh Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Proses pengukuran kekasaran permukaan pada spesimen C3

3.5.2 Proses Pengecatan

Pengecatan pada spesimen dilakukan dengan bantuan *paint test demonstrator*. Penggunaan *paint test demonstrator* bertujuan untuk memudahkan proses pengecatan dan untuk menjaga agar nilai variasi variabel tetap konstan. Spesimen yang akan dilapis diletakkan pada penggantung dibantu dengan sebuah magnet untuk menjaga agar spesimen tidak jatuh. Proses pengecatan dilakukan dengan satu kali proses pelapisan, di mana *spray gun* digerakkan satu kali ke kanan dan ke kiri dengan kecepatan konstan.. Proses selanjutnya adalah proses pengeringan menggunakan oven dilakukan selama 30 menit dengan suhu pengeringan sebesar 60°C. Setelah dilakukan pengeringan, langkah selanjutnya adalah pengambilan data ketebalan hasil pengecatan menggunakan *thickness gauge* yang ditunjukkan oleh Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Proses pengukuran ketebalan pada spesimen nomor 11

3.6 Analisa Data

Metode yang digunakan dalam melaksanakan penelitian ini, yaitu metode respons permukaan. Analisa data respons permukaan dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* Minitab dan tingkat signifikansi yang digunakan yaitu sebesar $\alpha=5\%$.

3.6.1 Pembentukan Model

Pembentukan model dilakukan untuk menyatakan adanya hubungan pengaruh dari variabel proses dengan variabel respons yang dapat dibentuk dari nilai koefisien penduga model regresi (model percobaan orde dua). Persamaan untuk model regresi adalah pada Persamaan (2.3). Nilai koefisien dapat didapatkan dengan mengolah data eksperimen menggunakan perangkat lunak statistik, sehingga akan mendapatkan nilai koefisien. Nilai koefisien yang sudah didapatkan kemudian dimasukkan kedalam persamaan (2.3).

3.6.2 Pengujian Model

Pengujian ini menggunakan pengujian asumsi klasik IIDN $(0, \sigma^2)$. Pengujian ini terdiri dari uji identik dan uji distribusi normal, berikut penjelasannya:

a. Uji Identik

Pengujian varian identik bertujuan untuk memenuhi residual agar mempunyai penyebaran yang sama. Hal ini dilakukan dengan memeriksa plot e_j terhadap \hat{Y}_i (secara visual). Jika penyebaran datanya acak (menyebar disekitar garis nol) dan tidak menunjukkan pola-pola tertentu, maka asumsi identik terpenuhi.

b. Uji Independen

Pengujian independen memiliki fungsi untuk penjaminan bahwa pengamatan dilakukan tidak berurutan, sehingga pengamatan tidak ada korelasi (*independen*). Plot ACF (*Auto Correlation Function*) digunakan untuk pemeriksaan asumsi. Jika residual bersifat independen, maka nilai korelasinya pada interval $\pm \frac{2}{\sqrt{n}}$.

