

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengecatan pada kapal

Perlu diketahui, bahwa pengecatan pada kapal tidak sama dengan proses pengecatan pada tempat bangunan lain, misal dari jenis catnya pun untuk pengecatan kapal menggunakan cat jenis marine use (khusus untuk kapal) yang memang mempunyai kualitas cat yang lebih baik dari jenis cat pada umumnya dan telah didesain khusus untuk kondisi atau keadaan kebutuhan dunia kapal. Dalam proses pengecatan kapal, terdapat beberapa lapisan/layer kapal yang harus diberi dan tidak boleh ditinggalkan, yaitu untuk lapisan pertama adalah lapisan cat primer, kemudian lapisan cat anti corosi dan yang terakhir lapisan cat *antifouling*.

Cat dapat diartikan sebagai produk cair atau kental apabila diulaskan pada suatu permukaan akan membentuk suatu lapisan yang tipis kering, lapisan berkoheisi dengan daya lekat yang baik pada permukaan.

2.2 Komposisi

Terdiri dari hantaran meduim (*vehicle*) yang merupakan bahan cair dari bahan cat itu sendiri. Bahan pewarna dan bahan penunjang ,ditambah dengan beberapa bahan tambahan dalam jumlah tertentu. Sekitar 500 jenis bahan baku diperlukan untuk membuat cat dengan tingkat dan jenis cat yang berbeda-beda, dan bahan baku tersebut dapat dibagi menjadi 5 kelompok utama:

2.2.1.bahan pengikat (*binders*)

merupakan bubukan berbentuk sebuk dan tudak menguapdari bagian hantaran menengah sebagai

adhesi/rekatan pada permukaan dan kohesi didalam lapisan cat

2.2.2. bahan pelarut (*solvent*)

pelarut diperlukan untuk mencairkan bahan pengikat (*binders*) saat produksi dan pada pelaksanaan aplikasi. Pemilihan jenis pelarut/pengencer berfungsi sebagai prasarana aplikasi dan lamanya proses pengeringan dapat berpengaruh satu sama lain

2.2.3. bahan pewarna(*pigments*)

bahan pewarna pada cat akan memberikan warna dan pengaburan , keuntungan penggunaan bahan pewarna adalah dapat mencegah dan memperlambat laju korosi. Bioaktif yang terkandung dalam bahan pewarna dipaka juga pada jenis cat *antifouling*

2.2.4. bahan penunjang (pengisi)

bahan ini tidak saja untuk pengurangi biaya pembuatan cat,tapi juga dapat membantu penambahan daya keras mekanis pada lapisan cat

2.2.5. bahan tambahan(*additives*)

beberapa diperlukan untuk pencapaian hasil yang lebih baik dan sebagai pengamana produksi, mengurangi lamanya pengerinagn, pencegahan *running/sagging* (meleleh) dll.

2.3. Definisi pengecatan

Salah satu metode yang sering digunakan dalam menanggulangi korosi dan telah terbukti efektif dan ekonomis adalah cat. Cat atau *protective coating* adalah lapisan pelindung, melindungi dengan cara membentuk suatu lapisan tipis antara permukaan dengan ekspos paling luar atau lingkungan sekitarnya. Sebagai contoh, tebal besi pada kontruksi sipil atau bangunan

kapal adalah 5-10 mm (5000-10000 micron) sedangkan tebal cat untuk melindungi permukaan ini adalah antara 200-300 micron (DFT) atau hanya 3-5% saja dari ketebalan permukaan yang dilindungi, yang apabila diibaratkan ketebalan cat ini sama dengan ketebalan secarik kertas pembungkus.

Untuk mendapatkan hasil yang baik dan tahan lama, maka pengetahuan mengenai cat serta teknik dan cara pemakaian secara tepat guna sangatlah penting.

2.3.1. Faktor Utama Pemakaian Cat

Daya tahan dari sistem lapis pelindung, tergantung dari beberapa factor, Faktor-faktor tersebut adalah :

- Permukaan, misal: logam, konkrit, dll.
- Kondisi lingkungan.
- Pembersihan permukaan : merupakan factor utama.
- Mutu/kualitas cat
- Pemilihan jenis cat yang tepat, dan kombinasi kedalam sistem pelapisan.
- Aplikasi. Tidak hanya *factor* manusia dan peralatanya, tetapi juga harus didukung oleh *factor* cuaca selama proses pengecatan dan proses pengeringan.
- Ketebalan cat secara keseluruhan

2.3.2. Dasar-Dasar Kimia

Bahan pengikat biasanya terdiri bagian kecil (monomers) menjadi bagian yang lebih besar (*polymer*). apabila polymer terdiri lebih dari satu unit monomer, maka disebut *copolymer*. Kalau *polymer* terbentuk dari monomer yang sama maka disebut homopolymer. Jumlah monomer- monomer didalam *polymer* bisa sangat banyak, dari 5 sampai sebanyak 3500, dan dalam hubungannya dengan cat jumlahnya sangat besar. Pada cat yang kering lapisan dari dalam bahan pengikat menjadi satu rangkaian yang panjang berkesinambungan.

Secara umum, formasi pembentukan lapisan cat pada prinsipnya terbagi dalam 2 cara:

- Kering secara alami (*solvent/water evaporation*)
Pada jenis cat yang kering secara alami, lapisan cat terbentuk setelah penguapan bahan pelarut. Apabila semua bahan pelarut sudah menguap maka yang tertinggal adalah bahan pengikatnya saja, membentuk lapisan rata dan kering.
- Kering dengan reaksi kimia (*cross linking polymerisation*)
Pada umumnya sifat dari pada cat yang kering dengan cara reaksi kimia adalah:
 - a. *Irreversible* artinya tidak dapat kembali dalam bentuk semula dan tidak akan melarut kembali.
 - b. Tahan terhadap *solvent* (apabila sudah mengering).
 - c. Temperature bergantung pada formasi lapisan (ada batasan temperature pada saat pengecatan).
 - d. *Non thermoplastic*, artinya bahwa cat tersebut setelah kering tidak dapat menjadi lunak walaupun dalam temperature tinggi.

2.4. Cara Cat Memproteksi

Ada 3 prinsip dasar.

1. *Barrier effect*
2. *Inhibitor effect*
3. *Galvanic effect*

Dengan 3 prinsip dasar, dimana cat dapat mencegah timbulnya korosi.

- Menciptakan rintangan atau hambatan yang kuat untuk memisahkan permukaan dengan air dan oksigen. Dasar prinsip ini disebut *barrier effect*.
- Member peluang kepada air untuk menembus rongga – rongga melarutkan sebagian campuran anti karat pada permukaan cat dan akan bereaksi terhadap korosi, dasar prinsip ini disebut *inhibitor effect*.

