

**PENGARUH DURASI DAN TEKANAN PENYEMPROTAN
PADA PROSES SANDBLASTING TERHADAP LAJU KOROSI
HASIL PENGECATAN BAJA AISI A366**

SKRIPSI

Konsentrasi Teknik Produksi

Diajukan untuk memenuhi sebagai persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

DONY PRASETYO
NIM. 0710620041-62

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

TEKNIK MESIN

MALANG

2012

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “ **Pengaruh Waktu dan Tekanan Penyemprotan pada Proses Sandblasting terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja AISI A366**”.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik, yaitu kepada:

1. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST, MT dan Bapak Dr.Eng Anindito P, ST, M.Eng selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, M.Sc. CSE selaku Ketua Kelompok Studi Konsentrasi Produksi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Ir. Erwin Sulisty, MT selaku pembimbing utama dan Ibu Putu Hadi Setyarini, ST, MT selaku pembimbing pendamping.
4. Keluargaku tercinta, terutama Ibundaku yang telah rela berkorban dan memberi dorongan dengan penuh kasih sayang.
5. Keluarga besar Mesin Universitas Brawijaya, terutama teman-teman angkatan 2007.
6. Dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhirnya, penulis hanya dapat berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya.

Malang, Maret 2012

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar Tabel	v
Daftar Gambar	vi
Daftar Lampiran.....	vii
Ringkasan.....	viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Persiapan Permukaan	4
2.2. <i>Sandblasting</i>	5
2.3.1. Parameter yang Mempengaruhi <i>Sandblasting</i>	5
2.3.2. Prinsip Kerja <i>Sandblasting</i>	6
2.3. Profil Permukaan.....	9
2.4. Uji Kekasaran Permukaan.....	12
2.5. Pelapisan dengan Cat	12
2.5.1. Metode Pengecatan	13
2.5.2. Komposisi Cat.....	14
2.6. Kegagalan cat.....	18
2.7. Korosi.....	19
2.7.1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Korosi	21
2.7.2. Pencegahan Korosi.....	22
2.7.3. Uji Korosi.....	23
2.7. Hipotesis.....	24

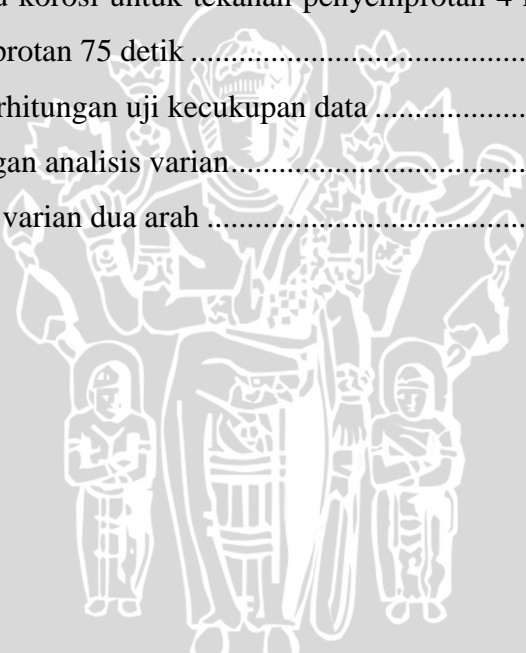
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian	25
3.2. Variabel Penelitian.....	25

3.2.1.	Variabel Bebas	25
3.2.2.	Variabel Terkontrol	25
3.2.3.	Variabel Terikat	25
3.3.	Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.3.1.	Tempat Penelitian	26
3.3.2.	Waktu Penelitian	26
3.4.	Bahan dan Peralatan Penelitian	26
3.4.1.	Bahan Penelitian	26
3.4.2.	Peralatan Penelitian	27
3.5.	Prosedur Penelitian	30
3.5.1.	Langkah-langkah Penelitian	30
3.5.2.	Langkah-langkah Pengujian Spesimen	31
3.6.	Analisis Penelitian	32
3.6.1.	Analisis Kecukupan Data	32
3.6.2.	Analisis Varian	33
3.7.	Diagram Alir Penelitian	36
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN		
4.1.	Data Hasil Pengujian	37
4.2.	Analisis Statistik	39
4.2.1.	Uji Kecukupan Data	39
4.2.2.	Analisis Varian Dua Arah	41
4.3.	Analisis Grafik	45
4.3.1.	Analisis Pengaruh Tekanan Penyemprotan pada Proses <i>Sandblasting</i> terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja AISI A366	45
4.3.2.	Analisis Pengaruh Durasi Penyemprotan pada Proses <i>Sandblasting</i> terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja AISI A366	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1.	Kesimpulan	51
5.2.	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		52
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 3.1.	Komposisi kimia baja AISI A366	26
Tabel 3.2.	Tabel laju korosi dengan variasi waktu dan tekanan penyemprotan pada proses sandblasting hasil pengecatan baja AISI A366	32
Tabel 3.3.	Analisis dua varian	35
Tabel 4.1.	Data kekasaran (μm) permukaan baja AISI A366 setelah proses <i>sandblasting</i>	37
Tabel 4.2.	Data ketebalan lapisan cat (μm) setelah proses pengecatan.....	38
Tabel 4.3.	Data laju korosi baja AISI A366 setelah proses pengecatan dan uji korosi	39
Tabel 4.4.	Data laju korosi untuk tekanan penyemprotan 4 kg/cm^2 dan durasi penyemprotan 75 detik	39
Tabel 4.5.	Hasil perhitungan uji kecukupan data	41
Tabel 4.6.	Perhitungan analisis varian.....	42
Tabel 4.7.	Analisis varian dua arah	44



DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1.	Prinsip kerja <i>sandblasting</i>	7
Gambar 2.2.	Penampang-penampang pada mesin <i>sandblast</i>	7
Gambar 2.3.	Posisi profil referensi/acuan/puncak, profil tengah dan profil akar/alas terhadap profil terukur untuk satu panjang sampel	11
Gambar 2.4.	Analisis profil terukur dalam arah sumbu gerak sensor alat ukur	12
Gambar 2.5.	Lubang-lubang kecil (<i>holidays</i>).....	19
Gambar 2.6.	Berbagai media korosi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya	20
Gambar 2.7.	Mekanisme korosi atmosfer	21
Gambar 2.8	Skema alat uji korosi dengan metode tiga elektroda	24
Gambar 3.1.	Dimensi spesimen uji	26
Gambar 3.2.	Pasir silika	27
Gambar 3.3.	Pemotong plat.....	27
Gambar 3.4.	Mesin <i>sandblast</i>	28
Gambar 3.5.	<i>Stopwatch</i>	28
Gambar 36.	<i>Spray gun</i> dan kompresor.....	28
Gambar 3.7.	Alat uji ketebalan cat.....	29
Gambar 3.8	Alat uji korosi.....	29
Gambar 3.9.	Mikroskop logam.....	30
Gambar 3.10.	Diagram alir penelitian.....	36
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara durasi dan tekanan penyemprotan terhadap kekasaran permukaan	38
Gambar 4.2	Grafik hubungan antara tekanan penyemprotan pada proses <i>sandblasting</i> terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366.	46
Gambar 4.3	Foto mikro pada bagian yang terkorosi dan tidak terkorosi	48
Gambar 4.4	Grafik hubungan antara durasi penyemprotan pada proses <i>sandblasting</i> terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366.	49

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul
Lampiran 1.	Sertifikat baja AISI A366
Lampiran 2.	<i>Datasheet cat</i>
Lampiran 3.	Surat bukti penelitian



RINGKASAN

Dony Prasetyo, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2012, *Pengaruh Durasi dan Tekanan Penyemprotan pada Proses Sandblasting terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366*, Dosen Pembimbing : Erwin Sulistyono dan Putu Hadi Setyarini.

Pengecatan adalah salah satu cara untuk mencegah terjadinya korosi pada logam. Agar didapatkan hasil pengecatan yang optimal diperlukan persiapan permukaan yang baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas hasil *sandblasting* antara lain ukuran butiran pasir silika, sudut penyemprotan, tekanan penyemprotan, jarak penyemprotan dan durasi penyemprotan. Karena banyaknya faktor yang mempengaruhi kualitas *sandblasting*, maka diperlukan penelitian untuk mendapatkan penggunaan parameter yang tepat agar didapatkan hasil yang maksimal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh durasi dan tekanan penyemprotan pada proses *sandblasting* terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366.

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah durasi penyemprotan *sandblasting* dengan variasi 35 detik, 55 detik, 75 detik dan 95 detik serta tekanan penyemprotan dengan variasi $4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$, $5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$, $6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ dan $7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$. Setelah benda kerja di *sandblasting*, dilakukan uji kekasaran permukaan dengan alat uji kekasaran. Benda kerja kemudian dicat dengan sistem *conventional air spray* menggunakan cat Spies Hecker. Setelah itu dilakukan uji korosi dengan menggunakan alat Autolab Potentiostat dengan cairan NaCl 2%. Data hasil uji korosi kemudian diolah menggunakan *software* Nova dan diperoleh nilai laju korosi dengan satuan $\frac{\text{mm}}{\text{year}}$.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa durasi penyemprotan, tekanan penyemprotan dan interaksi antara tekanan dan durasi penyemprotan berpengaruh secara nyata terhadap laju korosi yang terjadi pada baja AISI A366 setelah pengecatan. Pada tekanan penyemprotan rendah yaitu $4 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ dan durasi penyemprotan 35 detik dihasilkan laju korosi paling besar, yaitu $8,21 \times 10^{-5} \frac{\text{mm}}{\text{year}}$. Untuk menghasilkan laju korosi yang rendah sebaiknya menggunakan tekanan penyemprotan paling besar, yaitu $7 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ dan durasi penyemprotan 95 detik yaitu didapatkan hasil laju korosi sebesar $1,06 \times 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{year}}$.

Kata kunci : *Sandblasting*, durasi dan tekanan penyemprotan, pengecatan, laju korosi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hingga saat ini dikenal lebih dari 105 jenis unsur, yang 80 diantaranya berupa bahan logam (Widharto, 2001). Setiap jenis logam tersebut mempunyai sifat kimiawi, fisik dan mekanik yang berbeda. Keseluruhan jenis logam tersebut tidak ada yang kebal terhadap semua jenis korosi. Masing-masing logam memiliki kelebihan dan kelemahan terhadap jenis korosi tertentu, misalnya aluminium tahan terhadap korosi atmosfer akan tetapi tidak tahan terhadap korosi merkuri (air raksa). Logam yang sangat mulia seperti emas dan platina yang kebal terhadap sebagian besar korosi, tetap akan mengalami korosi karena karbon tetraklorida konsentrasi 60% ke atas.

Adapun cara terbaik untuk mencegah terjadinya korosi adalah dengan menciptakan suatu lingkungan yang menetralkan terjadinya proses korosi, mempergunakan bahan pelapis permukaan yang anti terhadap suatu jenis korosi tertentu, atau menggunakan bahan yang tahan terhadap jenis korosi tertentu. Dari berbagai cara untuk menghambat terjadinya korosi, pelapisan permukaan merupakan cara yang dikenal umum cukup lama. Dari berbagai cara pelapisan, yang paling populer di masyarakat adalah pengecatan (Djatkiko, 2001). Proses ini mudah dilakukan, tidak memerlukan biaya yang mahal dan selain dapat melindungi lapisan dari korosi, juga dapat memperindah tampilan.

Agar didapatkan hasil pengecatan yang baik, perlu dilakukan persiapan permukaan yang optimal (Anonim 1, 2011). Persiapan permukaan adalah membersihkan dan mempersiapkan permukaan sebelum dilakukan pengecatan yang melibatkan proses pembersihan permukaan, memperbaiki permukaan setelah fabrikasi dan mengkasarkan permukaan. Persiapan permukaan adalah faktor yang sangat dominan dan hasil *survey* menyatakan bahwa 70-80% kegagalan pengecatan dipengaruhi oleh persiapan permukaan yang kurang baik.

Sandblasting adalah salah satu cara persiapan permukaan yang dapat membersihkan permukaan, mengupas cat lama, dan sekaligus mengkasarkan permukaan (Anonim 1, 2011). *Sandblasting* adalah rangkaian kegiatan *surface preparation* dengan cara menembakkan pasir silika ke suatu permukaan dengan tekanan tinggi sehingga terjadi tumbukan dan gesekan. Ada beberapa parameter yang mempengaruhi

produktifitas *sandblasting* terhadap material logam, yaitu ukuran butir pasir, tekanan penyemprotan, sudut penyemprotan, waktu penyemprotan dan jarak penyemprotan.

Pada penelitian sebelumnya oleh Dewantoro (2007), menyebutkan bahwa tekanan dan sudut penyemprotan pada proses *sandblasting* mempunyai pengaruh terhadap laju korosi baja st 37. Chamal (2011) membuktikan bahwa waktu dan sudut penyemprotan pada proses *sandblasting* mempunyai pengaruh terhadap laju korosi baja AISI A344. Penelitian lain juga dilakukan oleh Irfanto (2011), pada penelitian ini dibuktikan bahwa tekanan dan sudut penyemprotan pada proses *sandblasting* mempunyai pengaruh terhadap laju korosi baja AISI A344. Dari berbagai penelitian di atas, akan dilihat bagaimana pengaruh tekanan dan durasi penyemprotan pada proses *sandblasting* terhadap laju korosi baja AISI A366.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang tersebut, maka dapat diambil rumusan masalah yaitu bagaimana pengaruh durasi dan tekanan penyemprotan pada proses *sandblasting* terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366.

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak terlalu luas, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut:

1. Benda kerja yang dipakai adalah baja AISI A366.
2. Sudut penyemprotan *sandblasting* adalah 90° terhadap permukaan baja (Irfanto, 2011).
3. Jarak antara ujung nosel dan permukaan baja adalah 15 mm (Dewantoro, 2007).
4. Ukuran *mesh* pasir silika 200 μm .
5. Variasi waktu penyemprotan adalah 35 detik, 55 detik, 75 detik dan 95 detik.
6. Variasi tekanan penyemprotan adalah 4 kg/cm^2 , 5 kg/cm^2 , 6 kg/cm^2 , dan 7 kg/cm^2 .

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh durasi dan tekanan penyemprotan pada proses *sandblasting* terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Menambah pengetahuan bagi mahasiswa tentang persiapan permukaan material dengan metode *sandblasting*.
2. Sebagai wawasan tambahan bagi dunia industri dalam optimalisasi dan efisiensi proses *sandblasting* dan pengecatan agar didapatkan kualitas yang diinginkan.
3. Dapat dijadikan referensi untuk pengembangan teknologi pengecatan logam yang nantinya berguna bagi masyarakat umum.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Persiapan Permukaan

Persiapan permukaan (*surface preparation*) adalah proses persiapan material sebelum dilakukan pelapisan (Anwar, 2009: 24). Tujuan dari Persiapan permukaan adalah untuk membersihkan permukaan logam dari segala bahan-bahan asing yang melekat agar tidak ada zat penghalang antara cat dan permukaan logam sehingga cat dapat melekat dengan baik dan memberikan profil kekasaran pada permukaan logam agar cat yang terbentuk lebih tebal dan tidak mudah mengelupas.

Pembersihan permukaan dalam pelaksanaannya dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu (Anonim 4, 2011: 225):

1. *Blast cleaning*

Blast cleaning atau membersihkan permukaan dengan penyemprotan adalah persiapan permukaan dengan menembakkan butiran pasir besi ke permukaan logam yang akan di cat.

2. *Pickling*

Pickling atau pengasaman adalah pembersihan permukaan logam dari kotoran seperti cat, karat atau kontaminan anorganik dengan cara melapisi permukaan logam tersebut dengan larutan asam. Setelah pemberian bahan kimia, permukaan baja tersebut dibersihkan dengan menggunakan air bersih kemudian dikeringkan.

3. *Flame cleaning*

Flame cleaning atau pembersihan permukaan dengan api adalah proses pembersihan permukaan logam dari kotoran dan karat dengan cara melewatkan api pada permukaan yang akan dibersihkan. Kotoran dan karat akan mengelupas karena pemanasan.

4. *Hand cleaning*

Hand cleaning (pembersihan secara manual) mempunyai beberapa cara, antara lain dengan bantuan mesin dan tanpa bantuan mesin. Proses ini dapat dilakukan secara manual dengan menggosokkan kertas amplas atau sikat kawat ke permukaan logam, apabila dengan bantuan mesin dapat menggunakan mesin gerinda atau mesin sikat kawat.