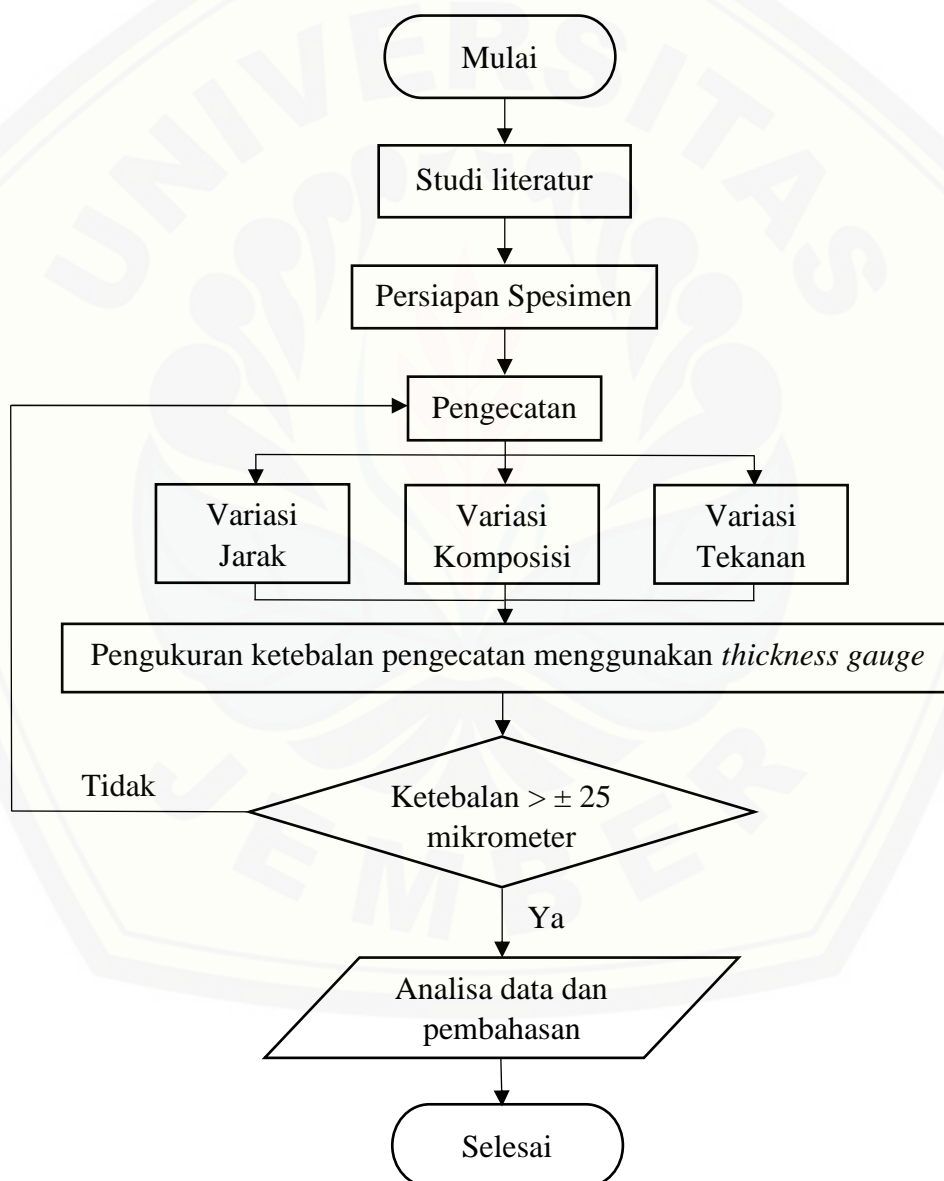
c. Uji Distribusi Normal

Uji distribusi normal dilakukan untuk memastikan menguji residual terdistribusi normal atau tidak. Hal tersebut dilakukan dengan menggunakan *normal probability plot* yang menyatakan probabilitas dari residual suatu respons. Jika

plot membentuk garis lurus dari kiri bawah ke kanan atas menunjukkan residual berdistribusi normal.

3.7 Diagram Alir Penelitian

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian disajikan dalam sebuah diagram alir. Hal tersebut dilakukan guna mempermudah pemahaman setiap langkah yang akan dilaksanakan. Diagram alir dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Diagram alir penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan menggunakan metode respons permukaan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- a. Jarak penyemprotan memiliki pengaruh terbesar terhadap ketebalan hasil pelapisan dibandingkan variabel lainnya dengan bukti nilai koefisien jarak sebesar 2,258. Nilai koefisien jarak ini bernilai negatif yang berarti bahwa semakin dekat jarak pengecatan yang dilakukan, maka ketebalan lapisan cat yang diperoleh akan semakin tebal.
- b. Hasil percobaan yang menghasilkan nilai rata-rata ketebalan tertinggi yaitu 39,9 μ m terletak pada percobaan kelima belas dengan variasi variabel jarak 130mm, tekanan 4,5 bar, dengan komposisi 1:1,4.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian, saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut:

- a. Variabel proses pada penelitian selanjutnya memperhatikan viskositas dari campuran cat-tiner.
- b. Penelitian ini menggunakan desain eksperimen respons permukaan diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan metode berbeda dengan tujuan untuk memberikan hasil penelitian yang lebih spesifik.
- c. Penelitian ini penulis memilih respons ketebalan lapisan cat, diharapkan pada penelitian selanjutnya dibahas respons yang berbeda untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Y. K., Arief, I. S. & Amiadji, 2015. Analisa laju korosi pada pelat baja karbon dengan variasi ketebalan *coating*. *Jurnal Teknik ITS*, Volume 4, pp. 2337-3539.
- Ardyanto, W. A. & Utama, F. Y., 2018. Rekayasa komposisi *mixing solvent* dan *varnish* terhadap kualitas hasil pengecatan menggunakan *glossmeter*. *JPTM*, Volume 07, pp. 26-33
- Argana, Sidik. 2013. *Pengecatan Bodi Kendaraan Untuk SMK/MAK Kelas XI 1*. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan Direktorat Jenderal Penigkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Statistik Transportasi Darat. Jakarta: Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Dzikriansyah, M. F. 2017. Analisa Pengaruh Jarak *Nozzle* Dan Tekanan Udara Pada Pelapisan Dengan Metode Air *Spray* Terhadap Sifat Magnetik Komposit Barium Heksaferit/Polianilin. Tugas akhir. Surabaya : Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Goldschmidt, P. D. A. & Streiberger, D. H.-J., 2007. *Basic of Coating Technology*. Hannover: Vincentz Network.
- Hermianto, K. B. & Utama, F. Y., 2018. Pengaruh *drying process* terhadap *finishing top coat* pada pengecatan komponen bodi kendaraan bermotor. *JPTM*, Volume 06, pp. 215-224.
- Irawan, D. A. & Wulandari, D., 2016. Pengaruh jarak penyemprotan spray gun dan perbandingan campuran cat dengan tiner terhadap kualitas hasil pengecatan. *JTM*, Volume 4, pp. 55-61.
- Montgomery, D., 2001. *Design and Analysis of Experiments*. 5th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Setyawan, Dedik & Utama, F. Y., 2017. Pengaruh komposisi *mixing clear gloss (vernish)* terhadap kualitas hasil pengecatan pada komponen bodi kendaraan. *JPTM*, Volume 06, pp. 63-67.

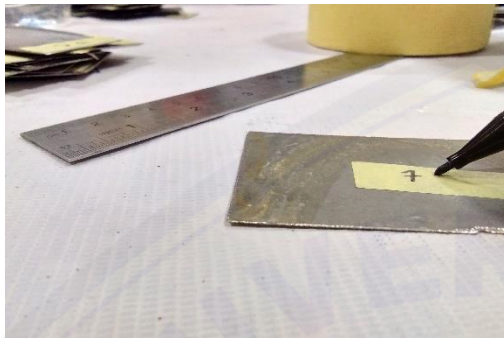
Sudjana, S. 1994. *Desain dan Analisis Eksperimen*. Edisi III. Bandung : Tarsito

Talbert, R., 2008. *Paint Technology Handbook*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.



LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses Penelitian



Pemberian tanda specimen



Proses pencampuran



Cat dan tiner



Proses pengeringan



Spray gun



Paint test demonstrator