

**ANALISA PELAPISAN MATERIAL ABS DAN CAT  
UVILON MENGGUNAKAN METODE UV COATING  
UNTUK MENGETAHUI KARAKTERISTIK DAN SIFAT  
MEKANIK LAPISAN**



**TUGAS AHIR**

**Di susun sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar**

**Sarjana S-1 pada jurusan Teknik Mesin**

**Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Semarang**

**Di Susun Oleh:**

**Eko Puji Haryanto**

**C2A214008**

**JURUSAN TEKNIK MESIN LINTAS JALUR**

**UNIVERSITAS MUHAMMADYAH SEMARANG**

**2016**

**ABSTRAK**

**ANALISA PELAPISAN MATERIAL ABS DAN CAT UVILON  
MENGUNAKAN METODE UV COATING UNTUK MENGETAHUI  
KARAKTERISTIK DAN SIFAT MEKANIK LAPISAN**

Disusun oleh :

Eko Puji Haryanto

C2A214008

Pertumbuhan industri kemasan tahun ini di perkirakan tumbuh 10% di banding tahun lalu. Omzet bisa mencapai Rp 44 Triliun, hal ini di sebabkan pertumbuhan industri penguna yang makin marak di sampaikan oleh Indonesia *Packaging Industri Federation* (IPF) oleh Ariana Syusanti dalam majalah Tempo 13 Maret 2016. Dari jumlah itu 53% diantaranya adalah kemasan kosmetik, farmasi dan elektronik. Pada kemasan kosmetik 40 % kemasan ini di *UV Coating*. Tujuan dari *UV Coating* sendiri adalah Untuk dapat meningkatkan sifat permukaan benda yang di lapisi. Sifat permukaan tersebut di harapkan dapat melindungi terhadap goresan, tahan terhadap noda, tahan terhadap cuaca, bisa memberikan efek *gloss*, dan satin. Pada proses *UV Coating* untuk proses *Hard Coat* agar hasil *UV Coating* bisa maksimal, maka dalam proses pengeringanya harus sesuai dengan standart pengeringan. Dalam proses *UV Coating* dalam *manufacturing* masih banyak di jumpai *reject* akibat temperatur pengeringan proses *UV Coating* yang tidak sesuai salah satunya adalah *cross cut test* lepas dan baret. Hal ini di sebabkan karena daya rekat (cat mengelupas) dan kekerasan (baret) yang tidak bagus.. Hal ini di sebabkan karena pemakaian temperatur lampu *UV* yang tidak sesuai. Pada penelitian ini bermaksud mencari parameter atau standar temperatur yang di gunakan dengan temperatur 50°C ke bawah, 60°C sampai 80°C dan 90°C agar sifat kekerasan dan daya rekat sesuai dengan standat *quality* yang di inginkan, sehingga resiko *reject* akibat proses *UV Coating* bisa berkurang. Sehingga di

temukan standar panas proses pengeringan yaitu dengan temperatur 60°C sampai 80°C, yang hasil pengujian kekerasan dan daya rekat paling bagus dalam proses *UV Coating* dengan cat jenis *uvilon*, sehingga dapat di implimentasikan pada proses *UV Coating*.

Kata kunci : Temperatur, *UV Coating*, *uvilon*, *croos cut*

### ABSTRAK

#### ANALYSIS OF ABS MATERIAL COATING AND PAINT COATING UV UVILON METODE TO DETERMINE THE CHARACTERISTICS AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE LAYER

*Comiled by :*

Eko Puji Haryanto

C2A214008

The growt of the packagig industry this year is expe3cted to grow10% over last year. Turnover can reach Rp 44 triliun,this is due to the growth of user industries are increasingly rampant delivered by Indonesia Packaging Industri Federation(IPF) oleh Ariana Syusanti, in Tempo magazine due 13 March 2016. Of that number53% are cosmetic packaging, pharmaceutical, electronics. On the Packaging of cosmetic 40% of this packaging in UV Coating. The purpose of UV Coating is to improve the surface properties of the coated. The surface properties are expected to protect agains scraches, stain resistant, weather resistant, can provide efec gloss, and satin. The procces for UV Coating procceses for hard coat procces so that the process can be a maximum UV Coating, then the process should use the standart curring drying. In this study to find a standard parameter used to temperature 50 degrees down, 60 to 80 degrees, above 90 degrees in order the hardness and adhesion properties in accordance with the desired quality standard, so the risk reject do the UV Coating can be reduced. So it was found that

the standard temperature drying with the temperature 60°C sampai 80°C, the results of testing hardness and adhesion to most good that can be used in the proses UV Coating.

Keyword : Temperatur, UV Coating, uvilon, croos cut



**ANALISA PELAPISAN MATERIAL ABS DAN CAT  
UVILON MENGGUNAKAN METODE UV COATING  
UNTUK MENGETAHUI KARAKTERISTIK DAN SIFAT  
MEKANIK LAPISAN**

Disusun oleh :

**Eko Puji Haryanto**

**C2A214008**

Program Study S1 Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Semarang (UNIMUS)

Menyetujui

Tim Pembimbing

Tanggal.....

Ka. Prodi Teknik Mesin UNIMUS

~~Rubijanto JP, S.T, M.T~~

NIK : 286.102.6091

Pembimbing I

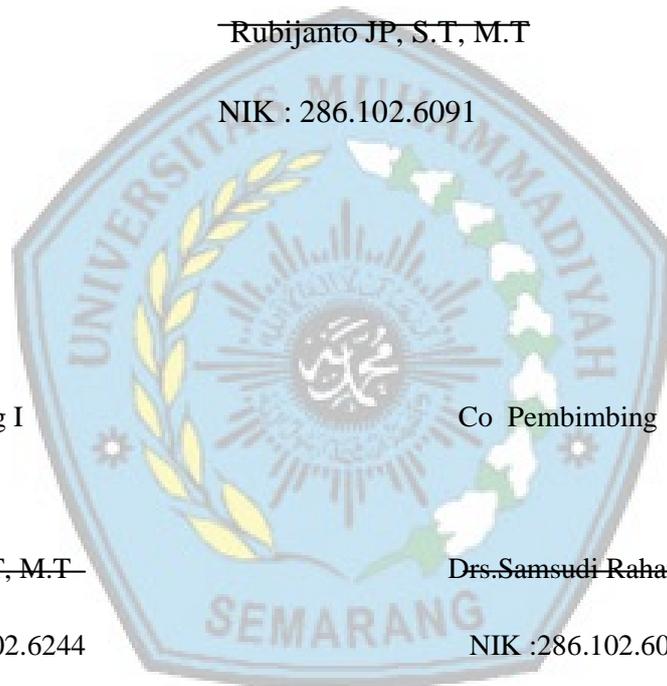
Co Pembimbing

~~Solechan ST, M.T~~

~~Drs.Samsudi Raharjo, S.T, M.T, M.M.~~

NIK : 286.102.6244

NIK :286.102.6098



## SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Eko Puji Haryanto  
: C2A214008  
NIM : Teknik/ Teknik Mesin  
Fakultas/Jurusan : Tugas Ahir  
Jenis Penelitian : **ANALISA PELAPISAN MATERIAL ABS DAN CAT UVILON  
MENGUNAKAN METODE UV COATING UNTUK  
MENCETAHUI KARAKTERISTIK DAN SIFAT MEKANIK**  
Judul  
Email : [ekopujiharyantoh@gmail.com](mailto:ekopujiharyantoh@gmail.com)

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk :

1. Memberikan hak bebas royalti kepada UNIMUS atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan.
2. Memberikan hak penyimpanan, mengalih mediakan, atau mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan, serta menampilkan dalam bentuk soft copy untuk kepentingan akademis UNIMUS, tanpa perlu meminta ijin dari saya selama saya tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak perpustakaan UNIMUS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguhnya dan semoga dapat di gunakan sebagai mana mestinya.

Semarang, September 2016

Yang menyatakan,

Eko Puji Haryanto

**SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

: Eko Puji Haryanto  
Nama : C2A214008  
NIM : Teknik/ Teknik Mesin  
Fakultas/Jurusan : Tugas Ahir  
Jenis Penelitian : **ANALISA PELAPISAN MATERIAL ABS DAN CAT UVILON  
MENGUNAKAN METODE UV COATING UNTUK  
MENCETAHUI KARAKTERISTIK DAN SIFAT MEKANIK**  
Judul

Email : [ekopujiharyantoh@gmail.com](mailto:ekopujiharyantoh@gmail.com)

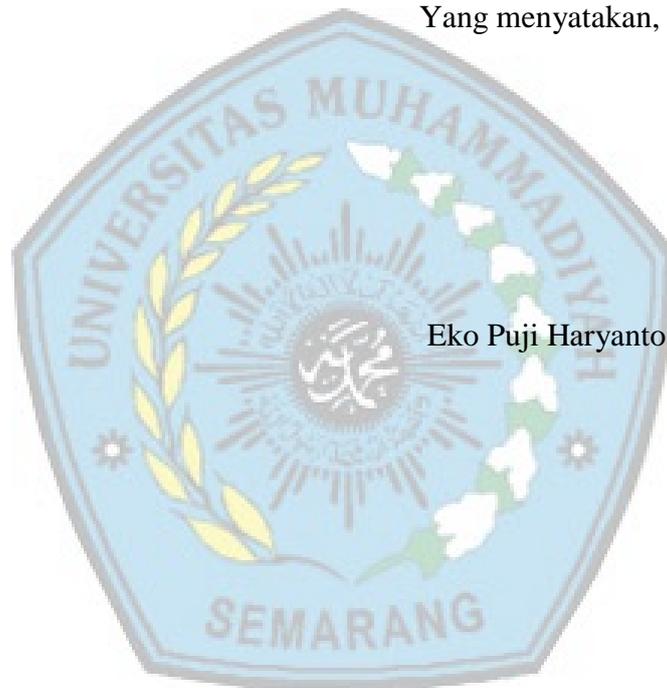
Menyatakan bahwa tugas ahir dengan judul tersebut belum pernah di publikasikan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Semarang. Tugas Ahir ini

saya susun berdasarkan norma akademik dan bukan hasil plagiat. Adapun kutipan di dalam Tugas Akhir ini telah di sesuaikan dengan tata cara penulisan karya ilmiah dengan menyertakan pembuat/penulis dan telah di cantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila di kemudian hari ternyata terbukti pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menerima konsekwensinya.

Semarang, September 2016

Yang menyatakan,



### **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas segala nikmat dan karunia-Nya yang telah di berikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisa Pelapisan Material *ABS* dan *Cat Uvilon* Menggunakan Metode *UV Coating* Untuk Mengetahui Karakteristik dan sifat Mekanik Lapisan”. Adapun maksud dari penyusunan Tugas Akhir adalah sebagai persyaratan bagi penulis untuk menyelesaikan Program Sarjan Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Semarang. Penyusunan Tugas Akhir ini tidak mungkin terselesaikan dengan baik tanpa ada bimbingan, nasehat,serta bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan yang baik ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kepada kedua Orang tua dan istri tercinta beserta kedua anak saya yang telah memberikan supportnya dan Doa-doanya.
2. Bapak Bagus Irawan, S.T, M.Si Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang.
3. Bapak Rubijanto JP, S.T, M.T Selaku Ka.Prodi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang.
4. Bapak Muh. Amin S.T, M.T Selaku Koodinator Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang.
5. Bapak Solechan S.T, M.T dan Drs Samsudi Raharjo S.T, M.T, M.M dan sebagai dosen pembimbing dan dosen Co pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam membuat Tugas Akhir ini, untuk itu penulis mengharapkan segala partisipasi semua pihak untuk memberikan saran demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Semoga Allah membalas semua kebaikan yang telah di berikan oleh semua pihak. Dan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan penulis kususny.

Semarang, September 2016

Penulis



### **MOTTO**

“Tuntutlah ilmu sampe negri Cina, karena sesungguhnya menuntut ilmu itu  
wajib atas tiap-tiap muslim”

Allah akan meningkatkan derajat orang-orang beriman di antara kamu dan orang-orang yang memiliki ilmu pengetahuan (Al-Mujadillah:11)



**PERSEMBAHAN**

Atas rahmad dan ridho Allah SWT, Tugas Ahir ini Penulis persembahkan kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta yang tak henti-hentinya mendoakan kepada Allah SWT, agar cepat selesai dan membawa berkah setiap langkah yang saya jalani.
2. Istri dan kedua anakku tercinta yang telah mensupport habis –habisan yang tidak ternilai.
3. Terima kasih kepada dosen pembimbing dan seluruh dosen fakultas teknik.
4. Semua kawan-kawan Teknik Mesin Lintas Jalur angkatan 2015 yang telah menjalani study dengan duka dan suka bersama selama ini.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
MOTTO.....	ix
PERSEMBAHAN.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xvii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat .....	5

1.6 Sistematika Penulisan.....	5
--------------------------------	---

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 UV Coating.....	6
2.2 Proses- Proses Dalam UV Coating.....	6
2.2.1 Proses Spray.....	6
2.2.2 UV Curring.....	7
2.3 Material Plastik Dalam Proses UV Coating.....	10
2.4 Sifat-sifat Material.....	11
2.4.1 Struktur Mikro.....	11
2.5 Proses Pengujian SEM.....	16
2.5.1 Proses Pengujian SEM.....	16
2.5.2 Hasil Penelitian SEM.....	17
2.6 Proses Pengujian EDX.....	21
2.7 Proses pengujian Kekerasan.....	21
2.7.1 Pengertian Kekerasan.....	21
2.7.2 Hasilpengujian Kekerasan.....	25
2.8 Pengujian Daya Rekat.....	27
2.8.1 Pengertian Uji Daya Rekat.....	27
2.8.2 Referensi Uji Daya Rekat.....	30

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir Penelitian.....	32
3.2 Bahan Dan Alat Penelitian.....	33
3.2.1 Bahan Penelitian.....	33
3.2.2 Alat Penelitian.....	34
3.3 Prosedur Pengujian.....	37
3.3.1 proses Pengujian Ketebalan Cat.....	37
3.3.2 Proses Pengujian SEM dan EDX.....	38
3.3.3 Proses pengujian Kekerasan.....	39
3.3.4 Proses Pengujian daya Rekat.....	39
3.4 Variable Penelitian.....	41
3.4.1 Variable Bebas.....	41
3.4.2 Variable Tetap.....	41
3.4.3 Variable Tetap.....	41
3.5 Analisa Data.....	42

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1 pengujian Ketebalan Cat.....	45
4.2 Pengujian SEM.....	47
4.2.1 Panas 50°C.....	47
4.2.2 Panas 70°C.....	48
4.2.3 Panas 90°C.....	48
4.3 Pengujian EDX.....	49
4.4 Pengujian Vicker MicrohardnesTest.....	51
4.5 Pengujian Cross Cut Test Tape.....	54

**BAB V KESIMPULAN**

Baba V Kesimpulan dan Saran.....55

**DAFTAR PUSTAKA**

Daftar Pustaka.....56



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Spray.....	7
Gambar 2.2 Jarak Lampu UV.....	10
Gambar2.3 Contoh Ikatan rantaiKarbon.....	12
Gambar 2.4 Alumina.....	13
Gambar 2.5 Siklus SO <sub>3</sub> .....	15
Gambar 2.6 Cara Kerja SEM.....	16
Gambar 2.7 Campuran Cairan Padat.....	18
Gambar 2.8 Fase Cairan Padat.....	18
Gambar 2.9 Perkembangan distribusi Cairan Padat.....	19
Gambar 2.10 Metode Brinner.....	20
Gambar 2.11 Metode Vickers.....	22
Gambar 2.12 Indentor Diamon Keramik.....	23
Gambar 2.13 Skema proses Pelapisan plastik.....	24
Gambar 2.14 Grafik Hubungan Temperatur dan Panas.....	26
Gambar 2.15 Posisi Pemberian Tape.....	27
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	32
Gambar 3.2 Paint Thickness Tester.....	34

Gambar 3.3 SEM.....	35
Gambar 3.4 Microhardness.....	36
Gambar 3.5 Alat Cross Cut Test Tape.....	37
Gambar 3.6 Pemberian Nomor Pengukuran Ketebalan.....	38
Gambar 3.7 Sayatan dan Posisi Tape.....	40
Gambar 4.1 Grafik Ketebalan Cat.....	46
Gambar 4.2 Struktur Mikro Panas UV 50 derajat.....	47
Gambar 4.3 Struktur Mikro Panas UV 70 derajat.....	48
Gambar 4.4 Struktur Mikro Panas UV 90 derajat.....	48
Gambar 4.5 Grafik Vickers Test.....	52
Gambar 4.6 Grafik Cross Cut Tape.....	54

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1.1 Data NCN Bulan September.....	2
Tabel 2.1 Klasifikasi Hasil Tes Daya Rekat.....	29
Tabel 3.1 Diskripsi pengujian Kekerasan.....	43
Tabel 3.2 Diskripsi pengujian SEM dan EDX.....	43
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran dengan paint tickness Tester.....	45
Tabel 4.2 Hasil Pengujian EDX.....	50

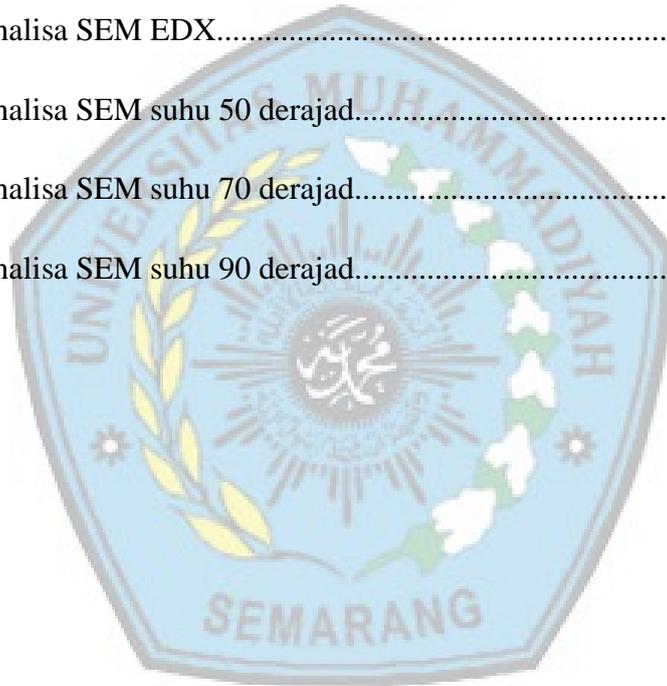
Tabel 4.3 Pengujian Kekerasan Vickers Test.....51

