



UNIVERSITAS INDONESIA

**MEMPELAJARI PENGARUH JENIS INISIATOR, JENIS
SURFAKTAN DAN WAKTU FEEDING MONOMER
TERHADAP KINERJA *PRESSURE SENSITIVE ADHESIVE*
BERBASIS AIR**

TESIS

SUDARMAJI

1006733266

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM PASCA SARJANA
JURUSAN ILMU MATERIAL
UNIVERSITAS INDONESIA
JAKARTA
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**MEMPELAJARI PENGARUH JENIS INISIATOR, JENIS
SURFAKTAN DAN WAKTU FEEDING MONOMER
TERHADAP KINERJA *PRESSURE SENSITIVE ADHESIVE*
BERBASIS AIR**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Master Sains

Dalam bidang Ilmu Material

SUDARMAJI

1006733266

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM PASCA SARJANA
JURUSAN ILMU MATERIAL
UNIVERSITAS INDONESIA
JAKARTA
JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Sudarmaji
NPM : 1006733266
Tanda Tangan : *Sudarmaji*
Tanggal : Juni 2012

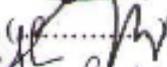
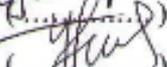
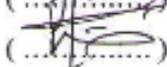


HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Sudarmaji
NPM : 10067733266
Judul Tesis : Mempelajari Pengaruh Jenis Inisiator, Jenis
Surfaktan dan Waktu Feeding Monomer
Terhadap Kinerja *Pressure Sensitive Adhesive*
Berbasis Air

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Ilmu Material, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang (Pembimbing II)	: Dr. Bambang Soegijono	()
Sekretaris Sidang (Pembimbing I)	: Dr. Emil Budianto	()
Penguji I	: Dr. Muhammad Hikam	()
Penguji II	: Dr. Helmiyati, M.Si.	()
Penguji III	: Dr. Budhy Kurniawan	()

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : Juni 2012

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT dan atas seijin-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul : Mempelajari Pengaruh Jenis Inisiator, Jenis Surfaktan dan Waktu Feeding Monomer dari Kopolimer Butil akrilat-Asam metakrilat terhadap Kinerja *Pressure Sensistive Adhesives* Berbasis Air. Tesis ini disusun sebagai syarat kelulusan pada program studi Ilmu Material, program Pascasarjana, Universitas Indonesia.

Tesis ini merupakan laporan dari penelitian mengenai pengaruh jenis inisiator persulfat, surfaktan sulfonat dan waktu feeding monomer terhadap kinerja *Pressure Sensistive Adhesives* berbasis air. Pengaruh variasi tersebut dipelajari terhadap sifat fisik, tegangan permukaan, ukuran partikel, T_g polimer dan akhirnya pada tahap aplikasi. Inisiator yang digunakan merupakan dua grade dari persulfat yaitu Amonium persulfat dan Kalium persulfat. Dua tipe surfaktan yang digunakan adalah tipe linier sulfat dan sulfonat, yaitu : SLS dan LDDBS. Sedangkan waktu feeding divariasikan dari 2 jam, 3 jam dan 4 jam yang mana tujuan akhir untuk meningkatkan produktivitas produksi yang lebih baik tanpa mengurangi unjuk kerja produk secara keseluruhan.

Atas selesainya tesis ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dr Emil Budianto dan Dr Bambang Soegijono atas diskusi, bimbingan dan arahan serta dukungan selama penulis melakukan penelitian ini sampai tersusunnya laporan dalam bentuk tesis.

Semoga dengan selesainya penelitian dan penulisan ini, menjadi langkah awal yang bermanfaat bagi diskusi, kritik dan saran untuk penelitian lanjut yang lebih baik.

Jakarta, Juni 2012

Sudarmaji

UCAPAN TERIMA KASIH

Proses penelitian dan penulisan ini melibatkan banyak pihak, untuk itu ijinkan penulis memberikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr Emil Budianto, selaku pembimbing I dalam penelitian dan penulisan yang telah memberikan ide-ide cemerlang, arahan dan saran yang sangat membantu dalam penelitian ini.
2. Dr Bambang Soegijono, selaku pembimbing II sekaligus ketua program studi Ilmu Material atas diskusi, dukungan dan dorongan semangatnya, serta seluruh sivitas akademika program studi Ilmu Material atas bantuannya.
3. Keluarga, orang tua yang dengan segenap do'anya yang tidak pernah putus, istri tersayang yang dengan kesabaran, pengertian dan dukungan yang tiada bandingnya.
4. Bapak Anggoro dari PT AHP atas bantuannya yang tiada pamrih.
5. Bapak Wawan dan Ismanto dari PT BSE atas kerja samanya.
6. Rekan-rekan Ilmu Material angkatan 2010, atas diskusi dan canda yang sudah membuat semangat bangkit kembali dikala surut.

Jakarta, Juni 2012

Sudarmaji

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

KARYA ILMIAH

Sebagai civitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sudarmaji
NPM : 1006733266
Program Studi : Ilmu Material
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Tesis

Demi pembangunan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Mempelajari Pengaruh Jenis Inisiator, Jenis Surfaktan dan Waktu Feeding Monomer dari Kopolimer Butil akrilat-Asam metakrilat terhadap Kinerja *Pressure Sensitive Adhesives* Berbasis Air beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : Juni 2012

Yang menyatakan



(Sudarmaji)

ABSTRAK

Nama : Sudarmaji
Program Studi : Ilmu Material
Judul : Mempelajari Pengaruh Jenis Inisiator, Jenis Surfaktan dan Waktu Feeding Monomer dari Kopolimer Butil akrilat-Asam metakrilat terhadap Kinerja *Pressure Sensitive Adhesives* Berbasis Air

Telah dilakukan penelitian pengaruh jenis inisiator, jenis surfaktan dan waktu feeding monomer dari kopolimer Butil akrilat-Asam metakrilat terhadap kinerja *pressure sensitive adhesives* berbasis air. Proses polimerisasi dilakukan menggunakan teknik seeding melalui polimerisasi radikal bebas pada temperatur reaksi 85 ± 1 °C dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Tipe inisiator divariasi menggunakan APS dan KPS, surfaktan menggunakan LDBS dan SLS serta waktu feeding dibuat 2, 3 dan 4 jam. Parameter polimer PSA seperti : total padatan, viskositas, pH, tegangan permukaan, ukuran partikel, *tack*, *shear* dan *adhesion* diuji. Variasi inisiator, surfaktan dan waktu feeding tidak mempengaruhi total padatan, viskositas, pH dan tegangan permukaan polimer PSA. Efek variasi inisiator, surfaktan dan waktu feeding monomer mempengaruhi ukuran dan distribusi ukuran partikel dimana ukuran partikel paling kecil diperoleh dari kombinasi antara inisiator KPS, surfaktan SLS dan waktu feeding 3 jam. Sedangkan kinerja secara keseluruhan dari polimer PSA didapat dari kombinasi antara inisiator APS, surfaktan LDBS dan waktu feeding 2 jam dengan parameter *tack* : 4 cm, *shear* : 18 menit dan *adhesion* : 6,56 N.

Keyword : *Pressure sensitive adhesives*, kopolimer Butil akrilat-Asam akrilat, ukuran partikel, *tack*, *shear*, *adhesion*

ABSTRACT

Name : Sudarmaji
Study Program : Material Sciences
Title : *Study the Effect of Various Inisiator, Surfactant and Feeding Time of Buthyl acrylate-Methacrylic acid Copolymer on the Performance of Water Based Pressure Sensitive Adhesives*

A research has been conducted to investigate the effect of various initiator, surfactant and feeding time of Buthyl acrylate-Methacrylic acid copolymer on the performance of water based pressure sensitive adhesives. Polymerization was done by seeding technique through free radical polymerization at the reaction temperature 85 ± 1 °C and the speed of agitation 200 rpm. Initiator was varied by using Ammonium persulfate and Potassium persulfate, surfactant using LDBS and SLS then feeding time was made in 2, 3 and 4 hours. The parameter of PSA polymer i.e solid content, viscosity, pH, surface tension, particle size, tack, shear and adhesion were tested. The variation of initiator, surfactant and feeding time did not effected solid content, viscosity, pH and surface tension of PSA polymer. Variation of initiator, surfactant and feeding time influenced particle size and distribution particle size where the smallest particle size were achieved by combination initiator Potassium persulfate, surfactant SLS and feeding time of monomer 3 hours. Overall, the performance of PSA polymer was achieved by combination initiator Ammonium persulfate, surfactant LDBS and feeding time of monomer 2 hours with parameters tack: 4 cm, shear: 18 minutes and adhesion: 6,56 N.

Keywords : Pressure sensitive adhesives, copolymer Buthyl acrylate-methacrylic acid, particle size, tack, shear, adhesion

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR RUMUS.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
I. PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan dan Batasan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	4
I.4 Hipotesa.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
II.1 Polimerisasi.....	6
II.1.1. Polimerisasi Radikal Bebas.....	6
II.1.2. Inisiator.....	7
II.1.3. Surfaktan.....	9
II.1.4. Monomer.....	10
II.1.5. Air.....	11
II.1.6. Polimerisasi Emulsi.....	11
II.2. Teknik Feeding Monomer.....	13
II.2.1. Teknik <i>Batch</i>	13
II.2.2. Semi Kontinu.....	14
II.2.3. <i>Short-Growth</i>	15
II.2.4. <i>Seeding</i>	15
II.2.5. <i>Power Feed</i>	15
II.2.6. Kontinyu.....	15
II.3. Karakterisasi dan pengukuran Pressure Sensitive Adhesive.....	16
II.3.1. <i>Tack</i>	16
II.3.2. <i>Adhesion</i>	17
II.3.3. <i>Shear Resistance</i>	18
II.4. Persamaan Fox.....	19
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	21
III.1. Bahan dan Alat Percobaan.....	21
III.2. Proses Polimerisasi.....	21
III.3. Pengukuran Hasil Penelitian.....	23

III.3.1. Total Padatan.....	23
III.3.2. Viskositas.....	24
III.3.3. pH.....	24
III.3.4. Pengukuran Tegangan Permukaan.....	25
III.3.5. Pengukuran Partikel.....	26
III.3.6. Pengukuran <i>Tg</i> Polimer.....	27
III.4. Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	28
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	29
IV.1. Polimerisasi Seeding.....	29
IV.2. Kopolimer Butil akrilat/Asam akrilat pada produk PSA.....	31
IV.3. Aplikasi Polimer PSA.....	45
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
V.1. Kesimpulan.....	52
V.2. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN.....	56



DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Data kinerja produk PSA pada berbagai aplikasi.....	2
Tabel 2.	Sifat fisik dan kimia inisiator persulfat	8
Tabel 3.	Spesifikasi surfaktan LDBS dan SLS.....	10
Tabel 4.	Beberapa aspek dalam rekayasa polimer melalui komposisi monomer	11
Tabel 5.	Data T_g homopolimer	20
Tabel 6.	Formulasi <i>seeding</i>	22
Tabel 7.	Formulasi PSA	22
Tabel 8.	Data spesifikasi <i>seeding</i>	30
Tabel 9.	Data T_g polimer PSA	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Pembagian jenis perekat berdasarkan aplikasinya	1
Gambar 2.	Grafik dekomposisi persulfat dengan konsentrasi 4 % berat pada temperatur 25°C dan 50°C	8
Gambar 3.	Proses polimerisasi emulsi.....	12
Gambar 4.	Metode polimerisasi emulsi	14
Gambar 5.	Beberapa metode pengukuran <i>tack</i> (a) Douglass; (b) PSTC; (c) Dow	16
Gambar 6.	Metode test <i>adhesion</i> : (a) sudut 180 °; (b) sudut 90 °	17
Gambar 7.	Metode pengukuran <i>shear</i>	18
Gambar 8.	Diagram alir penentuan sifat fisik, tegangan permukaan, <i>Tg</i> , ukuran partikel dan sifat mekanik	28
Gambar 9.	Grafik distribusi ukuran partikel <i>seeding</i> dengan ukuran 97,10 nm dan modus 94,30 nm.....	30
Gambar 10.	Grafik total padatan pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu <i>feeding</i> monomer	32
Gambar 11.	Grafik viskositas polimer PSA pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu <i>feeding</i> monomer	33
Gambar 12.	Grafik pH polimer PSA pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu <i>feeding</i> monomer	35
Gambar 13.	Grafik tegangan permukaan pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu <i>feeding</i> monomer	36
Gambar 14.	Beberapa parameter yang mempengaruhi kualitas pelapisan film	37
Gambar 15.	Parameter-parameter yang menentukan ukuran partikel (Φ) dan pengaruh ukuran partikel terhadap aplikasi polimer emulsi	38
Gambar 16.	Grafik ukuran emulsi pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu <i>feeding</i> 2,3 dan 4 jam.....	40

Gambar 17.	Grafik distribusi ukuran partikel (a) Grafik variasi <i>feeding</i> monomer dengan inisiator APS dan surfaktan LDBS, (b) Grafik variasi <i>feeding</i> monomer dengan inisiator APS dan surfaktan SLS, (c) Grafik variasi <i>feeding</i> monomer dengan inisiator KPS dan surfaktan LDBS, (c) Grafik variasi <i>feeding</i> monomer dengan inisiator KPS dan surfaktan SLS.....	42
Gambar 18.	Grafik hasil pengukuran <i>tack</i> pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu <i>feeding</i> monomer	45
Gambar 19.	Grafik hasil pengukuran <i>shear</i> pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu <i>feeding</i> monomer	47
Gambar 20.	Grafik hasil pengukuran <i>adhesion</i> pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu <i>feeding</i> monomer	50



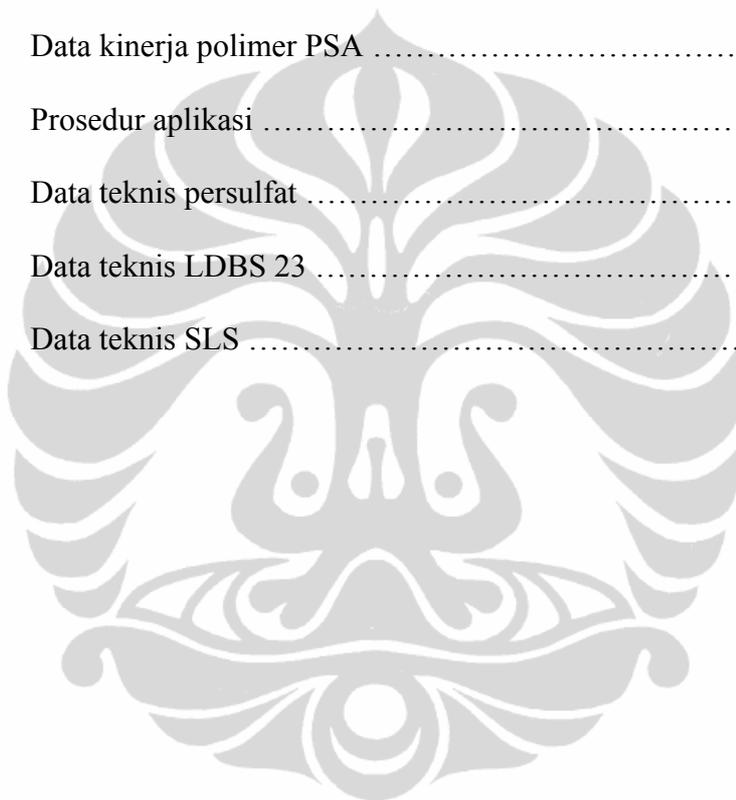
DAFTAR RUMUS

Rumus 1.	Persamaan waktu jatuh beban.....	19
Rumus 2.	Persamaan Fox.....	19
Rumus 3.	Rumus total padatan	23



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Data sifat fisik polimer PSA	56
Lampiran 2.	Hasil analisa sifat termal dengan DSC	57
Lampiran 3.	Hasil pengukuran partikel polimer dengan <i>Microtrac NPA 150</i>	64
Lampiran 4.	Data kinerja polimer PSA	71
Lampiran 5.	Prosedur aplikasi	72
Lampiran 6.	Data teknis persulfat	78
Lampiran 7.	Data teknis LDBS 23	79
Lampiran 8.	Data teknis SLS	82

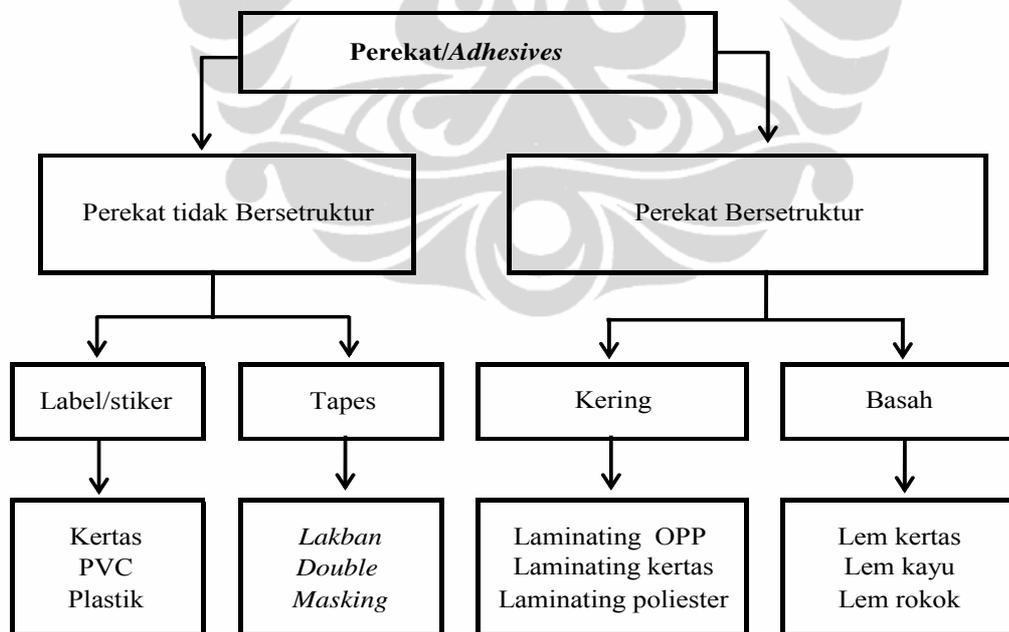


BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perekat atau *adhesives* merupakan suatu material yang tidak asing lagi dan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari sejak ratusan tahun yang lalu. Bisnis material ini ada melalui serangkaian kegiatan simultan yang melibatkan kegiatan rekayasa, produksi dan pemasaran dimana aplikasinya tersebar dari peralatan kantor seperti *post-it* sampai kaca pengaman otomobil, sepatu dan struktur pesawat. Perekat dipilih karena memiliki sifat merekat dan mengikat dan pada umumnya material ini memiliki kekuatan *shear* dan *tensile* yang sesuai dengan aplikasinya. Berdasarkan kedua kriteria tersebut maka perekat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu perekat berstruktur dan perekat tidak berstruktur (Petrie, 2007). Secara garis besar tipe dan jenis aplikasi dari produk perekat dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Pembagian jenis perekat berdasarkan aplikasinya (Petrie, 2007)

Perekat berstruktur adalah perekat yang memiliki kekuatan *shear* dan *tensile* yang tinggi sedangkan perekat tidak berstruktur adalah perekat yang memiliki kekuatan *shear* dan *tensile* yang rendah.

Pressure Sensitive Adhesives atau selanjutnya disingkat PSA adalah salah satu jenis bahan perekat dimana aplikasinya hanya membutuhkan tekanan yang ringan dan cepat tanpa melalui pemanasan dan *curing*. Ikatan yang dihasilkan antar substrat cukup kuat pada ikatan yang bersifat sementara. Produk yang menggunakan bahan perekat seperti ini dapat dilekatkan dan dilepaskan beberapa kali tanpa meninggalkan lapisan perekat pada kebanyakan substrat.

Pemakaian teknologi PSA dapat dijumpai pada berbagai industri seperti *cellophan* tape atau label, percetakan, kemasan, medis, isolasi listrik maupun otomobil. Data kinerja produk PSA pada berbagai aplikasi dapat dilihat pada Tabel 1 Data kinerja produk PSA pada berbagai aplikasi.

Tabel 1. Data kinerja produk PSA pada berbagai aplikasi (Benedek, 2000)

Aplikasi	Kinerja PSA		
	<i>Tack</i> (cm)	<i>Peel Adhesion</i> (N/25 mm)	<i>Shear</i> (menit)
Aplikasi umum	3.0	4.5	150.0
Kertas label	3.0	3.5	240.0
Tape	4.0	6.0	6.0
<i>Film assembling</i>	3.0	1.8	24.0
<i>Film laminating</i>	-	15.3 - 26.3	-

PSA konvensional masih banyak menggunakan karet dan resin sebagai bahan perekat dan pelarut organik sebagai pelarutnya, namun dengan berjalannya waktu dimana harga pelarut organik naik sedemikian cepat maka perlu dicarikan alternatif produk yang sesuai dengan permintaan pelanggan. Kondisi pasar yang sangat ketat menyangkut harga dan isu lingkungan melahirkan ide bagi terciptanya produk PSA berbasis air atau PSA *water-based*.

Perkembangan aplikasi produk PSA semakin luas semenjak dua dekade terakhir. Berbagai produk aplikasi telah dibuat sebagai bentuk pemenuhan kebutuhan pasar. Kondisi ini menuntut perkembangan teknologi dan formulasi yang mampu memenuhi berbagai aspek baik aplikasi, ketersediaan bahan baku serta efisiensi dalam hal proses produksi. Dampak yang timbul dari tiga aspek tersebut memaksa produsen berupaya memperbaiki formula produk dan teknologi proses guna mempertahankan eksistensinya. Formulasi produk diperbaiki dengan menggunakan bahan baku baru dan memiliki kinerja yang lebih baik sedangkan efisiensi proses ditingkatkan guna menekan biaya produksi yang semakin hari semakin mahal.

Diantara berbagai jenis bahan dasar yang digunakan dalam produk PSA adalah tipe akrilik karena mampu memberikan sifat rekat yang baik (Jin, Bai, Shao, Yang and Tang, 2009). Daya rekat tersebut diyakini berasal dari sifat viskoelastisitas polimer, dimana mereka mampu membentuk suatu ikatan dengan substrat cukup kuat dan memiliki sifat seperti basah pada polimer meskipun dalam kondisi kering.

Staicu dan Lecca (1999) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh monomer yang digunakan pada produk PSA dimana monomer Butil akrilat memberikan pengaruh yang sangat baik terhadap kinerja PSA terutama sifat *peel* dan *shear*. Sifat kinerja PSA juga dipengaruhi oleh ukuran partikel dari produk itu sendiri yang mana makin kecil ukuran partikel akan memberikan kinerja yang baik secara keseluruhan. Palma (2007) mempelajari pengaruh waktu feeding terhadap diameter partikel rata-rata dimana semakin cepat waktu feeding monomer akan memperbesar ukuran partikel emulsi.

I.2 Rumusan dan Batasan Masalah

Persaingan pasar yang sangat ketat membuat produsen PSA harus bekerja keras guna menemukan suatu formulasi produk yang lebih ekonomis serta proses produksi yang lebih efisien sehingga dapat menekan biaya produksi. Kendala yang dihadapi dalam menekan biaya produksi adalah fakta bahwa rata-rata proses produksi PSA membutuhkan waktu antara 4 hingga 5 jam untuk proses feeding

monomer. Waktu feeding yang begitu panjang menyebabkan *out put* produksi menjadi rendah sehingga akan menyebabkan tingginya biaya produksi. Guna menekan biaya produksi salah satunya dilakukan dengan mempercepat waktu proses produksi namun tetap memperhatikan kinerja produk yang dihasilkan. Berdasarkan kondisi yang ada maka dilakukan penelitian ini guna mencari suatu terobosan baru yang dapat menekan biaya produksi dengan cara memperpendek waktu feeding monomer serta diimbangi dengan pencarian formulasi produk yang handal serta mampu menghasilkan kinerja yang sesuai dengan standar aplikasi. Guna melihat pengaruh tersebut maka dilakukan pengujian tegangan permukaan, T_g , ukuran partikel, aplikasi produk disamping pengujian kandungan padatan total, derajat keasaman, dan viskositas.

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka disusunlah kegiatan penelitian terhadap pembuatan PSA berbasis air menggunakan kopolimer Butil akrilat-Asam metakrilat untuk aplikasi *tape* atau lakban. Faktor efisiensi sangat ditekankan dalam rangka mendapatkan biaya produksi yang lebih murah dengan cara menekan waktu feeding monomer secepat mungkin dengan tetap memperhatikan faktor kualitas atau aplikasi produk.

Pada penelitian ini dikonsentrasikan pada beberapa aspek sebagai berikut :

1. Pengaruh jenis inisiator terhadap sifat rekat PSA
2. Pengaruh jenis surfaktan terhadap sifat rekat PSA
3. Pengaruh waktu feeding monomer terhadap sifat rekat PSA

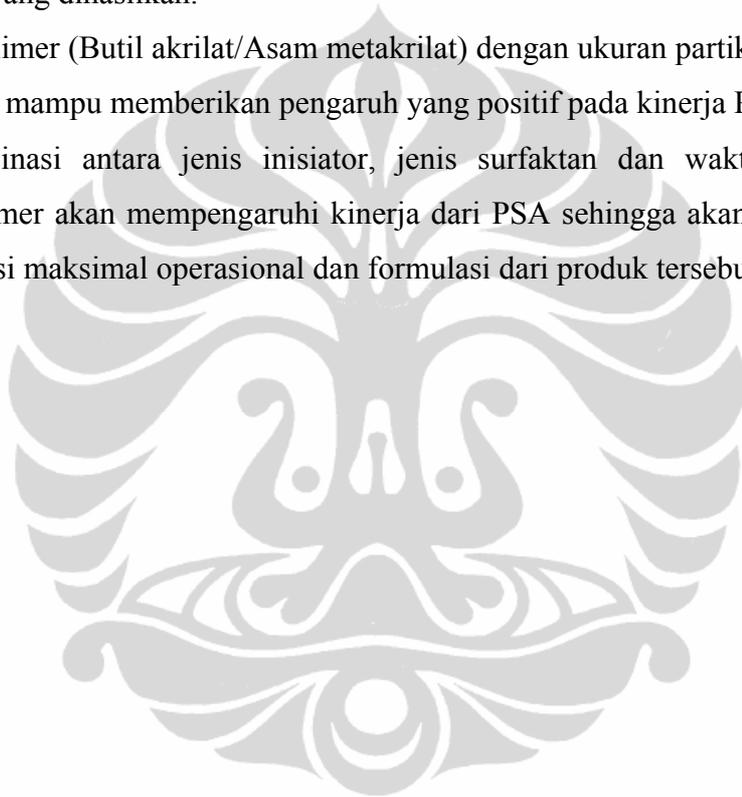
Berdasarkan ke tiga aspek tersebut di atas maka akan dapat diketahui pengaruhnya masing-masing aspek terhadap kinerja PSA yang dihasilkan dengan parameter sebagai berikut :

1. *Tack* adalah kemampuan perekat untuk menempel secepatnya ke permukaan dan diukur sebagai kekuatan tarik yang dibutuhkan bagi tape merekat secara cepat pada substrat.

