

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Sebelumnya

Putu & Erwin 2011, dalam penelitiannya berjudul “Optimasi Proses *Sandblasting* Terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja Aisi 430”. Pada penelitiannya menggunakan material baja AISI 430 dengan ukuran dimensi 65x65x1mm, sebagai spesimennya. Menggunakan variasi tekanan 4 sampai 5,5 bar dan variasi sudut penyemprotan sebesar 60°, 75° dan 90°, dengan mesh pasir silica 250 serta proses *sandblasting* 10 menit untuk masing masing spesimen. Hasil penelitian mendapatkan kesimpulan “Tekanan dan sudut penyemprotan padaproses *sandblasting* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap laju korosi hasil pengecatan pada baja AISI 430, dimana semakin besar tekanan dan sudut penyemprotan maka laju korosinya menurun. Laju korosi terendah 0.0000186 mpy pada tekanan 5,5 bar pada sudut penyemprotan 90°, sedangkan laju korosi tertinggi pada tekanan penyemprotan 6 bar pada sudut penyemprotan 60° yaitu sebesar 0.000832 mpy.”

Rosyid 2013, meneliti “Pengaruh Tekanan Udara dan Jenis *Blasting Nozzle* Terhadap Laju Pengikisan Plat Baja Saat Proses *Sandblasting*” Dalam penelitiannya, jenis abrasif yang digunakan adalah *iron granullar* atau pasir bola dengan ukuran 10 – 20 mesh. *Blasting nozzle* yang digunakan terbuat dari bahan *silicon carbide* dengan diameter 9,5 mm untuk *venturi nozzle* dan 6,5 mm untuk *straight bore nozzle*. Plat baja yang digunakan adalah plat baja ST 37.

Agus 2013, telah meneliti “Studi Pemilihan Jenis Coating Pada Komposit Bambu Lamninsi Sebagai Material Lambung Kapal” Pada penelitiannya bertujuan untuk mendapatkan jenis cat yang paling baik dalam segi kerekatan cat. Untuk menguji kerekatan cat menggunakan metode *Tape Test* dan *Pull Off Test*, yang mengacu pada standar ASTM. Pada penelitian ini menggunakan kayu jati dan komposit bambu sebagai perbandingan, dan hasilnya menunjukkan bahwa komposit bambu memiliki kerekatan terhadap cat yang lebih baik dibandingkan dengan kayu jati, hal ini dikarenakan bambu memiliki serat-serat yang lebih kasar

dibandingkan kayu jati. Sehingga cat masuk ke sela-sela serat bambu laminasi dan dapat merekat baik.

Erik 2013, melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Kekasaran Permukaan Pada Proses *Sandblasting* dengan Variasi Jarak dan Butiran Pasir Silika pada Plat ST 37” Pada penelitiannya menggunakan butiran pasir mesh 18 dan mesh 40, jarak 45 cm, dan sudut tetap 60° sebagai variabel penelitiannya.

Beatrice 2015, melakukan penelitian tentang “*Effects of sandblasting distance and angles on resin cement bonding to zirconia and titanium*” Pada penelitiannya, menggunakan *zirconia* dan titanium sebagai spesimen. Proses *sandblasting* menggunakan variasi jarak 50, 10 dan 15 mm dengan variasi sudut 45°, 60°, 75° dan 90°.

Tjokro 2011, meneliti “Perhitungan Kebutuhan Bahan Cat Besi, Tinjauan Secara Teoritis”. Pada penelitiannya menggunakan volume cat (liter) dengan faktor kekasaran permukaan untuk menentukan kebutuhan cat.

2.2 Surface Preparation

Untuk melakukan pengecatan perlu persiapan yang dikenal secara umum dengan istilah *surface preparation* (persiapan permukaan). Dalam persiapan tersebut sangat perlu diperhatikan karena sangat menentukan keberhasilan maupun kualitas dari hasil pengecatan yang dilakukan. Menurut *The Sherwin – Williams Company Industrial & Marine Coatings* (2008), dalam bukunya “*Surface Preparation Guide*”. Keberhasilan pengecatan 80% ditentukan dalam persiapan yang telah dilakukan, persiapan pengecatan tersebut yakni memilih dan melakukan metode yang sesuai dengan mempertimbangkan kondisi bahan, lingkungan maupun alat dan bahan yang digunakan. Selain itu, G. Fontana (1987 : 309) dalam bukunya “*Corrosion Engineering*” mengatakan bahwa ada tiga hal terpenting dalam pengecatan/*coating* yaitu, (1) *surface preparation*, (2) pemilihan cat primer (cat dasar) atau *priming coat* dan (3) Pemilihan lapisan terluar *coating*.

Surface preparation memiliki tujuan utama yaitu membuat kekasaran optimal yang merata pada permukaan dan juga mengeluarkan atau membersihkan permukaan benda kerja dari material yang bersifat pengotor, yakni debu, oli,

gemuk, terak pengelasan dan lain sebagainya. *Surface treatment* mempunyai beberapa standar tersendiri yang dapat dipedomani, antara lain :

- *International Standards* ISO 8501-1 : 2007 (E) dan ISO 8501-2-2 : 1994. Mengenai persiapan substrat baja sebelum aplikasi cat dan produk-produk terkait dan penilaian kebersihan permukaan secara visual.
- *Internasional Standard* ISO 8504 : 2000 (E). Mengenai persiapan substrat permukaan sebelum pengaplikasian cat, metode *surface preparation* dan produk terkait.
- *The Society for Protective Coatings* (SSPC) Pittsburg, PA, USA. Mengenai standar *surface preparation* termasuk penilaian permukaan secara visual.
- *Swedish Standard* SIS 05 59 00 (1967) mengenai standar *surface preparation* untuk pengecatan permukaan baja.
- *Shipbuilding Research Association of Japan* – Mengenai standar persiapan permukaan baja untuk pengecatan (“JSRA” Standard).
- Dan lain sebagainya.

Menurut Widharto (2001 : 105) dalam Dimas A. Permadi (2012 : 4), dikemukakan bahwa, beberapa persiapan permukaan yang dikenal yakni :

1. Pembersihan dengan pelarut (*solvent*)

Solvent cleaning adalah metode untuk menghilangkan semua minyak yang terlihat, gemuk, tanah, dan pengotor lainnya. Beberapa jenis larutan pembersih yang dapat digunakan, yaitu :

- a. Deterjen (*detergent*) dapat menghilangkan minyak serta gemuk dari permukaan baja.
- b. Pembersih asam (*acidic cleaners*) biasanya terdiri dari asam kuat seperti *phosphoric acid* (H_3PO_4) dapat menghilangkan kerak dengan reaksi kimia, juga dapat menghilangkan korosi.
- c. Larutan Organik (*organic solvent*) bahan ini biasa digunakan untuk membersihkan minyak, gemuk, tetapi tidak dapat digunakan untuk membersihkan permukaan baja dari *mill scale*, *chlorides*, *sulfates*, dan *weld flux*.
- d. Pembersih emulsi (*emulsion cleaners*), bahan ini bias membersihkan minyak dan gemuk dari permukaan baja. Pembersih ini biasanya masih

meninggalkan lapisan tipis pada permukaan baja. Oleh karena itu perlu dibersihkan menggunakan air panas atau deterjen.