Tabel 4.4 Pengujian Croos Cut Test Tape.....53



## DAFTAR LAMPIRAN

Daftar Hadir Seminar Tugas Akhir.....	a
Catatan Konsultasi.....	b
Hasil Analisa Microhardness.....	c
Hasil Analisa SEM EDX.....	d
Hasil Analisa SEM suhu 50 derajat.....	e
Hasil Analisa SEM suhu 70 derajat.....	f
Hasil Analisa SEM suhu 90 derajat.....	g





## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

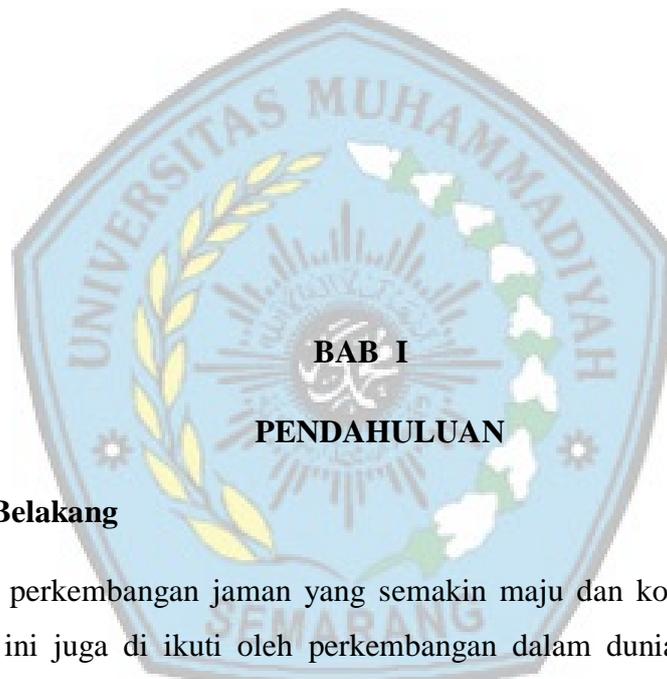
<b>Singkatan</b>	<b>Nama</b>
UV	Ultraviolet
RN	Reject Notice
QC	Quality Control
ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene
MDF	Medium density Fiberboard
SEM	Scanning Electron Microscope

EDX	Energy Dispersive Xray Spectroscopy
VHN	Vickers Hardness Number
ISO	International Organization For Standarization
ASTM	American Society For Testing Material

### LAMBANG

C	Karbon
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Alumina
SO <sub>3</sub>	Sulfur Trioksida
Cl	Clorida
SiO <sub>2</sub>	Silica Dioksida





## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan jaman yang semakin maju dan kompetitif, di semua sektor, hal ini juga di ikuti oleh perkembangan dalam dunia industri. Banyak perusahaan berlomba - lomba menciptakan hasil produksi yang lebih efektif, berkualitas, efisien, dan mempunyai standar quality yang bagus. Salah satunya adalah PT Techpack Asia adalah perusahaan *manufacture* yang bergerak di bidang *plastic packaging* yang memproduksi dari bahan bijih plastik menjadi produk jadi, yang 100 % adalah hasil produksinya berupa kemasan kosmetik dari proses *injection*, hingga menjadi barang jadi siap kirim ke *customer* dari kutipan materi *Workshoop Frist Line Manager* (Sriyati, 2014).

Di PT. TECHPACK ASIA terdapat proses pengecatan dengan menggunakan cat jenis *uvilon*, yang pengeringannya hanya bisa menggunakan temperatur lampu UV yang sering disebut juga proses *UV Coating*. Sistem pengecatan cat dengan jenis cat *uvilon*, di permukaan produksi yang sistem pengeringannya hanya bisa di keringkan dengan *sinar ultraviolet* atau sinar UV. Permukaan produksi di cat agar tidak gampang baret / *scrath* (bekas goresan akibat gesekan atau benturan dengan benda lain apabila di lap tidak bisa hilang ), mengelupas, tahan terhadap pengaruh noda atau zat kimia yang lain, pewarnaan. Proses pengecatan berupa produk kemasan kosmetik berbentuk *compact*, *face powder*, *pot powder*, dan produk kemasan *lipstick*.

Proses pengecatan cat jenis *uvilon* yang hanya pengeringannya bisa di keringkan dengan sinar *ultraviolet (UV)* biasanya tidak ada standar yang pasti mengenai besar temperatur lampu *ultraviolet (UV)* yang di gunakan baik di perusahaan maupun diluar perusahaan, sehingga perlu adanya ukuran temperatur lampu *ultraviolet* yang di gunakan agar temperatur minimal dengan satuan derajat *Celcius* sampai angka berapa temperatur maximal sebagai standar, sehingga lapisan *film* yang terdapat di permukaan produksi plastik bebas dari baret, mengelupas, tahan terhadap noda atau bahan kimia lain, daya rekat cat yang baik. Dalam kutipan buku *UV Coating* menyebutkan adanya belum ada standar yang pasti karena proses pemakaian temperatur *lampu ultraviolet* berdasarkan dengan kebiasaan sehari – hari (Gatot W, 2013).

**Tabel 1.1** Data *RN Quality Control Departement UV Coating* Bulan September 2015 ( *Quality Control Techpack, 2015*)

Kerusakan	Rusak	Jumlah yang bermasalah	%	Di tahan	Jumlah yang bermasalah	%
Fleks	1	21500	15%	1	7000	6%
Mengelupas	1	18400	18%	1	6500	8%
kotor cat	1	13250	15%	1	7300	12%
Baret	2	34000	17%	1	11000	8%
Jig	1	13000	24%	1	3000	12%

bintik	2	45000	15%	1	5700	10%
flek oil	2	22000	9%	1	8000	10%
total RN	10			total OH	7	

Dari data di atas dapat diketahui masih adanya baret dan mengelupas pada proses pengecatan produksi di PT. Techpack Asia yang di keluarkan data dari departemen *Quality (QC)* dari proses produksi pengecatan jenis *uvilon* dengan pengeringan lampu *Ultraviolet (UV)*, disebabkan karena tidak adanya pengetahuan batas minimal dan maksimal temperatur lampu *ultraviolet (UV)* berapa derajat *Celcius* temperatur yang di gunakan setelah di ukur temperaturnya lampu *ultraviolet (UV)*.

Berdasarkan refensi dari penelitian penelitian sebelumnya meliputi *Surface Coating of Plastic Parts*. (Sorrels, 2001), Pelapisan *poliester* tak jenuh pada permukaan *medium density fiberboard (MDF)* dengan teknik *iradiasi* sinar ultra violet (Darsono dan Sani, 2014), Pengaruh temperatur larutan dan waktu pelapisan *elektrolis* pada proses *metalisisasi* plastik *ABS* terhadap kekerasan lapisan (Santhriarsa, 2010), Pelapisan parket blok jati (*Tectona Grandis L.F*) dengan *polimer epoksi akrilat* menggunakan *iradiasi sinar ultraviolet* (Darsono dan sunarni, 2012), Pelapisan permukaan kayu lapis dengan *polimer akrilat* menggunakan *radiasi sinar ultraviolet* (Danu dan Sunarni, Darsono, 2013), bahwa penelitian yang dilakukan sama yaitu meneliti *efek* pengecatan ke barang berupa kayu dan plastik dengan menggunakan cat jenis *uvilon* dan pengeringan menggunakan panas lampu *ultraviolet*, sehingga dapat di ketahui kegunaan dan *efek* dari pengecatan yaitu berupa baret, mengelupas, daya tahan cat terhadap noda dan bahan kimia lain, tetapi mempunyai kekurangan yaitu lampu yang di gunakan hanya 1 dan di gunakan berulang ulang sampai pengeringan tercapai, sehingga tidak di ketahui standar temperatur lampu yang di gunakan bila di ukur dengan alat ukur.

Melihat kelebihan dan kekurangan penelitian penelitian sebelumnya kami bermaksud menyempurnakan penelitian penelitian yang sudah ada yaitu dari 1

lampu *ultraviolet* kita gunakan 3 lampu *ultraviolet* untuk pengeringan sehingga tidak perlu berulang ulang pengeringannya, besar temperatur lampu *ultraviolet* juga akan kami ukur sehingga dapat di ketahui besar temperatur lampu yang ideal untuk proses pengeringannya yang berfokus pada analisa pelapisan material *ABS* dan cat *uvilon* menggunakan metode *UV Coating* untuk mengetahui karakteristik dan sifat mekanik lapisan, yang mana dalam penelitian ini kita dapat mengetahui *efek* temperatur *ultraviolet* (UV) pada permukaan plastik yang sudah di lapisi cat jenis *uvilon* terhadap kekerasan, daya rekat cat sehingga diperoleh ideal temperatur *iradiasi sinar ultraviolet* (UV) yang di gunakan saat di ukur dengan alat ukur dengan satuan derajat *Celcius*.

## 1.2 Perumusan Masalah

1. Apa *efect* temperatur sinar lampu *ultraviolet* (UV) dari temperatur yang kecil sampai temperatur yang besar terhadap kekerasan dan daya rekat cat terhadap permukaan plastik sudah di lakukan pengecatan dengan cat jenis *uvilon*.
2. Berapa standar temperatur lampu UV (*ultraviolet*) yang dipakai angka minimal sampai angka maximal sehingga di peroleh *quality* pengeringan di permukaan produksi dengan cat jenis *uvilon*.

## 1.3 Tujuan

1. Agar dapat diketahui *efek* bila temperatur lampu *ultraviolet* di bawah standar dan diatas standar terhadap kekerasan dan daya rekat.
2. Agar mempunyai standar yang pasti mengenai besarnya temperatur yang dibutuhkan saat di ukur dengan alat ukur sehingga saat berproduksi mempunyai kekerasan permukaan yang tinggi, dan daya rekat yang bagus.

## 1.4 Pembatasan Masalah

Agar pembahasan dan pemecahan masalah menjadi terarah dan tidak menyimpang dari masalah yang ada, maka pembahasan perlu di beri batasan dari permasalahan yang ada, yaitu :

1. Pengujian dilakukan pada produk jenis *compact* berjenis kemasan kosmetik berbahan *ABS* 100%.
2. Penelitian hanya sebatas penggunaan temperatur lampu *UV* untuk pengeringan cat jenis *uvilon* sehingga diketahui batas temperatur yang standar, sehingga kekerasan dan daya rekat bagus, temperatur lampu diukur dengan alat *termometer* dengan satuan  $C^{\circ}$ , dengan variasi 2 *speed* dengan kecepatan 2,4 m/ menit dan 4,8 m/ menit dengan temperatur lampu *UV*  $50^{\circ}C$ ,  $70^{\circ}C$  dan  $90^{\circ}C$ .
3. Penelitian menggunakan *croos cut test tape*, *SEM*, *EDX*, *Vickers test*, dengan metode *AQL* 1,0 dengan jumlah sample 13 pcs.
4. Penelitian di laksanakan pada bulan Juni sampai Juli 2016.
5. Menggunakan alat dan mesin standart proses produksi di pabrik terutama PT. Techpack Asia dan di *UPT* Undip dalam kondisi yang baik.

### **1.5 Manfaat**

Dapat menjadi sarana pembelajaran ilmu pengetahuan yang telah diterima selama di bangku perkuliahan. Selain itu dapat melihat dan menerapkan suatu konsep ilmu di lapangan kerja secara nyata, dan bagi perusahaan, dapat menjadi masukan dan standar operasional kerja sehingga dapat mengurangi *reject* yang di sebabkan *setting* temperatur lampu *UV* yang tidak sesuai yang dapat merugikan perusahaan.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika dalam penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab, yaitu :

BAB I Pendahuluan, bab ini membahas tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat, sistematika penulisan yang di gunakan dalam penelitian. Uraian bab ini menjelaskan latar belakang penelitian sehingga dapat memberikan manfaat, sesuai dengan tujuan penelitian berdasarkan dengan batasan batasan penelitian yang ada. BAB II Tinjauan Pustaka, bab ini berisi tentang pengertian proses *UV Coating*, faktor yang mempengaruhi proses *UV Coating*, sifat- sifat yang terkandung di material,

dan metode pengujian. BAB III Metode penelitian, metode penelitian berisi bahan dan alat penelitian, prosedur pengujian, variabel penelitian, peralatan penelitian, diagram alir penelitian, dan analisa data. BAB IV Hasil dan pembahasan, berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan hasil uji coba *SEM*, *EDX*, *Vickers test* dan *croos cut test tape*. BAB V Kesimpulan dan saran, diambil dari hasil analisa dari bab-bab sebelumnya.



## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 *UV Coating*

Proses *UV Coating* merupakan proses pengecatan yang melibatkan cat jenis *uvilon* yang dalam pengeringannya menggunakan panas dari sinar *Ultraviolet* sehingga di dapatkan peningkatan performa dari segi estetika/warna/*gloss* dan *shyni*, ketahanan yaitu tidak mudah tergores dan tahan terhadap cuaca, daya rekat yang baik. Cat jenis *uvilon* yang dipakai pada proses *UV Coating* biasanya melibatkan proses kimia dalam proses pengeringannya seperti halnya dengan *polyester*. Pada cat jenis ini juga mengandung *accelerator cobalt* dan *catalist peroxide* yang merupakan senyawa kimia yang di sebut juga *fotoinitiator*, sedangkan *fotoinisiator* salah satu komponen cat dengan bantuan sinar *UV* akan melepaskan radikal bebas yang akan bereaksi dengan *ikatan binder* dalam cat. Reaksi rantai akan memicu *polimerisasi binder* yang cepat dalam proses pengeringan cat menjadi sempurna. Tipe reaksi ini berlangsung lebih cepat dari

pada reaksi cat jenis lainnya, baik *polyester*, *melamine*, sehingga proses pengecatan lebih cepat dengan produktifitas yang tinggi, yang merupakan keunggulan proses pengecatan dengan *UV Coating*. (Ica, 2013).

Pada proses *UV Coating* cat jenis *uvilon* biasanya agar kekerasan dan daya rekat yang di hasilkan yang baik biasanya melalui proses pengeringan atau *UV curing* melalui room *UV lamp*, dan tingkat kekerasan dan daya rekat cat tergantung dari panas lampu *UV* yang di terima cat di atas permukaan produk, yang merupakan parameter panas yang di pakai asal saat proses *UV Coating* pengeringan bisa maksimal dengan daya rekat yang bagus dan kekerasan yang bagus pula.

## 2.2 Proses- Proses Dalam *UV Coating*

### 2.2.1 Proses *Spray*

Proses *spray* merupakan proses penyemprotan produksi dengan cat yang biasanya di lakukan di ruang *spray booth* sehingga dengan penyemprotan ini terdapat lapisan cat yang tipis yang menutup permukaan cat dan media yang di gunakan menyemprot adalah *spray gun*. *Spray gun* yang di pakai biasanya tergantung media yang di cat, semakin media yang dicat besar dan luas, *spray gun* yang dipakai juga semakin banyak, biasanya pemakaian *spray gun* antara 4 pcs sampai 7 pcs dengan tekanan angin yang konstan yang bersumber dari kompresor, dengan rata rata penggunaan angin untuk proses pengecatan di ruang *spray booth* antara 3 *bar* sampai 4 *bar*, tekanan angin (Gatot, 2013). Proses *spray* dengan *spray gun* diruangan *spray booth* dapat kita lihat pada **Gambar 2.1** berikut :



**Gambar 2.1** Proses *Spray*

### 2.2.2 *UV Curing*

*UV curing* adalah proses pengeringan pada proses pengecatan *UV Coating*, agar cat kering dengan melalului proses *photoiniciator* dan proses reaksi kimia berantai, setelah cat jenis *uvilon* disemprotkan ke media produk harus dikeringkan melalui proses *UV Curing* dengan media pengering yang di sebut *UV lamp* yang sumber panasnya adalah sinar *ultraviolet* (Ica, 2013).

Pada proses ini sangat berpengaruh besar sekali terhadap kekerasan cat dan daya rekat cat. Temperatur lampu *UV lamp* mempengaruhi terhadap kekerasan cat, semakin temperatur *UV lamp* naik juga semakin besar kekerasannya yang berakibat pada daya rekat yang berbeda. Sehingga di perlukan sekali pengaturan temperatur pada *UV Curing* ini, dengan pengaturan temperatur lampu *UV*, kualitas dari proses pengeringan cat dapat tercapai, yaitu kekerasan cat dan daya rekat cat, sehingga diperlukan standar terendah dan tertinggi temperatur lampu *UV*, biasanya temperatur lampu *UV* ini dapat ukur dengan alat *termometer* dengan satuan  $C^{\circ}$ .

Dalam proses pengeringan *UV curing* cat jenis *uvilon* ini, seperangkat *tools* dan mesinnya ditempatkan pada ruangan yang disebut *UV Lamp Room*, yang tujuannya agar lebih mudah di kontrol, hasil *quality* sesuai yang kita inginkan, sehingga untuk pembuatan standar temperatur lampu *UV lamp* yang di pakai mudah di aplikasikan (Ica, 2013). Temperatur yang sering dipakai adalah antara  $40^{\circ}C$  sampai  $110^{\circ}C$ , sesuai kebutuhan barang yang akan dipanaskan (Hanjin by Rekomended, 2009). Berikut adalah bagian- bagian yang ada di *UV Curing* proses *UV Coating*.

#### **2.2.2.1 Sinar Ultraviolet**

Sinar *ultraviolet* adalah bagian dari *spectrum elektromagnetik*, yang dapat memicu proses polimerisasi pada proses *UV Coating*, sehingga proses pengeringan pada proses pengecatan tercapai. *Sinar violet* ini faktor yang berpengaruh besar sekali terhadap kekerasan cat dan daya rekat cat, sehingga perlu *setting* yang sesuai dan pemilihan jenis lampu yang sesuai, karena dengan pemilihan lampu yang sesuai dan temperatur yang sesuai, kualitas kekerasan dan

daya rekat yang kita inginkan bisa tercapai. Sedangkan secara alami *sinar ultraviolet* dihasilkan oleh sinar Matahari (Ica, 2013).

Ada 3 sumber panas yang di hasilkan pada proses *UV curing* di proses *UV Coating* yang umum di gunakan yaitu :

1. *Low Pressure Mercury Lamps*

*Low pressure mercury lamps* umumnya temperatur yang dihasilkan lebih tinggi, lampu cepat menyala dan mempunyai *effiensi* tinggi, daya yang dimiliki rendah sampai 0,5 watt/cm, umumnya dipakai untuk *pre gelivication* , aplikasinya biasanya untuk proses spray atau *curtain coater* yang sifat jenisnya tidak bersifat *uvilon*, atau sebatas *primer spray* sebelum proses *base coat* atau *top coat*.

