

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN HASIL PENELITIAN



JUDUL : **PENGUKURAN KANDUNGAN VOC (*VOLATILE ORGANIC COMPOUND*) PADA APLIKASI CAT ACRYLIC BERBASIS SOLVENT**

NAMA : **Muhammad Sekhul Anwar (1509024)**
Netto Hidayanto (2610001)

PROGRAM STUDI : **TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI**
Sekolah Tinggi Manajemen Industri, JAKARTA

Jakarta, September 2015

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Dr. Ir Agus Mundiyo
NIP :195403281982031003

DR. Ir. Gatot Ibnu Santosa, DEA
NIP :195105021980031003

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

JUDUL PENELITIAN : PENGUKURAN KANDUNGAN *VOC*
(*VOLATILE ORGANIC COMPOUND*) PADA
APLIKASI CAT *ACRYLIC* BERBASIS
SOLVENT

NAMA/NIM : M. SEKHUL ANWAR (1509024)
NETTO HIDAYANTO (2610001)
PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI KIMIA INDSUTRI

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan serta dipertahankan dalam sidang tugas
akhir

Sekolah Tinggi Manajemen Industri
Kementrian Perindustrian RI
Dosen Pembimbing,

Dr. Ir Agus Mundiyo

NIP :195403281982031003

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING LABORATORIUM
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

JUDUL PENELITIAN : PENENTUAN KANDUNGAN VOC
(*VOLATILE ORGANIC COMPOUND*) PADA
APLIKASI CAT *ACRYLIC* BERBASIS
SOLVENT

NAMA/NIM : NETTO HIDAYANTO (2610001)
M. SEKHUL ANWAR (1509024)

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan serta dipertahankan dalam sidang tugas
akhir

Sekolah Tinggi Manajemen Industri
Kementerian Perindustrian RI

Pembimbing Laboratorium

(Gunawan Sulistiawan, ST)

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya Mahasiswa program studi Teknologi Kimia Industri, SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI.

Nama : Muhammad Sekhul Anwar

NIM : 1509024

Program Studi : Teknologi Kimia Industri

Dengan ini menyatakan bahwa hasil, karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul:

PENENTUAN KANDUNGAN VOC (*VOLATILE ORGANIC COMPOUND*) PADA APLIKASI CAT *ACRYLIC* BERBASIS *SOLVENT*

- Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan asisten dosen pembimbing, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tugas akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung, untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi, pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan seperti di atas, maka karya TUGAS AKHIR saya ini dibatalkan.

Jakarta, Juli 2015

Yang bertandatangan

(M. Sekhul Anwar)

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya Mahasiswa program studi Teknologi Kimia Industri, SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI.

Nama : Netto Hidayanto

NIM : 2610001

Program Studi : Teknologi Kimia Industri

Dengan ini menyatakan bahwa hasil, karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul:

PENENTUAN KANDUNGAN VOC (*VOLATILE ORGANIC COMPOUND*) PADA APLIKASI CAT ACRYLIC BERBASIS SOLVENT

- Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan asisten dosen pembimbing, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tugas akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung, untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi, pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan seperti di atas, maka karya TUGAS AKHIR saya ini dibatalkan.

Jakarta, Juli 2015

Yang bertandatangan

(Netto. H)

**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI**

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : PRA RANCANGAN PABRIK SHAMPOO DENGAN
BAHAN BAKU SODIUM LAURYL ETHER SULFONATE
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

DISUSUN OLEH

NAMA : NETTO HIDAYANTO / 2610001

PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri pada hari Senin, 09 November 2015.

Jakarta, 16 Oktober 2015

Dosen Penguji

Dosen Penguji

Dr. Ir Agus Mundiyo

NIP :195403281982031003

DR. Ir. Gatot Ibnusantosa, DEA

NIP :195105021980031003

Dosen Penguji

Dosen Penguji

Ir Roosmariharso, MBA

NIP :195405231980031004

Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM

NIP :195403281982031003

**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI**

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : PRA RANCANGAN PABRIK SHAMPOO DENGAN
BAHAN BAKU SODIUM LAURYL ETHER SULFONATE
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

DISUSUN OLEH

NAMA : MUHAMMAD SEKHUL ANWAR / 1509024

PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri pada hari Senin, 09 November 2015.

Jakarta, 16 Oktober 2015

Dosen Penguji,

Dosen Penguji,

Dr. Ir Agus Mundiyo

NIP :195403281982031003

DR. Ir. Gatot Ibnusantosa, DEA

NIP :195105021980031003

Dosen Penguji,

Dosen Penguji,

Ir Roosmariharso, MBA

NIP :195405231980031004

Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM

NIP :195403281982031003

ABSTRAK

Cat acrylic menghasilkan suatu lapisan film yang khas yaitu dengan penampilan menarik yang banyak disukai oleh kebanyakan orang. Namun terdapat kandungan kadar VOC (Volatile Organic Compound) yang dapat dihitung sebagai Suatu acuan dalam bentuk nilai yang dapat diketahui, Dalam penelitian ini peneliti mengetahui cara mengukur kadar VOC pada cat Acrylic dengan memilih Toluene sebagai substansi model (Solvent Support), dikarenakan bila ingin mengetahui nilai kandungan VOC pada cat Acrylic diperlukan Toluene sebagai Solvents Support atau Solvent Pendukung.

Semakin tinggi Konsentrasi Toluene maka semakin tinggi juga nilai VOC, semakin tinggi suhu Specific Gravity maka semakin tinggi pula Nilai VOC. Dalam penelitian ini Produk cat Acrylic berbasis solvent mengandung VOC antara 220 – 247 gr/l dengan standar <420 gr/l, sehingga penelitian ini memenuhi standar, khususnya di ruang tertutup.

VOC ini merupakan salah satu sumber pencemar merugikan kehidupan manusia baik dari segi kesehatan maupun lingkungan..

Kata Kunci: VOC, Toluene , Specific Gravity, Acrylic, Solvent

ABSTRACT

Acrylic paint produces a film that is typical of the attractive appearance is much preferred by most people. But there is the content of VOC (Volatile Organic Compound) which can be calculated as a reference in the form of value that can be known, In this study, researchers know how to measure the levels of VOCs in the paint Acrylic by choosing Toluene as the substance of the model (Solvent Support), because if you want to know the value of VOC content in paint Acrylic required Toluene as Solvent Solvents Support or Support.

Toluene The higher the concentration the higher the VOC value, the higher the temperature Specific Gravity, the higher the VOC value. In this research, solvent-based acrylic paint products containing VOCs between 220-247 g / l with a standard <420 g / l, so that this research meets the standards, particularly in enclosed spaces.

VOC is one source of pollutants harm human life in terms of both health and the environment

Keywords: VOC, Toluene, Specific Gravity, Acrylic, Solvent

KATA PENGANTAR

Pertama-tama kami panjatkan puji dan syukur kami ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan hasil penelitian kami yang berjudul *“Pengukuran kandungan VOC (Volatile Organic Compound) pada aplikasi cat Acrylic berbasis Solvent”* dapat selesai pada waktunya. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium *Quality Control* PT. AkzoNobel *Car Refinishes* Indonesia yang berlokasi di Kawasan Industri Pulo Gadung, Jakarta Timur. Adapun tujuan dari penyusunan laporan penelitian ini sebagai syarat kelulusan D4 dari program studi Teknik Kimia Polimer Sekolah Tinggi Manajemen Industri, Kementerian Perindustrian, Jakarta tahun 2015.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis tidak serta merta tanpa menemukan hambatan. Banyak kendala yang penulis hadapi, namun berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, kendala-kendala tersebut dapat teratasi. Oleh karena itu, tidak lepas kami haturkan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga kami yang telah memberikan dukungan secara moril maupun materil.
2. Bapak Dr.Ir Agus Mundiyo selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Bapak DR. Gatot Ibnusantosa, DEA selaku Dosen dan Ketua program studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian.
4. Manager, Koordinator QC, dan para staf QC Laboratorium Departemen beserta karyawan dan karyawan PT AkzoNobel yang telah membantu selama masa penelitian berlangsung.
5. Bapak Drs. Achmad Zawawi, M.A, M.M selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian.
6. Teman-teman program studi TKP terkhusus angkatan 2009 pagi dan malam, 2010 pagi, 2011 pagi, teman-teman kost yang telah melewati banyak sekali kebersamaan bersama penulis.
7. Teman-teman seperjuangan mahasiswa dan mahasiswi STMI.