2. *Solvent vapor cleaning*, cara ini dapat menghilangkan semua kontaminan yang larut, tetapi tidak untuk menghilangkan lapisan oksida yang terbentuk pada permukaan logam.
3. *Hand tool cleaning*, adalah pembersihan yang dilakukan secara manual yang biasanya menggunakan, sikat kawat, pengikis, pahat, pisau, kikir. Cara ini digunakan untuk membersihkan *mill scale*, karat dan cat. Pada umumnya cara ini digunakan pada saat tidak tersedianya peralatan yang menggunakan *power tool* dan ada bagian yang tidak terjangkau oleh *power tool*.
4. *Power tool cleaning*, merupakan cara pembersihan permukaan menggunakan *power tool cleaning*, antara lain : Grinders dan sander, Mesin sikat kawat berputar, mesin tekan, dan lain sebagainya.
5. *Acid picking*, merupakan pembersihan permukaan dengan mencelupkan logam ke dalam larutan asam. Saat tercelup, logam akan bereaksi secara kimia dengan larutan asam sehingga bersih dari oksida atau kontamina. Pada umumnya larutan asam yang digunakan yakni, *sulfuric, hydrochloric, muriatic, nitric, hidrofluric, phosphoric* atau campuran beberapa larutan asam.
6. *Blast cleaning* atau *sandblasting*, merupakan cara pembersihan permukaan menggunakan material abrasif dengan cara disemprotkan dengan memanfaatkan udara bertekanan yang relatif tinggi.

2.3 Sandblasting

2.3.1 Pengertian Sandblasting

Menurut *Midwest Research Institute* (MRI) (1997 : 2), secara umum sistem *sandblasting* terdiri dari tiga komponen utama yaitu, tabung abrasif (*blasting pot*), alat atau media pendorong, dan *abrasive blasting nozzle*. Media “pendorong” abrasif terdiri dari tiga macam yaitu, *centrifugal wheels*, udara bertekanan dan air bertekanan. Sistem *centrifugal wheel* memanfaatkan gaya sentrifugal dan gaya inersia untuk melontarkan abrasif secara mekanik untuk kegiatan proses *sandblasting*. Sistem udara bertekanan menggunakan udara bertekanan yang berasal dari kompresor, sebagai penggerak abrasif pada proses *sandblasting*. Dan

yang terakhir sistem air bertekanan (*water blast*) menggunakan aliran air bertekanan tinggi sebagai media penggerak abrasif.

Dari ketiga sistem “pendorong” *sandblasting* tersebut, pada umumnya di industri menggunakan udara bertekanan dikarenakan lebih fleksibel dalam pengontrolannya, dan lebih efektif.

Sandblasting adalah proses penyemprotan material dengan bahan abrasif, biasanya berupa pasir silika atau *steel grit* dengan tekanan tinggi pada suatu permukaan dengan tekanan tinggi pada suatu permukaan dengan tujuan untuk menghilangkan material-material seperti karat, cat, garam dan oli yang masih menempel (Putu dan Erwin, 2011: 106).

Mars G. Fontana (1987 : 309) dalam bukunya “*Corrosion Engineering*” mengatakan bahwa metode terbaik dalam *surface preparation* pada permukaan baja adalah *grit-blast* atau *sandblasting*. *Sandblasting* dianggap sebagai proses *surface preparation* yang relatif murah untuk pekerjaan skala besar (produksi massal).



Gambar 2.1 Ilustrasi penggunaan *sandblasting*, *Pirate Brand S-Series*
Sumber : *Product Line Brochure Rev. June 2014 Forecast Sales* (2014 : 4)

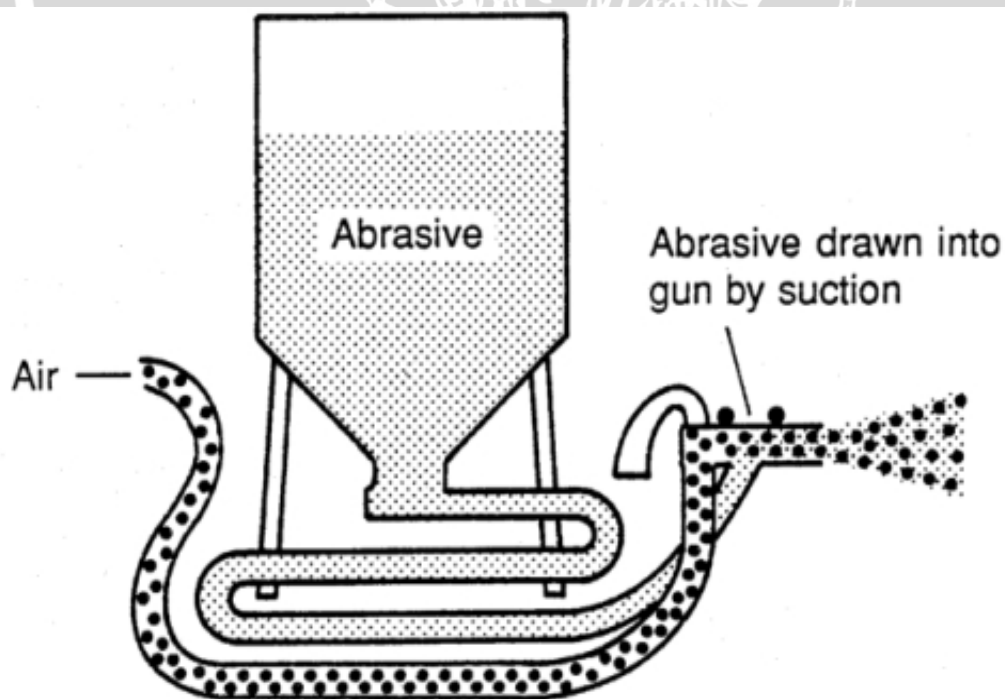
Gambar 2.1 merupakan ilustrasi penggunaan *sandblasting* beserta alat/perlengkapannya yang dapat diuraikan sebagai berikut :

- Generator, pembangkit listrik yang berfungsi sebagai sumber daya pengoperasian kompresor.

- b. Kompresor berfungsi sebagai sumber udara bertekanan untuk pengoperasian *abrasive blaster* dan juga sebagai sumber udara untuk respirator pernafasan yang merupakan alat bantu pernafasan operator.
- c. *Abrasive blaster*, merupakan alat atau mesin yang berfungsi sebagai pencampur udara bertekanan dengan material abrasif.
- d. Respirator pernafasan, merupakan alat bantu pernafasan bagi operator *sandblasting*.
- e. *Blast suits* beserta *gloves* yang berfungsi sebagai pelindung atau peralatan *safety* bagi operator *sandblasting*.