2. *Medium Mercury Lamps*

*Medium mercury lamp* kegunaanya dapat memicu proses *potoiniciator* yang biasa digunakan dalam proses *UV Coating*, dan tersedia dalam beberapa variasi panjang dari 2,5 cm hingga 2,5 m, mempunyai daya 20 watt/cm sampai 400 watt/cm, lampu jenis ini juga disebut juga dengan *high power*, yang umum dipakai diproses produksi.

Saat lampu dinyalakan awalnya level daya rendah, seperti halnya *low pressure lamps*, seiring dengan kenaikan temperatur, penguapan *mercury* bertambah, dan tekanan menguat sampai batas operasional/normal, dan pada saat dimatikan akan sulit/lama kembali nyala karena harus menunggu dingin, biasanya 2-5 menit proses nyala dari dingin hingga panas batas operational yang biasanya akan dapat diatur temperatur lampu dengan *setting* temperatur 50%, 75%, 100%, sesuai temperatur yang dibutuhkan, dan umur lampu bisa mencapai 2000 jam (Ica, 2013).

3. *Elektrodeless Lamps*

*Elektrodeless lamp* mempunyai keunggulan lampu ini adalah umur lampu lebih lama dibanding *traditional lamps*, lebih dari 5000 jam dan lampu cepat panas ketika *starting* sehingga tidak perlu pendinginan, tetapi panjang lampu maximal hanya 25 cm, biasanya lampu jenis ini digunakan hanya sebagai profil di *line UV Coating*.

### 2.2.2.2 *Speed Conveyor*

*Speed conveyor* merupakan kecepatan produk saat melewati panas lampu UV, dengan bantuan alat yang disebut konveyor, semakin *speed* kecepatan konveyor bertambah, dengan jarak lampu yang sama, semakin temperatur yang diterima produk dari temperatur UV lamp semakin berkurang, dengan jarak lampu UV yang sama, temperatur yang diterima juga akan bertambah, pengaturan *speed* ini akan mempengaruhi tingkat temperatur yang terima yang sehingga akan mempengaruhi terhadap kekerasan dan daya rekat permukaan cat setelah cat kering, dan demikian pula semakin kecepatan dikurangi, temperatur yang di terima produk terhadap iradiasi panas dari UV lamp semakin bertambah (Danu, 2007)

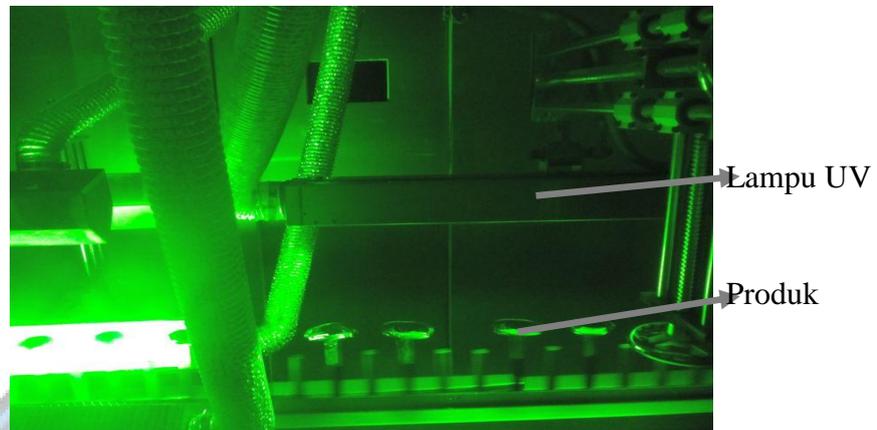
Secara umum *Speed conveyor* adalah faktor yang berpengaruh terhadap temperatur lampu UV, akibat pengaruh kecepatan dari *speed conveyor*, temperatur lampu UV yang diterima produk dari UV lamp juga akan berubah, yang mempunyai dampak terhadap kekerasan dan daya rekat cat. Pengaturan *speed conveyor* harus tepat dengan memperhatikan jarak lampu yang di pakai dan temperatur lampu UV yang akan di gunakan, dengan pengaturan *speed conveyor* yang tepat akan memperoleh temperatur lampu UV yang sesuai sehingga kualitas pengeringan juga bisa maksimal.

### 2.2.2.3 **Jarak Lampu**

Jarak lampu merupakan jarak antara lampu UV dengan produk sehingga semakin dekat jarak lampu UV, temperatur yang dihasilkan juga semakin bertambah, dan semakin jauh jarak lampu UV, temperatur yang dihasilkan juga semakin berkurang, sehingga secara umum dengan adanya perubahan jarak lampu dengan *speed conveyor* yang sama, juga akan mempengaruhi temperatur yang diterima produk terhadap temperatur UV lamp, sedangkan temperatur dari UV lamp merupakan faktor terpenting terhadap *quality* produk terhadap kekerasan cat dan daya rekat cat (Skinner, 2009).

*Speed* merupakan kecepatan konveyor saat proses pengeringan, semakin cepat *speed conveyor*, temperatur lampu UV yang dihasilkan juga semakin

berkurang, semakin lambat *speed conveyor*, temperatur lampu *UV* yang dihasilkan juga semakin besar (Sorrels, 2000). Dapat dilihat pada **Gambar 2.2** jarak lampu dengan produk. Dengan pengaruh *speed conveyor* terhadap temperatur lampu *UV* maka jarak lampu harus disesuaikan dengan kebutuhan temperatur yang diminta agar tingkat pengeringan cat hasilnya sesuai dengan harapan.



**Gambar 2.2** Jarak Lampu *UV* ( Gatot, 2013)

### 2.3 Material Plastik Dalam Proses *UV Coating*

*ABS* atau *Acrylonitrile butadiene styrene* merupakan material plastik yang umum di pakai pada proses *UV Coating*, *ABS* termasuk *engineering thermoplastik*

yang berisi 3 *monomer* pembentuk. *Acrylonitrile* bersifat tahan terhadap bahan kimia dan stabil terhadap temperatur, dan mempunyai daya rekat yang bagus terhadap cat karena mempunyai *tensile hardnes* di angka 36- 42, serta tahan terhadap temperatur lampu *UV*. *Butadiene* memberi perbaikan terhadap sifat ketahanan pukul dan ketahanan liat (*thoughness*). Sedangkan *styrene* menjamin kekakuan (*rigidity*) dan mudah diproses (Academia, 2007)

*ABS* mempunyai sifat-sifat :

- Tahan terhadap bahan kimia
- Liat, keras, kaku
- Tahan korosi

- Dapat di desain menjadi berbagai bentuk
- Biaya proses rendah
- Dapat di rekatkan
- Dapat di elektroplating

*ABS* dapat dibentuk melalui proses dengan teknik cetak injeksi, *ekstreksi*, *thermoforming*, cetak *tiup roto molding* dan *cetak kompresi*. *ABS* bersifat *higroskopis* karena itu harus dikeringkan dulu dengan suhu  $60^{\circ}$  *Celcius* sebelum proses pelelehan. Material ini cocok digunakan untuk proses *UV Coating* karena mempunyai angka *tensile hardnes* yang tinggi sehingga daya rekat terhadap cat cukup bagus (Nitya, 2009).

## 2.4 Sifat- Sifat Material

### 2.4.1 Struktur Mikro

*Mikrografi* adalah metode yang digunakan untuk memperoleh gambar untuk menunjukkan *struktur mikro* pada hal ini struktur cat dan komponennya. Dengan pengujian ini kita dapat mengetahui struktur dan komponen cat setelah mengalami proses *UV curing* dengan memperjelas batas-batas butir logam.

Pada proses pengujian *mikrografi* ini kita, dalam hal ini permukaan cat setelah mengalami *UV curing* atau pengeringan dengan panas lampu *UV*, kita dapat mengetahui *struktur mikro* pada permukaan cat, sehingga komponen-komponen komponen material apa saja yang ada, gambar dari *struktur mikro* material, dan beasal data itu kita bisa mengetahui sifat kekerasan cat dan daya rekat cat setelah mengalami proses *UV Coating* dengan pengeringan panas *UV*, untuk mengetahui *struktur mikro*, kita menggunakan alat uji *SEM*, dan *SEM EDX*.

*Struktur mikro* sangat penting dalam suatu proses *UV Coating* yang untuk mengetahui sifat kekerasan dan dan daya rekat cat. *Struktur matrik* pada permukaan cat setelah melalui proses pengeringan dengan *UV lamp* antara lain :

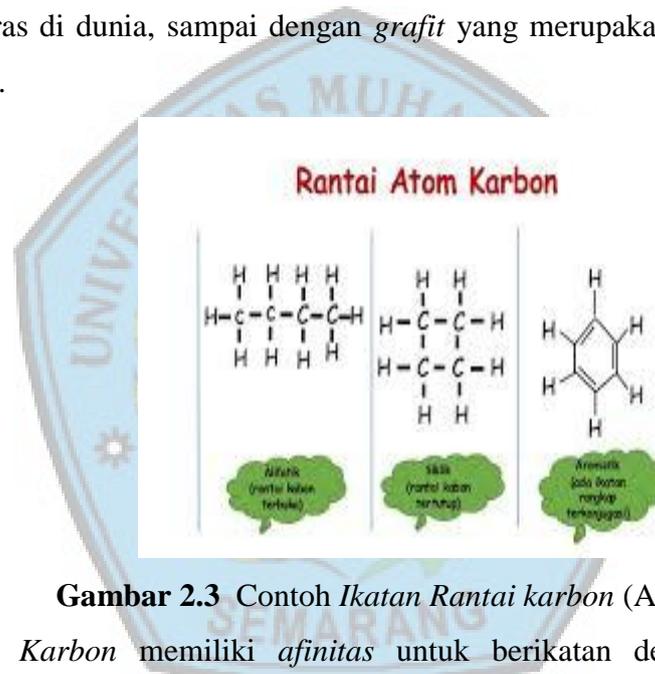
- a. Karbon (C)
- b. Alumina ( $Al_2O_3$ )
- c. Sulfur Trioksida ( $SO_3$ )
- d. Klorida (Cl)

e. Silica Dioksida

Struktur dan komponen mikro dari cat tergantung dari temperatur lampu UV yang diterima, semakin temperatur lampu UV yang diterima bertambah, tingkat kekerasan cat juga semakin besar.

1. Karbon (C)

Karbon atau zat arang merupakan unsur kimia yang mempunyai simbol C dan no atom 6 pada tabel periodik, dan merupakan unsur non-logam yang melimpah dan merupakan dasar organisme hidup. Pada Gambar 2.3 adalah ikatan karbon. Karbon dapat membentuk polimer, dan karbon memiliki bentuk alotrop yang berbeda-beda, meliputi intan yang merupakan bahan terkeras di dunia, sampai dengan grafit yang merupakan bahan ter lunak di dunia.



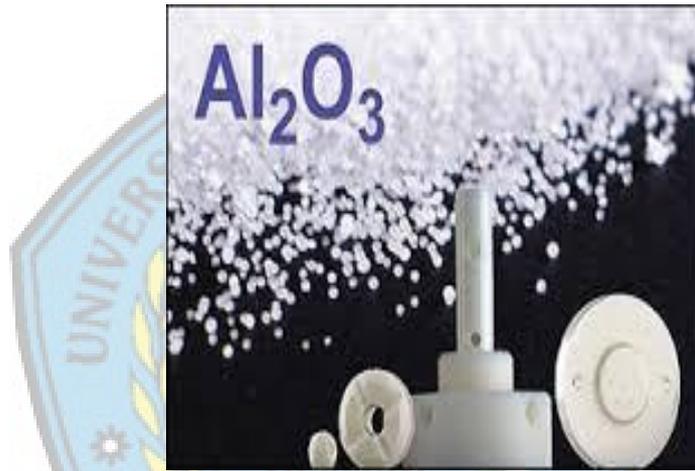
Gambar 2.3 Contoh Ikatan Rantai karbon (Agung, 2012 )

Karbon memiliki afinitas untuk berikatan dengan atom lainnya sehingga dapat membentuk berbagai senyawa dengan atom tersebut. Oleh karena itu karbon dapat berikatan dengan atom lain dan dengan karbon sendiri juga dapat berikatan. Karbon memiliki titik lebur dan titik sublimasi tertinggi diantara semua unsur kimia. Pada tekanan atmosfer, karbon tidak mempunyai titik lebur karena titik tripelnya  $10,8 \pm 0,2$  Mpa dan  $4600 \pm 300$  k sehingga dia akan menyublim  $3900$  k (Agung, 2012).

Pada lapisan cat, semakin unsur *karbon* tinggi, semakin tinggi pula tingkat kekerasan cat.

## 2. Alumina ( $Al_2O_3$ )

*Alumina* adalah sebuah senyawa kimia dari *aluminium* dan *oksigen* dengan rumus kimia  $Al_2O_3$ . *Alumina* bersifat *insulator* (penghambat) panas dan listrik yang baik. Umumnya *alumina* berbentuk *kristalin* yang di sebut *corundum*, dipakai sebagai alat *abrasif* dan sebagai komponen dalam alat pemotong karena sifat kekerasannya. Kepadatan  $3,95 \text{ g/cm}^3$ , massa molar  $101,96 \text{ g/mol}$ , titik lebur  $2.072^\circ \text{ C}$ , titik didih  $2.977^\circ \text{C}$ . Dapat di lihat pada **Gambar 2.4** contoh *alumina*.



**Gambar 2.4** Alumina ( Agung, 2012)

$Al_2O_3$  biasanya di hasilkan melalui *anodasi* bersifat *amorf*, namun beberapa proses oksidasi seperti *plasma electrolytic oxidation* menghasilkan sebagian besar alumina dalam bentuk *kristalin*, yang meningkatkan kekerasan (Agung, 2012)

## 3. Sulfur Trioksida ( $SO_3$ )

*Sulfur trioksida* adalah senyawa kimia dengan rumus  $SO_3$ , zat ini merupakan polutan yang signifikan, menjadi zat utama dalam *hujan asam*. Senyawa ini terbentuk berdasarkan skala besar sebagai pendahulu untuk *asam sulfat*. *Sulfur trioksida* mempunyai nama sistematik *sulfoniliden oksidan* atau *anhidrida sulfat*, berat molekul ini adalah

80.066 gr/mol, densitas 1,92 gr/cm<sup>3</sup>, titik leleh 16,9°C dan titik didih 45°C, biasanya bila dilarutkan dalam air bereaksi menghasilkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

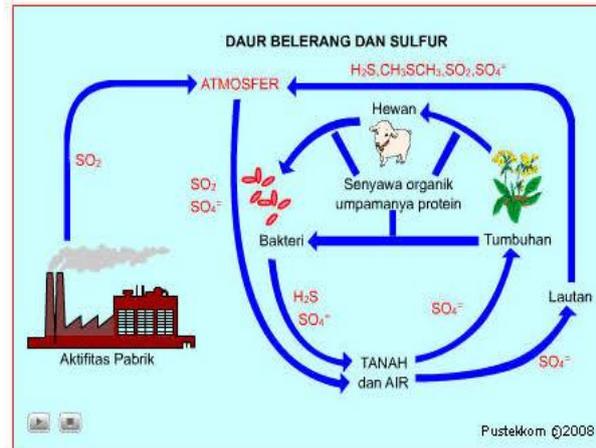
Gas ini tidak mudah terbakar, merupakan molekul *planar trigonal* dengan *simetri D<sub>3h</sub>*. Pencemaran oleh *sulfur oksida* terutama disebabkan *sulfur* bentuk gas yang tidak berwarna yaitu *sulfur dioksida* (SO<sub>2</sub>) dan *sulfur trioksida* (SO<sub>3</sub>) dan keduanya di sebut SO<sub>x</sub>. *Sulfur dioksida* mempunyai karakteristik bau yang tajam dan tidak mudah terbakar di udara sedangkan *sulfur trioksida* merupakan komponen yang tidak reaktif.

Pembakaran bahan-bahan yang mengandung *sulfur* akan menghasilkan kedua bentuk *sulfur oksida*, tetapi tidak di pengaruhi oleh jumlah oksigen yang tersedia. Di udara jumlah SO<sub>2</sub> selalu terbentuk dalam jumlah besar sedangkan jumlah SO<sub>3</sub> yang terbentuk bervariasi dari 1% sampai 10% dari total SO<sub>x</sub>. (agung, 2012)

Mekanisme pembentukan SO<sub>x</sub> dapat di tuliskan dalam dua tahap reaksi sebagai berikut :



SO<sub>3</sub> di udara dalam bentuk gas hanya mungkin ada jika konsentrasi uap air sangat rendah dan jika uap air terdapat dalam jumlah cukup, sehingga akan terbentuk *droplet asam sulfat* (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), yang merupakan komponen normal yang terdapat di udara. Dapat dilihat pada **Gambar 2.5 siklus SO<sub>3</sub>**. Setelah di udara SO<sub>2</sub> di ubah menjadi SO<sub>3</sub> (kemudian menjadi SO<sub>4</sub>), oleh proses *fotolitik* dan *katalitik* jumlah SO<sub>2</sub> menjadi SO<sub>3</sub>, yang dipengaruhi oleh jumlah air yang tersedia, waktu, jumlah *spektrum* cahaya matahari jumlah bahan *katalik* dan jumlah *alkalin* yang tersedia.



**Gambar 2.5** Contoh Siklus  $SO_3$  (Academia, 2008)

#### 4. Klorida ( $Cl$ )

*Klorida* adalah ion- ion yang terbentuk sewaktu ion klor mendapatkan satu elektron untuk membentuk suatu anion  $Cl^-$  disebut ion dari atom unsur klorin yang bermuatan ion negatif, yang mudah berikatan dengan unsur lain dengan pelepasan ion klorida membentuk berbagai ikatan senyawa seperti *potasium klorida* (garam).