2. *Adhesion* merepresentasikan kekuatan ikatan perekat pada suatu substrat.
3. *Shear* merepresentasikan kekuatan perekat untuk menahan *stress* yang diberikan.

I.4 Hipotesa

1. Jenis inisiator, jenis surfaktan dan variasi waktu feeding monomer memiliki pengaruh pada ukuran partikel polimer PSA dan kinerja polimer PSA yang dihasilkan.
2. Kopolimer (Butil akrilat/Asam metakrilat) dengan ukuran partikel tertentu masih mampu memberikan pengaruh yang positif pada kinerja PSA.
3. Kombinasi antara jenis inisiator, jenis surfaktan dan waktu feeding monomer akan mempengaruhi kinerja dari PSA sehingga akan diperoleh kondisi maksimal operasional dan formulasi dari produk tersebut.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

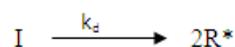
II.1 Polimerisasi

Polimer adalah makromolekul yang dibentuk dari sejumlah molekul-molekul kecil yang saling berikatan. Molekul-molekul kecil yang membentuk polimer ini disebut sebagai monomer sedangkan reaksi yang terjadi disebut sebagai reaksi polimerisasi. Satu rantai polimer dapat tersusun atas ratusan, ribuan bahkan jutaan molekul monomer yang saling berikatan di dalam sebuah molekul polimer.

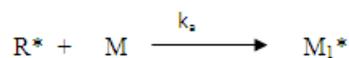
Dalam perkembangannya polimer dibagi dalam dua tipe yaitu tipe adisi dan tipe kondensasi. Penggolongan ini pertama kali dilakukan oleh Carothers tahun 1929. Polimerisasi adisi terjadi jika polimer diperoleh melalui reaksi pemutusan ikatan rangkap dua sedang untuk polimer kondensasi jika polimer yang dihasilkan diperoleh dari eliminasi molekul kecil seperti air (Odiari, 1991)

II.1.1 Polimerisasi Radikal Bebas

Kebanyakan reaksi polimerisasi emulsi berlangsung dalam proses radikal bebas. Ada beberapa tahap dalam mekanisme reaksi radikal bebas : inisiasi, propagasi dan terminasi (Billmeyer, F.W, 1984). Pada tahap inisiasi, suatu senyawa inisiator I dengan adanya panas akan terdisosiasi menghasilkan dua radikal bebas R^* dengan konstanta disosiasi k_d ,



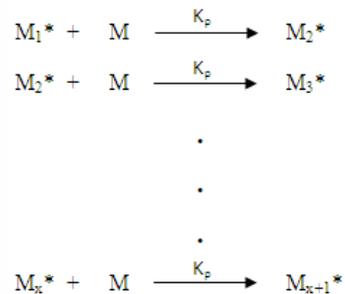
selanjutnya radikal ini akan bereaksi dengan sebuah monomer membentuk rantai radikal M_1^* ,



dimana harga k_d dan k_a merupakan konstanta laju disosiasi dan asosiasi.

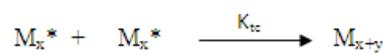
Pada tahap propagasi, monomer yang telah terinisiasi akan bertabrakan dengan molekul monomer yang belum terinisiasi selanjutnya bereaksi

menghasilkan dimer. Dimer ini akan bertumbukan lagi dengan monomer yang lain membentuk trimer dan seterusnya menjadi oligomer. Rantai oligomer terus tumbuh dan tumbuh dalam berat molekul tertentu.

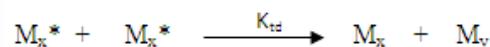


Laju pertumbuhan ini akan proporsional dengan konstanta laju propagasi (k_p) dimana setiap monomer memiliki nilai k_p yang berbeda serta tergantung pada temperatur reaksinya. Pada teknik polimerisasi, laju propagasi akan sinonim dengan laju polimerisasi (R_p).

Bilamana gugus akhir sebuah radikal bebas pada sebuah rantai polimer yang sedang tumbuh dideaktivasi, maka pertumbuhan rantai polimer akan terhenti dan kondisi ini disebut sebagai langkah terminasi. Tahap terminasi dalam reaksi polimerisasi berdasarkan caranya dibedakan menjadi dua, yaitu : terminasi kombinasi dan disproporsionasi. Cara kombinasi terjadi dari pertemuan antara dua gugus akhir radikal dengan mekanisme ;



sedangkan terminasi disproporsionasi melalui mekanisme ;



II.1.2 Inisiator

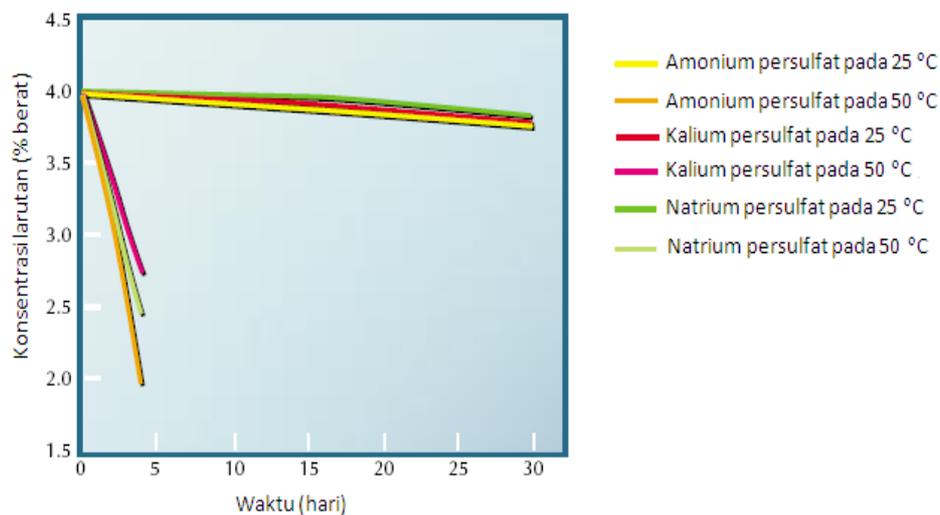
Inisiator yang digunakan dalam proses polimerisasi emulsi adalah inisiator yang dapat larut dalam air seperti Kalium persulfat, Amonium persulfat, Sodium persulfat dan Hidrogen peroksida. Inisiator tersebut banyak digunakan dalam reaksi polimerisasi sistem termal dimana efektifitasnya sangat bergantung pada temperatur proses polimerisasi. Selain sistem termal, maka sistem redoks juga lazim digunakan dalam proses polimerisasi seperti persulfat dengan ion

Ferro. Inisiator sistem redoks ini berfungsi dengan baik jika digunakan pada temperatur proses di bawah 50°C.

Tabel 2. Sifat Fisik dan Kimia Inisiator Persulfat (FMC Teknikal Buletin 2001)

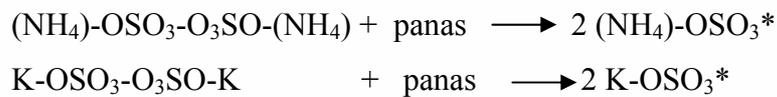
Nama Dagang	Amonium persulfat	Potasium persulfat	Sodium persulfat
Nama Kimia	Amonium peroksidisulfat	Kalium peroksidisulfat	Natrium peroksidisulfat
Formula	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$	$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$
Berat Molekul (g/mol)	228.2	270.3	238.1
Densitas kristal (g/cc)	1.98	2.48	2.59
Warna	Putih pucat	Putih	Putih
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
Kelarutan (g/100 g air)			
25 °C	85	6	73
50 °C	116	17	86

Pada proses polimerisasi radikal bebas, inisiator merupakan bagian yang sangat penting karena dengan adanya aktivitas radikal-radikal bebas ini maka proses polimerisasi dapat berlangsung. Polimerisasi emulsi banyak menggunakan inisiator jenis persulfat meskipun jenis inisiator ini tidak stabil terhadap perubahan suhu sehingga selama proses polimerisasi berlangsung suhu proses harus dijaga agar tetap stabil.



Gambar 2. Grafik dekomposisi persulfat dengan konsentrasi 4 % berat pada temperatur 25°C dan 50°C (FMC Technical bulletin, 2001)

Dekomposisi inisiator Amonium dan Kalium persulfat dengan adanya panas dapat dituliskan sebagai berikut :



Sedangkan kecepatan dekomposisi inisiator persulfat sendiri juga sangat dipengaruhi oleh temperatur sistem. Makin tinggi temperatur sistem maka waktu dekomposisi juga makin cepat sebagaimana terlihat pada Gambar 2 grafik dekomposisi persulfat dengan konsentrasi 4 % berat pada temperatur 25°C dan 50°C.

II.1.3 Surfaktan

Pemilihan surfaktan tergantung pada teknologi polimerisasi dan pada sifat produk yang diinginkan. Persyaratan proses polimerisasi tergantung pada jenis monomer yang digunakan, sifat-sifat akhir yang diinginkan dari produk itu sendiri. Konsentrasi, struktur dan sifat alamiah surfaktan berpengaruh pada ukuran partikel. Dosis surfaktan diturunkan maka akan membuat ukuran partikel polimer menjadi lebih besar, mempengaruhi metode pelapisan dan stabilitas dari produk akhir.

Surfaktan memiliki kelarutan yang terbatas di dalam air tetapi memiliki kemampuan dalam membentuk agregat yang kemudian disebut sebagai misel (*micelles*) pada saat nilai *critical micelle concentration* nya terlampaui. Misel dapat terbentuk karena surfaktan memiliki gugus polar atau ionik dan nonpolar atau nonionik dalam setiap molekulnya. Dalam struktur misel bagian yang bersifat polar akan berorientasi ke arah luar atau ke arah fasa air sedangkan bagian yang nonpolar akan mengarah ke dalam atau monomer. Misel akan mengalami pengembangan ketika monomer berada dalam struktur tersebut (lihat Gambar 3).

Surfaktan jenis anionik adalah surfaktan yang banyak digunakan dalam polimerisasi sistem emulsi (O dian, 1991). Berbagai surfaktan anionik yang digunakan misalnya : surfaktan jenis *fatty acid*, sulfat dan sulfonat. Data spesifikasi surfaktan LDBS dan SLS dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Surfaktan LDBS dan SLS

Spesifikasi	Sodium LDBS	Sodium LS
Komposisi	Na-n-alkil-(C10-C13) benzen sulfonat	Na- lauril sulfate
<i>Active content</i> , %	22,5 - 23,5	31,5 - 33,0
pH (10 % lart.)	7,0 - 8,5	7,0 - 8,0
Kenampakan	Cairan berwarna kuning muda	Cairan berwarna kuning muda
<i>CMC</i> (mN/m), 25 °C, du Nouy	1,0 g AS/L	0,4 g AS/L

Reaksi polimerisasi berlangsung pada kondisi asam dimana banyak dipengaruhi oleh sifat monomer yang digunakan. Kondisi sistem yang demikian membutuhkan suatu surfaktan yang mampu memberikan efek stabilitas pada pembentukan partikel polimer. Sehingga dalam polimerisasi yang berlangsung dalam medium asam banyak menggunakan surfaktan jenis sulfat atau sulfonat karena memiliki stabilitas yang lebih baik dari pada surfaktan jenis *fatty acid*. Persentase penggunaan surfaktan anionik dalam sistem emulsi berkisar antara 0,2 – 3 % berat berdasarkan jumlah air.

II.1.4 Monomer

Langkah pertama dalam merencanakan suatu produk PSA adalah pemilihan monomer-monomer rantai utama. Pemilihan monomer-monomer ini didasarkan pada aspek yang diharapkan sebagaimana terlihat pada Tabel 4. Berat molekul dan derajat *crosslinking* serta kelenturan dari polimer mempengaruhi sifat polimer yang dihasilkan. Seleksi monomer menjadi satu bagian yang menarik dalam proses polimerisasi emulsi karena harus memilih dalam merencanakan suatu produk berdasarkan standar aplikasi disamping harga yang kompetitif.

Campuran tertentu dari suatu monomer dipilih untuk menghasilkan sifat tertentu dalam polimer. Kekuatan perekat ditingkatkan dengan cara menggunakan bahan monomer yang memiliki T_g rendah seperti Butil akrilat atau 2-Etil heksil akrilat. Beberapa gugus asam karboksilat pada asam akrilat dan asam metakrilat juga memiliki kecenderungan untuk meningkatkan sifat kerekatan produk polimer. Kekuatan kohesif juga dipengaruhi oleh monomer-monomer akrilat keras seperti Metil metakrilat dan Metil akrilat.

Tabel 4. Beberapa aspek dalam rekayasa polimer melalui komposisi Monomer (Takamura and Urban, 2002).

Sifat yang Diharapkan	Monomer yang Digunakan
Kelengketan	2-Etilheksil akrilat, Heksil akrilat
Kelembutan	n-Butil akrilat, Etil akrilat, Butadiena
Ketahanan terhadap air	Monomer <i>Crosslinking</i> : N-metilol (meta)akrilamid Monomer hidropobik : n-Butil akrilat, Stirena
Kekuatan tarik	Monomer Tg tinggi : Stirena, Akrlonitril, Metil metakrilat
Elastisitas	Monomer Tg rendah : n-Butil akrilat; Butadiena
Kelarutan dalam air	Monomer asam : Asam akrilat dan Asam metakrilat

II.1.5 Air

Air dalam proses polimerisasi emulsi berfungsi sebagai media pendispersi serta, sebagai media transfer panas serta sebagai pelarut surfaktan dan inisiator. Pada umumnya air mengandung ion-ion logam bervalensi tinggi dimana dapat mempengaruhi proses polimerisasi dengan menyebabkan flokulasi atau pengendapan. Pengaruh paling besar dari ion-ion valensi tinggi terjadi pada pembentukan misel dan proses interaksi surfaktan ke permukaan partikel polimer. Proses polimerisasi membutuhkan air yang sudah diolah terlebih dahulu sehingga memenuhi standar tingkat kesadahan, pH, dan konduktivitasnya.

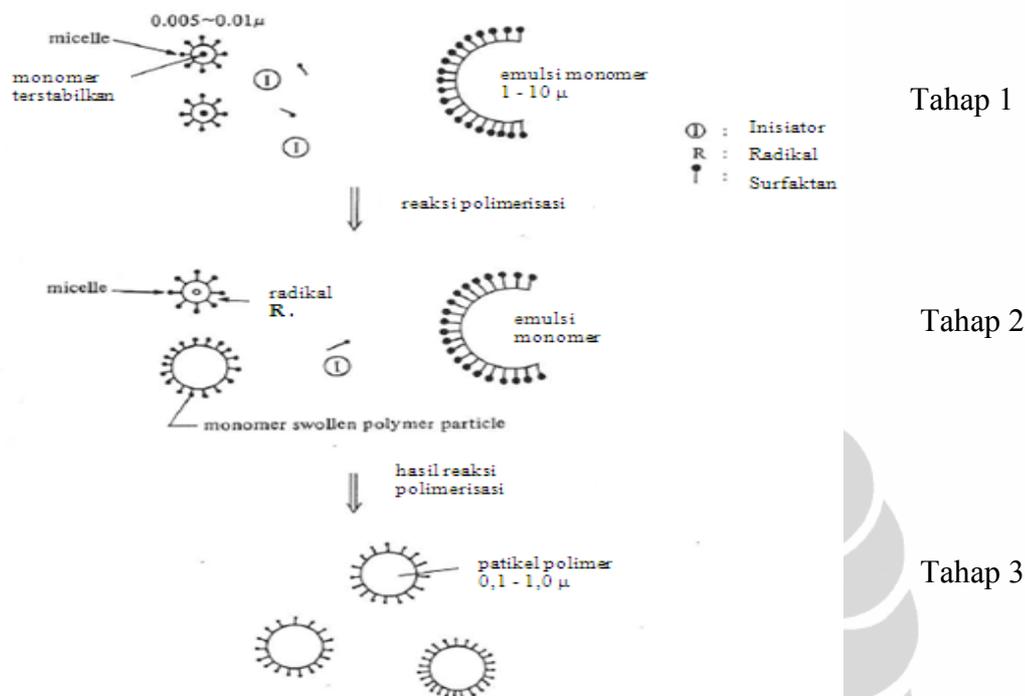
II.1.6 Polimerisasi Emulsi

Polimerisasi emulsi adalah polimerisasi yang melibatkan fasa heterogen dimana air sebagai media pelarut dan monomer sebagai media terlarut. Proses polimerisasi emulsi sangat efisien dan ekonomis untuk menghasilkan resin sintesis karena prosesnya mudah serta menggunakan peralatan produksi yang sederhana. Stabilitas panas dan karakteristik dielektrik dari polimer yang dihasilkan dengan polimerisasi emulsi dipengaruhi oleh surfaktan yang terdapat di dalam polimer. Istilah polimerisasi emulsi merujuk pada suatu surfaktan yang harus memiliki sifat pengemulsi yang baik meskipun fungsi utama adalah solubilisasi dan dispersi.

Sistem reaksi ditandai dengan butiran-butiran monomer teremulsi yang terdispersi dalam fasa air diawal reaksi polimerisasi (tahap 1). Gambar 3

Universitas Indonesia

memperlihatkan tahapan-tahapan proses polimerisasi dimulai dari misel sampai dengan terjadinya partikel polimer.



Gambar 3. Proses polimerisasi emulsi (Tokiwa, F, 1983)

Radikal bebas pertama kali berpolimerisasi dengan molekul-molekul monomer yang terdispersi dalam fasa air (tahap 2). Hasil reaksi ini akan menaikkan hidropobisitas radikal oligomer. Ketika sebuah panjang rantai kritis tercapai maka radikal oligomer akan menjadi sangat hidropobik dan memiliki kecenderungan yang sangat kuat untuk memasuki misel *monomer-swollen* serta melanjutkan reaksi propagasi dengan monomer yang ada didalamnya. Hasil dari reaksi ini akan mengubah misel *monomer-swollen* menjadi inti partikel. Partikel polimer terus tumbuh dengan membutuhkan reaktan dari butiran-butiran monomer serta misel *monomer-swollen*. Dalam rangka menjaga stabilitas koloidal yang cukup dari pertumbuhan inti partikel, misel yang tidak berkontribusi dalam pertumbuhan partikel akan membubarkan diri guna menyuplai kebutuhan surfaktan. Tahap pembentukan inti berhenti segera setelah semua misel habis digunakan.

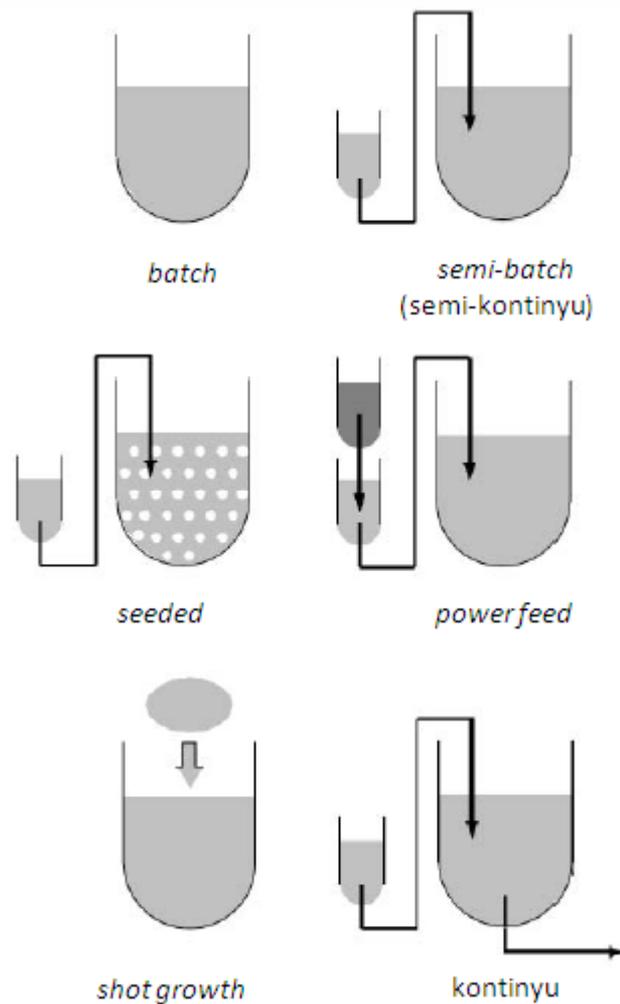
Setelah proses pembentukan inti polimer selesai maka sejumlah tertentu dari partikel polimer yang berada pada fasa air akan relative konstan hingga akhir proses polimerisasi. Pertumbuhan partikel polimer terus berlangsung hingga terbentuk partikel polimer dengan ditandai dengan tahap terminasi (tahap 3). Partikel ini memiliki ukuran antara 100 nanometer sampai 1000 nanometer.

II.2. Teknik *Feeding Monomer*

Ukuran, struktur dan komposisi dari partikel emulsi tidak hanya tergantung pada komposisi emulsi yang digunakan tetapi juga dipengaruhi oleh bagaimana komponen penyusun tersebut dikombinasikan dan dipolimerisasikan. Proses polimerisasi emulsi dapat dimodifikasi dengan cara mengontrol *feed* monomer untuk menghasilkan partikel emulsi dengan sifat tertentu. Setiap metode *feed* yang digunakan memiliki keunggulan dan kekurangan sehingga perlu dilakukan seleksi yang seksama sesuai dengan sifat yang ingin didapat. Ilustrasi metode *feed* secara umum dapat dilihat pada Gambar 4 metode polimerisasi emulsi.

II.2.1 Teknik *Batch*

Dalam polimerisasi dengan sistem *batch* (Anderson and Daniel, 2003), semua bahan baku dimasukkan dalam reaktor berpengaduk dan selanjutnya dipanaskan untuk memulai reaksi. Reaksi polimerisasi dengan teknik ini akan menghasilkan pelepasan panas yang tinggi sehingga diperlukan kemampuan sistem pendingin untuk menyerap panas. Teknik ini jarang digunakan dalam skala industri karena keterbatasan sistem pendingin. Proses polimerisasi dengan sistem *batch* ini sangat sederhana dan mampu menghasilkan suatu bentuk monodisperse.



Gambar 4. Metode polimerisasi emulsi (Anderson and Daniel, 2003)

II.2.2 Semi kontinyu

Hampir semua proses polimerisasi emulsi menggunakan teknik semi kontinyu atau *semi-batch*. Polimerisasi teknik semi kontinyu melibatkan dua tahap proses yaitu : tahap *seeding* dan tahap *feeding*. Pada tahap *seeding*, sejumlah tertentu dari total monomer di reaksikan dengan sejumlah tertentu inisiator untuk memulai pembentukan polimer. Jumlah total dari partikel *seed* sangat ditentukan dalam tahap *seed* ini serta akan konstan selama proses *feeding*.

Selama tahap *feeding*, penambahan monomer dilakukan dengan cara memompa monomer ke dalam reaktor guna menyuplai pembentukan partikel polimer. Keunggulan teknik ini adalah laju pembentukan panas dapat dikontrol dengan cara mengontrol laju penambahan monomer. Inisiator ditambahkan terus

ke dalam reaktor selama proses polimerisasi guna mengontrol konsentrasi inisiator, laju polimerisasi, dan laju pembentukan panas. Surfaktan yang digunakan dalam teknik ini berfungsi untuk menstabilkan pembentukan partikel polimer.

II.2.3 Short-Growth

Teknik ini banyak digunakan pada teknik polimerisasi emulsi *free* surfaktan dimana sejumlah tertentu material ditambahkan pada saat proses polimerisasi hampir selesai. Tujuan teknik ini adalah untuk mendapatkan suatu sifat tertentu pada permukaan partikel polimer. Manfaat yang diperoleh dari teknik ini adalah emulsi memiliki ukuran distribusi yang sempit.

II.2.4 Seeding

Teknik polimerisasi dengan benih sering digunakan untuk memproduksi PSA yang mana memerlukan kontrol reaksi yang sangat ketat serta konsistensi dalam ukuran partikelnya. Selama proses polimerisasi, monomer dipolimerisasi pada kondisi tertentu sehingga menghasilkan produk dengan ukuran partikel tertentu (Anderson and Daniels, 2003). Partikel baru selama polimerisasi tidak dihasilkan sehingga sifat yang diperoleh dari teknik ini adalah partikel polimer akan memiliki sifat yang serupa dengan benihnya.

II.2.5 Power Feed

Metode ini merupakan pengembangan dari metode semi kontinyu dimana monomer dalam berbagai konsentrasi ditambahkan dalam reaksi polimerisasi untuk menghasilkan partikel dengan morfologi *core shell*.

II.2.6 Kontinyu

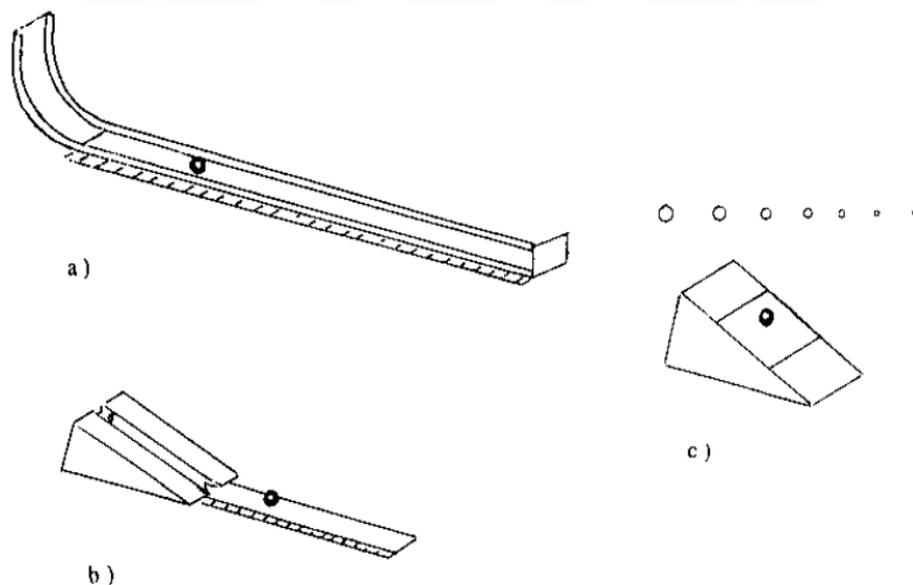
Proses polimerisasi kontinyu, emulsi monomer dipompa ke dalam reaktor untuk menjalani proses polimerisasi dan secara kontinyu pula di pindahkan ke reaktor lain untuk menjalani tahap berikutnya. Berbeda dengan teknik *batch* dimana konsistensi produk sangat bervariasi, pada teknik polimerisasi kontinyu ini produk yang dihasilkan akan memiliki konsistensi yang tinggi.

II.3. Karakterisasi dan pengukuran *Pressure Sensitive Adhesive*

Produk PSA dalam aplikasinya mengandalkan tiga parameter (Johnston, 2003) yaitu *tack*, *shear* dan *peel adhesion* dimana satu parameter dengan yang lainnya saling berpengaruh. Sifat *tack* yang tinggi akan menyebabkan rendahnya sifat *shear* dan *peel* sehingga didalam formulasinya perlu dilakukan optimasi susunan dan komposisi monomer.