8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan yang telah turut mendukung dan membantu penulis baik moril maupun materil.

Penulis sangat banyak kekurangan, baik referensi, pengetahuan serta penulisan dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini. Oleh karena itu kritik yang membangun dan saran kami dari berbagai pihak sangat diharapkan untuk perbaikannya.

Akhirnya penulis mengucapkan banyak terima kasih atas perhatiannya.

Jakarta, September 2015

Penulis

DAFTAR ISI**HALAMAN**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING LABORATORIUM.....	iv
LEMBAR AGENDA BIMBINGAN	iv
ABSTRAK.....	ivi
<i>ABSTRACT</i>	ivii
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 VOC (<i>Volatile Organic Compound</i>)	6
2.1.1 Definisi VOC.....	6
2.1.2 Klasifikasi VOC	6
2.1.3 VOC sebagai salah satu zat pencemar	7
2.2 Resin	8
2.2.1 Resin <i>Acrylic</i>	9

2.3	<i>Solvent</i>	11
	2.3.1. <i>Toluene</i>	12
2.4	Karakteristik Cat.....	19
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	22
	3.2.1 Alat dan instrument	22
	3.2.2 Bahan-bahan.....	23
3.3	Metode Penelitian.....	24
3.4	Rancangan Penelitian.....	25
	3.4.1 Variabel Tetap	25
	3.4.2 Variabel Berubah.....	25
3.5	Tahapan Pengukuran kadar VOC.....	26
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1	Hasil Penelitian	27
4.2	Pembahasan.....	30
BAB V	PENUTUP	32
5.1	Kesimpulan	32
5.2	Saran	32
	DAFTAR PUSTAKA.....	32

DAFTAR TABEL	HALAMAN
Tabel 1 Senyawa Organik VOC.....	7
Tabel 2 Karakteristik sistem-sistem cat.....	15
Tabel 3 Kelebihan dan kekurangan cat PU 2 komponen.....	20
Tabel 4 Hasil Perhitungan VOC	28

DAFTAR GAMBAR	HALAMAN
Gambar 1 Struktur Kimia Resin <i>Acrylic</i>	11
Gambar 2 Laju perambatan O ₂ ke dalam lapisan cat.	14
Gambar 3 Mekanisme pengeringan cat secara fisik.....	16
Gambar 4 Mekanisme pengeringan cat secara oksidasi.....	17
Gambar 5 Mekanisme pengeringan cat secara dua komponen	18
Gambar 6 <i>Density Meter</i> seri 4100 Anton Paar.	20
Gambar 7 Alat-alat gelas yang digunakan.....	21
Gambar 8 <i>Mixer</i> dan pengatur kecepatan putar	22
Gambar 9 <i>Waterbath</i>	22
Gambar 10 <i>Moisture Content Mettler Toledo HR73</i>	24

DAFTAR LAMPIRAN

1. Tabel 4 data penelitian

2. Lembar absensi bimbingan penelitian
3. Lembar pernyataan keaslian penelitian

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri cat adalah salah satu industri tertua di dunia. Sekitar 20.000 tahun lalu, manusia yang hidup di gua-gua menggunakan cat untuk kegiatan komunikasi, dekorasi dan proteksi. Mereka menggunakan material-material yang tersedia di alam seperti arang (karbon), darah, susu, dan sadapan dari tanaman-tanaman yang memiliki warna yang menarik. Yang mengejutkan, cat-cat ini mempunyai keawetan yang baik, seperti yang ditunjukkan pada lukisan gua di Altamira Spanyol, Lascaux Spanyol, cat batu orang Aborigin di *Arnhem Land* Australia, dan lukisan-lukisan prasejarah lainnya yang ditemukan.

Orang-orang Mesir kuno mengembangkan cat menjadi lebih kaya warna, mereka menemukan cat warna biru, merah, dan hitam dengan mengambilnya dari akar tanaman tertentu. Kemudian orang-orang Mesir itu menemukan kasein sebagai perekatnya. Seiring dengan waktu, manusia mulai menemukan minyak tanaman dan resin dari fosil untuk mengganti darah dan susu sebagai perekat cat. Saat ini walaupun telah ditemukan perekat/resin yang semakin baik dengan berkembangnya teknologi kimia, resin-resin natural hingga kini masih banyak dipakai.

Salah satu cara meningkatkan nilai tambah suatu bahan adalah dengan melapisi permukaan bahan tersebut dengan bahan lain yang lebih tinggi nilainya. Pengetahuan tentang pelapisan permukaan bahan, secara umum dikenal sebagai *surface coating knowledge*. Bagian ini meliputi: *metal coating (electro coating, galvanizing)*, *plastic coating*, *paper coating*, *powder coating* dan tentang cat itu sendiri. Jadi cat merupakan bagian kecil dari sebuah ilmu yang jauh lebih besar, yaitu ilmu tentang *surface coating*.

Cat adalah suatu cairan yang dipakai untuk melapisi permukaan suatu bahan dengan tujuan memperindah (*decorative*), memperkuat (*reinforcing*) atau melindungi (*protective*) bahan tersebut. Setelah dikenakan pada permukaan dan mengering, cat akan membentuk lapisan tipis yang melekat kuat dan padat pada permukaan tersebut. Pelekatan cat ke permukaan dapat dilakukan dengan banyak cara: diusapkan (*wiping*), dilumurkan, dikuas, disemprotkan (*spray*) atau dengan cara yang lain.

Cat adalah istilah umum yang digunakan untuk keluarga produk yang digunakan untuk melindungi dan memberikan warna pada suatu objek atau permukaan dengan melapisinya dengan lapisan berpigmen. Cat dapat digunakan pada hampir semua jenis objek, antara lain untuk menghasilkan karya seni (oleh pelukis untuk membuat lukisan), salutan industri (*industrial coating*), bantuan pengemudi (marka jalan), atau pengawet (untuk mencegah korosi atau kerusakan oleh air).

Cat berisi bahan kandungan cat dan bahan pewarna berupa campuran zat kimia padat dengan medium cair, digunakan sebagai lapisan proteksi atau dekorasi permukaan; akan mengering dengan oksidasi, polimerisasi dan evaporasi. Cat juga mengandung *solvent*. *Solvent* sangat berperan penting dalam halkanlarutan suatu cat. *Solvent* digunakan sebagai pelarut dari *resin*, *pigment*, *binder* sebagai bahan komponen suatu cat. Dalam hal ini sifat utama *solvent* adalah sangatlah mudah sekali menguap, sehingga terurai dan menguapmenjadi zat pencemar, dan salah satu pencemar yang akan di bahas dalam penelitian ini adalah VOC atau *Volatile Organic Compound*.

Volatile Organic Compound atau lebih dikenal dengan singkatan VOC adalah senyawa yang mengandung karbon yang menguap pada tekanan dan temperatur tertentu atau memiliki tekanan uap yang tinggi pada temperature ruang. VOC yang paling umum dikenal adalah pelarut (*solvents*), VOC jenis lainnya seperti monomer dan pewangi (*fragrance*). Kenapa VOC sangat berbahaya dan menjadi perhatian banyak kalangan, sehingga banyak Negara yang membuat peraturan khusus untuk mengurangi dampak dari VOC tersebut. Salah satu sebabnya adalah karena VOCs bereaksi dengan Nitrogen Oksida (NOx) jika

terkena sinar matahari membentuk *ground level ozone* dan asap atau kabut. Pada konsentrasi tertentu di udara, ozon dapat mempengaruhi kesehatan dan lingkungan. (Chandra Boediono, 2009).

VOC diatur dengan membatasi jumlah kandungannya didalam produk yang dapat teremisi selama proses atau penggunaan. Ada beberapa jenis peraturan yang mengatur pembatasan kandungan VOC seperti *consumer product regulations, facility regulations or facility permits*.