Garam dari asam klorida  $HCl$  mengandung ion klorida contohnya garam meja atau  $NaCl$ . Dalam air senyawa ini pecah menjadi  $Na^+$   $Cl^-$ . mempunyai massa molar 36,46094 g/mol, kalsifikasi asam mineral bersifat elektrolit bermuatan negatif. *Klorida* mempunyai fungsi sebagai pereaksi dalam produksi massal senyawa organik seperti *vinil klorida* untuk plastik *PVC* dan *MDI/TDI* untuk poliuretana. Dapat diproduksi sebagai *gelatin* dan *aditif* makanan dan pengolah kulit (Academia, 2009)

#### 5. Silica dioksida ( $SiO_2$ )

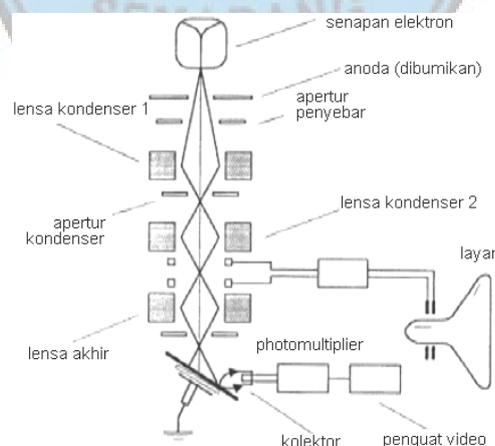
*Silica dioksida* juga dikenal dengan nama *silica*, biasanya diproduksi dalam beberapa bentuk termasuk leburan *kuarsa*, *kristal*, *silica kesal*, *silica koloid*, *gel silika* dan *aerogel*.  $SiO_2$  mempunyai sejumlah bentuk kristal yang berbeda ( *polimorf*) selain bentuk- bentuk *amorf*. Semua kristal melibatkan unit  $SiO_4$  tetrahedral di hubungkan oleh vektor bersama pada pengaturan yang berbeda. Kepadatan *stishovitev* adalah

4,287 g/cm<sup>3</sup>, kerapatan 2,648 g/cm<sup>3</sup>. Semakin tinggi temperatur semakin jauh terpisah *atom* karena energi getaran meningkat. Mempunyai titik lebur 1600°C, massa molar 60,08 gr/mol, titik didih 2.230°C (Academia, 2009)

## 2.5 Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM)

### 2.5.1 Proses Pengujian SEM

Proses pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*), proses pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui struktur kimia yang terkandung dalam *spesimen uji*, dengan cara benda yang di uji diberikan variasi temperatur lampu UV dengan temperatur lampu UV 50° C, 70° C, 90° C. Setelah cat dikeringkan dengan variasi temperatur lampu UV lamp, kita lihat struktur-struktur kimia dan kita ambil gambar dari setiap variasi temperatur lampu UV dengan alat uji SEM. Pengujian dengan variasi lampu ini dilakukan untuk menentukan *efek* dari temperatur lampu UV lamp terhadap *struktur kimia*, sehingga dapat diketahui kimia yang terkandung didalam setiap variasi temperatur lampu UV. Uji SEM bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak *struktur kimia* dan gambar *struktur kimia*, dengan gambar *struktur kimia* ini kita dapat gambaran tingkat kekerasan dari akibat setiap variasi tempertur lampu UV lamp yang diterima cat, yang akan diperkuat dengan pengujiam EDX, uji kekerasan, uji *cross cut test tape*. Bagian dari *Mikroskop SEM* dapat kita lihat pada **Gambar 2.6** di bawah ini :



**Gambar 2.6** Diagram Skematik Fungsi Dasar dan Cara Kerja *SEM* (institut Teknologi Nasional, 2008)

Dengan *SEM* ini kita bisa melihat gambar komponen akibat dari temperatur lampu *UV* dengan perbesaran dari 20 kali sampai 500.000, *SEM* terdiri dari sebuah *senapan elektron* yang memproduksi *berkas elektron* pada tegangan di percepat sebesar 2-30 kV. *Berkas elektron* tersebut di lewatkan pada beberapa *lensa elektromagnetik* untuk menghasilkan image berukuran  $< \sim 10\text{nm}$  pada sample yang di tampilkan dalam bentuk *film fotografi* ke dalam tabung layar. Sebelum melalui *lensa elektromagnetik* terahir, *scanning raster* mendeflesikan *berkas elektron* untuk menscan permukaan sample. Hasil *scan* ini tersinkronisasi dengan *tabung sinar katoda* dan gambar sample akan timbul pada area yang di *scan*. Tingkat kontras yang tampak pada *sinar katoda* timbul karena hasil refleksi yang berbeda dari *sample* (Desi, 2008).

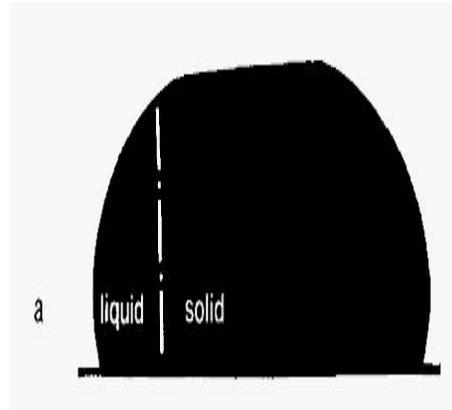
Sewaktu *berkas elektron* menumbuk permukaan *sample* sejumlah *elektron*, *emisi radiasi elektomagnetik* dari *sample* timbul pada panjang gelombang bervariasi, biasanya panjang gelombangnya adalah panjang gelombang cahaya tampak (*cathodoluminescence*) dan *sinar-x*. Cahaya yang dipancarkan kemudian diubah menjadi sinar listrik, dan diperbesar oleh *photomultiplier*. Setelah melalui proses pembesaran sinyal tersebut dikirim ke *grid sinar tabung katoda*. *SEM* dapat menghasilkan karakteristik 3 dimensi yang berguna untuk memahami struktur permukaan dari *sample* (Hasrin, 2010).

### 2.5.2 Hasil Penelitian *SEM*

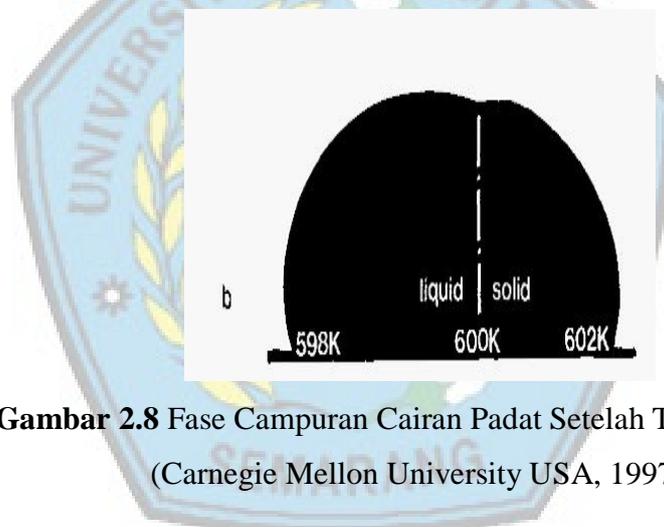
Pengujian *SEM* pada penelitian ini untuk melihat struktur dan karakteristik dari material cat jenis *uvilon* yang sudah melau proses pengeringan dengan temperatur lampu *UV* 50° C, 70° C, 90° C. *Struktur mikro* ini berkaitan dengan komposisi kimia yang terkandung dalam material. Data yang di hasilkan dari *SEM* akan diperkuat lagi dengan data dari pengujian *EDX*.

Pada pengujian *single kristal*, adanya penambahan temperatur yang berbeda, ukuran yang ada pada *kristal* akan mengalami penyusutan, dengan bertambahnya temperatur susunan *kristal* akan mengecil (Dominique, C dan wynblatt, 1997).

Dapat kita lihat pada **Gambar 2.7** dan **Gambar 2.8** proses perubahan *kristal* akibat perubahan temperatur yang di lihat di permukaan luar saat percobaan *kristal*.



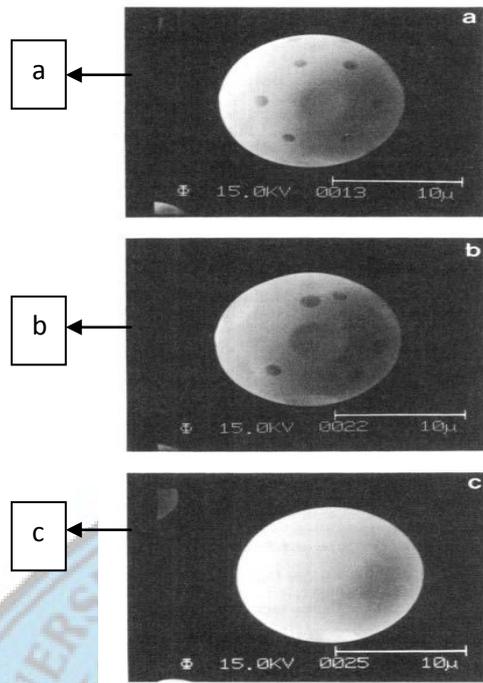
**Gambar 2.7** Campuran Cairan Padat Sebelum Terkena Temperatur Panas  
(Carnegie Mellon University USA, 1997)



**Gambar 2.8** Fase Campuran Cairan Padat Setelah Terkena Panas  
(Carnegie Mellon University USA, 1997)

Dari **Gambar 2.7** adalah gambar cairan padat bentuk awal sebelum terkena panas, dari posisi berikan penambahan temperatur, di **Gambar 2.8**, dengan penambahan temperatur terjadi penyusutan ukuran dari temperatur awal 598 k, lalu di tambah lagi penambahan tempertur 600 k ukuran semakin kecil, dan di tambah lagi temperatur 602 k ukuran juga semakin kecil, cairan padat akan mengalami penyusutan ukuran apabila terkena temperatur, semakin temperatur bertambah ukuranya juga semakin berkurang (Dominique, C dan wynblatt, 1997).

Dari data di atas, dapat di jelaskan lebih detail lagi pada **Gambar 2.9** di bawah ini :



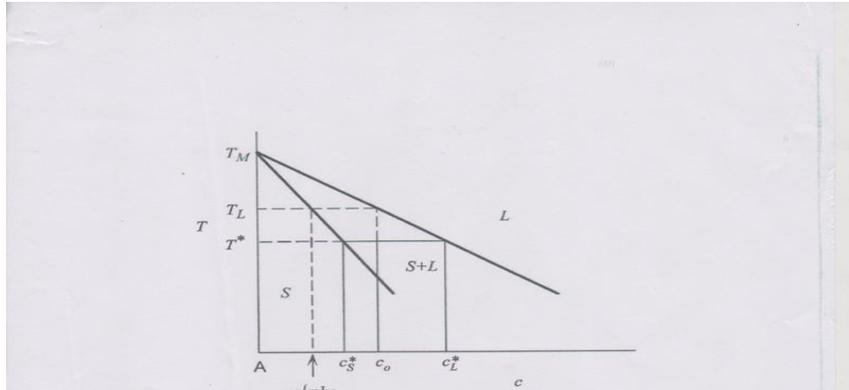
**Gambar 2.9** Perkembangan Distribusi dari *cairan Ga* Pada Campuran Cairan dan Padat *Ga* dan *Pb* Pada *kristal* dengan Adanya Penambahan Temperatur (a) 560k, (b) 582k, (c) 586k (Carnegie Mellon University USA, 1997).

Dapat dilihat setelah melalui proses pendinginan dari adanya penambahan temperatur, pada **Gambar 2.9.a** dapat dilihat adanya keseimbangan *liquid Ga* pada permukaan padat *Pb kristal*, setelah adanya penambahan temperatur, *liquid Ga* pada permukaan padat *Pb kristal* akan mengurai dan melepaskan diri dari permukaan *Pb kristal* dapat dilihat pada **Gambar 2.9 b**, *liquid Ga* semakin berkurang akibat penambahan temperatur, dan pada **Gambar 2.9c**, *liquid Ga* semakin berkurang atau hilang dari permukaan padat *Pb kristal* (Dominique, C dan wynblatt, 1997).

Dari **Gambar 2.9** dapat di ketahui bahwa semakin adanya penambahan temperatur *liquid Ga* akan semakin hilang dari permukaan padat *Pb kristal*, yang sama artinya dengan adanya penambahan temperatur cairan akan menghilang atau terurai terpisah dari permukaan padat *kristal*, dengan semakin berkurangnya *liquid*

pada permukaan *kristal*, semakin bertambah pula tingkat kekerasan (Dominique, C dan wynblatt, 1997).

Dari data percobaan di **Gambar 2.7**, **Gambar 2.8** dan **Gambar 2.9** dapat diperkuat analisa berikutnya dengan **Gambar 2.10** gambar fase perubahan kekerasan di bawah ini:



**Gambar 2.10** Fase Perubahan Kekerasan (Dominique, C dan wynblatt, 1997)

Di mana :

A : Titik pembekuan

$T_M$  : Temperature melting point

$T_L$  : Temperatur Lebur

$T^*$  : Temperatur sementara

S : Solid atau kekerasan

L : Liquid

$C_s$  : Tahap kekerasan

$C_o$  : Tahap antara keras dan cair

$C_L$  : Tahap cair

K : Keseimbangan ratio pembanding

Dapat diketahui bahwa kekerasan akan berubah apabila di bawah suhu *melting point*, meskipun tahap padat dan cair adalah  $C_o$  dan bagian dari kekerasan adalah temperatur *liquid* ( $T_L$ ), perkembangan kekerasan ketika temperatur turun dari titik lebur ( $T_L$ ) ke titik sementara  $T^*$ , akan berhubungan dengan kekerasan, saat

temperatur turun akan bertambah waktu kekerasannya (Dominique, C dan wynblatt, 1997)

## 2.6 Pengujian (*Energy Dispersive X-ray Spectroscopy*) EDX

Pengujian dengan *EDX/SEM EDX* dilakukan untuk memperoleh gambaran permukaan atau fitur material dengan resolusi yang sangat tinggi, hingga memperoleh suatu tampilan dari permukaan *sample* yang kemudian dikomputasikan dengan *software* untuk menganalisa komponen material, baik dari *kuantitatif* atau *kualitatifnya*. Perangkat *EDX* merupakan dua perangkat analisa yang digabungkan menjadi satu *panel analitis* sehingga mempermudah *analitis* lebih mudah dan efisien. Prinsip kerja *SEM EDX* adalah sistem *analisis* yang menggabungkan *SEM* dan *EDX* ke dalam satu unit dirancang pada konsep pengembangan produk, memungkinkan orang untuk melakukan pengamatan jelas, cepat dan akurat, konfigurasi *SEM* dan *EDX* di gabungan menjadi satu *unit* sehingga konfigurasi *SEM EDX* dapat di bagi menjadi konfigurasi *SEM unit* dan *EDX unit* (Aung, 2010).

Pada konfigurasi ini kondisi pengukuran *EDX* dapat diatur dari *unit SEM* (*spektral* pengukuran, pemetaan, tampilan menganalisa pada *SEM* monitor). Kondisi pengukuran *EDX* dapat diatur dari *unit SEM*, *image* data yang di peroleh dengan *SEM* dapat digunakan sebagai data dasar dari *EDX*, dan kondisi *unit SEM* dapat dipindahkan ke *unit EDX*, yang secara prinsip dasarnya adalah setiap elemen mempunyai *struktur atom* yang unik, dan ciri kas dari *struktur atom* adalah unsur sehingga memungkinkan *sinar-x* untuk mengidentifikasinya, karena karakterisasi tergantung dari pada penelitian dan interaksi beberapa *eksitasi sinar x* dan *spesimen*. Untuk merangsang *emisi karakteristik sinar- x* dari sebuah *spesimen*, sinar energi tinggi yang bermuatan *proton* atau *elektron* atau *sinar- x* di fokuskan ke *spesimen*. Hasil analisa dari analisa *SEM EDX* berupa gambar struktur permukaan yang di uji dengan karakteristik gambar *3-D* (Aung, 2010).

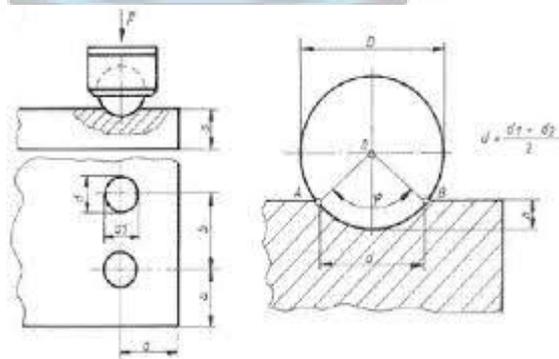
## 2.7 Pengujian Kekerasan

### 2.7.1 Pengertian Kekerasan

Kekerasan merupakan ketahanan suatu material terhadap penetrasi benda lain. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya material yang akan mengalami gesekan atau *frictional force*. Pada umumnya kekerasan menyatakan ketahanan terhadap *deformasi*. Sedangkan *deformasi plastic* sendiri merupakan suatu keadaan dari material ketika material tersebut diberikan gaya maka material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asalnya artinya material tersebut tidak bisa kembali ke bentuk asalnya. Dalam pengujian kekerasan berfungsi untuk mengetahui *karakteristik* suatu material dan melihat mutu untuk memastikan suatu material mempunyai spesifikasi kualitas tertentu (Darsono, 2007), di dunia teknik umumnya pengujian kekerasan menggunakan 4 macam metode pengujian kekerasan yaitu :

#### 1. Metode *Brinell*

Pengujian dengan metode *brinell* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (*intendor*) yang di tekankan pada material uji tersebut (*spesimen*). Idealnya *pengujian brinell* diperuntukan pada material yang memiliki permukaan kasar dengan uji kekerasan berkisar 500-3000 kgf. *Intendor* (bola baja) biasanya telah dikeraskan atau diplating yang biasanya terbuat dari bahan *karbida tungsten* (Desi, 2008). Prinsip metode *Brinell* dapat kita lihat pada **Gambar 2.11** di bawah ini :



**Gambar 2.11** Metode *Brinell* ( Callister, 2007)

Keterangan :

$$HB = (2F) / (D(D - \sqrt{D^2 - d^2}))$$

Dimana : HB = nilai kekerasan Brinell

F = beban yang di terapkan

D = diameter bola

d = diameter

## 2. Metode Rockwell

Pengujian kekerasan dengan *metode rockwell* bertujuan untuk menentukan kekerasan material dalam bentuk daya tahan material terhadap *identor* bola baja ataupun *kerucut intan* yang ditekankan pada material uji tersebut. Pengujian kekerasan didasarkan pada kedalaman masuknya penekan benda uji. Nilai kekerasan dapat langsung dibaca setelah beban utama dihilangkan (Desi, 2008). Untuk menghitung nilai kekerasan *Rockwell* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$HR = E - e$$

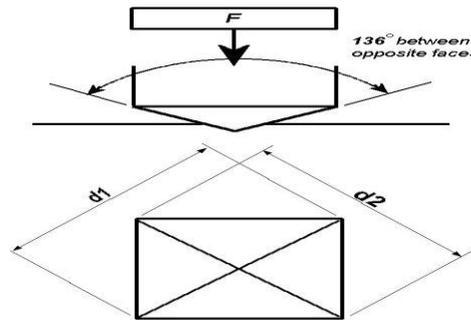
Di mana : HR : nilai kekerasan rockwell

E : konstanta tergantung bentuk dari intendor

e : perbedaan antara dalamnya penembusan

## 3. Metode Vickers

Pengujian ini menggunakan *intendor* berbentuk *piramida intan* berbentuk bujur sangkar dengan besar sudut 136 derajat terhadap kedua sisi yang berhadapan. Besar sudut di gunakan karena merupakan perkiraan *ratio terideal identitasi diameter bola* pada uji *brinell*. Besar beban *intendor* bervariasi antara 1 kg sampai 120 kg yang disesuaikan tingkat kekerasan *spesimen*. Prinsip dari pengujian *Vickers* adalah besar beban di bagi dengan luas daerah *identasi*. Panjang diagonal di ukur dengan skala pada *mikroskop* pengukur jejak (Desi, 2008). Untuk menghitung kekerasan material dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut dengan melihat pada **Gambar 2.12** berikut :



**Gambar 2.12** Metode *vickers*

$$D = (D_1 + D_2) / 2$$

$$HVN = 1,854 \times F / D^2$$

Dimana : HVN = Nilai kekerasan vickers.