2.2. Sandblasting

Sandblasting atau penyemprotan dengan pasir adalah rangkaian kegiatan persiapan permukaan dengan cara menembakkan pasir silika ke suatu permukaan dengan tekanan tinggi sehingga terjadi tumbukan dan gesekan (Anonim 2, 2011). Selain dapat membersihkan permukaan logam dari kotoran dan karat, *sandblasting* dapat membuat profil kekasaran pada permukaan logam untuk keperluan selanjutnya. *Sandblasting* banyak digunakan dalam berbagai macam fungsi misalnya membersihkan permukaan material dari kontaminan seperti karat, tanah, minyak, cat, garam dan lainnya, mengupas cat lama yang telah lama atau pudar dan membuat profil (kekasaran) pada permukaan metal sehingga cat lebih melekat.

Dalam persiapan permukaan dengan metode ini harus dilakukan secara hati-hati dan oleh tenaga yang terampil dan berpengalaman. Sebab jika dilakukan oleh orang awam besar kemungkinan orang tersebut justru memperparah keadaan karena material menjadi rusak (Widharto, 2001: 106).

2.2.1. Parameter yang Mempengaruhi *sandblasting*

Ada beberapa parameter yang dapat mempengaruhi produktivitas *sandblasting*, antara lain (Dewantoro, 2007: 8):

1. Ukuran butir

Ukuran butiran adalah besar kecilnya ukuran butiran pasir yang digunakan pada proses penyemprotan *sandblasting*. Ukuran butir berhubungan dengan bentuk kekasaran permukaan yang terbentuk. Semakin besar ukuran butiran pasir, maka profil kekasaran yang terbentuk pada permukaan logam cenderung semakin besar.

2. Sudut penyemprotan

Sudut penyemprotan adalah sudut yang terbentuk antara sumbu nosel penyemprot dengan permukaan logam yang disemprot. Sudut 90° adalah yang paling efisien karena hampir semua energi kinetik dari tiap butiran pasir akan berubah seluruhnya menjadi energi tekanan sehingga penetrasi pasir ke permukaan logam lebih sempurna. Pada sudut yang lebih kecil, pasir yang menumbuk permukaan logam akan mengalami gesekan sehingga penetrasi pasir menjadi kurang sempurna.

3. Tekanan penyemprotan

Tekanan penyemprotan adalah tekanan pada kompresor sandblasting untuk menyembrotkan pasir ke permukaan logam. Semakin besar tekanan penyemprotan, maka kecepatan pasir yang menumbuk permukaan logam semakin besar, sehingga penetrasi pasir juga semakin besar begitu juga sebaliknya. Tekanan yang banyak digunakan adalah 4,082 bar sampai 5,442 bar karena pada tekanan tersebut daya abrasifnya tidak sampai menyebabkan kerusakan yang cukup besar pada permukaan benda.

4. Jarak penyemprotan

Jarak penyemprotan adalah jarak antara ujung nosel penyemprot dengan suatu titik pada permukaan logam yang merupakan perpanjangan dari sumbu nosel dan menembus permukaan logam tersebut. Berdasarkan penelitian, jarak penyemprotan optimal adalah 15 cm sampai 60 cm. Semakin besar jarak penyemprotan, kekasaran yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini dikarenakan adanya gesekan antara butiran pasir dengan udara atmosfer sehingga menurunkan kecepatan butiran pasir dan pasir pada permukaan logam menjadi kurang sempurna.

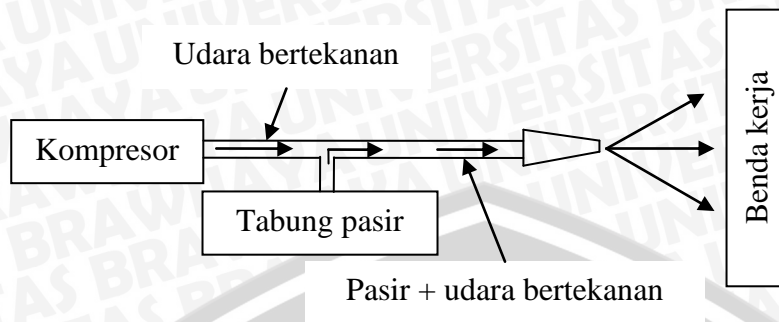
5. Durasi penyemprotan

Durasi penyemprotan adalah lama waktu yang digunakan pada proses penyemprotan. Waktu penyemprotan mempengaruhi kekasaran permukaan benda kerja. Semakin lama waktu penyemprotan, maka jumlah pasir yang menumbuk permukaan logam semakin banyak dan mengakibatkan permukaan yang terbentuk semakin kasar. Rentang waktu yang digunakan selama proses penyemprotan biasanya didasarkan atas pengalaman operator. Dalam beberapa kasus waktu yang diperlukan 5 sampai 10 detik untuk setiap luasan penyemprotan.

2.2.2. Prinsip Kerja Sandblasting

Prinsip kerja *sandblasting* adalah pembangkitan udara bertekanan oleh suatu kompresor kemudian udara bertekanan tersebut dilewatkan melalui dua pipa. Pipa pertama menuju ke tabung pasir sedangkan pipa kedua dilewatkan langsung menuju ujung nosel. Akhirnya pada ujung nosel dihasilkan udara bertekanan dan pasir yang akan

mengikis kotoran yang melekat pada benda kerja seperti ilustrasi pada gambar 2.1 di bawah ini.

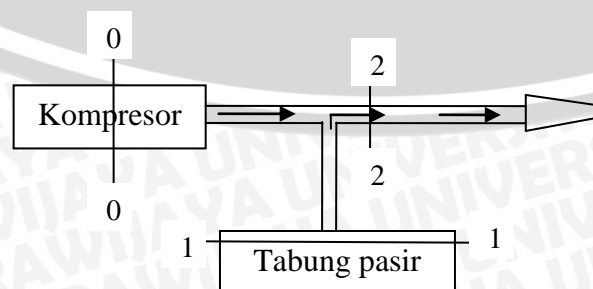


Gambar 2.1: Prinsip kerja *sandblasting*
 Sumber: Thretewey (1991, 250)

Prinsip kerja *sandblasting* hampir sama dengan prinsip kerja alat penyemprot obat nyamuk yang banyak dipakai sehari-hari, dimana pada penyemprot obat nyamuk, sumber udara bertekanan berasal dari pompa mekanis, dan penampung obat nyamuk sebagai tabung pasir. Pada mesin sandblast, tekanan berasal dari tekanan udara kompresor yang kemudian melewati pertemuan antara udara kompresor dengan saluran pasir. Pada saat udara kompresor melewati saluran ini, kecepatannya meningkat yang kemudian mengakibatkan tekananya menurun. Karena pada daerah pertemuan ini mengalami penurunan tekanan, pasir di tabung pasir yang bertakanan atmosfer terangkat keatas kemudian terlampar keluar melalui ujung nosel karena terdorong kecepatan dari udara kompresor tadi. Kedua alat ini bekerja berdasarkan persamaan bernoulli sebagai berikut:

$$\frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + z = c \tag{2-1}$$

Pada gambar 2.2 di bawah ini dapat diandaikan bahwa penampang 0-0 adalah daerah pada tabung kompresor, penampang 1-1 adalah daerah pada nosel mesin sandblast dan penampang 2-2 adalah daerah pada tabung pasir.



Gambar 2.2: Penampang-penampang pada mesin *sandblast*

Maka dapat dituliskan sebagai berikut:

$$E_{0-0} = E_{2-2}$$

$$\frac{p_0}{\gamma_{udara}} + \frac{v_0^2}{2g} + z_0 = \frac{p_2}{\gamma_{udara}} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 \quad (2-2)$$

Dimana :

$$p_0 = p_{kompresor}$$

$$v_0 = 0$$

$$z_0 = z_2$$

Sehingga

$$\frac{p_{kompresor}}{\gamma_{udara}} + 0 = \frac{p_2}{\gamma_{udara}} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\frac{p_{kompresor} - p_2}{\gamma_{udara}} = \frac{v_2^2}{2g}$$

$$p_{kompresor} - p_2 = \frac{\gamma_{udara} v_2^2}{2g}$$

$$p_2 = p_{kompresor} - \frac{\gamma_{udara} v_2^2}{2g} \quad (2-3)$$

$$E_{1-1} = E_{2-2}$$

$$\frac{p_1}{\gamma_{pasir}} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma_{pasir}} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 \quad (2-4)$$

Dimana :

$$p_1 = p_{atm}$$

$$v_1 = 0$$

Sehingga

$$\frac{p_{atm}}{\gamma_{pasir}} + 0 + z_1 = \frac{p_2}{\gamma_{pasir}} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$$

$$\frac{p_{atm} - p_2}{\gamma_{pasir}} = \frac{v_2^2}{2g} + (z_2 - z_1)$$

$$p_{atm} - p_2 = \frac{\gamma_{pasir} v_2^2}{2g} + \gamma_{pasir} (z_2 - z_1)$$

$$p_2 = p_{atm} - \frac{\gamma_{pasir} v_2^2}{2g} - \gamma_{pasir} (z_2 - z_1) \quad (2-5)$$

Apabila persamaan (2-3) dan (2-5) disubstitusikan diperoleh:

$$P_{kompresor} - \frac{\gamma_{udara} v_2^2}{2g} = P_{atm} - \frac{\gamma_{pasir} v_2^2}{2g} - \gamma_{pasir} (z_2 + z_1)$$

$$P_{kompresor} - P_{atm} = \frac{\gamma_{udara} v_2^2}{2g} - \frac{\gamma_{pasir} v_2^2}{2g} - \gamma_{pasir} (z_2 + z_1)$$

$$P_{kompresor} - P_{atm} = v_2^2 \frac{\gamma_{udara} - \gamma_{pasir}}{2g} - \gamma_{pasir} (z_2 + z_1)$$

$$v_2 = \sqrt{2g \frac{P_{kompresor} - P_{atm} + \gamma_{pasir} (z_2 + z_1)}{\gamma_{udara} - \gamma_{pasir}}} \quad (2-6)$$

Dari persamaan diatas, dapat diketahui bahwa butiran-butiran pasir akan terlempar dari ujung nosel dengan kecepatan v_2 . Karena butiran pasir tersebut mempunyai massa, sehingga pergerakan butiran pasir tersebut juga akan mengakibatkan gaya, yang dapat dihitung dengan persamaan momentum dan impuls sebagai berikut:

$$F \cdot \Delta t = m \cdot v \quad (2-7)$$

$$F = \frac{m \cdot v}{\Delta t} \quad (2-8)$$

Pada persamaan ini, m adalah massa tiap butiran pasir, v adalah kecepatan butiran pasir saat menumbuk permukaan logam, dalam hal ini kecepatannya adalah v_2 , dan Δt adalah lama tumbukan antara butiran pasir dan permukaan logam. Karena pada saat proses terjadinya tumbukan antara butiran pasir dengan permukaan logam berlangsung sangat cepat, dapat dikatakan bahwa nilai Δt sangat kecil sekali. Butiran pasir dengan massa m yang mempunyai kecepatan v_2 yang tinggi dan waktu tumbukan Δt yang sangat kecil, maka akan menghasilkan gaya F yang sangat besar. Oleh karena itu, butiran-butiran pasir ini kemudian dapat membuat lubang-lubang pada permukaan logam.

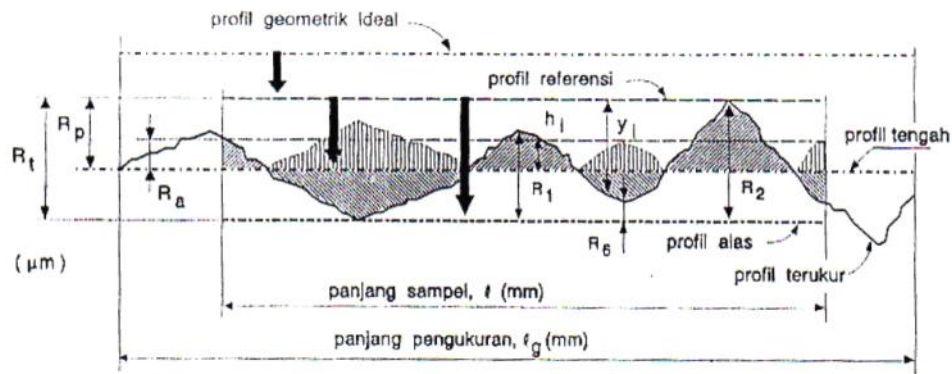
2.3. Profil Permukaan

Permukaan adalah batas yang memisahkan benda padat dengan sekelilingnya, sedangkan kekasaran permukaan merupakan ketidakrataan konfigurasi permukaan akibat getaran atau kawah kecil pada permukaan. Akibat dari penyemprotan butiran pasir pada permukaan akan menimbulkan tekstur permukaan.

Untuk memperoleh profil suatu permukaan, maka jarum peraba (*stylus*) dari alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus yang telah ditentukan.

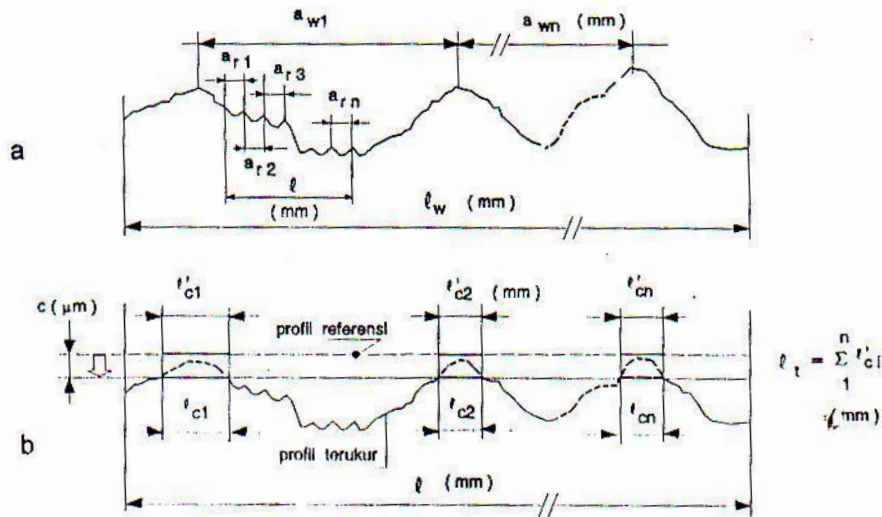
Panjang lintasan ini disebut panjang pengukuran (*transverig length*). Sesaat setelah jarum bergerak dan sesaat sebelum jarum berhenti, secara elektronik alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang diteliti oleh jarum peraba. Bagian panjang pengukuran dimana dilakukan analisis profil permukaan disebut dengan panjang sampel (*sampling length*). Reproduksi profil yang sesungguhnya adalah seperti yang ditunjukkan gambar 2.3 dan 2.4 dengan penambahan keterangan mengenai beberapa istilah profil yang penting, yaitu:

- a. Profil geometrik ideal, adalah profil permukaan sempurna (dapat berupa garis lurus, lengkung atau busur).
- b. Profil terukur, merupakan profil permukaan terukur.
- c. Profil referensi/acuan/puncak, adalah profil yang digunakan sebagai acuan untuk menganalisis ketidakaturan konfigurasi permukaan.
- d. Profil akar/alas, adalah profil regresi yang digeserkan ke bawah (arah tegak lurus terhadap profil geometric ideal pada suatu panjang sampel) sehingga menyinggung titik terendah profil terukur.
- e. Profil tengah, merupakan profil referensi yang digeserkan ke bawah (arah tegak lurus terhadap profil geometric ideal pada suatu panjang sampel) sedemikian rupa sehingga jumlah luas bagi daerah-daerah di atas profil tengah sampai ke profil terukur adalah sama dengan jumlah luas daerah-daerah di bawah profil tengah sampai ke profil terukur.
- f. Kekasaran total (R_t), adalah jarak antara profil referensi dengan profil atas.
- g. Kekasaran perataan (R_p), adalah jarak rata-rata antara profil referensi dengan profil terukur atau jarak antara profil referensi dengan profil tengah.
- h. Kekasaran rata-rata aritmetik (R_a), adalah harga rata-rata aritmetik bagi harga absolutnya jarak antara profil terukur dengan profil tengah.
- i. Kekasaran rata-rata kuadrat (R_g), adalah akar bagi jarak kuadrat rata-rata antara profil terukur dengan profil tengah.
- j. Kekasaran total rata-rata (R_z), adalah jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima puncak tertinggi dikurangi jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima lembah terendah.



