



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PENGARUH AMMONIUM PERSULFATE (APS) DAN  
AMINO-METIL-PROPANOL (AMP) DALAM  
PENCANGKOKAN MALEIC ANHYDRIDE (MA) PADA  
POLIETILENE (PE) DALAM PEMBUATAN PELEMBUT.**

TESIS

MELYA DYANASARI SEBAYANG  
0606003814

FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM METALURGI DAN MATERIAL  
KEKHUSUSAN REKAYASA MATERIAL  
JAKARTA  
DESEMBER 2008



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PENGARUH AMMONIUM PERSULFATE (APS) DAN  
AMINO-METIL-PROPANOL (AMP) DALAM  
PENCANGKOKAN MALEIC ANHYDRIDE (MA) PADA  
POLIETILENE (PE) DALAM PEMBUATAN PELEMBUT.**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister  
teknik

MELYA DYANASARI SEBAYANG  
0606003814

FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM METALURGI DAN MATERIAL  
KEKHUSUSAN REKAYASA MATERIAL  
JAKARTA  
DESEMBER 2008



## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Melya Dyanasari Sebayang  
NPM : 0606003814  
Tanda Tangan :

Tanggal : 3 Januari 2009

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : Melya Dyanasari Sebayang  
NPM : 0606003814  
Program Studi : Rekayasa Material  
Judul tesis :  
**Studi Pengaruh Ammonium Persulfate (APS) dan Amino-Metil- Propanol (AMP) dalam pencangkakan Maleic Anhydride (MA) pada Polietilene (PE) dalam Pembuatan Pelembut”**

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Rekayasa Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

## DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir.Sotya Astutiningsih,M.Eng. ( .....)  
Dr. Ir.Akhmad Herman Yuwono, M.Phill Eng. ( .....)  
Penguji : Dr. Ir.Sotya Astutiningsih,M.Eng (Ketua) ( .....)  
Dr. Ir.Akhmad H.Y , M.Phill Eng (Anggota) ( .....)  
Dr. Ir. Anne Zulfia M.Phil.Eng (Anggota) ( .....)  
Dr. Donantha Dhaneswara MSi (Anggota) ( .....)  
Dr. Ir. Winarto M.Sc ( Anggota) ( .....)

Ditetapkan di : Jakarta  
Tanggal : 5 Januari 2009

## KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur dipanjatkan oleh penulis kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya dan kemudahan yang telah diterima penulis dalam menyelesaikan penelitian dan seluruh aktivitas di Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik Program Studi Teknik Metalurgi dan Material guna memperoleh gelar Magister Teknik.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan seluruh penyelesaian penelitian dan aktivitas perkuliahan ini, yaitu :

1. Ibu Dr.Ir.Sotya Astutiningsih, M.Eng., Bapak Dr. Ir. Akhmad Herman Yuwono.,M.Phil.Eng sebagai pembimbing yang membimbing saya dalam menyusun tesis sehingga dapat menyelesaikan tesis ini ,
2. Bapak Dr. Ir. Nurudin Budiman, M.Sc., sebagai pembimbing lapangan, sekaligus Manajer *Research and Development* PT Clariant- Indonesia,
3. Bapak Dr. Ir.Bambang Suharno, selaku Ketua Departemen Teknik Metalurgi dan Material,
4. Bapak Sugeng, Bapak Dasep, Bapak Agus,Bapak Ali, dan seluruh staff di laboratorium *Research and Development* PT Clariant- Indonesia,
5. Ayahanda Ir.S.Sebayang dan Ibunda Rustina P.Ginting, SPd, serta seluruh adik-adikku yang memberikan dukungan dan mendoakan demi menyelesaikan tesis saya,
6. Seluruh staf pengajar Departemen Teknik Metalurgi dan Material FT UI yang telah ikut serta memberikan masukan dan dukungan,
7. Rekan-rekan Pasca Sarjana Teknik Metalurgi dan Material FT UI seperti IbuYekti, Bapak Zainuri, dan lainnya atas kerjasamanya

Besar harapan penulis agar karya dan hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu material, terutama ilmu polimer, dan bermanfaat dalam pembuatan softener di Indonesia.

Depok, Desember 2008

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

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

Nama : Melya Dyanasari Sebayang  
NPM : 0606003814  
Program Studi : Rekayasa Material  
Departemen : Metalurgi  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tesis

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

**” Studi Pengaruh Ammonium Persulfate (APS) dan Amino-Metil- Propanol (AMP) dalam pencangkakan Maleic Anhydride (MA) pada Polietilene (PE) dalam Pembuatan Softener”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 5 Januari 2009

Yang menyatakan

(Melya Dyanasari Sebayang )

## ABSTRAK

Nama : Melya Dyanasari Sebayang  
Program Studi : Rekayasa Material  
Judul : **Studi Pengaruh Ammonium Persulfate (APS) dan Amino-Metil – Propanol (AMP) dalam Pencangkakan Maleic Anhydride (MA) pada Polietilene (PE) dalam Pembuatan Pelembut.**

Saat ini banyak dikembangkan dengan teknologi pencangkakan material non polar Polietilene (PE) dengan material polar seperti poliamid (PA), maleic anhydride (MA) untuk mendapatkan pelembut yang mempunyai karakteristik yang stabil. Pada pencangkakan PA pada PE masih terbentuk gumpal – gumpalan dan butir-butiran. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dilakukan pencangkakan MA dalam bentuk MA 25% solution pada PE 25% solution dengan menggunakan katalis ammonium persulfate (APS) dan penetral amino-metil-propanol (AMP) dalam kemurnian 95%, sehingga menghasilkan pelembut yang stabil tanpa terjadi penggumpalan dan butiran.

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi perubahan ikatan karbon dengan menggunakan Fourier Transform Infra-Red (FTIR). Dengan instrumen FTIR terlihat adanya perubahan ikatan PE dari C-O menjadi C-N yang ditandai dengan puncak intensitas gelombang  $\pm 1090 \text{ cm}^{-1}$  pada MA 7% dan 9%, serta terbentuknya ikatan baru pada PE setelah dicangkok dengan MA yaitu N-H yang ditandai dengan puncak intensitas gelombang  $\pm 2000 \text{ cm}^{-1}$ . Selain analisis perubahan ikatan PE-g-MA, juga dilakukan pengukuran derajat keasaman, ukuran partikel, kekentalan larutan, kadar padat, dan kelembutan bahan. Dari karakterisasi tersebut terlihat PE-g-MA 9% pada suhu  $95^{\circ}\text{C}$  adalah PE-g-MA yang paling stabil. Hal ini ditandai dengan terbentuknya perubahan ikatan dari ikatan C-O menjadi ikatan C-N, C=O,  $\text{C}\equiv\text{O}$  dan ikatan baru yaitu N-H serta tidak terjadinya penggumpalan dan pemisahan larutan pada saat pendinginan.

Kata Kunci : PE 25% *solution*, MA 25% *solution*, PE-g-MA

## ABSTRACT

Name : Melya Dyanasari Sebayang  
Study Program : Metalurgy and Materials Engineering  
Title ; **Study of Ammonium Persulfate (APS) and Amino Methyl Propanol (AMP) Effect in The Polyethylene (PE) with Maleic Anhdryde (MA) Grafting which in Producing The Softener.**

Recent development in the technology of fabric softener involves grafting of non polar polyethylene ( PE) with polar substances like polyamide ( PA) and maleic anhydride (MA). One of the problems associated with this grafting process is the formation of lumps and granules. To overcome this problem, ammonium persulphate ( APS) as catalyst together with amino- methyl- propanol (AMP) having 95% purity as neutralizing agent will be used in grafting 25% MA solution with 25% PE solution

Characterization of the synthesized product includes chemical , bonds identification using Fourier Transform Infra-Red ( FTIR) spectroscopy, viscosity, solid content and softness. The information obtained from FTIR spectroscopy shows that C-O bonds have been replaced by C-N, C=O, C≡O bonds and that previously absent N-H bonds are formed. As a whole , this study also shows that PE-g-MA 9% synthesized at 95<sup>0</sup>C is the most stable solution without the formation of lumps nor separation upon cooling.