Konsentrasi VOC yang teremisi didalam ruangan jauh lebih tinggi jika dibandingkan diluar ruangan karena terjadi akumulasi VOC didalam ruangan tersebut. Misalnya emisi VOC oleh cat baru diaplikasikan didalam ruangan akan sangat terasa baunya bahkan bisa menyebabkan pusing atau perih dimata. Beberapa contoh produk yang mengemisi VOC dan digunakan didalam ruangan adalah cat, bahan pembersih, bahan bangunan dan furnish, mesin fotokopi, tinta, lem, spidol, dan lain-lain. Efek kesehatan dari VOC diantaranya adalah iritasi pada mata, hidung dan tenggorokkan, sakit kepala atau pusing, kehilangan koordinasi, mual, kerusakan hati, ginjal, dan sistem saraf pusat. Beberapa organik dapat menyebabkan kanker pada hewan, beberapa dicurigai atau diketahui menyebabkan kanker pada manusia. Tanda-tanda kunci atau gejala yang berhubungan dengan paparan VOC termasuk iritasi konjungtiva, ketidaknyaman hidung dan tenggorokan, sakit kepala, reaksi kulit alergi, dispnea, penurunan kadar serum kolinesterase, mual, muntah, epistaksis, kelelahan, dan pusing. Beberapa cara untuk mengurangi efek dari VOC adalah menambah ventilasi udara ketika terdapat emisi VOC, mengikuti petunjuk penggunaan pada label, jangan menyimpan kemasan dalam keadaan terbuka, buang bekas kemasan VOC dan jangan menyimpan VOC melebihi kebutuhan. *Consumer products* yang mengandung metilen klorida termasuk diantaranya adalah cat, *adhesive remover* dan cat semprot.

1) Pengertian Pencemaran Udara

Pencemaran udara menurut Peraturan Pemerintah RI no 41/1999 adalah masuknya atau dimasukkannya zat atau energi atau komponen lain kedalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ketinggian tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Pencemaran udara bisa diartikan kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti.

Prinsip dari pencemaran udara adalah bilamana dalam udara terdapat unsur-unsur pencemar (biasa disebut polutan baik primer maupun sekunder yang bersumber dari aktifitas alam dan kebanyakan dari aktifitas manusia) yang dapat mempengaruhi keseimbangan udara normal dan mengakibatkan gangguan terhadap kehidupan manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan dan benda-benda lain.

2) Sumber Pencemaran Udara

Masuknya zat pencemar ke dalam udara dapat secara alamiah, misalnya asap kebakaran hutan, akibat gunung berapi, debu meteorit dan pancaran garam dari laut ; juga sebagian besar disebabkan oleh kegiatan manusia, misalnya akibat aktivitas transportasi, industri, pembuangan sampah, baik akibat proses dekomposisi ataupun pembakaran serta kegiatan rumah tangga.

Terdapat 2 jenis pencemar yaitu sebagai berikut :

- a. Zat pencemar primer, yaitu zat kimia yang langsung mengkontaminasi udara dalam konsentrasi yang membahayakan. Zat tersebut berasal dari komponen udara alamiah seperti karbon dioksida, yang meningkat diatas konsentrasi normal, atau sesuatu yang tidak biasanya, ditemukan dalam udara, misalnya timbal.
- b. Zat pencemar sekunder, yaitu zat kimia berbahaya yang terbentuk di atmosfer melalui reaksi kimia antar komponen-komponen udara.

3) Jenis-Jenis Pencemar

- VOC, Karbonmonoksida, Oksidasi Nitrogen, Ozon, CFC dan lain-lain

1.2 Perumusan Masalah

Dalam penyusunan karya akhir ini, penulis merumuskan beberapa permasalahan yang berkaitan dengan judul penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan *Toluene* pada konsentrasi 0%, 2%, 4%, 8%, 10% di dalam aplikasi cat *acrylic* berbasis *solvent* terhadap berbagai temperatur. Temperatur yang di uji adalah pada suhu 20⁰C, 23⁰C, 25⁰C, 28⁰C?
2. Bagaimana cara mengukur *VOC Content* dengan perhitungan skala laboratorium?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui cara pengukuran dari WI (*Work Intruction*) PT. Akzo Nobel, kandungan VOC dalam cat berbasis *Acrylic* dengan memilih *Toluene* sebagai substansi model analisa .
2. Mengetahui nilai konsentrasi VOC dengan penambahan *solvent* dalam cat berbasis *Acrylic*.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan parameter atas hasil uji kandungan VOC pada produk cat berbasis *Acrylic* yang beredar di pasaran, nilai VOC yang diperoleh dapat dijadikan acuan pada aplikasi cat yang dihasilkan agar mendapatkan acuan kandungan pada suatu bahan cat berbasis *Acrylic*. diharapkan pula dapat dijadikan acuan dalam mengetahui bahaya pencemaran VOC dalam udara yang sehari hari terhirup manusia dalam pekerjaan proses pengecatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 VOC (*Volatile Organic Compound*)

Volatile Organic Compound atau lebih dikenal dengan singkatan VOC adalah senyawa yang mengandung karbon yang menguap pada tekanan dan temperatur tertentu atau memiliki tekanan uap yang tinggi pada temperatur ruang. VOC yang paling umum dikenal adalah pelarut (*solvents*).

2.1.1 Definisi VOC

Semua kandungan komponen bahan kimia organik yang dapat menguap pada suhu rendah (Biasanya Benzene dan Toluene). VOC berarti massa senyawa organik volatil, dinyatakan dalam gram/liter (g/l), dalam perumusan produk cat dalam kondisi siap pakai nya (*D. Thiel, P. Peters, L. Karlson & N. Williams, 18th May 2010*).

Banyak senyawa *Organic Volatile* memiliki karakteristik mudah menguap berubah dari fasa cair menjadi fasa gas pada temperatur ruang. Dalam hal ini Senyawa organik dalam cat berbasis *solvent* berarti setiap senyawa yang mengandung setidaknya unsur karbon dan satu atau lebih dari hidrogen, oksigen, sulfur, fosfor, silikon, nitrogen atau halogen, dengan pengecualian karbon oksida dan karbonat anorganik dan bikarbonat. Titik didih kurang dari atau sama dengan 280⁰C diukur pada tekanan standar 101,3 kPa Ini.

2.1.2 Klasifikasi VOC

Banyak senyawa organik *volatile* memiliki karakteristik mudah menguap/berubah dari fasa cair menjadi fasa gas pada temperatur ruang. Senyawa-senyawa organik yang dikategorikan dalam VOC di antaranya adalah :

Tabel 1. Senyawa Organik VOC

Senyawa	Titik Didih(°C)	Senyawa	Titik Didih(°C)
<i>Benzene</i>	80	<i>ethylmethacrylate</i>	119
<i>2-pentanone</i>	102	<i>2-picoline</i>	129
<i>Toluene</i>	111	<i>Chlorobenzene</i>	132
<i>Pyridine</i>	115	<i>ortho-xylene</i>	144
<i>4-methyl-2-pentanone</i>	116	<i>Styrene</i>	145
<i>isopropylbenzene</i>	153	<i>Bromobenzene</i>	156
<i>n-propylbenzene</i>	159	<i>1,3-and1,4-dichloromethane</i>	173
<i>2-and4-chlorotoluene</i>	162	<i>1,2-dichlorobenzene</i>	179
<i>1,2,4-trimethylbenzene</i>	169	<i>1,2,4-trichlorobenzene</i>	213

Sumber : Tegar Reza V, 2011, VOC siklus

2.1.3 Bahaya kandungan senyawa dalam VOC

Senyawa berbahaya yang terkandung dalam VOC diantaranya adalah :

a. Metilen Klorida

Metilen Klorida diketahui dapat menyebabkan kanker pada hewan. Metilen klorida juga dapat terkonversi menjadi karbon monoksida didalam tubuh yang dapat menyebabkan gejala seperti keracunan karbon monoksida. Berhati-hatilah jika menggunakan produk yang mengandung Metilen Klorida, baca instruksi penggunaan yang terdapat pada label atau MSDS secara hati-hati, dan gunakan produk tersebut pada ruangan terbuka

b. Benzen

Benzen juga merupakan salah satu VOC. Benzen dapat menyebabkan kanker pada manusia. Sumber emisi Benzen diantaranya adalah asap rokok, bahan bakar, cat, emisi dari mobil atau motor. Untuk menghindari emisi Benzen maka jangan merokok didalam ruangan atau tempat-tempat umum, siapkan ventilasi yang cukup pada saat pengecatan dan buang bekas kemasan cat atau bahan bakar.