2.3.2 Cara Kerja *Sandblasting*

Prinsip kerja dari *sandblasting* hampir sama dengan prinsip kerja *air spray/air brush* tabung bawah, namun yang membedakan adalah pada *sandblasting* memanfaatkan udara bertekanan tinggi untuk menyembrotkan material abrasif, sedangkan pada *air brush* memanfaatkan udara bertekanan untuk pengabutan larutan cat atau fluida cair.



Gambar 2.2 Prinsip cara kerja mesin *abrasive blaster*

Sumber : *Emission Factor Documentation for AP-42 Section 13.2.6* (1997 : 2.4)

Gambar 2.2 merupakan skema sederhana cara kerja *sandblasting*, di mana pada gambar terdiri dari sebuah tangki material abrasif dan dua saluran, saluran pertama adalah saluran udara bertekanan dan saluran yang kedua adalah saluran material abrasif. Cara kerja *abrasive blaster* yakni, mula-mula udara bertekanan mengalir melalui saluran udara kemudian melewati saluran material abrasif yang saling berpotongan langsung, dan pada ujung perpotongan kedua saluran tersebut menjadi satu saluran yang merupakan saluran *output (nozzle)* dari *abrasive blaster*. Saat udara mengalir terjadi perbedaan tekanan pada saluran udara dan saluran material abrasif, dikarenakan pada saluran udara terdapat aliran udara sehingga tekanan pada saluran tersebut menjadi rendah dibandingkan dengan saluran abrasif, dengan demikian material abrasif cenderung tersedot mengikuti aliran udara bertekanan menuju *gun (abrasive drawn into gun by suction)* yang merupakan instrumen untuk mengontrol pembukaan katub penyemprotan. Bercampurnya udara bertekanan dan material abrasif kemudian terfokuskan arahnya melalui *nozzle* untuk kemudian digunakan pada proses *sandblasting*.

2.3.3 Parameter yang Mempengaruhi Hasil *Sandblasting*.

Dewantoro, (2007 : 8) dalam skripsi Prasetyo (2012:5) menyatakan bahwa beberapa parameter yang dapat mempengaruhi produktifitas *sandblasting*, antara lain :

1. Tekanan penyemprotan

Tekanan penyemprotan ialah tekanan dari kompresor yang digunakan untuk mengoperasikan *abrasive blaster* untuk kegiatan *sandblasting*. Semakin tinggi tekanan yang digunakan maka, kecepatan dari material abrasif yang disebarkan cenderung semakin cepat sehingga menimbulkan kecenderungan penetrasi yang lebih dalam dan sebaliknya.

2. Ukuran butir material abrasif

Ukuran butir berpengaruh terhadap hasil proses *sandblasting*, di mana semakin besar butir material abrasif maka kekasaran yang terbentuk cenderung semakin besar karena besar ukuran diameter yang terbentuk pada permukaan benda kerja cenderung berbanding lurus dengan ukuran abrasifnya.

3. Jarak penyemprotan

Jarak penyemprotan yang dimaksudkan pada proses *sandblasting* yakni jarak antara *nozzle* dan permukaan benda kerja. Semakin besar jarak penyemprotan kekasaran yang dihasilkan akan cenderung semakin kecil karena adanya fenomena gesekan material abrasif dengan udara luar sebelum sampai pada permukaan benda kerja, semakin besar jarak maka gesekan terhadap udara luar akan cenderung semakin besar sehingga mengurangi kecepatan material abrasifnya.

4. Durasi penyemprotan

Durasi penyemprotan adalah lama waktu yang digunakan untuk proses penyemprotan material abrasif terhadap permukaan benda kerja. Di mana semakin lama waktu yang digunakan akan menghasilkan permukaan yang cenderung lebih kasar dikarenakan jumlah material abrasif yang menumbuk permukaan cenderung lebih banyak jumlahnya. Pada praktik pada umumnya dalam penyemprotan *sandblasting* waktu yang digunakan bersifat *optional* operator (pengalaman operator), tergantung kondisi kebutuhan permukaan benda kerja.

5. Sudut penyemprotan

Sudut penyemprotan merupakan sudut yang terbentuk antara sumbu *nozzle* terhadap permukaan benda kerja. Sudut 90 adalah yang paling efisien karena hampir semua energi kinetik dari tiap butir material abrasif akan berubah seluruhnya menjadi energi tekan sehingga tumbukan penetrasi material abrasif lebih sempurna. Sudut yang semakin kecil, akan menghasilkan penetrasi yang cenderung lebih kecil sehingga kekasaran yang terbentuk cenderung semakin kecil.

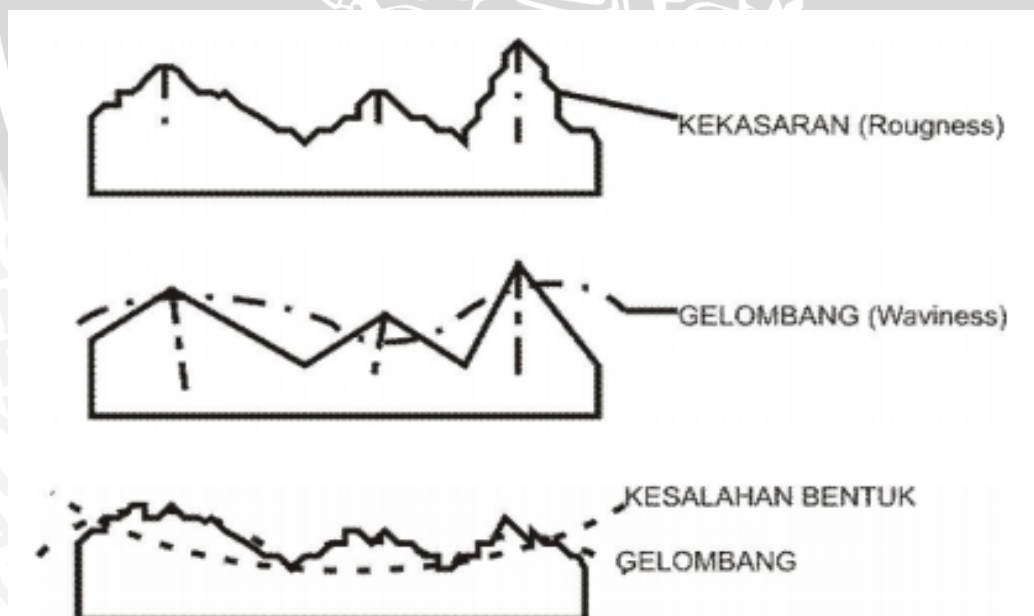
2.4 Kekasaran Permukaan

Dari penelitian – penelitian sebelumnya kekasaran permukaan hasil proses *sandblasting* disebabkan oleh berbagai faktor, yakni besar dan bentuk butir material abrasif, tekanan kompresor yang digunakan, tingkat kekerasan material abrasif, jarak *nozzle* terhadap permukaan benda kerja, ukuran *nozzle*, sudut penyemprotan, kecepatan ayun penyemprotan, tingkat kekerasan benda kerja dan