Key word : PE 25% *solution*, MA 25% *solution*, PE-g-MA

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Penelitian .....	2
1.3.Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Kontribusi Penelitian .....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Polietilene .....	4
2.2 Ikatan Silang Polietilene .....	5
2.3 Pengertian Pelembut .....	6
2.4 Polietilene Wax .....	15
2.5 Maleic Anhydride .....	16
2.6 Pencangkakan Maleic Anhydride Pada Polietilene ( PE-g-MA).....	17
2.7 Penelusuran Hak Paten Pelembut .....	19
<b>3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Material Penelitian.....	21
3.1.1 Polietilene 25% <i>solution</i> .....	21
3.1.2 Maleic anhydride 25% <i>solution</i> .....	22
3.1.3 Ammonium persulfate .....	23
3.1.4 Amino-metil-propanol .....	24
3.2 Karakterisasi Dan Pengujian .....	25
3.2.1 Karakterisasi ikatan dengan spektrofotometer inframerah.....	25
3.2.2 Pengukuran derajat keasaman ( pH) .....	26
3.2.3 Analisis jumlah kandungan padat .....	27
3.2.4 Analisis ukuran partikel .....	27
3.2.5 Analisis kekentalan larutan .....	28
3.2.6 Analisis kelembutan larutan .....	29
3.3 Alir Kerja Penelitian .....	30
3.3.1 Bahan-bahan yang digunakan .....	30
3.3.2 Alir kerja berdasarkan komposisi, waktu dan suhu .....	30
3.3.3 Alir kerja berdasarkan proses dan karakterisasi penelitian .....	31
3.3.3.1 Proses analisis keasaman larutan .....	31
3.3.3.2 Proses analisis kandungan padat .....	31
3.3.3.3 Proses karakterisasi perubahan ikatan PE-g-MA.....	32

3.3.3.4	Prosedur analisis ukuran partikel .....	32
3.3.3.5	Prosedur analisis kekentalan larutan .....	33
3.3.3.6	Prosedur analisis kelembutan larutan .....	33
<b>4.</b>	<b>DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
4.1	Kandungan Padat Larutan .....	34
4.2	Derajat Keasaman Larutan .....	37
4.3	Kekentalan Larutan .....	39
4.4	Ukuran Partikel .....	41
4.5	Perubahan Ikatan .....	43
4.6	Kelembutan Bahan .....	45
<b>5.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>47</b>
5.1	Kesimpulan .....	47
5.2	Saran .....	48
	<b>DAFTAR REFERENSI.....</b>	<b>50</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur polietilene	4
Gambar 2.2	Struktur pelembut kationik	
Gambar 2.3	Struktur maleic anhydride	
Gambar 2.4	Hasil akhir reaksi PE-g-MA	
Gambar 2.5	Proses pencangkokan MA pada PE dengan penambahan APS dan AMP 95	
Gambar 3.1	Diagram pembuatan MA 25% solution	
Gambar 3.2	Gambar Spektrofotometer Inframerah	
Gambar 3.3	Gambar Dynamic Light Spectrofotometer	
Gambar 3.4	Alir kerja berdasarkan komposisi, waktu, dan suhu	
Gambar 3.5	Alir kerja berdasarkan proses dan karakterisasi penelitian	
Gambar 3.6	Wadah untuk karakterisasi kandungan padat	
Gambar 3.7	Sampel untuk pengujian FTIR	
Gambar 4.1	Grafik kandungan padat PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95	
Gambar 4.2	Grafik kandungan padat PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95	
Gambar 4.3	Grafik analisis keasaman PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95	
Gambar 4.4	Grafik analisis keasaman PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95	
Gambar 4.5	Grafik analisis kekentalan PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95	
Gambar 4.6	Grafik analisis kekentalan PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95	
Gambar 4.7	Pemisahan PE-g-MA setelah pendinginan	
Gambar 4.8	Perubahan ikatan PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95	
Gambar 4.9	Perubahan ikatan PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95	
Gambar 4.10	Perubahan ikatan PE-g-MA 9% sebelum dan sesudah penambahan AMP 95 pada suhu 95 <sup>0</sup> C	
Gambar 4.11	Perubahan ikatan PE-g-MA 9% sebelum dan sesudah penambahan AMP 95 pada suhu 95 <sup>0</sup> C dan 80 <sup>0</sup> C	
Gambar 4.12	Gambar kelembutan ( <i>dry film</i> ) PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95	
Gambar 4.13	Gambar kelembutan ( <i>dry film</i> ) PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel pembagian polietilene berdasarkan jumlah berat molekulnya	.....	5
Tabel 2.2	Tabel PE wax yang dihasilkan oleh PT. Clariat- Indonesia	.....	
Tabel 2.3	Sifat-sifat maleic anhydride	.....	
Tabel 3.1	Sifat-sifat ammonium persulfate	.....	
Tabel 3.2	Sifat-sifat amino metil propanol	.....	
Tabel 4.1	Hasil pengukuran kandungan padat PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95	.....	
Tabel 4.2	Hasil pengukuran kandungan padat PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95	.....	
Tabel 4.3	Hasil pengukuran keasaman PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95	.....	
Tabel 4.4	Hasil pengukuran keasaman PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95	.....	
Tabel 4.5	Hasil pengukuran kekentalan PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95	.....	
Tabel 4.6	Hasil pengukuran kekentalan PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95	.....	
Tabel 4.7	Data hasil pengukuran partikel PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95	.....	
Tabel 4.8	Data hasil pengukuran partikel PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95	.....	

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Kandungan Padat Larutan sebelum penambahan AMP 95	53
Lampiran 2	Data Kandungan Padat Larutan sesudah penambahan AMP 95	54
Lampiran 3	Data Ukuran Partikel pada PE 25% solution	
Lampiran 4	Data Ukuran Partikel pada MA 25% solution	
Lampiran 5	Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 1%	
Lampiran 6	Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 3% sebelum penambahan AMP 95	
Lampiran 7	Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 3% sesudah penambahan AMP 95	
Lampiran 8	Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 5% sebelum penambahan AMP 95	
Lampiran 9	Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 5% sesudah penambahan AMP 95	
Lampiran 10	Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 7% sebelum penambahan AMP 95	
Lampiran 11	Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 7% sesudah penambahan AMP 95	
Lampiran 12	Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 9%, T=80°C sebelum penambahan AMP 95	
Lampiran 13	Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 9%, T=80°C sesudah penambahan AMP 95	
Lampiran 14	Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 9%, T=95°C sebelum penambahan AMP 95	
Lampiran 15	Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 9%, T=95°C sesudah penambahan AMP 95	
Lampiran 16	Data Karakterisasi Ikatan pada PE 25% solution	
Lampiran 17	Data Karakterisasi ikatan pada MA 25% solution	
Lampiran 18	Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 1%	
Lampiran 19	Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 3% sebelum penambahan AMP 95	
Lampiran 20	Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 3% sesudah penambahan AMP 95	
Lampiran 21	Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 5% sebelum penambahan AMP 95	
Lampiran 23	Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 7% sebelum penambahan AMP 95	
Lampiran 24	Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 7% sesudah penambahan AMP 95	
Lampiran 25	Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 9%, T=80°C sebelum penambahan AMP 95	
Lampiran 26	Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 9%, T=80°C sesudah penambahan AMP 95	

Lampiran 27	Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 9%, T=95 <sup>0</sup> C sebelum penambahan AMP 95	.....
Lampiran 28	Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 9%, T=95 <sup>0</sup> C sesudah penambahan AMP 95	.....



# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang Masalah

Pada saat ini kita hidup dalam era polimer baik penggunaan polimer yang alami maupun secara sintesis, seperti selulosa, protein, karet, bahan perekat, tekstil, elastomer, bahan pelapis, plastik, dan serat, tidak dapat dihindari dari kehidupan kita sehari-hari. Misalnya dari polimer sintesis, seperti serat-serat tekstil polimer dan nilon, serat poliamida berkekuatan tinggi untuk rompi tahan peluru yang ringan, plastik polietilene untuk botol susu, dan sebagainya.