- Kontak langsung antara besi dengan logam yang lebih lemah (misal : seng). Hasilnya adalah perlindungan katoda pada logam itu sendiri, dasar prinsip ini disebut galvanic effect

2.4.1 Barrier effect

Dengan cara melapisi cat yang kedap air dengan ketebalan 250-500 micron. Biasanya cat seperti ini terdiri dari bahan (tidak selalu):

- ❖ Bitumen
- ❖ Coal tar epoxy
- ❖ Vinyl tar
- ❖ Epoxy

Untuk area – area terendam yang paling sering digunakan sebagai lapis perlindungnya adalah *barrier effect*.

2.4.2 Inhibitor effect

Dengan dasar prinsip ini, yaitu dengan cara menambahkan anti karat pada cat primer sebagai bagian dari bahan pewarna (pigments) untuk menahan laju korosi. Dasar prinsip ini antara lain pada:

- Zinc chromatic
- Zinc phosphate
- Zinc metaborate
- Red lead
- Calcium plumbate

Bahan inhibitor harus sesuatu yang dapat dilarutkan dengan air. Agar tidak luntur , maka cat lapis selanjutnya dibuat tanpa inhibitor untuk mencegah atau menutupi permukaan dasar yang mengandung inhibitor. Namun karena bahan pewarna dapat dilarutkan dengan air , maka bahan jenis ini tidak dapat bertahan lama apabila dipakai pada area yang terendam dan area- area yang terbuka dimana dapat menimbulkan blistering (gelembung-gelembung) dan akan mudah pecah.

Kerusakan setempat yang ditimbulkannya menjadi tidak terlindungi dan korosi akan timbul dibawah lapisan cat (*under film corrosion*).

2.4.3. *Galvanic effect*

Pelindung besi dalam *galvanic effect* dapat dicapai apabila cat itu mengandung metallic zinc (seng). Cat yang diformulasi untuk mendapatkan perlindungan yang efisien pada jenis ini adalah berfungsinya partikel-partikel zinc dimana akan bersentuhan atau kontak langsung dengan besi itu sendiri.

Tipe dari pada jenis bahan ini adalah:

- *Epoxy*
- *Ethyl silicate*
- *Alkali silicate*

Sesuatu yang mutlak dilaksanakan apabila menggunakan cat ini adalah bahwa permukaan besi harus benar- benar bersih, terutama apabila menggunakan *zinc silicate*, termasuk permukaan yang kasar (berpori- pori) akan mendapatkan hasil yang sangat baik dan akan tahan lama.

2.5. **Pemilihan jenis cat**

- 1) Pemilihan jenis cat secara tepat guna
- 2) *Holding primer/ blast clean primer*
- 3) Pengecatan dengan sistim yang sesungguhnya
- 4) Fungsi cat menurut jenis (*primer, undercoat, topcoat*)

2.5.1. Pemilihan jenis cat secara tepat guna

Sangat penting,bukan saja untuk ketahanan namun juga pertimbangan lain, yakni kemudahan dalam perawatannya dikemudian hari dan persesuaian jenis cat antara jenis cat yang lama dengan dan yang baru.

Pada bangunan baru, dimana sistim pelapisan awal pada umumnya sudah dilaksanakan yakni dengan perlindungan sementara, dalam hal ini disebut

temporary protection. Perlindungan sementara hal ini yakni dengan melapisi permukaan dengan *shopprimer*. Sementara permukaan yang tidak ada *shopprimer*nya dalam pelaksanaan pembersihan permukaannya menggunakan *abrasive blasting*, *holding primer* atau disebut juga *blast clean primer*.

Shop primer

Berfungsi sebagai perlindungan sementara selama perakitan atau *assembly*. Cat jenis ini dibuat bukan saja sebagai perlindungan korosi namun juga untuk memperkecil meluasnya permukaan yang terbakar selama pengerjaan pengelasan.

Cat *shopprimer* ini pada umumnya dapat menerima banyak jenis cat lainnya. Lama pelindungannya bisa berkisar 4 sampai 12 bulan atau lebih, sementara ketebalan cat jenis ini hanya berkisar antara 10 sampai dengan 30 micron kering. Sistim pekerjaan pembersihan permukaan dan pengecatan ini biasanya dilaksanakan dipabrik dengan mesin otomatis.

2.5.2. *Holding primer/ blast clean primer*

Cat jenis ini tidak sama dengan *shopprimer*, *holding primer*. Merupakan jenis cat yang sifatnya perlindungan permanen sesuai dengan peruntukannya. Cat ini haruslah diaplikasikan langsung diatas permukaan yang telah diblasting sesuai dengan standard yang telah ditetapkan dan sistim pelapisan yang berkesinambungan.

Cat jenis ini yang umum dipakai dilapangan atau lokasi terbuka. Yang harus diperhatikan dalam pemakaian cat jenis ini adalah tenggang waktu yang lebih pendek, daripada dengan cat jenis *shopprimer*

2.5.3. Pengecatan dengan sistim yang sesungguhnya

Seperti dijelaskan pada poin sebelumnya maka jenis cat pada lapisan selanjutnya haruslah sesuai dengan spesifikasi. Persyaratan- persyaratan tertentu dalam spesifikasi harus dilaksanakan, mengingat tiap jenis lapisan masing – masing berbeda fungsi, dan mempunyai karakter yang berbeda

2.5.4. Fungsi cat

Cat yang diproduksi berdasarkan fungsinya dapat dibagi menjadi 3 kategori:

- Cat dasar (*primer coat / anti corrosive*)
 - Fungsi cat dasar adalah untuk melindungi permukaan besi agar tidak berkarat atau rusak.
 - Cat dasar dibuat dengan komposisi berimbang, bukan hanya sebagai dasar, tapi juga ditekankan unsur anti karat yang terdapat pada zat pewarna (*pigment*) seperti: *coal tar, zinc phosphate , chlorinate red lead, dll*
- Cat tengah (*under coat/ intermediate coat*)
 - Cat tengah berfungsi sebagai penebal agar serangan yang datang dari luar (*excess*) dapat dicegah.
 - Cat tengah biasanya lebih tebal dari cat dasar dan akhir.
 - Cat tengah kurang baik bila tidak dilapisi dengan cat akhir, tapi ada juga cat tengah yang berfungsi sebagai cat akhir.
- Cat akhir (*finishing coat/ topcoat*)
 - Cat akhir dibuat sebagai pelindung paling luar terhadap ekspos lingkungan dan juga bertujuan sebagai keindahan.
 - Komposisinya ditekankan dalam ketahanan warna dan kecermelangan

2.6. Pembersihan Permukaan

2.6.1.cara pengaplikasiannya

Untuk mendapatkan hasil pengecatan yang dapat dipengaruhi pada tingkat kebersihan benda. Pengalaman menunjukan bahwa 85% kegagalan pengecatan diakibatkan oleh ketidaksempurnaan pembersihan permukaan.