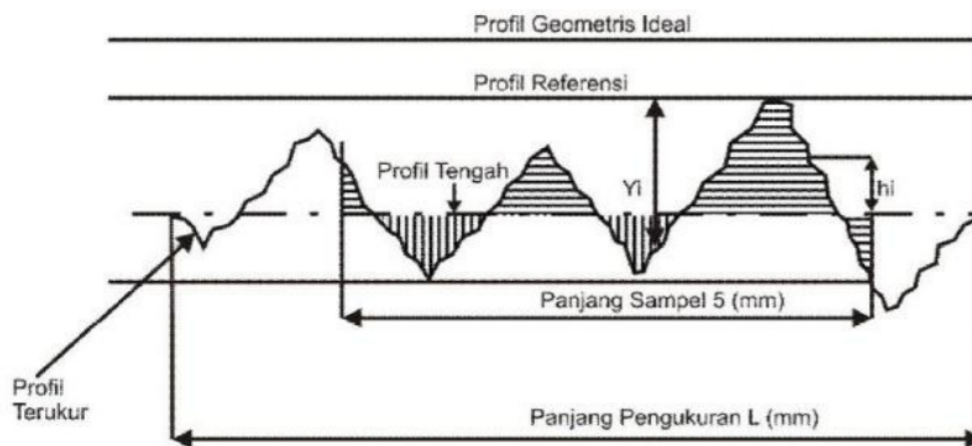
lain sebagainya. Khusus dalam penelitian ini meneliti mengenai pengaruh jenis material abrasif pada proses *sandblasting*.

Rochim, (2001:55) dalam jurnal Rieldho (2013 : 6), kekasaran permukaan (*surface roughness*) merupakan ketidakteraturan konfigurasi suatu permukaan beban kerja yang bisa berupa goresan atau kawah kecil pada suatu permukaan ditinjau dari profilnya. Konfigurasi ialah batas yang memisahkan benda padat dan sekelilingnya. Ketidakteraturan konfigurasi dari suatu permukaan dapat diuraikan menjadi beberapa tingkatan, yaitu (Gbr. 2.3) :

1. Ketidakteraturan geometris yang berupa kesalahan bentuk (*form error*) disebabkan oleh adanya lenturan yang terjadi pada perkakas atau benda kerja dan kesalahan posisi pada waktu pencekaman/pemegangan benda kerja.
2. Ketidakteraturan permukaan berupa alur (*grooves*), disebabkan oleh adanya getaran sebagai jejak/ bekas dari pemotongan pahat (bentuk ujung pahat atau gerak pemakan).
3. Ketidakteraturan permukaan yang meyerupai gelombang (*waviness*), disebabkan oleh terjadinya getaran sewaktu proses pemotongan berlangsung.
4. Ketidakteraturan berupa serpihan (*falkes*), disebabkan oleh proses pembentukan geram yang sedang berlangsung.



Gambar 2.3 Kekasaran, gelombang dan kesalahan bentuk dari suatu permukaan
Sumber : Rochim, (1988 : 225)



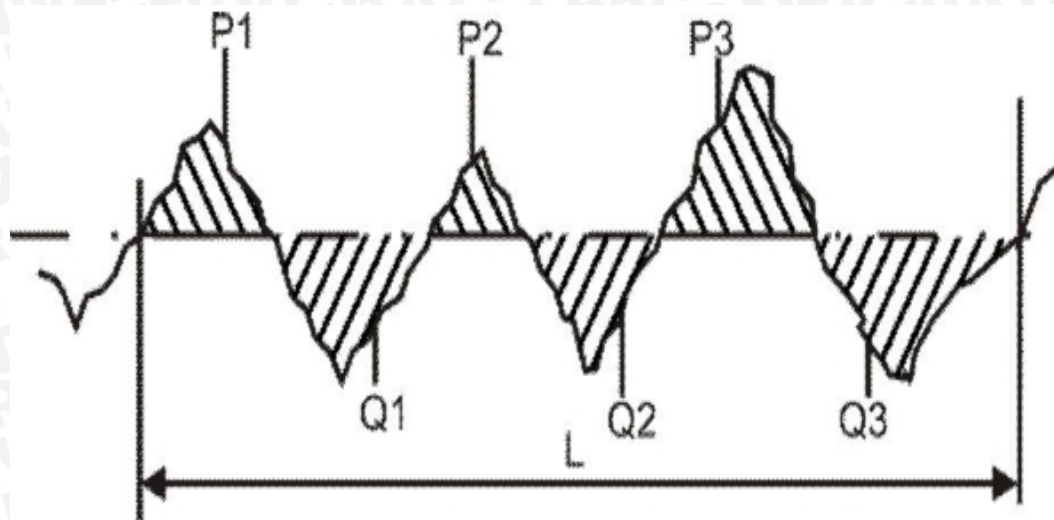
Gambar 2.4 Profil kekasaran permukaan
Sumber : Rochim (2009 : 227)

Rochim, (2001:55) dalam jurnal Rioldho (2013 : 7), dalam pengukuran kekasaran permukaan suatu material dikenal beberapa istilah penting, yaitu (Gbr. 2.4) :

1. Profil geometris ideal (*geometrically ideal profile*) yaitu profil permukaan yang dapat berupa garis lurus, lingkaran atau garis lengkung.
2. Profil terukur (*measured profile*) yaitu profil permukaan material/benda kerja yang akan diukur.
3. Profil refrensi (*refrence profile*) yaitu profil yang digunakan sebagai acuan untuk menganalisis ketidakraturan konfigurasi permukaan.
4. Profil tengah (*center profile*) merupakan nama yang diberikan untuk profil refrensi yang digeserkan ke bawah sehingga jumlah luas daerah atas profil tengah sampai ke profil terukur sama dengan jumlah luas daerah bawah profil tengah sampai ke profil terukur.
5. Profil dasar (*root profile*) yaitu profil refrensi yang digeserkan ke bawah menyinggung titik terendah profil terukur.

Berdasarkan profil-profil yang diterangkan diatas maka dapat didefinisikan beberapa parameter permukaan yaitu yang berhubungan dengan dimensi pada arah mendatar pada dimensi arah tegak.

Sharma, (2001:376) dalam jurnal Rioldo, (2013:7), Kekasaran rata-rata aritmatik (*center line average*) adalah metode pengukuran kekasaran yang umum dipakai.



Gambar 2.5 Menentukan kekasaran rata-rata (R_a)

Sumber : Rochim (2009 : 229)

Kekasaran rata-rata aritmatik dinyatakan dalam persamaan.

$$Ra = \frac{\text{luas daerah P} + \text{luas daerah Q}}{L} \times \frac{1000}{V_v} \quad \text{Rochim, 2009; 228 (2-1)}$$

Di mana:

V_v = pembesaran vertical luas P dan Q (mm)

L = panjang sampel pengukuran (mm)

R_a = kekasaran rata-rata (μm)

Secara teoritis cat akan melekat lebih kuat pada permukaan benda kerja yang mempunyai tingkat kekasaran tinggi karena dengan kekasaran tinggi luas bidang kontak cenderung semakin besar sehingga dapat menambah kualitas kerekatan cat tersebut. Namun kekasaran yang berlebihan membuat permukaan menjadi cenderung tidak rata sehingga perlu lebih banyak cat untuk meratakan permukaan tersebut dan secara otomatis terjadi pemborosan biaya pada proses produksi.