Kata polimer berasal dari bahasa Yunani yaitu *poly*, yang berarti "banyak", dan *mer* yang berarti "bagian". Polimer merupakan molekul besar yang terbentuk dari unit-unit berulang. Polimer sintesis dari molekul-molekul sederhana yang disebut *monomer* atau "bagian tunggal".<sup>(1)</sup>

Di Indonesia, banyak ditemukan perusahaan pengguna ataupun penghasil material polimer. Perusahaan yang menghasilkan polimer tersebut selalu berupaya untuk meningkatkan kualitas polimer yang diproduksinya. Perusahaan tersebut bergerak dalam bidang industri dengan memproduksi bahan polimer polietilene (PE) dan *maleic anhydride* (MA) dengan mengupayakan peningkatan kualitas dan jumlah produksinya untuk memenuhi suplai kebutuhan industri terkait dengan bahan-bahan polimer yang dihasilkan.

Pada penelitian ini dilakukan uji coba mengatasi permasalahan-permasalahan yang berkaitan dengan kualitas produk polimer yang dihasilkan, melalui sintesis antara material PE dengan MA. Proses sintesis tersebut menggunakan bahan katalis, yaitu *ammonium persulfate* (APS) dan penetral yaitu *2-amino, 2-methyl, 1-propanol* (AMP) sehingga diharapkan terbentuk pencangkokan MA pada PE (PE-g-MA) yang homogen. Proses tersebut diharapkan lebih efektif dan ekonomis dari segi waktu dan biaya.

Peran pelembut pada industri tekstil digunakan sebagai material pengikat pada serat-serat kain, sehingga kain yang kaku menjadi lebih lembut dan lebih halus

permukaannya. Hasil sintesis PE-g-MA yang dihasilkan tergantung pada komposisi MA, komposisi katalis, dan komposisi penetral. Penekanan penelitian ini adalah penentuan komposisi MA untuk menghasilkan senyawa PE-g-MA yang stabil yaitu mempunyai pH mendekati basa atau pH 5 s.d. 6, tidak terjadi penggumpalan dan tidak timbul butiran pada PE-g-MA.

### 1.2. Batasan Penelitian

Pada penelitian ini, proses pencangkakan PE dengan MA dilakukan pada PE dengan kemurnian 25% *solution* yang dibuat konstan dengan variabel massa MA yang mempunyai kemurnian 25% *solution*. Pada suhu 80°C dilakukan pencangkakan PE-g-MA dengan mevariasikan massa MA 1, 3, 5, 7, dan 9 % dari massa PE. Juga akan dilakukan proses polimerisasi antara PE yang mempunyai kemurnian 25% *solution* yang dibuat konstan dengan MA yang mempunyai kemurnian 25% *solution* dengan massa MA 9 % dari massa PE pada suhu 95°C sebagai pembanding.

Kandungan massa pada MA mengikuti syarat - syarat dalam pembuatan pelembut,<sup>(2)</sup> serta membandingkannya dengan hasil penelitian sebelumnya.

### 1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Pencangkakan MA pada PE menggunakan polietilene 25 % *solution*, *maleic anhydride* 25 % *solution*, *demineralized water* (air suling), *ammonium persulfate*, *2- amino, 2- metil, 1- propanol* 95%. Bahan-bahan tersebut akan dibahas pada bab II dan bab III.

Proses pencangkakan MA pada PE dilakukan dengan menjaga hasil *solution* yang diperoleh tidak terbentuk penggumpalan, serta mengamati perubahan warna yang terjadi, perubahan ikatan dengan spektrofotometer *fourier transform infra-red* (FTIR), serta karakteristik fisik pada *dry film* yang terasa lembut tanpa butiran

Untuk menghasilkan PE-g-MA yang optimal, maka pada penelitian ini dilakukan karakterisasi yang meliputi derajat keasaman larutan, kekentalan larutan, kandungan padat pada larutan, ukuran partikel larutan, perubahan ikatan, dan kelembutan bahan

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian meliputi beberapa hal, yaitu :

1. Optimasi grafting PE dengan MA untuk menggantikan material surfaktan konvensional yang banyak digunakan. Untuk menghilangkan penggumpalan dan butiran (endapan) dilakukan penvariasian konsentrasi MA terhadap PE. Penvariasian tersebut dengan menggunakan surfaktan AMP 95 akan dihasilkan komposisi PE-g-MA yang tidak mengalami penggumpalan
2. Mengkarakterisasi kualitas PE-g-MA sebelum dan sesudah penambahan AMP 95. PE-g-MA yang dihasilkan diidentifikasi berdasarkan morfologi (jenis ikatan) PE-g-MA yang dihasilkan dengan spektrofotometer *fourier transform infra-red* (FTIR), pengukuran derajat keasaman, kandungan padat, ukuran partikel, kekentalan, dan kelembutan bahan, sebelum dan sesudah penambahan AMP 95

#### 1.5 Kontribusi Penelitian

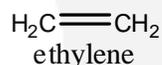
Pencangkakan MA 25% *solution* pada PE 25 % *solution* yang dilakukan pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi inovasi pelembut yang dapat menggantikan pelembut konvensional yang dapat mengatasi terjadinya penggumpalan dan pengendapan.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada saat ini, industri polimer di Indonesia sedang berkembang sangat pesat, dan telah dilakukan berbagai penelitian untuk mengembangkan jenis-jenis polimer baru yang memiliki karakteristik sesuai dengan kebutuhan pasar. Salah satu jenis polimer yang sedang diteliti oleh para ahli polimer adalah polietilene.

### 2.1. Polietilene

Polietilene (PE) adalah sebuah polimer yang tidak berbau, pekat dan transparan. PE dapat ditemukan dalam bentuk pellet, dan dari pellet PE dapat diubah menjadi serbuk ataupun larutan. Zat tambahan atau *aditif* yang diberikan pada PE sebagai stabilisator dan hasil cangkakan pada PE dapat membentuk sifat-sifat spesifik yang baru.<sup>(3)</sup> Monomer etilene mempunyai ikatan karbon, yaitu ikatan  $\left[ \text{C}_2\text{H}_4 \right]_n$ , seperti pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1.** Struktur polietilene.<sup>(4)</sup>

PE adalah salah satu polimer yang stabil dan lembab. PE mempunyai sifat ketahanan (*resistance*) yang sangat tinggi, pada saat pencampuran terhadap alkalis, larutan aquenous, atau asam non-oxidizing. PE akan memiliki ketahanan yang lebih besar bila diberi asam oksidasi, karena pengaruh dari pelarut organik. Pada suhu kamar, resin PE tidak mampu larut dalam semua pelarut organik, walaupun terjadi penyerapan pelembutan (*softening*) atau pengetasan (*embrittlement*). Pada suhu diatas 70°C, PE akan melarutkan beberapa partikel hidrokarbon seperti xylene dan toluene. Perubahan struktur dipengaruhi oleh berat molekul PE. Semakin kecil berat molekul PE, semakin mudah terjadi penggumpalan, dan semakin mudah mengalami ketahanan terhadap uap dan air.

Suatu material polimer PE yang dicangkok dengan MA pada suhu tinggi relatif lebih mudah bergerak dengan memberikan pengaruh pada struktur pencangkakan<sup>(4)</sup>. Materil

tersebut dengan mudah diproses sehingga bahan material polimer PE sebagai struktur dasar menghasilkan material yang keras/ liat setelah dicangkok dengan MA.

Pembagian komposisi polietilene berdasarkan berat molekulnya, dapat dilihat pada Tabel 2.1.:

**Tabel 2.1.** Tabel pembagian polietilene berdasarkan jumlah berat molekulnya <sup>(5)</sup>

Jenis polietilene	Jumlah berat molekulnya
Polietilene A	5.000 s.d 90.000
Polietilene B	90.001 s.d. 500.000
Polietilene C	500.001 s.d. 150.000

Sumber : Telah diolah kembali

## 2.2. Ikatan Silang Polietilene

Dengan meningkatnya suhu maka ikatan polietilene akan mudah mengalami ikatan silang (*crosslinking*), karena energi PE semakin kuat. Aplikasi panas pada PE, membuat rantai molekul PE relatif lebih mudah berpindah dan lebih mudah bergesekan dengan molekul - molekul lainnya. Material PE yang mengalami ikatan silang dapat dengan mudah diproses, dan struktur dasar PE memiliki kekuatan yang lebih baik.