F = beban yang di tetapkan

D = panjang diagonal rata-rata

D1 = Panjang diagonal 1

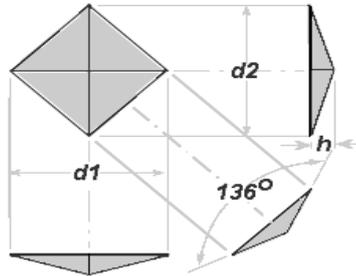
D2 = panjang diagonal 2

Uji kekerasan *Vickers* ini mempunyai keuntungan skala kekerasannya yang kontinyu untuk rentang yang luas, dari nilai material yang sangat lunak dengan nilai 5 sampai material yang keras dengan nilai 1500 karena *indenter intan* yang sangat keras, beban tidak perlu di ubah dan tidak tergantung dari besar beban *intendor*, dan dapat di lakukan pada benda yang mempunyai ketebalan yang tipis sampai 0,006 inci. Tetapi dalam menentukan nilai di butuhkan waktu yang lama.

#### 4. Metode *Vickers Test* Dengan *Microhardness*

Pengujian *Vickers test* dengan *microhardness* atau *knoop hardness testing* adalah pengujian yang dilakukan untuk pengujian jenis kekerasan rendah, pengujian ini adalah hasil pengembangan dari pengujian *vickers*. Pengujian ini menggunakan alat *Microhardness* yang dapat menentukan uji kekerasan pada permukaan yang sangat kecil, dengan menggunakan *indenter knoop*. *Indenter knoop* merupakan *piramida intan* yang membentuk identitas layang-layang dengan perbandingan diagonal 7:1

yang menyebabkan kondisi rengangan pada daerah *terdeformasi*. *Indentor diamond keramik* dapat kita lihat pada **Gambar 2.13** berikut :



**Gambar 2.13** *Indentor Diamond* Keramik

Nilai kekerasan *knoop* (*VHN*) dapat didefinisikan besarnya beban di bagi dengan luas daerah proyeksi tersebut atau dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$VHN = P / (L^2 \cdot C)$$

Dimana :

- VHN = nilai kekerasan knoop (Vickers hardness numbers)
- P = besar beban indentor
- L = panjang diagonal daerah proyeksi
- C = konstanta indentor (0,07028)

Kelebihan dari *indentor knoop* adalah kedalaman dan luas daerah *identasi knoop* hanya sekitar 15% dari luas daerah *Vickers*, oleh karena itu metode ini cocok untuk *spesimen* tipis, kecil atau kecenderungan patah getas saat pengujian. Pengujian *Vickers* ini sesuai dengan standar *ASTM* standar *E 384* (Farnham, 2014). Dalam pengujian agar datanya akurat yang perlu di perhatikan adalah :

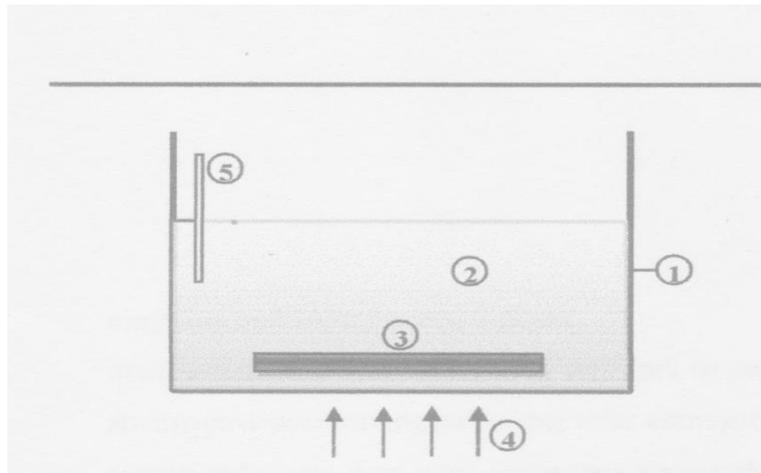
1. Alat uji kekerasan *dikalibrasi* dahulu.
2. *Indentor* harus bersih dan terposisi dengan baik.
3. Jarak antar penekan tidak boleh berdekatan dengan *diameter indentor*.
4. Tidak boleh penekanan pada ujung *spesimen*.

5. Digunakan alas sesuai bentuk *spesimen* agar tidak mudah goyang, berputar dan geser.

### 2.7.2 Hasil Pengujian *Vickers Test Dengan Microhardness*

Pengujian *Vickers test* dengan *microhardness* dilakukan dengan menggunakan alat *microhardness*, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan benda uji akibat variasi temperatur lampu *UV* yang diterima dan variasi *speed conveyor*, dengan pengujian ini akan di ketahui angka kekerasan dari setiap variasi temperatur lampu *UV*.

Pada pengujian pengaruh temperatur larutan dan waktu pelapisan *elektrodes* pada proses metalisasi plastik *ABS* terhadap kekerasan lapisan, pada proses *elektrodes plating* atau proses pelapisan *logam* yang akan menjadi pelapisan dasar yang *konduktor* yang benda kerja dapat terlapisi benda lain, pada proses *plating* ini menggunakan *elektrodes nikel*, larutan *elektrodes nikel* membutuhkan bahan kimia yang berfungsi sebagai *reduktor*. Pelapisan dilakukan dengan memvariasikan waktu pencelupan *spesimen* ke waktu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit di lakukan dalam larutan dengan temperatur 30°C, di lakukan masing masing 3 kali tiap waktu pencelupan, kemudian dengan waktu yang sama yaitu 5 menit, 10 menit dan 15 menit dengan temperatur yang berbeda yaitu dengan variasi temperatur 40°C dan 50°C, pengujian kekerasan dilakukan pada permukaan yang datar. Pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Diploma Teknik Universitas Gajah Mada (Nitya, 2010). Proses pelapisan plastik dapat kita lihat pada **Gambar 2.14** berikut :

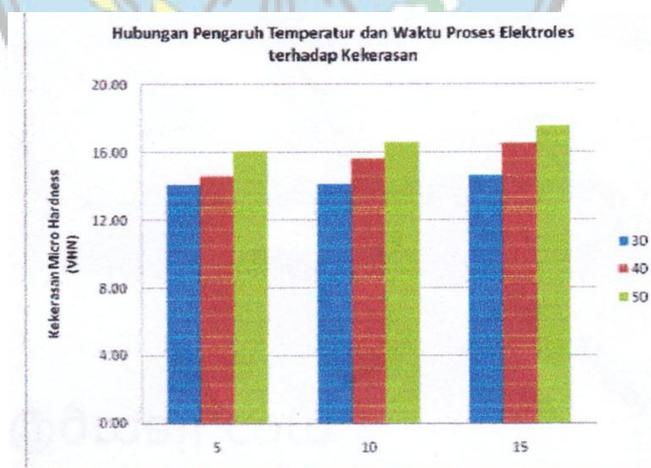


**Gambar 2.14** Skema Proses Pelapisan Plastik (Nitya, 2010)

Keterangan :

1. Bak Plating
2. Larutan Elektrolis Nikel
3. ABS
4. Heater
5. Termometer

Kemudian di uji kekerasaanya dengan metode uji Vickers test dengan alat *microhardness* sehingga di peroleh data di **Gambar 2.15** sebagai berikut :



**Gambar 2.15** Grafik Hubungan Pengaruh Temperatur dan Waktu Proses *Elektrolis* Terhadap Kekerasan (Nitya, 2010)

Dapat diperoleh data bahwa penambahan kekerasan dari lamanya waktu dari 5 menit ke 10 menit ke 15 menit adanya peningkatan dari temperatur dari 30°C ke 40°C ke 50°C, kekerasan terendah terdapat pada temperatur 30°C, waktu *elektroles* 5 menit dengan  $VHN = 14,08$  dan kekerasan tertinggi terdapat pada temperatur 50°C, waktu *elektroles* 15 menit dengan  $VHN = 17,57$ . Dapat dikatakan bahwa lama waktu *elektroles* dan peningkatan temperatur dari larutan berpengaruh terhadap kekerasan permukaan. Dengan kenaikan temperatur akan mempercepat laju reaksi dari larutan *elektroles*, karena dengan naiknya temperatur energi kinetik dari partikel-partikel zat-zat meningkat sehingga meningkatkan tumbukan efektif perubahan. Dengan naiknya temperatur partikel yang ada pada logam nikel akan cepat bereaksi terikat pada permukaan plastik (Nitya, 2010).

## 2.8 Pengujian Daya Rekat Cat

### 2.8.1 Pengertian Uji Daya Rekat

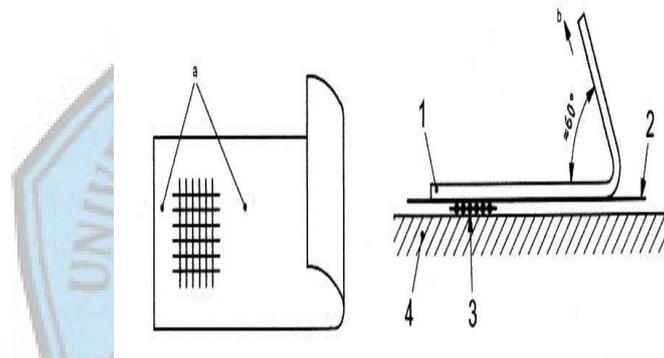
Pengujian daya rekat cat merupakan metode pengujian untuk mengetahui kekuatan daya rekat cat. Metode ini biasanya menggunakan metode *Cross cut test tape*, digunakan untuk mengetahui ketahanan daya rekat *film* permukaan dengan *spesimen* yang ada, dari proses pelapisan yang sudah dilakukan terhadap *spesimen*. Metode pengujian daya rekat tergantung dari bentuk *spesimen* dan medan yang di uji. Untuk proses *Coating* dengan *spesimen* plastik, besi, kayu biasanya metode uji yang di gunakan untuk menguji daya rekat menggunakan metode uji *cross cut test tape* merujuk pada *ISO 2409:2007* dan *ASTM D3002* dan *ASTM D3359* (Zimmerman, 2014)

Dalam pengujian proses *UV Coating* plastik, cat jenis uvilon dengan pengeringan menggunakan panas lampu *UV*, metode yang digunakan adalah metode *cross cut test tape*, dengan metode ini kita dapat mengetahui *efek* dari setiap kenaikan temperatur terkehadap daya rekat cat, sehingga kita dapat mengetahui standar temperatur lampu *UV* yang bagus digunakan sehingga daya rekat cat bisa maksimal. Dalam percobaan ini kita menggunakan alat *gauge desktop tensile tester* dengan penambahan alat *force gauge*, Alat *gauge dekstop tensile tester* ini kecepatan dapat diatur sesuai dengan *setting* kita.

Sesuai standar *ISO 2409 : 200*, hal yang perlu di perhatikan dalam proses uji *cross cut tape test* adalah :

1. Pemberian sayatan (*cutting*) dengan membentuk 25 kotak masing-masing  $1\text{mm}^2$  ketebalan sampai menembus *substrat*.
2. Pemberian *tape* dilakukan pada sayatan 25 kotak yang telah dilakukan, dan diusap sampai 5 kali sampai tidak ada rongga udara.
3. Pemberian *tape* secukupnya sesuai dengan kebutuhan, dan posisi penarikan *tape*  $60^\circ$  dari *spesimen*.
4. Setelah pemberian *tape* lalu di tarik dengan sudut  $60^\circ$ .

Gambar sayatan dan posisi penempelan *tape* pada permukaan *spesimen* dapat di lihat pada **Gambar 2.15** berikut ini :



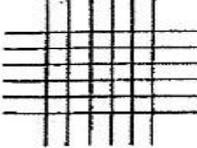
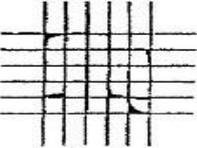
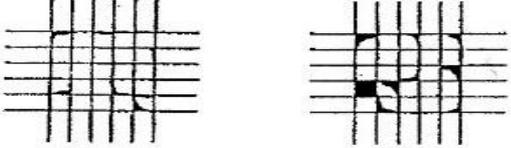
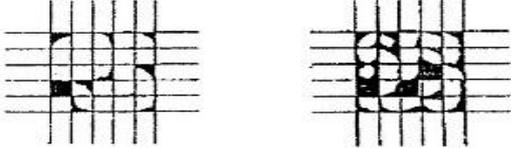
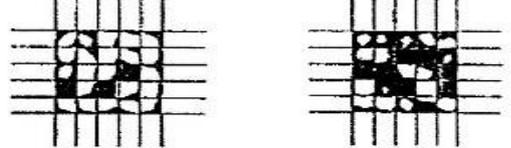
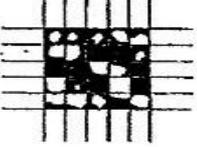
**Gambar 2.15** Posisi Pemberian *Tape* di Area Sayatan *Spesimen* (ISO 2409:2007)

Keterangan :

- a. Posisi yang di usap agar tidak ada rongga udara.
  - b. Posisi penarikan *tape* dari *spesimen*.
1. *Tape*
  2. Lapisan *Coating*
  3. Area sayatan
  4. Material yang di cat

Untuk evaluasi hasil hasil *cross cut test tape*, sebagai tolak ukur kekuatan daya rekat menggunakan ukuran yang ada dalam **Tabel 2.1** berikut :

**Tabel 2.1** Kalsifikasi Hasil Test Daya Dekat (ISO 2409:2007)

Classification	% Area removed	Surface off Crooscut and Adhesion Range
5B	0% None	
4B	Less than 5%	
3B	5 - 15%	
2B	15 - 35%	
1B	35 - 65%	
0B	Greater than 65%	

Dari pengujian *cross cut test tape* ini kita dapat mengetahui presentasi produk yang mengelupas, besar nilai mengelupas dapat dilihat berdasarkan besar dan kecilnya cat yang terkelupas setelah melalui uji *cross cut test tape*. Kualitas daya rekat di tentukan berdasarkan nilai besarnya angka saat pengujian. Semakin yang terkelupas banyak, nilai % mengelupas akan bertambah, dan angka daya rekat semakin berkurang, yang artinya semakin tinggi % nilai daya rekat semakin meningkat pula daya rekat yang di miliki cat.

### 2.8.2 Uji Daya Rekat

Pengujian daya rekat dilakukan untuk memperkuat data analisa yang sudah dilakukan melalui metode pengujian *SEM* dan pengujian *EDX*, pengujian kekerasan *Vickers test*, pengujian ini menggunakan metode pengujian *cross cut test tape*, dengan pengujian ini kita dapat mengetahui *efek* temperatur lampu *UV* terhadap daya rekat cat. Pengujian *cross cut test tape* ini sesuai dengan standart *ISO 2409:2007* tentang metode *cross cut test paint and Varnishes*, dari *annual book of ASTM, standart volume information* (Zimmerman, 2014).

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan pada pengaruh temperatur terhadap daya rekat *take coat*, bahan yang di gunakan adalah sebagai *take coat* adalah aspal cair jenis MC-250, dengan metode uji *take coat* di panaskan dengan variasi temperatur 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, masing-masing selama 5 jam, dengan *kuantitas* yang sama yaitu 0,3 liter/ m<sup>2</sup>, setelah di panaskan *aspal* akan gembur, lalu dituangkan setiap *aspal* dengan variasi panas cetakan yang sudah ada lapisan perekat, lalu setelah dingin *aspal* dikeluarkan lalu diuji geser yang dilakukan dengan alat uji geser dengan beban 20 kg sehingga di peroleh pergeseran (mm) dan tahanan geser (kg/ m<sup>2</sup>), pengujian di lakukan di jurusan Teknik Sipil POLBAN (Atmi, 2014).

Dari pengujian tahanan geser di peroleh data, dengan temperatur 40°C-60°C tahanan geser mencapai maximal 32,6 x 10<sup>-2</sup> kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan temperatur antara 60°C-80°C, angka minimum 32,6 x 10<sup>-2</sup> kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan pergeseran dengan suhu dibawah 60°C, mempunyai pergeseran min 3,4 mm<sup>2</sup>, dan suhu di atas 60°C, mempunyai nilai pergeseran max 3,4 mm<sup>2</sup>, dengan pergeseran yang kecil, tahanan geser menjadi besar, maka dari hasil pengujian pengaruh temperatur terhadap uji tahanan geser dan uji pergeseran *take coat aspal* jenis MC-250 hasilnya akan maximal di temperatur 60°C.

Dari pengujian *take coat aspal* jenis MC-250 di peroleh bahwa pengaruh temperatur berpengaruh pada nilai tahanan geser yang besar, nilai pergeseran yang kecil, yang berarti bahwa semakin besar nilai tahanan geser sama dengan nilai daya rekat yang kecil (Atmi, 2014).