Untuk kekasaran ideal dalam aplikasi pengecatan belum ada yang mengatur secara pasti, tolak ukur *surface* dalam pengecatan pada umumnya menggunakan kedalaman profil kasar sebagai indikator ideal pengaplikasian cat. Contohnya pada cat *epoxy* merk *Internatioanal interbond 201* menyarankan kedalaman profil kekasaran 100 mikron yang dapat diukur dengan *needle gauge*.

2.5 Material Abrasif *Sandblasting*

2.5.1 Pengertian Material Abrasif *Sandblasting*

Material abrasif *sandblasting* adalah material yang digunakan sebagai bahan penyemprotan, di mana material abrasif disemprotkan dengan udara bertekanan relatif tinggi melalui selang yang ujungnya terdapat *nozzle* sebagai saluran *output*. *Nozzle* tersebut berfungsi untuk memfokuskan sudut, arah dari output semprotan campuran udara dan abrasif, yang kemudian digunakan dalam proses *sandblasting*. Jenis abrasif yang umum digunakan pada proses *sandblasting*, antara lain *steel grit*, *steel shot*, *garnet*, *coper slag*, *silicon carbide* dan lain-lain.

Berdasarkan bentuk butirannya, material abrasif *sandblasting* yang umumnya digunakan yakni :

- Butiran bulat (*rounded shape*) antara lain, *steel shot*, *glass beads* dan *cast stainless steel shot*. Hasil permukaan yang menggunakan butiran bulat memiliki penetrasi yang cenderung dangkal dikarenakan luas bidang kontak tumbukan antara material abrasif terhadap permukaan benda kerja cenderung lebih besar.
- Butiran bersudut banyak (*angular shape*) antara lain *steel grit*, *brown aluminium oxide*, *white aluminium oxide*, *silicon carbide*, *garnet* dan *crushed glass*. Hasil dari permukaan yang menggunakan material abrasif bentuk ini memiliki penetrasi lebih dalam dari material abrasif berbentuk bulat. Hal ini dikarenakan pada material abrasif bersudut banyak mempunyai sisi bidang kontak tumbukan terhadap benda kerja yang lebih kecil sehingga memungkinkan penetrasi yang lebih dalam.
- Butiran kotak (*blocky shape*), antara lain, *plastic blasting media*, *walnut shells* dan *sodium bicarbonate*. Pada hasil pengerjaan menggunakan material abrasif ini, memiliki penetrasi yang cenderung lebih dalam dibandingkan dengan bentuk bulat, namun cenderung lebih dangkal dibandingkan bentuk bersudut banyak. Hal ini dikarenakan pada butiran kotak mempunyai sudut yang lebih besar dibandingkan material abrasif bersudut banyak sehingga luas bidang kontak butiran kotak terhadap permukaan benda kerja cenderung lebih besar.



Gambar 2.6 Macam macam material abrasif *sandblasting*

Sumber : Divisi *painting & sandblasting* PT. Kurnia Prima Global (2012:7)

2.5.2 Material Propertis Abrasif *Sand blasting* (Lampiran 2 - 4)

2.6 *Stainless Steel 316L*

Stainless steel 316L adalah versi karbon rendah dari versi *stainless steel 316* yang merupakan *chromium-nickel stainless steel*. Adapun komposisinya dapat dilihat pada Tabel 2.1. Tipe 316L mempunyai sifat ketahanan yang sangat baik terhadap lingkungan yang bersifat korosif dan suhu tinggi dikarenakan mengandung *molybdenum* sebanyak 2-3%. *Stainless steel 316L* banyak digunakan sebagai bahan pembuatan peralatan farmasi dan fotografi, part mesin jet, *exhaust manifold*, katup, part pompa, peralatan kimia, tangki dan lain sebagainya. *Stainless steel 316L* merupakan material yang tidak dapat dikeraskan melalui

proses *heat treatment* dan mampu las yang rendah, namun memiliki sifat mampu tempa (AK Steel Corporation 2007:1). Titik cair dari *stainless steel* 316L yaitu 1371 – 1399 °C (2500 – 2550 °F).

Tabel 2.1 Komposisi *stainless steel* tipe 316 dan 316L

	Type 316 %	Type 316L %
Carbon	0.08 max.	0.03 max.
Manganese	2.00 max.	2.00 max.
Phosphorus	0.045 max.	0.045 max.
Sulfur	0.030 max.	0.03 max.
Silicon	0.75 max.	0.75 max.
Chromium	16.00 - 18.00	16.00 - 18.00
Nickel	10.00 - 14.00	10.00 - 14.00
Molybdenum	2.00 - 3.00	2.00 - 3.00
Nitrogen	0.10 max.	0.10 max
Iron	Balance	Balance

Sumber : AK Steel Corporation (2007:1)

Pada suhu kamar stainless steel 316L memiliki tegangan tarik (UTS) 558 MPa, *yield strength* (YS) 290 MPa dengan *elongation* 50,8 mm. Kekerasan pada permukaan B79 (HR).

2.7 Pengecatan

2.7.1 Pengertian Pengecatan

Pengecatan merupakan salah satu dari prinsip pencegahan korosi, hasil pengecatan yang baik perlu memperhatikan pemilihan jenis cat berdasarkan penggunaan atau bahan kimia pengikatnya serta kondisi permukaan yang baik sehingga cat dapat melapisi logam dengan baik. Dengan demikian akan menghambat laju korosi yang terjadi (Erwin, Putu, 2011 : 205). Dalam pengecatan tebal lapisan cat pada umumnya berkisar antara 25µm - 320µm.

Faktor terpenting dalam pengecatan adalah faktor persiapan permukaan (*surface preparation*) dan kualitas catnya, di mana faktor tersebut sangat signifikan mempengaruhi umur ketahanan pengecatan. Untuk memaksimalkan hasil dari pengecatan dapat menggunakan beberapa metode antara lain yaitu, *brush application*, *dipping*, *roller* dan *spray* (*Coating Application Guide Version* 2, 2010 : 1).

Beberapa penjelasan metode pengecatan, sebagai berikut :

1. *Brushing*

Pengecatan pada metode ini menggunakan kuas sebagai alat untuk memberi, meratakan cat pada permukaan benda kerja yang pada umumnya digunakan pada bagian, bagian yang sulit untuk dijangkau. Metode ini memiliki kekurangan antara lain, hasil pengecatan relatif kurang merata, memerlukan tenaga yang cukup banyak dan relatif lama untuk pengaplikasiannya. Namun metode ini juga memiliki beberapa keuntungan yaitu memerlukan modal yang relatif murah, lebih fleksibel untuk area yang sempit, persiapan relatif singkat.