Banyak parameter yang mempengaruhi ketahanan struktur PE yang disebabkan ikatan silang, seperti <sup>(6)</sup> :

### 1. Ketahanan terhadap suhu

Ikatan silang polietilene merubah bentuk polimer dari termoplastik ke termoelastis. PE yang berikatan silang akan melebur pada suhu 100-130°C. Pada saat tersebut, PE melakukan ikatan silang penuh, sehingga PE menjadi lebih fleksibel.

### 2. Ketahanan PE terhadap tekanan

Ikatan silang material PE akan meningkatkan karakteristik material pada suhu ruang; yaitu mengurangi kemungkinan terjadinya pemuluran (*creep*). Pemuluran

dapat dihindari pada suhu tinggi dengan cara mengurangi pergerakan molekul, sehingga pada material dasar PE terjadi ikatan silang. Ikatan silang pada PE yang bermassa jenis tinggi digunakan untuk aplikasi tekanan tinggi dan memiliki rantai yang tertutup sehingga memungkinkan untuk tahan terhadap tekanan. PE dapat diaplikasikan untuk lingkungan panas. Menurut standar DIN 16492; ikatan silang PE tahan terhadap tekanan sebesar 2,8 MPa pada suhu 110°C selama 8000 jam.

### 3. Ketahanan terhadap retak tegang

Peristiwa retak tegang pada PE yang berikatan silang terjadi pada suhu tinggi dan suhu ruang. Jenis PE berupa homopolimer dengan bermassa jenis tinggi dapat mengalami kegagalan secara dramatis pada saat diaplikasikan tegangan dan diberikan *agent* untuk mendeteksi retak. Material polimer yang dapat mengalami retak tegang adalah kopolimer PE dengan berat molekul yang tinggi

### 4. Ketahanan terhadap cahaya ultraviolet (UV)

PE yang berikatan silang dapat meningkatkan ketahanan terhadap UV, hal ini disebabkan terdapat banyak ikatan yang harus dipecahkan oleh sinar UV sebelum terjadi pengetasan. Ikatan silang material PE semakin besar, maka ikatan kimia semakin besar, sehingga membutuhkan cahaya UV yang besar untuk memutuskan ikatan kimia pada material PE.

## 2.3. Pengertian Pelembut.

Pelembut atau *softener* dalam penelitian ini adalah suatu bahan kimia yang digunakan untuk tekstil, kain, pakaian dan lain-lain, yang dapat mengubah permukaan kain menjadi lebih lembut dan lebih halus ketika disentuh, serta berkarakteristik seperti sutera. Pelembut digunakan untuk memperbaiki tenunan, kain rajutan, serat, benang, kain tirai, sebagai minyak pelumas kain, dan pelembut permukaan. Oleh karena itu, pelembut dimasukkan ke dalam pembentukan akhir suatu kain. Standar parameter umum yang dilakukan untuk menentukan kualitas dari pelembut meliputi :<sup>(7)</sup>

#### 1. Koefisien gesekan (*coefficient of friction*)

Minyak pelumas kain (*fiber lubricant*) dapat digunakan untuk mengurangi koefisien gesekan dan membuat kain terasa lebih lembut.

## 2. Kekentalan (*viscosity*)

Kekentalan bahan pelembut berkisar antara seperti cair (minyak pelumas) sampai semi padatan (*waxes*). Kekentalan yang rendah menunjukkan bahwa pelembut memiliki kualitas yang cukup baik karena dapat membuat kain terasa lebih lembut.

## 3. Warna.

Hasil dari pelembut tidak merusak atau menghasilkan perubahan warna pada bahan. Warna dari pelembut berkisar putih bening hingga putih kekuningan.

## 4. Bau.

Bau yang dihasilkan dari pelembut tidak mempengaruhi perubahan struktur dari bahan dasar kain.

Bahan pelembut dikelompokkan menjadi tiga bagian berdasarkan sifat ionik suatu molekul, yaitu anionik, kationik, dan nonionik seperti dibawah ini.<sup>(8;9)</sup>

### 2.3.1. Pelembut anionik

Pelembut anionik adalah pelembut yang memiliki gugus negatif yang berasal dari gugus karboksilat ( $-\text{COO}^-$ ), gugus sulfat ( $-\text{OSO}_3^-$ ), serta gugus fosfat ( $-\text{PO}_4^{3-}$ ).

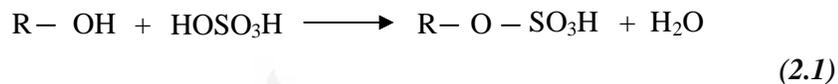
Contoh dari senyawa pelembut anionik, seperti:

#### 2.3.1.1. Senyawa-senyawa sulfat (*sulfates*)

Reaksi ester sulfat dibuat dengan reaksi antara asam sulfat dengan gugus alkohol atau dengan penambahan asam sulfat ke dalam gugus  $-\text{C}=\text{C}-$ . Bahan awal untuk membuat pelembut anionik adalah alkohol lemak (*fatty alcohol*), asam lemak tidak jenuh atau esternya dan trigliserida yang mengandung asam lemak tidak jenuh. Contoh senyawa sulfat yaitu:

##### 1. *Fatty alcohol sulfates*

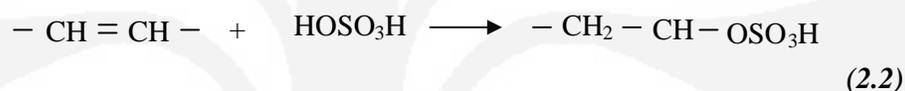
*Fatty alcohol sulfates* dibuat dengan reaksi antara gugus hidrofobik dengan asam sulfat.



Jenis produk dari senyawa *Fatty alcohol sulfates* yaitu *sulfated fatty alcohols* dan *sulfated ethoxylated fatty alcohols*.

## 2. *Sulfated Fatty Acid Ester*

Penambahan asam sulfat ke dalam ikatan rangkap dua menjadi ester sulfat.



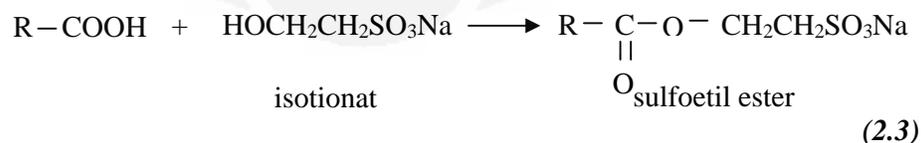
Contoh senyawa-senyawa *Sulfated Fatty Acid Ester* yaitu trigliserida sulfat, *turkey red oil*, dan asam lemak ester sulfat.

### 2.3.1.2. Sulfonated fatty amides dan esters

Senyawa sulfonat berasal dari senyawa sulfat. Senyawa sulfonat mempunyai atom sulfur yang berikatan langsung dengan atom karbon sedangkan ikatan sulfat dengan karbon dihubungkan dengan oksigen. Ikatan ini kestabilannya akan berubah jika dihidrolisis. Sulfat akan dihidrolisis balik dengan alkohol dan asam sulfat, sedangkan sulfonat membutuhkan lebih banyak untuk terhidrolisis. Contoh senyawa-senyawa *sulfonated fatty amides* dan *esters*, yaitu :

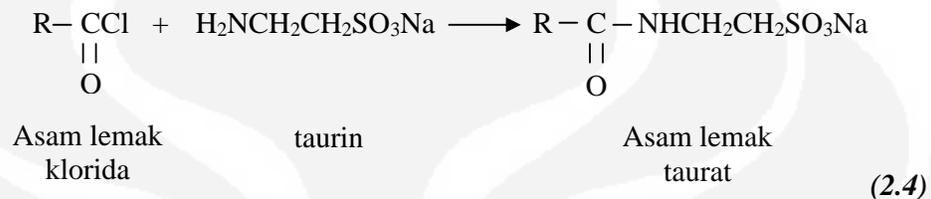
#### 1) *Sulfoethyl Fatty Esters*

Jenis surfaktan ini dibuat dari reaksi antara asam-asam lemak dengan natrium isotionat menghasilkan sulfoetil ester dalam asam. Asam isetionik dibuat dengan reaksi oksida etilena dengan natrium bisulfit.