2.1.3 VOC sebagai salah satu zat pencemar

Senyawa organik volatil menyebabkan masalah yang signifikan dalam tiga bidang utama:

- A. Masalah kesehatan yang berhubungan dengan inhalasi dari VOC di lapisan diruang tertutup.
- B. Rendahnya pembentukan tingkat ozon dari pemecahan senyawa VOC di lingkungan.
- C. VOC memiliki multiplier efek yang signifikan pada efek rumah kaca dibandingkan dengan CO₂.

Asap fotokimia dibuat ketika VOC dan NO_x bereaksi di bawah sinar matahari dan menciptakan asap coklat di atas daerah perkotaan ozon polutan sekunder bereaksi secara kimia dengan banyak sistem biologis yang menyebabkan berbagai komplikasi kesehatan Tingginya kadar VOC di ruang internal VOC terus dipancarkan dari pelapis sampai produk kering, dalam beberapa kasus ini mungkin memakan waktu beberapa bulan Efek kesehatan akut karena eksposur.

Jangka pendek untuk ozon meliputi: gejala pernapasan, peningkatan resistensi jalan nafas, peningkatan kerentanan terhadap infeksi pernapasan, dan peradangan paru.

Maka dilakukanlah penelitian yang bersinergi dengan pencemaran lingkungan,yaitu mengukur nilai VOC. Sifat fisik dan kimia dari VOC membuatnya mudah tersebar. Paparan VOC terutama dikhawatirkan terjadi di dalam ruangan. Hal ini perlu diperhatikan karena VOC yang mudah menguap tidak akan bisa keluar (terperangkap) atau mungkin sulit untuk keluar dari udara di dalam ruangan. Maka diperlukanlah pengukuran kandungan VOC dalam bentuk nilai yang dapat di ukur dan dijadikan parameter di Industri cat, khususnya di ruang lingkup laboratorium.(*Indah Sri Hardini, 2013*)

2.1.4 Standar VOC di dalam cat acrylic berbasis solvent

Standar VOC (Volatile Organic Compound) di dalam cat acrylic berbasis solvent yang telah di tetapkan oleh EU (European Union) adalah 420 gr/l.

2.2 Resin

Pada dasarnya resin adalah *polymer*, yaitu multiplikasi dari *monomer*. Resin bertanggung jawab untuk banyak sifat pada lapisan cat. Dengan demikian, sifat cat biasanya dapat diidentifikasi secara umum oleh jenis resinnya. Sifat lapisan cat yang erat kaitannya dengan resin adalah:

- a) Mekanisme dan waktu pengeringan
- b) Kinerja dalam lingkungan yang berbeda
- c) Kinerja pada substrat yang berbeda
- d) Kompatibilitas dengan berbagai jenis lapisan
- e) Fleksibilitas dan daya tahan
- f) Resistensi terhadap cuaca
- g) Adhesi (kerekatan)
- h) Kemudahan aplikasi dan perbaikan
- i) Sifat aplikasi (pembasahan, pembangun, *pot life* dll)

Beberapa jenis resin diantaranya:

- *Acrylic*, yaitu resin dari golongan senyawa akrilat.
- *Alkyd*, yaitu resin sintetis yang terbuat dari asam dikarboksilat, seperti asam ftalat, dan diol atau trio.
- *Epoxy*, yaitu resin *thermosetting* kelas prepolimer reaktif dan polimer yang mengandung gugus epoksida.
- *Amino*, yaitu resin *thermosetting* sintetis yang dibentuk oleh kopolimerisasi amina atau amida dengan aldehida.
- *Polyisocyanate*, yaitu resin yang mengandung gugus *isocyanate* yang biasa digunakan bersama resin lain yang mengandung *polyol* menghasilkan reaksi pembentukan *polyurethane*.

Selanjutnya akan dibahas lebih lanjut mengenai resin *acrylic* yang merupakan bahan dasar cat yang dipakai dalam penelitian ini.

2.2.1 Resin Acrylic

Jenis cat yang dipakai dalam penelitian ini adalah cat *acrylic* yaitu cat berbahan dasar resin *acrylic*. Resin *acrylic* adalah kelompok polimer *termoplastic* atau *thermosetting* yang berasal dari asam akrilat, asam metakrilat atau senyawa terkait lainnya yang biasa digunakan untuk memproduksi cat, karet sintetis, dan plastik. *Termoplastic* adalah sifat polimer yang berubah menjadi cair bila dipanaskan dan menjadi padat ketika didinginkan, sedangkan *thermosetting* adalah sifat polimer yang mengeras secara permanen pada aplikasi dengan suhu dan tekanan tertentu.

Acrylic merupakan istilah umum untuk salah satu dari plastik (resin) yang dihasilkan melalui reaksi kimia dengan menerapkan polimerisasi inisiator dan panas untuk monomer secara langsung dalam pelarut yang memiliki parameter kelarutan mirip dengan polimer. Pelarut termasuk aromatik yang umum digunakan seperti toluena dan xylene, keton dan ester. Resin *acrylic* biasanya terdiri dari sekitar 30% sampai 50% padatan dengan *viskositas* mulai dari ratusan hingga seribu *centipoise*. Dalam beberapa tahun kemudian, versi 100% padatan menjadi populer karena cukup mengurangi biaya produksi. Salah satu karakteristik utama *acrylic* adalah transparansi yang tinggi dan ketahanan terhadap cuaca yang tinggi, warnanya tidak mudah menjadi kuning atau rusak saat terkena sinar matahari.

Resin *acrylic thermoplastic* adalah polimer *acrylic* yang dipolimerisasi langsung dalam pelarut yang sesuai dan membentuk sebuah film hanya dengan penguapan pelarut. Resin jenis ini tidak perlu teroksidasi atau adanya *cross-linked* untuk mengeras tahan lama. Bersifat cepat dalam pengeringan, tetapi mereka permanen tetap larut. Resin *acrylic* biasanya disertakan dalam pelarut yang kuat seperti *toluena*, *xylene*, atau metil etil keton. Merupakan larutan jelas, tidak berwarna dan jika dibiarkan tidak berpigmen, juga akan kering dan membentuk film tidak berwarna. Sering digunakan dalam bentuk tidak berpigmen sebagai pelindung lapisan plastik dan logam yang telah dipoles seperti kuningan. Polimer *acrylic thermoplastic* cukup reaktif dan akibatnya stabil saat dicampur dengan pigmen, *extender*, dan warna. Tidak bersifat menghitamkan bubuk logam, seperti aluminium.

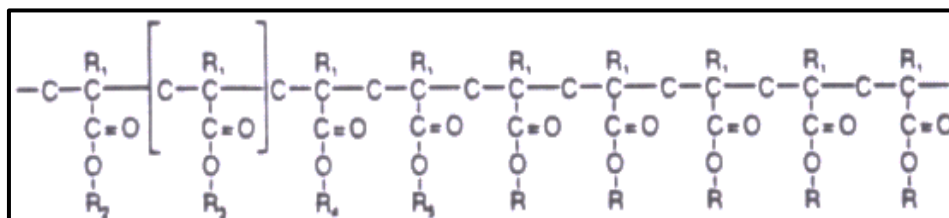
Resin *acrylic thermosetting* yang komposisinya sangat mirip dengan jenis *acrylic thermoplastic* dengan pengecualian bahwa resin ini mengandung kelompok fungsional, seperti karboksil atau hidroksil, yang mampu bereaksi dengan polimer lain atau bahan multifungsi monomer untuk menghasilkan struktur jaringan tiga dimensi. Sifat mekanik polimer *acrylic thermoplastic* untuk pelapisan umumnya ditingkatkan dengan meningkatkan bobot molekular (MW), namun polimer dengan produk MW terlalu tinggi menghasilkan larutan *viskositas* tinggi yang tidak stabil. Sebuah alternatif untuk meningkatkan sifat film adalah dengan menggunakan polimer *acrylic thermosetting*. Reaksi silang (*cross linked*) terjadi setelah cat telah diaplikasikan pada substrat, dan pada keadaan panas, maka dari sini munculah istilah "*termoset*".