Pokok- pokok dari pembersihan permukaan adalah:

- Membersihkan permukaan dari kotoran (kontaminasi) yang melekat agar cat dapat melekat dan berfungsi dengan baik, khususnya : kulit besi, karat, kandungan garam, debu, minyak, dan gemuk
- Kekasaran permukaan: menciptakan kekasaran pada permukaan sehingga cat dapat melekat dengan baik.

2.6.2.Kontaminasi

a) Kulit besi

Permukaan beroksidasi terjadi pada saat pembuatan logam itu saat tuangan berinteraksi dengan udara sekitar. Bentuknya tipis, berwarna kebiru-biruan. Ketika retak atau pecah secara langsung akan merusak lapisan cat yang ada di sekitarnya.

b) Karat

Karat mudah rusak secara mekanis, dan sangat lemah untuk menahan lapisan cat yang ada diatasnya. Rongga- rongga pada karat memungkinkan masuknya kontaminasi dan pada karat yang sudah akut biasanya celah akan mengandung garam (asam dan basah). Cat yang apabila diaplikasi diatas karat maka akan cepat rusak.

c) Garam

Apaabila permukaan benda ada kandungan air atau garam, maka cat akan menggelembung karena

adanya dorongan dari dalam, akibatnya, daya lekatnya tidak ada, cat akan mudah terkelupas , dan pada akhirnya akan menimbulkan korosi.

d) Minyak/gemuk

Kebanyakan bertolak belakang dengan cat. Minyak/gemuk dapat menarik atau melunakan cat. Apabila permukaan ada kandungan minyak/gemuknya dan diaplikasikan, maka cat tersebut tidak akan melekat dan akhirnya adalah kegagalan pengecatan itu sendiri.

e) *Dust*

Sebagai kebalikan dari pada minyak dan gemuk, cat dapat menempel diatas debu . sedangkan debu tidak menempel baik diatas permukaan akibatnya kedua-duanya akan terlepas kemudian.

2.7 Surface preparation

Hasil pengecatan yang baik tergantung pada tingkat kebersihan permukaan plat kapal dimana cat itu akan diaplikasikan, bukan pada jenis material. Penyiapan permukaan dari material meliputi pembersihan terhadap semua jenis kotoran (kontaminan) yang melekat, agar cat dapat melekat dan berfungsi dengan baik.

Pelaksanaan Pengecatan Dengan Urutan Sebagai Berikut :

2.7.1. Persiapan permukaan logam baja

Persiapan permukaan logam baja sebelum pengecatan yaitu membersihkan dari jasad laut, cat lama, serta karat yang sudah terbentuk telah dijelaskan secara terperinci. Tetapi khususnya perbersihan *mill scale* secara lambat dapat dilaksanakan dengan menyimpan plat pada gudang yang terbuka atau kadang-kadang disebut pelataran penyimpanan plat. Proses menghilangkan *mill scale* dengan cara ini dapat

berlangsung karena dikarenakan adanya oksidasi antara baja dengan udara sehingga mill scale akan mengelupas.

Membersihkan *mill scale* untuk plat baja yang akan dipakai baik untuk bangunan baru maupun reparasi kapal adalah penting untuk mendapatkan hasil pengecatan yang baik khususnya pada reparasi kapal untuk plat lama yang harus dibersihkan dari jasad laut, cat lama, karat dan kotoran lain. Dapat disekrap biasa, disekrap bersih, diketok, disikat kawat, disikat kawat tenaga listrik, digerinda listrik, disemprot air dengan tekanan tinggi yang dicampur pasir dan yang paling sempurna dengan disemprot pasir. Tingkatan kebersihan permukaan atau surface preparation ada standarisasinya. Standard kebersihan permukaan dari salah satu pabrik cat diantaranya adalah: st 2, st 3, sa 1, sa 2, sa 2.5, dan yang paling sempurna adalah sa 3.

Kebersihan permukaan plat baja akan mempengaruhi pengkaratan. Makin bersih kebersihan permukaan akan makin sempurna hasil pengecatan sehingga makin berkurangnya kemungkinan timbulnya pengkaratan. Biasanya sebelum pengecatan masih dibersihkan dari debu maupun oksida garam yang timbul setelah dilaksanakan pembersihan permukaan. Dalam praktek biasanya dipakai dengan menyemprotkan air tawar sambil disikat. tetapi dengan cara ini masih kemungkinan timbul pengkaratan tipis sebelum pelaksanaan pengecatan. Cara yang paling sempurna adalah dilaksanakan penyemprotan dengan udara tekanan sebelum pelaksanaan pengecatan.

2.7.2 Mutu dan jenis cat

Mutu cat yang baik juga akan mempengaruhi hasil pengecatan. Biasanya pemakaian mutu cat yang baik akan menghasilkan lapisan cat yang daya rekatnya dengan baja dan lapisan lainya cukup baik. Jenis cat baik itu *primer*, *anti corrosive (AC)* *anti fouling (AF)* ,

bottoping, *anti galvanic* serta cat- cat lainnya yang digunakan pada kontruksi badan kapal adalah penting dan jangan sampai salah penggunaan. Perlu diketahui bahwa pengecatan tidak secara langsung mencegah pengkaratan, tetapi dengan pengecatan akan mencegah sebab terjadinya pengkaratan dengan menghindari terjadinya oksidasi. Oleh karena itu pengecatan dinamai pencegahan pengkaratan secara pasif.