2. *Rolling*

Pada metode ini prinsipnya sama dengan *brushing* hanya saja bentuk alatnya berbentuk silinder, di mana sisi selimut dari silinder tersebut merupakan sisi kontak terhadap benda kerja dalam pengecatan. Jika dibandingkan dengan metode *brushing*, selain mempunyai sisi kontak yang luas terhadap benda kerja, *roller* juga relatif mudah penggunaannya karena penggunaannya dengan cara digelindingkan pada permukaan benda kerja hingga cat merata.

3. *Dipping*

Dipping merupakan metode pengecatan dengan cara mencelupkan benda kerja secara manual maupun otomatis ke dalam tangki media pengecatan, metode ini merupakan salah satu cara yang paling ekonomis, kapasitas produksi tinggi, kerugian cat rendah dan kemampuan untuk melapisi internal dan eksternal dalam waktu bersamaan. Kerugian metode ini antara lain, biaya awal yang relatif mahal dan volume benda kerja yang dapat dicat tergantung dari besarnya volume tangki media tempat pencelupan.

4. *Spraying*

Metode ini mempunyai kemiripan dengan prinsip kerja *sandblasting*, yakni menggunakan udara bertekanan yang berasal dari kompresor. Udara bertekanan tersebut dialirkan pada sebuah *house*/selang angin yang kemudian dihubungkan dengan *spray gun*, yang merupakan alat untuk mengabutkan larutan cat guna untuk pengecatan pada benda kerja. Metode *spraying*,

merupakan metode pengecatan yang sangat cepat dan sangat ekonomis jika ditinjau dari biaya tenaga kerja. Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari metode ini adalah, sangat cepat dalam pengaplikasiannya, dapat mengontrol tebal cat pada pengaplikasiannya dan dapat menghasilkan keseragaman pengecatan (ketebalan dan warna seragam). Kekurangan dari metode ini adalah memerlukan operator yang berketerampilan khusus, memerlukan lebih banyak perlengkapan contohnya kompresor unit, perlengkapan *safety* masker khusus, *spray gun*, selang udara, ruangan tertutup bersirkulasi udara terkontrol.

Metode *spraying* terdiri dari 4 macam yaitu :

a. *Conventional air spray*

Conventional air spray merupakan metode *spray* yang paling sederhana, tekanan udara yang digunakan untuk melakukan pengabutan (atomisasi) cat 35-80 PSI. Kekurangan dari *conventional air spray* adalah menghasilkan *overspray* dan *bounceback* yang tinggi sehingga menghasilkan turbulensi yang relatif tinggi yang mengakibatkan efektifitas transfer cat pada *substrate* sangat kurang, di samping itu juga menghasilkan polusi udara yang tinggi. Keuntungan dari metode ini adalah sangat cocok digunakan pada pekerjaan *finishing*, karena hasil atomisasinya mempunyai partikel yang sangat kecil sehingga memungkinkan untuk menghasilkan permukaan yang sangat halus.

b. *High volume, low pressure (HVLP)*

Metode ini diperuntukkan untuk meminimalkan *overspray*, sistem HVLP bekerja pada tekanan rendah (2-10 PSI) dan volume udara yang tinggi (10-25 CFM). HVLP memiliki efisiensi transfer cat ke permukaan benda kerja (*substrate*) sangat tinggi, yaitu berkisar antara 65 – 90 %.

c. *Electrostatic spray*

Sistem *electrostatic spray* bekerja dengan memanfaatkan perbedaan potensial listrik antara cat dan objek yang akan dilapisi. Benda kerja yang dicat diposisikan pada *ground* kemudian disemprotkan dengan cat, karena cat tersebut bermuatan positif dan benda kerja bermuatan negatif maka cat yang telah disemprotkan cenderung untuk tertarik dan menempel pada

benda kerja. Kelebihan metode ini yaitu memiliki efisiensi transfer cat pada permukaan benda kerja (*substrate*) yang sangat tinggi berkisar antara 55 – 95 %. Kekurangan dari metode ini yaitu tidak dapat digunakan untuk material isolator seperti plastik, karet, keramik dan lain sebagainya.

d. *Airless spray*

Prinsip kerja *airless spray* yaitu meningkatkan tekanan cat dengan cara memanfaatkan gerak tekan piston. Cairan cat bertekanan tinggi (umumnya 500 – 3000 psi) tersebut mengalir hingga ke ujung *nozzle* dari *spray gun* dan kemudian terkabutkan. Piston untuk menekan cat pada mesin *airless* bergerak menggunakan tenaga motor dan ada juga yang menggunakan udara bertekanan (6 bar), tergantung dari spesifikasinya. Kekurangan *airless* antara lain peralatan relatif mahal, waktu persiapan proses pengecatan cukup lama dan memerlukan energi yang cukup relatif tinggi. Kelebihan menggunakan *airless* yaitu antara lain:

- 1) Memiliki *overspray* dan *bounce back* yang sangat kecil sehingga transfer efisiensi cat terbilang sangat tinggi (60 - 90 %).
- 2) Memungkinkan untuk menggunakan cat berviskositas tinggi, sehingga dapat mengurangi biaya untuk cairan *solvent*.
- 3) Karena bekerja pada tekanan tinggi, daya sebar cat dapat diperlebar sehingga sangat cocok untuk diaplikasikan pada benda kerja yang lebar, dengan demikian efektifitas waktu pekerjaan tinggi.

2.7.2 Komposisi Cat

Berendsen, (1998) dalam Afan, (2011:10) mengatakan bahwa cat pada dasarnya terdiri dari :

1. Bahan dasar

Komponen ini adalah cat yang setelah mengering akan menyatu dengan koheren dengan material yang mana partikel bahan pewarna disebarkan pada permukaan untuk membentuk lapisan seragam.

2. Pigmen

Pigmen adalah bahan pemberi warna pada lapisan cat, pigmen yang lembam juga menambah panjang lintasan difusi bagi oksigen dan butir-butir air yang mencoba menembus cat, sehingga menghambat proses terjadinya korosi.

3. Pelarut

Pelarut adalah bahan berwarna bening yang dapat melarutkan bahan dasar dan warna sekaligus berfungsi sebagai pengencer.

4. Bahan tambahan

Bahan tambahan berfungsi untuk mempercepat proses pengeringan cat.