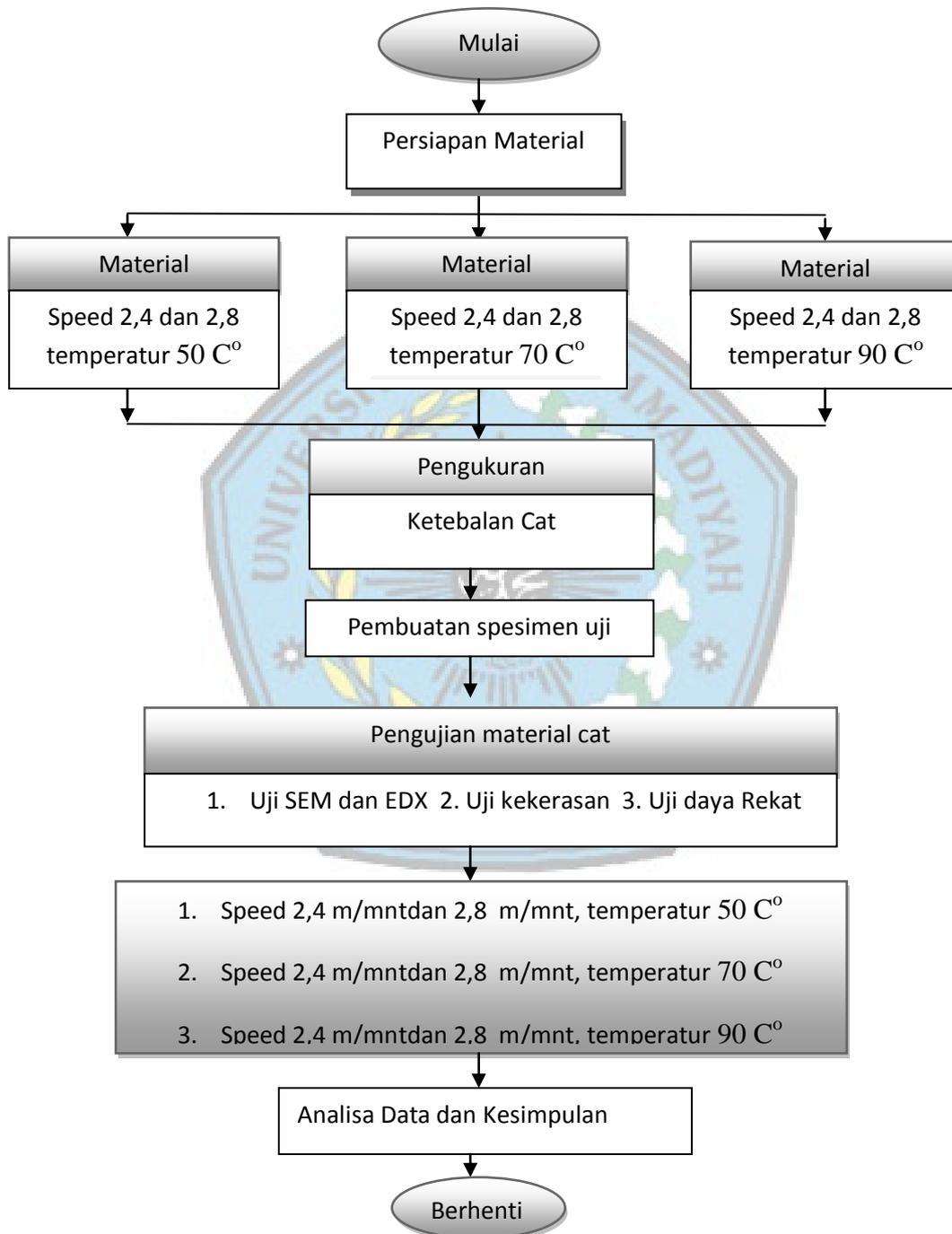
Dari hasil analisa pengaruh temperatur *take coat jenis aspal jenis MC-250*, terhadap daya rekat, pengujian *UV Coating* tidak menggunakan uji tahanan geser, tetapi menggunakan uji *croos cut test tape*, yang mengacu pada standart *ISO 2409:2007 paint and varnishes uji cross cut test*, dalam pengujian daya rekat harus sesuai dengan *substrat* yang diuji, untuk *substrat* kayu, logam, dan plastik, karena harus disesuaikan dengan *subsrat* yang diuji sehingga hasilnya bisa akurat dan dapat di pertanggung jawabkan secara ilmiah, dengan mempertimbangkan bentuk, medan yang diuji, standart uji yang di pakai (Zimmerman, 2014).



### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Urutan langkah-langkah penelitian dapat dijabarkan ke dalam diagram alir penelitian sebagai berikut dalam **Gambar 3.1** diagram alir penelitian.



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian adalah cara yang dipakai dalam suatu kegiatan penelitian, sehingga mendapatkan hasil yang dapat di pertanggung-jawabkan secara akademis dan alamiah, suatu metode senantiasa hasil *eksperimen* yang telah teruji (Ahmad, 1996). Hal-hal yang menjadi obyek penelitian dalam penelitian ini yang nilainya belum spesifik menggunakan :

1. Penelitian *Deskriptif*

Penelitian yang dilakukan terhadap *variabel* yang data-datanya sudah ada.

2. Penelitian *Eksperimen*

Penelitian yang di lakukan terhadap *variabel* yang data-datanya belum ada sehingga perlu di lakukan proses *manipulasi* melalui pemberian treatment atau perlakuan tertentu terhadap subyek penelitian yang kemudian diamati dan diukur dampaknya.

## 3.2 Bahan dan Alat Penelitian.

### 3.2.1 Bahan penelitian

Proses persiapan material yang disiapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Materal berbahan ABS yang sudah dicat jenis *uvilon* dengan temperatur 50°C dengan *speed conveyor* 2,4 m/menit dan 2,8 m/menit.
2. Materal berbahan ABS yang sudah dicat jenis *uvilon* dengan temperatur 70°C dengan *speed conveyor* 2,4 m/menit dan 2,8 m/menit.
3. Materal berbahan ABS yang sudah dicat jenis *uvilon* dengan temperatur UV 90°C dengan *speed conveyor* 2,4 m/menit dan 2,8 m/menit.

Material ini digunakan sebagai bahan dasar penelitian, hasil penelitian variasi besarnya temperatur lampu UV, dan *speed conveyor* yang berbeda, dijadikan sebagai *referensi* standar temperatur lampu UV yang ideal dipakai, karena dapat berakibat pada perbedaan tingkat kekerasan dan daya rekat cat. Dari material pengujian di lakukan dengan metode pengujian SEM, pengujian EDX, pengujian

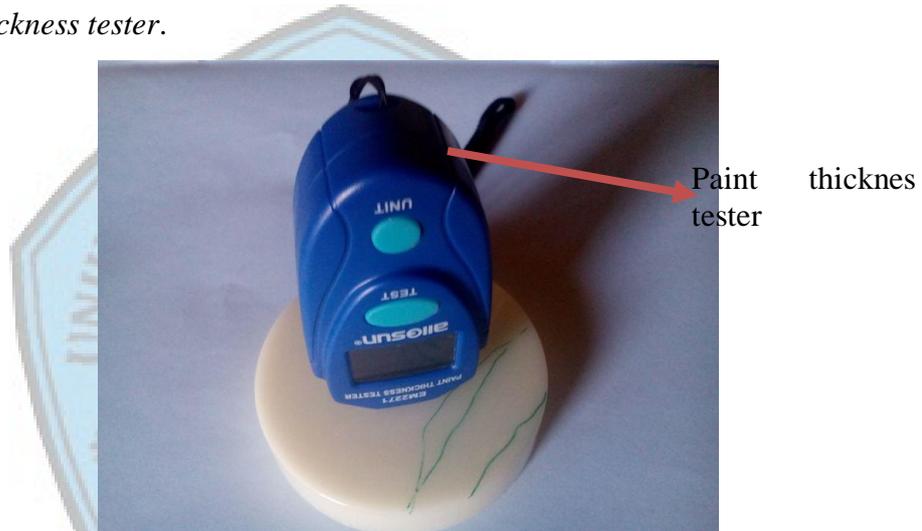
*Vickers test*, dan pengujian *cross cut tape test*, yang nantinya datanya bisa di ambil kesimpulan.

### 3.2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang di pakai dalam penelitian ini adalah :

#### 1. *Paint Thickness Tester*

*Paint thickness tester* adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui ketebalan cat dari semua sisi sehingga didapatkan ketebalan cat yang sama, sehingga keakuratan hasil analisa berikutnya datanya bisa dipertanggung jawabkan secara ilmiah. *Paint thicknes tester* yang di pakai jenis *Minitest 600 B*, *microprocessor coating thickness gauge*. Dapat di lihat pada **Gambar 3.2** *paint tickness tester*.



**Gambar 3.2** *Paint Thickness Tester* (alat uji ketebalan cat)

#### 2. *SEM(Scanning Electron Microscope)*

*SEM (Scanning Electron Microscope)* yaitu suatu jenis *mikroskop elektron* yang dapat menciptakan berbagai gambaran dengan memusatkan suatu berkas *energi elektron* tinggi ke permukaan suatu sample dan sinyal pendeteksian dari *interaksi elektron* dengan permukaan sample, sehingga memperoleh perbesaran tinggi dengan gambaran 3 dimensi untuk permukaan segala obyek dengan perbesaran hingga 100.000 dengan *kemampuan resolusi* 3.0 nm, dapat di ambil gambar bila di hubungkan dengan komputer windows (Desi, 2008), contoh *SEM* bisa dilihat pada **Gambar 3.3** berikut :



**Gambar 3.3** Gambar Mesin SEM ( Desi, 2008)

### 3. *Energy Dispersive X-ray/EDX*

*EDX (Energy Dispersive X-ray)* merupakan alat untuk *analisis kuantitatif dan kualitatif elemen*, hal ini didasarkan pada *analisis spektral radiasi sinar-x* karakteristik *sinar-x* yang dipancarkan *atom sample* pada *iradiasi* berkas elektron di fokuskan dari *SEM*. Fungsi dari *SEM* dan *EDX* di gabungkan menjadi satu *unit*, sehingga konfigurasi dapat di peroleh menjadi *unit SEM* dan *unit EDX*. Untuk menggabungkan fungsi dari *SEM* dan *EDX* dalam suatu alat *SEM-EDX*, komputer dari setiap *unit* digabungkan suatu *ethernet* untuk pembagian data dan *Software HI-Mouse* yang dikembangkan memberikan pengoperasian yang mudah. Dalam pengoperasiannya menggunakan 1 *mouse*, satu *keyboard* dan 2 monitor (Martines, 2010).

Hubungan *user* pada *unit SEM* berdedikasi pada jendela *EDX* yang dapat digunakan untuk mengontrol *unit EDX*. Folder-folder *windows* dapat diatur menjadi *Shared* mengijinkan data dibagi antara 2 komputer. Dari hubungan itu analisa *SEM EDX* berupa gambar struktur permukaan yang diuji dengan karakteristik gambar 3-D (Martines, 2010).

### 4. *Vickers Test*

*Microhardness* adalah alat yang digunakan untuk mengetahui kekerasan permukaan, dengan alat ini tingkat kekerasan dapat diketahui. Alat pengujian ini, bentuk *intendornya* menggunakan keramik yang membuat jejakan pada

material dengan pembebanan tertentu. Masa penjejakan berlangsung selama 30 detik dan dapat menghasilkan ketelitian antara 2-3  $\mu\text{m}$ , panjang *diagonal* jejak diukur dengan arah *horizontal* ditandai dengan d-1 dan panjang jejak ditandai dengan d-2, lalu dihitung d rata rata sebagai nilai jejak. Dapat dilihat *mikrohardness* pada **Gambar 3.4**. Nilai kekerasan material uji dicari pada *tabel* yang tersedia pada nilai rata-rata pada d-rata-rata serta bobot yang digunakan dengan rumus *Vickers* (Nitya, 2009).



**Gambar 3.4** Alat Uji *Mikrohardness* (Nitya, 2009)

##### 5. *Cross Cut Test Tape*

Mesin yang digunakan dalam pengujian *cross cut test tape* adalah menggunakan alat *gauge desktop tensile tester* dengan penambahan alat *force gauge*, Alat *gauge desktop tensile tester* ini kecepatan dapat diatur sesuai dengan *setting* kita, dapat dilihat pada **Gambar 3.5**, dengan penambahan alat *force gauge* kita dapat menyetel beban awal, saat pengujian penarikan dengan metode *cross cut test tape*, sesuai dengan standard *ISO 4902: 2007*, dengan membuat sayatan dengan jumlah kotak 25 kotak, dengan setiap kotak seluas  $1\text{mm}^2$ , kemudian ambil *tape* secukupnya untuk ditempelkan di area sayatan 25 kotak, diusap 5 kali sehingga tidak ada rongga di area sayatan pisau, kemudian baru di uji *cross cut test tape* yang di bantu dengan alat *gauge desktop tensile tester*.

Proses uji *cross cut test tape* yang mengacu dengan *ISO 4902:2007*, dengan sudut penarikan  $60^\circ$  dan kecepatan penarikan 40 m/menit, dari setiap *spesimen*, yang angka besarnya uji daya rekat dapat dilihat pada *tabel*, semakin angka % daya rekat besar, kekuatan daya rekat cat semakin besar.



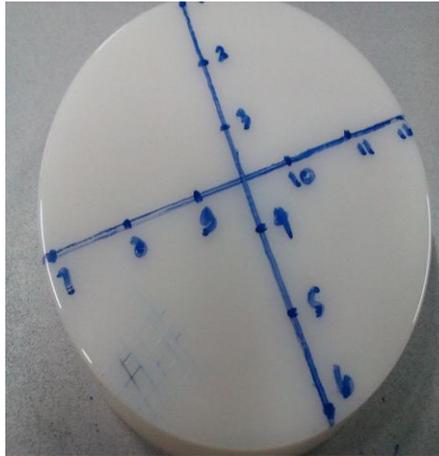
**Gambar 3.5** Alat *Cross Cut Test Tape* (*Gauge Dekstop Tensile Tester*)

### **3.3 Prosedur Pengujian**

#### **3.3.1 Proses Pengujian Ketebalan Cat**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketebalan cat dari setiap *variable* pengujian, dengan metode pemberian titik yang sama dan diukur dengan alat yang sama, sehingga dapat menentukan keakuratan pengujian selanjutnya dapat dipertanggung jawabkan secara data dan ilmiah. Langkah-langkah pengujianya adalah sebagai berikut :

1. Diberi garis silang pada bahan dan diberi nomor dilokasi garis tersebut dengan metode 12 nomor disemua garis silang, dan lakukan yang sama di *variable* bahan yang lain.
2. Setelah diberi garis silang dan diberi nomor sebanyak 12, lalu ukur ketebalan cat dengan alat, disetiap nomor tersebut, dan dilakukan dengan *variable* yang berbeda sehingga dari pengukuran ini kita bisa mendapatkan data ketebalan cat dari setiap *variable* untuk menentukan keakuratan data pengujian selanjutnya. Dapat dilihat **Gambar 2.6** pemberian nomor pengukuran diberikut ini:



**Gambar 3.6** Pemberian Nomor Pengukuran Ketebalan

### 3.3.2 Proses Pengujian SEM DAN EDX

Sebelum melakukan pengujian *struktur mikro*, benda uji perlu dipotong dulu berbentuk bulat dengan *diameter*  $\pm 0,5$  cm, setelah kita potong, dengan berat 15 gram, baru *spesimen* diukur dengan alat SEM dan EDX. Alat uji SEM dan EDX adalah menggunakan alat uji dalam 1 mesin, yang membedakan *unit* kontrol yang berbeda sehingga data dapat dipisahkan.

Langkah-langkah pengujian SEM dan EDX pada pengujian *struktur mikro* dan pengujian komposisi kimia adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan material *spesimen* benda uji, yaitu dengan mempersiapkan produk yang sudah dicat jenis *uvilon* dengan pengeringan yang berbeda yaitu dengan temperatur lampu 50°C, 70°C dan 90°C. Setelah material uji tersedia dari masing masing *variable* panas, lalu dipotong masing masing material uji bulat dengan *diameter*  $\pm 0,75$  cm, agar bisa masuk ke alat uji.
2. Setelah masing -masing material uji dipotong, lalu diuji dengan SEM, sehingga didapatkan komposisi kimia dan gambar dari setiap *spesimen* dari masing-masing *variable* temperatur lampu UV.
3. Struktur komponen kimia dari proses pengujian ini dapat diketahui besarnya dan gambar strukturnya juga dapat di ketahui.

Tujuan dari pengujian *SEM* dan *EDX* adalah kita dapat mengetahui efek dari panas lampu *UV*, terhadap kandungan struktur kimia cat, pengujianya dengan *SEM* dan *EDX* pengujianya untuk mengetahui komposisi kimia cat, sehingga di peroleh gambar 3-D *struktur mikro* dan komposisi kimia dari setiap *variable* temperatur lampu *UV*, dengan pengujian ini kita dapat menentukan sifat kekerasan dan daya rekat cat dengan diperkuat pengujian *Vickers test* dan *cross cut test tape*.

### 3.3.3 Proses Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan menggunakan *Vickers test*, dengan pengujian ini untuk mengetahui besarnya nilai kekerasan dari *variable* temperature 50°C, 70°C dan 90°C. Tujuan pengujian kekerasan ini bertujuan untuk mengetahui dampak dari temperatur lampu *UV* terhadap kekerasan cat. Langkah-langkah pengujian kekerasan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Siapkan *specimen* dari setiap uji dengan masing masing *variable* panas yaitu temperatur lampu *UV* 50°C, 70°C dan 90°C dengan masing-masing temperatur *speed conveyor* 2,4 m/menit dan 2,8 m/menit masing-masing sebanyak 13 pcs.
2. Setelah bahan *spesimen* sudah siap masing masing *variable* temperatur lampu *UV* dan *speed conveyor* kita potong dengan panjang 5 cm dan lebar 2 cm.
3. Setelah *spesimen* kita potong lalu kita uji dengan *Vickers test* dengan alat *microhardness* dari setiap *spesimen* uji sehingga kita dapatkan data untuk menentukan nilai kekerasan.
4. Dari data ini kita bisa mengambil kesimpulan *efek* temperatur lampu *UV* terhadap kekerasan sehingga kita dapat menentukan standar temperatur lampu *UV* yang dipakai dalam proses pengeringan cat jenis *uvilon* dari nilai kekerasan pengujian *Vickers test* dengan alat *microhardness*.

### 3.3.4 Proses Pengujian Daya Rekat Cat

Pengujian daya rekat cat dilakukan dengan metode *cross cut test tape* disetiap permukaan spesimen yang sudah dicat dengan cat jenis *uvilon* dengan

*variable* temperatur UV 50°C, 70°C dan 90°C. Tujuan pengujian *cross cut test tape* ini untuk mengetahui dampak dari temperatur lampu UV terhadap daya rekat cat.