II.3.1 *Tack*

Sifat *tack* yang terdapat pada PSA telah menjadikan parameter yang sangat mudah dan cepat guna menentukan kualitas suatu produk PSA, meskipun hal ini tidak dapat merepresentasikan keseluruhan kinerja PSA. *Tack* didefinisikan sebagai kondisi dimana seberapa cepat dan kuat suatu PSA dapat menempel dalam kondisi tekanan ringan dan cepat.



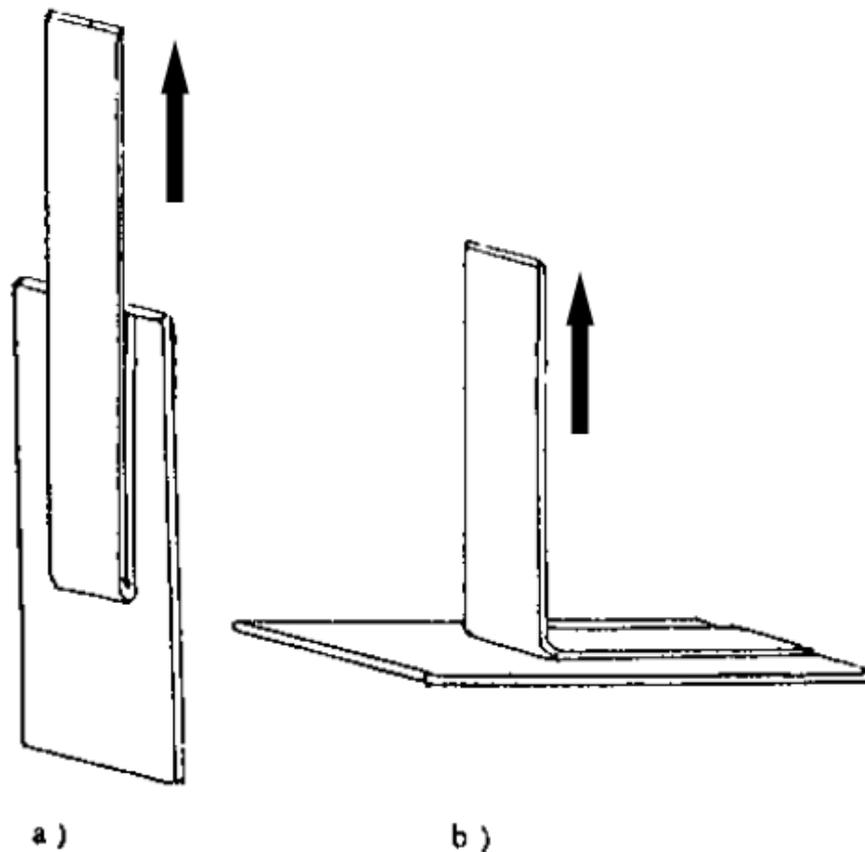
Gambar 5. Beberapa metode pengukuran *tack* : (a) Douglass; (b) PSTC; (c) Dow (Johnston, 2003)

Ketika produk PSA diaplikasikan pada suatu permukaan, maka akan terjadi suatu aktifitas pembasahan pada permukaan substrat tersebut sehingga dihasilkan suatu kontak area yang optimum sebelum diperoleh ikatan yang

maksimal. Waktu terjadinya suatu pembasahan dapat berlangsung dari sekian detik sampai sekian minggu tergantung pada karakteristik PSA itu sendiri. Secara fisik bahwa proses pembasahan dapat dipercepat dengan seberapa besar dan lama tekanan telah diberikan sehingga waktu yang diperlukan untuk melakukan tes terhadap kinerja PSA dapat dipercepat.

II.3.2 Adhesion

Adhesion dalam produk PSA merepresentasikan suatu keadaan seberapa kuat bahan perekat dapat berikatan dengan suatu substrat. Pada prakteknya parameter *adhesion* digambarkan sebagai gaya yang diperlukan untuk mengelupas PSA dari suatu material.

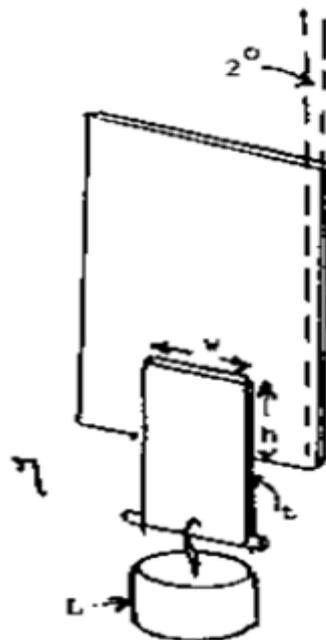


Gambar 6. Metode test *adhesion* : (a) sudut 180° ; (b) sudut 90°
(Johnston, 2003)

Mekanisme pengelupasan ini melibatkan sebuah kerja yang dibutuhkan untuk memisahkan perekat yang menempel pada permukaan material. Suatu bahan perekat yang memiliki berat yang sama dengan bahan pendukung yang berbeda jika diaplikasikan pada suatu permukaan material yang sama akan memiliki nilai kerekatan yang berbeda (Staicu and Lecca, 1999). Sehingga perlu standarisasi hasil pengetesan menggunakan panel yang memiliki permukaan tertentu dan kondisi tertentu pula.

II.3.3 *Shear Resistance*

Shear resistance pada produk PSA merepresentasikan kekuatan perekat untuk menahan *stress* yang diberikan. *Shear resistance* suatu PSA dianggap kuat jika mampu menahan *stress* yang diberikan, sedang *shear stress* lemah apabila bahan perekat tersebut akan melepaskan *stress* yang diberikan lebih cepat (Johnston, 2003). Pada tingkat aplikasi kuat atau lemah suatu produk PSA dalam hal *shear resistace* sangatlah kualitatif tergantung pada jenis aplikasinya.



Gambar 7. Metode pengukuran *shear* (Johnston, 2003)

keseluruhan dimana polimer berubah sifatnya dari keras dan regas menjadi lunak dan bersifat seperti karet. Tabel 4 menunjukkan batas T_g yang sering digunakan dalam membentuk T_g polimer yang diinginkan.

Tabel 5. Data T_g homopolimer (Lombardi, 1987)

Homopolimer	T_g ($^{\circ}\text{C}$)
Asam akrilat	112
Metil metakrilat	106
Metil akrilat	8
Isopropil akrilat	-8
Etil akrilat	-24
n-Butil akrilat	-56
2-Etilheksil akrilat	-65

Ester dari asam akrilat mungkin dapat digunakan untuk membentuk polimer yang lunak dan *tacky* karena T_g jenis monomer ini cukup rendah. Monomer jenis ini memiliki panjang rantai karbon antara 4 sampai 12 akan mampu memberikan T_g polimer sampai -70°C . Bentuk aplikatif dari monomer tersebut dalam PSA selanjutnya harus dikombinasikan dengan jenis monomer lain yang memiliki T_g yang lebih tinggi atau memiliki sifat fungsional tertentu. Monomer asam akrilat yang memiliki $T_g = 106^{\circ}\text{C}$ dan gugus karboksilat mampu memberikan efek *cross-linking* sehingga diyakini mampu memberikan perbaikan pada sifat adsorbsinya (Falsafi, Tirrell and Pocius, 2000). Komposisi monomer penyusun PSA ini memiliki peranan yang sangat penting dalam menentukan karakter *tack*, *shear* dan *peel* produk PSA.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Bahan dan Alat Percobaan

Bahan percobaan yang digunakan : Butil akrilat, 99% (Dover), Metil metakrilat, 95 % (Dover), Asam metakrilat, 99 % (Dover), Sodium dodesilbenzen sulfonat, 23 % (Cognis), Sodium lauril sulfat, 32 % (Kao), Ammonium persulfat, 99% (Fluka), Kalium persulfat, 99 % (Fluka), Sodium karbonat, 99.8% (Reactivul). Semua bahan baku tidak di murnikan lagi. Bahan didonasikan oleh PT Berkah Sejahtera Engineering.

Alat percobaan yang digunakan : *surface tension tester* (merk Kruss, tipe K6, Kruss GmbH, Jerman), DSC, *particle size analyzer Nanotrak NP 150*, *10 Bank Shear Tester* (Cheminstruments, Fairfield, Ohio, USA), *Adhesion Tester* (LF Plus, Lloyd Instrument, Amatex, UK).

III.2 Proses Polimerisasi

Bahan *seed* yang digunakan diperoleh dari hasil reaksi polimerisasi dengan kondisi yang terkontrol dengan formulasi sebagaimana Tabel 6 Formulasi *seeding*. Polimerisasi dilakukan pada temperatur 84 ± 1 °C selama 2 jam dengan kecepatan pengaduk 200 rpm. Pada tahap ini bahan surfaktan serta anti koagulan ditambahkan ke dalam reaktor gelas setelah suhu reaksi tercapai. Kemudian dimasukkan 2,25 % monomer dan inisiator dan tunggu sampai terjadi reaksi dengan ditandai oleh kenaikan suhu reaksi. Setelah puncak reaksi terlewati kemudian dilakukan *feeding* monomer selama 2 jam. Bahan *seed* ini akan digunakan pada reaksi tahap kedua tanpa melalui proses perlakuan khusus lagi.

Tabel 6. Formulasi *Seeding*

Bahan Baku	Kuantitas, gram
Air demin	397.37
LDBS	69.73
Ammonium persulfat	2.20
Butil akrilat	274.50
Metil metakrilat	249.30
Asam metakrilat	6.90

Pada reaksi tahap kedua proses polimerisasi dilakukan menggunakan reaktor gelas yang sama melalui satu tahap *feeding* yaitu tahap *feeding* monomer yang dibarengi dengan *feeding* inisiator serta larutan penyangga. Setelah temperatur mencapai 90°C, kemudian dimasukkan 7,7 % inisiator dan dibiarkan temperatur proses turun ke 84°C. Saat temperatur mencapai 84°C, *feeding* monomer, inisiator dan penyangga dimulai dan selanjutnya temperatur dijaga di 84 – 86°C dengan kecepatan pengadukan 200 rpm.

Tabel 7. Formulasi PSA

Bahan Baku	Kuantitas, gram			
	PSA1	PSA2	PSA3	PSA4
Air demin	455.99	455.99	455.99	455.99
Natrium karbonat	0.90	0.90	0.90	0.90
LDBS	5.20		5.20	
SLS		1.49		1.49
Ammonium persulfat	3.01	3.01		
Kalium persulfat			3.01	3.01
Butil akrilat	509.20	509.20	509.20	509.20
Asam metakrilat	9.50	9.50	9.50	9.50
Seeding	7.70	7.70	7.70	7.70
Amonia 25 %	8.50	8.50	8.50	8.50

Waktu proses *feeding* divariasasi dari 4 jam diturunkan sampai 2 jam dengan mengacu pada formulasi PSA (Tabel 7). Setelah proses *feeding* selesai

dilakukan, reaksi dibiarkan selama 60 menit untuk memberikan kesempatan sisa monomer bereaksi lebih lanjut.

III.3 Pengukuran Hasil Penelitian

Parameter hasil polimerisasi yang akan diukur adalah sifat fisik dan mekanik dengan prosedur sebagai berikut :

III.3.1 Total Padatan

Pengukuran total padatan dimaksudkan untuk mengetahui persentase berat kering dari berat total polimer.

Alat dan bahan yang digunakan

1. Oven (merek Memmert)
2. Sendok/*spatula*
3. Timbangan digital (akurasi. 0.1 mg)
4. Cawan aluminium (diameter 5 cm)
5. Pinset

Cara kerja :

1. Timbang berat kosong dari cawan aluminium (A g).
2. Aduk sampel hingga homogen dan timbang sampel sekitar 1,0 gr ke dalam cawan aluminium (B g)
3. Tempatkan sampel ke dalam oven pada temperatur $150 \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit.
4. Dinginkan dan tempatkan dalam desikator selama 30 menit.
5. Timbang cawan tersebut (C g).

Hasil pengukuran :

$$\text{Total padatan (\%)} = \frac{B-A}{C-A} \times 100 \% \dots\dots (3)$$

- A : Berat cawan aluminium (g)
- B : Berat sampel kering (g)
- C : Berat sampel awal(g)

III.3.2 Viskositas

Pengukuran viskositas dimaksudkan untuk mengetahui kekentalan dari polimer yang diukur.

Alat dan bahan yang digunakan :

1. *LVT Brookfield Viscometer*, jarum 2 kecepatan 30 *rpm*
2. 500 ml gelas beaker
3. Termometer raksa (-10 - 50°C)

Cara kerja :

1. Tempatkan sampel yang akan diukur ke dalam gelas beaker 500 ml dan atur agar temperaturnya menjadi 24 – 26°C.
2. Pasang jarum no. 2 dan atur skala putaran alat pada 30 *rpm*.
3. Tempatkan sampel yang ada dalam gelas, atur kedalaman jarum sampai tanda dan selanjutnya nyalakan alat. Catat skala yang terbaca sampai kondisi sudah stabil.
4. Cocokkan hasil pembacaan skala dengan skala konversi standar guna mendapatkan hasil viskositas Brookfield.

III.3.3 pH

Pengukuran pH dimaksudkan untuk mengetahui derajat keasaman dari polimer yang diukur.

Alat dan bahan yang digunakan :

1. pH meter (merk : *Metrohm*)
2. Termometer raksa (-10 – 50 °C)
3. Larutan penyangga standard (pH : 4, pH : 7, pH : 9)
4. Air distilasi
5. 100 ml gelas beaker

Cara kerja :

1. Isi sampel ke dalam 100 ml gelas beker kira-kira 80 % nya. Atur agar temperaturnya berada pada 24 – 26°C.
2. Lakukan kalibrasi alat pH meter menggunakan larutan penyangga standar (pH : 4, 7, dan 9)
3. Cuci ujung elektroda pH menggunakan air distilasi kemudian keringkan menggunakan tisu halus.
4. Masukkan elektroda ke dalam sampel dan baca skala pembacaan dari alat pH meter
5. Ukur dan catat hasil pembacaan temperatur serta nilai pH.
6. Angkat elektroda dan cuci dengan air distilasi, keringkan dengan tisu.
7. Rendam kembali elektroda ke dalam air distilasi.

III.3.4 Pengukuran Tegangan Permukaan

Alat dan bahan yang digunakan :

1. Tensiometer *du Nouy*
2. Termometer raksa
3. Pinset
4. Pembakar *Bunsen*

Cara kerja :

1. Isi sampel ke dalam cawan gelas kira-kira 50 % nya. Atur agar temperaturnya berada pada 24 – 26°C.
2. Lakukan kalibrasi alat Tensiometer menggunakan air distilasi.
3. Jika tensiometer sudah siap, bersihkan cincin *du Nouy* dengan cara memanaskan cincin tersebut pada nyala api *Bunsen* selama 10 – 15 detik.
4. Gantung cincin tersebut pada pengait kemudian set posisi jarum pada nol.
5. Turunkan cincin *du Nouy* ke dalam sampel hingga kedalaman 2 – 3 mm dari permukaan cairan.

6. Selanjutnya angkat pelan-pelan hingga lepas dari cairan sampel. Angka yang ditunjukkan saat cincin lepas dicatat sebagai nilai tegangan permukaan sampel tersebut.

III.3.5 Pengukuran partikel

Alat dan bahan yang digunakan :

1. *Particle size analyzer Nanotrak NPA 150*
2. 250 ml gelas beker
3. Pengaduk magnet
4. Spatula

Cara kerja :

1. Nyalakan alat dan perangkat komputer, kemudian tunggu sampai posisi siap digunakan.
2. Lakukan kalibrasi alat menggunakan air distilasi, tunggu sampai alat menyatakan siap digunakan.
3. Larutkan sampel (1 tetes) ke dalam 100 ml air distilasi dan aduk hingga homogen.
4. Setelah sampel siap, kemudian masukan elektroda kedalam cairan.
5. Buka program dengan memasukkan data nama file serta jenis polimer guna mendapatkan referensi indeks bias sampel.
6. Jika indeks bias sampel sudah didapat, selanjutnya tekan tombol “OK” untuk menyatakan bahwa proses pengukuran siap dijalankan.
7. Selanjutnya tekan tombol *power light* , cek apakah sudah berada pada batas 40 – 80 %.
8. Jika *power light* sudah masuk, tekan tombol “START” untuk memulai pengukuran. Hasil pengukuran ditunggu selama 20 sampai 60 detik sejak pengukuran dimulai.

III.3.6 Pengukuran T_g Polimer

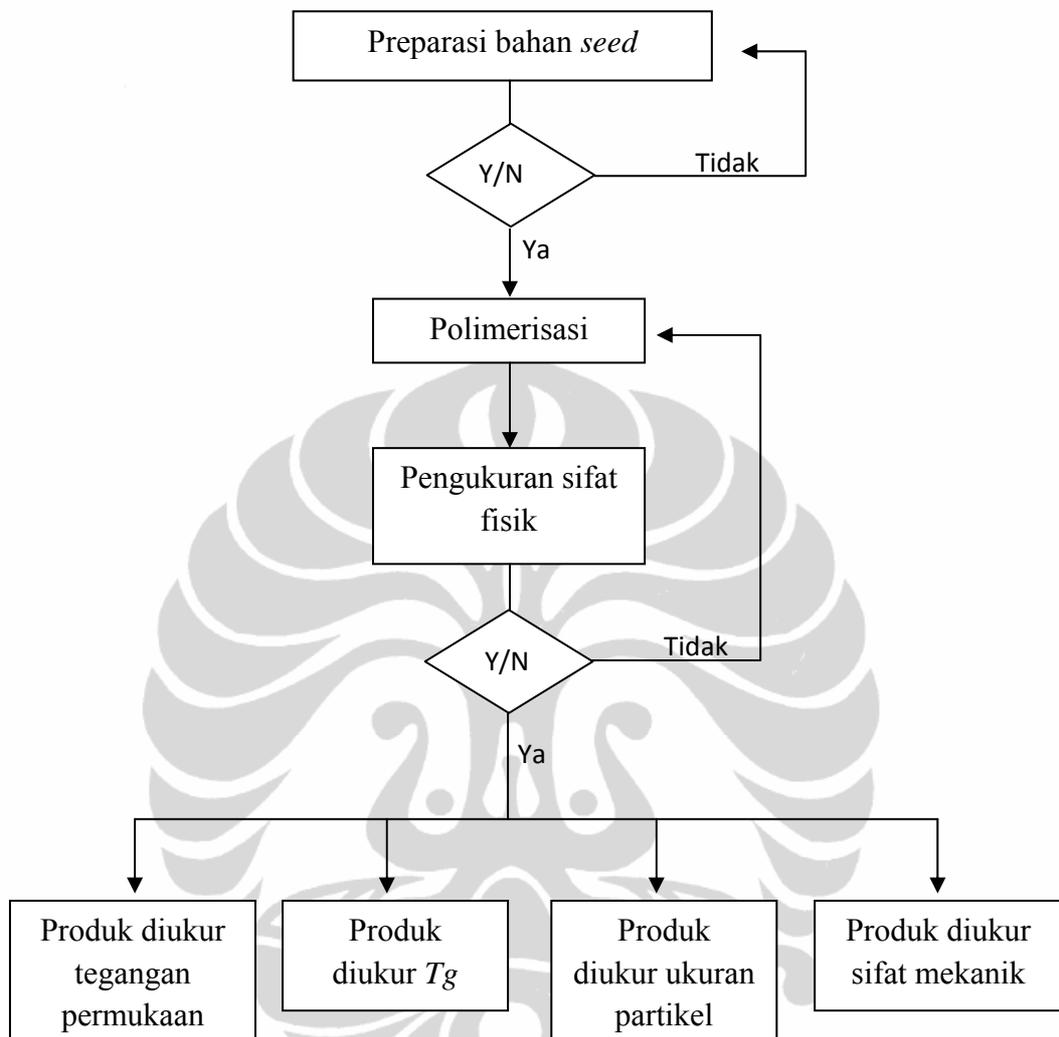
Alat dan bahan yang digunakan :

1. *DSC – Perkin Elmer type 8000*
2. *Crucible 40 uL*
3. Alat preparasi untuk membuat gel polimer

Cara kerja :

1. Gel polimer yang sudah dibuat dipotong dan ditimbang 7 – 9 mg selanjutnya dimasukkan ke dalam *crucible* dan ditutup rapat.
2. Nyalakan alat DSC dan biarkan untuk pemanasan selama minimal 5 menit.
3. Masukkan temperatur program *heating-cooling-heating* yaitu :
 - 3.1 Temperatur : $50^{\circ}\text{C} \rightarrow 140^{\circ}\text{C} \rightarrow -100^{\circ}\text{C} \rightarrow 200^{\circ}\text{C}$
 - 3.2 Laju pemanasan : $30^{\circ}\text{C}/\text{menit} \rightarrow -50^{\circ}\text{C}/\text{menit} \rightarrow 30^{\circ}\text{C}/\text{menit}$
 - 3.3 Kecepatan alir N_2 : 20 ml/menit
4. Tempatkan sampel beserta referensi ke dalam kompartemen untuk selanjutnya dimulai pengukuran.
5. Pengukuran dilakukan secara otomatis sampai terbentuk spektrum yang menandakan nilai T_g dari sampel yang dianalisis.

III.4 Diagram Alir Prosedur Penelitian



Gambar 8. Diagram alir penentuan sifat fisik, tegangan permukaan, T_g , ukuran partikel dan sifat mekanik

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

IV.1 Polimerisasi Seeding

Polimerisasi emulsi pada umumnya tersusun dari empat komponen utama yaitu : monomer sebagai pembentuk struktur dan dimensi rantai polimer, surfaktan sebagai tempat/wadah untuk terjadinya reaksi sekaligus sebagai penstabil polimer yang terbentuk, air sebagai media pendispersi partikel atau pelarut dan inisiator sebagai bahan penyuplai radikal bebas yang akan menginisiasi reaksi polimerisasi.

Parameter yang selalu melekat pada sistem polimer emulsi adalah ukuran partikelnya dimana sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain : jenis surfaktan, teknik polimerisasi, waktu feeding dan temperatur proses. Ukuran partikel polimer dikontrol sedemikian rupa sehingga dapat memberikan unjuk kerja sesuai dengan aplikasinya. Berbagai teknik polimerisasi juga dikembangkan guna mendapatkan ukuran partikel tertentu dan disesuaikan dengan aplikasi produk akhir tersebut. Salah satu teknik yang digunakan dalam rangka mengontrol ukuran partikel adalah teknik *seeding* atau benih. Teknik ini digunakan untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam dari polimer emulsi sehingga memiliki kualitas yang konsisten.

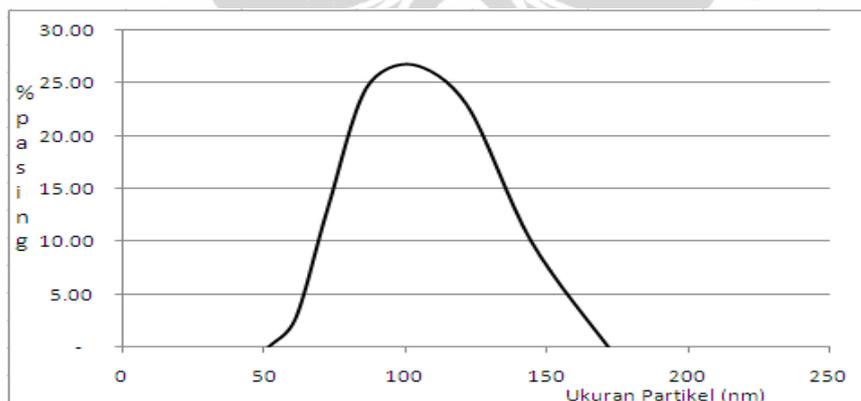
Penelitian ini diawali dengan mempersiapkan *seeding* yang akan digunakan sebagai benih dalam pembentukan partikel emulsi polimer. Bahan baku monomer yang digunakan dalam penelitian ini adalah Butil akrilat (51,72 %), Metil metakrilat (46,98 %) dan Asam metakrilat (1,30 %). Surfaktan yang digunakan adalah LDBS dan inisiator Amonium persulfat sebesar 0,4 %. Kualitas produk *seed* yang dihasilkan selanjutnya diuji sifat fisiknya dan diukur ukuran partikelnya apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang telah ditargetkan. Kualitas produk *seeding* ini sangat penting bagi proses berikutnya karena akan sangat mempengaruhi kinerja produk akhir. Data spesifikasi *seeding*

yang dihasilkan dalam penelitian ini terangkum pada Tabel 8 Data spesifikasi *seeding*.

Tabel 8 Data spesifikasi *seeding*

No.	Spesifikasi	Target	Hasil
1	Total padatan, % berat	44.0 - 45.0	44.8
2	Viskositas, LVT # 2/30, 30 °C, cPs	Max. 200	40
3	pH	2.0 - 3.0	2.3
4	Penampilan	Putih susu	Putih susu
5	Ukuran partikel, nm	Max. 100,00	97,00

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel 8 Data spesifikasi *seeding* di atas terlihat bahwa total padatan produk *seed* dapat dipenuhi begitu pula dengan sifat fisik yang lain seperti viskositas, derajat keasaman dan penampilan. Ukuran partikel rata-rata yang diukur menggunakan alat Microtac NPA 150 yang diperoleh adalah 97,10 nm, modus 94,30 nm berada pada batas atas (Gambar 10). Ukuran partikel *seeding* sangat penting karena berpengaruh pada ukuran partikel polimer yang akan dihasilkan dalam proses polimerisasi berikutnya. Pada penelitian ini hanya menggunakan satu jenis formulasi *seeding* dan tidak dilakukan variasi apapun karena tujuannya untuk membuat bahan *seeding* yang digunakan pada polimerisasi PSA.



Gambar 9 Kurva distribusi ukuran partikel *seeding* dengan ukuran 97,10 nm dan modus 94,30 nm

IV.2 Kopolimer Butil akrilat/Asam akrilat pada Produk PSA

Rantai polimer dalam polimer emulsi tersusun atas monomer-monomer melalui mekanisme reaksi radikal bebas hingga membentuk suatu molekul dengan unit perulangan tertentu. Polimerisasi dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan teknik *seeding* dimana proses polimerisasi dimulai dengan memasukkan bahan *seed* ke dalam gelas reaktor sebesar 0,7 % dari total berat monomer. Selanjutnya monomer, larutan inisiator dan larutan penyangga ditambahkan terus menerus secara bersamaan dengan laju yang sama selama waktu dan temperatur tertentu. Reaksi yang terjadi pada proses polimerisasi ini bersifat eksotermis dengan ditandai oleh naiknya temperatur reaksi selama proses *feeding* monomer sehingga perlu dikontrol menggunakan air pendingin. Naiknya temperatur proses merupakan efek dari reaksi pemutusan ikatan rangkap dari monomer Butil akrilat dan Asam metakrilat dengan adanya radikal inisiator.