## 2) Sulfoethyl Fatty Amides

Amida sulfoetil dibuat dengan reaksi antara taurin dengan asam lemak klorida. Asam klorida bereaksi lebih mudah dibandingkan dengan asam bebas. Taurin dibuat dari asam isetionik.

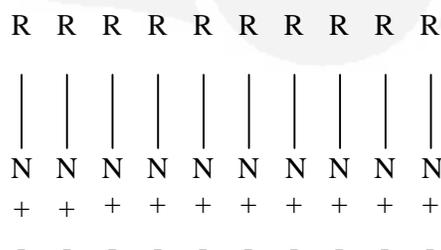


Sifat-sifat pelembut anionik adalah :

- Menunjukkan stabilitas yang baik dalam keadaan panas dan beberapa dari pelembut anionik tidak membuat kain menjadi kekuningan.
- Mempunyai sifat *rewetting*, yaitu perlakuan pembasahan pada kain yang kering, tanpa merubah struktur pada kain yang baik.
- Derajat kelembutan anionik akan berkurang jika disatukan dengan pelembut kationik dan beberapa pelembut nonionik, walaupun beberapa produk anionik harus dicampur dengan pelembut kationik dan beberapa pelembut nonionik agar kain menjadi lembut.
- Memiliki daya tahan yang rendah jika digunakan untuk mencuci.

### 2.3.2. Pelembut kationik

Pelembut kationik adalah pelembut yang memiliki gugus positif pada rantai utamanya, seperti pada Gambar 2.2. Pelembut kationik yang berbasis nitrogen, dapat terjadi dari gugus amin atau yang terbentuk dari garam amonium kuartener. Amin akan menjadi bermuatan positif pada pH asam, oleh karena itu pelembut kationik ini berfungsi pada pH di bawah tujuh. Serat pelembut dalam air akan membentuk permukaan negatif yang mampu menarik permukaan positif.



Dalam hal ini :

R=Bahan radikal

N= Nitrogen

**Gambar 2.2.** Struktur pelembut kationik. <sup>(9)</sup>

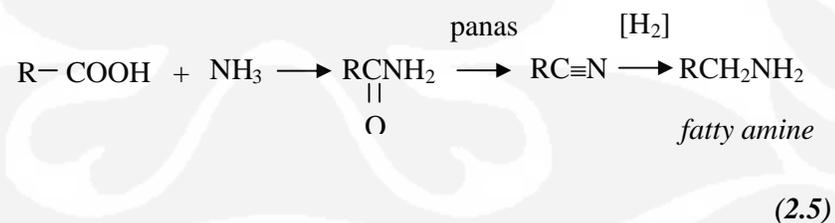
Beberapa jenis senyawa pelembut kationik adalah:

### 2.3.2.1. Pelembut kationik dengan gugus fungsi amin

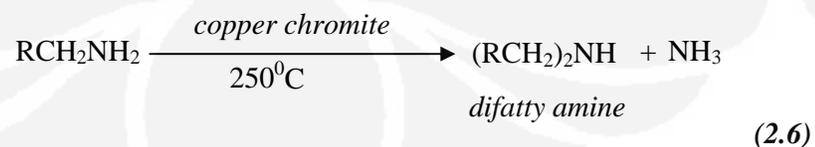
Rantai panjang gugus fungsi amin tidak dapat larut dalam air yang ber-pH netral dan basa, tetapi bila larutan dalam air diubah ke dalam bentuk asam, rantai panjang amin akan bermuatan positif dan menjadi larut dalam air. Amin berantai panjang berfungsi baik menjadi pelembut pada kondisi asam.

Ada beberapa cara untuk membuat pelembut kationik bergugus fungsional amino, salah satunya yaitu dengan mengubah asam lemak menjadi mono atau *difatty amines*, dan hasilnya dapat berfungsi sebagai pelembut atau bisa juga dengan menggunakan turunannya. Cara kedua yaitu dengan membuat molekul bergugus fungsi amin yang kemudian dibuat menjadi aminoamida dari asam lemak. Contoh pelembut kationik dengan gugus fungsi amin adalah:

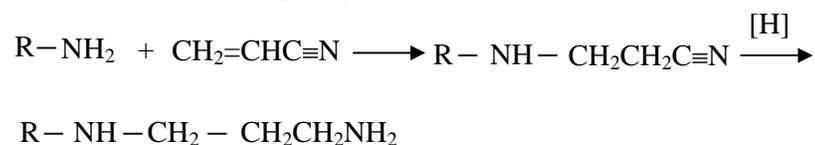
#### 1) *Primary Fatty Amines*



#### 2) *Difatty amines*



#### 3) *Fatty diamines*



(2.7)

4) *Cationic amine salts* (garam amin kationik)

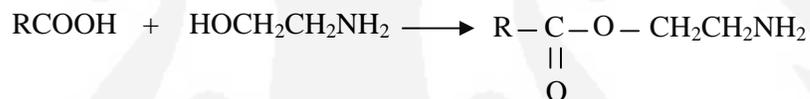
*Fatty amines* menjadi bersifat kationik jika dinetralkan dengan satu mol asam.



## 2.3.2.2. Fatty aminoesters

Aminoester dibuat dengan reaksi alkanol amin dengan asam lemak. Aminoester mengandung satu atau lebih gugus amin yang banyak tersedia. Senyawa ini menjadi bersifat kationik pada kondisi asam, kekuatan dari ion kationik setara dengan jumlah gugus amino. Contoh-contoh senyawa alkanol amin diantaranya etanol amin, dietanol amin, dan hidroksietil-etilena diamin. Kelemahan dari senyawa ester adalah mudah terhidrolisis pada kondisi basa.

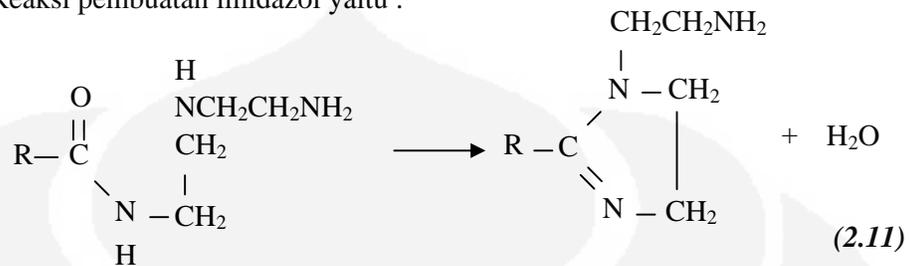
Contoh cara pembuatannya adalah sebagai berikut :

1) *Fatty amidoamides*

Aminoamida dibuat dengan reaksi antara kondensasi poliamin dengan asam-asam lemak, contohnya : etilena diamin, N,N- dietilena diamin dan dietilena triamin.

## 2) Imidazolines

Reaksi pembuatan imidazol yaitu :



## 3) Garam amonium kuartener

Garam amonium kuartener adalah turunan asam lemak . Garam ini biasa digunakan sebagai bahan anti kaku, germisida, dan juga sebagai pelembut. Contoh garam amonium kuartener yaitu: *monofatty quats*, *difatty quats*, dan *imidazoline quats*.

Sifat - sifat pelembut kationik adalah :

- Sangat lembut dan halus.
- Bersifat anti kaku terhadap benang sintetis.
- Tidak dapat campur dengan bahan anionik.
- Tidak dapat menjaga perubahan warna kain agar tidak menjadi kekuningan.