Gambar 2.3: Posisi profil referensi/acuan/puncak, profil tengah dan profil akar/alas terhadap profil terukur untuk satu panjang sampel.
 Sumber: Rochim (2001: 56)

- k. Lebar gelombang (A_w), adalah rata-rata aritmetik bagi semua jarak a_{wi} diantara dua buah puncak gelombang profil terukur yang berdekatan pada suatu panjang sampel.
- l. Lebar kekasaran (A_r), adalah rata-rata aritmetik bagi semua jarak a_{wi} diantara dua puncak kekasaran profil terukur yang berdekatan pada suatu panjang sampel.
- m. Panjang penahan (l_t). Apabila profil referensi digeserkan ke bawah sejauh c akan memotong profil terukur sepanjang $l_{c1}, l_{c2}, \dots, l_{cn}$. Panjang penahan l_t adalah sebuah proyeksinya $l'_{c1}, l'_{c2}, \dots, l'_{cn}$ (pada profil referensi atau profil geometric ideal). Karena untuk setiap harga c akan memberikan harga l_t yang tertentu, maka pada waktu menuliskan l_t perlu dijelaskan juga harga c , missal: $l_{t0,25} = \dots$ yang berarti harga l_t ini didapat untuk pergeseran c sebesar $0,25 \mu\text{m}$
- n. Bagian panjang penahan (tp), adalah hasil bagi panjang penahan terhadap panjang sampelnya.



Gambar 2.4: Analisis profil terukur dalam arah sumbu gerak sensor alat ukur.
 Sumber: Rochim (2001: 57)

2.4. Uji Kekasaran Permukaan

Pengujian kekasaran permukaan menggunakan prinsip tribologi, yaitu bahwa permukaan benda padat mempunyai profil tidak rata yang dapat diukur (Rochim, 2001: 55). Profil ini apabila diukur memberikan amplitudo dan dengan tribologi diperoleh harga aritmetis rata-rata. Pengukuran ini menggunakan transduser yang dilengkapi dengan jarum stilus. Sinyal dari transduser diperkuat oleh penguat untuk memudahkan pembacaan nilai aritmetis rata-rata.

2.5. Pelapisan dengan Cat

Melindungi permukaan logam dengan pengecatan merupakan cara pencegahan korosi yang tertua dan mudah diterapkan (Widharto, 2001). Lapisan pelindung cat berfungsi mengisolasi logam yang ada di bawahnya dari lingkungan yang dapat menimbulkan korosi. Perlindungan dengan pelapisan cat sangat dipengaruhi oleh tebalnya cat. Semakin tebal lapisan cat, maka ion-ion yang tidak diinginkan dari lingkungan akan sulit untuk menembus sampai pada permukaan yang dilapisi. Lapisan cat biasanya mempunyai tebal antara 25µm-100µm.

Lapisan cat kering diharapkan mempunyai umur panjang dan akan mencegah masuknya udara, butir-butir air dan ion-ion yang tidak diinginkan ke permukaan logam. Meskipun banyak lapisan cat yang tidak dapat ditembus oleh ion-ion seperti klorida,



sulfat, dan karbonat, namun belum ada lapisan cat yang sepenuhnya mampu menghalangi oksigen atau air.

Lapisan cat bukan saja mengalami tegangan akibat temperatur permukaan yang berubah-ubah tetapi juga pemuaian termal pada logam yang dilindungi, perubahan-perubahan kelembaban relatif akan mendatangkan siklus basah kering yang dapat menyebabkan cat melepuh atau rusak, radiasi ultra ungu akan menurunkan mutu cat. Ion-ion agresif di udara yang terpolusi dapat langsung menyerang cat atau mengurangi pH air hujan yang jatuh ke permukaan cat.

2.5.1. Metode Pengecatan

Banyak cara pelapisan yang digunakan, misalnya pelapisan dengan cat, logam, selaput anorganik. Namun sejauh ini yang paling umum adalah dengan cat. Pengecatan dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain (Berendsen, 1989 dalam Dewantoro, 2007: 20):

1. Pengecatan dengan Kuas

Metode ini umumnya digunakan untuk mengecat tempat-tempat yang sulit dijangkau. Apabila menggunakan metode ini, cat yang hilang sangat kecil sekali. Pengecatan dengan kuas mempunyai penetrasi yang baik dalam menutupi pori-pori atau lubang yang terdapat pada permukaan material.

2. Pengecatan dengan Rol

Rol yang digunakan untuk mengecat harus tahan terhadap benturan objek atau permukaan material, larutan dan tiner yang digunakan dalam cat. Mengecat dengan metode ini lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan kuas karena luasan rol yang bersentuhan dengan permukaan material lebih besar. Akan tetapi, pengecatan dengan menggunakan roller sulit untuk menjangkau tempat-tempat yang sempit dan tidak rata.

3. Pengecatan semprot

Alat yang digunakan adalah penyemprot atau *spray gun*. Pengecatan semprot dibedakan menjadi empat macam, yaitu:

a. Pengecatan Semprot Konvensional

Dalam metode ini, cat dialirkan melalui suatu alat pengkabut yang terdiri dari lubang pemasukan cat dan lubang pemasukan udara bertekanan. Udara bertekanan dari kompresor dialirkan melalui lubang masuk. Cat yang ada di

tabung akan terdorong keluar bersama udara bertekanan tersebut melalui lubang pengeluaran dan menjadi satu sehingga membentuk kabut cat.

b. Pengecatan Semprot tanpa Udara

Cat yang dikabutkan melalui alat penyemprot yang terdiri dari satu lubang dengan tekanan tertentu. Cat yang digunakan dimasukkan dalam tangki, dimana pada tangki tersebut udara bertekanan akan menekan cat. Penyemprotan dengan menggunakan alat ini sangat baik, karena pada waktu cat akan keluar dari ujung nosel tidak bercampur udara.

c. *Airmix Spray*

Airmix spray atau pengecatan semprot gabungan adalah gabungan dari pengecatan semprot konvensional dan pengecatan semprot tanpa udara. Tujuan dari pengecatan ini adalah untuk mengkombinasikan antara kualitas hasil pengecatan yang baik pada metode pengecatan semprot konvensional dan tingkat pengeluaran yang tinggi pada metode pengecatan semprot tanpa udara. Pada metode ini, penekanan yang dihasilkan dan kemampuan menyelesaikan pekerjaan yang rumit lebih baik dibandingkan metode konvensional dan hasil akhir sama baiknya dengan metode tanpa udara. Tetapi metode ini membutuhkan waktu proses yang lama dan peralatan yang dibutuhkan lebih kompleks.

d. Pengecatan Semprot Elektrostatik

Metode ini berdasarkan pada prinsip partikel-partikel yang memiliki polaritas berbeda akan tertarik satu sama lain. Material yang akan dicat diberi polaritas positif dan partikel cat diberi polaritas negatif. Metode ini memiliki kelebihan lebih ekonomis yaitu dapat mengurangi jumlah cat yang hilang pada saat proses pengecatan.

2.5.2. Komposisi Cat

Cat merupakan suatu produk yang berbentuk cair atau serbuk yang mengandung zat warna dan bahan tambahan serta dapat diaplikasikan untuk membentuk lapisan tipis pada permukaan material (Subekti, 2010: 18). Cat pada umumnya merupakan suatu campuran antara pigmen dengan bahan pengikat (*binder*), yang digunakan sebagai bahan pelindung dan penghias permukaan. Komponen-komponen utama pada cat antara lain:

1) Pigmen

pigmen yang digunakan pada cat umumnya berbentuk serbuk dan berfungsi sebagai bahan dekoratif, protektif, dan ada juga yang bersifat racun dan lain-lain.

Secara garis besar pigmen dapat diagi menjadi dua jenis, yaitu:

a. Pigmen yang bersifat aktif

Pigmen ini selain mempunyai kemampuan dekoratif juga melindungi logam dari pengaruh lingkungan. Beberapa pigmen yang bersifat aktif antara lain:

- Serbuk seng.

Serbuk seng bersifat korban, serbuk seng ini dikorbankan untuk melindungi benda-benda dari serangan korosi.

- Zn kromat

Pigmen ini bersifat inhibitor atau penghambat reaksi kimia. Pigmen ini akan membentuk senyawa kompleks dengan besi dan merupakan lapisan yang pasif.

- PbOPbO_2

Pigmen ini merupakan campuran yang banyak digunakan pada cat dengan bahan dasar minyak. PbO akan membentuk sabun yang tidak larut dengan asam lemak yang terdapat di dalam minyak. Cat dengan pigmen ini baik digunakan pada lingkungan yang mengandung SO_2 karena Pb^{2+} ini dengan senyawa SO_4^{2-} yang ada di dalam elektrolit akan membentuk garam PbSO_4 yang sukar larut di dalam air.

- PbO_4

Ion PbO_4^{2-} dengan Fe^{2+} akan membentuk lapisan tipis Fe_2PbO_4 yang kemudian kalau dioksidasi akan membentuk lapisan pasif.

b. Pigmen yang bersifat pasif

Pengertian pasif disini tidak memberikan reaksi dengan lingkungan. Beberapa contoh pigmen yang bersifat pasif antara lain: Fe_2O_3 , TiO_2 dan lain-lain.

c. Pigmen yang bersifat racun

Pigmen ini berfungsi untuk mencegah *fouling* atau munculnya permukaan yang tidak diinginkan pada permukaan material pada struktur yang dicat di bawah air, seperti pada badan kapal, tiang dermaga dan sebagainya.

2) Bahan pengikat (*binder*)

Binder merupakan komponen penting, bahkan pembagian jenis cat bisa juga ditentukan oleh jenis bindernya. Komponen ini setelah mengalami pengeringan akan menjadi lapisan yang kompak dan terikat pada permukaan benda kerja. Binder menentukan sifat adhesi, elastisitas, tahan terhadap cuaca, air, dan senyawa kimia lainnya. Beberapa jenis binder antara lain:

a. Binder jenis minyak

Binder jenis ini mengalami pengeringan karena reaksi oksidasi dengan udara. Cat dengan jenis binder ini mempunyai beberapa kelemahan, yaitu:

- Lama kering.
- Kurang tahan terhadap perlakuan mekanik.
- Kurang tahan terhadap senyawa kimia dan cuaca.

Merkipun demikian binder jenis ini mempunyai kelebihan antara lain:

- Relatif lebih murah.
- Bisa disimpan lama.
- Mudah diterapkan karena tidak memerlukan persiapan permukaan yang berat.

b. Alkid Resin

Jenis binder ini paling banyak digunakan karena cat dengan binder ini mudah dalam penerapannya dan dapat dilapisi ulang dan dapat mengalami pengeringan karena oksidasi dengan udara. Jenis binder ini banyak dimodifikasi dengan binder jenis minyak dan *phenolic resin*. Karena itu binder jenis ini sebagian besar sifatnya mirip dengan cat jenis minyak.

c. Bitumen

Binder jenis ini tahan di lingkungan air dan dapat digunakan dengan lapisan yang tebal. Jenis cat ini tidak cocok dilapisi ulang dengan cat jenis lain. Penggunaan pigmen aluminium pada binder ini banyak digunakan pada cat bawah air.

d. Karet Diklorinasi

Binder jenis ini terbuat dari karet alam yang mengalami klorinasi. Cat dengan jenis binder ini termasuk *heavy duty coating* atau lapisan yang sangat baik, mengalami pengeringan karena penguapan dari pelarutnya, tahan

terhadap lingkungan asam, basa, air, cuaca, tidak dapat disabunkan dan tidak tahan pelarut. Untuk mendapatkan hasil pelapisan yang baik memerlukan persiapan permukaan yang sempurna.

e. *Vinyl*

Seperti karet diklorinasi, cat yang menggunakan jenis binder ini mengalami pengeringan karena paneguapan pelarutnya. Sifat-sifat ketahanan hampir sama dengan karet diklorinasi, lebih ulet, tahan lama dan lebih bersifat dekoratif.

f. *Epoxy*

Cat dengan binder jenis ini mengalami pengeringan karena reaksi kimia, dimana *hardener* atau bahan pengeras (senyawa poliamin atau poliamid) ditambahkan sebelum pengecatan dimulai. Cat jenis ini mempunyai kekerasan yang baik, tahan terhadap senyawa kimia, air, minyak dan pelarut. Seperti halnya cat *heavy duty* yang lain, cat jenis ini memerlukan persiapan permukaan yang sempurna. Cat jenis ini dengan pigmen seng banyak digunakan sebagai cat dasar anti korosi karena memiliki ketahanan yang cukup tangguh. *Binder* jenis ini juga banyak dikombinasikan dengan *binder* lain yang tentu saja memiliki sifat-sifat yang berbeda.

g. *Polyuretan*

Binder *polyuretan* mengalami pengeringan karena reaksi kimia antara senyawa *isocyanate* dan *hardener* dengan senyawa *polyester* atau *polyether*. Cat jenis ini termasuk *heavy duty coating* yang sifat-sifatnya sebagian besar sama dengan cat jenis *epoxy*. Ada dua jenis polyuretan dengan dasar *aromatic isocyanate* dan dasar senyawa *alifatic isocyanate*. Jenis binder ini kadang dicampur dengan binder jenis coal tar yang banyak digunakan untuk pengecatan di bawah air.

h. *Silicate*

Cat dengan binder jenis ini biasanya menggunakan pigmen jenis serbuk seng atau aluminium. Cat ini mengalami pengeringan karena reaksi antara binder dengan pigmenya. Pengeringan sempurna memerlukan waktu yang cukup lama, kelembaban yang tinggi membantu mempercepat pengeringan. Untuk mendapatkan hasil pelapisan yang baik cat ini memerlukan persiapan permukaan yang sempurna. Sifat anti korosi dari cat *zinc/silicate* lebih

unggul dari cat *zinc epoxy*. Cat jenis ini lebih tahan gesekan, panas, dan cuaca. Tetapi tidak tahan terhadap asam/basa.

3) Pigmen Pengisi

Pigmen adalah zat pewarna dalam cat. Pigmen biasanya dicampurkan dengan pigmen jenis lain. Beberapa contoh pigmen tambahan adalah CaCO_3 , *talc*, *china clay*, *barite*, *mica* dan lain-lain.

4) Pelarut

Sifat yang paling penting yang harus dimiliki pelarut adalah mampu mengurangi kekentalan secukupnya sehingga cat dapat diterapkan. Selain itu pelarut juga harus mampu mengatur waktu pengeringan, kilap dan sebagainya. Beberapa jenis pelarut adalah senyawa hidrokarbon, aromatik dan alifatik, mineral, spirit, alkohol, ester, keton dan lain-lain.

5) Bahan Aditif

Bahan aditif biasanya ditambahkan dalam jumlah sedikit dengan maksud untuk memperbaiki sifat-sifat cat antara lain seperti:

- Mencegah pengendapan pigmen.
- Mencegah terbentuknya lapisan kulit.
- Mencegah terjadinya pemisahan warna.
- Mencegah timbulnya jamur pada permukaan benda kerja yang dicat.
- Mencegah terjadinya keriput pada lapisan cat.

2.6. Kegagalan Cat

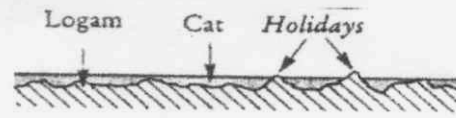
Penyebab utama kegagalan cat dalam kaitan dengan kondisi lingkungan adalah :

- a. Persiapan permukaan yang buruk atau kurang memadai.
- b. Pengejaian pelapisan cat dilakukan dalam kondisi udara yang tidak cocok atau metode yang digunakan tidak tepat.

Persiapan permukaan yang baik untuk proses pengecatan dapat dilakukan dengan mencelupkan logam ke dalam larutan asam atau dengan *blasting*. *Blasting*, khususnya *sandblasting* dapat dikombinasikan dengan penyemprotan air untuk membersihkan debu, merontokkan produk korosi yang larut terhadap air sehingga adhesi cat tidak berkurang.