Proses polimerisasi PSA pada penelitian ini menggunakan monomer Butil akrilat = 98,17% b/b, Asam akrilat = 1,83% b/b dan inisiator 0,58% b/b semuanya berdasarkan pada total monomer sesuai dengan formulasi yang telah di paparkan pada bab III sebelumnya. Polimer PSA yang dihasilkan selanjutnya diuji sifat fisiknya meliputi total padatan, viskositas dan derajat keasaman sebagai parameter awal dari kualitas produk polimer yang dihasilkan. Total padatan menggambarkan hasil polimer yang diperoleh berdasarkan total formula kecuali air. Penentuan total padatan ini menggunakan teknik gravimetri dan merupakan bagian awal karakterisasi yang harus dilakukan pada hasil polimerisasi emulsi. Berdasarkan data karakteristik yang dilakukan pada polimer PSA, penggunaan teknik *seeding* pada berbagai variasi menunjukkan rata-rata total padatan adalah $55,06 \pm 0,11$ %, modus 55,00 % dengan kisaran spesifikasi antara 54,00 – 56,00 %. Hasil total padatan yang berada pada kisaran spesifikasi ini dapat menjadi salah satu parameter bahwa proses reaksi kopolimerisasi Butil akrilat-Asam akrilat berjalan dengan sempurna. Gambar 10 merupakan grafik total padatan pada berbagai variasi yang dilakukan pada penelitian ini.



Gambar 10 Grafik total padatan pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu feeding monomer

Variasi inisiator antara Amonium persulfat dan Kalium persulfat dalam penelitian ini tidak mempengaruhi proses polimerisasi Butil akrilat dan Asam akrilat karena keduanya memiliki kecepatan dekomposisi yang hampir sama pada suhu yang sama. Reaktivitas kedua tipe inisiator hampir sama dan tidak mempengaruhi konversi monomer ke dalam bentuk polimer yang dihasilkan sehingga total padatan yang dihasilkan hampir sama dan masuk dalam standar spesifikasi yang telah ditargetkan.

Surfaktan berfungsi sebagai bahan stabiliser dalam sistem emulsi dimana dalam percobaan ini menggunakan dua macam surfaktan yaitu LDDBS dan SLS. Kedua surfaktan ini memiliki perbedaan pada setruktur molekulnya dimana LDDBS memiliki gugus bensen pada rantai alilnya sedangkan untuk SLS tidak memiliki gugus bensen pada gugus alilnya. Perbedaan struktur surfaktan tidak memberikan pengaruh pada total padatan produk PSA karena kedua sistem emulsi memiliki konsentrasi surfaktan yang sama yaitu 1 *cmc*. Hal ini mengindikasikan bahwa kedua surfaktan tersebut mampu memberikan efek stabilisasi emulsi sehingga mampu mencegah terjadinya pemisahan partikel polimer dari air.

Data total padatan yang dihasilkan dari variasi waktu feeding monomer 4 jam menjadi 2 jam tidak menyebabkan perbedaan hasil total padatan polimer PSA. Waktu feeding monomer yang lebih cepat dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara jumlah monomer yang dimasukkan dengan jumlah monomer yang bereaksi. Ketidakseimbangan ini dapat menyebabkan *swelling* polimer yang membuat partikel polimer menjadi tidak stabil sehingga keluar dari sistem emulsi. Namun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa percepatan waktu feeding dari 4 jam menjadi 2 jam tidak menyebabkan terjadinya aglomerasi partikel polimer yang pada akhirnya menyebabkan sparasi partikel polimer dari air (Palma, 2007).

Karakterisasi yang lain adalah viskositas yang menggambarkan sifat intrinsik dari polimer emulsi yang dihasilkan dalam penelitian ini. Data karakteristik yang didapat menunjukkan bahwa polimer PSA memiliki viskositas rata-rata $73,75 \pm 9,12$ cPs, modus 70,00 cPs dengan kisaran target antara 50 – 100 cPs. Gambar 11 merupakan grafik viskositas pada berbagai variasi yang dilakukan pada penelitian ini.



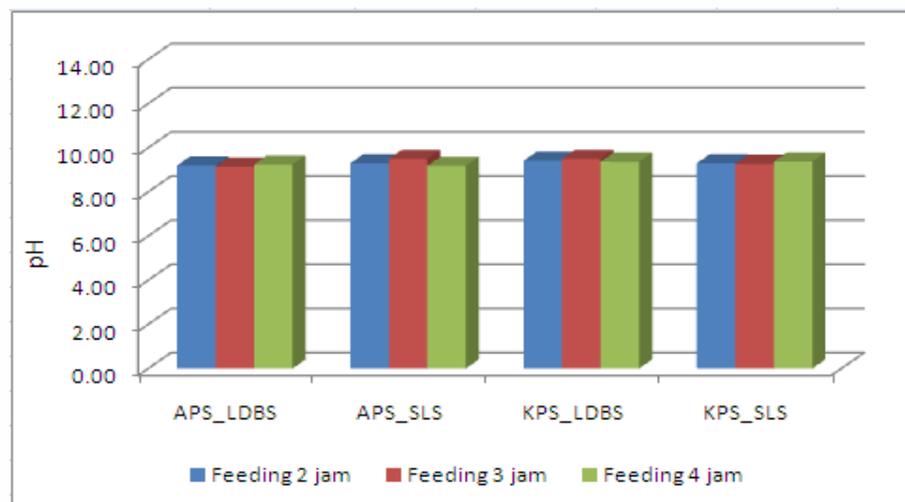
Gambar 11 Grafik viskositas polimer PSA pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu feeding monomer

Viskositas polimer emulsi umumnya dipengaruhi oleh dua faktor sebagai berikut : ukuran partikel polimer dan jumlah gugus fungsional yang mampu berinteraksi dengan molekul lain seperti amoniak (Aderson and Daniel, 2003). Ukuran partikel polimer yang semakin kecil akan membuat viskositas polimer semakin kental karena jarak antar partikel semakin dekat. Jarak yang semakin dekat akan mengakibatkan interaksi antar partikel semakin besar sehingga pergerakan antar partikel semakin berat. Jumlah gugus fungsional yang mampu berinteraksi dengan molekul lain juga memberi andil pada sifat intrinsik polimer emulsi. Jika jumlah gugus fungsional seperti asam atau hidroksi semakin banyak maka interaksi dengan molekul besar lainnya juga makin intens yang pada akhirnya akan mempengaruhi pergerakan antar partikel polimer.

Derajat keasaman produk polimer emulsi berbasis akrilik pada saat proses polimerisasi akan berada pada pH asam karena adanya monomer asam serta residu inisiator persulfat yang bersifat asam. Tipe surfaktan yang digunakan juga tidak mempengaruhi kondisi pH dari polimer itu sendiri, begitu juga dengan waktu feeding monomer. Namun demikian stabilitas dari polimer perlu ditingkatkan dengan alasan waktu penyimpanan serta aplikasi produk. Sifat asam polimer PSA akan memperpendek umur penyimpanan dari produk tersebut karena mudah terjadi pengendapan partikel polimer dari media air. Hal ini disebabkan oleh karena gaya gravitasi yang dialami oleh partikel polimer tidak dapat ditahan oleh surfaktan agar tetap berada dalam media air secara homogen. Sifat asam dari polimer PSA juga akan mempengaruhi aplikasi produk tersebut dari mulai masalah proses pelapisan ke OPP plastik, kecepatan kering produk, dan sifat korosi pada material mesin pelapis.

Memperhatikan berbagai aspek tersebut maka stabilitas dari polimer berbasis akrilik harus ditingkatkan hingga derajat keasaman sistem berada pada suasana basa. Partikel polimer yang diselimuti oleh surfaktan anionik dan juga monomer asam seperti Asam metakrilat akan semakin stabil apabila berada pada pH 8 sampai 10. Adanya senyawa basa akan berinteraksi secara ionik antara anionik dari gugus asam atau sulfat/sulfonat dengan kationik dari Amoniak. Interaksi yang ada membantu menahan efek gravitasi dari polimer PSA sehingga

tidak mudah mengendap, mempermudah proses pelapisan karena produk menjadi stabil dan menghindarkan efek korosi pada mesin pelapis. Berdasarkan Grafik 12 berikut terlihat bahwa pH polimer PSA rata-rata $9,32 \pm 0,12$, modus 9,30 dengan rentang target 9,00 – 9,50. Nilai derajat keasaman yang dihasilkan pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu feeding monomer tidak menunjukkan perbedaan yang cukup mencolok.



Gambar 12 Grafik pH polimer PSA pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu feeding monomer

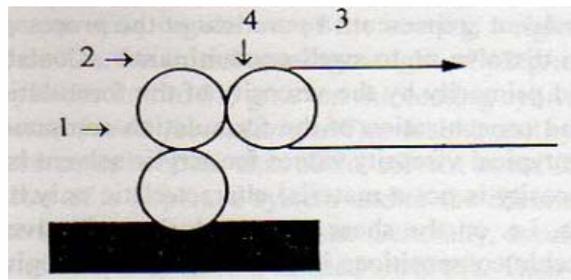
Parameter fisik dari polimer PSA adalah tegangan permukaan dimana sangat berkaitan dengan aspek aplikasi produk itu di pelanggan. Tegangan permukaan polimer PSA sangat berkaitan dengan proses pelapisan polimer PSA ke material atau substrat OPP plastik. Data tegangan permukaan pada Gambar 13 menunjukkan bahwa jenis inisiator dan waktu feeding tidak mempengaruhi tegangan permukaan secara signifikan. Tegangan permukaan dipengaruhi oleh jenis atau tipe dari surfaktan yang digunakan. Namun demikian tegangan permukaan polimer PSA yang dihasilkan pada penelitian ini tidak dipengaruhi oleh tipe surfaktan. Meskipun surfaktan secara molekuler berbeda, surfaktan LDDBS dan surfaktan SLS dalam penelitian ini tidak memperlihatkan perbedaan yang berarti dengan rata-rata $40,18 \pm 0,10$ mN/m dan modus 40,00 mN/m pada 25°C . Hal ini disebabkan karena setiap formula menggunakan surfaktan dengan nilai *cmc* sama, yaitu 1,1.



Gambar 13 Grafik tegangan permukaan pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu feeding monomer

Tegangan permukaan produk PSA sangat penting dalam aplikasi di mesin produksi dimana harus sesuai atau mendekati dengan tegangan permukaan plastik opp. Plastik opp yang digunakan dalam industri lakban atau OPP Tape menggunakan plastik jenis *oriented poly propylene* dimana salah satu sisinya telah mengalami perlakuan khusus. Hasil perlakuan khusus ini membuat tegangan permukaan plastik menjadi 36 – 37 mN/m sehingga dalam aplikasinya produk PSA dapat dilapiskan ke permukaan plastik tersebut.

Secara garis besar bahwa proses pelapisan polimer PSA terdiri dari beberapa aspek, yaitu : pengiriman plastik, alat pelapis, penyimpanan dan pendistribusian PSA, aplikasi pelapisan ke substrat berikut pengeringannya. Kemampuan pelapisan suatu perekat meliputi kemampuan produk untuk dilapiskan ke plastik dan juga keahlian untuk membuat suatu lapisan film perekat pada permukaan material plastik itu sendiri. Kemampuan pembentukan film selama proses pelapisan dipengaruhi oleh banyak faktor, yaitu : ukuran dan pahatan silinder (1), kecepatan silinder (2), kecepatan umpan film (3) dan transfer lapisan perekat dari silinder pelapis ke umpan film (4) (Benedek, 2000).

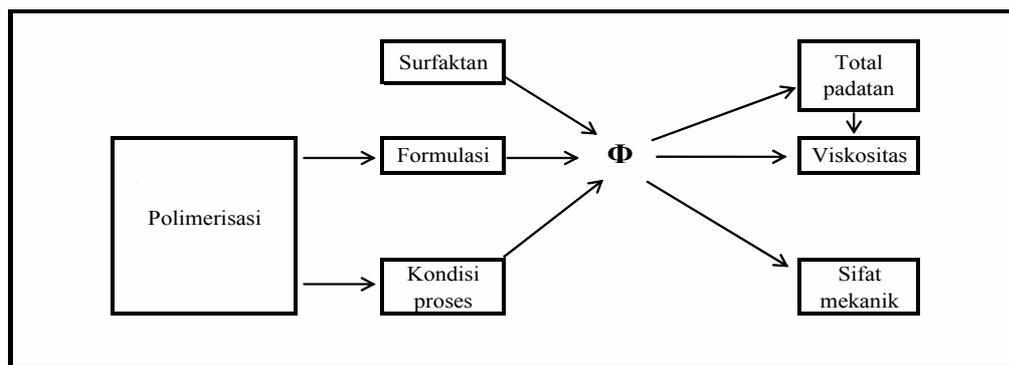


Gambar 14 Beberapa parameter yang mempengaruhi kualitas pelapisan film

Ada beberapa jenis atau model dari alat pelapis dimana masing-masing alat membutuhkan sifat fisik yang berbeda seperti kekentalan, total padatan, tegangan permukaan, stabilitas mekanik dari perekat. Sifat fisik yang spesifik ini akan menghasilkan lapisan perekat yang berbeda-beda beratnya, serta penampilan lapisan yang sesuai dan dapat melekat kuat pada substrat plastik yang dijadikan media pelekatan pada berbagai variasi kecepatan mesin.

Polimer emulsi PSA berisi partikel-partikel dengan diameter antara 100 nm sampai 1000 nm tergantung ukuran partikel, bentuk kurva distribusi dan aplikasi (Benedek, 2000). Pada aplikasi PSA, ukuran partikel dan distribusi ukuran partikel adalah faktor-faktor yang sangat signifikan dalam menentukan sifat aplikasi polimer PSA. Pengukuran ukuran partikel merupakan bagian yang sangat penting dalam merencanakan polimer emulsi dan juga digunakan dalam kontrol proses internal (Urban dan Takamura, 2002).

Pada Gambar 15 menunjukkan bahwa ukuran partikel polimer emulsi sangat menjadi faktor penentu pada kinerja atau sifat aplikasi dari polimer emulsi tersebut. Ukuran partikel emulsi itu sendiri juga dipengaruhi oleh formula produk dan kondisi reaksi polimerisasi. Tipe surfaktan dan waktu feeding monomer akan mempengaruhi ukuran partikel polimer emulsi yang pada akhirnya akan menentukan sifat dari aplikasi produk akhir. Konsentrasi, sifat alamiah dan struktur surfaktan akan memberikan pengaruh pada ukuran partikel. Makin tinggi sifat pengemulsi sebuah surfaktan dan konsentrasi surfaktan akan membuat ukuran partikel menjadi lebih kecil (Benedek, 2000).



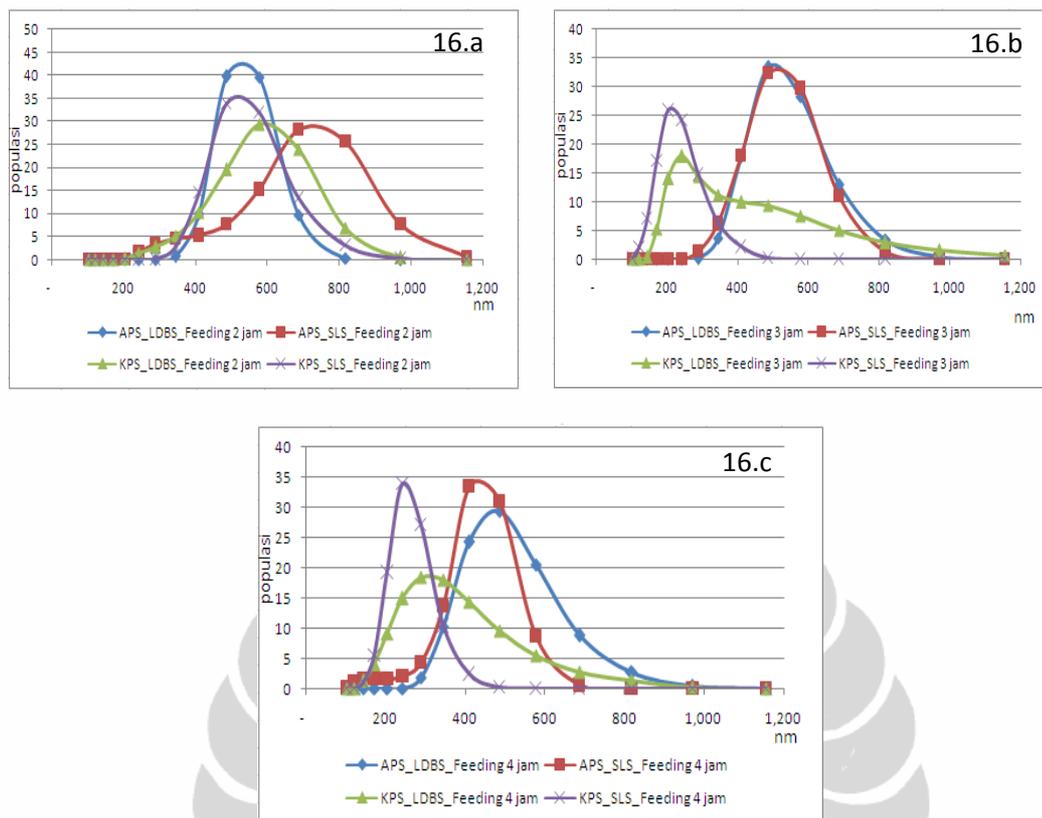
Gambar 15 Parameter-parameter yang menentukan ukuran partikel (Φ) dan pengaruh ukuran partikel terhadap aplikasi polimer emulsi (Benedek, 2000)

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh variasi inisiator dan surfaktan pada berbagai laju *feeding* monomer terhadap ukuran partikel produk yang dihasilkan. Variasi inisiator dalam penelitian dapat dilihat pada grafik hasil pengukuran partikel emulsi sebagaimana Gambar 16. Berdasarkan grafik distribusi ukuran partikel pada Gambar 16 terlihat bahwa kurva distribusi ukuran partikel dengan variasi inisiator cenderung mengalami pergeseran. Pada kondisi surfaktan dan waktu *feeding* yang sama ternyata inisiator Amonium persulfat memberikan ukuran partikel lebih besar dibandingkan dengan Kalium persulfat. Waktu *feeding* 2 jam dengan surfaktan LDBS, inisiator KPS menghasilkan polimer dengan ukuran partikel 519,00 nm, dan modus 480,00 nm lebih lebih besar dari inisiator APS dengan ukuran partikel 485,00 nm, dan modus 480,00 nm. Sedangkan untuk sistem yang menggunakan surfaktan SLS dengan waktu *feeding* monomer 2 jam dan inisiator KPS menghasilkan polimer dengan ukuran partikel 483,00 nm dan modus 477,00 nm sedangkan untuk APS menghasilkan ukuran partikel 527,00 nm dan modus 460,00 nm.

Waktu *feeding* 3 jam dengan surfaktan LDBS, inisiator KPS menghasilkan polimer dengan ukuran partikel 281,00 dan modus 280,20 nm lebih kecil dari inisiator APS dengan ukuran partikel 474,00 dan modus 469,00 nm. Sedangkan untuk sistem yang menggunakan surfaktan SLS dengan waktu *feeding* monomer 3 jam dan inisiator KPS menghasilkan polimer dengan ukuran

partikel 201,00 nm dan modus 196,00 nm sedangkan untuk APS menghasilkan ukuran partikel 467,00 nm dan modus 453,00 nm. Sedangkan untuk waktu feeding 4 jam dengan surfaktan LDBS, inisiator KPS menghasilkan polimer dengan ukuran partikel 294,90 nm dan modus 281,70 nm lebih lebih besar dari inisiator APS dengan ukuran partikel 440,00 nm dan modus 439,00 nm. Sedangkan untuk sistem yang menggunakan surfaktan SLS dengan waktu feeding monomer 4 jam dan inisiator KPS menghasilkan polimer dengan ukuran partikel 231,00 dan modus 227,00 nm sedangkan untuk APS menghasilkan ukuran partikel 390,00 nm dan modus 347,00 nm. Interaksi antara kation Amonium dengan gugus anion surfaktan menyebabkan surfaktan tipe LDBS tidak dapat tertata lebih rapat sehingga ukuran partikel polimer dengan inisiator tipe ini lebih besar. Sedangkan untuk sistem yang menggunakan inisiator Kalium persulfat dapat memberikan susunan surfaktan yang lebih rapat karena struktur kation Kalium lebih kecil dari pada ion Amonium. Gaya tolak yang ditimbulkan antar ion Kalium lebih kecil sehingga posisinya dapat lebih rapat dan membantu menstabilkan struktur misel.

Pengaruh variasi surfaktan pada ukuran partikel dari produk PSA diteliti guna mengetahui efek struktur surfaktan pada partikel polimer yang pada akhirnya akan menentukan kinerja dari polimer PSA. Data yang diperoleh untuk jenis inisiator dan waktu feeding monomer yang sama secara umum menunjukkan bahwa surfaktan SLS menghasilkan ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan dengan LDBS. Waktu feeding 2 jam dengan inisiator KPS, surfaktan LDBS menghasilkan polimer dengan ukuran partikel 519,00 nm dan modus 480,00 nm lebih lebih besar dari surfaktan SLS dengan ukuran partikel 483,00 nm dan modus 477,00 nm. Sedangkan untuk sistem yang menggunakan surfaktan APS dengan waktu feeding monomer 2 jam dan surfaktan LDBS menghasilkan polimer dengan ukuran partikel 485,00 nm, dan modus 480,00 nm sedangkan untuk SLS menghasilkan ukuran partikel 527,00 nm dan modus 460,00 nm.



Gambar 16 . Grafik ukuran partikel emulsi pada variasi inisiator dengan surfaktan dan waktu feeding 2, 3 dan 4 jam

Waktu feeding 3 jam dengan inisiator KPS, surfaktan LDBS menghasilkan polimer dengan ukuran partikel 281,00 nm dan modulus 280,20 nm lebih lebih kecil dari inisiator SLS dengan ukuran partikel 201,00 nm dan modulus 196,00 nm. Sedangkan untuk sistem yang menggunakan surfaktan APS dengan waktu feeding monomer 3 jam dan surfaktan LDBS menghasilkan polimer dengan ukuran partikel 474,00 nm dan modulus 469,00 nm sedangkan untuk SLS menghasilkan ukuran partikel 467,00 nm dan modulus 453,00 nm . Sedangkan untuk waktu feeding 4 jam dengan inisiator KPS, surfaktan LDBS, menghasilkan polimer dengan ukuran partikel 294,90 nm dan modulus 281,70 nm lebih lebih besar dari inisiator SLS dengan ukuran partikel 231,00 nm dan modulus 227,00 nm. Sedangkan untuk sistem yang menggunakan inisiator APS dengan waktu feeding monomer 4 jam dan surfaktan LDBS menghasilkan polimer dengan ukuran

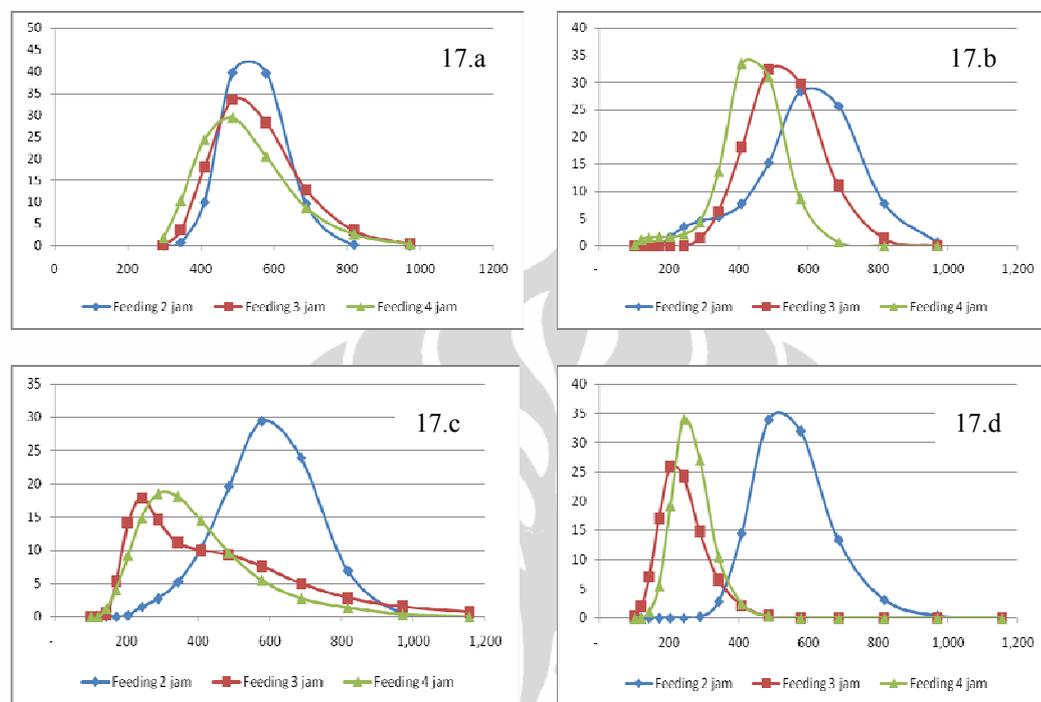
partikel 440,00 nm dan modus 439,00 nm sedangkan untuk SLS menghasilkan ukuran partikel 390,00 nm dan modus 347,00 nm.

Data ukuran partikel menunjukkan bahwa sistem yang menggunakan surfaktan SLS menghasilkan produk PSA dengan ukuran partikel lebih kecil dibandingkan dengan surfaktan LDBS. Surfaktan berstruktur linier mampu membentuk struktur partikel lebih rapat jika dibandingkan dengan surfaktan yang mengandung gugus bensen pada rantai utamanya. Secara stereokimia bahwa ukuran surfaktan LDBS lebih besar dari SLS karena mengandung gugus bensen yang menyebabkan strukturnya lebih *bulky*. Gugus bensen ini menyebabkan jarak antar molekul surfaktan lebih longgar mengakibatkan volume misel mengembang sehingga jika misel ini terisi oleh polimer maka akan menghasilkan ukuran partikel polimer lebih besar.

Pengaruh waktu feeding monomer juga dipelajari guna mengetahui sejauh mana efek waktu feeding terhadap ukuran partikel. Hasil percobaan dapat dilihat pada Gambar 17.a sampai 17.d . Grafik 17.a merupakan grafik variasi waktu feeding monomer dari 2 jam ke 4 jam menggunakan inisiator Ammonium persulfat dan surfaktan LDBS. Ukuran partikel menjadi semakin kecil dengan makin lamanya waktu feeding, yaitu 2 jam = 485,00 nm, 3 jam = 474,00 nm dan 4 jam = 440,00 nm dengan masing-masing modus 480,00 nm, 469,00 nm dan 439,00 nm. Grafik 17.b merupakan grafik variasi waktu feeding monomer dengan menggunakan inisiator Ammonium persulfat dan surfaktan SLS juga memberikan hasil yang mirip dengan sistem Ammonium persulfat dan LDBS. Tampak sekali terjadi pergeseran ukuran partikel distribusi dari feeding 2 jam ke feeding 4 jam dimana feeding 2 jam memberikan ukuran partikel 527,00 nm, feeding 3 jam 467,00 nm dan feeding 4 jam dengan ukuran partikel 390,00 nm. Nilai modus untuk waktu feeding tersebut secara berurutan adalah 460 nm, 453 nm dan 347 nm.