2.7.3. Cara pengecatan

Pengecatan biasanya dilakukan dengan cara kuas pipih, kuas roll atau semprotan (*sprayer*). Pengecatan dengan kuas biasa atau kuas pipih akan menghasilkan luas pengecatan yang tak begitu besar serta kecepatan pengecatan yang kecil. Hasil pengecatan dengan kuas pipih juga tidak menghasilkan ketebalan yang sama. Maka untuk memperbesar serta mepercepat hasil pengecatan bisa digunakan kuas rol. Dengan menggunakan kuas rol akan menghasilkan pengecatan 2 – 3 kali kecepatan pengecatan jika memakai kuas pipih, serta akan menghasilkan luas pengecatan sekitar 10- 20 % lebih besar karena sedikit cat yang tercecce, sehingga luas pengecatan tiap liter cat akan lebih besar dibanding dengan memakai kuas pipih. Pengecatan dengan memakai semprotan atau *sprayer* yang dapat digerakan dengan tenaga listrik, udara tekan atau mekanis dilaksanakan dengan kekentalan cat tertentu. hasil pengecatan dengan cara ini akan menghasilkan pengecatan serta kecepatan pengecatan yang lebih baik dibanding dengan pengecatan dengan menggunakan kuas pipih maupun kuas rol. Tetapi kadang pengecatan dengan memakai semprotan akan membutuhkan cat yang lebih banyak, karena banyak yang terbuang akibat tiupan angin. Disamping itu aplikator dianjurkan memakai tutup pelindung pernapasan.

2.7.4. Ketebalan pengecatan

Ketebalan tiap lapis pengecatan penting terhadap mutu hasil pengecatan akhir. Terlalu tipis atau terlalu tebal tiap lapis penggunaan harus dihindari. Ketebalan normal tiap lapis pengecatan biasanya tercantum pada spesifikasi cat. biasanya 30- 50 micron ketebalan tiap lapis cat, walau ada yang kurang atau lebih dari ketebalan tersebut. Untuk memastikan kebenaran ketebalan dari tiap lapis cat dilaksanakan pengukuran ketebalan lapisan cat pada beberapa tempat dengan alat pengukur khusus ketebalan cat.

2.7.5. Interval pengecatan

Interval tiap lapis pengecatan tergantung kemampuan pengeringan tiap- tiap jenis cat pada suhu tertentu. Lapisan cat berikutnya baik untuk jenis cat yang lain maupun jenis cat yang sama untuk mendapatkan ketebalan yang lebih besar, dapat dicatkan apabila cat yang sebelumnya sudah kering. Tetapi lapisan cat yang berikutnya tidak boleh dilaksanakan terlalu lama sebab akan menghasilkan daya adesif yang kurang baik. Interval tiap lapis dari jenis cat yang sama atau cat yang berikutnya serta jangka waktu sampai tersentuh dengan air biasanya tercantum dalam spesifikasi tiap cat.

Obyek dari penyiapan permukaan pelat, adalah semua jenis kotoran yang berupa tritip (binatang kaut yang menempel), karat, kandungan garam, debu, minyak, dan lemak dll. Hal ini dilakukan agar semua lapisan plat terlindung dan mendapatkan daya rekat cat yang baik. Pembersihan permukaan material (pelat) sebelum dilakukan pengecatan, ditinjau dari macam peralatan, teknik, cara, dan standar yang dilakukan dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok utama, yaitu :

a. *sandblast cleaning* (pembersihan permukaan dengan *abrasive*).

b. *Nonabrasive blast cleaning* (pembersihan permukaan tanpa *abrasive*).

Pembersihan permukaan tanpa *abrasive* sering dilakukan sebagai proses pembersihan awal sebelum dilakukan pembersihan dengan *abrasive*, sebagai variasi standar kebersihan permukaan.

a. *sandblast cleaning*

sandblast cleaning (pembersihan dengan *abrasive*) dilakukan dengan mengkasarkan permukaan melalui semprotan bertekanan tinggi yang menyemburkan partikel *abrasive* (pasir atau biji besi) kecepatan tinggi pada permukaan pelat lambung kapal. Penyemprotan ini dilakukan sampai pada kekasaran permukaan (*roughness*) yang dikehendaki. Dalam penyiapan permukaan pelat yang akan dicat, semua kotoran-kotoran yang berupa karat, *mill scale*, dan cat lama harus dibersihkan dulu.

Standar tingkat kebersihan permukaan dari *sandblast cleaning* untuk pelat baru umumnya dikeluarkan oleh NACE, SSPC (*Steel Structures Painting Council*), dan ISO (*International Organisation for Standardization*). Standar tingkat kebersihan permukaan yang umum digunakan adalah SSPC-NACE International:

- NACE No.1/SSPC-SP 5 "*White Metal Blast Cleaning*"
- NACE No. 2/SSPC-SP 10 "*Near-White Metal Blast Cleaning*"

Selain permukaan logam atau material harus bersih dari kotoran, kekasaran permukaan juga berfungsi sebagai *anchor pattern* (profil permukaan untuk cat). Secara garis besar, *abrasive blast cleaning* dilakukan dengan dua metode, yaitu antara lain:

a.1. *Wet abrasive blast cleaning*

Pada *wet abrasive blast cleaning* bahan abrasi dimasukkan kedalam tangki bertekanan. Udara bertekanan keluar bersama-sama dengan butiran pembersih melalui lubang *nozzle*. Metode ini dilengkapi dengan saluran air pada lubang pengeluaran sehingga dapat menghilangkan debu yang terjadi selama proses pembersihan, berikut tampilan pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 *Wet abrasive blast cleaning*

a.2. *Dry abrasive blast cleaning*

Pada *dry abrasive blast cleaning* udara bertekanan dari kompresor dialirkan melalui dua pipa; yang pertama menuju *abrasive pot* (untuk memberikan tekanan dalam tangki agar pasir bisa turun), yang kedua pipa yang menghubungkan ke *nozzle*, di mana saluran ini akan mengalirkan partikel *abrasive* bercampur dengan udara bertekanan tinggi

ke *nozzle*. Berikut bentuknya kami tampilkan pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Dry abrasive blast cleaning

Peralatan yang umum digunakan dalam *dry abrasive blast cleaning* adalah:

- *Compressor*

Adalah peralatan yang memberikan tekanan, dimana tekanan ini dipengaruhi oleh volume dan tekanan udara yang melewati *nozzle*.

- *Abrasive pot*

Adalah tempat dimana udara bertekanan bercampur dengan *abrasive*, dan kemudian campuran tersebut disalurkan melalui pipa ke *nozzle*. Berikut kami tampilkan pada gambar 2.3 dibawah ini:



*Gambar 2.3
Abrasive pot*

- *Hoses*

Pipa yang menyuplai udara dari kompresor ke *sand blast machine*. *Pipa tekanan membawa udara dan abrasive dari bejana tekan ke nozzle*. Tampilannya seperti pada gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Hoses

- *Nozzle*

Alat yang menyembrotkan *abrasive* berkecepatan tinggi dan berputar dari pipa semprot. Tampilan pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Nozzle

- *Abrasive*

Material yang digunakan pada proses *blasting*.
Tampilan pada gambar pada 2.6 dibawah ini:



Gambar 2.6 Abrasive

- *Safety equipment*

Pakaian pelindung, *masker*, sarung tangan, sepatu, dan peralatan pernapasan yang digunakan pekerja dan katup pengontrol tekanan.