### 2.3.3. Pelembut nonionik

Pelembut nonionik dibagi dalam tiga kategori yaitu, golongan hidrokarbon seperti paraffin atau emulsi polietilene, turunan oksida etilene, dan pelembut silikon.

#### 2.3.3.1. Emulsi polietilene (*polyethylene emulsions*)

Untuk membentuk suatu emulsi, polimer polietilene pertama-tama dioksidasi dengan udara berlebih sampai melebur. Komposisi dari emulsi polietilene yaitu 20 %; polietilene wax 5 %; emulsifier, 0,5 % KOH dan 74,5 % air.

#### 2.3.3.2. Pelembut nonionik etoksilat

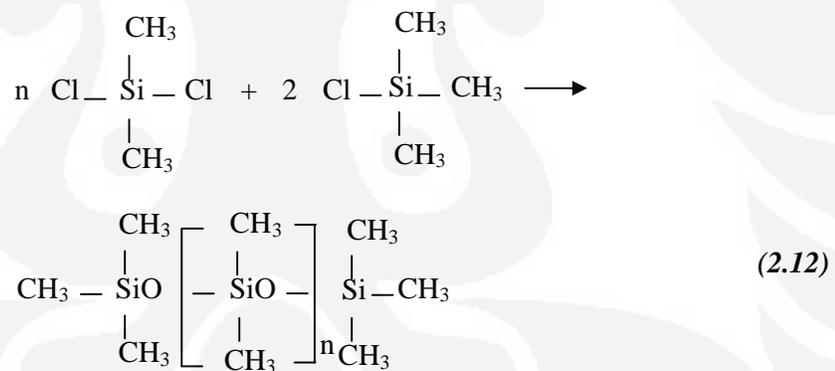
Pelembut nonionik etoksilat atau merupakan keturunan oksida etilene merupakan hidrofobik glikolat. Hidrofobik glikolat polietilene mempunyai bentuk seperti minyak dan berfungsi sebagai pelembut serat nonionik dan sebagai minyak pelumas serat (*fiber lubricants*). Terdapat dua cara untuk membuat senyawa ini yaitu dengan reaksi *ethoxylation* langsung gugus hidrofobik atau dengan reaksi antara asam lemak dengan polietilene glikol.

### 2.3.3.3. Pelembut silikon

Terdapat tiga jenis polimer silikon yang dapat digunakan sebagai pelembut tekstil, yaitu :

#### 1) *Dimethyl fluids*

*Dimethyl fluids* dibuat dari dimetildikloro silan. Sifat fisik fluids seperti air jernih, tidak berwarna ketika dipanaskan, dan memberikan kelembutan pada kain.



#### 2) *Methylhydrogen fluids*.

#### 3) *Amino functional silicones* atau *epoxy functional silicones*.

Sifat - sifat pelembut nonionik, adalah :

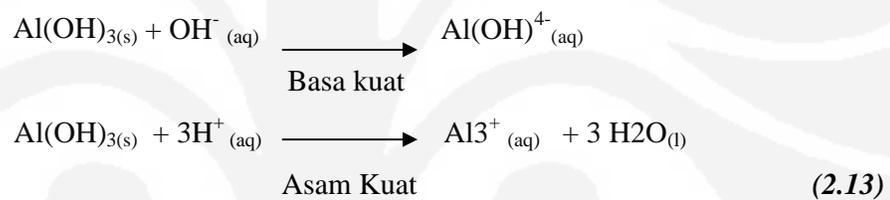
- a. Pelembut nonionik seperti minyak jernih yang stabil terhadap panas, bercahaya, dan tidak memberi warna terhadap kain.

- b. Pelembut nonionik tidak dapat bercampur dengan air sehingga tidak cocok sebagai pelembut handuk.

#### 2.3.4. Pelembut amfoter

Pelembut amfoter adalah pelembut yang mempunyai sifat yang dapat bersifat sebagai asam dalam lingkungan basa kuat dan sebagai basa dalam lingkungan asam kuat.

Reaksi senyawa amfoter dalam lingkungan basa kuat dan asam kuat :



Dalam kimia, zat amfoter merujuk pada zat yang dapat bereaksi sebagai asam atau basa. Perilaku ini terjadi bisa karena memiliki dua gugus asam dan basa sekaligus atau karena zatnya sendiri mempunyai kemampuan seperti itu. Zat amfoter yang klasik adalah asam amino, protein, dan air. Beberapa logam, seperti seng, timah, aluminium, dan berilium, dapat membentuk oksida amfoterik.

#### 2.4. Polietilene Wax (PE wax)

Salah satu bahan PE yang mempunyai kandungan pelembut yang baik adalah PE wax. PE wax merupakan hasil pabrikan dari polimer dengan berat molekul yang rendah, dengan material dasar bermassa jenis tinggi. PE wax dibentuk untuk menghasilkan keunggulan teknologi polimer oleh industri.

PE wax, sebagai salah satu jenis PE sebagai pelembut, adalah Licowax PED 521 Granules. Licowax PED 521 Granules merupakan PE wax yang dioksidasi dengan massa jenis yang tinggi dengan nilai viskositas mendekati 350 mPa.s, seperti pada

Tabel 2.2. PE wax yang dihasilkan mempunyai warna putih granule, yang menyebabkan dispersi untuk lembaran kulit tekstil dan pemolesan. Licowax PED 521 Granules menghasilkan perlakuan *rheological laquers dan coatings*.

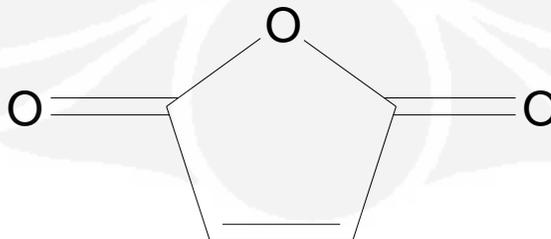
**Tabel 2.2.** Tabel Licowax PED 521 Granules<sup>(11)</sup>.

Karakteristik	Satuan	Nilai	Metode test
Nilai keasaman	mg KOH/g	15-19	ISO 2114
Massa jenis (23 <sup>0</sup> C)	g/cm <sup>3</sup>	0.94 – 0.96	ISO 1183
Titik lebur jatuh	<sup>0</sup> C	103 -108	ISO 2176
Kekentalan(120 <sup>0</sup> C)	mPa.s	∞ 350	DIN 53018

Sumber : telah diolah kembali

## 2.5. Maleic Anhydride

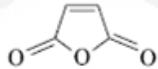
Maleic anhydride (MA) ini adalah bahan utama yang digunakan dalam pencangkakan PE untuk menghasilkan PE-g-MA. MA memiliki gugus elektronegatifitas tinggi dan banyak mengandung 'O' (oksigen), sehingga memiliki sifat cukup polar. Pada Gambar 2.3. terlihat struktur MA yang akan dicangkok pada PE yang mempunyai struktur C<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. MA mempunyai sifat sensitif, mudah terbakar dan akan mengalami iritasi bila kena tangan. MA mempunyai titik didih 200<sup>0</sup>C.<sup>(12)</sup>



**Gambar 2.3.** Struktur maleic anhydride <sup>(13)</sup>

MA mempunyai sifat larut (*solubility*) pada suhu dibawah  $< 50^{\circ}\text{C}$ . MA mempunyai berat molekul 98.06 gr/mol dengan rentang suhu lebur antara  $51^{\circ}\text{C}$  s.d.  $53^{\circ}\text{C}$  seperti pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3.** Sifat-sifat maleic anhydride <sup>(14)</sup>

<i>Parameter</i>	<i>Nilai</i>
<i>Appearance</i>	<i>White flakes</i>
<i>Grade</i>	<i>For synthesis</i>
Berat molekul	98.06 gr/mol
Rumus dan struktur molekul	$\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3$ 
Spesifikasi	Assay (morpholine method) $\geq 99\%$
Rentang suhu lebur	$51^{\circ}\text{C} \leq \text{suhu lebur} \leq 53^{\circ}\text{C}$