Beberapa kelebihan dari resin *acrylic* dibandingkan jenis resin lain antara lain:

- ✓ Kekuatan perlindungan yang baik
- ✓ Sifat tahan air
- ✓ *Adhesi* yang sangat baik
- ✓ *Blocking* (mencegah reaksi kontaminasi zat lain) yang baik
- ✓ Ketahanan retak dan terik baik
- ✓ Resistensi terhadap pembersih alkali

Sedangkan beberapa kelemahan dari resin *acrylic*, yaitu:

- Ketahanan yang kurang baik terhadap *solvent* dan panas yang tinggi (>100°C)



Gambar 1. Struktur Kimia Resin *Acrylic*

2.3 *Solvent*

Solvent adalah zat berwujud cairan (*liquid*) dan bersifat volatil (mudah menguap). *Solvent* berupa pelarut organik digunakan untuk melarutkan bahan resin dan mengurangi viskositas produk agar aplikasi lebih mudah. *Solvent* juga akan membantu meratakan, pengeringan, daya tahan, dan adhesi. Karena jenis polimer dalam formulasi yang berbeda-beda maka tingkat kelarutan juga bervariasi, beberapa resin memerlukan pelarut lebih kuat dan atau lebih besar jumlahnya dari pada komponen lainnya untuk melarutkan secara sempurna. Dalam kebanyakan cat berbasis air, air hanya bersifat sebagai penyebar dibandingkan sebagai agen pelarut.

Campuran *solvent* umumnya digunakan dalam cat untuk mencapai semua sifat yang diinginkan dari suatu cat. Campuran *solvent* tersebut harus benar-benar dapat merusak sistem pengikat yang terjadi dalam cat dan harus seimbang untuk memastikan kompatibilitas dan stabilitas selama tahap pengeringan. Campuran yang tidak benar dapat mengakibatkan film berawan, pigmen mengapung ke permukaan film basah, atau mengurangi daya tahan lapisan film.

Solvent dalam komponen cat memiliki beberapa fungsi penting, yaitu:

1. Melarutkan resin dan komponen lain dalam cat.
2. Menurunkan sifat kekentalan cat.
3. Memudahkan pada saat proses produksi dibandingkan dengan menggunakan bahan dasar air.
4. Memudahkan saat aplikasi cat.

Beberapa contoh *solvent* yang digunakan dalam industri cat, antara lain:

- Golongan Hidrokarbon : *Xylene, Toluene*

- Golongan Keton : MEK (Metil Etil Keton)
- Golongan Alkohol : Butanol, Propanol

Pada saat pengukuran VOC, diperlukan *solvent sebagai* substansi model analisa. *Solvent* yang baik harus memiliki kandungan air yang sangat kecil biasanya kurang dari 400 ppm dan memiliki Titik Didih 110⁰C. Hal ini sangat penting karena dapat mempengaruhi kualitas cat dalam hal homogenitas. Maka digunakan *Toluene* sebagai *solvent* pendukung pengukuran VOC.

2.3.1 *Toluene*

Toluene dikenal sebagai *metilbenzena* ataupun *fenilmetana*, adalah cairan bening tak berwarna yang tak larut dalam air, dengan aroma seperti pengencer cat, dan berbau harum seperti *benzene*.

Toluene (C₇H₈) adalah senyawa hidrokarbon aromatik yang tidak berwarna. *Toluene* memiliki sifat sedikit mudah terbakar, Hidrokarbon aromatik yang digunakan secara luas dalam stok umpan *industry* dan juga sebagai pelarut. Seperti pelarut pelarut lainnya *Toluene* juga digunakan sebagai obat Inhalan oleh karena sifatnya yang memabukkan. Penggunaan Senyawa *Toluene* dalam Dunia Industri. Dalam dunia industri, *Toluene* digunakan sebagai bahan dasar untuk membentuk senyawa organik baru seperti benzena dan sebagainya. Senyawa ini juga digunakan dalam pembuatan polimer untuk produksi nilon, botol soda plastik, Polyurethanes (kelompok polimer termoplastik), pewarna, kosmetik, dan sebagainya. Orang yang bekerja dalam industri yang memproduksi produk tersebut berisiko tinggi untuk terpapar. *Toluene* memiliki risiko terpapar lewat kontak kulit maupun inhalasi.

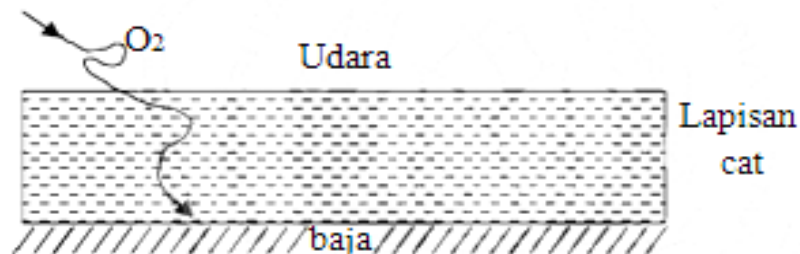
Sifat fisika dari *Toluene* :

- | | |
|----------------|------------------------|
| 1. Fisik | : Berbentuk cair |
| 2. Warna | : Jernih, Bening |
| 3. Titik Didih | : 110,8 ⁰ C |
| 4. Titik Lebur | : -493 ⁰ C |

5. *Density* : 0,9700 kg/l
6. Massa Molar : 92,14 g/mol
7. Kelarutan dalam Air : 0,47 g/l (20-25⁰C)

2.4 Karakteristik Cat

Lapisan cat kering tebalnya diharapkan mempunyai umur panjang dan dapat membatasi masuknya udara, butir air, dan ion yang agresif ke permukaan substrat. Walaupun banyak lapisan cat yang dapat ditembus ion-ion seperti khlorida, sulfat dan karbonat, belum ada lapisan cat yang sepenuhnya mampu menghalangi oksigen atau air. Bila tiba saatnya oksigen atau air akan berhasil mencapai permukaan logam dan dengan demikian lapisan cat tidak mampu menghalangi reaksi katoda. Dapat dilihat pada gambar 2. laju pertambahan O₂ ke dalam lapisan cat.



Gambar 2. Laju perambatan O₂ ke dalam lapisan cat

Proses perambatan O₂ atau unsur lain pada permukaan cat. O₂ lambat laun akan mencapai permukaan substrat seperti baja yang dapat mengakibatkan korosi. Cat yang kontak dengan udara menggantungkan pengendalian korosinya pada pigmen, cat seperti ini harus mampu menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan yang sangat beragam dan berubah-ubah dengan cepat. Lapisan cat bukan saja berubah-ubah dan terjadi pemuaian termal pada logam atau substrat yang dilindungi. Perubahan-perubahan kelembaban relatif akan mendatangkan siklus-basah kering yang dapat menyebabkan cat melepuh atau retak dan radiasi ultra violet akan menurunkan mutu permukaan cat. Ion-ion agresif di udara yang terpolusi mungkin langsung menyerang cat atau mengurangi pH air hujan yang

jatuh ke permukaan dicat. Ini dapat menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan kimia pada pigmen atau bahan pengikat yang berakibat terurainya lapisan cat. Ketika cat semakin tua, oksidasi yang terus-menerus terhadap bahan pengikat dan hilangnya lapisan mengkilap akan menambah permeabilitas cat dan cat mudah tererosi, akibatnya semakin banyak yang hilang.