2.8. Proses pengeringan

Sesuai dengan kandungan material maka proses pengeringan cat dapat dibedakan dalam 2 jenis yaitu :

- *Physical drying* (kering secara fisik/penguapan)
- *Chemical curing* (kering karena reaksi kimia)

2.8.1 *Physically drying*

Yang dimaksud dengan kering secara fisik/penguapan ialah cat tersebut diproduksi dan dikalengkan dalam bentuk satu komponen, yang mana bahan perekat, zat pewarna, dan pelarut sudah dicampurkan dalam satu kaleng. Cat ini dapat mudah

mengering dan membentuk suatu lapisan secara alam setelah penguapan dari zat pelarut. Pada umumnya sifat dari cat yang mengering secara fisik (*physically drying*) antara lain :

- **Reversible**

Yaitu dapat kembali dalam bentuk semula, walaupun pengecatan sudah berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun tetapi akan mudah dilarutkan kembali oleh *solvent* (pelarut tertentu).

- **Solvent sensitive**

cat tersebut sangat peka, tidak tahan terhadap pelarut yang lebih kuat dari pelarutnya sendiri.

- **Thermo plastic**

cat tersebut mudah menjadi lunak atau lentur pada temperatur tertentu.

Bahan-bahan cat yang mengering secara fisik (untuk *primer*) antara lain:

membentuk suatu lapisan keras karena reaksi kimia antara kedua campuran tersebut. Reaksi dengan *carbon dioxide* dalam udara, atau reaksi dalam satu komponen dengan jalan memanaskan permukaan dengan panas yang tinggi. Pada umumnya sifat dari cat yang mengering karena reaksi kimia adalah:

- **Non reversible**

Yaitu tidak dapat kembali dalam bentuk semula, dan tidak mudah dilarutkan kembali oleh *solvent* tertentu.

- **Solvent resistant**

Yaitu cat tersebut sangat tahan terhadap pelarut yang lebih kuat dari pelarutnya sendiri, jika pengecatannya sudah betul-betul kering.

- **Non thermoplastic**

cat tersebut tidak akan lunak atau lentur pada temperatur tertentu. Bahan-bahan cat yang mengering secara kimia antara lain :

- Untuk lapisan primer

- ✓ *Drying oils*
- ✓ *Alkyds*
- ✓ *Modified alkyds*
- ✓ *Bitumen*

■ Untuk lapisan *intermediate*

- ✓ □ *Chlorinated rubber*
- ✓ *Vinyls*
- ✓ *Acrylics*

■ Untuk lapisan top

- ✓ *Dispersion*

2.8.2 *Chemically curing*

Proses pengeringan cat karena reaksi kimia dibagi beberapa macam, yaitu:

- a. Reaksi dengan *oxygen (O₂)*. Dalam udara terbuka komponen-komponen akan membentuk suatu lapisan cat, dengan bantuan *O₂* (oksidasi).
- b. Reaksi antara dua komponen. cat tersebut diproduksi dan dikalengkan dalam bentuk dua komponen yang mana bahan perekat, zat pewarna, dan pelarut dipisahkan dalam dua kemasan terpisah. Komponen pertama disebut *base* (dasar) terdiri dari bahan perekat dan zat pewarna), sedangkan komponen yang lain adalah *curing agent* (pengering) yaitu zat pelarut.

■ Untuk lapisan *intermediate*

- ✚ *Epoxies*
- ✚ *Poliurethaness*

■ Untuk lapisan top

- ✚ *Zn silicate*
- ✚ *Silicones*

2.9 Cacat pada pengecatan

Dalam proses pengecatan tidak semua hasil pengecatan itu berhasil dengan sempurna, tetapi ada cacat-cacat yang timbul. Dibawah ini beberapa contoh cacat pada pengecatan:

2.9.1. *Blister*

Penyebab dari cacat ini adalah adanya air, pelarut cat, gas atau kristal yang tertahan dibawah lapisan cat. Berikut tampilannya pada gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2.7 blister

Penyebab *blister* adalah:

- Pengecatan pada permukaan yang basah dan kotor.
- Uap pelarut yang terjebak dibawah lapisan cat kering
- Disebabkan pengeringan secara tiba-tiba

Cara mencegahnya :

- Membersihkan dan mengeringkan permukaan secara sempurna
- Hindari pengecatan pada cuaca kurang baik (seperti hujan, mendung) atau permukaan yang langsung terkena terik matahari.

Cara mengatasinya :

- Bila gelembung – gelembung terlalu banyak, maka bersihkan seluruh permukaan dan beri cat baru.
- Bila gelembung yang terjadi hanya sedikit, pecahkan dan amplas agar tepinya rata dan dicat kembali.

2.9.2. *Discoloration*

Penyebab dari cacat ini adalah bahan pengikat (binder) dalam lapisan cat dapat diserang oleh bahan kimia (baik ada yang dipermukaan cat maupun di udara) atau secara fisik oleh temperatur tinggi sehingga timbul warna yang tersendiri. Perubahan warna dari pigmen (pewarna) cat oleh zat kimia atau sinar matahari. Contoh serangan yang sering dijumpai sebagai berikut :

- a. *Prussian blue, yellow chrome, brunswick green* dan beberapa pigmen merah bisa berubah warna karena serangan garam alkali.
- b. pigmen timbul dapat berubah warna karena serangan asam (senyawa belerang di udara dapat berlakuh sebagai asam lemah)
- c. Terik sinar matahari, setelah waktu yang lama, bisa berubah warna pigmen seperti pada *Zinc Chrome* dan beberapa jenis pigmen *Yellow Chrome* (perubahan warna pada *yellow chrome* dapat terjadi secara cepat)

Cara mencegahnya :

Memilih cat yang tepat dan warna yang sesuai untuk kondisi tertentu agar dapat mengurangi kemungkinan terjadinya perubahan warna.

Cara mengatasinya :

Setelah ditentukan sebab – sebab terjadinya perubahan warna, dipilih cat yang sesuai dengan kondisi setempat. Berikut tampilannya pada gambar 2.8 dibawah ini :



Gambar 2.8 Discoloration

2.9.3. Flaking

Penyebab :

- Bahan yang dicat menyusut atau memuai terlalu banyak sehingga terjadi perbedaan tegangan.
- Pengecatan dilakukan diatas cat lama yang sudah mengapur.
- Pengecatan diatas permukaan kotor dan berminyak.
- Pemakaian cat dasar/meni yang tidak sesuai.