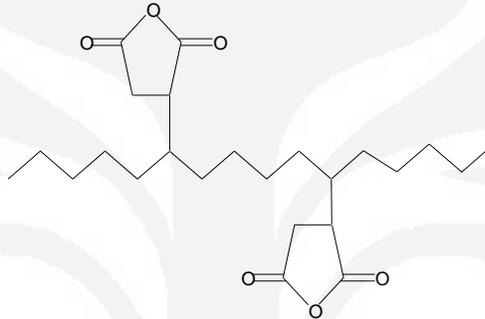
Sumber : telah diolah kembali

## 2.6. Pencangkakan Maleic Anhydride Pada Polietilene (PE-g-MA)

Terdapat beberapa penelitian terdahulu tentang pencangkakan yang dilakukan oleh para ahli polimer, salah satunya tahun 1960, Porejko dan grup penelitiannya <sup>(15)</sup>, menjelaskan asal mulanya cara kerja radikal bebas MA yang melakukan reaksi pencangkakan pada material polietilene yang bermassa jenis rendah (LDPE) pada pencairan larutan xylene sebesar 1 % LDPE pada  $110^{\circ}\text{C}$  digunakanlah suatu inisiator Benzoi Peroksida (BPO). Pencangkakan MA dengan LDPE diteliti pada konsentrasi tinggi  $> 40\%$  pada unit MA yang terpisah pada ikatan silang partial pada product PE-MA sehingga menghasilkan intensitas berwarna kecoklatan (hasil pada MA oligomers). Pada dasarnya, ikatan oligomer MA disusun dan diletakkan sepanjang tulang belakang seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.3

Reaksi pencangkakan radikal bebas material polimer PE yang bersifat polar dan berfungsi sebagai tulang punggung (*backbone*) mempunyai reaksi mendekati konstan seperti pada Gambar 2.4. Reaksi tersebut sangat berbeda jauh bila dilakukan pada

polypropilene (PP).<sup>(16)</sup> Ikatan silang menjadi suatu hal yang penting pada modifikasi produk PE saat pembentukan radikal bebas. Ketidakstabilan radikal polimer pada PE akan terus cenderung membentuk radikal kuat. Pada penambahan aditif, suhu pencangkakan yang lebih rendah dapat juga mendorong reaksi antara dua PE-MA dengan melakukan penyebaran radikal antara PE dan MA. Tingkat pereaksian tersebut sangat sensitif terhadap konsentrasi radikal dan reaksi suhu



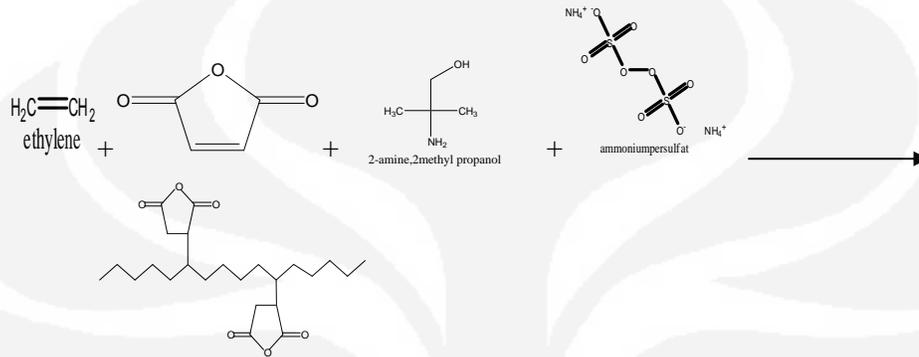
**Gambar 2.4.** Hasil akhir reaksi PE-g-MA.<sup>(17)</sup>

Selain Porejko, Gaylord dan Mehta<sup>(18)</sup> juga mempelajari peleburan proses pencangkakan PE dengan monomer MA (10 wt% dari PE) dan inisiator radikal (2% wt pada PE) pada suhu 140<sup>0</sup> C dan 180<sup>0</sup>C. Ikatan silang terjadi pada MA/BPO yang dicampur dengan penambahan LDPE cair pada 140<sup>0</sup>C. Reaksi ikatan silang dihasilkan dengan memasukkan campuran elektron donatur, seperti dimethylformamide (DMF), ammonium persulfate untuk kemudian direaksikan, sehingga menghasilkan reaktif yang baik dengan pencampuran pada radikal PE-MA, meskipun menghasilkan sepasang reaksi radikal bebas. Hasil PE-MA hanya 0,3 wt% pada penggabungan unit MA.

Selain PE dicangkakkan dengan MA, juga telah dicangkakkan dengan poliamide (PA) dan Acrylic acid.<sup>(19)</sup> Pencangkakan PE dengan PA menghasilkan sifat- sifat yang berbeda, baik secara fisika maupun secara kimia. Dari warna jelas pencangkakkan MA lebih cerah dan lebih sedikit menimbulkan butiran-butiran (*granule*).

Pada penelitian ini dilakukan pencangkakan MA pada PE dalam bentuk cair (*liquid*) yang berfungsi untuk mengurangi penggumpalan pada larutan. Dalam hal ini MA dibentuk dalam 25% *solution* dicangkakkan pada PE dalam bentuk 25% *solution* dengan

penambahan katalis APS. APS tidak merubah struktur PE-g-MA. Perbandingan PE-g-MA yang diharapkan yaitu lebih kecil dari 1: 3<sup>(20)</sup>, seperti pada Gambar 2.4. Reaksi katalis yang radikal memungkinkan PE sebagai tulang punggung (*backbone*) dalam pencangkokan MA.<sup>(21)</sup>



**Gambar 2.5.** Proses pencangkokkan MA pada PE dengan penambahan APS dan AMP 95

Sumber : telah diolah kembali

Pencangkokan MA 25% *solution* yang bersifat non polar pada PE 25% *solution* yang bersifat polar merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pembentukan PE-g-MA. Selain itu dengan penambahan katalis yang bersifat radikal seperti APS juga merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan PE-g-MA yang stabil, yaitu tidak adanya butiran-butiran dan terjadi perubahan warna lebih cerah serta tidak terjadi penggumpalan.

### 2.7. Hak Paten Pelembut

Pembuatan pelembut (*softener*) sudah dilakukan sejak tahun 1934, yaitu dengan mematenkan hasil reaksi 4 kelompok etilene dengan poliglikol radikal dengan nomor paten United State Patent 1970578 pada tanggal 21 Agustus 1934<sup>(22)</sup> dengan melakukan teknik pencampuran (*blending*). Begitu juga pada tahun 1943, pembuatan pelembut masih menggunakan metode pencampuran polioses dengan oleic acid chlororida, hidrogen peroxide, sodium perboate.<sup>(23)</sup>

Mulai tahun 1950 dilakukan pembagian jenis-jenis pelembut. Pelembut dibagi menjadi 3 sifat yaitu pelembut bersifat *very soft*, *medium soft*, dan *hard soft*. Pada umumnya pelembut yang ada adalah pelembut yang *very soft*, seperti : Molto, B-29. Namun

sekarang perusahaan polimer mulai menghasilkan produk-produk pelembut pakaian yang bersifat medium dan mencoba mempatenkan hasil produknya. Para ahli juga mulai melakukan pencampuran polimer dengan pelembut anionik yaitu fatty acid, dengan tujuan menghasilkan produk pelembut dengan komposisi fatty acid 30-45%, resin acids 50 – 55%, non acid 8-10 %.<sup>(24)</sup> Pada tahun 1977, pembuatan pelembut dilakukan pencampuran PE pada pelembut kationik dengan katalis peroxide.<sup>(25)</sup>

Paten yang dilakukan oleh The Procter & Gamble Company, Cincinnati, OH tentang paten suatu produk pelembut yang digunakan untuk membilas setelah pencucian dengan deterjen. Komposisi pelembut tersebut mengandung air sebagai terlarut, berwarna terang. Dalam hal ini pewarna dapat diberikan tanpa merubah struktur dari pakaian.<sup>(26)</sup> Dari sekian banyak paten yang dilakukan oleh perusahaan-perusahaan, belum ditemukan hak paten tentang pencangkokkan MA 25% *solution* pada PE 25% *solution* dengan menggunakan katalis APS. Hal inilah yang menjadi tantangan dalam menemukan jumlah kadar MA yang tepat pada pencangkokan PE.