Bentuk profil permukaan setelah proses *sandblasting* sangat penting. Apabila terlalu kasar, puncak-puncak mikro yang terbentuk akan terlapisi secara tipis atau

bahkan tidak terlapisi. Tebal cat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan. Butir-butir pasir yang menumbuk permukaan logam harus tepat ukuran dan gayanya agar menghasilkan kekasaran yang merata sehingga puncak-puncak mikro (*holidays*) tidak terjadi. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 : Lubang-lubang kecil (*holidays*)
Sumber: Trethewey, 1991 : 262

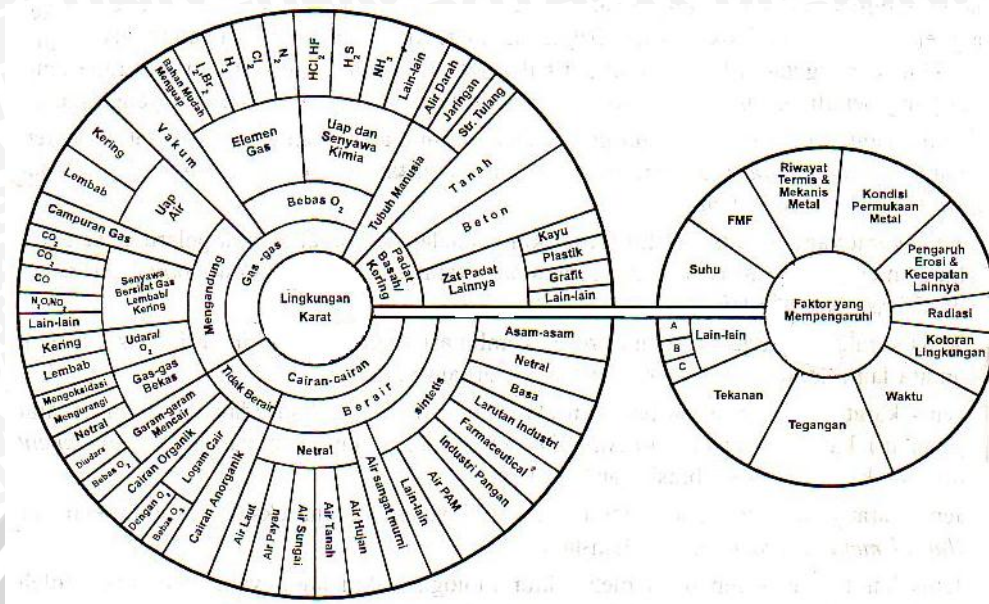
2.7. Korosi

Beumer (1985: 99) menjelaskan korosi atau karat adalah pencemaran logam oleh keadaan sekitar. Jenis jenis karat yang ada di lapangan misalnya (Widharto, 2001: 1):

- Korosi yang terjadi karena proses elektrokimia, misalnya: korosi karena atmosfer, korosi karena galvanis, korosi karena kuat arus liar, korosi karena air laut, korosi karena tanah, dan lain-lain.
- Korosi yang terjadi karena proses kimia, misalnya: korosi karena pelarut selektif, korosi karena merkuri, korosi karena asam, korosi karena titik embun, korosi karena gravitasi, dan lain-lain.
- Korosi yang terjadi karena kombinasi antara kimia, elektrokimia dan fisik, misalnya: korosi karena tegangan, korosi karena erosi dan lain-lain.
- Korosi yang terjadi karena kerusakan mekanis, misalnya: *fretting* (korosi karena gesekan), korosi karena kelelahan, korosi karena serangan tumbukan partikel, korosi karena kavitasi, korosi karena erosi/abrasi dan lain-lain.
- Korosi yang terjadi pada temperatur tinggi, misalnya: korosi karena oksidasi, korosi karena korosi logam cair dan lain-lain.
- Korosi yang disebabkan oleh faktor biologis, misalnya: korosi yang disebabkan oleh bakteri pereduksi sulfat.

Kerusakan akibat korosi dapat berupa takik-takik atau sumur-sumur kecil yang merata di permukaan logam. Terbentuknya *rust* (selaput tipis kerak), terbentuknya kerak tebal berlapis-lapis yang jika dikupas dibawahnya terdapat hilangnya sebagian permukaan logam, berupa pelapukan atau pelunakan logam karena berubah sifat, kekeroposan, penggetasan, keretakan dan perforasi.

Berikut ini digambarkan berbagai media penyebab korosi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya:



Gambar 2.6: Berbagai media korosi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya
Sumber: Widharto (2001: 2)

Hampir tidak ada logam, khususnya besi yang bebas dari kotoran dalam materialnya yang lazim disebut *impurities*, yang berupa oksida dari material besi tersebut akibat bereaksi dengan zat asam di udara, perbedaan struktur molekuler dari material metal itu sendiri, serta perbedaan tegangan di dalam bagian-bagian logam besi tersebut.

Adanya *impurities* dalam logam tersebut menimbulkan perbedaan potensial pada permukaannya, perbedaan potensial ini menyebabkan sebagian dari logam bersifat katodis, yakni bagian *impurities*, dan struktur molekuler yang katodis, serta bagian anodis, yakni bagian logam besi murni.

Jika keadaan udara dingin dan basah, maka akan terbentuk titik-titik embun di permukaan besi. Di dalam udara terdapat banyak sekali kotoran dan debu yang kadang-kadang menimbulkan larutan yang asam jika bercampur dengan partikel-partikel air embun. Larutan yang mempunyai pH rendah inilah yang berfungsi sebagai bahan penghantar atau elektrolit yang baik, sehingga terjadilah sel karat di dalam titik embun yang menempel pada permukaan yang mempunyai beda potensial tersebut.

Elektron mengalir dari daerah anodik ke katodik, meninggalkan ion-ion ferum yang bermuatan positif dan tidak stabil. Hal ini dinyatakan dalam persamaan:



- Di dalam air terdapat banyak ion hidroksil yang bermuatan negatif. Ion hidroksil tersebut berasal dari:



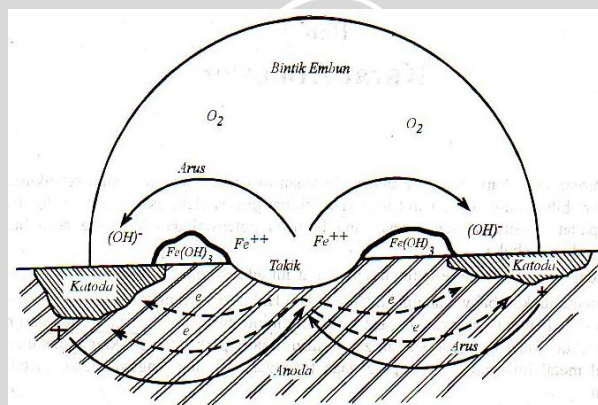
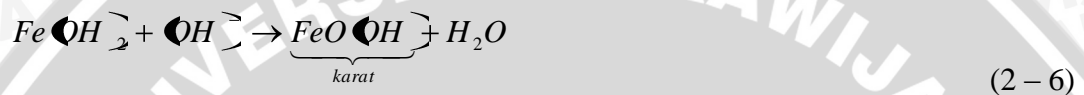
- Di daerah katodik terdapat reaksi sebagai berikut:



- Di dalam air terjadi reaksi antara ion besi yang tidak stabil dengan ion hidroksil yang bermuatan negatif menjadi ferohidroksida yang tidak larut.



- Selanjutnya



Gambar 2.7: Mekanisme korosi atmosfer
Sumber: Widharto (2001: 4)

Sewaktu bintik embun atau air hujan mengering karena panas matahari, proses pengkaratan berhenti, dan akan berlanjut lagi manakala permukaan yang berkarat tadi menjadi basah lagi karena air hujan atau embun. Proses ini akan terjadi melalui mekanisme tersebut di atas secara berulang-ulang hingga takik karat bertambah dalam dan produk karat menutupinya.

2.7.1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Korosi

Komponen-komponen yang akan menghadapi berbagai macam lingkungan baik selama tahapan-tahapan pembuatan, pemindahan dan penyimpanan maupun ketika kelak harus menjalankan tugas sehari-hari. Laju korosi yang terjadi pada logam dipengaruhi oleh berbagai faktor, sebagai berikut (Trethewey, 1991: 284):

- a. Kelembaban relatif
Kebanyakan logam seperti besi, baja, nikel, seng dan tembaga mengalami korosi apabila kelembaban relatif $> 60\%$. Pada kondisi ini akan terbentuk titik-titik air pada permukaan logam yang mengakibatkan terjadi korosi.
- b. Temperatur
Peningkatan temperatur sekitar cenderung mempercepat korosi. Pada umumnya laju reaksi meningkat korosi hampir dua kali lipat setiap temperatur naik 10°C .
- c. pH
Kebanyakan logam mudah terkorosi jika pH elektrolit < 7 atau bersifat asam.
- e. Bahan pengotor
Bahan pengotor ini berbeda-beda, dari karbon dioksida di kawasan pedesaan, belerang dioksida, belerang trioksida dan ion-ion amonium di kawasan industri serta ion klorida di lingkungan laut.
- f. Kehantaran elektrolit
Kehantaran elektrolit yang tinggi memungkinkan anoda dan katoda tetap bekerja kendati terpisah jauh. Jadi peluang korosi meningkat dibandingkan dengan struktur yang sama di air tawar.

2.7.2. Pencegahan Korosi

Untuk menghindari berbagai jenis korosi yang sangat merugikan, diperlukan langkah-langkah pencegahan yang mahal harganya. Namun jika dibandingkan dengan biaya dan pengorbanan lain yang disebabkan oleh korosi yang tidak dicegah, maka kerugian akibat biaya pencegahan tersebut hampir tidak berarti.

Ada beberapa prinsip pencegahan korosi yang penggunaannya disesuaikan dengan jenis peralatan, tempat, serta jenis lingkungan yang korosif. Adapun prinsip-prinsip pencegahan tersebut antara lain (Widharto, 2001: 97):

- a. Prinsip perbaikan lingkungan yang korosif
- b. Prinsip netralisasi zat koroden sedemikian rupa sehingga tidak berbahaya lagi
- c. Prinsip perlindungan permukaan dengan cara:
 - Pelapisan dengan cat
 - Pelapisan dengan metal coating, linin, overlay dan cladding
 - Pelapisan anorganik
 - Pembalutan
- d. Prinsip penggunaan bahan yang tahan terhadap jenis korosi tertentu

- e. Perlindungan katodik dan perlindungan anodik
- f. Penggunaan zat pelambat karat

2.7.3. Uji Korosi

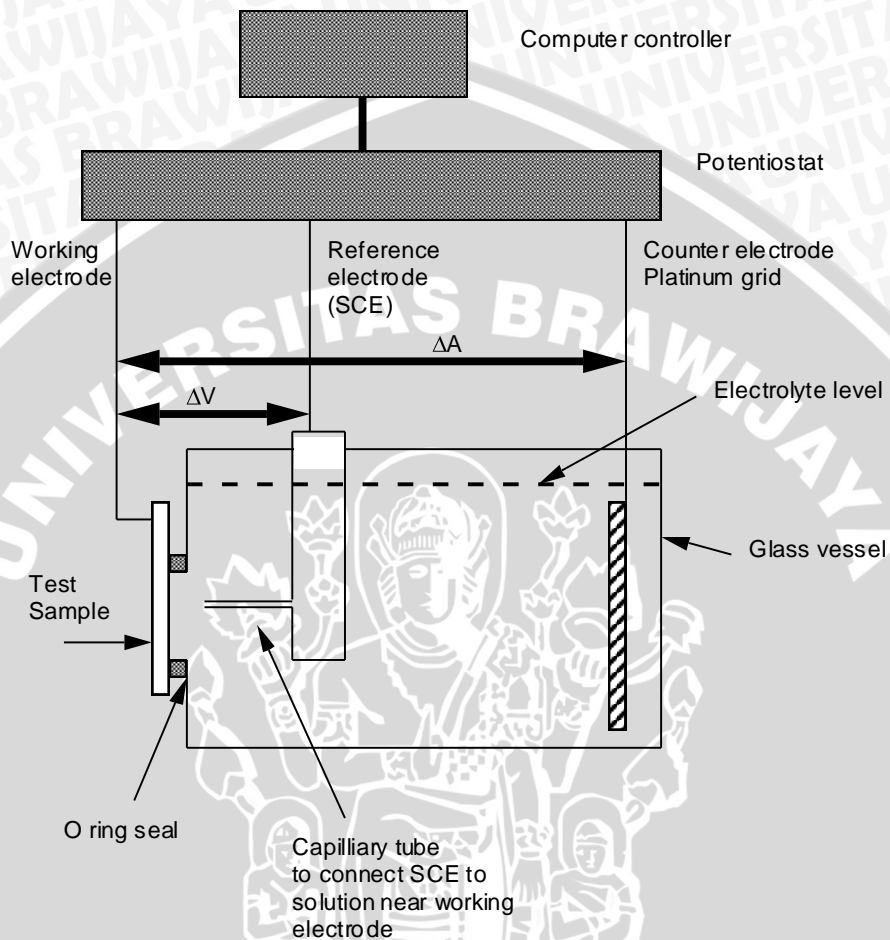
Pengujian korosi di laboratorium umumnya didekati dengan sel korosi basah sederhana. Walaupun mungkin terjadi korosi secara kering, akan tetapi prinsip dasar dari korosinya adalah tetap yaitu pertukaran ion-ion. Dalam sel korosi basah, rapat arus yang diberikan melalui sumber arus DC, secara empiris merupakan analogi besarnya korosi dari kondisi lingkungan penyebab korosi dan rapat arus yang dihasilkan dari beda potensial menyatakan laju dari korosinya. Sehingga untuk mengetahui perbandingan kekuatan antara suatu bahan dengan bahan yang lain, secara empiris dapat diketahui dengan membandingkan besarnya laju korosi yang timbul, yaitu merupakan perbandingan kenaikan rapat arus dari beda potensial yang diberikan.

Pengujian korosi di laboratorium yang paling umum digunakan adalah menggunakan prinsip tiga elektroda. Elektroda yang pertama disebut juga dengan elektroda kerja (*working electrode*), adalah benda kerja yang akan diuji. Elektroda ini dapat bertindak sebagai anoda, atau suatu saat dapat pula bertindak sebagai katoda. Elektroda yang kedua disebut juga dengan elektroda referensi (*reference electrode*). Elektroda ini berbentuk kalomel jenuh dan terhubung melewati voltmeter dengan elektroda kerja. Elektroda kerja dan elektroda referensi berada dalam satu tabung yang berisi larutan elektrolit. Voltmeter mendeteksi perbedaan potensial dari elektroda referensi berupa kalomel jenuh dan elektroda kerja sebagai tempat terjadinya reaksi oksidasi ataupun reduksi. Perbedaan potensial yang terbaca disebut juga dengan *open circuit potential* atau E_{oc} . Nilai perbedaan potensial yang terbaca ini perlu dikonversi ke satuan standart elektroda hidrogen. Dapat diketahui bahwa potensial elektroda referensi adalah +0,242 Volt pada standart elektroda hidrogen sehingga kemudian dapat diketahui apakah elektroda kerja bertindak sebagai anoda atau katoda.

Elektroda yang ketiga adalah elektroda bantu (*counter electrode*). Elektroda ini digunakan untuk mendeteksi adanya arus listrik pada elektroda kerja pada kondisi sebagai anoda atau sebagai katoda. Arus listrik yang terjadi antara elektroda kerja dan elektroda bantu dideteksi dengan amperemeter. Elektroda bantu biasanya terbuat dari logam yang sangat stabil sehingga tidak mengganggu reaksi korosi yang terjadi pada larutan elektrolit. Peralatan yang digunakan untuk mengontrol dan mendeteksi tegangan

dan arus listrik pada peralatan tiga elektroda disebut dengan potensiostat. Skema peralatan yang menggunakan prinsip tiga elektroda dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut.

ELECTROCHEMICAL TESTING APPARATUS.



Gambar 2.8: Skema alat uji korosi dengan metode tiga elektroda
Sumber: Brown (2004:56)

Tegangan listrik diberikan ke dalam sistem elektroda melalui elektroda bantu. tegangan yang diberikan ini bertambah tiap detik dengan jumlah yang tetap dan pada saat itu pula arus listrik antara elektroda kerja dan elektroda bantu diukur. Perubahan pemberian tegangan dan perubahan arus listrik ini kemudian dibentuk grafik yang disebut grafik Evans. Dari grafik tersebut kemudian didapatkan nilai I_{corr} yang diperlukan untuk menghitung laju korosi.

2.8. Hipotesis

Dengan waktu penyemprotan yang semakin lama dan tekanan penyemprotan yang semakin besar dalam proses *sandblasting*, akan menyebabkan permukaan yang terbentuk semakin kasar, sehingga ketebalan cat yang terbentuk semakin besar dan sulit tertembus oleh ion-ion dari lingkungan sehingga menurunkan laju korosi.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

6.1. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimental. Metode ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung untuk mengetahui pengaruh parameter sandblasting yang meliputi waktu dan tekanan pemotongan pada proses *sandblasting* terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366.

6.2. Variabel Penelitian

6.2.1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Variabel bebas diubah – ubah untuk mendapatkan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Dalam penelitian ini Variabel bebasnya adalah sebagai berikut:

- Waktu penyemprotan sandblasting, yaitu 35 detik, 55 detik, 75 detik dan 95 detik.
- Tekanan penyemprotan sandblasting, yaitu 4 kg/cm^2 , 5 kg/cm^2 , 6 kg/cm^2 , dan 7 kg/cm^2 .

6.2.2. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Dalam penelitian ini variabel terkontrolnya adalah sebagai berikut:

- a. Sudut penyemprotan *sandblasting* yaitu 90° .
- b. Jarak penyemprotan *sandblasting* adalah 15 mm.
- c. Ukuran *mesh* pasir silika adalah $250 \mu\text{m}$.
- d. Tekanan kompresor cat adalah 4 kg/cm^2
- e. Jarak pengecatan adalah 15 cm
- f. Durasi pengecatan adalah 3 detik

6.2.3. Variable Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas dan variabel terkontrol dan diketahui setelah penelitian dilakukan. Variabel terikat yang diamati pada penelitian ini adalah laju korosi yang terjadi.