2.7.3 Macam-macam Cat

Jenis cat diberi penamaan berdasarkan kelompok fungsi atau bahan kimia pengikatnya. Kelompok tersebut antara lain (Trethewey, 1991 : 253).

a. Cat minyak

Adalah cat yang mempunyai bahan dasar pengering minyak nabati seperti minyak rami (*linseed*) atau minyak kayu (*tung oil*). Proses pengeringan cat ini terjadi melalui proses oksidasi yang berlangsung sangat lama yakni 48 jam sebelum pelapisan cat selanjutnya dan harus menunggu selama 7 hari sebelum cat akhir diberikan.

b. Cat air

Cat air adalah cat yang mempunyai bahan pengikat berupa air, sehingga cat ini relatif lebih murah dari jenis cat yang lain, cukup mudah untuk dikeringkan dan memiliki *adhesi* yang cukup baik terhadap bahan yang terbuat dari logam.

c. Vinil

Cat *vinil* adalah cat dengan berbagai kopolimer yang beragam. Jenis yang umum adalah kopolimer *polivinil* atau *polivinil asetat* yang dimodifikasi dengan *anhidrida maleat*.

d. Exposit ter batubara

Cat jenis ini berbahan dasar epoksid mempunyai sifat yang sangat kedap terhadap air serta tahan terhadap bahan-bahan kimia.

e. Resin eksposit

Merupakan kelompok cat yang mempunyai cara pengeringan beragam melalui reaksi polimerisasi antara resin epoksid dan agen pengering. Kelompok ini dibagi menjadi dua golongan yakni, golongan pertama mengering dengan cara peniupan (*air-drying*) dan yang golongan kedua mengering dengan cara

pemanggangan (*stoving*). Mesin-masing mempunyai agen pengering yang berbeda. Cat ini kuat dan memiliki daya tahan yang istimewa terhadap korosi.

f. *Poliuretan*

Cat jenis ini merupakan kelompok cat yang mengering dengan cara polimerisasi dengan reaktan-reaktan yang berupa agen pengering isosianta dan resin *alkid polyester* dan mungkin juga dengan pigmen-pigmen yang ditambahkan.

g. Cat anti pengotoran

Cat ini diberikan pada struktur yang terendam dalam air laut sebagai lapisan akhir. Cat anti pengotoran bersifat racun untuk mencegah organisme hidup menempel pada permukaan cat.

h. Cat *oleoresin (vernis)*

Minyak pengering dan resin alam atau sintetis dalam kelompok cat yang anggotanya sangat beragam. Resin berfungsi memperbaiki sifat-sifat pengeringan dan pengikatan lapisan minyak.

i. *Alkid*

Bahan dasar cat ini adalah *polyester*, yang disisipkan dengan mereaksikan alkohol polihidrat dengan asam-asam lemak berbasa satu dan asam-asam berbasa dua.

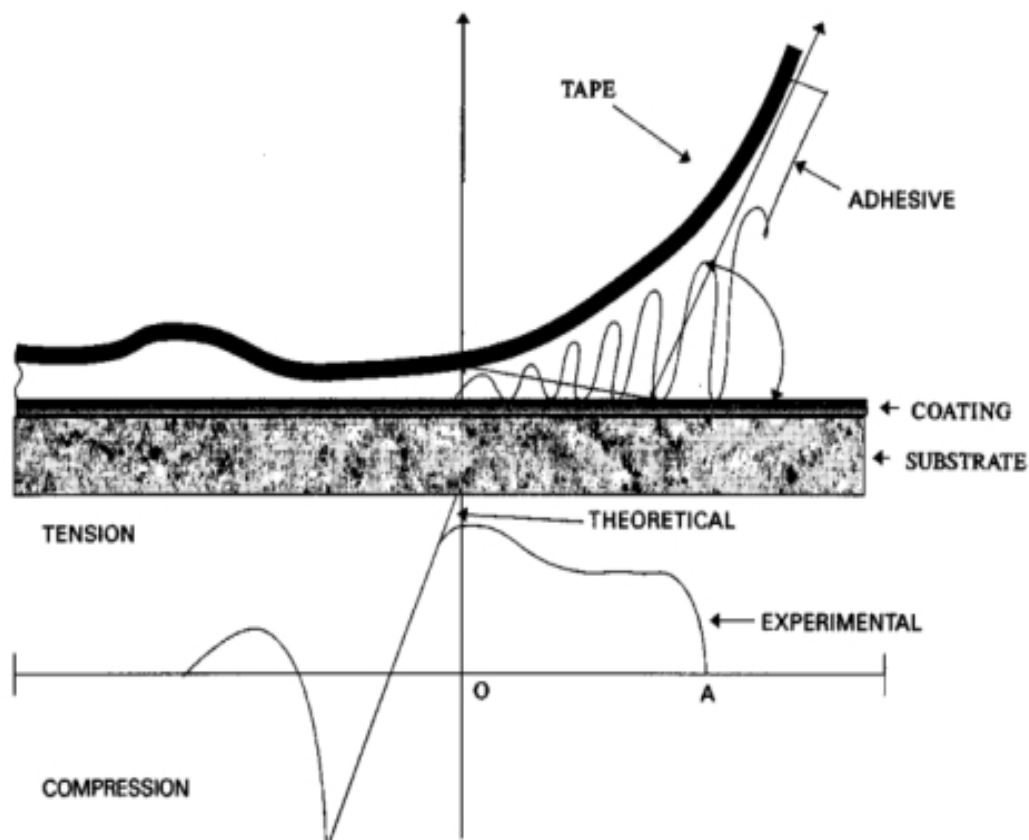
2.8 Pengujian Kerekatan Cat

Pada umumnya pengujian kerekatan cat atau *adhesion test*, dapat dilakukan dengan 2 metode yaitu :

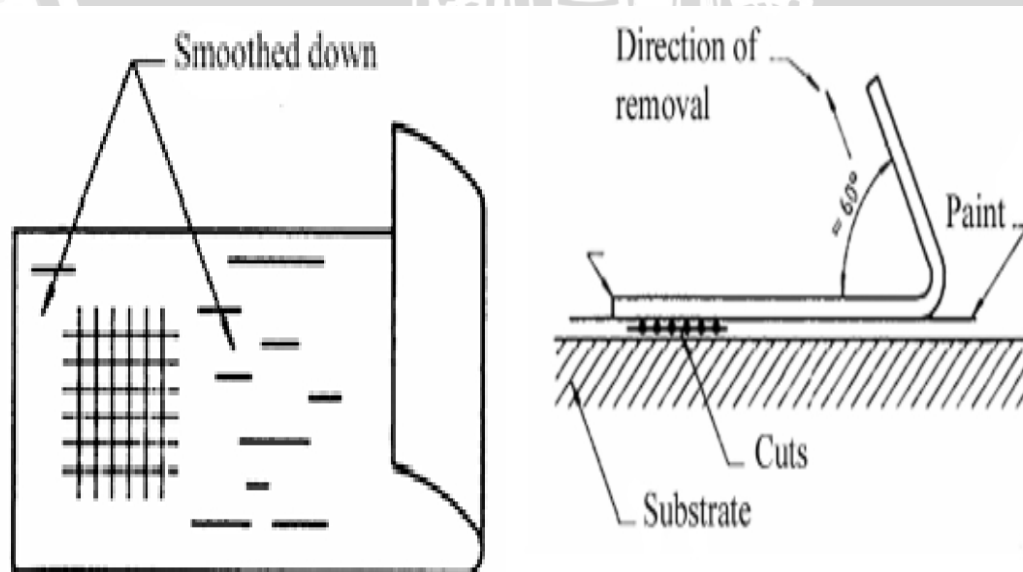
1. Metode *tape test*

Menurut LIPI PUSLIT Metalurgi dan Material (2015) dalam lembaran instruksi kerjanya “Pengujian Daya Lekat *Coating* pada Substrat dengan Menggunakan Metoda *Tape Test*”, bahwa *tape test* merupakan suatu metode untuk menguji kerekatan atau *adhesi* cat/*coating* di atas permukaan logam. Ada dua cara yang bisa dilakukan yaitu, metode A (*X-Cut Tape Test*) dengan ketebalan coating > 125 μm dan metode B (*Cross-Cut Tape Test*) : dilakukan di laboratorium dengan ketebalan coating < 125 μm .”