Gambar 17.c merupakan grafik variasi waktu feeding monomer dimana menggunakan inisiator Kalium persulfat dan surfaktan LDBS memperlihatkan pergeseran yang tidak teratur. Ukuran partikel pada waktu feeding selama 3 jam

justru memberikan hasil yang lebih kecil, yaitu 281,20 nm dengan modus 280,20 nm sedangkan waktu feeding 4 jam memberikan ukuran partikel 295,00 nm dan modus 281,70 nm.



Gambar 17 Grafik distribusi ukuran partikel (a) Grafik variasi feeding monomer dengan inisiator APS dan surfaktan LDBS, (b) Grafik feeding monomer dengan inisiator APS dan surfaktan SLS, (c) Grafik variasi feeding monomer dengan inisiator KPS dan surfaktan LDBS, (d) Grafik variasi feeding monomer dengan inisiator KPS dan surfaktan SLS

Hal yang sama juga terjadi dengan sistem yang menggunakan inisiator Kalium persulfat dan surfaktan SLS juga memberikan hasil yang sama dengan sistem KPS dan LDBS (Grafik 17.d). Ukuran partikel untuk waktu feeding 3 jam = 201,50 nm dan modus 196,00 nm sedangkan untuk 4 jam = 231,00 nm dan modus 227,30 nm. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi “*starving reaction*” terjadi pada waktu feeding monomer 3 jam bukan di 4 jam. Kondisi feeding 4 jam justru menimbulkan fenomena tumbuhnya partikel baru yang dapat menyebabkan penggabungan dengan partikel polimer utama.

Semakin kecil ukuran partikel polimer PSA dengan semakin lama waktu feeding monomer lebih mengarah pada kondisi “*starving reaction*” sehingga reaksi lebih sempurna serta tidak terjadi penggabungan antar partikel polimer. Semakin cepat waktu feeding monomer akan membuat rasio antara laju polimerisasi dengan jumlah monomer yang akan bereaksi menjadi tidak seimbang sehingga memungkinkan terjadinya *swelling* antara partikel emulsi dengan monomer (Aderson and Daniels, 2003). Sistem yang menggunakan inisiator Kalium persulfat tampaknya memberikan pola dan distribusi ukuran partikel yang sama dimana distribusi ukuran partikel justru berekor bukan distribusi yang normal. Hal ini mengindikasikan bahwa inisiator KPS memiliki residu radikal lebih banyak jika dibandingkan dengan APS sehingga mampu memberikan dampak bagi tumbuhnya partikel baru (lihat Gambar 2). Monomer sisa yang belum bereaksi akan membentuk partikel baru dan bergabung dengan partikel polimer yang sudah terbentuk sehingga ukuran partikel menjadi lebih besar. Secara keseluruhan bahwa ukuran partikel PSA yang dihasilkan pada penelitian ini sesuai dengan target yang diharapkan karena berada dalam kisaran ukuran partikel untuk produk PSA, yaitu antara 201,00 nm sampai 527,00 nm.

Parameter penting dari produk PSA yang dihasilkan selain total padatan, viskositas, derajat keasaman dan ukuran partikel adalah T_g polimer. Berkaitan dengan proses polimerisasi nilai T_g digunakan untuk menentukan apakah polimer yang dibuat dengan mereaksikan monomer-monomer telah bereaksi sesuai dengan target yang diharapkan. Temperatur T_g merupakan karakteristik dari transisi order kedua dari mobilitas molekuler. Polimer PSA dalam penelitian ini diharapkan memiliki nilai T_g di $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$ yang dibentuk dari kombinasi monomer Butil akrilat, Asam metakrilat dan kopolimer *seeding*. Pengukuran T_g polimer PSA pada penelitian ini menggunakan alat DSC dengan hasil rata-rata $-42,28 \pm 0,43\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan modus $-42,05\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Berdasarkan pada Tabel 8 diperoleh informasi bahwa nilai T_g polimer PSA pada berbagai variasi inisiator, surfaktan serta waktu *feeding* monomer tidak mengalami perbedaan yang cukup signifikan. Perbedaan inisiator pada reaksi polimerisasi ditentukan oleh kondisi dan sistem dari proses polimerisasi.

Waktu paruh inisiator akan memberikan efek pada jumlah partikel radikal yang eksis dalam setiap waktu. Namun dalam penelitian ini inisiator Amonium persulfat dan Kalium persulfat memiliki waktu paruh hampir sama, sehingga tidak memberikan dampak pada perbedaan laju reaksi polimerisasi (Urban dan Takamura, 2002).

Tabel 9 Data T_g polimer PSA

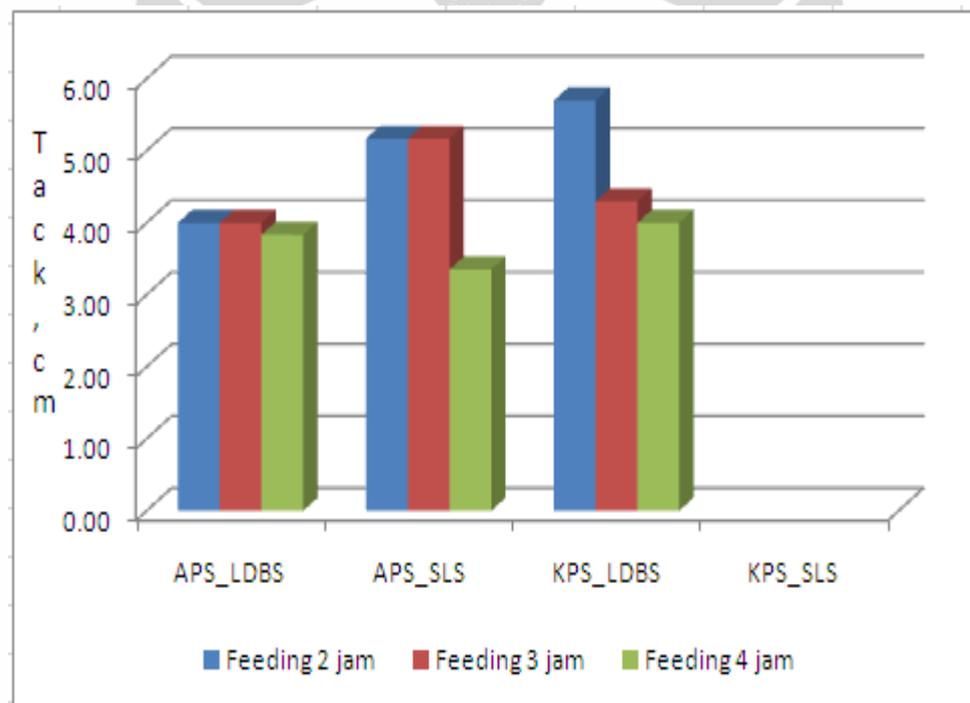
WAKTU FEEDING, JAM	APS_LDDBS	APS_SLS	KPS_LDDBS	KPS_SLS
2	-42.66	-42.05	-42.56	-42.28
3	-42.05	-41.93	-43.27	-42.39
4	-41.85	-41.68	-42.16	-42.54

Variasi surfaktan pada penelitian ini tidak memberikan pengaruh pada nilai T_g polimer yang dihasilkan. Surfaktan hanya memberikan efek stabilisasi emulsi dan tidak mempengaruhi mobilitas molekular dari rantai polimer. Pada saat polimer dalam bentuk film maka peranannya sudah berkurang karena polimer akan saling menata diri sedemikian sehingga tersusun menjadi lebih rapat. Dengan demikian jelaslah bahwa surfaktan tidak memberikan pengaruh terhadap nilai T_g polimer PSA karena nilai T_g ditentukan oleh mobilitas molekular dari rantai polimer saat transisi dari bentuk gelas menjadi seperti karet.

Waktu *feeding* monomer tidak berpengaruh pada nilai T_g polimer yang diperoleh karena harga T_g hanya berubah jika komposisi monomer berubah dan mengikuti persamaan Fox (Pizzi and Mital, 1994). Waktu *feeding* monomer mempengaruhi ukuran partikel polimer tetapi tidak mempengaruhi penyerapan panas dari rantai polimer (Urban dan Takamura, 2002). Pada kondisi dimana waktu *feeding* monomer cukup cepat dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara monomer yang masuk dengan yang bereaksi didalam misel. Hal ini menyebabkan terjadi kondisi *bleeding* dimana monomer lepas dari misel dan menghasilkan *seed* yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran T_g .

IV.3 Aplikasi Polimer PSA

Salah satu parameter yang sangat penting dalam industri opp tape adalah aplikasi produk itu sendiri. Tujuan rekayasa polimer PSA adalah untuk mendapatkan produk yang mampu memenuhi persyaratan aplikasi yang telah ditetapkan oleh industri opp tape. Gambar 16 memberikan informasi keterkaitan antara sifat mekanik dengan ukuran partikel polimer dan ukuran partikel polimer memiliki kaitan yang erat dengan surfaktan, formulasi dan kondisi reaksi polimerisasi PSA (Benedek, 2000). Sifat mekanik produk opp tape ditentukan oleh tiga parameter, yaitu : *tack*, *adhesion* dan *shear*. Ketiga parameter tersebut diukur menggunakan standar yang telah disepakati secara global diantaranya : ISO, ASTM dan PSTC. Dalam penelitian ini standar yang digunakan adalah PSTC mengingat standar ini banyak dipakai di industri opp tape.



Gambar 18 Grafik hasil pengukuran *tack* pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu *feeding* monomer

Hasil pengukuran *tack* mengacu pada standar PSTC no. 6 dimana pada penelitian ini diperoleh hasil yang cukup berbeda secara signifikan. Nilai *tack* polimer PSA pada berbagai variasi menunjukkan nilai *tack* berkurang dengan

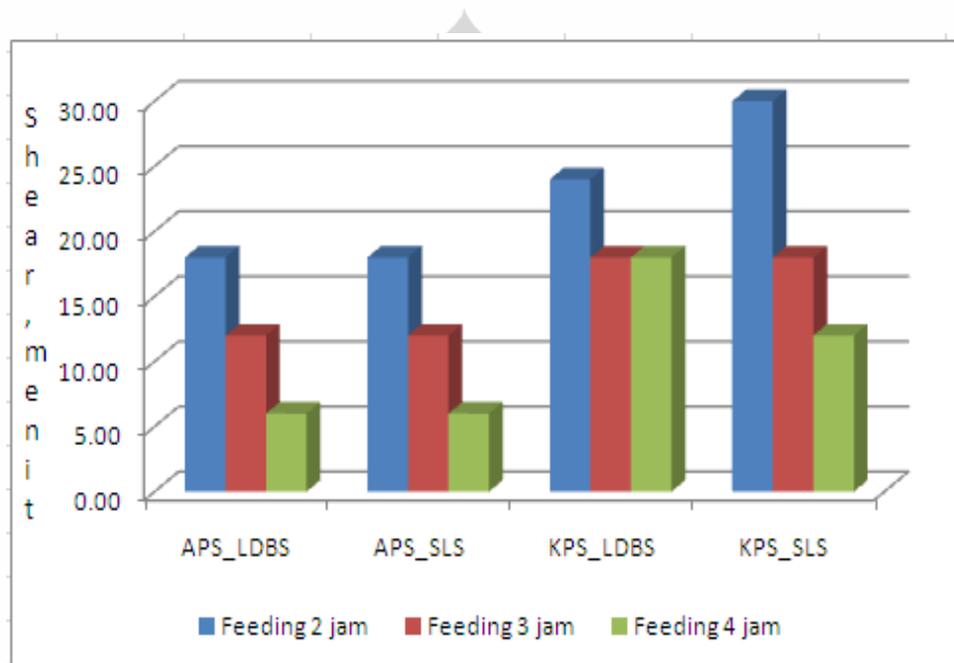
semakin cepatnya waktu *feeding* monomer. Secara umum waktu *feeding* yang lebih lama menghasilkan ukuran partikel yang lebih kecil dan memberikan efek pada kerapatan partikel. Jika partikel polimer kecil maka jarak antar partikel menjadi lebih rapat dan padat sehingga luas areanya menjadi lebih besar sehingga memberikan nilai *tack* yang lebih baik (Roberge, S dan Dube', M. A., 2006).

Berdasarkan tiga sistem polimer PSA yang dapat diukur nilai *tackiness* maka sistem PSA yang menggunakan inisiator APS secara umum memberikan nilai *tack* yang hampir sama pada waktu *feeding* monomer 3 jam dan 2 jam, yaitu 4 cm. Namun demikian mengalami perubahan jika waktu *feeding* dipercepat dari 4 jam menjadi 3 jam dimana terjadi kenaikan nilai *tack* cukup signifikan dari 4 cm menjadi 3,80 cm. Percepatan waktu *feeding* monomer ini mempengaruhi ukuran partikel dari polimer PSA dimana ukuran partikel untuk waktu *feeding* 4 jam lebih kecil. Ukuran partikel semakin kecil akan meningkatkan luas area dari partikel polimer sehingga kontak area antara polimer dengan substrat menjadi lebih luas. Kontak area yang luas ini memberikan efek positif terhadap daya *adhesion* polimer PSA sehingga daya lekat terhadap bola uji lebih baik. Jika dibandingkan antara polimer PSA yang menggunakan inisiator APS dan surfaktan LDBS dengan produk yang menggunakan inisiator APS dan surfaktan SLS maka produk yang menggunakan LDBS memiliki nilai *tack* relatif lebih baik dibanding dengan sistem yang menggunakan surfaktan SLS. Struktur LDBS memiliki cincin bensen membuat surfaktan lebih sulit bermigrasi dibandingkan dengan surfaktan SLS. Adanya migrasi surfaktan ke permukaan film PSA akan mengurangi daya cengkram terhadap bola besi.

Produk PSA yang menggunakan inisiator KPS dan surfaktan SLS memberikan hasil *tack* tidak terukur karena lapisan PSA tidak dapat menahan bola pada area yang ditetapkan. Keadaan ini disebabkan adanya migrasi dari molekul surfaktan SLS ke permukaan film PSA dalam jumlah yang signifikan sehingga mengurangi atau bahkan meniadakan daya cengkram PSA ke bola uji (Roberge, S dan Dube', M. A., 2006). Migrasi surfaktan sangat dipengaruhi oleh struktur surfaktan dimana makin *bulky* strukturnya akan memperlambat migrasi

apalagi jika surfaktan tersebut memiliki gugus yang mampu bereaksi dengan gugus aktif monomer.

Parameter aplikasi berikutnya adalah parameter *shear* yang didefinisikan sebagai kekuatan perekat untuk menahan *stress* yang diberikan. Test dilakukan dengan mengacu pada standar PSTC no.107 menggunakan media *stainless steel 304 mirror like*. Hasil pengukuran *shear* pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu *feeding* monomer dapat dilihat pada gambar.



Gambar 19. Grafik hasil pengukuran *shear* pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu *feeding* monomer

Secara umum bahwa nilai *shear* produk menurun dengan semakin lamanya waktu *feeding* monomer pada berbagai variasi inisiator maupun surfaktan. Hal ini bertolak belakang dengan hasil pengukuran nilai *tack* untuk masing-masing variasi inisiator, surfaktan dan waktu *feeding* monomer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa makin lama waktu *feeding* monomer membuat nilai *shear* PSA turun cukup signifikan. Jika dikaitkan dengan kondisi proses dimana makin lama waktu *feeding* akan menyebabkan ukuran partikel polimer makin kecil. Pengaruh ini sangat jelas jika dibandingkan dengan efek yang ditimbulkan oleh variasi inisiator maupun surfaktan. Molekul polimer yang kecil

membuat lapisan molekul polimer menjadi lebih mudah bergerak menghasilkan gaya kohesi antar lapisan polimer menjadi lebih rendah (Roberge dan Dube, 2006).

Berbeda dengan waktu *feeding* monomer yang cepat akan menghasilkan ukuran partikel polimer yang lebih besar serta adanya probabilitas terbentuknya aglomerasi antar partikel polimer sehingga dapat menaikkan gaya kohesi dari perekat itu sendiri. Tingginya gaya kohesi ini akan membuat lapisan perekat lebih mampu menahan beban yang diberikan dan pada akhirnya akan menaikkan nilai *shear* polimer PSA. Mengacu pada Persamaan 1 bahwa waktu yang dibutuhkan untuk jatuh bergantung pada viskositas polimer serta tebal lapisan PSA. Jika parameter ketebalan lapisan PSA dibuat tetap maka waktu jatuh dari beban berbanding lurus dengan viskositas polimer PSA tersebut. Viskositas polimer memiliki kaitan dengan mobilitas dari molekul-molekul polimer yang apabila memiliki gaya kohesion yang tinggi maka akan memiliki waktu jatuh yang lebih lama.

Pada Gambar 19 menunjukkan nilai *shear* polimer PSA dengan menggunakan inisiator KPS memiliki hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan menggunakan inisiator APS. Pada kondisi film hampir kering setelah air diuapkan maka ion Amonium juga ikut menguap bersama dengan air sedangkan untuk ion Kalium tetap tinggal didalam matrik polimer. Ion Kalium ini menjadi semacam pengisi yang dapat menaikkan nilai hambatan pada pergerakan lapisan polimer PSA. Secara akumulasi akan membantu menaikkan nilai *shear* polimer PSA.

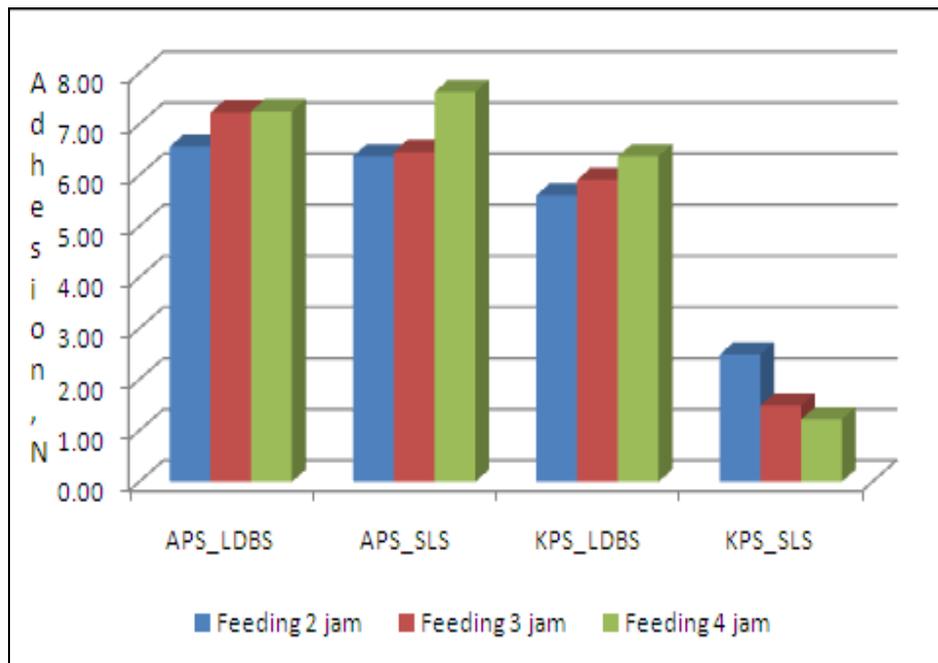
Parameter aplikasi yang ketiga adalah nilai *adhesion* (*peel adhesion*) dari PSA dimana diukur menggunakan alat *tensile strength* dan mengacu pada standar PSTC 1. Prosedur PSTC 1 digunakan untuk mengukur *adhesion* dari polimer PSA lapis tunggal pada sudut 180° . Pengukuran menggunakan metode ini dilakukan dengan menempelkan *specimen tape* pada panel standar (*stainless steel M 304 mirror like*) kemudian ditekan dengan beban 1 kg secara merata. OPP tape dikelupas dengan sudut 180° pada kecepatan 12 inch/menit, nilai yang terbaca

selama proses pengelupasan ini dicatat untuk dijadikan nilai akhir kekuatan *adhesion* PSA.

Secara umum bahwa nilai *adhesion* produk mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya waktu *feeding* monomer karena ukuran partikel polimer makin kecil. Hal ini sejalan dengan hasil pengukuran nilai *tack* untuk masing-masing variasi inisiator, surfaktan dan waktu *feeding* monomer. Semakin lama waktu *feeding* monomer akan menghasilkan polimer dengan ukuran partikel lebih

kecil dan ini menyebabkan gaya *adhesion* antar lapisan polimer dengan *stainless steel* menjadi lebih tinggi (Ismail, Achmad dan Yew, 2011). Pada kondisi kering (kelembaban 2 - 5 %) lapisan polimer akan tertata lebih rapat sehingga luas permukaan polimer menjadi lebih luas. Luas permukaan ini memiliki efek yang besar terhadap *contact area* antara *adhesive* dengan plat *stainless steel* sehingga secara kumulatif akan memberikan nilai *adhesion* lebih tinggi.

Pada Gambar 20 terlihat bahwa variasi inisiator memberikan perbedaan hasil *adhesion* dimana inisiator KPS lebih cenderung memberikan nilai *adhesion* lebih rendah. Hasil ini dipengaruhi oleh tipe grafik distribusi ukuran partikel polimer PSA yang menggunakan inisiator KPS. Pada Gambar 17.c dan 17.d terlihat adanya “ekor” yang mengindikasikan lebarnya distribusi ukuran partikel khususnya untuk waktu *feeding* monomer 3 dan 4 jam. Waktu *feeding* yang lama dan pengadukan yang cepat membuat partikel polimer saling bertabrakan dan terjadi penggabungan. Penggabungan ini melahirkan partikel polimer yang lebih besar sehingga akan menurunkan gaya adesi antara polimer PSA dengan material logam. Tipe surfaktan yang digunakan dalam polimer PSA juga mempengaruhi nilai *adhesion*nya. Surfaktan dengan gugus benzen seperti LDDBS memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan surfaktan SLS yang berantai lurus. Meskipun ukuran partikel polimer PSA dengan surfaktan SLS lebih kecil tetapi adanya efek migrasi dari surfaktan SLS ke permukaan polimer lebih besar maka akan mengurangi gaya adesi antara polimer PSA dengan material logam.

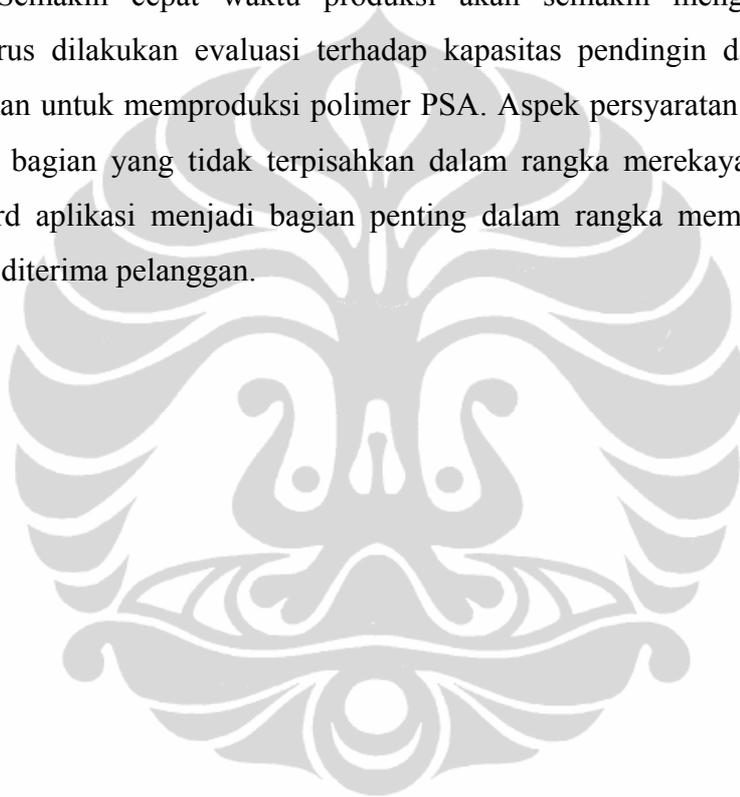


Gambar 20 . Grafik hasil pengukuran *adhesion* pada berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu *feeding* monomer

Data yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai *adhesion* paling rendah didapat dari kombinasi inisiator KPS, surfaktan SLS dan waktu *feeding* monomer 4 jam, yaitu 1,22 N. Ukuran partikel polimer tampaknya kurang berperan dalam meningkatkan nilai *adhesion* sehingga berbeda dengan prediksi yang diharapkan. Perbedaan ini disebabkan oleh efek migrasi dari surfaktan ke permukaan polimer sehingga akan mengurangi gaya *adhesion* antara permukaan polimer dengan permukaan *stainless steel*. Kecilnya gugus hidropobik membuat surfaktan mudah sekali bergerak diantara lapisan polimer menuju permukaan. Sedangkan nilai *adhesion* yang baik diberikan oleh sistem dengan kombinasi inisiator APS, surfaktan LDDBS dan waktu *feeding* 3 dan 4 jam.