6.3. Tempat dan Waktu Penelitian

6.3.1. Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di:

- Laboratorium Pengecoran Logam Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, untuk pelaksanaan proses *sandblasting*.
- Laboratorium Mesin Produksi Politeknik Negeri Malang, untuk pelaksanaan pengujian ketebalan lapisan cat.
- Laboratorium Elektrokimia dan Korosi Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, untuk pelaksanaan proses uji korosi.
- Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, untuk pelaksanaan proses uji kekasaran dan foto mikro.

6.3.2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan mulai bulan Oktober 2011 s/d Desember 2011.

6.4. Bahan dan Peralatan Penelitian

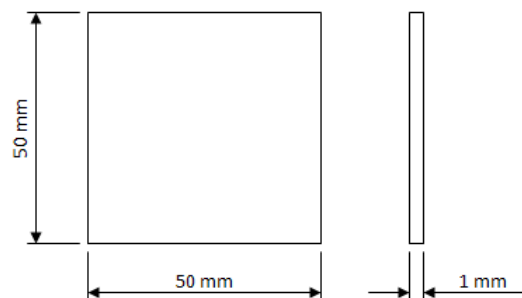
6.4.1. Bahan Penelitian

- Baja AISI A366

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plat baja AISI A366 dengan ukuran 50 mm x 50 mm dan ketebalan 1 mm. Baja ini memiliki komposisi kimia sebagai berikut:

Tabel 3.1. Komposisi kimia baja AISI A366

Prosentase unsur (%)					
C	Cu	Fe	Mn	P	S
0,15	0,20	98,3	0,60	0,35	0,40



Gambar 3.1: Dimensi specimen uji

b. Pasir silika

Pasir silika digunakan dalam proses *sandblasting* dan mempunyai ukuran mesh yang seragam, yaitu 250 μm .



Gambar 3.2: Pasir silika

c. Cat

Cat yang digunakan adalah cat Spies Hecker Permacron Automotive Top Coat series 257. Spesifikasi cat terlampir pada lampiran 2.

d. Larutan NaCl

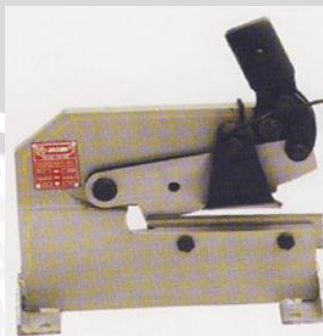
Larutan NaCl ini menggunakan prosentase NaCl sebesar 2% dan digunakan pada proses uji korosi.

6.4.2. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

a. Pemotong plat

Alat pemotong plat ini digunakan untuk memotong baja.



Gambar 3.3: Pemotong plat

b. Mesin *sandblast*

Mesin ini digunakan untuk membersihkan dan membuat profil kekasaran pada permukaan baja.



Gambar 3.4: Mesin *sandblast*

c. *Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk menghitung durasi penyemprotan *sandblasting*.



Gambar 3.5: *Stopwatch*

d. *Spray gun* dan kompresor

Spray gun dan kompresor ini digunakan untuk mengecat baja setelah melalui proses *sandblasting*.



Gambar 3.6: *Spray gun* dan kompresor

Spesifikasi:

- Merek : Multipro
- Tipe : MC101 – MP5G
- Daya listrik : 100 Watt
- Tegangan : 220 Volt AC
- Daya motor : 0,14 HP
- Putaran : 2800 rpm
- Kapasitas aliran : 80 liter/menit
- Tekanan maksimal : 4,5 Bar

e. Alat uji ketebalan cat

Alat uji ketebalan cat digunakan untuk mengukur ketebalan cat setelah melalui proses pengecatan.



Gambar 3.7: Alat uji ketebalan cat

f. Alat uji korosi

Alat uji korosi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Potensiostat, alat ini digunakan untuk menghitung laju korosi yang terjadi pada masing-masing baja yang telah dikenai perlakuan yang berbeda.



Gambar 3.8: Alat uji korosi Potensiostat

Spesifikasi:

- *Electrode connestion* : 2,3 and 3
- *Potential range* : +/- 10 V
- *Compliance voltage* : +/- 30 V
- *Maximum current* : +/- 2 A
- *Current ranges* : 1 A to 10 nA
- *Potential accuracy* : +/- 0,2%
- *Current resolution* : 0,0003% (of current range)
- *Input impedance* : > 1 TOhm
- *Potentiostat bandwidth* : 1 Mhz
- *Computer interface* : USB
- *Control software* : NOVA

g. Mikroskop logam

Alat ini digunakan untuk mengambil gambar makro baja setelah melalui proses uji korosi.



Gambar 3.9: Mikroskop logam

6.5. Prosedur Penelitian

6.5.1. Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Memotong spesimen sesuai dengan dimensi yang telah di ukur.
- Menentukan waktu penyemprotan *sandblasting*, yaitu 35 detik, 55 detik, 75 detik dan 95 detik.
- Menentukan tekanan penyemprotan *sandblasting*, yaitu 4 kg/cm², 5 kg/cm², 6kg/cm², dan 7 kg/cm².
- Melakukan proses penyemprotan *sand blasting* dengan waktu dan tekanan yang telah ditentukan.
- Melakukan proses pengujian kekasaran permukaan spesimen.
- Melakukan proses pengecatan permukaan spesimen.
- Melakukan proses pengujian laju korosi hasil pengecatan.
- Melakukan foto mikro hasil korosi.
- Melakukan pembahasan dan penarikan kesimpulan.

6.5.2. Langkah-langkah Pengujian Spesimen

a) Pengujian kekasaran permukaan

Untuk mengukur kekasaran permukaan hasil proses *sandblasting*, langkah-langkahnya adalah:

- Menentukan panjang sampel spesimen yang diukur.
- Menentukan kecepatan gerak jarum *stylus*
- Kalibrasi alat dengan menggunakan alat *zero point*.
- Mulai dilakukan pengukuran terhadap pada setiap permukaan spesimen.

b) Pengujian laju korosi

- Menyiapkan peralatan yang akan digunakan
 - 1) Larutan NaCl dengan kandungan NaCl sebesar 2 %
 - 2) Spesimen dipasang ke alat uji korosi.
 - 3) Atur tegangan alat uji korosi.
- Melakukan pengukuran dan mencatat besarnya arus.

c) Foto mikro hasil korosi

- Spesimen yang telah diuji korosi dibersihkan dengan kain lap.
- Mengatur fokus alat terhadap spesimen.
- Foto spesimen yang sesudah dan sebelum di uji laju korosi.

6.6. Analisis Penelitian

Analisis penelitian yang digunakan adalah analisis dua arah dengan pengulangan, karena ada dua faktor yang diamati yaitu durasi dan tekanan penyemprotan pada proses sandblasting. Hasil pengukuran dan pengambilan data dari masing-masing spesimen uji korosi ditabelkan seperti pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Tabel korosi dengan variasi durasi dan tekanan penyemprotan pada proses sandblasting hasil pengecatan Baja AISI A366

		Waktu penyemprotan (detik)			
		35	55	75	95
Tekanan penyemprotan (kg/cm ²)	4	X ₁₁₁	X ₂₂₁	X ₃₃₁	X ₄₄₁
		X ₁₁₂	X ₂₁₂	X ₃₁₂	X ₄₁₂
		X ₁₁₃	X ₂₁₃	X ₃₁₃	X ₄₁₃
	Rata-rata				
	5	X ₁₂₁	X ₂₂₁	X ₃₂₁	X ₄₂₁
		X ₁₂₂	X ₂₂₂	X ₃₂₂	X ₄₂₂
		X ₁₂₃	X ₂₂₃	X ₃₂₃	X ₄₂₃
	Rata-rata				
	6	X ₁₃₁	X ₂₃₁	X ₃₃₁	X ₄₃₁
		X ₁₃₂	X ₂₃₂	X ₃₃₂	X ₄₃₂
		X ₁₃₃	X ₂₃₃	X ₃₃₃	X ₄₃₃
	Rata-rata				
7	X ₁₄₁	X ₂₄₁	X ₃₄₁	X ₄₄₁	
	X ₁₄₂	X ₂₄₂	X ₃₄₂	X ₄₄₂	
	X ₁₄₃	X ₂₄₃	X ₃₄₃	X ₄₄₃	
Rata-rata					

Keterangan:

X : Data laju korosi

X_{ijk} : Data pengujian yang berupa laju korosi pada variasi waktu penyemprotan ke-i, tekanan penyemprotan ke-j dan ulangan ke-k.

6.6.1. Analisis Kecukupan Data

Analisis kecukupan data digunakan untuk mengetahui apakah jumlah data diperoleh sudah cukup dan dapat dianalisis atau perlu adanya penambahan data baru.

Untuk melakukan analisis kecukupan data, digunakan persamaan sebagai berikut (Walpole, 1992: 245):

a. Simpangan baku

$$\sigma = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x^2 - \left(\sum_{i=1}^n x\right)^2}{n-1}}, n = \text{jumlah data pengamatan yang telah dilakukan}$$

b. Rata-rata data

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x}{n}$$

c. Dugaan kebutuhan jumlah data pengamatan

$$n' = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \sigma}{x - \sigma}\right)^2$$

$Z_{\alpha/2}$ adalah nilai z, dimana luasan daerah di sebelah kanan di bawah kurva normal bernilai $\alpha/2$. Tingkat kepercayaan, $1 - \alpha \cong 95\%$

Dari hasil perhitungan, data dikatakan cukup apabila $n \geq n'$

6.6.2. Analisis Varian

Untuk pengolahan data digunakan bantuan Microsoft Excel untuk menghitung nilai yang sesungguhnya dengan mengkalikan nilai yang didapat dari gambar dengan skala yang telah kita dapatkan.

Untuk analisa data digunakan bantuan Microsoft Excel untuk analisa secara statistik dan grafis. Untuk analisa statistik akan dianalisa menurut analisa varian seperti yang dijelaskan di bawah

Yang akan kita uji adalah pengaruh pada :

1. α = pengaruh pada faktor A
2. β = pengaruh pada faktor B
3. $(\alpha\beta)$ = pengaruh interaksi faktor A dan faktor B

Ketiga hipotesanya ditulis sebagai berikut :

1. $H_{01} : \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_i$
 $H_{11} : \text{paling sedikit satu } \alpha_i = 0$
2. $H_{02} : \beta_1 = \beta_2 = \beta_i$
 $H_{12} : \text{paling sedikit satu } \beta_i = 0$

$$3. H_{03} : (\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = (\alpha\beta)_{ij}$$

$$H_{13} : \text{paling sedikit satu } (\alpha\beta)_{ij} = 0$$

Tiap pengujian hipotesa diatas didasarkan pada perbandingan varian yang bebas dan varian penduganya

$$JKT = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^t (y_{ijk} - Y_{...})^2$$

$$JKA = ct \sum_{i=1}^r (y_i - Y_{...})^2$$

$$JKB = rt \sum_{k=1}^t (y_j - Y_{...})^2$$

$$JKAB = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c (y_{ij} - Y_{i...} - Y_{.j} + Y_{...})^2$$

$$JKG = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^t (y_{ijk} - Y_{ij})^2$$

Maka dapat dituliskan persamaan sebagai berikut :

$$JKT = JKA + JKB + JKAB + JKG$$

Apabila masing – masing dibagi dengan derajat bebasnya akan diperoleh nilai varian dari masing – masing suku tersebut. Nilai ini sering kita sebut sebagai kwadrat tengah yang disingkat KT.

Nilai varian tersebut adalah :

$$1) S_1^2 = \frac{JKA}{r-1}$$

$$2) S_2^2 = \frac{JKB}{c-1}$$

$$3) S_3^2 = \frac{JKAB}{(r-1)(c-1)}$$

$$4) S^2 = \frac{JKG}{rc-1}$$

Untuk menguji ketiga hipotesa di atas kita hitung harga F_{hitung} dari masing masing sumber keragaman (faktor A, B dan interaksi) kemudian dibandingkan dengan tabel F_{tabel} dengan derajat bebas yang sesuai dengan nilai α tertentu.

Nilai f_{hitung} dari masing – masing sumber keragaman adalah sebagai berikut :

Untuk faktor A : $F_{hitung} = \frac{S_1^2}{S^2}$

Untuk faktor B : $F_{hitung} = \frac{S_2^2}{S^2}$

Untuk faktor interaksi antara A dan B : $F_{hitung} = \frac{S_3^2}{S^2}$

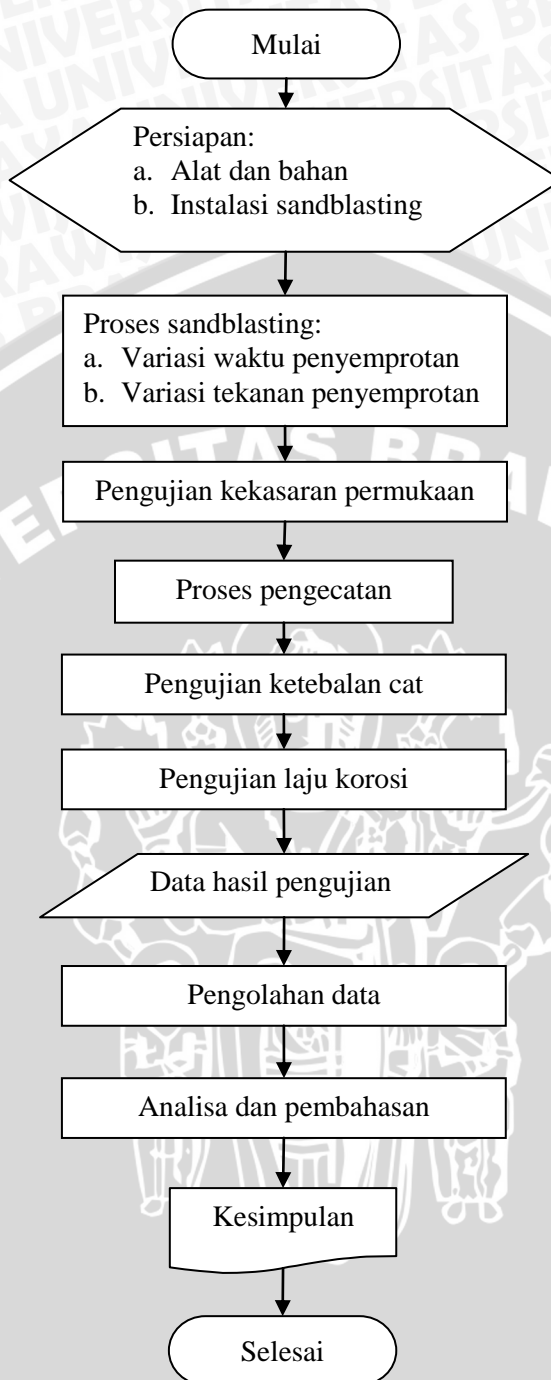
Apabila nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ berarti bahwa H_0 ditolak dan jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ berarti H_0 diterima.

Tabel 3.3 : Analisis dua varian

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F_{hitung}
Pengaruh A	$r - 1$	JKA	$S_1^2 = \frac{JKA}{r - 1}$	$F_{hitung} = \frac{S_1^2}{S^2}$
Pengaruh B	$c - 1$	JKB	$S_2^2 = \frac{JKB}{c - 1}$	$F_{hitung} = \frac{S_2^2}{S^2}$
Pengaruh interaksi A dan B	$(r - 1) \times (c - 1)$	JKAB	$S_3^2 = \frac{JKAB}{(r - 1)(c - 1)}$	$F_{hitung} = \frac{S_3^2}{S^2}$
Galat	$rc(t - 1)$	JKG	$S^2 = \frac{JKG}{rc(t - 1)}$	
Total	$rct - 1$	JKT		



6.7. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.10: Diagram alir penelitian

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengujian

Dari penelitian *sandblasting* yang telah dilakukan terhadap baja AISI A366 dengan variasi durasi dan tekanan penyemprotan diperoleh data kekasaran permukaan, yang ditampilkan dalam bentuk tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1. Data kekasaran (μm) permukaan baja AISI A366 setelah proses *sandblasting*.

		DURASI PENYEMPROTAN (detik)				
		35	55	75	95	
TEKANAN PENYEMPROTAN (kg/cm^2)	4	2,79	2,56	2,38	2,79	
		2,1	2,6	2,64	2,59	
		2,65	2,44	2,79	2,6	
		rata-rata	2,51	2,53	2,60	2,66
	5	3,07	3,01	2,69	2,77	
		2,76	2,8	2,81	3,61	
		2,71	2,84	3,2	2,58	
		rata-rata	2,85	2,88	2,9	2,99
	6	2,95	2,6	3,05	3,05	
		2,81	3,27	2,59	3,33	
		3,23	3,13	3,4	3,09	
		rata-rata	3,00	3	3,01	3,16
7	3,86	3,68	3,48	3,85		
	3,51	3,34	3,9	3,66		
	3,02	3,8	3,72	3,92		
	rata-rata	3,46	3,61	3,7	3,81	

Setelah proses pengecatan, dilakukan proses pengujian ketebalan lapisan dan diperoleh data ketebalan cat yang ditampilkan dalam tabel berikut:

Tabel 4.2: Data ketebalan lapisan cat (μm) setelah proses pengecatan.