Prinsip kerja dari metode ini yakni menggunakan *tape* dengan daya rekat tertentu sebagai subjek penarik dari cat (Gbr. 2.7).



Gambar 2.7 Prinsip kerja metode *tape test*
Sumber : ASTM D 3359 (2000 : 5)

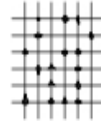
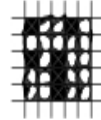


Gambar 2.8 Cara pengujian metode *tape test*
Sumber : ASTM D 3359 (2000 : 5)

Cara kerja pengujian ini pertama tama membuat goresan pada cat dengan panjang dan jarak garis tertentu (terlampir), setelah itu dilanjutkan dengan menempelkan *tape* sejajar dengan hasil goresan. Tahap selanjutnya dilakukan penarikan *tape* dari permukaan benda kerja dengan sudut 60° seperti terlihat pada Gambar 2.8.

Banyak tidaknya cat yang terlepas menjadi tolak ukur dari daya rekat cat, di mana semakin sedikit cat yang terlepas maka daya rekat catnya semakin baik. Menurut BS EN ISO hasil pengujian ini diklasifikasikan menjadi 6, yakni “0” hingga “5”. Adapun penilaian klasifikasi dari metode ini seperti terlihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Penilaian hasil *tape test*

Classification	Description	Appearance of surface of cross-cut area from which flaking has occurred (Example for six parallel cuts)
0	The edges of the cuts are completely smooth; none of the squares of the lattice is detached.	—
1	Detachment of small flakes of the coating at the intersections of the cuts. A cross-cut area not greater than 5 % is affected.	
2	The coating has flaked along the edges and/or at the intersections of the cuts. A cross-cut area greater than 5 %, but not greater than 15 %, is affected.	
3	The coating has flaked along the edges of the cuts partly or wholly in large ribbons, and/or it has flaked partly or wholly on different parts of the squares. A cross-cut area greater than 15 %, but not greater than 35 %, is affected.	
4	The coating has flaked along the edges of the cuts in large ribbons and/or some squares have detached partly or wholly. A cross-cut area greater than 35 %, but not greater than 65 %, is affected.	
5	Any degree of flaking that cannot even be classified by classification 4.	—

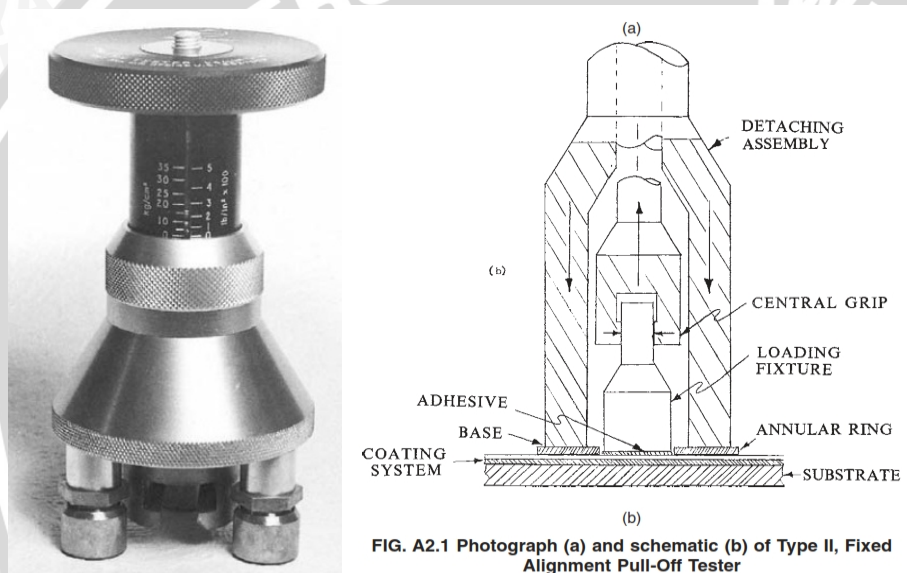
Sumber : BS EN ISO 2409:2007 (2007:9)

2. Metode *pull-off test*.

Pada metode ini menggunakan peralatan khusus yaitu *pull-off adhesion tester*.



Gambar 2.9 pull-off adhesion tester tipe V (hidrolik)
Sumber : Raven Lining System, Inc. (2014 : 2)



Gambar 2.10 Pull-off adhesion tester tipe II (pegas)
Sumber : ASTM D 4541 ; 7

Gambar 2.9 dan 2.10 merupakan gambar *adhesion tester*, prinsip kerja pada alat ini adalah menggunakan sistem hidrolik atau pegas sebagai penarik dari “dolly”, di mana “dolly” tersebut direkatkan pada permukaan hasil pengecatan, kemudian ditarik menggunakan aktuator alat tersebut hingga cat terlepas dari permukaan benda kerja, besar tekanan hidrolik (Gbr. 2.9) atau kekuatan pegas (Gbr. 2.10) yang digunakan untuk melepaskan cat dari permukaan benda kerja dan persentasi cat yang tercabut hingga dasar permukaan benda kerja (*substrate*) adalah parameter kekuatan atau kualitas daya rekat cat.

2.9 Hipotesis

Dalam skripsi ini hipotesis yang dapat dikemukakan adalah abrasif yang memiliki bentuk bersudut, memiliki kecenderungan menghasilkan permukaan (*substrate*) yang lebih kasar dibandingkan dengan butiran bulat. Hal ini disebabkan indentasi atau penetrasi pada abrasif bentuk bersudut lebih dalam dari pada abrasif berbentuk bulat. Semakin besar sudut kontak abrasif terhadap permukaan benda kerja maka kecenderungan penetrasi pada benda kerja semakin dangkal, sehingga kekasarannya cenderung berkurang. Dengan *substrate* yang semakin kasar membuat kerekatan cat semakin baik, karena luas bidang kontak cat pada permukaan spesimen cenderung lebih besar, namun di samping itu juga faktor pengaruh geometri (*shape*) juga sangat berpengaruh, semakin runcing bentuk *shape* maka semakin lemah kerekatan catnya. Hal ini disebabkan pengaruh pembagian tegangan tarik saat uji “*pull off*” cenderung terpusat pada ujung *substrate* yang runcing.