Berdasarkan hasil pengujian terhadap tiga parameter kualitas produk PSA yang mengacu pada Tabel 1 mengenai kinerja produk PSA pada aplikasi OPP tape, nilai *tack* maksimal 4 cm, *shear* minimal 6 menit dan *adhesion* minimal 6 N (Benedek, 2000). Sistem yang menggunakan inisiator APS, surfaktan LDDBS masuk dalam spesifikasi produk PSA karena memiliki kinerja dengan nilai *tack* maksimal 4 cm, *shear* minimal 6 menit dan *adhesion* minimal 6,56 N. Sedangkan

sistem yang menggunakan inisiator KPS dan surfaktan SLS tidak ada yang masuk dalam spesifikasi aplikasi untuk produk OPP tape. Secara keseluruhan faktor tipe inisiator, tipe surfaktan dan waktu *feeding* berperan dalam menghasilkan polimer PSA dengan kinerja tertentu. Hal yang harus dilakukan adalah menyeleksi formulasi polimer PSA agar sesuai dengan persyaratan utilitas produksi serta persyaratan aplikasi dari pelanggan. Berpijak dari strategi bisnis yaitu menurunkan biaya produksi maka persyaratan waktu produksi sangat ditekankan. Semakin cepat waktu produksi akan semakin menguntungkan meskipun harus dilakukan evaluasi terhadap kapasitas pendingin dari reaktor yang digunakan untuk memproduksi polimer PSA. Aspek persyaratan pelanggan juga menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam rangka merekayasa produk PSA. Standard aplikasi menjadi bagian penting dalam rangka membuat suatu produk dapat diterima pelanggan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dengan cara melakukan variasi inisiator, surfaktan dan waktu feeding monomer diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kopolimer (Butil akrilat/Asam metakrilat) dapat dibuat dengan mereaksikan monomer Butil akrilat dan Asam metakrilat melalui reaksi radikal bebas. Polimer yang dihasilkan memiliki spesifikasi total padatan $55,06 \pm 0,11$ %, viskositas $73,75 \pm 9,12$ cPs, derajat keasaman $9,32 \pm 0,12$, tegangan permukaan $40,18 \pm 0,10$ mN/m dan T_g polimer $-42,28 \pm 0,43$ °C .
2. Tipe inisiator dan surfaktan mempengaruhi kinerja polimer PSA dimana inisiator APS memberikan kinerja lebih baik dari pada KPS pada semua variasi yang dilakukan sedangkan surfaktan LDBS memberikan kinerja yang lebih stabil pada semua variasi inisiator dan waktu *feeding* monomer dibandingkan dengan surfaktan SLS. Sistem polimer PSA menggunakan inisiator APS dan surfaktan LDBS dengan waktu *feeding* dari 4 jam ke 2 jam nilai *tack* 3,83 cm turun menjadi 4 cm, *shear* 6 menit naik menjadi 18 menit dan *adhesion* turun dari 7,25 N menjadi 6,56 N.
3. Waktu feeding monomer lebih dominan dalam mempengaruhi kinerja polimer PSA dimana makin cepat waktu *feeding* monomer akan menaikkan parameter *shear* tetapi menurunkan parameter *tack* dan *adhesion*. Kinerja dari polimer PSA memiliki kaitan yang erat dengan ukuran partikel polimer dimana makin cepat *feeding* monomer akan memperbesar partikel polimer sehingga nilai *shear* naik tetapi nilai *tack* dan *adhesion* turun.
4. Kopolimer (Butil akrilat/Asam metakrilat) memiliki ukuran partikel dari 201,00 nm untuk sistem dengan inisiator KPS, surfaktan SLS dan waktu

feeding monomer 3 jam sampai 527,00 nm untuk sistem yang menggunakan inisiator APS, surfaktan SLS dan waktu *feeding* monomer 2 jam dimana standard ukuran partikel untuk polimer PSA adalah 100 – 1000 nm.

5. Produktivitas paling baik diperoleh dari formulasi polimer PSA menggunakan inisiator APS, surfaktan LDBS dan waktu *feeding* selama 2 jam dimana harga *tack* 4 cm, *shear* 18 menit dan *adhesion* 6,56 N dengan standard maksimal *tack* 4 cm, minimal *shear* 6 menit dan minimal *adhesion* 6 N.

V.2 Saran

4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan berbagai variasi inisiator, surfaktan dan waktu *feeding* terhadap pengaruh berat molekul polimer yang dihasilkan serta persen konversi monomer.
5. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai pengaruh variasi tersebut terhadap kestabilan produk PSA selama penyimpanan.
6. Perlu dilakukan kajian mengenai pengaruh jenis pengaduk terhadap unjuk kerja produk PSA sehingga didapat hasil yang lebih baik.
7. Perlu dilakukan kajian transfer panas yang terjadi pada polimerisasi Butil akrilat – Asam metakrilat dalam rangka mendapatkan biaya utilitas yang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, C. D. and Daniels, E.S.(2003), *Emulsion Polymerization and Latex Application*, Rapra Review Report, Volume 14, No. 4
pp : 15 - 25
- Benedek I., 2000, *Pressure Sensitive Formulation*, First published, Utrecht, pp : 1 – 27
- Billmeyer, F.W., 1984, *Textbook of Polymer Science*, Third edition, John Wiley & Sons, Inc., Canada
- Falsafi, A., Tirrell, M., and Pocius, A. V., (2000) *Langmuir* 16,
pp : 1816-1824
- FMC Researc and Development, 2001, *Persulfates Technical Information*, FMC Corporation, Princeton, NJ
- Ismail, Achmad dan Yew, 2011, *Effect of Monomer Composition on Adhesive Performance for Waterborne Acrylic Pressure-sensitive Adhesives*, Journal of Physical Science, Vol. 22(2), PP. : 51-63
- Jin, Bai, Shao, Yang and Tang, 2009, *Properties of Solvent-borne Acrylic Pressure Sensitive Adhesives Synthesized by A Simple Approach*, express polymer letters, vol. 3, No. 12, hal : 814-820
- Johnston, J, (2003), *Pressure Sensitive Adhesive Tapes*, pressure sensitive Tape Council, Illionois, pp : 32-38
- Lombardi,R.A., 1987, *Higher Performance Water-Borne Pressure sensitive Adhesives*, Pressure Sensitive Tape Council Seminar, Itasca, Il., pp : 335 – 338
- Odian, G. 199, *Principles of Polymerization*, Third edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp : 335 – 353
- Palma, M. S., 2007, *Effect of Monomer Feed Rate on The Properties of Copolymer Buthyl Acrylate/Vinyl Acetate in Semi-batch Emulsion*

Polymerization, Indian Journal of Chemical Technology, Vol. 14,
pp. 515-522

Petrie, M.E., 2007, *Handbook of Adhesives and Sealants*, Second edition,
McGraw-Hill, New York, pp : 2 - 15

Pizzi, A. and Mittal, K. L., (1994) *Handbook of Adhesive Technology*,
Marcel Dekker, New York, pp : 549-564

Roberge, S dan Dube', M. A., 2006, *The Effect of Particle Size and
Composition on The Performance of Styrene/Buthyl Acrylate
Miniemulsion-based PSAs*, Polymer 47, pp. : 799-807

Staicu, T. and Leca, M. (1999), *Work Conf. Chem. Eng. Chem.
-RICCE 11*, pp : 119-124

Tokiwa, F, 1983, *Surfactant : A Comprehensive Guide*, First Edition,
Kao Corporation, Tokyo Japan, hal : 1-9; 49 – 66

Urban, D., Takamura, K., 2002, *Polymer Dispersions and Their Industrial
Applications*, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim

Lampiran 1

Data Sifat Fisik Polimer PSA

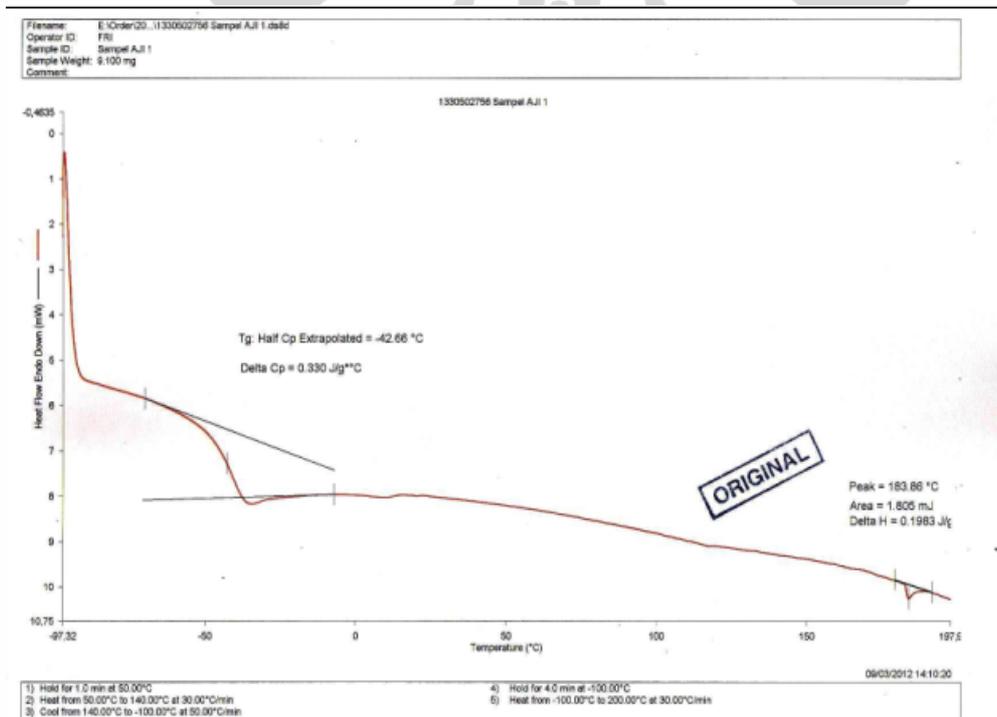
Katalis	Surfaktan	Waktu Feeding Monomer, jam	Sifat Fisik				
			Total Padatan, % b/b	Viskositas, LVT 2/30, 30 °C, cPs	pH	Kenampakan Emulsi	Tegangan Permukaan, mN/m
Spesifikasi Target			54,00 - 56,00	50,00 - 100,00	9,00 - 9,50	Putih susu	
APS	LDBS	2	55,00	70,00	9,20	Putih susu	40.90
		3	55,30	72,00	9,15	Putih susu	40.80
		4	55,10	70,00	9,24	Putih susu	40.20
	SLS	2	55,10	68,00	9,30	Putih susu	40.30
		3	55,10	75,00	9,50	Putih susu	40.00
		4	55,00	65,00	9,18	Putih susu	39.90
KPS	LDBS	2	55,20	80,00	9,41	Putih susu	40.10
		3	54,90	60,00	9,50	Putih susu	40.00
		4	55,00	70,00	9,37	Putih susu	40.00
	SLS	2	55,00	80,00	9,30	Putih susu	40.00
		3	55,03	95,00	9,27	Putih susu	40.00
		4	54,97	80,00	9,38	Putih susu	40.00

Lampiran 2

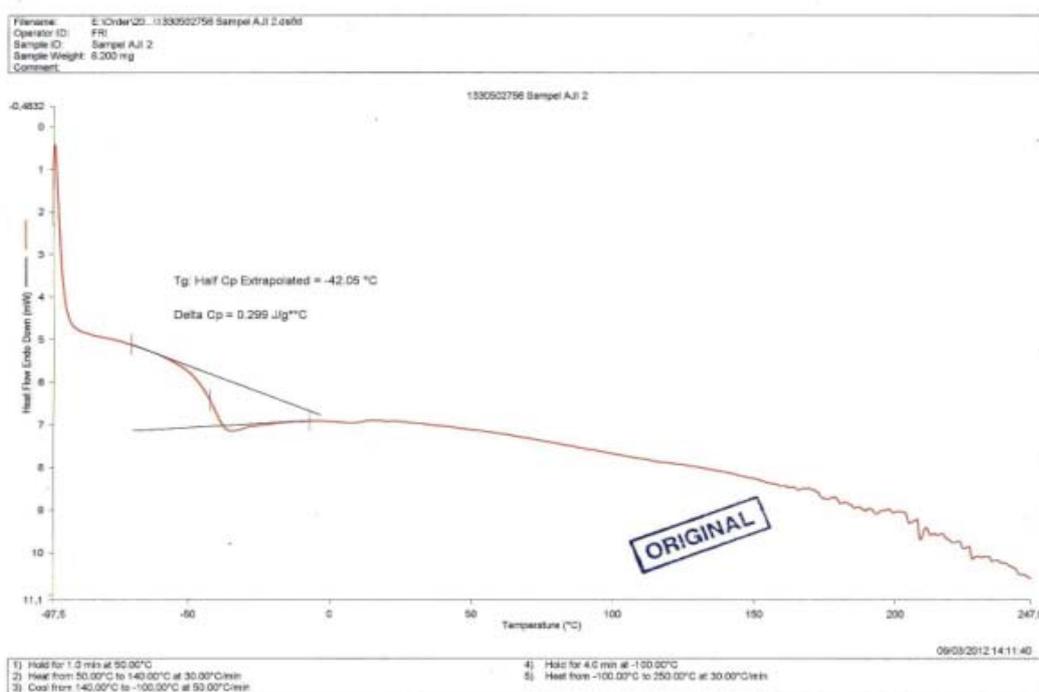
Hasil Analisa Sifat Termal dengan DSC

Tabel 1 Daftar Nama Sampel dan T_g Polimer pada Berbagai Variasi Sistem

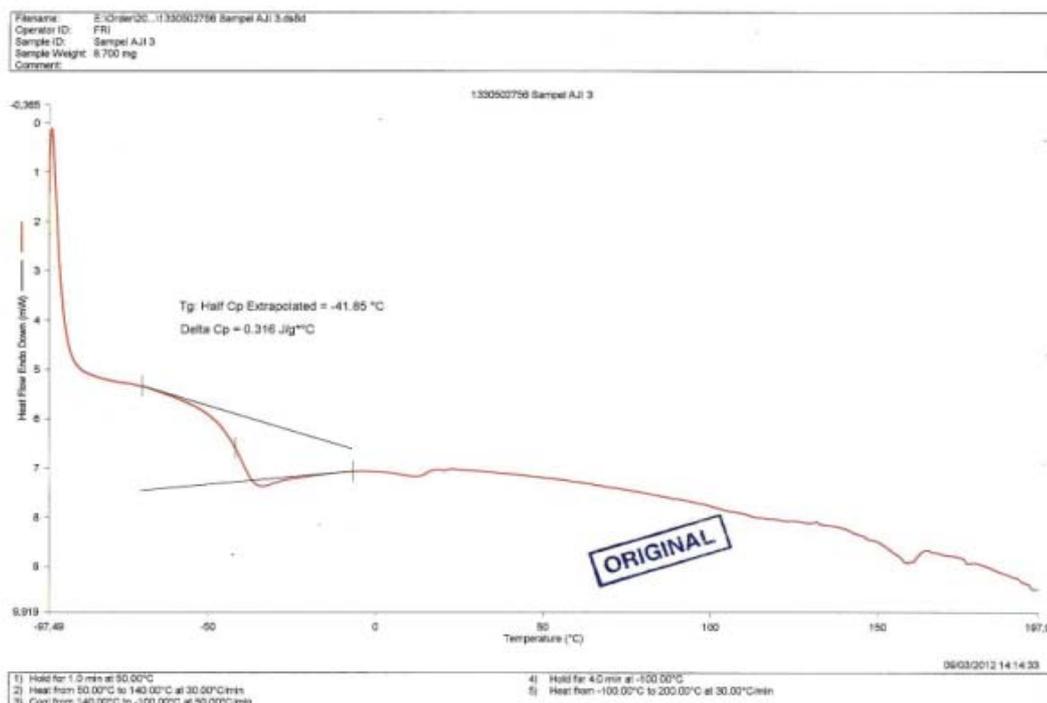
No.	Nama Sampel	Sistem Emulsi			Temperatur Transisi Glass, T_g (°C)
		Inisiator	Surfaktan	Waktu Feeding Monomer, Jam	
1	Sampel Aji 1	APS	LDBS	2	-42.66
2	Sampel Aji 2	APS	LDBS	3	-42.05
3	Sampel Aji 3	APS	LDBS	4	-41.85
4	Sampel Aji 4	APS	SLS	2	-42.05
5	Sampel Aji 5	APS	SLS	3	-41.93
6	Sampel Aji 6	APS	SLS	4	-41.68
7	Sampel Aji 8	KPS	LDBS	2	-42.56
8	Sampel Aji 9	KPS	LDBS	3	-43.27
9	Sampel Aji 10	KPS	LDBS	4	-42.16
10	Sampel Aji 11	KPS	SLS	2	-42.28
11	Sampel Aji 12	KPS	SLS	3	-42.39
12	Sampel Aji 13	KPS	SLS	4	-42.54



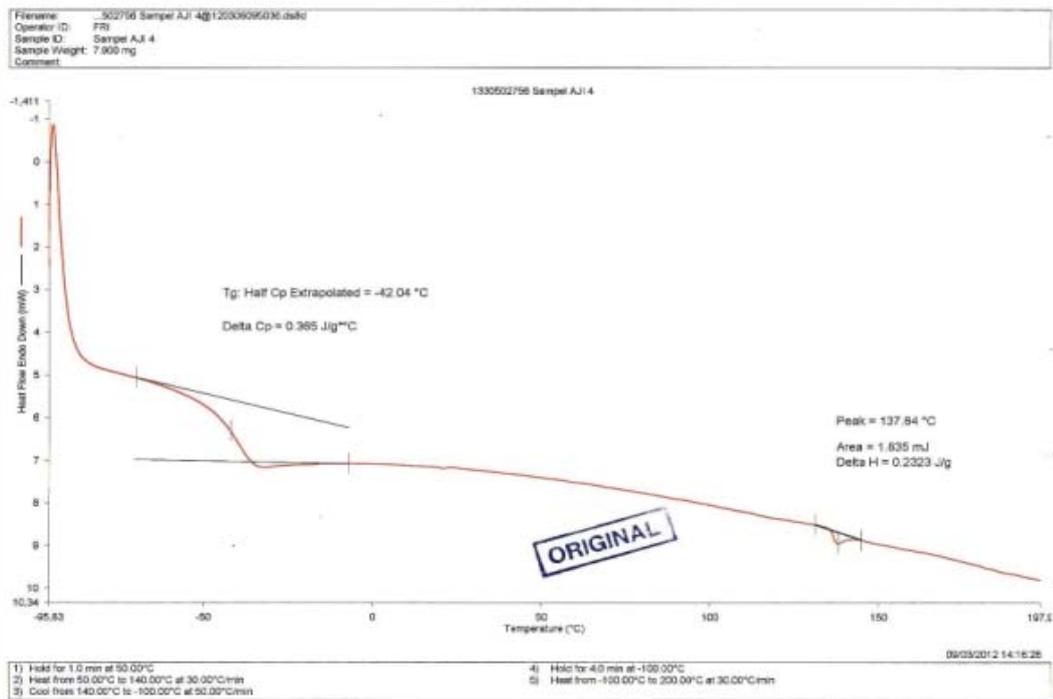
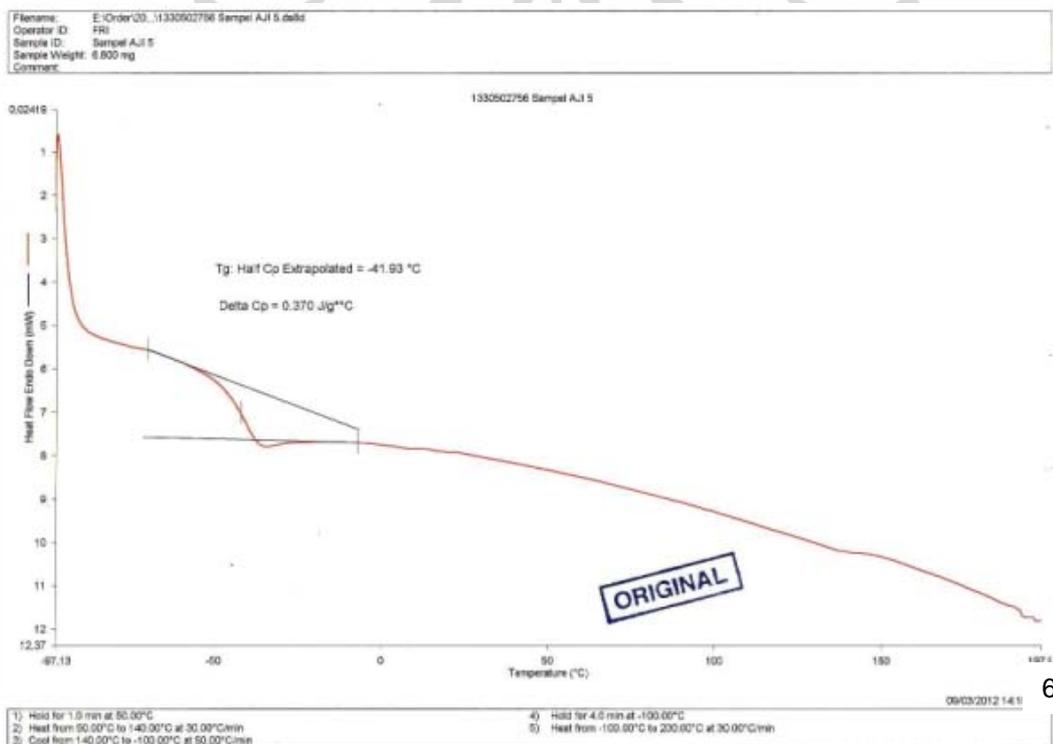
Gambar 1 : Thermogram sampel Aji 1 hasil uji T_g dengan alat DSC

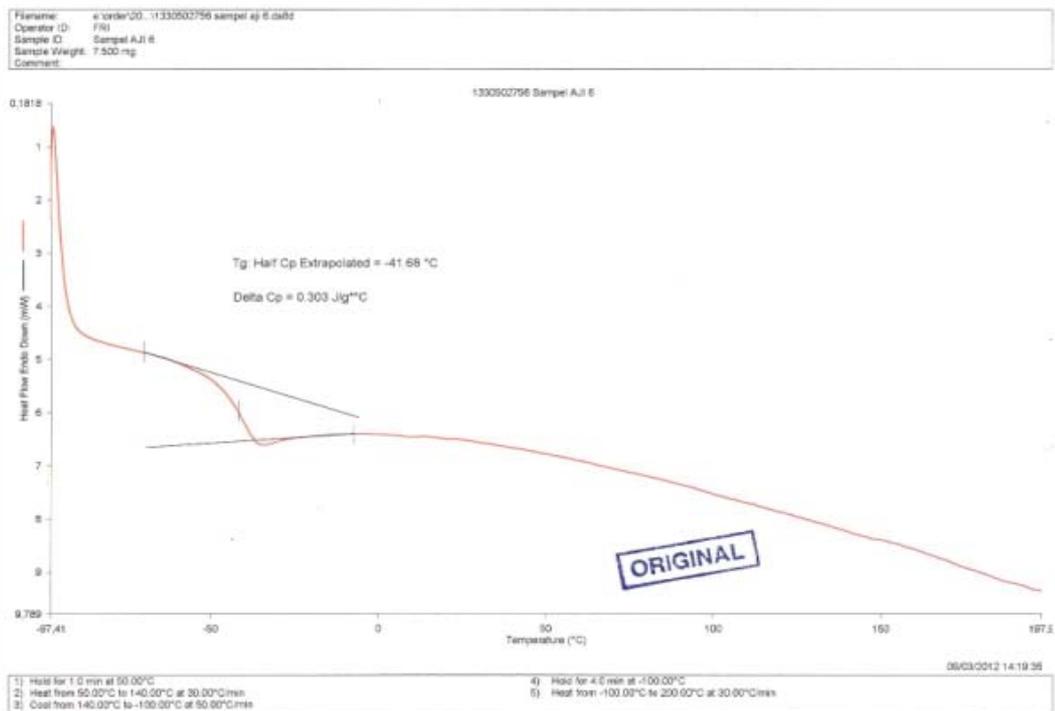


Gambar 2 : Thermogram sampel Aji 2 hasil uji T_g dengan alat DSC

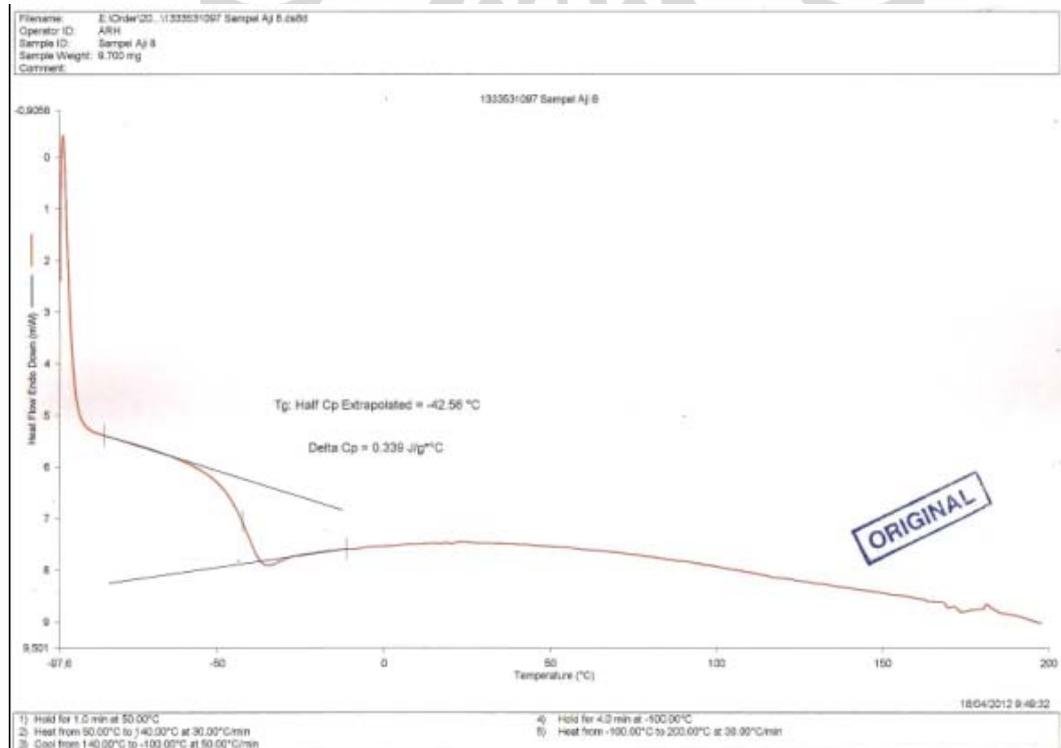


Gambar 3 : Thermogram sampel Aji 3 hasil uji T_g dengan alat DSC

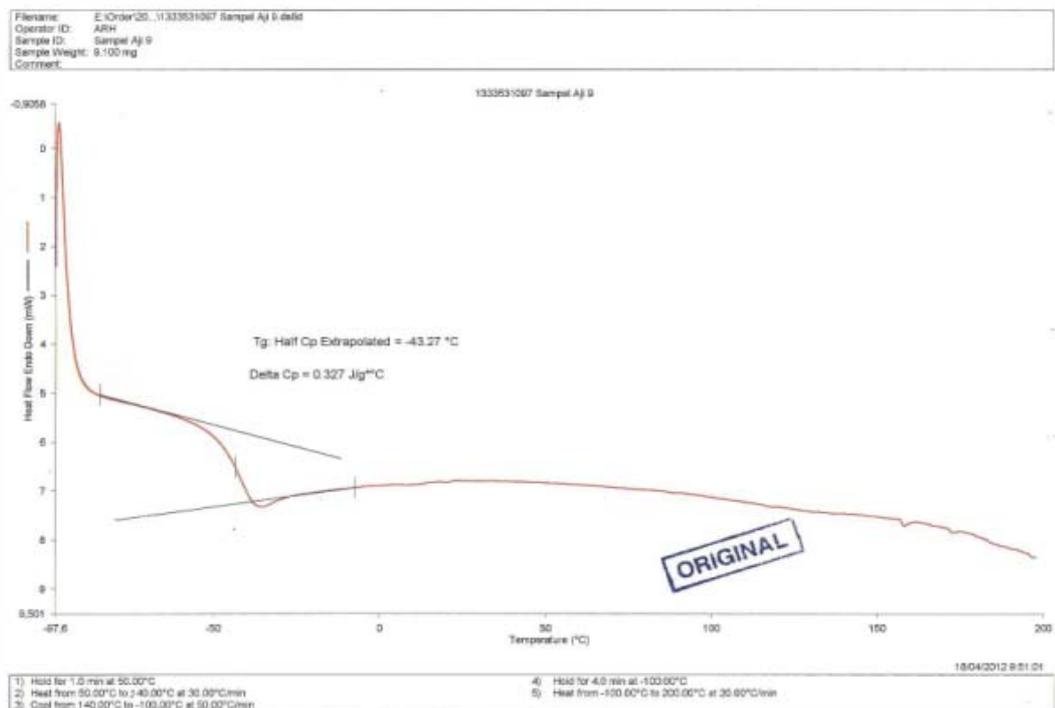
Gambar 4 : Thermogram sampel Aji 4 hasil uji T_g dengan alat DSCGambar 5 : Thermogram sampel Aji 5 hasil uji T_g dengan alat DSC