		DURASI PENYEMPROTAN (detik)			
		35	55	75	95
TEKANAN PENYEMPROTAN (kg/cm^2)	4	40,36	44,29	48,23	54,14
		41,34	37,4	33,46	45,28
		35,43	40,36	50,2	53,17
	Rata-rata	39,04	40,68	43,96	50,86
	5	45,28	48,23	57,09	59,06
		38,39	51,18	54,14	58,07
		45,28	44,29	56,11	59,06
	Rata-rata	42,98	47,9	55,78	58,73
	6	43,15	53,15	63	63
		45,28	54,12	60,04	58,07
		42,32	53,09	51,18	61,03
	Rata-rata	43,64	53,12	58,07	60,7
7	57,88	63,4	62,51	66,32	
	64,56	63,76	66,78	62,87	
	62,44	64,59	66,1	66,94	
Rata-rata	61,62	63,91	65,13	65,37	

Setelah dilakukan pengujian ketebalan cat, benda kerja kemudian diuji laju korosinya dengan menggunakan alat potensiostat. Hasil dalam pengujian laju korosi tersebut ditampilkan dalam tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3. Data laju korosi (mmpy) baja AISI A366 setelah proses pengecatan dan uji korosi.

		DURASI PENYEMPROTAN (detik)			
		35	55	75	95
TEKANAN PENYEMPROTAN (kg/cm ²)	4	0,0000814	0,000041	0,0000382	0,0000298
		0,0000834	0,00004	0,0000343	0,000034
		0,0000815	0,000033	0,0000358	0,0000295
	rata-rata	0,000082068	0,000037969	0,00003614	0,000031094
	5	0,0000301	0,0000263	0,0000105	0,0000111
		0,0000325	0,0000225	0,0000234	0,0000176
		0,000028	0,0000139	0,0000243	0,0000163
	rata-rata	0,000030218	0,000020907	0,000019371	0,000014967
	6	0,0000177	0,00001	0,0000098	0,0000114
		0,0000131	0,0000155	0,0000144	0,0000154
		0,000013	0,0000162	0,0000127	0,0000212
	rata-rata	0,000014646	0,000013892	0,000012274	0,000011574
7	0,00000878	0,0000067	0,00000345	0,00000111	
	0,00000995	0,0000132	0,00000598	0,000000679	
	0,00001307	0,00001001	0,00000977	0,000001391	
rata-rata	0,000010578	9,9675E-06	6,3963E-06	1,0578E-06	

4.2. Analisis Statistik

4.2.1. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data ini dimaksudkan untuk menentukan apakah jumlah sampel data yang diperoleh telah mencukupi atau belum untuk dilakukan pengolahan data. Contoh analisis uji kecukupan data laju korosi pada tekanan penyemprotan *sandblasting* 4 kg/cm² dan durasi penyemprotan 35 detik, ditampilkan dalam tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.4 Data laju korosi untuk tekanan penyemprotan 5 kg/cm² dan durasi penyemprotan 55 detik.

Nomor sampel	Data observasi (X _i)
1	0,0000263
2	0,0000225
3	0,0000139

Dari data yang disajikan di atas, maka dilakukan proses perhitungan untuk nilai:

1. Jumlah data yang telah dilakukan

$$n = 3$$

2. $Z_{\alpha/2}$

$$1 - \alpha = 95\%$$

$$\alpha = 0,05$$

$$\frac{\alpha}{2} = 0,025$$

$$\text{sehingga } Z_{0,025} = 1,96$$

3. Simpangan baku

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x^2 - \left(\sum_{i=1}^n x\right)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{3(0,0000263^2 + 0,0000225^2 + 0,0000139^2) - (0,0000263 + 0,0000225 + 0,0000139)^2}{3(3-1)}} \\ &= 6,352E^{-6}\end{aligned}$$

4. Rata-rata

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{\sum_{i=1}^n x}{n} \\ &= \frac{0,0000263 + 0,0000225 + 0,0000139}{3} \\ &= 2,09E^{-5}\end{aligned}$$

5. Dugaan jumlah data pengamatan

$$\begin{aligned}n' &= \left(\frac{Z_{\alpha/2}\sigma}{\bar{x} - \sigma}\right)^2 \\ &= \left(\frac{1,96 \times 6,352E^{-6}}{2,09E^{-5} - 6,352E^{-6}}\right)^2 \\ &= 1,26\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut terlihat bahwa jumlah data pengamatan yang diambil lebih besar dari jumlah data minimal yang seharusnya diambil ($n \geq n'$ atau $3 \geq 1,26$), sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah data pengamatan yang diambil telah cukup. Dengan cara yang sama didapatkan hasil perhitungan kecukupan data yang ditampilkan dalam tabel 4.4.

Tabel 4.5. Hasil perhitungan uji kecukupan data

		Durasi penyemprotan (detik)			
		35	55	75	95
Tekanan penyemprotan (kg/cm ²)	4	3 ≥ 2,88	3 ≥ 2,12	3 ≥ 1,79	3 ≥ 2,04
	5	3 ≥ 2,20	3 ≥ 1,26	3 ≥ 2,9	3 ≥ 2,78
	6	3 ≥ 2,72	3 ≥ 1,98	3 ≥ 2,56	3 ≥ 1,31
	7	3 ≥ 2,33	3 ≥ 1,55	3 ≥ 2,47	3 ≥ 1,73

4.2.2. Analisis Varian Dua Arah

Dari data hasil pengujian laju korosi yang diperoleh, dilakukan analisis varian dua arah untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variasi tekanan *sandblasting*, durasi penyemprotan *sandblasting*, serta interaksi dari keduanya terhadap laju korosi yang terjadi.

Hipotesis dari tekanan penyemprotan (pengaruh A) terhadap laju korosi yang terjadi adalah:

$$H_{01} : H_4 \text{ kg/cm}^2 = H_5 \text{ kg/cm}^2 = H_6 \text{ kg/cm}^2 = H_7 \text{ kg/cm}^2$$

$$H_{11} : H_4 \text{ kg/cm}^2 \neq H_5 \text{ kg/cm}^2 \neq H_6 \text{ kg/cm}^2 \neq H_7 \text{ kg/cm}^2$$

Hipotesis dari durasi penyemprotan (pengaruh B) terhadap laju korosi yang terjadi adalah:

$$H_{02} : H_{35 \text{ detik}} = H_{55 \text{ detik}} = H_{75 \text{ detik}} = H_{95 \text{ detik}}$$

$$H_{22} : H_{35 \text{ detik}} \neq H_{55 \text{ detik}} \neq H_{75 \text{ detik}} \neq H_{95 \text{ detik}}$$

Hipotesis dari interaksi antara tekanan penyemprotan dan durasi penyemprotan terhadap laju korosi yang terjadi adalah:

$$H_{03} : H_{4 \text{ kg/cm}^2, 35 \text{ detik}} = H_{5 \text{ kg/cm}^2, 55 \text{ detik}} = H_{6 \text{ kg/cm}^2, 75 \text{ detik}} = H_{7 \text{ kg/cm}^2, 95 \text{ detik}}$$

$$H_{33} : H_{4 \text{ kg/cm}^2, 35 \text{ detik}} \neq H_{5 \text{ kg/cm}^2, 55 \text{ detik}} \neq H_{6 \text{ kg/cm}^2, 75 \text{ detik}} \neq H_{7 \text{ kg/cm}^2, 95 \text{ detik}}$$

Perhitungan analisis dua varian ditampilkan dalam tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.6. Perhitungan analisis varian

		Durasi penyemprotan (detik)				Total
		35	55	75	95	
Tekanan penyemprotan (kg/cm ²)	4	0,0002463	0,000114	0,0001083	0,0000933	0,0005619
	5	0,0000906	0,0000627	0,0000582	0,000045	0,0002565
	6	0,0000438	0,0000417	0,0000369	0,000048	0,0001704
	7	0,0000318	0,00002991	0,0000192	0,00000318	0,00008409
Total		0,0004125	0,00024831	0,0002226	0,00018948	0,00107289

Kriteria pengujian data laju korosi:

$$\alpha = 0,05 ; r = 4 ; c = 4 ; t = 3$$

$$V1 = \text{faktor A} : (r - 1) = 3$$

$$V2 = \text{faktor B} : (c - 1) = 3$$

$$V1 = \text{interaksi faktor A dan faktor B} : (r - 1)(c - 1) = 9$$

$$V2 = rc(t - 1) = 4 \cdot 4(3 - 1) = 32$$

Dari tabel 4.5 maka dapat dilakukan perhitungan analisis varian sebagai berikut:

a. Faktor koreksi (FK)

$$FK = \frac{\left(\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^n ijk \right)^2}{rcn}$$

$$= \frac{0,00107289^2}{48}$$

$$= 2,39811 \times 10^{-8}$$

b. Jumlah kuadrat total (JKT)

$$JKT = 0,0005619^2 + 0,0002565^2 + 0,0001704^2 + 0,00008409^2 - FK$$

$$= 1,68795 \times 10^{-8}$$

c. Jumlah kuadrat variabel C (JKC)

$$JKC = \frac{0,0005619^2 + 0,0002565^2 + 0,0001704^2 + 0,00008409^2}{cn} - FK$$

$$= 1,08215 \times 10^{-8}$$

d. Jumlah kuadrat variabel D (JKD)

$$JKD = \frac{0,000413^2 + 0,000248^2 + 0,000223^2 + 0,000189^2}{rn} - FK$$

$$= 2,45786 \times 10^{-9}$$

e. Jumlah kuadrat perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{0,0002463^2 + 0,000114^2 + 0,0001083^2 + \dots + 0,00107289^2}{n} - FK \\ &= 1,64365 \times 10^{-8} \end{aligned}$$

f. Jumlah kuadrat pengaruh interaksi C dan D (JKCD)

$$\begin{aligned} JKCD &= JKP - JKC - JKD \\ &= 1,64365 \times 10^{-8} - 1,08215 \times 10^{-8} - 2,45786 \times 10^{-9} \\ &= 3,15718 \times 10^{-9} \end{aligned}$$

g. Jumlah kuadrat galat (JKG)

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKC - JKD - JKCD \\ &= 1,68795 \times 10^{-8} - 1,08215 \times 10^{-8} - 2,45786 \times 10^{-9} - 3,15718 \times 10^{-9} \\ &= 4,42996 \times 10^{-10} \end{aligned}$$

Nilai varian dari masing-masing perlakuan sebagai berikut:

h. Kuadrat tengah pengaruh C (S_C^2)

$$\begin{aligned} S_C^2 &= \frac{JKC}{r-1} \\ &= \frac{1,08215 \times 10^{-8}}{3} \\ &= 3,60716 \times 10^{-9} \end{aligned}$$

i. Kuadrat tengah pengaruh D (S_D^2)

$$\begin{aligned} S_D^2 &= \frac{JKD}{c-1} \\ &= \frac{2,45786 \times 10^{-9}}{3} \\ &= 8,19286 \times 10^{-10} \end{aligned}$$

j. Kuadrat tengah pengaruh interaksi C dan D (S_{CD}^2)

$$\begin{aligned} S_{CD}^2 &= \frac{JKCD}{(r-1)(c-1)} \\ &= \frac{3,15718 \times 10^{-9}}{3.3} \\ &= 3,50798 \times 10^{-10} \end{aligned}$$

k. Kuadrat tengah galat (S^2)

$$\begin{aligned} S^2 &= \frac{JKG}{rc \left(\frac{1}{q} - 1 \right)} \\ &= \frac{4,42996 \times 10^{-10}}{4,4 \left(\frac{1}{4} - 1 \right)} \\ &= 1,38436 \times 10^{-11} \end{aligned}$$

Nilai F_{hitung} dari masing-masing sumber keragaman sebagai berikut.

l. F_{hitung} pengaruh C

$$\begin{aligned} F_{C_{hitung}} &= \frac{S_c^2}{S^2} \\ &= \frac{3,60716 \times 10^{-9}}{1,38436 \times 10^{-11}} \\ &= 260,5648 \end{aligned}$$

m. F_{hitung} pengaruh D

$$\begin{aligned} F_{D_{hitung}} &= \frac{S_d^2}{S^2} \\ &= \frac{8,19286 \times 10^{-10}}{1,38436 \times 10^{-11}} \\ &= 59,18143 \end{aligned}$$

n. F_{hitung} pengaruh C dan D

$$\begin{aligned} F_{CD_{hitung}} &= \frac{S_{CD}^2}{S^2} \\ &= \frac{3,50798 \times 10^{-10}}{1,38436 \times 10^{-11}} \\ &= 25,34 \end{aligned}$$

Tabel 4.7. Analisis varian dua arah

Sumber keragaman	db	KT	JK	F_{hitung}	F_{tabel}
C	3	3,60716E-09	1,08215E-08	260,5649	3,29
D	3	8,19286E-10	2,45786E-09	59,18144	3,29
interaksi C-D	9	3,50798E-10	3,15718E-09	25,34001	2,59
Galat	15	2,95331E-11	4,42996E-10		
Total	30	4,80678E-09	1,68795E-08		

Keterangan:

C : Faktor tekanan penyemprotan

D : Faktor durasi penyemprotan

CD : Faktor interaksi tekanan dan durasi penyemprotan

Dari tabel 4.6 diatas, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

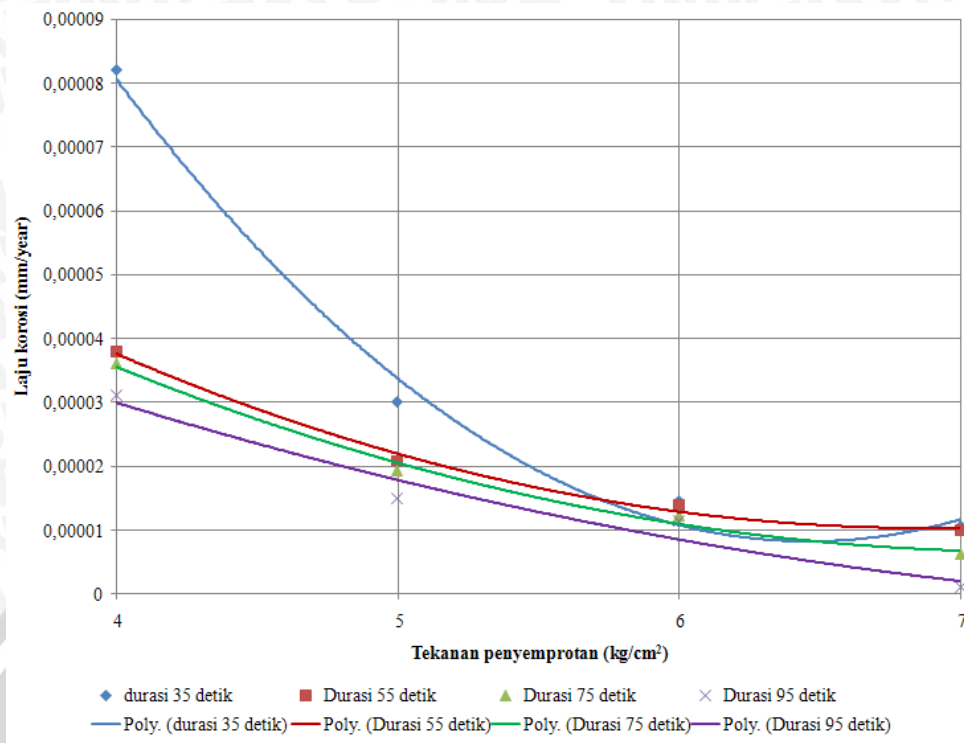
- I. $F_C \text{ hitung} > F_C \text{ tabel}$ maka H_0^1 ditolak dan H_1^1 diterima. ini berarti bahwa variasi tekanan penyemprotan berpengaruh terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366 dengan tingkat keyakinan 95%.
- II. $F_D \text{ hitung} > F_D \text{ tabel}$ maka H_0^2 ditolak dan H_1^2 diterima, ini berarti bahwa variasi durasi penyemprotan berpengaruh terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366 dengan tingkat keyakinan 95%.
- III. $F_{CD} \text{ hitung} > F_{CD} \text{ tabel}$ Maka H_0^3 ditolak dan H_1^3 diterima, ini berarti bahwa interaksi antara Tekanan penyemprotan dan durasi penyemprotan berpengaruh secara nyata laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366 dengan tingkat keyakinan 95%.