Alat uji menggunakan metode *cross cut test tape*, dengan alat yang disebut *gauge dekstop tensile tester* dengan pengujian ini kita bisa mengetahui besarnya nilai dari daya rekat cat dari setiap *variable* panas, yang dapat menentukan standar temperatur lampu UV 50°C, 70°C dan 90°C yang baik digunakan dalam proses pengecatan. Langkah-langkah pengujian daya rekat cat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Siapkan *spesimen* dari setiap uji dengan *variable* temperatur lampu UV dengan masing-masing temperatur *speed conveyor* 2,4 m/menit dan 2,8 m/menit masing-masing sebanyak 13 pcs.
2. Setelah bahan *specimen* sudah siap dengan *variable* temperatur lampu UV, setiap *spesimen* diberi sayatan pisau *horizontal* sepanjang  $\pm 1$  cm sebanyak 5 kali dengan jarak masing-masing 1mm, lalu sayat juga dengan arah *vertikal* dengan jumlah dan jarak yang sama sehingga didapat kotak dengan panjang  $1\text{mm}^2$  dengan jumlah 25 kota, sayatan dan posisi *tape* dapat kita lihat pada **Gambar 3.7** di bawah ini.



**Gambar 3.7** Sayatan dan Posisi *Tape*

3. Setelah didapat hasil sayatan dengan 15 kotak lalu kita tempelkan *tape*, untuk menutupi hasil *cross cut* sayatan tersebut, lalu di usap sebanyak 5 kali, sampai tidak ada rongga udara di area *cross cut* sayatan tersebut.
4. *Tape* lalu dihubungkan dengan alat yang disebut *gauge dekstop tensile tester*, lalu ditempelkan dengan alat tersebut dengan sudut  $60^\circ$ .
5. Setelah itu tarik *tape* tersebut dengan *alat gauge dekstop tensile tester*, dengan beban tarik awal 2 kg, dengan kecepatan 40 m/ menit.
6. Satu persatu kita uji setiap *spesimen* sehingga akan diperoleh data cat mengelupas dari setiap pengujian tersebut.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui daya rekat cat terhadap temperatur lampu *UV*, nilai daya rekat ini bisa kita ketahui berdasarkan *tabel*, sebagai data besarnya daya rekat cat, sehingga dapat diketahui pengaruh temperatur lampu *UV* dengan daya rekat cat.

### **3.4 Variable penelitian**

#### **3.4.1 Variable Bebas**

*Variable* bebas yang di gunakan dalam peneletian ini untuk komparansi temperatur lampu *UV*  $50^\circ\text{C}$ ,  $70^\circ\text{C}$  dan  $90^\circ\text{C}$  , dengan masing masing temperatur lampu *UV* dengan *speed conveyor* 2,4 m/menit dan 2,8 m/menit *specimen* itu di analisa.

#### **3.4.2 Variable Terikat**

*Variable* terikat merupakan *variable* yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat dari *variabel* bebas (Rochim, 2001). Dengan kata lain ada tidaknya *variable* terikat tergantung adanya atau tidak adanya *variable* bebas. Dalam penelitian ini *variable* terikatnya adalah :

1. Uji komposisi kimia dan gambar ikatan komponen kimia
2. Uji kekerasan cat
3. Uji daya rekat cat

#### **3.4.3 Variable Tetap**

*Variable* tetap merupakan *variable* yang sudah di tentukan besarnya, yang di pakai disetiap *variable* bebas, sehingga data dan hasil sama, sehingga keakuratan pengujian data bisa dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Dalam penelitian ini *Variable* tetapnya adalah :

1. Jumlah *spray gun* yang pakai saat pengecatan
2. Besarnya angin saat pengecatan
3. Besarnya kecepatan konveyor saat pengecatan
4. Besarnya ketebalan cat

Berikut data *variable* tetap dalam melakukan pengujian :

1. Penelitian pertama dengan ketentuan sebagai berikut :
  1. *Speed conveyor* yang di gunakan 2,4 m/menit
  2. Temperatur lampu *UV* yang di gunakan :
    - a. 50°C
    - b. 70°C
    - c. 90°C
  3. Metode uji penelitian dengan menggunakan :
    - a. Metode uji dengan menggunakan *SEM* dan *EDX*..
    - b. Metode penelitian dengan *cross cut test tape* dengan sudut 60° dengan beban tarik 2000 N kecepatan 20 m/menit.
    - c. Pengujian dengan *Vickers test*.
  4. Dengan menggunakan metode *sample AQL* 1,0 dengan masing masing jumlah uji 13 pcs sesuai dengan standar *ISO 2859-1:1999(E)*.
2. Penelitian kedua dengan ketentuan sebagai berikut :
  1. *Speed conveyor* yang di gunakan 2,8 m/menit
  2. Temperatur lampu *UV* yang di gunakan :
    - a. 50°C
    - b. 70°C
    - c. 90°C
  3. Metode uji penelitian dengan menggunakan :
    - a. Metode uji dengan menggunakan *SEM* dan *EDX*.

- b. Metode penelitian dengan *cross cut test tape* dengan sudut  $60^\circ$  dengan beban tarik 2000 N kecepatan 20 m/menit.
  - c. Pengujian dengan *Vickers test*.
  - d. Dengan menggunakan metode *sample AQL* 1,0 dengan masing masing jumlah uji 13 pcs sesuai standar *ISO 2859-1:1999(E)*.
3. Tekanan angin yang di gunakan sama 3,5 *bar* dan tebal cat sama.
4. Pada saat proses penyemprotan cat menggunakan kecepatan yang sama dengan *speed conveyor* 2,4 m/menit.

### 3.5 Analisa Data

1. Tahap I: Studi karakteristik material proses pengeringan cat jenis *uvilon* dengan temperatur *UV*  $50^\circ\text{C}$ , dengan *speed conveyor* 2,4 m/menit dan 2,8 m/menit.  
Data dari analisa karakteristik material dengan temperatur  $50^\circ\text{C}$ , di peroleh :  
uji kekerasan cat, uji daya rekat cat.
2. Tahap II: Studi karakteristik material proses pengeringan cat jenis *uvilon* dengan temperatur *UV*  $70^\circ\text{C}$ , dengan *speed conveyor* 2,4 m/menit dan 2,8 m/menit.  
Data dari analisa karakteristik material dengan temperatur  $70^\circ\text{C}$ , di peroleh :  
uji kekerasan cat, uji daya rekat cat.
3. Tahap III: Studi karakteristik material proses pengeringan cat jenis *uvilon* dengan temperatur *UV*  $90^\circ\text{C}$ , dengan *speed conveyor* 2,4 m/menit dan 2,8 m/menit.  
Data dari analisa karakteristik material dengan temperatur *UV*  $90^\circ\text{C}$ , di peroleh :  
uji kekerasan cat, uji daya rekat cat.
4. Tahap IV: Studi uji kimia material proses pengeringan cat jenis *uvilon* dengan *speed conveyor* 2,4 m/menit m/menit. Pada tahap ini di lakukan studi perbandingan karakteristik material dengan temperature  $50^\circ\text{C}$ ,  $70^\circ\text{C}$  dan  $90^\circ\text{C}$  dengan parameter-parameter uji *SEM* dan uji *EDX*.

Semua proses di atas di terangkan dalam **Tabel 3.1.** dan **Tabel 3.2** berikut :

**Tabel 3.1** Deskripsi Pengambilan Data Uji Kekerasan dan Daya rekat

No	Material Spesimen Uji	Pengujian Spesimen
1	Temperatur lampu UV 50°C (speed conveyor 2,4m/menit dan 2,8 m/menit)	1. Pengujian kekerasan 2. Pengujian daya rekat cat
2	Temperatur lampu UV 70°C (speed conveyor 2,4m/menit dan 2,8 m/menit)	1. Pengujian kekerasan 2. Pengujian daya rekat cat
3	Temperatur lampu UV 90°C (speed conveyor 2,4m/menit dan 2,8 m/menit)	1. Pengujian kekerasan 2. Pengujian daya rekat cat

**Tabel 3.2** Deskripsi Pengambilan Data Uji SEM dan EDX

No	Material Spesimen Uji	Pengujian Spesimen
1	Temperatur lampu UV 50°C (speed conveyor 2,4m/menit)	1. Pengujian SEM 2. Pengujian EDX
2	Temperatur lampu UV 70°C (speed conveyor 2,4m/menit )	3. Pengujian SEM 4. Pengujian EDX
3	Temperatur lampu UV 90°C (speed conveyor 2,4m/menit )	3. Pengujian SEM 4. Pengujian EDX

Dari penelitian ini merupakan penelitaian *kausal* (sebab akibat) yang pembuktiannya diperoleh melalui uji SEM, uji EDX, uji kekerasan (*Vickers test*), uji daya rekat cat (*cross cut test tape*).

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pembahasan meliputi : Uji ketebalan cat, uji *SEM*, uji *EDX*, uji kekerasan, dan uji daya rekat, pada *spesimen* dengan temperatur lampu *UV* 90°C, 70°C, 50°C dengan *speed conveyor* 2,4m/menit dan temperatur lampu *UV* 90°C, 70°C, 50°C dengan *speed conveyor* 2,8 m/menit.

#### 4.1 Pengujian Ketebalan Cat

Pengujian *spesimen* diuji dengan temperatur lampu *UV* 90°C, 70°C, 50°C dengan *speed conveyor* 2,4 m/menit dan 2,8 m/menit, diukur dengan ketebalan cat dengan alat ukur *paint thickness tester* diambil masing - masing 12 titik dengan lokasi yang sama, data di ambil untuk memastikan tebal cat produk yang akan diuji mempunyai ketebalan yang sama, dari ketebalan cat ini dapat menentukan hasil pengujian selanjutnya, satuan ketebalan cat yang di gunakan adalah *micron*. Hasil pengukuran ketebalan dapat dilihat pada **Tabel 4.1** dibawah ini:

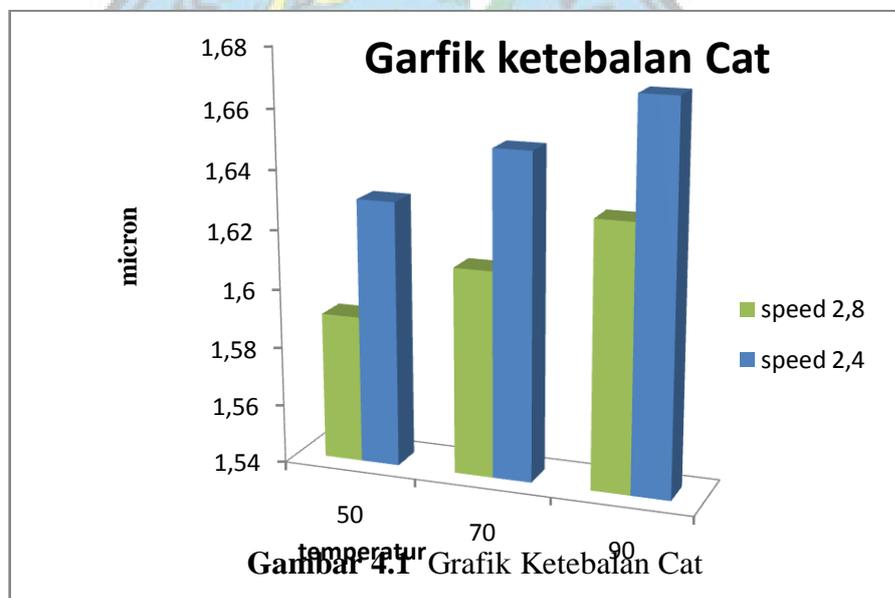
**Tabel 4.1** Hasil Pengukuran Dengan *Paint Thickness Tester*.

No	50°C		70°C		90°C	
	2,8m/mnt	2,4 m/mnt	2,8 m/mnt	2,4 m/mnt	2,8 m/mnt	2,4 m/mnt
1	1.64	1.68	1.66	1.70	1.68	1.72
2	1.52	1.56	1.54	1.58	1.56	1.60
3	1.64	1.68	1.66	1.70	1.68	1.72
4	1.62	1.66	1.64	1.68	1.66	1.70
5	1.54	1.58	1.56	1.60	1.58	1.62
6	1.64	1.68	1.66	1.70	1.68	1.72
7	1.62	1.66	1.64	1.68	1.66	1.70
8	1.52	1.66	1.54	1.58	1.56	1.70
9	1,64	1.66	1,66	1,70	1,68	1.70
10	1.62	1.66	1.64	1.68	1.66	1.70
11	1.54	1.58	1.56	1.60	1.58	1.62
12	1.54	1.56	1.56	1.60	1.58	1.60
13	1,64	1,68	1,66	1,70	1,68	1,72
Rata-	1,59	1,63	1,61	1,65	1,63	1,67

rata						
------	--	--	--	--	--	--

Dapat dilihat terjadi penambahan ketebalan cat akibat bertambahnya temperatur yang diterima saat pengeringan dari *speed conveyor* 2,4 m/menit temperatur UV 50°C ketebalan cat adalah 1,63 mikron, dengan penambahan temperatur UV 50°C ketebalan cat bertambah menjadi 1,65 mikron dan dengan temperatur UV 90°C ketebalan cat bertambah menjadi 1,67 mikron.

Dengan penambahan *speed conveyor* 2,8 m/menit ketebalan cat berkurang di banding *speed conveyor* 2,4 m/menit dari temperatur UV 50°C ketebalan cat adalah 1,59 mikron, temperatur UV 50°C ketebalan cat berkurang menjadi 1,61 mikron dan dengan temperatur UV 90°C ketebalan cat berkurang menjadi 1,63 mikron. Data rata-rata ketebalan cat dengan speed 2,4 m/menit dan 2,8 m/menit dengan variasi temperatur lampu UV 90°C, 70°C, 50°C dapat di lihat **Gambar 4.1** berikut :



Adanya penambahan temperatur UV pada proses pengeringan cat berakibat pada ketebalan cat, semakin temperatur bertambah semakin bertambah ketebalan cat, dan sebaliknya semakin temperatur berkurang ketebalan cat akan berkurang. Hal ini disebabkan semakin tinggi temperatur yang digunakan, *viskositas* cat menurun sehingga laju pergerakan *partikel* meningkat. Peningkatan laju pergerakan *partikel* ini menyebabkan laju pembentukan lapisan lebih cepat sehingga lapisan yang

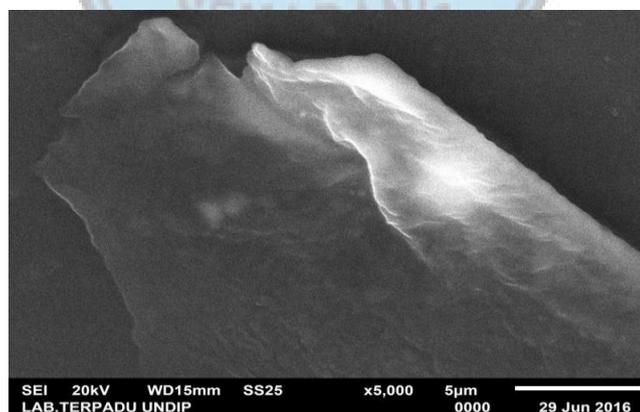
terbentuk lebih tebal (Lazik, harmami, 2015). *Speed conveyor* 2,4 m/menit mempunyai ketebalan lebih besar dari *speed conveyor* 2,8 m/menit, hal ini ini sebabkan semakin rendah kecepatan konveyor, semakin lama lapisan menerima *radiasi* dan semakin banyak *radikal* yang terjadi, semakin banyak *radikal* yang terjadi, semakin banyak ikatan *rantai polimer* yang terbentuk sehingga semakin banyak derajat ikatan silang yang terjadi (Hartono, Danu, 2007).

#### 4.2 Hasil Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Pengujian SEM di lakukan untuk mengetahui *struktur mikro* permukaan dari *specimen* dengan di cat jenis *uvilon* yang di lakukan di UPT UNDIP, dengan pengujian permukaan berbahan plastik ABS yang sudah di cat permukaanya, pengeringan menggunakan variasi temperatur lampu UV 90°C, 70°C, 50°C, dengan menggunakan *speed conveyor* 2,4 m/menit. Pengujian ini menggunakan alat *mikroskop* yang disebut SEM (*scanning electron microscope*), dengan perbesaran dari setiap masing-masing panas UV 5000 kali. Gambar uji SEM dapat kita lihat pada **Gambar 4.2** dengan temperatur 50°C, **Gambar 4.3** temperatur 70°C , dan **Gambar 4.4** temperatur 90°C berikut :

##### 4.2.1 Temperatur 50°C

Uji SEM dengan temperatur 50°C dengan *speed conveyor* 2,4 m/menit dengan perbesaran 5000 kali dapat kita lihat pada **Gambar 4.2** berikut :

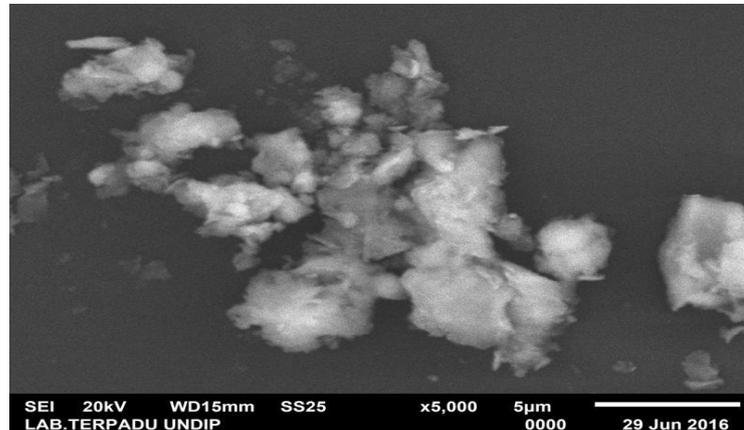


**Gambar 4. 2** *Struktur Mikro* Cat Temperatur UV 50°C (Perbesaran 5000 x)

Dapat kita peroleh bahwa ukuran dari *kristal* yang besar dan lebar, jarak antar *kristal* yang jauh karena hanya terlihat satu *kristal*.