Cara mengatasinya :

Dilakukan pengecatan ulang pada lapisan yang mengelupas, dengan persiapan permukaan yang lebih baik (permukaan diampas dan dicuci dengan pelarut/thinner serta dikeringkan terlebih dahulu). Berikut tampilannya pada gambar 2.9 dibawah ini :



*Gambar 2.9
Flaking*

2.9.4. Efflorescence

Penyebab :

Efflorescence terjadi karena larutan garam terbawah kepermukaan dan tertumpuk dipermukaan. Bila permukaan itu terjadi dibawah lapisan cat, maka akan merusak lapisan cat itu. Larutan alkali yang menyebabkan *efflorescence* juga dapat merusak lapisan cat karena tekananya atau secara kimia.

Pencegahan :

Efflorescence biasanya terjadi beberapa minggu plasteran selesai. Bersihkan setiap penumpukan kristal dengan kain kering kemudian dengan kain basah. Ulangi sampai tidak terjadi lagi *efflorescence*, setelah itu baru dicat.

Perbaikan :

Kalau *efflorescence* belum masuk lapisan cat maka bersihkan *efflorescence* yang terjadi sehingga cat terhindar dari kerusakan lebih lanjut. Hal ini biasanya hanya terjadi pada cat yang berpori seperti cat emulasi. Bila lapisan cat mulai rusak, maka harus dikerok habis, dibersihkan dan dibiarkan sampai *efflorescence* tidak terjadi lagi, sesudah itu ulangi pengecatan dari semula. Berikut tampilannya pada gambar 2.10 dibawah ini.



Gambar 2.10 Efflorescence

2.9.5. Bittness/Mottling

Penyebabnya :

Debu atau kotoran dari udara atau dari kuas yang kurang bersih, atau dari alat penyemprot yang menempel pada permukaan cat. Selain itu bagian dari lapisan kering (skin) diatas cairan cat ikut teraduk/tercampur.

Pencegahan :

Aduk cat dengan hati – hati bila akan dilakukan pengecatan, bersihkan alat – alat pengecatan sebelum dan sesudah dipakai.

Perbaikan :

Biarkan cat mengering, kemudian gosok dengan kertas amplas halus untuk menghilangkan butiran atau bintik yang ada. Setelah itu, ulangi pengecatan dengan cat yang sudah disaring dan alat yang sudah dibersihkan. Berikut tampilannya pada gambar 2.11 dibawah ini:



Gambar 2.11 Bittnes / Mottling

2.9.6. Drying trouble

Dalam cacat ini lapisan cat lengket, lembek atau bahkan basah beberapa lama setelah diulaskan (lebih dari waktu pengeringan normal).

Penyebab :

- Pengecatan dilakukan dalam cuaca yang kurang cocok, misalnya suhu rendah, kabut, sangat lembab, dan sebagainya.
- Pengecatan diatas permukaan yang mengandung tar atau wax.
- Pengecatan diatas permukaan yang berdebu/kotor, mengandung minyak atau gemuk diatas cat lapisan dasar/meni yang belum kering benar.
- Pemakaian pengencer yang tidak cocok.
- Kurang sinar matahari dapat memperlambat pengeringan cat dengan dasar minyak.

Pencegahan :

- Lakukan pengecatan waktu udara kering.
- Permukaan yang di cat harus bersih dan kering.
- Pakailah pengencer yang dianjurkan dan encerkan sesuai petunjuk.
- Mencampur base dan hardener dengan perbandingan yang tepat.

Perbaikan :

kerok sampai bersih seluruh lapisan cat, setelah itu lakukan proses pengecatan dari semula. Berikut tampilannya pada gambar 2.12 dibawah ini:



Gambar 2.12 Drying Trouble

2.9.7. Safonification

Terjadi seperti sabun bila garam – garam alkali menyerang minyak dari lapisan cat. Cat yang mengandung minyak dapat rusak seluruhnya *karena safonifikasi* atau penyabunan. Biasanya lapisan cat menjadi lembek dan terbentuk gumpalan – gumpalam yang mengelupas. Adapun gambarnya seperti pada gambar 2.13 dibawah ini:



Gambar 2.13 Safonification

Penyebab :

Serangan alkali kuat pada lapisan cat (khususnya dengan dasar minyak)

Pencegahan :

Permukaan yang dicat harus bebas dari alkali.

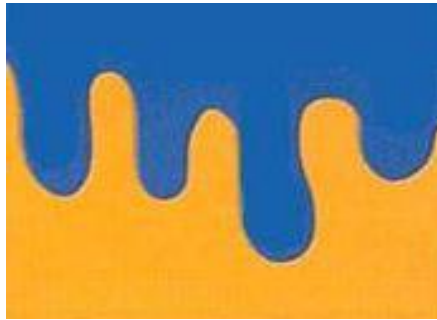
Perbaikan :

Kerok seluruh lapisan cat, bersihkan permukaan kemudian lakukan pengecatan ulang.

2.9.8. Sagging

Penyebab :

Umumnya pengecatan yang tidak rata. Berikut tampilannya pada gambar 2.14 dibawah ini:



Gambar 2.14 Sagging

Pencegahan :

Usahakan pengecatan yang rata sehingga tebal lapisan sama

Perbaikan :

Biarkan lapisan cat mengering dengan baik, ratakan bagian yang turun dengan kertas amplas kemudian lakukan pengecatan ulang.

2.9.9. *Crazing /cracking*

terjadi retak – retak pada permukaan. lihat gambar 2.15 dibawah berikut.



Gambar 2.15 Crazing / cracking

Penyebab :

- Lapisan cat sudah cukup tua.
- Pengecatan di atas cat dasar yang belum kering.
- Penggunaan thinner/solvent yang merusak permukaan cat sebelumnya.
- Coating sistem yang tidak sesuai.

Pencegahan :

Biarkan lapisan cat mengering dengan baik sebelum diberi lapisan berikutnya, pilih coating sistem yang tepat.

Perbaikan :

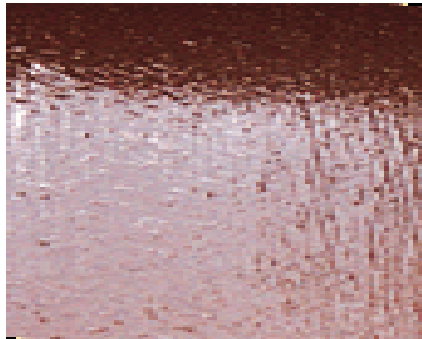
- Bila terjadinya retak – retak hanya pada lapisan atas, maka amplaslah dan kemudian dicat ulang.
- Bila terjadi pada cat yang tua, maka keroklah seluruh lapisan catnya dan lakukan pengecatan ulang.