4.3. Analisis Grafik

4.3.1. Analisis Pengaruh Tekanan Penyemprotan pada Proses *Sandblasting* terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja AISI A366

Faktor-faktor yang menjadi syarat mutlak untuk terjadinya korosi secara adalah adanya anoda, katoda, elektrolit dan hubungan listrik. Dalam proses tersebut terjadi perpindahan elektron antara anoda dan katoda, karena elektron bermuatan negatif sehingga pengangkutan elektron tersebut menimbulkan arus listrik, karena melibatkan arus listrik, sehingga reaksi elektrokimia tersebut dipengaruhi oleh potensial listrik.

Pada logam yang di cat, elektron akan lebih sulit menembus lapisan cat apabila lapisan cat tersebut semakin tebal. Untuk mendapatkan lapisan cat yang tebal, diperlukan persiapan permukaan yang baik, salah satunya adalah dengan menggunakan sandblasting. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas sandblasting yang selanjutnya juga mempengaruhi kualitas hasil cat, misalnya tekanan penyemprotan dan durasi penyemprotan. Hubungan antara tekanan dan durasi penyemprotan dengan laju korosi dapat dilihat dalam gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2: Grafik hubungan antara tekanan penyemprotan pada proses *sandblasting* terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366

Dari gambar 4.2 dapat diketahui bahwa dengan meningkatnya tekanan penyemprotan, pada proses *sandblasting* akan menyebabkan nilai laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366 semakin menurun. *Sandblasting* mempunyai fungsi untuk membersihkan permukaan material, mengupas cat yang telah lama dan membuat profil (kekasaran) pada permukaan yang akan di cat. Tekanan yang biasanya digunakan untuk *sandblasting* antara 4,082 Bar sampai 5,442 Bar. Tekanan penyemprotan *sandblasting* berasal dari kerja kompresor. Saat proses *sandblasting*, kerja kompresor tersebut berubah menjadi energi kinetik yang kemudian membuat butiran pasir silika bergerak dengan kecepatan tertentu. Semakin besar kerja kompresor, mengakibatkan tekanan dalam tabung kompresor semakin besar, sehingga menyebabkan kecepatan dari pasir silika juga semakin besar. Pasir silika tersebut kemudian menumbuk permukaan baja dimana semakin besar kecepatan pasir silika, tumbukan yang terjadi juga semakin besar. Semakin besar tumbukan yang terjadi pada permukaan baja menyebabkan terbentuknya lubang pada permukaan baja yang semakin dalam.

Pada saat pengujian kekasaran, transduser yang dilengkapi dengan jarum stilus bergerak mengikuti profil permukaan baja. Sinyal dari jarum transduser tersebut kemudian diperkuat dengan menggunakan amplifier kemudian direkam. Data yang

keluar dari alat uji kekasaran berupa kekasaran rata-rata aritmetik, dimana kekasaran rata-rata aritmetik adalah harga rata-rata aritmetik bagi harga absolutnya jarak antara profil terukur dengan profil tengah. Semakin dalam lubang-lubang yang terbentuk akibat tumbukan antara pasir silika dan permukaan baja, kekasaran aritmetik yang terukur juga semakin besar.

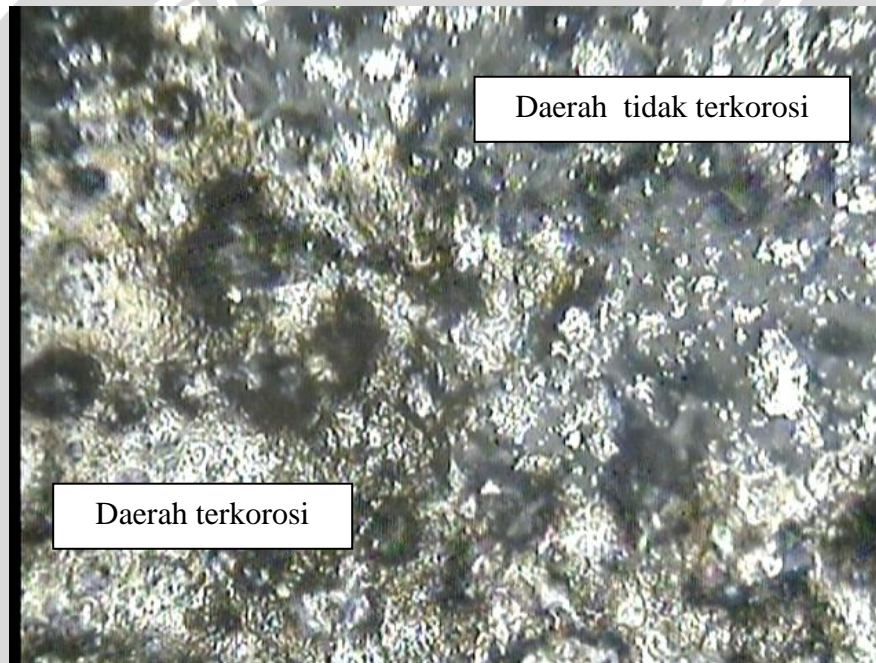
Ketika pada permukaan baja terdapat pori, celah atau lubang kecil, lapisan cat akan mengisi dan menjadi padat dan ikatan mekanis terbentuk. Untuk melepaskan lapisan cat akan lebih sulit jika baja memiliki kekasaran tertentu karena lapisan cat dapat mengisi permukaan yang kasar. Selain itu ketebalan cat juga akan bertambah jika kekasaran permukaan semakin besar.

Korosi atmosfer adalah yang terjadi akibat proses elektrokimia antara dua bagian benda padat yang berbeda potensial dan langsung berhubungan dengan udara terbuka. Secara alami, *impurities* atau zat pengotor pada baja menimbulkan perbedaan potensial pada bagian-bagiannya. Perbedaan potensial ini menyebabkan sebagian dari logam bersifat katodis yaitu kotoran oksida serta struktur yang katodis dan bagian yang bersifat anodis yaitu bagian logam besi murni. Salah satu yang mempengaruhi terjadinya korosi adalah kehantaran elektrolit. Kehantaran yang tinggi memungkinkan anoda dan katoda tetap bekerja kendati terpisah jauh. Dalam hal ini, lapisan cat akan menghalangi hubungan antara anoda dan katoda. Semakin tebal lapisan cat yang terbentuk, maka aliran elektron antara katoda dan anoda semakin terhambat, sehingga proses terjadinya korosi juga semakin susah dan menyebabkan laju terjadinya korosi menurun.

Pada durasi penyemprotan 95 detik dan tekanan penyemprotan 7 kg/cm^2 diperoleh laju korosi terendah dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $1,0578\text{E-}6$ mpy dan laju korosi terus meningkat sampai tekanan penyemprotan 4 kg/cm^2 dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $1,0578\text{E-}5$ mpy. Pada durasi penyemprotan 75 detik dan tekanan penyemprotan 7 kg/cm^2 diperoleh laju korosi terendah dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $1,1574\text{E-}5$ mpy dan laju korosi semakin meningkat sampai pada tekanan 4 kg/cm^2 dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $1,4646\text{E-}5$ mpy. Pada durasi penyemprotan 55 detik dan tekanan penyemprotan 7 kg/cm^2 diperoleh laju korosi terendah dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $1,4967\text{E-}5$ mpy dan laju korosi semakin meningkat sampai pada tekanan 4 kg/cm^2 dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $3,0218\text{E-}5$ mpy. Pada durasi penyemprotan 35 detik dan tekanan penyemprotan 7 kg/cm^2 diperoleh laju korosi terendah dengan

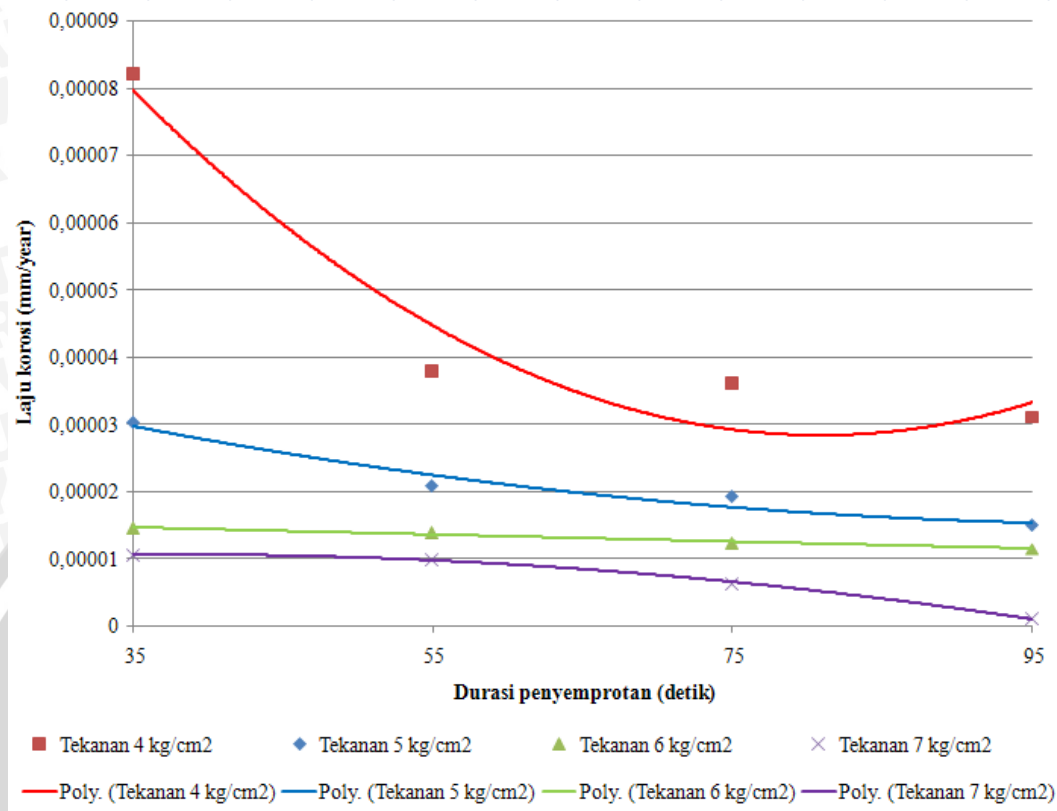
nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $3,1094E-5$ mpy dan laju korosi semakin meningkat sampai pada tekanan 4 kg/cm^2 dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $8,2068E-5$ mpy.

Hasil korosi juga dibuktikan dengan proses uji foto mikro. Pada gambar berikut ini terdapat bagian yang terkorosi dan bagian yang tidak terkorosi. Pada bagian yang terkorosi terlihat bahwa lapisan cat mengelupas, sehingga elektrolit dapat menempel pada permukaan baja. Elektrolit yang menempel tersebut kemudian menghubungkan daerah katodis dan anodis pada permukaan baja sehingga mengakibatkan korosi. Pada bagian yang tidak terkorosi, terlihat bahwa cat tetap utuh melekat pada permukaan baja sehingga elektrolit tidak dapat menempel langsung pada permukaan baja dan daerah katodis dan anodis pada permukaan baja tidak saling berhubungan dan tidak menyebabkan korosi.



Gambar 4.3: Foto mikro pada bagian yang terkorosi dan tidak terkorosi

4.3.2. Analisis Pengaruh Durasi Penyemprotan pada Proses *Sandblasting* terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja AISI A366



Gambar 4.4: Grafik hubungan antara durasi penyemprotan pada proses *sandblasting* terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366

Dari gambar 4.4 terlihat bahwa semakin besar durasi penyemprotan pada proses *sandblasting*, laju korosi hasil pengecatan pada baja AISI A366 yang terjadi semakin menurun. Durasi penyemprotan yang biasa dipakai saat proses *sandblasting* adalah 5 sampai 10 detik. Dengan durasi penyemprotan yang lebih lama, mengakibatkan tumbukan yang terjadi antara pasir silika dengan permukaan baja lebih banyak. Sehingga selain lebih banyak terjadi lubang, tumbukan tersebut juga banyak kemungkinan menumbuk di titik yang sama sehingga membuat lubang semakin dalam. Lubang-lubang tersebut kemudian membentuk profil (kekasaran) pada permukaan baja. Semakin dalam lubang-lubang yang terbentuk, mengakibatkan kekasaran aritmetik yang terukur pada alat uji kekasaran semakin besar.

Semakin kasar permukaan baja akibat proses *sandblasting*, maka luasan bidang kontak antara permukaan baja dengan cat semakin besar dan mengakibatkan cat semakin tebal dan lebih sukar mengelupas. Dengan lapisan cat yang tebal,

mengakibatkan daerah anodis dan katodis tidak saling berhubungan karena cairan elektrolit sukar menembus dan menjadikan laju korosinya semakin menurun.

Pada tekanan 7 kg/cm^2 dan durasi penyemprotan 95 detik diperoleh laju korosi terendah dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $1,0578\text{E-}6$ mpy dan nilai laju korosi semakin meningkat sampai durasi penyemprotan 35 detik dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $1,0578\text{E-}5$ mpy. Pada tekanan 6 kg/cm^2 dan durasi penyemprotan 95 detik diperoleh laju korosi terendah dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $1,1574\text{E-}5$ mpy dan nilai laju korosi semakin meningkat sampai durasi penyemprotan 35 detik dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $1,4646\text{E-}5$ mpy. Pada tekanan 5 kg/cm^2 dan durasi penyemprotan 95 detik diperoleh laju korosi terendah dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $1,4967\text{E-}5$ mpy dan nilai laju korosi semakin meningkat sampai durasi penyemprotan 35 detik dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $3,0218\text{E-}5$ mpy. Pada tekanan 4 kg/cm^2 dan durasi penyemprotan 95 detik diperoleh laju korosi terendah dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $3,1094\text{E-}5$ mpy dan nilai laju korosi semakin meningkat sampai durasi penyemprotan 35 detik dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $8,2068\text{E-}5$ mpy.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan, maka dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Durasi penyemprotan pada proses *sandblasting* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366. Dimana semakin besar durasi penyemprotan maka laju korosinya semakin menurun. Hal ini telah dibuktikan bahwa nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, dengan nilai F_{hitung} sebesar 59,18144 dan F_{tabel} sebesar 3,29.
2. Tekanan penyemprotan pada proses *sandblasting* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366. Dimana semakin besar tekanan penyemprotan, laju korosinya semakin menurun. Hal ini telah dibuktikan bahwa nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, dengan nilai F_{hitung} sebesar 260,5649 dan F_{tabel} sebesar 3,29.
3. Interaksi antara durasi dan tekanan penyemprotan pada proses *sandblasting* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI A366. Hal ini dibuktikan dengan bahwa nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, dengan nilai F_{hitung} sebesar 25,34001 dan F_{tabel} sebesar 2,59.
4. Laju korosi terendah terjadi pada durasi penyemprotan 95 detik dan tekanan penyemprotan 7 kg/cm^2 dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $1,0578\text{E-}6$ mpy sedangkan laju korosi tertinggi terjadi pada durasi pengemprotan 35 detik dan tekanan penyemprotan 4 kg/cm^2 dengan nilai R_{mpy} rata-rata sebesar $8,2068\text{E-}5$ mpy.

5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai variasi tekanan penyemprotan yang digunakan dan variasi durasi penyemprotan yang digunakan pada proses *sandblasting*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim 1. 2008. *Korosi*. <http://catatanhariansonya.blogspot.com/2008/12/korosi.html>
- Anonim 2. 2011. *Pengecatan-coating*. http://www.mitrasejatiblastindo.com/detail.php?csection=our_services
- Anonim 3. 2011. *Uji Kecukupan dan Keseragaman Data*. http://mrdaniels.files.wordpress.com/2008/10/pengujian-hasil-simulasi_02.pdf
- Anonim 4. 2011. *Fabrikasi*. http://www.scribd.com/document_downloads/direct/71986524?extension=pdf&ft=1324302744<=1324306354&uahk=4YIYhNEMMNIVY288Gkj5YT1iYHA
- Anwar, Moch. Saiful. Siswayanti, Bintoro & Sunjono. 2009. *Persiapan Permukaan untuk Meningkatkan Perlekatan lapis Lindung Cat pada Substrat Logam*, (isjd.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/182092128.pdf)
- Beumer, B. J. M. 1985. *Ilmu Bahan Logam jilid I*. Jakarta: Bhiratara Karya
- Brown, Richard. 2004. *An Introduction of Corrothion*. Jakarta: Bhiratara Karya
- Butarbutar, Sofia L & Febrianto. 2009. *Pengujian Mesin EDAQ untuk Mengukur Laju Korosi*. http://www.batan.go.id/ptrkn/file/Epsilon/vol_13_02/4.Sofie.pdf
- Chamal, Rachmad Abdul. 2011. *Pengaruh Waktu dan Sudut Penyemprotan Pada Proses Sandblasting Terhadap Laju Korosi Baja AISI 430*. Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Brawijaya: Skripsi tidak diterbitkan.
- Dewantoro, Dandang. 2007. *Pengaruh Jarak dan Tekanan Penyemprotan pada Proses Sandblasting Terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan pada Baja St. 37*. Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Brawijaya: Skripsi tidak diterbitkan.
- Hartomo, Anton J & Kaneko, Tomijiro. 1992. *Mengenal Pelapisan Bahan (Elektroplating)*. Yogyakarta: Andi Offset
- Irfanto, Afan Zainul. 2011. *Pengaruh Tekanan Penyemprotan Proses Sandblasting terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja AISI 430*. Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Brawijaya: Skripsi tidak diterbitkan.
- Rochim, Taufiq. 2001. *Spesifikasi, Metrologi, dan Kontrol Geometrik*. Bandung: Penerbit ITB
- Subekti, Norman. 2010. *Pengaruh Tegangan Proteksi dan Persiapan Permukaan Terhadap Sifat Adhesi Cat Epoxy dalam Pengujian Cathodic Disbondment*.