Sistem cat yang digunakan di dalam air mungkin mempunyai lapisan primer berpigmen, misalnya zink anorganik, mungkin juga tidak tetapi lapisan paling atas bergantung pada absorpsi air dan koefisien transmisi yang sangat rendah untuk menahan masuknya elektrolit ke permukaan logam. Ikatan antara lapisan cat dan logam yang dilindungi harus kuat dan meliputi seluruh permukaan untuk mencegah kerusakan akibat osmosis. Untuk karakteristik sistem-sistem cat dapat dilihat pada tabel 2, dibawah ini :

Tabel 2. Karakteristik Sistem-sistem cat

Jenis Pengikat	Cara Pengeringan	Kekuatan Terhadap Asam	Ketahanan Terhadap Basa	Ketahanan Terhadap Air	Ketahanan Terhadap Pelarut	Ketahanan Terhadap Udara Luar
Minyak rami mentah	Polimerisasi udara	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Buruk
Minyak rami masak	Polimerisasi udara	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Buruk
Resin Vinil	Evaporasi Udara	Baik	Baik	Baik	Buruk	Baik
Karet Chlor	Evaporasi Udara	Baik	Baik	Baik	Buruk	Baik
Campuran Urea	Polimerisasi Kondensasi udara	Cukup	Cukup	Baik	Baik	Cukup
Jenis Pengikat	Cara Pengeringan	Kekuatan Terhadap Asam	Ketahanan Terhadap Basa	Ketahanan Terhadap Air	Ketahanan Terhadap Pelarut	Ketahanan Terhadap Udara Luar

Campuran Melamin	Polimerisasi Kondensasi udara	Cukup	Cukup	Baik	Baik	Cukup
Amino Epoksid	Penambahan pemanasan	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik

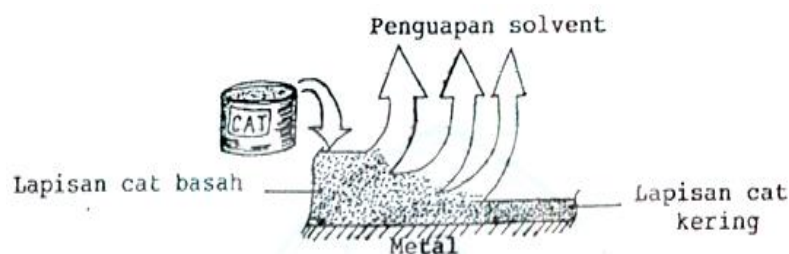
Sumber : Sugiyanto, Ir. MM, 2009, *Prinsip dasar pengecatan*

Cat harus mudah diperhalus atau diperbaiki, tahan terhadap serangan jamur dan bakteri dan mampu mempertahankan keindahannya dalam waktu yang cukup lama. Itulah sebabnya cat diaplikasikan lebih dari selapis. Secara umum semakin tebal, semakin kuat perlindungan yang diberikan. Lubang-lubang sangat kecil (pori-pori) pada cat harus dihindari karena bisa sangat berbahaya dan merusak hasil aplikasi cat.

Dalam pengecatan dikenal dua cara mekanisme pengeringan cat, yaitu :

A. Pengeringan secara fisika (*Physical Drying*)

Pengeringan secara fisika adalah pengeringan dengan proses alami. Umumnya cat ini diproduksi dalam bentuk satu komponen dimana bahan perekat, zat pewarna / pigmen, pelarut sudah dicampur menjadi satu kemasan. Cat ini mudah mengering dan membentuk suatu lapisan secara alami setelah proses penguapan dari zat pelarut (*solvent*) seperti terlihat pada gambar di bawah ini. Dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mekanisme pengeringan cat secara fisik

Pengeringan secara fisika mempunyai sifat- sifat sebagai berikut :

- *Reversible*

Yaitu cat dapat kembali dalam bentuk semula walaupun pengecatan sudah berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun, cat ini mudah larut kembali oleh pelarut tertentu.

- *Solvent Sensitive*

Yaitu cat yang sangat peka / sensitif terhadap pelarut yang kuat dari pelarutnya sendiri.

- *Thermoplastic*

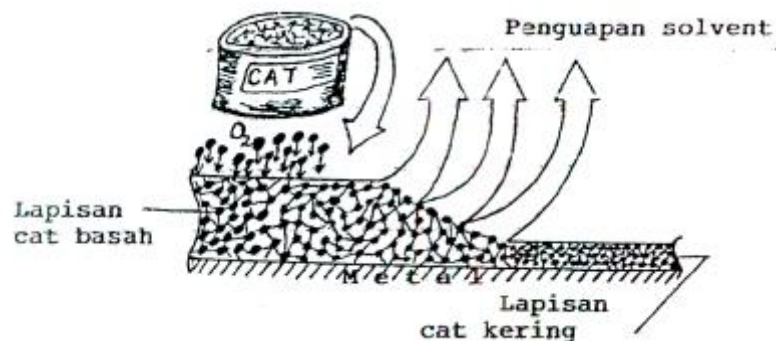
Yaitu cat mudah menjadi atau lentur pada temperatur tertentu.

B. Pengeringan secara kimia (*Chemical Drying*)

Pengeringan secara kimia adalah proses pengeringan yang terjadi akibat proses kimia dari unsur cat itu sendiri. Pengeringan ini terbagi dalam beberapa macam :

- Reaksi oksigen (O_2)/proses oksidasi

Pada udara terbuka komponen-komponen akan membentuk suatu lapisan cat, sedang oksigen (O_2) sebagai penghantar (oksidasi) seperti pada Gambar 4.

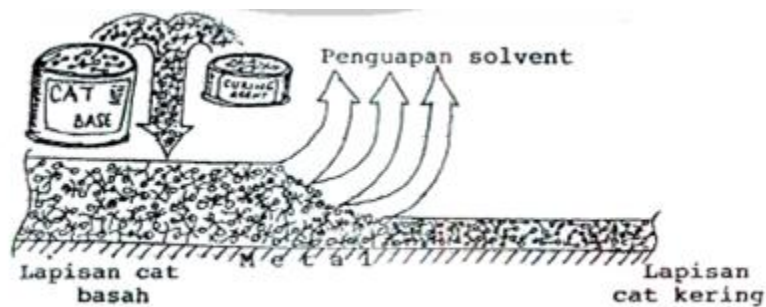


Gambar 4. Mekanisme pengeringan cat proses oksidasi

- Reaksi Dua Komponen

Yaitu cat yang mempunyai dua komponen, dimana bahan perekat, zat pewarna dan pelarut dipisahkan dalam dua kemasan yang disebut *base* (dasar) dan *curing agent* (pengering) atau *hardener*. Bila akan digunakan cat itu baru

dicampurkan, dan akan membentuk suatu lapisan keras karena proses campuran dua komponen tersebut. Pencampuran antara *base* dan *hardener* harus seimbang sesuai dengan petunjuk, bila tidak dapat berakibat cat tidak mengering atau lunak. dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Mekanisme pengeringan cat dua komponen

Reaksi dengan CO_2 dalam udara atau reaksi dalam satu komponen dengan jalan memanaskan permukaan dengan panas yang tinggi.

Pengeringan secara kimia mempunyai sifat sebagai berikut :

- *Non Reversible*
Yaitu cat yang telah mengering tidak dapat kembali dalam bentuk semula, tidak mudah dilarutkan kembali oleh pelarut tertentu.
- *Solvent Resistant*
Cat sangat tahan terhadap pelarut yang lebih kuat dari pelarutnya sendiri dengan catatan cat dalam kondisi benar-benar kering.
- *Non Thermoplastic*
Cat tidak akan lunak atau lentur pada *temperature* tertentu.

Untuk mempercepat proses pengeringan dilakukan pemanasan / pemanggangan (untuk jenis cat tertentu) dan mengalirkan udara. Pengecatan dilakukan dengan berlapis-lapis sesuai dengan kondisi lingkungan dan fungsi catnya. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan pada dasarnya susunan cat tersebut sebagai berikut :

1. *Top Coat*: Berfungsi sebagai *dekoratif* dan pelindung
2. *Building Coat*: Berfungsi untuk penebalan
3. *Sealer*: Berfungsi sebagai pelindung primer
4. *Primer*: Berfungsi sebagai anti *corrosive* dan pengikat

Adapun kelebihan dan kekurangan dari cat *Acrylic* dua komponen dipaparkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kelebihan dan kekurangan cat *Acrylic* dua komponen

Kelebihan	Kekurangan
<ol style="list-style-type: none"> 1. Rendah VOC. 2. Ketahanan yang baik terhadap <i>solvent</i>. 3. <i>Hardness</i> dan <i>fleksibility</i> yang baik. 4. <i>Gloss</i> yang tinggi. 5. Daya tahan yang baik. 6. Ketahanan yang baik terhadap abrasi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Toksisitas yang tinggi, memerlukan perlindungan khusus. 2. Sensitif terhadap air, <i>gloss</i> dapat turun. 3. Membutuhkan seorang yang cukup ahli dalam pengaplikasian. 4. Waktu <i>potlife</i> terbatas. 5. Harga relatif mahal.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan pada tanggal 20 Februari 2013 sampai 20 April 2013 di Laboratorium *Quality Control* PT. AkzoNobel *Car Refinishes Indonesia* yang berlokasi di Jalan Pulo Gadung no.37 Kawasan Industri Pulo Gadung Jakarta Timur. Penelitian ini dapat dikatakan hampir tidak menemukan kendala yang begitu besar karena Laboratorium QC PT. AkzoNobel memiliki instrumentasi yang cukup lengkap yang mendukung berlangsungnya penelitian ini.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat maupun instrumentasi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan milik PT. Akzo Nobel yang dipinjamkan selama penelitian. Sedangkan bahan baku yang digunakan pada penelitian ini kami dapatkan dari *supplier* X.