2.9.10. *Brush Mark*

Penyebabnya :

Umumnya karena cat tidak dapat mengalir dengan rata setelah dilapiskan. Meni (premier) dan cat dasar yang padat pigment biasanya meninggalkan garis bekas kuas setelah dilapiskan. Garis – garis bekas kuas bisa juga disebabkan oleh. Adapun bentuknya seperti pada gambar 2.16 dibawah berikut :

- Pelapisan cat yang kurang rata atau teliti.
- Kuas disapukan pada cat sebelumnya yang sudah mulai mengering.
- Pemakaian cat yang terlalu kental.
- Pemakaian cat dengan kuas yang kotor.



2.16 *Brush Mark*

Pencegahan :

- Encerkan cat sesuai dengan anjuran.
- Lapiskan cat dengan cepat namun rata. Jangan melapisi ulang diatas cat yang mulai mengering.
- Pakai kuas yang baik dan bersih.

Perbaikan :
Setelah cat kering, gosoklah dengan kertas amplas kemudian cat ulang.

2.10 Sandblasting

proses pembersihan permukaan yang dilakukan yaitu dengan menggunakan metode *abrasive blast cleaning*, untuk mendapatkan kekasaran permukaan sesuai dengan tingkatan yang diinginkan. Kekasaran permukaan material ditentukan oleh beberapa hal, yaitu:

- Ukuran partikel *abrasive*
- Kekerasan bahan *abrasive*
- Karakteristik ketahanan *abrasive*
- Jenis dan bentuk *abrasive*

Ukuran partikel *abrasive* yang besar akan masuk lebih dalam, tetapi akan membersihkan permukaan lebih sedikit. Dan apabila dipakai ukuran *abrasive* yang halus saja, tidak akan mendapatkan tingkat kekasaran yang dikehendaki. Pemilihan ukuran *abrasive* ditentukan oleh kondisi atau keadaan dari profil permukaan material. Untuk mendapatkan hasil yang baik, ukuran *abrasive* yang digunakan adalah 0,2 mm sampai 1,8 mm.

Kekasaran dari bahan *abrasive* dan kekasaran yang dihasilkannya berikut lama penggunaannya adalah perpaduan kesemuanya. *Abrasive* yang keras akan masuk lebih dalam dan lebih cepat daripada yang menggunakan bahan yang lunak atau kasar. Bahan *abrasive* haruslah lebih keras daripada bahan yang akan di *blasting*. Menurut bahannya *abrasive particles* (partikel-partikel *abrasive*) dapat dikelompokkan, yaitu:

- *Metallic*, misal: *copper slag, cast steel, iron shot*
- *Syntetic*, misal: *aluminium oxide*
- *Silicons (sand)*, misal: *quartz, silica*

Pada proses penggunaan *blasting* otomatis, *abrasive* dipakai berulang-ulang. Ketahanan *abrasive* sangat penting sehingga supaya efektif diperlukan bahan yang tingkat

ketahanannya lama. Apabila bahan abrasivenya mudah pecah, maka debunya juga akan lebih banyak, sehingga memerlukan pekerjaan tambahan untuk menghilangkan debu selain masa pemakaiannya akan singkat.

Jenis dan bentuk partikel *abrasive* akan mempengaruhi kekasaran permukaan. Jenis *shot* berbentuk bulat atau lonjong, dan akan menghasilkan kekasaran permukaan yang tumpul. Jenis ini efisien hanya untuk menghilangkan kerak besi dan karat yang tebal. Jenis *grit* berbentuk tajam dan akan menghasilkan kekasaran permukaan yang tajam. Bentuk permukaan seperti ini dibutuhkan kebanyakan jenis cat. Pasir dan *slag* memberikan kekasaran permukaan antara hasil *grit* dan *shot*.

Untuk pemeriksaan kekasaran permukaan yang tepat diperlukan ketrampilan dari tenaga ahli, disamping peralatan yang memadai. Untuk mengukur kekasaran permukaan dapat dipakai alat pembanding kekasaran permukaan seperti *keane tator*, *elemtex coupon*, atau *ruo test*.

Referensi : NACE, 1992 “ *Application of a Coating system*” National Association of Corrosion Enginer, Houston

2.11. Cangkupan teoritis dan praktis

Cangkupan praktis merupakan fungsi dari banyak faktor, antara lain kerugian akibat kondisi permukaan, distribusi cat, prosedur aplikasi dll. Kondisi cuaca dan faktor hilang juga menjadi faktor utama dalam menentukan volume cat yang dibutuhkan untuk spesifikasi yang diberikan. Dengan menggunakan data rumus perhitungan teori tentang pengecatan yang referensinya kita ambil dari data katalog pengecatan pada merk cat “*International*” yang datanya telah kami lampirkan pada lembar lampiran pada skripsi saya ini. Maka disini saya akan uraikan beberapa rumus dari metode *theoretical coating* yang secara umum biasa digunakan oleh beberapa produsen cat kapal dalam dunia perkapalan. Yaitu

diantaranya adalah rumus dalam menghitung, ataupun menentukan nilai dari *volum solids* sebuah merk cat tertentu, menghitung nilai *theoretical spray rate*, nilai *loss factor* tiap-tiap kondisi tertentu, dan lain-lain. Sehingga dari dasar materi dan metode tersebut, penulis nantinya bisa melakukan perbandingan tentang proses pengecatan yang sedang diteliti. Sehingga nantinya catatan ini dimaksudkan bisa digunakan untuk memandu penulis baik dalam aplikasi penilaian kerugian cat secara real maupun dalam perhitungan teoritis serta menganalisa hasilnya dan juga menyimpulkan tentang hasil dari penelitian yang sedang dilakukan. Adapun teknik dan pendekatan yang kami uraikan dari katalog cat "*International*" merupakan perhitungan yang diadopsi dari *International Marine Coatings* yang merupakan induk dari organisasi pengecatan di seluruh dunia