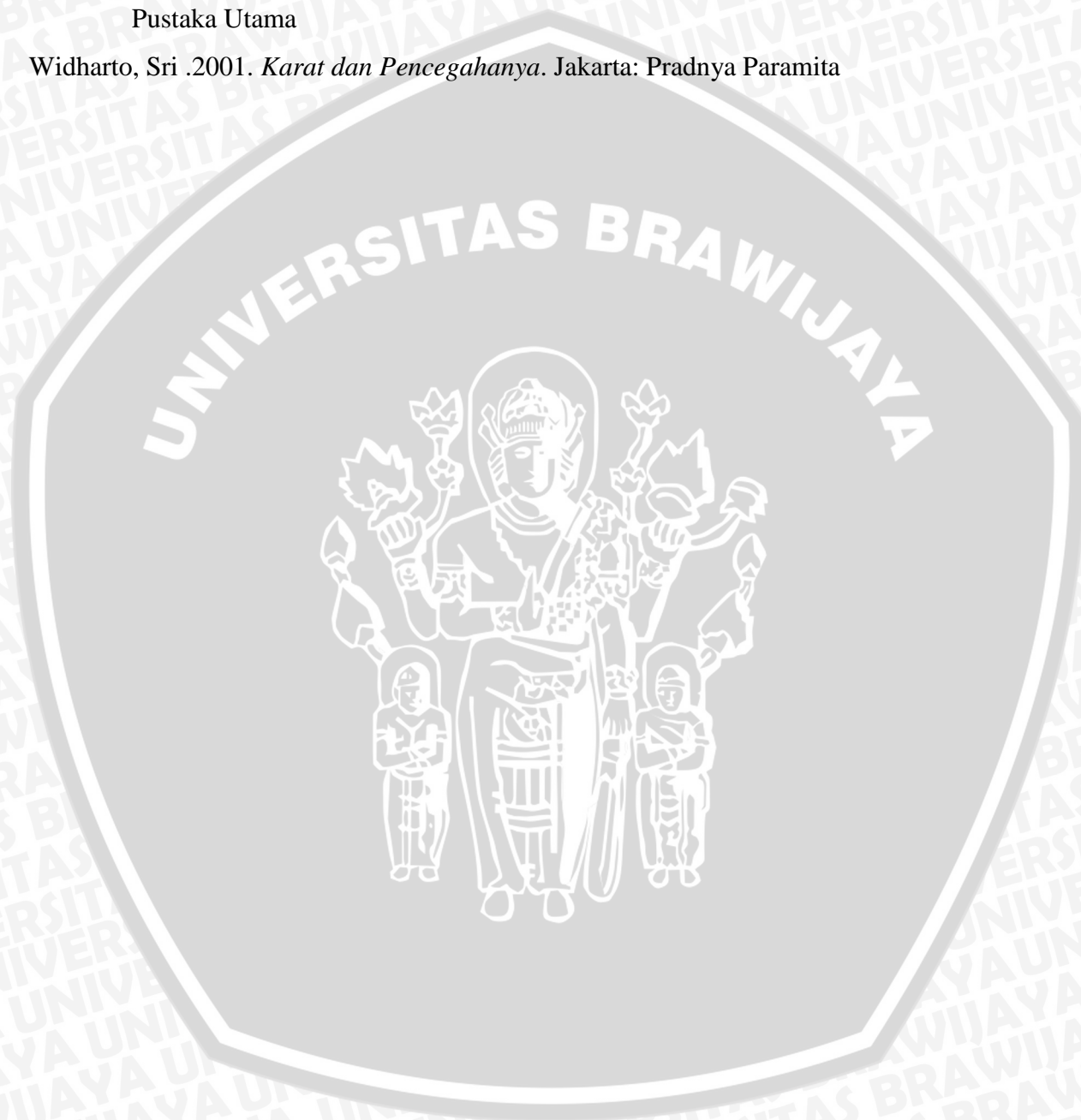
<http://www.lontar.ui.ac.id/file?file=digital/131653-T%2027598->

[Pengaruh%20tegangan-Tinjauan%20literatur.pdf](#)

Trethewey, Kenneth R & Chamberlain, John. 1991. *Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasa*. Jakarta: Grameia Pustaka Utama.

Walpole, Ronald E. 1995. *Pengantar Statistika Edisi ke-3*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama

Widharto, Sri .2001. *Karat dan Pencegahanya*. Jakarta: Pradnya Paramita





LAMPIRAN



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Material Certificate

Customer
Pelanggan :
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG

Extract of test report according to DIN 50049/EN 10204/2.3
 Dikutip dari laporan hasil uji yang mengacu kepada standart DIN 50049/EN 10204/2.3

Certificate Number : TA-STEEL/0118/2011

Your Order No :
 Our Bp No : 427/TA-SBY/III/55

Pos	Product	Size	Heat Number	Quantity	Unit
1	AISI A366	50	38450	1 PCS	1 mm
2					
3					
4					
5					

Chemical Analysis

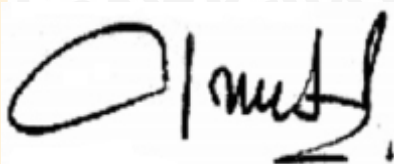
Pos	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Sn	Cu	Al	V	N2	Ce	%
1	0.15	-	0.60	0.35	0.40	-	-	-	-	0.20	-	-	-	-	98.7
2															
3															
4															
5															

Mechanical Values

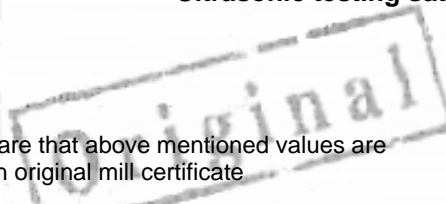
Pos	Yield Stress N/mm ²	Tensile Strength N/mm ²	Elongation A ₅ %	Reduction Of Area	Impact V J.	Hardness HBN	Grain Size
1	-	-	-	-	-	-	-
2							
3							
4							
5							

Jakarta, 24 September 2011

Ultrasonic testing satisfactory



Quality Officer
 Petugas Administrasi Quality



Hereby we declare that above mentioned values are
 Accordance with original mill certificate

Dengan ini kami menyatakan bahwa nilai di atas sesuai dengan
 Nilai yang ada di mill certificate yang asli



Technical Data Sheet.

Permacron® Automotive Top Coat Series 257

Substrate

Application

Special notes

Drying

Data

Storage

Permacron® Automotive Top Coat Series 257 is a high gloss, two-pack top coat from our "2K-Acryl-System". As it produces a high gloss and particularly smooth finish, it can be used for top quality passenger car and bus finishes. Its high resistance to weathering and a large number of chemicals guarantees a superb appearance over a long period. It dries fast and has a high solids content (MS quality) which makes for excellent application. The comprehensive color range includes all series colors in the automobile industry.

It can be used with either Permacron® MS hardeners (mixing ratio 2:1) or Permasolid® HS hardeners (mixing ratio 3:1).

For professional use only!

**SPIES
HECKER**

Substrate



Suitable substrates:

1. Fully cured, solvent resistant, well preserved and lightly sanded original or old paintwork
2. Surfaces coated with primer or surfacer

Suitable priming materials:

Depends on the object and the substrate, in accordance with our system recommendations

Substrate pretreatment:



Thoroughly clean original or old finish and surfacer. Dry sand with random orbital sander and dust extraction P 400–500 or wet with P 800–1000.

Before further treatment, clean all substrates once more with Permanent Silicone Remover 7010 or Permalan® Silicone Remover 7799.

Application



Mixing ratio:



2:1 by volume with

Permacron® MS Express Hardener 3333 (for larger areas and higher temperatures)
Permacron® MS Express Hardener 3344 fast (for smaller areas and fast repairs)

Other Permacron® hardeners may also be used. (see VR Data Sheet No. 990.2, 990.8, 500.4, 500.5)

or

3:1 by volume with

Permasolid® HS Hardener 3310
Permasolid® HS Hardener 3309 fast (for smaller areas and fast repairs)








Other Permasolid® HS hardeners may also be used. (see VR Technical Data Sheet No. 500.6)

Pot life:

Ready for use 4–5 hours at +20°C

Reducer:

Permacron® MS Dura plus 8580 (as reducer and drying accelerator)
Permacron® Reducer 3364

Method of application	High-pressure/ Compliant		HVLP	
	Gravity feed	Suction feed	Gravity feed	Suction feed
				
 Application viscosity at +20°C material temperature	DIN 4 mm = 17–19 sec. ISO 4 mm = 41–49 sec.			
 Reducer at +20°C material temperature	mixing ratio 2:1 5–10% mixing ratio 3:1 15–20%			
Spray nozzle*	1.3–1.4 mm	1.5–1.7 mm	1.3–1.5 mm	1.8–2.2 mm
Spray pressure*	4–5 bar	4–5 bar	—	—
Internal nozzle pressure*	—	—	0.7 bar	0.7 bar
 Number of coats	2 full coats (some lead-free colors with reduced opacity may require up to 4 coats)			
Recommended film thickness	2 coats = 50–60 µm dry film thickness (4 coats = max. 110 µm dry film thickness)			
Special note:	Higher dry film thicknesses (above 60 µm) result in longer drying times than those given below.			

* see manufacturer's instructions

Special notes



Field of application

The mixing colors in this top coat series can be used only as part of a color formula. If any of the mixing colors is applied on its own, the mixing color may react differently to that which is described/specified in this Technical Data Sheet.

Additives

Information on other additives for Permacron® Automotive Top Coat Series 257 can be found in the respective Data Sheets (e.g. Permacron® Decoplus 8584, Permacron® Elastic Additive 9050, Permasolid® Matting Additive MA 100, Permasolid® Texture Additive SA 101 und SA 102).

Blend-in system for solid colors

Mix Permacron® Automotive Top Coat Series 257 at a ratio of 2:1 by volume with the appropriate Permacron® hardener or 3:1 by volume with the appropriate Permasolid® hardener, adjust the viscosity to 17 sec. (DIN 4 mm) or 41 sec. (ISO 4 mm) with Permacron® Reducer 3364 and spray onto the surfacer area until it is completely covered (overlapping with each coat). Mix material once more 1:1 with Permacron® Blend-In Reducer 1031 and fade out the edges.

Drying



Air drying:

At +20°C ambient temperature



Dust dry: 30–40 minutes
 Dry for assembly: 4–5 hours
 Dry: overnight

Force drying:



Flash-off: 5–10 minutes



Drying time and temperature: 25–30 minutes at +60°C metal temperature

Infra-red drying:

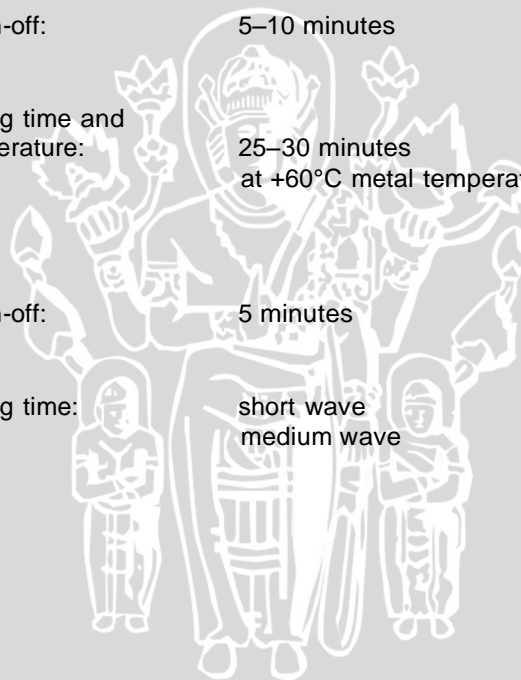


Flash-off: 5 minutes



Drying time: short wave 10–15 minutes
 medium wave 15–20 minutes

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Data



Viscosity as supplied: At least 90 seconds

Flash point: above +23°C

Series 257

	white	black
Solids content:	approx. 58.5% by wt. approx. 43.6% by vol.	approx. 47.1% by wt. approx. 40.0% by vol.

Specific weight:	1.18 g/cm ³	0.99 g/cm ³
-------------------------	------------------------	------------------------

	mixed 2:1 with Hardener 3333 and 5% Reducer 3364		mixed 3:1 with Hardener 3310 and 15% Reducer 3364	
	white	black	white	black
Solids content: approx.	49.0% by wt. 36.3% by vol.	40.9% by wt. 34.2% by vol.	48.7% by wt. 35.8% by vol.	40.3% by wt. 33.6% by vol.
Specific weight:	1.09 g/cm ³	0.97 g/cm ³	1.09 g/cm ³	0.97 g/cm ³
Coverage*:	7.5 m ² /l	7.1 m ² /l at 50 µm dry film thickness	7.2 m ² /l	6.7 m ² /l
VOC content:	560 g/l	577 g/l	565 g/l	583 g/l

* The coverage was calculated on the basis of the recommended dry film thickness and the solids content by volume. No allowance was made for wastage during application.



Storage

Guaranteed shelf life: 6 months in sealed original containers



The information provided in this documentation has been carefully selected and arranged by us. It is based upon our best knowledge on the subject at the date of issuance. The Information is given for information purposes only. We are not liable for its correctness, accuracy and completeness. It is up to the user to check the information with regard to up-to-dateness and suitability for his intended purpose.

The intellectual property in this Information, including patents, trademarks and copyrights, is protected. All rights reserved.

The relevant Material Safety Data Sheet and Warnings displayed on the product label need to be observed.

We may modify and/ or discontinue operation of all or portions of this Information at any time in our sole discretion, without notice and assume no responsibility to update the Information. All rules set forth in this clause shall apply accordingly for any future changes and amendments.



**SPIES
HECKER**

SPIES HECKER GMBH
Fritz-Hecker-Str. 47 - 107 D - 50968 Köln
Phone (0)2 21 - 37 06-06 Fax (0)2 21 - 37 06-410



**LABORATORIUM PENGECORAN LOGAM
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

Jl. MT Haryono 167 Malang Telp. (0341) 551611 – 551430 Pes.157 Malang 65145



SURAT KETERANGAN
No.16 /LAB.PL/ XI /2011

Yang bertanda tangan di bawah ini :

N A M A : Dr.Eng.Yudy Surya Irawan, ST., M.Eng.

N I P : 19750710 199903 1 004

Menerangkan bahwa :

N A M A : Dony Prasetyo

N I M : 0710620041 - 62

MAHASISWA : Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Mahasiswa tersebut diatas telah selesai menggunakan Fasilitas Laboratorium Pengecoran Logam guna Penelitian / pengambilan data dalam rangka pengerjaan Skripsi.

Dengan Judul : **Pengaruh Waktu dan Tekanan Penyemprotan pada Proses Sand Blasting Terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja JIS G 3141.**

Fasilitas yang dipergunakan : Mesin Sand Blasting

Waktu Pelaksanaan : 17 Oktober 2011 s/d Selesai

Demikian Surat Keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Malang , 8 November 2011

Kepala Laboratorium Pengecoran Logam



Dr.Eng.Yudy Surya Irawan, ST., M.Eng.

NIP 19750710 199903 1 004

19 Desember 2011

SURAT KETERANGAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa mahasiswa berikut ini :

Dony Prasetyo

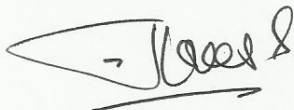
NIM 0710620041-62

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Mesin, Universitas Brawijaya

telah melakukan analisa polarisasi dengan menggunakan potensiostat/galvanostat AUTOLAB di laboratorium Elektrokimia dan Korosi, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, terhitung 28 November 2011 s/d 5 Desember 2011.

Demikian surat keterangan ini untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Elektrokimia dan Korosi
Jurusan Teknik Kimia, FTI, ITS



Prof. Dr. Ir. Heru Setyawan, M.Eng
NIP 1967 02 03 1991 02 1 001