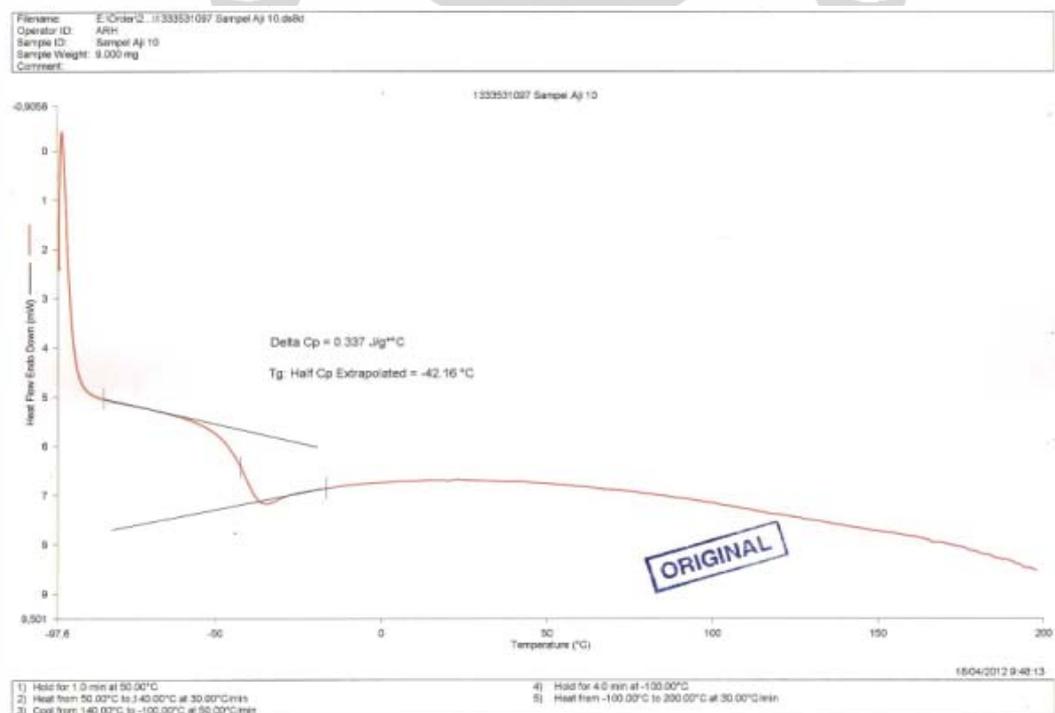
Gambar 6 : Thermogram sampel Aji 6 hasil uji T_g dengan alat DSC



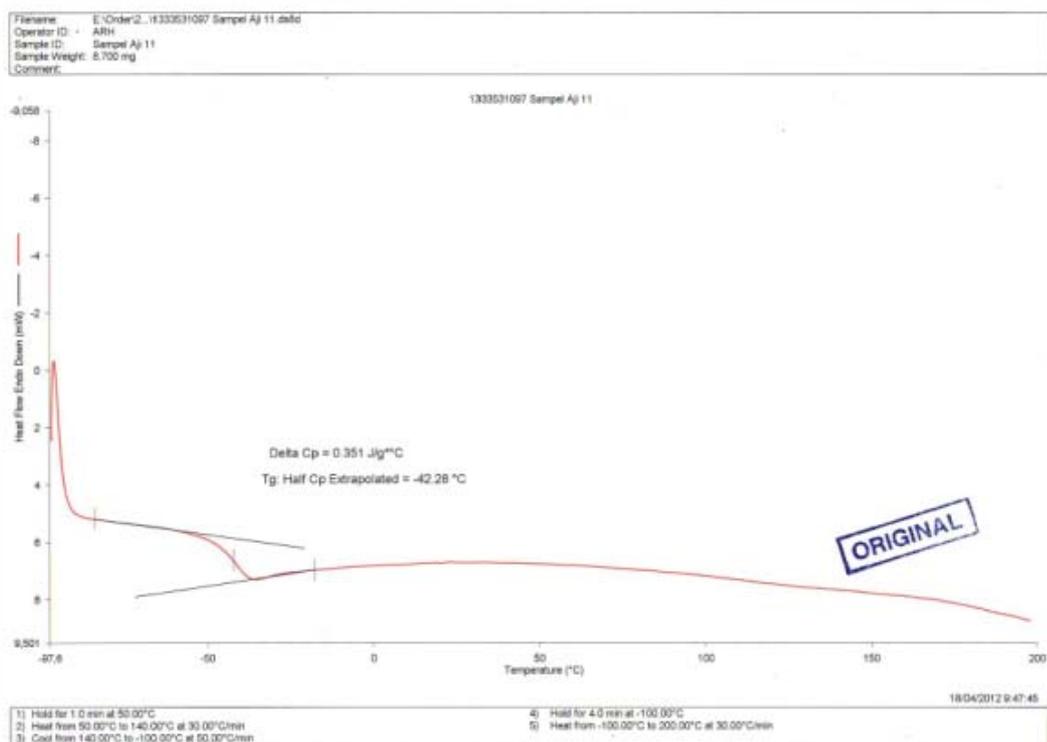
Gambar 7 : Thermogram sampel Aji 8 hasil uji T_g dengan alat DSC



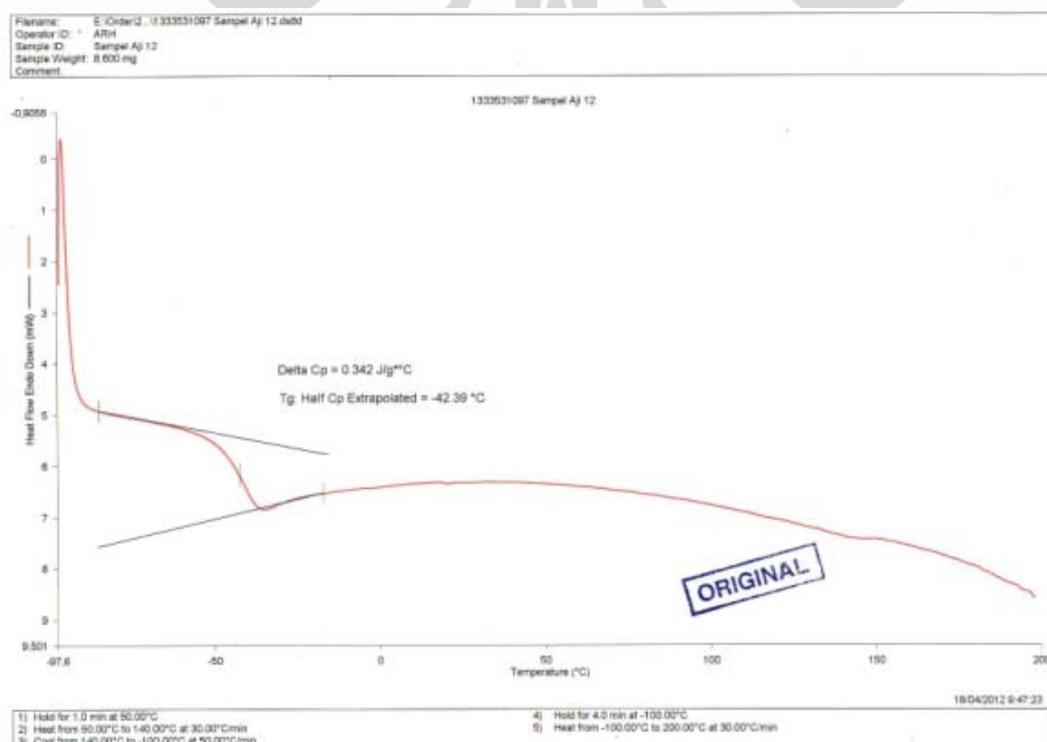
Gambar 8 : Thermogram sampel Aji 9 hasil uji T_g dengan alat DSC



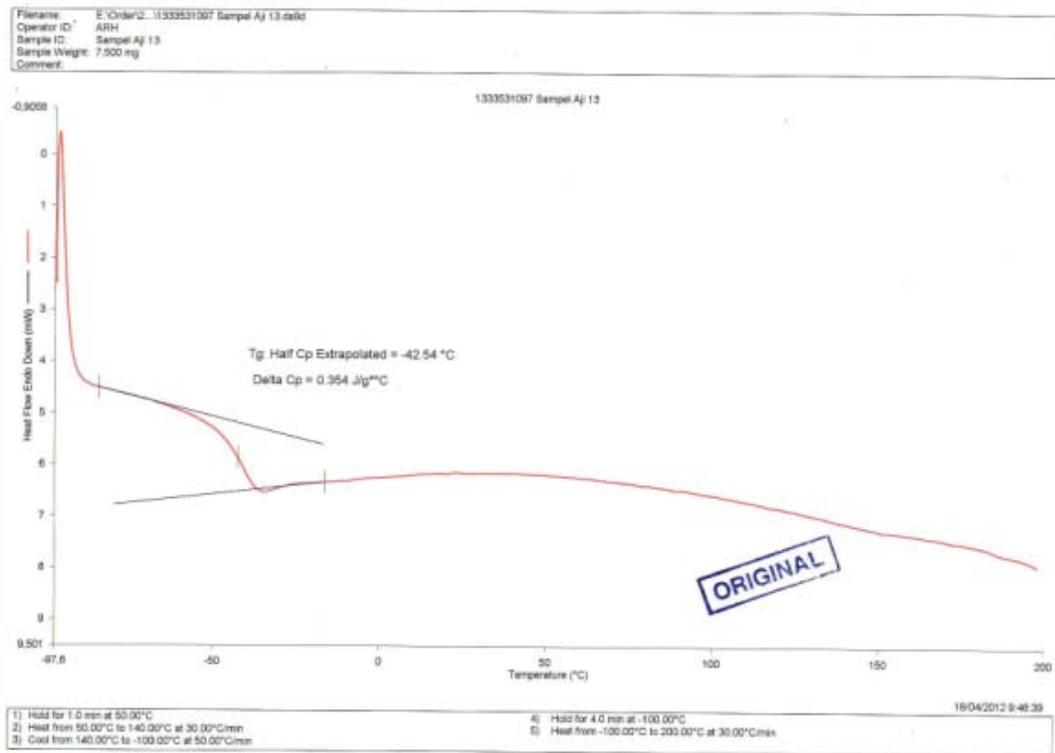
Gambar 9 : Thermogram sampel Aji 10 hasil uji T_g dengan alat DSC



Gambar 10 : Thermogram sampel Aji 11 hasil uji T_g dengan alat DSC



Gambar 11 : Thermogram sampel Aji 12 hasil uji T_g dengan alat DSC



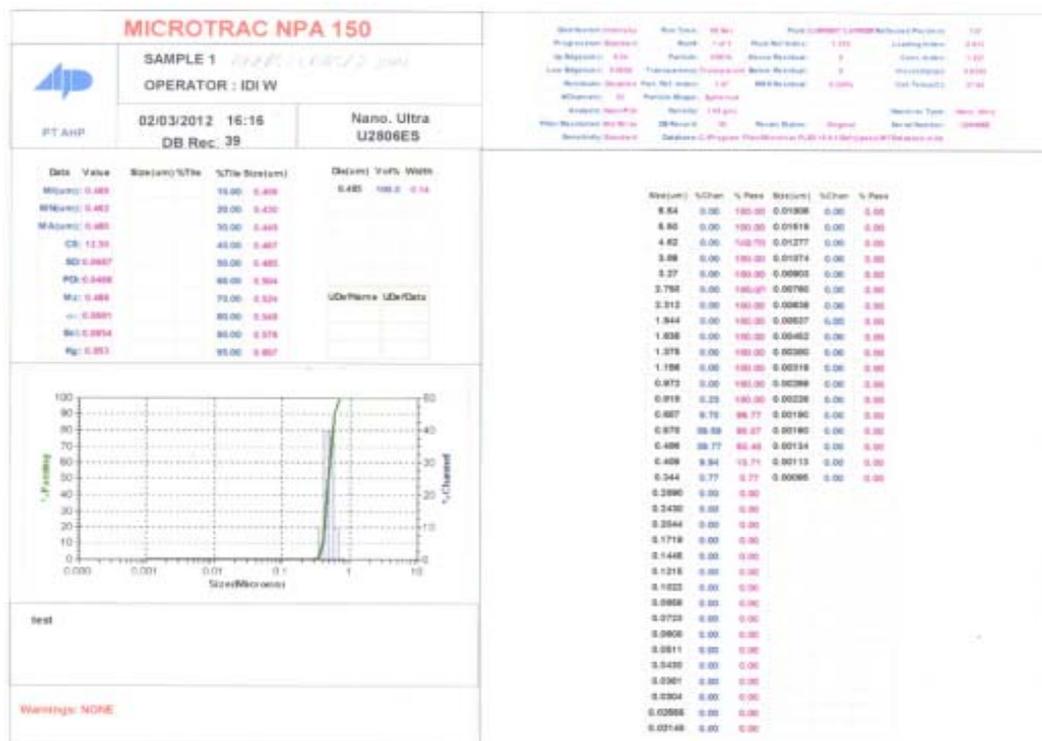
Gambar 12 : Thermogram sampel Aji 13 hasil uji T_g dengan alat DSC

Lampiran 3

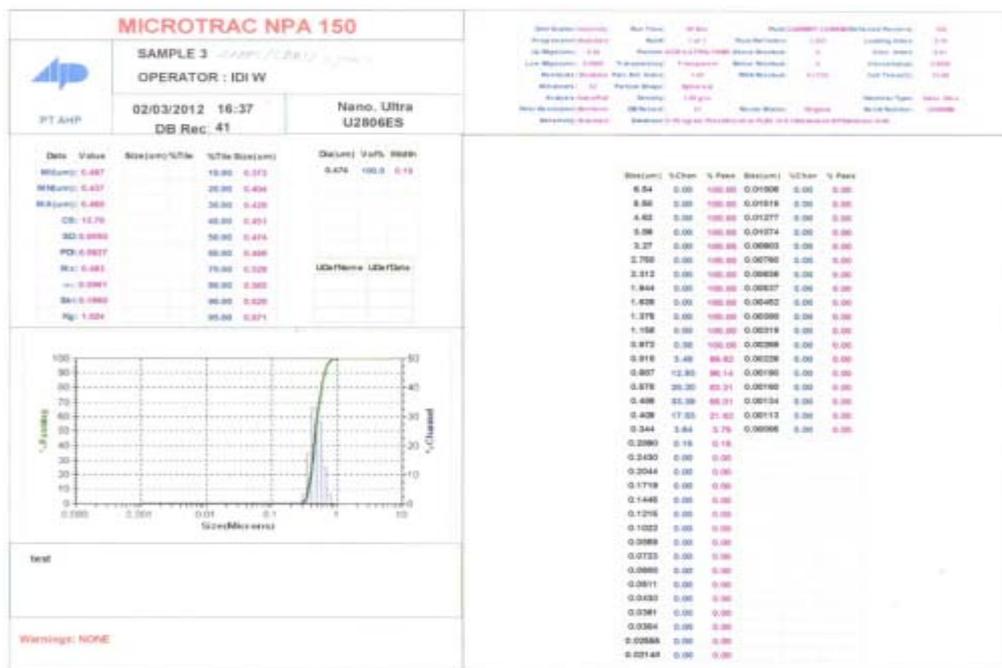
Hasil Pengukuran Partikel Polimer dengan *Microtrac NPA 150*

Tabel 3. Daftar nama sampel dan ukuran partikel polimer pada berbagai variasi sistem

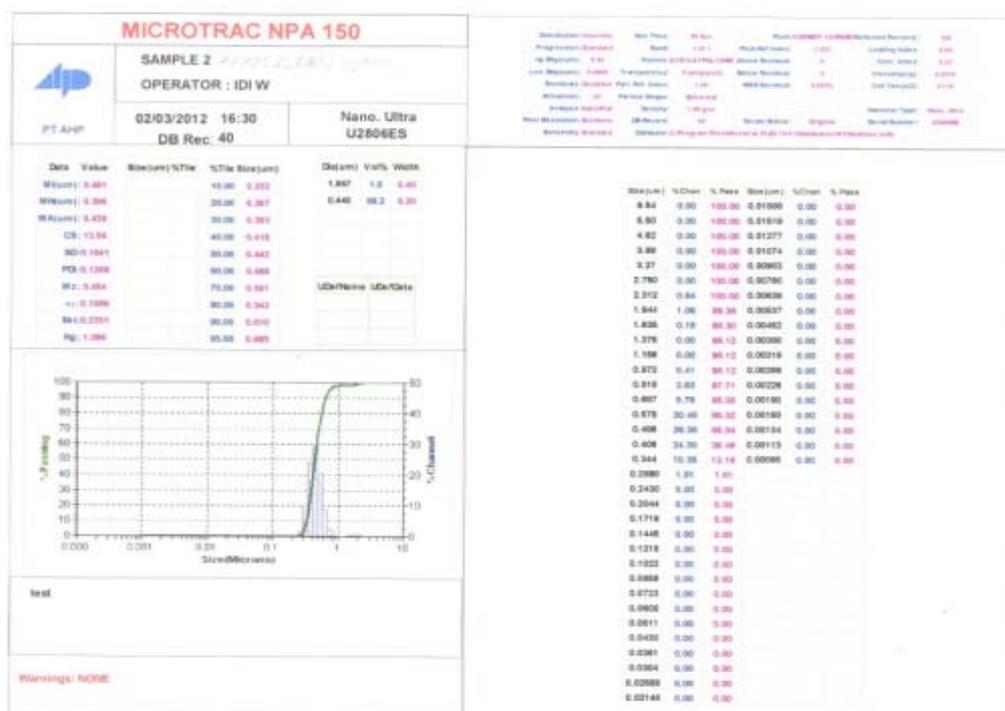
No.	Nama Sampel	Sistem Emulsi			Ukuran Partikel, nm
		Inisiator	Surfaktan	Waktu Feeding Monomer, Jam	
1	Sampel 1	APS	LDBS	2	485
2	Sampel 3	APS	LDBS	3	474
3	Sampel 2	APS	LDBS	4	440
4	Sampel 4	APS	SLS	2	527
5	Sampel 5	APS	SLS	3	467
6	Sampel 6	APS	SLS	4	390
7	Sampel 7	KPS	LDBS	2	519
8	Sampel 8	KPS	LDBS	3	281
9	Sampel 9	KPS	LDBS	4	295
10	Sampel 10	KPS	SLS	2	483
11	Sampel 11	KPS	SLS	3	201
12	Sampel 12	KPS	SLS	4	231



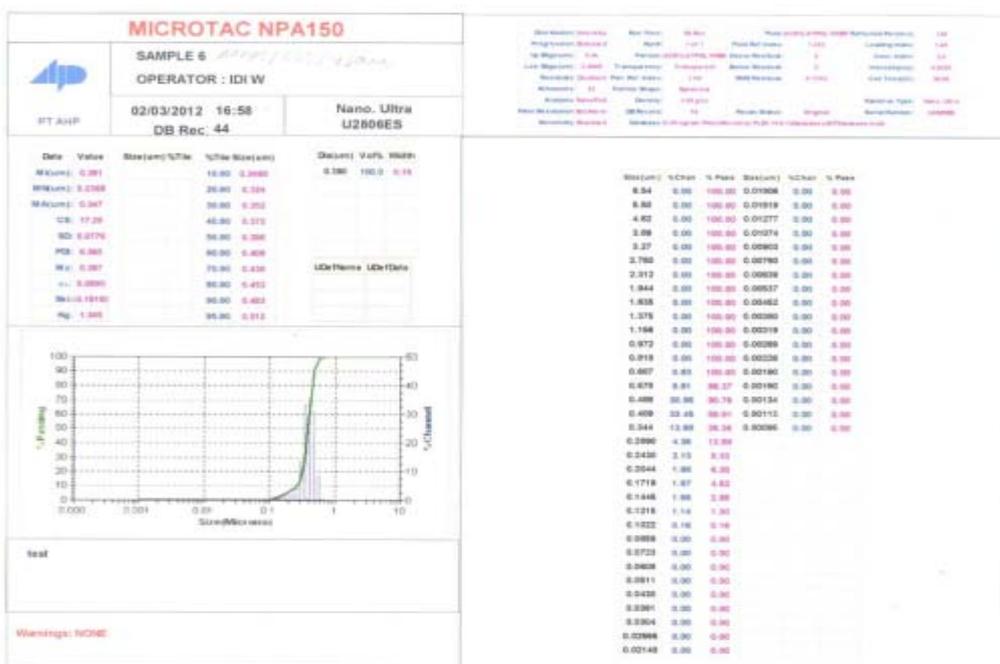
Gambar 1. Kurva distribusi ukuran partikel dengan sistem inisiator APS, surfaktan LDBS dan waktu feeding monomer 2 jam



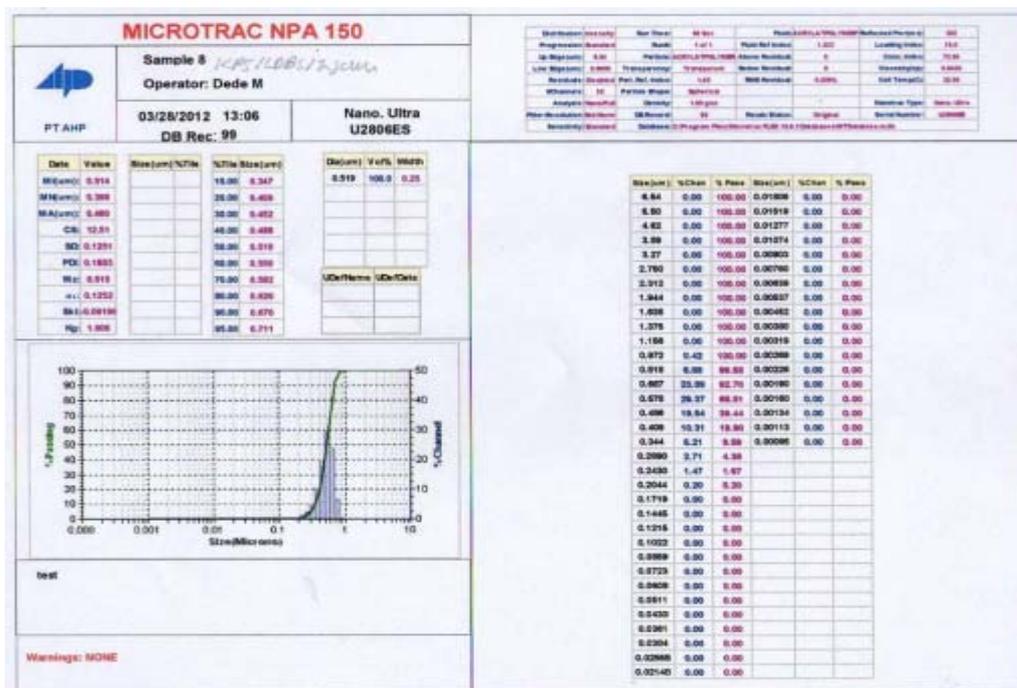
Gambar 2. Kurva distribusi ukuran partikel dengan sistem inisiator APS, surfaktan LDBS dan waktu feeding monomer 3 jam



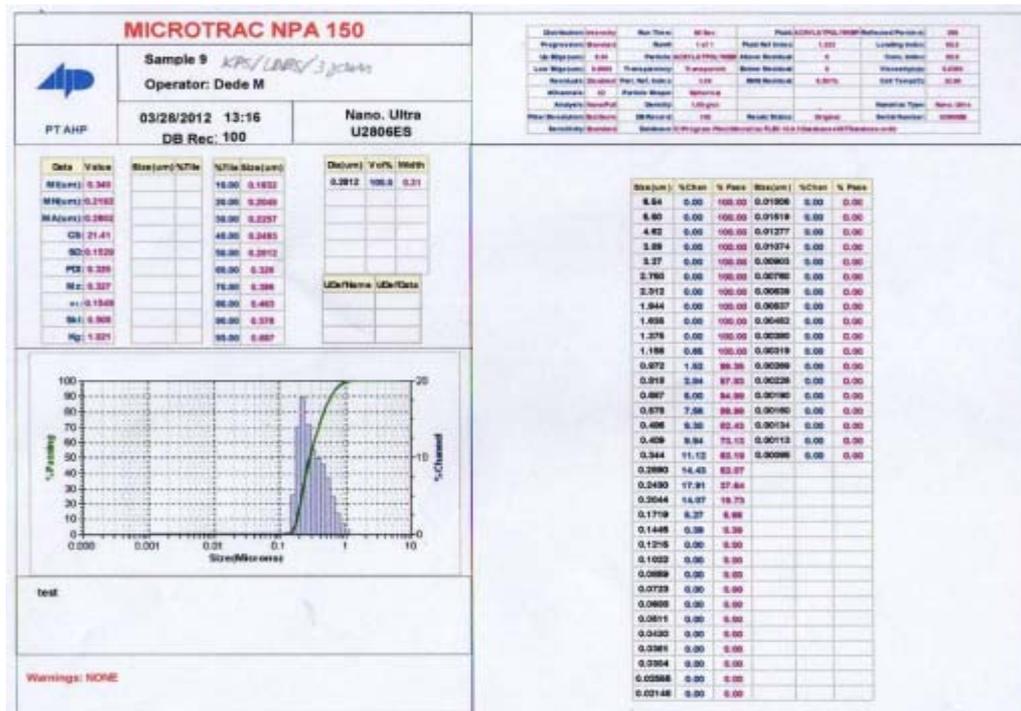
Gambar 3. Kurva distribusi ukuran partikel dengan sistem inisiator APS, surfaktan LDBS dan waktu feeding monomer 4 jam