Secara tradisional, angka ini dihitung dari formulasi cat, tapi karena ini tidak memperhitungkan faktor-faktor seperti pengepakan pigmen, pelarut retensi, atau film kontraksi, maka nilai yang dilahirkan sedikit berbeda dengan apa yang diperoleh dalam praktek. Dan juga karena faktor-faktor ini bervariasi nilainya antara jenis cat satu dengan yang lain, maka volume zat padat yang dihitung dapat membuat sebagian orang meremehkan. Maka untuk mengatasi masalah ini, didalam metode yang kami uraikan dalam skripsi kami ini menggunakan metode yang lebih praktis untuk produsen cat yaitu dengan adanya "Volume padatan".

adapun beberapa beberapa istilah dalam pengecatan dan rumusnya antara lain :

- volume padatan (*solids volume*) :
adalah rasio volume yang tidak dapat menguap dari komponen total volume basah

$$\text{Volume padatan} = \frac{\text{diukur DFT} \times 100}{\text{diukur WFT}}$$

Volume padatan (+ thinner)

$$\left\{ \frac{\text{volum solid cat} \times 100\%}{100 \% + \% \text{ thinner}} \right\}$$

- DFT (*dry film thickness*)
adalah suatu ketebalan cat pada kondisi mengering
- WFT (*wet film thickness*)
adalah ketebalan cat pada kondisi masih basah.
rumus perhitungan:

Wet Film Thickness

$$\frac{\{ \text{Dry Film Thickness} \times (100 \% + \% \text{ thinner}) \}}{\% \text{ Solid volume}}$$

- *Theoretical Spray Rate*
adalah kemampuan rata-rata untuk 1 liter cat dengan ketebalan tertentu untuk menutup luas permukaan suatu benda. umunya tiap-tiap merk cat sudah memiliki daftar nilainya sendiri-sendiri

rumus perhitungan:

$$\text{TSR} = \frac{\text{volume solids \%} \times 10}{\text{Dry film thickness (micron)}} \quad (\text{m}^2/\text{liter})$$

Atau

$$\text{TSR} = \frac{\text{volume solids \%} \times 16.3}{\text{Dry film thickness (mill)}}$$

$$(\text{ft}^2 / \text{u.s gallon})$$

Keterangan:

1 mill = 25.4 micron

Perhitungan ini diasumsikan bahwa permukaan objek smooth (rata). Tapi pada prakteknya masih harus

diperhitungkan faktor kerugiannya (*loss factor/ consumption factor*)

- *Theoretical Coating*

Adalah suatu perhitungan teori yang digunakan untuk penghitung jumlah cat yang disemprotkan dalam luasan tertentu.

rumus perhitungan:

$$\textit{Theoretical Coating} = \text{luasan WSA} / \text{TSR}$$

- *Practical Coating*

Adalah suatu perhitungan teori yang digunakan untuk penghitung jumlah cat yang disemprotkan dalam luasan tertentu. setelah ditambah dengan *coating factor*

rumus perhitungan:

$$\textit{Practical Coating} = \textit{Theoretical Coating} \times \textit{Coating Faktor}$$

- *Coating factor*

Factor kelebihan yang harus ditambahkan pada saat mengecat agar kebutuhannya bisa pas. Penambahan ini dilakukan dikarenakan adanya factor hilang pada waktu proses pengecatan

Rumus perhitungan

$$\textit{Coating Factor} = 1 / \textit{Lost Factor}$$

$$\textit{Contoh : Coating Factor} = 1 / \textit{Lost Factor}$$

$$= 1 / 0,7$$

$$= 1,43$$

2.12 Distribusi Cat

Dalam proses pengecatan jumlah cat yang disemprotkan atau didistribusikan ke permukaan cat yang akan dicat, tidak

akan secara penuh atau tidak akan pernah mungkin terdistribusikan ke permukaan suatu cat secara penuh seratus persen, karena hal ini disebabkan adanya factor hilang pada saat penyemprotan . Maka dari itu cat tambahan digunakan atas perhitungan dari tingkat penyebaran teoritis yang sangat bergantung pada metode pengaplikasiannya. Yaitu *brush*, pengerolan maupun penyemprotan, dan juga pada jenis struktur yang sedang dicat. Sebuah bentuk (tanpa komplikasi) sederhana dengan proporsi tinggi dari permukaan datar seharusnya tidak memiliki factor hilang yang besar tetapi jika ada pengeras atau *open lattice work* terlibat maka jelas kerugian akan menjadi tinggi.

Perkiraan over-aplikasi yang disarankan sebagai berikut :

Brush & Roller

Struktur sederhana
Kompleks struktur
(termasuk mantel stripe)

“Rugi”

5 %
10% - 15%

Semprot

Struktur sederhana
Kompleks struktur

“Rugi”

20 %
60% untuk lapisan tunggal
(termasuk mantel stripe)
40 % untuk dua lapis
30% untuk tiga mantel

diambil dari: katalog cat merk “International”

Yang mana sebenarnya bila pekerjaan pengecatan di tempat terbuka ini disemprotkan, maka tidak ada perkiraan realistis yang dapat dibuat untuk kerugian distribusi cat. Dalam kasus-kasus khusus apabila setiap ketebalan pada semua titik diukur, maka kerugian distribusi mungkin akan lebih besar dari yang telah disebutkan di atas

2.13 Nilai *loss* pada distribusi cat dari beberapa kondisi

Ada sebuah nilai *loss* dari pengecatan selama proses pengaplikasian dari pengecatan tersebut. Sebagai contoh adalah nilai hilang dari pengecatan karena cat yang tertetes jatuh ke tanah dari proses pengecatan baik dengan menggunakan metode roll maupun kuas selama proses pentransferan dari wadah/kaleng cat menuju permukaan benda yang dicat tersebut. Dengan melihat tersebut maka bisa diabaikan sebagai sebuah kontribusi yang berarti dari keseluruhan nilai *loss* tersebut. Penggunaan alat bantu bisa digunakan untuk memperluas jangkauan pengecatan namun dapat meningkatkan jenis kerugiannya. Dalam beberapa kasus ekstrim nilainya *loss* nya bisa mencapai sebesar 5%.

ketika pengaplikasiannya dengan menggunakan metode spray, terjadinya nilai *loss* adalah suatu hal yang tak dapat terelakan dan nilai besarnya tersebut tergantung pada bentuk struktur yang sedang dicat, bersamaan itu juga tergantung pada kondisi cuaca atau nilai kecepatan angin pada lingkungan pengecatan tersebut.

Berikut nilai *loss spray* dari beberapa kondisi :

<u>Kondisi lingkungan</u>	<u>Rugi</u>
Didalam ruangan dengan ventilasi yang baik	5 %
Diluar ruangan dengan keadaan udara statis	5% - 10%
Diluar ruangan dengan lingkungan berangin	lebih dari 20%

referensi: katalog cat merk “International”