3.2.1 Alat dan instrument

Alat-alat dan instrument yang digunakan meliputi:

A. *Density Meter 4100* seri *Anton Phaar*

Gambar *Density Meter 4100* seri *anton phaar* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. *Density Meter 4100* seri *anton phaar*.

Pada Prinsipnya *Density Meter* adalah *sample* masuk mengisi U-Tube menghasilkan frekuensi resonansi berdasarkan *volume*.

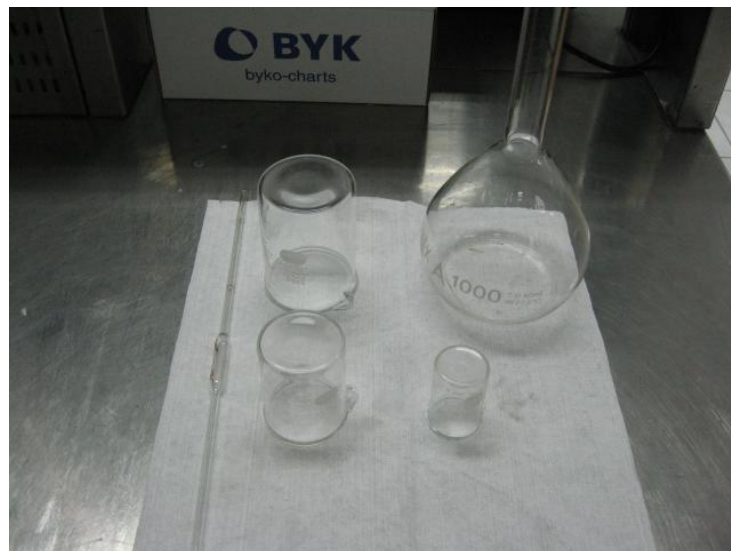
Prosedur alat ini adalah :

1. Membersihkan dan mengeringkan *measuring tube*
2. Meng-*inject syringe* yang berisi kira-kira 10 ml *Sample*.
3. Menekan tombol "**PUMP**". Tanda asterik menunjukkan *pump* aktif atau berfungsi.
4. Menekan tombol "**RESET**" jika tulisan "**READY**" tidak tampil di layar. Kemudian tekan tombol "**PUMP**" selama 2 detik. Tulisan "**PURGE CHECK**" akan muncul di layar.
5. Instrument akan *switch off* secara otomatis jika *measuring tube* telah kering. Pada saat yang sama akan terdengar *audio signal*.
6. Meng-Klik "**START**" lalu akan muncul hasilnya.

B. Cawan Plat

C. Gelas Beaker 250 ml

Gambar Gelas *Beaker* 250 ml dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Alat-alat gelas yang digunakan.

D. Mixer (pengaduk) dilengkapi pengatur kecepatan putar

Gambar *mixer* atau pengaduk dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. *Mixer* dan pengatur kecepatan putar.

F. Alat *Waterbath Controller*

Waterbath adalah Alat yang digunakan untuk menyesuaikan suhu pada sampel yang akan di analisa dengan mengatur temperatur yang diinginkan.

Prosedur alat ini adalah :

1. Power Switch On

1.1 Menekan tombol *power ON*.

2. Setting Equipment

2.1 Mengatur suhu yang diinginkan.

2.2 Memilih mode pengukuran *Manual (M)* pada *display temperature*



Gambar 9. *Waterbath*

G. Alat *Solid Content Moisture Halogen seri Mettler Toledo HR73*

Prinsip Kerja alat *Moisture Halogen Mettler Toledo HR73* adalah Penentuan kadar padatan yang terkandung dalam suatu zat dengan metode pemanasan berdasarkan temperature yang di tentukan..

Prosedur alat ini adalah :

3. *Power Switch On*

1.1 Menekan tombol *power ON*.

4. *Setting Equipment*

4.1 Mengatur suhu yang diinginkan.

4.2 Memilih mode pengukuran *Manual (M)* atau *automatic (4)*.

5. *Measuring Sample*

3.1 Menekan Tombol **⬆** untuk membuka *sample chamber*.

3.2 Meletakkan *sample* pada cawan *plate* dan tekan tombol “**TARE**”.

3.3 Setelah selesai tare timbang sampel +/- 1gr dan tekan tombol “**START**”.

3.4 Pengukuran dimulai dan tunggu beberapa saat hingga muncul hasil pada *display Moisture Content Mettler Toledo HR73* yang digunakan dalam penelitian ini, dapat di lihat pada gambar 9.

Pada penelitian penentuan kadar VOC, alat ini dipakai untuk menentukan kandungan *volatile* yang terkandung dalam sample cat *acrylic* dengan *Toluene* sebagai model analisa nya.



Gambar 10. *Moisture Content Mettler Toledo HR7*

3.2.2 Bahan-bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Bahan baku utama, yaitu :
 - a. Cat *acrylic* berbasis *solvent* tipe dua komponen dari merk Z berbagai warna
2. Bahan tambahan
 - a. Pelarut organik : *Toluene*

3.3 Metode Penelitian

Adapun metode yang dipakai pada pengerjaan penelitian ini, adalah :

1. Standar pengukuran VOC berdasarkan *Work Instruction* (WI) yang berlaku di PT.AkzoNobel.

2. Pengujian *Solid Content* (perbandingan berat sample sesudah dikeringkan) terhadap *sample* sebelum dikeringkan berdasarkan ASTM D2369-10^{E1}, (*Determination of the solid content*)
3. Pengujian *Specific Gravity* (perbandingan berat *sample*) terhadap volume berdasarkan ASTM 4052-09, (*Standard test method for density of liquids by digital density meter*)
4. Penambahan Konsentrasi *Toluene* yang variatif , yang bertujuan untuk mengetahui nilai VOC.

3.4 Rancangan Penelitian

Penelitian ini termasuk ke dalam kategori penelitian korelasi yang melibatkan dua variabel yaitu variabel tetap dan variable berubah.

3.4.1 Variabel tetap

Variabel tetap merupakan variabel yang dibuat tidak berubah selama penelitian berlangsung. Penelitian ini menggunakan variable tetap sebagai berikut :

- Kelembapan (Rh) pada ruangan analisa : 73%
- Suhu (T) pada ruangan analisa : 23°C
- Suhu (T_{op}) pada alat *Moisture Content* : 120⁰C

3.4.2 Variabel berubah

Variabel berubah adalah variabel yang divariasikan pada tiap penelitian agar didapat hasil yang diinginkan. Pada penelitian ini, variabel tersebut adalah sebagai berikut.

- Konsentrasi larutan Toluene PA (*Pure Analysis*) : 0%, 2%, 4%, 8%,10%.

- Suhu yang variatif pada pengukuran *Specific Gravity*, yaitu (20⁰C, 23⁰C, 25⁰C, 28⁰C). Variasi suhu tersebut adalah sebagai temperatur ruang pada VOC yang menguap.