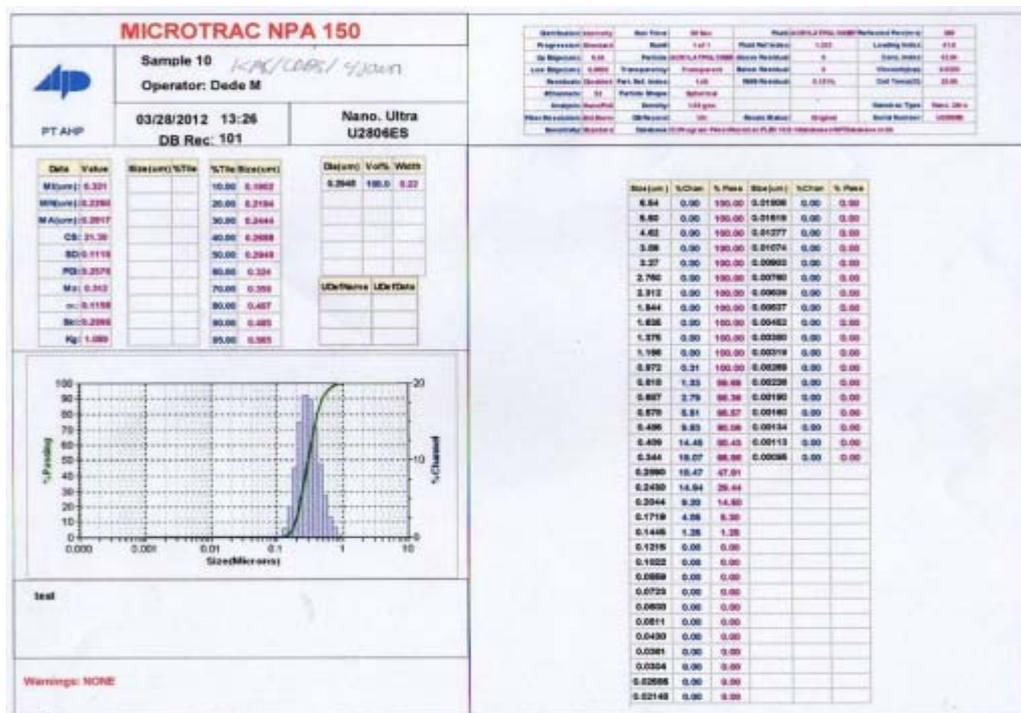
Gambar 6. Kurva distribusi ukuran partikel dengan sistem inisiator APS, surfaktan SLS dan waktu feeding monomer 4 jam



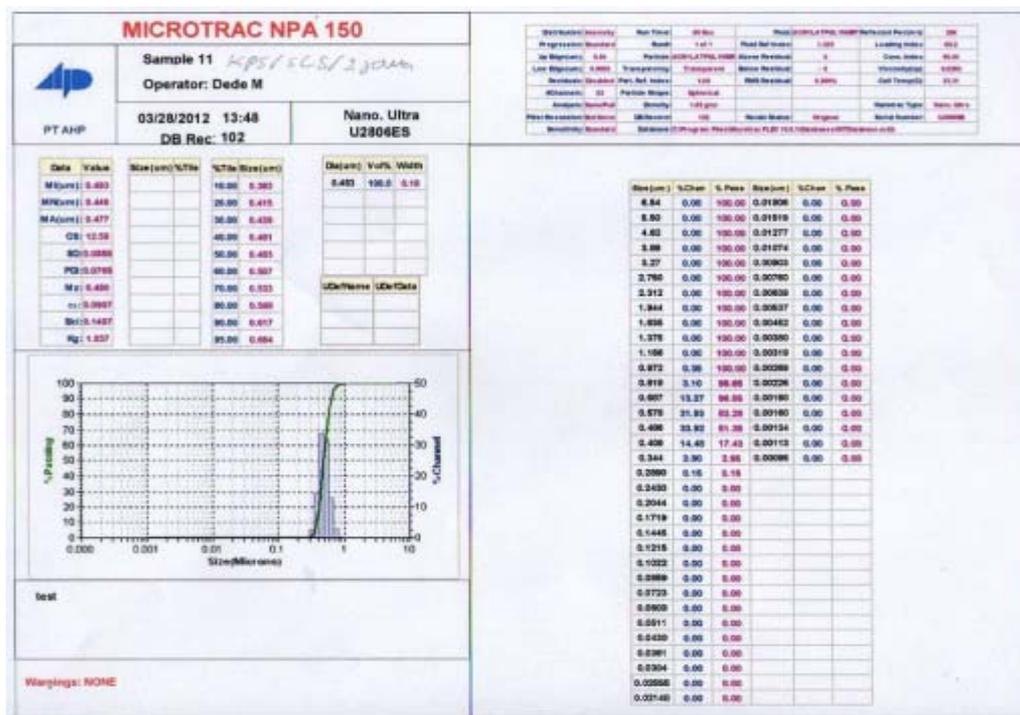
Gambar 7. Kurva distribusi ukuran partikel dengan sistem inisiator KPS, surfaktan LDBS dan waktu feeding monomer 2 jam



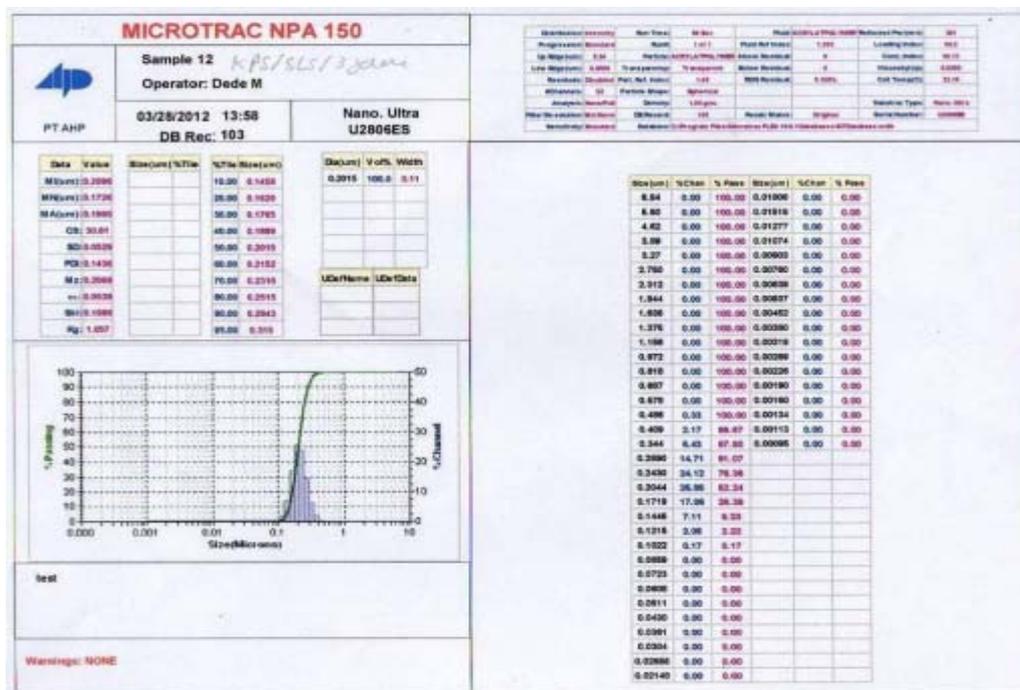
Gambar 8. Kurva distribusi ukuran partikel dengan sistem inisiator APS, surfaktan LDBS dan waktu feeding monomer 3 jam



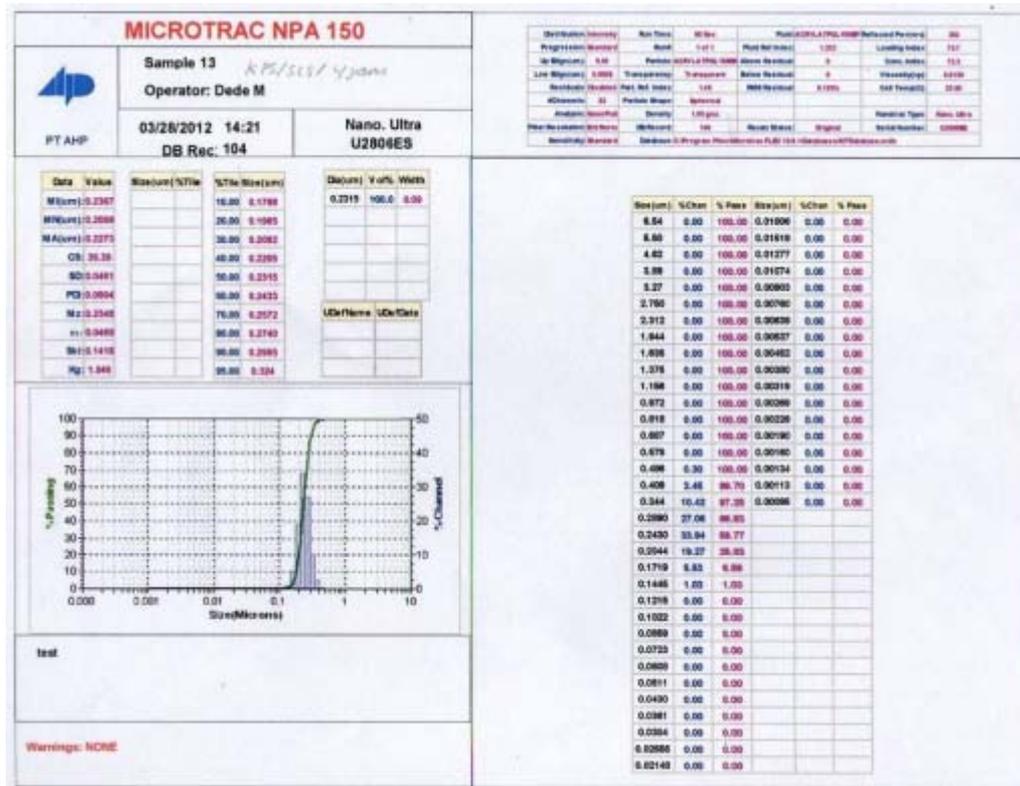
Gambar 9. Kurva distribusi ukuran partikel dengan sistem inisiator APS, surfaktan LDBS dan waktu feeding monomer 4 jam



Gambar 10. Kurva distribusi ukuran partikel dengan sistem inisiator KPS, surfaktan SLS dan waktu feeding monomer 2 jam



Gambar 11. Kurva distribusi ukuran partikel dengan sistem inisiator KPS, surfaktan SLS dan waktu feeding monomer 3 jam



Gambar 12. Kurva distribusi ukuran partikel dengan sistem inisiator KPS, surfaktan SLS dan waktu feeding monomer 4 jam

Lampiran 4

Data Kinerja Polimer PSA Pada Berbagai Variasi Sistem

Katalis	Surfaktan	Waktu Feeding Monomer, jam	Kinerja Polimer PSA		
			<i>Tack</i> , cm	<i>Shear</i> , menit	<i>Adhesion</i> , N
APS	LDBS	2	4,00	18,00	6,56
		3	4,00	12,00	7,23
		4	3,83	6,00	7,25
	SLS	2	5,17	18,00	6,37
		3	5,17	12,00	6,46
		4	3,35	6,00	7,63
KPS	LDBS	2	5,70	24,00	5,61
		3	4,30	18,00	5,91
		4	4,30	18,00	6,37
	SLS	2	ND	30,00	2,49
		3	ND	18,00	1,49
		4	ND	12,00	1,22

Catatan : Temperatur 25 - 26 °C
Kelembaban udara 50 - 60 % RH

Lampiran 5

Prosedur Pengujian Produk PSA Menggunakan Standar PSTC

STANDARD CONDITIONS

1. SCOPE

- 1.1 This method defines the term “standard conditions” used throughout this standard.

2. DEFINITIONS

- 2.1 Standard conditions are a temperature of 25 -26 ° C and a relative humidity (RH) at a humidity of 50 – 60 %.
- 2.2 Unless otherwise specified in the test method, all tests shall be conducted in the conditioned chamber or standard conditions.

3. REFERENCES : -

For further information on testing conditions refer to ASTM D 685-80 Standard Method for Conditioning Paper and Paper Products for Testing and ASTM D-1000 Standard Method Pressure Sensitive Adhesive Coated Tapes used for electrical insulation.

CLEANING TEST SURFACES

1. SCOPE

- 1.1 This method defines a cleaning procedure for use whenever the test method requires a clean panel or surface.

2. MATERIALS

- 2.1 Absorbent cleaning material, either surgical gauze or tissue.
 - 2.1.1 To be suitable, materials must be lint free during use, absorbent, contain no additives that are soluble in the solvents listed in paragraph 2, and be made exclusively from virgin materials.
- 2.2 Solvents
 - 2.2.1 Diacetone alcohol, nonresidual, technical grade or better.
 - 2.2.2 Reagent grade of one of the following:
 - Normal heptane (n-heptane)

 - Methanol 95%

 - Methyl ethyl ketone

 - Methyl iso buthyl ketone
 - 2.2.3 Where toxicity and flammability requirements are paramount, a suitably blended mixture of n-heptane and fluorinated hydrocarbon such as a refrigerant may meet requirements.

3. PROCEDURE

- 3.1 Dispense diacetone alcohol onto the panel. Scrub the panel with a clean piece of absorbent cleaning material. Dry the cleaning with a fresh absorbent cleaning material. Dispense one of the solvents listed in 2.2.2 onto the panel, wiping it to dryness with fresh absorbent cleaning material. Repeat for total of three washes with this solvent.
- 3.2 Discard cleaned panels showing stains, discoloration, or numerous scratches.
- 3.3 Avoid contacting panel surface with fingers.
- 3.4 During storage, panels should be protected from damage by covering with protective tape.

4. References: PSCTC – Appendage C

SAMPLE PREPARATIONS

1. SCOPE

- 1.1 This method defines a procedure of preparation adhesive coated specimen on PET film for use whenever the test method requires a specimen.

2. MATERIALS

- 2.1 PET film
 - 2.1.1 To be suitable, materials must has corona surface on one side.
- 2.2 Latex
- 2.3 Wire bar
- 2.4 Dial thickness gage (Mitutoyo, Mitutoyo corp, Japan)

3. PROCEDURE

- 3.1 Prepare the film using a wire drawdown bar which gives a dry film thickness of 20 – 22 microns
- 3.2 Observe the appearance of the film formed.
- 3.3 Place the drawdown in 105 °C oven for 5 minutes to dry. Observe the color of dried film.
- 3.4 Leave the dried film in the performance testing lab for at least 15 minutes at relative humidity 50 – 60 % and temperature 25 - 26 ° C. During storage, dried film should be protected from damage or dust.

4. References: -

INITIAL TACK

1. ROLLING BALL TACK

1.1 DEFINITION

- 1.1.1 This rolling ball tack test is one measure of the capacity of the adhesive to form a bond with the surface of another material upon brief contact under virtually on pressure.

1.2 SIGNIFICANCE

- 1.2.1 The rolling ball tack test is one method of attempting to quantify the ability of an adhesive to adhere quickly to another surface.

1.3 TEST SPECIMEN

- 1.3.1 For test specimen condition and preparation see STANDARD CONDITIONS and SAMPLE PREPARATIONS.
- 1.3.2 The test specimen shall be 30 cm wide by approximately 45 cm long.

1.4 EQUIPMENT

- 1.4.1 Rolling ball test apparatus (Chemsultants International)
- 1.4.2 A steel ball, 7/16" in diameter, such as a standard type ball bearing
- 1.4.3 A working surface that is level, hard and smooth, such as a table top, plate glass, etc.

1.5 PROCEDURE

- 1.5.1 Arrange the specimen with the adhesive side up, in line with the race way, so that the specimen shall be free of any wrinkles, creases or splices.
- 1.5.2 Using clean, dry tongs, place the ball on the upper side of the raceway.
- 1.5.3 Release the ball and allow it to roll to stop on the adhesive.
- 1.5.4 Measure the distance from the point where the ball initially contacts the adhesive to where it stops.
- 1.5.5 Repeat this test three times and determine the average (a fresh specimen shall be used to begin each test).

- 1.6 **RECORDINGS:** The average of the stopping distance measurements shall be reported in cm together with adhesive sample identifying data.

- 1.7 **REFERENCES:** PSTC – 6

SHEAR STRENGTH TEST

1. DEFINITION

- 1.1 This shear strength test is one measure of the force required to remove a pressure sensitive adhesive tape from the test panel.

2. SIGNIFICANCE

- 2.1.1. In many applications, the use of pressure sensitive adhesive tape depends upon holding power to give satisfactory performance. The property is also important to determine the power of cohesive/resistance of polymer.

3. TEST SPECIMEN

- 3.1.1. For test specimen condition and preparation see STANDARD CONDITIONS and SAMPLE PREPARATIONS.
3.1.2. The test specimen shall be 30 cm wide by approximately 45 cm long.

4. EQUIPMENT

- 4.1.1. Shear tester (10 bank tester)
4.1.2. PSTC test panel (stainless steel 2 inch x 3 inch)
4.1.3. Roller, 1 kg, mechanical operated

5. PROCEDURE

- 5.1.1. Cut the opp film into strips 0.5 inch x 10 cm. The cuts shall be clean and straight.
5.1.2. Place the adhesive coated facing material, adhesive side down, onto a clean test plate using light finger pressure, so that a square of pressure sensitive adhesive coated, 0.5 inch x 0.5 inch, is in actual contact with the surface.
5.1.3. Roll three times in one direction with the 1 kg hand roller.
5.1.4. Fix the free end of the strip to the clips as close as possible to the edge of the plate, folding it and using a stapler.
5.1.5. Place the panel into the rack of jig and attach the 1 kg weight to the clip, check if the strip is taut and straight. Note the time taken for the strip to part from the plate.
5.1.6. Repeat this test three times and determine the average (a fresh specimen shall be used to begin each test).

6. **RECORDINGS:** The test result shall be reported in second (or minute or hour) together with adhesive sample identifying data.

7. **REFERENCES:** PSTC –107

PEEL ADHESION ON STEEL

1. DEFINITION

1.1 Peel adhesion is the force required to remove a pressure sensitive tape from a test panel or its own backing.

2. SIGNIFICANCE

2.1.1 In many applications, the use of pressure sensitive adhesive tape depends upon adhesion strength to give satisfactory performance. The property is also important in determining the uniformity of quality.

3. TEST SPECIMEN

3.1.1 For test specimen condition and preparation see STANDARD CONDITIONS and SAMPLE PREPARATIONS.

3.1.2 The test specimen shall be 30 cm wide by approximately 45 cm long.

4. EQUIPMENT

4.1.1 Adhesion tester (Gotech GT 7010-CD).

4.1.2 Panel, Stainless steel.

4.1.3 Roller, 1 kg, mechanical operated

5. PROCEDURE

5.1.1 Before each test, clean panel per method in CLEANING TEST SURFACES.

5.1.2 Cut the opp film into strips 1.0 inch x 15 cm.

5.1.3 Attach one end of the specimen to an end of the test panel. Hold the other end of the specimen so that it doesn't make contact with the panel but it is positioned loosely above it.

5.1.4 Roll three times in one direction with the 1kg hand roller.

5.1.5 Double back the free end of the strip at an angle of 180 degree and peel 1.0 inch of it from the panel at the folded end (the area contact with the panel are 1.0 inch x 1.0 inch).

5.1.6 Fix the panel to the mobile clamp of the adhesion tester and fix the end to the other clamp

5.1.7 Operate the instrument at 12 inches/min speed and report the average pull value obtained during the peeling of the strip central area (1.0 inch sq).

5.1.8 Repeat this test three times and determine the average (a fresh specimen shall be used to begin each test).

6. **RECORDINGS:** Peel adhesion test result shall be reported in N/inches together with adhesive sample identifying data.

7. **REFERENCES:** PSTC – 101

Lampiran 6

Data Teknis Persulfat

Physical and Chemical Properties of Persulfates

Common name	Ammonium persulfate	Potassium persulfate	Sodium persulfate
Chemical name	Ammonium peroxydisulfate	Potassium peroxydisulfate	Sodium peroxydisulfate
Physical form	Crystalline (monoclinic)	Crystalline (triclinic)	Crystalline (monoclinic)
Formula	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$	$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$
Molecular weight	228.2	270.3	238.1
Crystal density (g/cc)	1.98	2.48	2.59
Color	Off-white	White	White
Odor	None	None	None
Loose bulk density (g/cc)	1.05	1.30	1.12

Typical Analysis of Persulfates

Analysis	Ammonium persulfate	Potassium persulfate	Sodium persulfate
Purity %	99.5	99.5	99.4
Active oxygen (%)	6.98	5.90	6.68
Moisture (%)	0.02	0.02	0.01
Ammonium persulfate (%)	—	0.14	0.01
Sodium sulfate (%)	—	—	0.70
pH (1% solution)	5.2	6.4	6.0
Iron (ppm)	1	3	2
Insolubles (ppm)	21	18	29
Copper (ppm)	<0.3	<0.2	<0.2
Chloride (ppm)	<10	<10	<10
Heavy metals, as lead (ppm)	<1	<1	<1
Manganese (ppm)	<0.5	<0.5	<0.5
Chromium (ppm)	<0.5	<0.5	<0.5
Sodium (ppm)	20	—	—
Potassium (ppm)	50	—	—

Lampiran 7

Data Teknis Surfaktan LDBS 23



functional products

DISPONIL® LDBS 23 IS

Composition

Sodium-n-alkyl-(C10-C13) benzene sulphonate.

Specification

Anionic surfactant	22.5 - 23.5 %
pH-value (10 %)	7.0 - 8.5
Klett colour, 5% ABS	0 - 30

Additional data

Sodium chloride	< 0.2 %
Sodium sulphate	< 0.7 %
CMC	approx. 1 g AS/l
Ionic character	anionic
Appearance	Slightly viscous, yellowish liquid

Properties

DISPONIL® LDBS 23 IS exhibits good emulsifying, dispersing, wetting and foaming properties. It is well stable to hard water as well as in slightly acidic and alkaline media and it can be well combined with other non-ionic and anionic detergent bases such as the DEHYDOL, EUMULGIN, as well as SULFOPON, DISPONIL and TEXAPON types.

Application

DISPONIL® LDBS 23 IS a high quality, fully synthetic emulsifier which is ideally suited for the manufacture of polymer dispersions.

Dosage

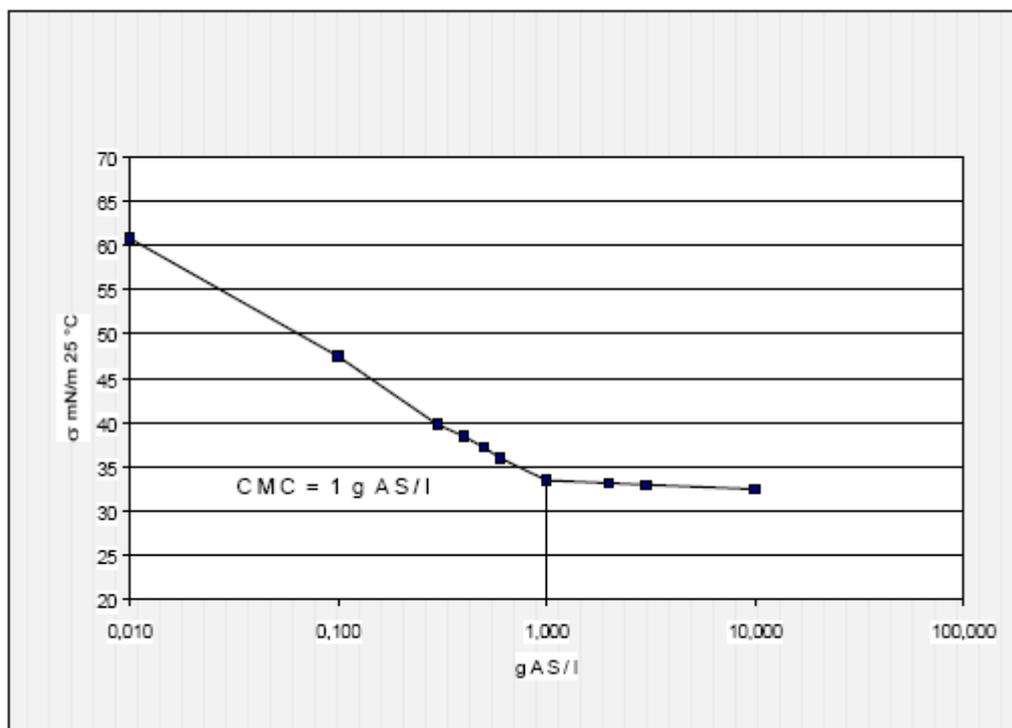
The amount to be used lies generally between 1 - 3% AS calculated on the monomers. In exceptional cases, particularly in the manufacture of fine dispersed systems, the dosage may be increased to 5 % AS.

Approvals

Food Contact Approvals: FDA CFR 21 §§ 175.105; 175.300, 175.320, 176.170, 176.180, 176.210, 177.1210, 177.1630, 177.2600, 178.1010, 178.3120, 178.3400

Surface tension (mN/m) according to Lecomte du No., at 25 °C, and different application concentrations

0.010 g AS/l	=	60.8 mN/m
0.100 g AS/l	=	47.5 mN/m
0.300 g AS/l	=	39.8 mN/m
0.400 g AS/l	=	38.5 mN/m
0.500 g AS/l	=	37.2 mN/m
0.600 g AS/l	=	36.0 mN/m
1.000 g AS/l	=	33.5 mN/m
2.000 g AS/l	=	33.2 mN/m
3.000 g AS/l	=	33.0 mN/m
10.000 g AS/l	=	32.5 mN/m



Miscellaneous

In case of low storage temperature ($< 20\text{ }^{\circ}\text{C}$), crystals and sediment in DISPONIL® LDBS 23 IS could appear. This effect is reversible by slight heating (max. $40\text{ }^{\circ}\text{C}$) and stirring at the same time.

DISPONIL® LDBS 23 IS has a good biodegradability. The product meets the requirements of the German Detergents Act as well as all the legal requirements of the EEC directives.

Storage

It is recommended to store DISPONIL® LDBS 23 IS at room temperature and to protect it against heat and frost. Subject to appropriate storage in the original sealed containers, DISPONIL® LDBS 23 IS is durable for at least 24 months.

Revision-No.

3-03.2006 Effective March 1, 2006

Suggestions of processing and using our products are given with best knowledge and information but without obligation. COGNIS does not accept any guarantee to the suitability of a product for the user's specific purpose. Furtheron the user himself assumes a liability to follow all legal regulations by using our products. The user can only pass on our sample to third parties with previous assent of COGNIS.



functionalproducts

Lampiran 8

Data Teknis Surfaktan SLS

PT. Kao Indonesia Chemicals 

Head Office and Factory : Jl. Raya Tambun KM 42 Bekasi, West Java-Indonesia
Phone : (62-21) 86326188 ; 86324883 ; 86325225
Fax : (62-21) 86324452 ; 86327732

PRODUCT INFORMATION

EMAL 24D (Sodium Lauryl Sulfate)

EMAL 24D is a transparent liquid and the chief active ingredient is Sodium Lauryl Sulfate. It is easy to dilute with cold water to have good foaming, wetting, emulsifying and washing abilities. It is stable in acid, alkali and under hard water that contains heavy metal ions like Calcium, Magnesium.

GENERAL PROPERTIES:

Appearance	:	Light Yellow Liquid
Color (APHA)	:	100 max.
pH (1 % Active Solution)	:	7.0 ~ 8.0
Active Content (Epton, %)	:	31.5 ~ 33.0
P.E. Soluble Matter (%)	:	2.0 max.
Sodium Sulfate content (%)	:	2.0 max.
Viscosity (20 °C, cPs)	:	300 ~ 500

APPLICATION:

1. EMAL 24D is used for preparation of liquid shampoos and various kind of cleaner products.
2. It is recommended as emulsifying and polymerization agents for synthetic resins or synthetic rubber to obtain refined products.
3. It is used for preparing water soluble ointment base.

PACKING:

200 Kg net in drum.

Product Information, Product Information, Product Information, Product Information, Product Information, Product Information, Product