#### 4.2.2 Temperatur 70°C

Uji *SEM* dengan temperatur 70°C dengan *speed conveyor* 2,4 m/menit dengan perbesaran 5000 kali dapat kita lihat pada **Gambar 4.3** berikut :

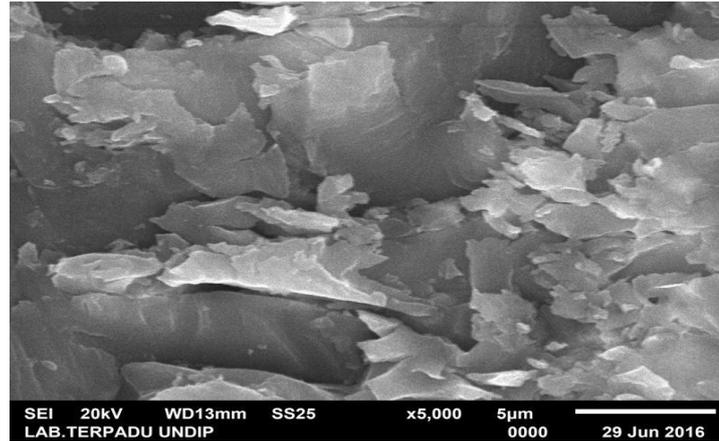


**Gambar 4.3** Struktur Mikro Cat Temperatur UV 70°C (Perbesaran 5000 x)

Dapat kita peroleh bahwa ukuran dari *kristal* yang lebih kecil dari ukuran *kristal* temperatur 50° C, mempunyai jarak antar *kristal* dan jarak antar *kristal* yang dekat, hal ini di pengaruhi adanya penambahan temperatur dari temperatur 50°C menjadi tempeartur 70°C

#### 4.2.3 Temperatur 90°C

Dari hasil uji *SEM* dengan perbesaran 5000 kali dengan temperatur lampu UV 90°C dapat di lihat pada **Gambar 4.4** berikut :



**Gambar 4.4** Struktur Mikro Cat Temperatur UV 90°C (Perbesaran 5000 x)

Dapat kita peroleh bahwa ukuran dari *kristal* yang lebih kecil dari ukuran *kristal* temperatur 70°C, tidak mempunyai jarak antar *kristal* dan jarak antar kristal yang terlalu dekat saling berhimpitan. Hal ini dipengaruhi adanya penambahan temperatur dari 70°C menjadi temperatur 90°C.

Akibat dari penambahan temperatur pada saat proses pengeringan cat terjadi perubahan bentuk menjadi lebih kecil, jarak antar *struktur kristal* semakin dekat, hal ini disebabkan karena semakin tinggi temperatur yang digunakan dalam pengeringan, bahan akan menjadi cepat kering dan uap air yang terkandung dalam bahan akan cepat menguap, sehingga dalam penguapan air tersebut *partikel-partikel* bahan akan bergerak ke atas dan menyebabkan lapisan antar *sel* menyatu (Arif, Dwi, 2013). Dengan jarak *struktur kristal* semakin dekat, padat, dan rapat akibat penambahan temperatur, maka kekerasan permukaan akan bertambah, hal ini sebabkan proses pemisahan *liquid* pada *solid kristal* bisa maksimal, semakin temperatur naik, proses menjadi *solid* juga semakin cepat. Semakin *unsur liquid* pada benda *solid* berkurang semakin tinggi kekerasannya, hal ini dapat dilihat pada *diagram fase* perubahan kekerasan (Dominique, C dan wynblatt, 1997).

#### 4.3 Hasil Uji EDX Energy Dispersive X-ray (EDX)

Pengujian *EDX* dilakukan sebagai lanjutan uji coba *SEM* dengan pengeringan menggunakan variasi temperatur 50°C, temperatur 70°C, temperatur 90°C, dengan menggunakan *speed conveyor* 2,4 m/menit, dengan alat uji yang sama dalam uji *SEM*,

bertujuan untuk mencari komposisi kimia pada *specimen*, hasil pengujian komposisi ini sangat menentukan terhadap kekerasan permukaan material, pada **Tabel 4.2** ada 3 unsur kimia yang berpengaruh terhadap kekerasan, unturnya adalah *Karbon (C)*, *Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)*, *Silica dioksida (SiO<sub>3</sub>)*, ketiga unsur ini mempunyai bentuk *kristal*, *karbon* mempunyai kandungan terbesar, *sulfur trioksida* berbentuk gas dan *Klorida* berbentuk mineral, pada temperatur 70°C, temperatur 90°C muncul *silica dioksida* akibat proses pengeringan menggunakan temperatur yang tinggi.

**Tabel 4.2** Hasil Pengujian EDX ( UPT UNZIP)

No	Nama Sampel	Komponen	Komposisi (%)	
			Ketebalan cat awal	Ketebalan cat rata –rata sama
1	Temperatur 50°C	Karbon, C	97,88	96,68
		Alumina, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,86	0,85
		Sulfur Trioksida, SO <sub>3</sub>	0,93	0,92
		Klorida, Cl	0,33	0,33
2	temperatur 70°C	Karbon, C	96,60	95,41
		Alumina, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,13	1,12
		Silica dioksida, SiO <sub>3</sub>	1,57	1,55
		Sulfur Trioksida, SO <sub>3</sub>	0,38	0,38
		Klorida, Cl	0,32	0,32
3	temperatur 90°C	Karbon, C	98,60	97,39
		Silica dioksida, SiO <sub>3</sub>	0,77	0,77
		Sulfur Trioksida, SO <sub>3</sub>	0,29	0,28
		Klorida, Cl	0,34	0,34

Diperoleh unsur yang mempunyai pengaruh terhadap kekerasan yaitu unsur *karbon*, *alumina*, dan *silica dioksida* karena berbentuk *kristal*. *Karbon* mempunyai angka yang paling tinggi kandungannya, *karbon* merupakan unsur yang paling keras, semakin kandungan *karbon* tinggi semakin tinggi kekerasannya, kandungan terkecil *karbon* 95,41% dan terbesar 97,39%, *alumina* berbentuk

*kristal* juga berpengaruh terhadap kekerasan, kandungan terkecil 0,85% dan terbesar 1,12%, *Silica dioksida* merupakan unsur yang muncul akibat temperatur yang tinggi ditemperatur 70°C dan panas 90°C, unsur *silica dioksida* berbentuk *kristal*, berpengaruh terhadap kekerasan, angka terbesar 1,75% dan terkecil 0,67%.

Unsur kekerasan yang ada pada temperatur 50°C sebesar 97,53 %, di temperatur 70°C sebesar 98.08 %, ditemperatur 90°C 98.16%. Hal ini di sebabkan adanya penambahan temperatur akan berubah ukuran *kristal* menjadi lebih kecil dan gerombolan *kristal* akan bertambah dan angka kandungan *kristal* akan bertambah disebabkan Semakin temperatur yang diterima bertambah semakin banyak *liquid* yang akan melepaskan diri dari campuran *solid* dan *liquid*, sehingga semakin banyak kandungan unsur *solid* dari proses perubahan menjadi *solid*, presentasi unsur yang mengandung kekerasan akan naik (Diabat, ahmed, 2015).

#### 4.4 Hasil Uji Kekerasan

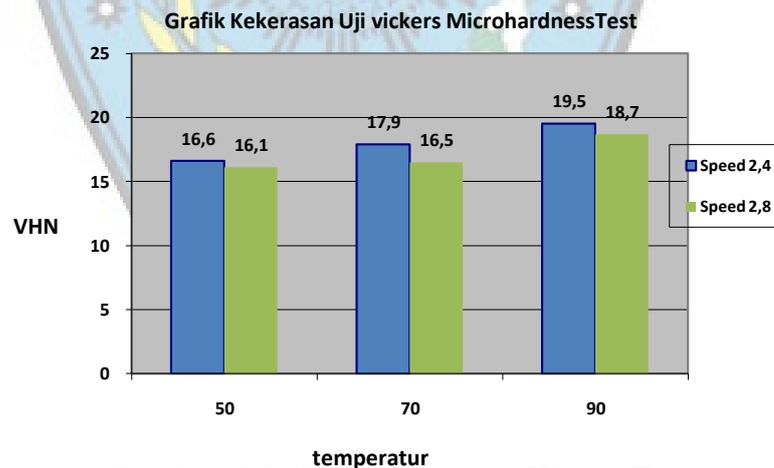
Metode uji kekerasan di lakukan pada proses *UV Coating* yaitu dengan bahan *ABS* dengan metode pelapisan dengan menggunakan proses *UV Coating*, metode uji yang digunakan adalah metode *Vickers test*, pengujian ini sesuai dengan standar *ASTM B578-87 (2015) standart test methode for microhardness of electroplated coating* adapun hasil analisa *Vickers test* di lakukan di UPT UNDIP, dengan variasi temperatur *UV* 50°C, temperatur *UV* 70°C, temperatur *UV* 90°C, dan *speed* konveyor 2,4 m/menit dan 2,8 m/menit, satuan *Vickers test* di sebut *VHN* adapun hasil pengujian *Vickers test* dapat di lihat pada **Tabel 4.3** berikut :

**Tabel 4.3** Pengujian Kekerasan dengan *Vickers Test*

No	Kecepatan 2,4 m/menit			Kecepatan 2,8 m/menit		
	50°C	70°C	90°C	60°C	70°C	90°C
1	16,6	17,9	19,5	16,2	16,6	18,8
2	16,5	17,8	19,4	16,0	16,4	18,5
3	16,6	17,9	19,5	16,2	16,6	18,8
4	16,5	17,8	19,4	16,0	16,4	18,5
5	16,6	17,9	19,5	16,2	16,6	18,8
6	16,5	17,8	19,4	16,0	16,4	18,5

7	16,6	17,9	19,5	16,2	16,6	18,8
8	16,5	17,8	19,4	16,0	16,4	18,5
9	16,6	17,9	19,5	16,2	16,6	18,8
10	16,5	17,8	19,4	16,0	16,4	18,5
11	16,6	17,9	19,5	16,2	16,6	18,8
12	16,5	17,8	19,5	16,2	16,6	18,8
13	16,5	17,8	19,4	16,0	16,4	18,5
Rata-rata	16,6	17,9	19,5	16,1	16,5	18,7

Hasil uji kekerasan mengalami penambahan besar *VHN* apabila ada penambahan temperatur lampu *UV*, angka *VHN* pada temperatur *UV* 50°C dengan *speed conveyor* 2,8 m/menit yang angka *VHN* nya paling kecil yaitu 16,1 akibat dari temperatur lampu *UV* yang paling kecil. Pengaruh *speed conveyor* semakin cepat temperatur yang dihasilkan juga semakin kecil. Angka *VHN* paling besar pada temperatur *UV* 90°C, karena temperatur yang dihasilkan paling besar. Selisih angka dari yang terkecil sampai terbesar adalah 0,08 atau sekitar 3 %, sehingga pengaruhnya kecil sekali. Semakin angka *VHN* nya tinggi semakin besar pula nilai kekerasannya. Hasil pengujian kekerasan dengan *Vickers test* diterangkan pada **Gambar 4.5** berikut :



**Gambar 4.5** Grafik Kekerasan *Vickers Test*

Terjadi penurunan nilai *VHN* nya apabila *speed conveyor* dipercepat dari 2,4 m/menit menjadi 2,8 m/menit, kecepatan konveyor berpengaruh terhadap *densitas*

*ikatan silang*, semakin lambat *speed conveyor* semakin bertambah dosis *irradiasi UV* yang diterima oleh materi, sebaliknya semakin *speed conveyor* dipercepat semakin kecil *dosis irradiasi UV* yang diterima oleh materi yang menyebabkan pembentukan ikatan silang tidak sempurna. Dengan meningkatnya *densitas ikatan silang* meningkatkan kekerasan lapisan (Darsono, Seng, 2007).

Angka temperatur *UV 50°C VHN* mempunyai resiko nilai *VHN* yang kecil, sebaiknya pada temperatur ini jangan dipakai, karena mempunyai kekerasan yang tidak baik, sehingga ketahanan terhadap goresan benda kurang sehingga beresiko baret. Semakin temperatur bertambah angka *VHN* nya akan naik, angka kekerasan akan naik, semakin temperatur bertambah proses campuran *liquid* dan *solid* menjadi *solid* akan semakin cepat, makin sedikit kandungan *liquid* pada campuran *liquid* dan *solid* akan semakin besar nilai kekerasannya. Dan sebaliknya semakin temperatur berkurang makin kandungan *liquid* makin besar pula, nilai kekerasannya akan menurun (Dominique, C dan wynblatt, 1997), karena dengan naiknya temperatur energi kinetik dari partikel-partikel zat-zat meningkat sehingga meningkatkan tumbukan efektif perubahan (Nitya, 2010).

#### 4.5 Hasil Uji Daya Rekat

Pengujian daya rekat cat merupakan metode pengujian untuk mengetahui kekuatan daya rekat cat. Metode ini biasanya menggunakan metode *cross cut test tape* sesuai dengan standar *ISO 2409:200*, metode ini dilakukan dengan menggunakan 2 *speed conveyor* 2,4 m/menit dan 2,8 m/menit, dengan masing-masing variasi temperatur *UV 50°C*, temperatur *UV 70°C*, temperatur *UV 90°C*. Angka uji *cross cut test tape* merupakan angka daya rekat, semakin angka *cross cut tape* tinggi nilai daya rekat cat semakin tinggi, angka *cross cut tape* yang bagus di angka 85 % sampai 100% hasil uji *cross cut test tape* dapat kita lihat pada **Tabel 4.4** berikut :

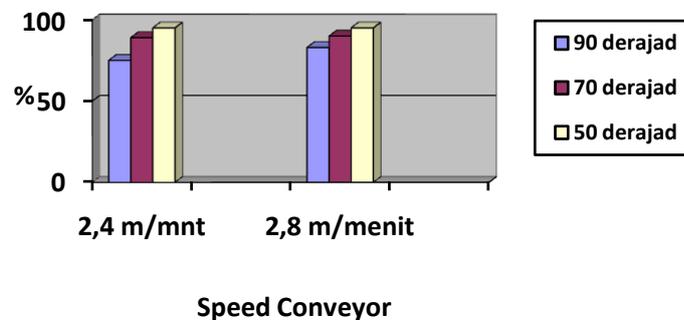
**Tabel 4. 4** Pengujian Dengan *Cross Cut Test Tape*

No	Kecepatan 2,4 m/menit			Kecepatan 2,8 m/menit		
	50°C	70°C	90°C	50°C	70°C	90°C
1	95 %	90%	85 %	95 %	90%	85 %
2	95 %	90%	85 %	95 %	90%	85 %

3	95 %	90%	85 %	95 %	90%	85 %
4	95 %	90%	65 %	95 %	90%	85 %
5	95 %	90%	85 %	95 %	90%	65 %
6	95 %	90%	85 %	95 %	90%	85 %
7	95 %	90%	85 %	95 %	90%	85 %
8	95 %	85%	65 %	95 %	90%	85 %
9	95 %	90%	85 %	95 %	90%	85 %
10	95 %	90%	85 %	95 %	90%	85 %
11	95 %	90%	85 %	95 %	90%	85 %
12	95 %	85%	85 %	95 %	90%	85 %
13	95 %	90%	85 %	95 %	90 %	85 %
Rata-rata	95 %	89%	75 %	95 %	90 %	83 %

Pada pengujian daya rekat di peroleh adanya penurunan nilai daya rekat setiap ada kenaikan temperatur lampu UV, nilai presentase terkecil ada pada temperatur UV 90°C di *speed conveyor* 2,4 m/menit, karena temperatur yang di terima paling besar yaitu sebesar 75 %, angka terbesar pada temperatur UV 50°C dengan nilai *cross cut test tape* 95 %. Dengan adanya perubahan *speed conveyor* dari 2,4 m/menit ke 2,8 m/menit ada ada kenaikan daya rekat di setiap masing-masing variasi energi hal ini di sebabkan adanya kenaikan Hasil pengujian *cross cut test tape* dapat kita lihat pada **Gambar 4.6** berikut :

**Grafik cross Cut Test Tape**



**Gambar 4.6** Grafik Cross Cut Tes Tape

Adanya penambahan temperatur akan berpengaruh pada nilai daya rekat yang semakin kecil, semakin temperatur naik semakin kecil pula nilai daya rekatnya, dan sebaliknya semakin temperatur turun akan bertambah nilai daya rekatnya. Di *speed conveyor* dari 2,4 m/menit ke 2,8 m/menit pada temperatur *UV* 90°C ditemukan angka *cross cut test tape* yang paling kecil di bawah angka ideal nilai *cross cut test tape*, pada temperatur ini idealnya jangan di pakai saat proses *UV Coating* karena mempunyai resiko *cross cut test tape* yang gagal. Hasil uji *cross cut test tape* yang baik dengan temperatur *UV* 50°C dan temperatur *UV* 70°C karena mempunyai nilai pengujian di atas standar yang bagus. Pada pengujian ini pengaruh perubahan temperatur berpengaruh pada besarnya nilai *cross cut test tape*, semakin temperatur bertambah besar nilai *cross cut test tape* atau nilai daya rekat akan semakin kecil, semakin temperatur kecil, nilai daya rekat semakin besar (Atmi, 2014).



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari data hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh dari penambahan temperatur adalah sifat kekerasan permukaan naik dan daya rekat akan menurun.
2. Temperatur 90° C ke atas sebaiknya jangan di pakai karena daya rekatnya kurang bagus, dan temperatur 50° C ke bawah sebaiknya jangan di pakai karena mempunyai kekerasan yang tidak bagus..

#### **5.2 Saran**

1. Pada penelitian ini hanya sebatas empat parameter yaitu uji komposisi kimia, uji struktur mikro, uji kekerasan dan uji daya rekat, maka untuk peneliti selanjutnya perlu menambah variable misalnya uji gloss, uji aging fressing.
2. Untuk pengujian daya rekat maka penelitian lanjut dapat menggunakan alat uji yang lebih modern dan lebih kurat.



**SURAT KETERANGAN HASIL ANALISIS SAMPEL**

Kode sampel : SP-VI-455  
Nama Pemesan : Eko Puji Haryanto  
Alamat : Unimus  
Jenis Analisis : Analisis SEM EDX  
Jenis sampel : Plastik UV Coating, UV Lamp

Hasil analisis adalah sebagai berikut:

No	Nama Sampel	Komponen	Komposisi (% berat)
1	300	Karbon, C	97,88
		Alumina, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,86
		Sulfur Trioksida, SO <sub>3</sub>	0,93
		Klorida, Cl	0,33
2	800	Karbon, C	96,60
		Alumina, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,13
		Silika Dioksida, SiO <sub>2</sub>	1,77
		Sulfur Trioksida, SO <sub>3</sub>	0,38
		Klorida, Cl	0,12
3	1300	Karbon, C	98,60
		Silika Dioksida, SiO <sub>2</sub>	0,37
		Sulfur Trioksida, SO <sub>3</sub>	0,69
		Klorida, Cl	0,34

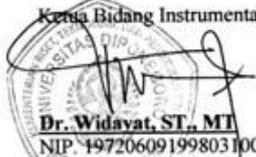
Untuk citra morfologi permukaan dengan perbesaran 3.000x, Hasil lengkap terlampir.

**Catatan:**

Hasil analisis tersebut hanya berlaku untuk sampel yang dikirimkan ke Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro Semarang

Semarang, 30 Juni 2016

Ketua Bidang Instrumentasi dan Analisis

  
**Dr. Widayat, ST., MT**  
NIP. 197206091998031001