3.5 Tahapan pengukuran kadar VOC dalam pada aplikasi cat *Acrylic* berbasis *Solvent*

Tahapan pengukuran yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan cawan plat sebanyak 20 buah. Pastikan kondisi steril, bersih dan bebas minyak.
2. Mengaduk sampel cat *Acrylic* terlebih dahulu, pastikan merata.
3. Menambahkan *Toluene* pada sampel cat *Acrylic* dengan prosentase yang bervariasi, yaitu: 0%, 2%, 4%, 8%, 10%.
4. Mengukur densitas sampel cat *Acrylic* pada masing-masing temperatur yaitu: 20⁰C, 23⁰C, 25⁰C, 28⁰C.
5. Menimbang sampel cat *Acrylic* dalam cawan plat sebanyak 20 buah
6. Melakukan Pengukuran *Solid Content* pada pengaturan suhu 120⁰C pada masing-masing sampel dalam waktu otomatis antara 3-4 menit.
7. Melakukan pencatatan hasil SC yang diperoleh.
8. Melakukan pencatatan masing- masing hasil *Spesific gravity* yang diperoleh.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian ini terdapat 4 variabel suhu (20°C , 23°C , 25°C , 28°C) dan 5 variabel konsentrasi (0%, 2%, 4%, 8%, 10%). Sehingga dilakukan 20 perlakuan dengan 20 hasil yang terdiri atas nilai VOC. Kemudian hasil pengukuran nilai VOC terhadap variabel-variabel tersebut disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan VOC

T($^{\circ}\text{C}$)	Measure	Toluene 0% STD	Toluene 2%	Toluene 4%	Toluene 8%	Toluene 10%
20	<i>Weight sample (gr)</i>	0.647	0.5518	0.6028	0.5222	0.5814
	SG	1.0008	0.9991	0.9977	0.9961	0.9938
	SC	77.98%	77.77%	77.61%	76.55%	76.45%
	VOC (g/l)	220.376	222.100	223.385	233.585	234.040
23	<i>Weight sample (gr)</i>	0.589	0.5579	0.5896	0.5722	0.5477
	SG	0.9987	0.9954	0.9949	0.9927	0.9897
	SC	76.40%	76.24%	76.11%	76.03%	75.81%
	VOC (g/l)	235.69	236.51	237.68	237.95	239.41
25	<i>Weight sample (gr)</i>	0.587	0.5335	0.5335	0.5569	0.5926
	SG	0.9945	0.9920	0.9904	0.9885	0.9864
	SC	76.81%	76.44%	76.22%	76.06%	75.93%
	VOC (g/l)	230.62	233.72	235.52	236.65	237.43

28	Weight sample (gr)	0.571	0.5987	0.5579	0.6100	0.5773
	SG	0.9897	0.9876	0.9864	0.9854	0.9848
	SC	75.88%	75.61%	75.49%	75.07%	74.82%
	VOC (g/l)	238.72	240.88	241.77	245.66	247.97

Kondisi ruang pada saat pengukuran:

- Suhu (T) : 23°C
- Kelembapan (Rh) : 73%

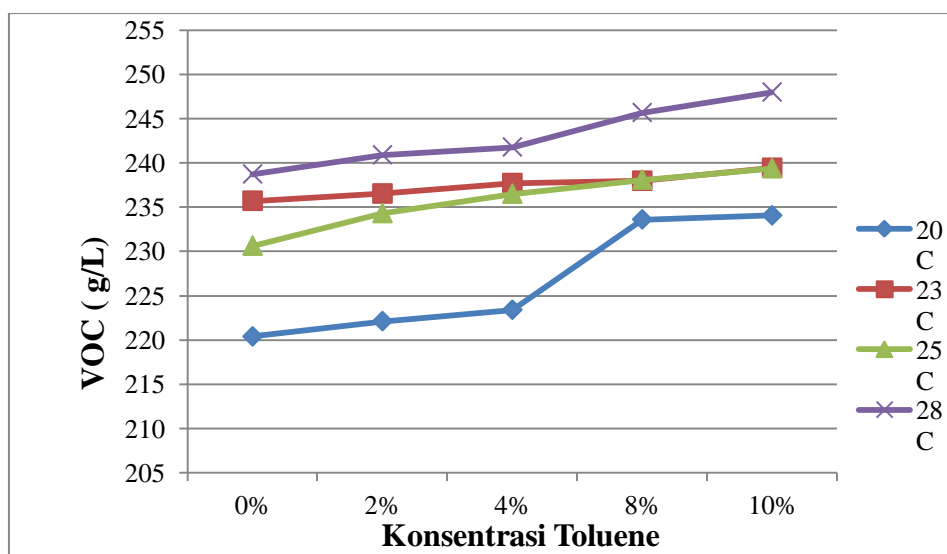
Keterangan:

- SG (*Specific Gravity*)
- SC (*Solid Content*)
- T (Temperatur)

Perhitungan :

$$\text{VOC} = ((100 - \text{SC} (\%)) \times \text{Specific Gravity} \times 1000 \text{ gr/l})$$

Pada grafik di bawah ini menjelaskan hubungan antara nilai VOC dengan penambahan konsentrasi Toluene



Grafik 1. Hubungan antara nilai VOC dengan penambahan konsentrasi *Toluen*

4.2 Pembahasan

Dalam penelitian ini kami mengukur kadar VOC pada cat *acrylic* dengan memilih *Toluene* sebagai substansi model untuk mengetahui nilai kandungan VOC yang terdapat pada cat tersebut.

Banyak Solvent yang dijadikan model substansi untuk mengetahui nilai VOC, diantaranya *Buthyl Acetate*, *Acetone*, *Toluene*. Dalam penelitian ini *Solvent* yang di pilih adalah *Toluene* karena memiliki titik didih 110°C yang mendekati suhu 120°C , dimana temperatur 120°C adalah temperatur yang dijadikan standar temperatur oven panel *body* mobil sesudah aplikasi cat *acrylic*.

Dari grafik 1. Diatas dilakukan pengukuran *Spesific gravity* 20°C , 23°C , 25°C , 28°C adalah kondisi pada iklim tertentu di berbagai Negara. Contohnya Negara tropis cocok dengan suhu 25°C jadi pengukuran kandungan VOC diukur pada *Spesific Gravity* pada suhu 25°C . Grafik 1. diatas menunjukkan hasil dari nilai VOC yang semakin naik, dikarenakan penambahan konsentrasi *Toluene* yang bersifat *Volatile*.

Dari grafik 1, di dapatkan nilai VOC antar 220-247 g/l, Penambahan Konsentrasi *Toluene* ternyata menambah nilai VOC, begitu juga *Specific Gravity* akan menambah Nilai VOC jika suhu *Spesific Gravity* semakin naik.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan hasil penelitian yang didapat, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam penelitian ini peneliti mengetahui cara mengukur kadar VOC pada cat *Acrylic* dengan memilih *Toluene* sebagai substansi model (*Solvent Support*), dikarenakan bila ingin mengetahui nilai kandungan VOC pada cat *Acrylic* diperlukan *Toluene* sebagai *Solvents Support* atau *solvent* pendukung.
2. Semakin tinggi Konsentrasi *Toluene* maka semakin tinggi juga nilai VOC, semakin tinggi suhu *Specific Gravity* maka semakin tinggi pula Nilai VOC. Dalam penelitian ini Produk cat *Acrylic* berbasis solvent mengandung VOC antara 220 – 247 gr/l di PT.AKZONOBEL, sehingga penelitian ini memenuhi standar, khususnya di ruang tertutup.

5.2 Saran

1. Mengingat produk cat telah di ekspor, dan temperatur disetiap negara belahan dunia bervariasi maka disarankan dilakukan penelitian dengan variasi temperatur untuk Negara subtropics maupun suhu dibawah 0⁰C,. Dikarenakan penelitian ini hanya sebatas suhu 20⁰C, 23⁰C, 25⁰C, 28⁰C penyesuaian suhu lokal yang beriklim tropis.
2. Karena bahaya pencemaran *Acrylic* sebagai *solvent base* yang cukup tinggi, disarankan dilakukan penelitian-penelitian VOC yang memberikan dampak terhadap lingkungan, dikarenakan penelitian ini hanya sebatas pengukuran nilai VOC di ruang tertutup

DAFTAR PUSTAKA

- Brugman, E.S, 2007, *Determination of The VOC Content- part 1 Method*, Sassenheim.
- Hage, E.R.E. van der 2013, *Determination of the VOC content*, ASTM D3960-05 International, Sassenheim.
- Henk van den Haak, 2014, *Acrylic and Vinyl resins*, ASTM International, Sassenheim.
- J. John Brezinski, *Manual on determination of volatile organic compound (VOC) content in paints, inks, and related coating products 2nd edition*, ASTM Manual series MNL 4 second edition
- J.Koleske., 1995, *Paint and Coating Testing Manual*, ASTM International, Pennsylvania.
- Smit, M.J. 2013, *Determination of the solid content*, ASTM D2369-10^{E1} International, Sassenheim.
- Sugiyanto, 2001, *Prinsip dasar pengecatan*, Jakarta: PT.Pustaka
- .