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Material Penelitian

#### 3.1.1. Polietilene 25% solution

Polietilene 25% solution atau dalam bahasa komersial adalah *ceranine* merupakan salah satu polietilene yang tersedia di pasaran dan biasanya dalam bentuk polietilene wax. PE 25% solution mempunyai kandungan solution 25% dan 75 % liquid yang terdiri dari inbentin T-10, AMP 95 serta air suling.

Ceranine digunakan sebagai bahan pelembut dan pengisi. Pelembut dan pengisi mempunyai sifat yang tidak permanen, namun ada beberapa jenis pelembut dan bahan pengisi yang bersifat permanen. Pada dasarnya, gugus asam lemak (*fatty acid*) adalah zat yang digunakan sebagai pembentuk pelembut, dan gugus PE digunakan sebagai zat pengisi.

Sifat ionik dari produk pelembut dan bahan pengisi akan memberikan pengaruh yang berlainan, seperti: <sup>(27)</sup>

- a. Pelembut anionik dan non ionik memberikan sifat hidrofilik dan tingkat pemutihan maksimum.
- b. Pelembut kationik akan memberikan hasil yang lembut dan berisi.
- c. Pelembut amfoter memberikan pengaruh di antara keduanya.

Pelembut yang diproduksi selama ini ada yang bersifat kationik, anionik dan amfoter. Pelembut yang diproduksi pertama kali dalam bentuk padat kemudian dengan melakukan inovasi dalam bentuk cair karena keduanya banyak kelemahan, maka dibuatlah dalam bentuk *flakes* seperti *ceranine hot cool dissolve (HCD) flake*, yang merupakan hasil kondensasi asam lemak yang memiliki sifat kationik untuk serat selulosa seperti: katun, rayon, dan untuk campuran yang lain seperti: katun dengan

poliester, katun dengan poliamid.<sup>(28)</sup> Ceranine HCD adalah ceranine yang dapat dilarutkan pada kondisi panas dan dingin.

Banyak keuntungan dengan menggunakan ceranine HCD flake sebagai bagian dasar pencangkokan MA sebagai pelembut, seperti padat dan lembut ditangan, dapat diaplikasikan pada suhu tinggi (*proses exhaust* yaitu suatu proses akhir yang dalam hal ini tabung yang berisi pelembut dan bahan dimasukkan ke dalamnya sambil dilakukan pengadukan), dan pada suhu ruangan (*proses padding* yaitu suatu proses akhir dengan kawat dilewatkan dalam suatu wadah yang berisi pelembut). Dengan penggunaan ceranine HCD *flake* juga membuat tingkat busa rendah dan dapat diaplikasikan dengan mesin pada kecepatan tinggi

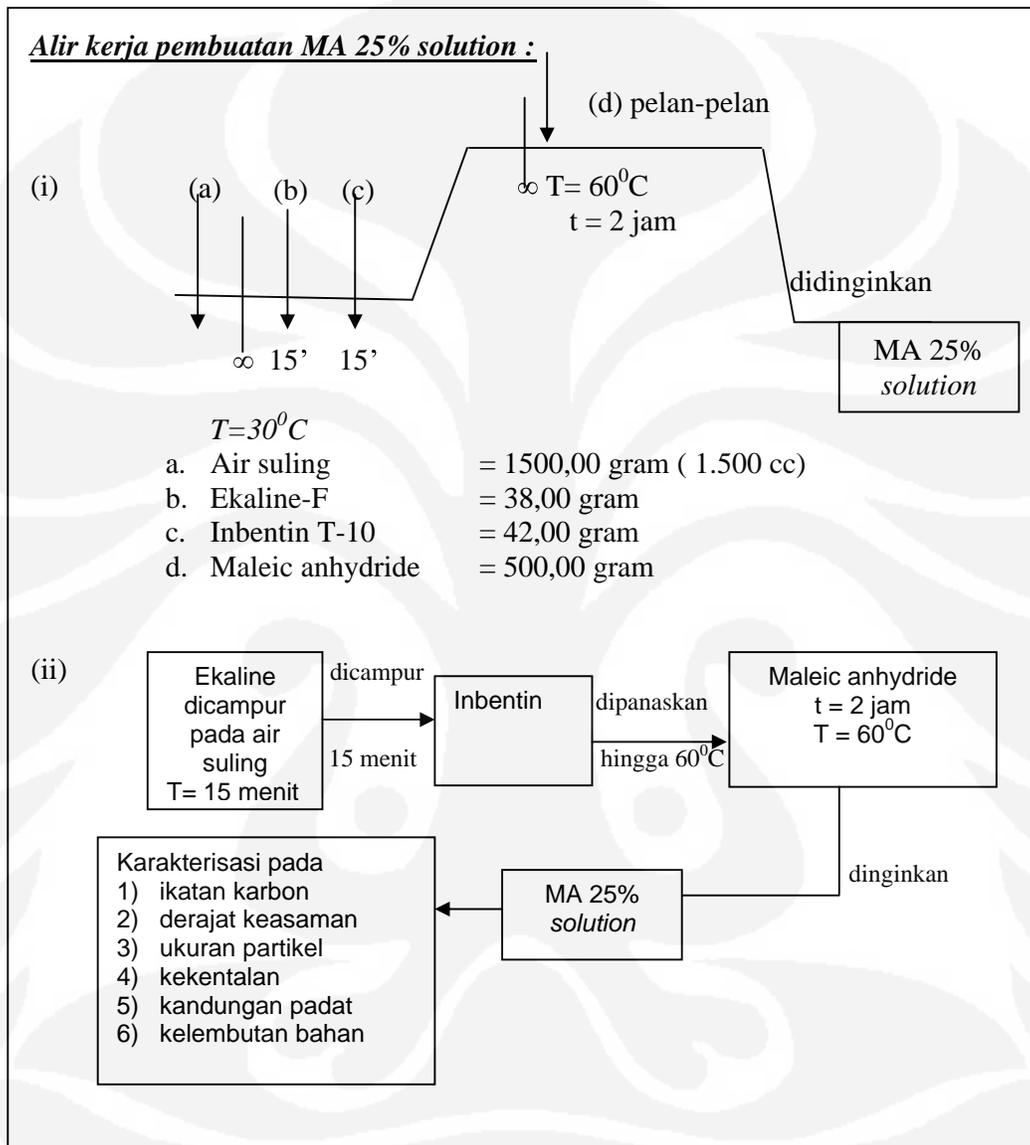
### **3.1.2. Maleic anhydride 25% solution**

Salah satu perusahaan yang menghasilkan material polimer seperti ekaline- F yang berarti ekaline yang bersifat *flake*, inbentin T-10 yang mempunyai arti bahwa inbentin tersebut mempunyai ikatan karbon 10 atau disebut etylene oxide, dan bahan polimer lainnya.

Produk yang akan digunakan pada riset ini yaitu MA 25 % *solution*, yang dibuat dengan cara yaitu pencampuran ekaline sebanyak 38 gram, inbentin sebanyak 42 gram, MA sebanyak 500 gram serta air suling sebanyak 1500 gram (1.500 cc) dengan total MA 25% *solution* 2080 gram. Hal ini dilakukan agar PE-g-MA yang akan dihasilkan stabil seperti tidak adanya penggumpalan dan tidak terjadi pemisahan larutan, serta hasil pada *dry film* terlihat lebih lembut. Dalam hal ini kelembutan film dengan *dry film* merupakan hal yang utama dalam pemasaran produk pelembut.

Pembuatan MA 25 % *solution* dilakukan dengan proses pencampuran air suling atau *demineralized water*, ekaline-F dan inbentin T-10 dengan masing-masing 15 menit pada suhu  $\pm$  30°C. Kemudian suhu pencampuran tersebut dinaikkan hingga 60°C. Setelah itu MA dimasukkan pelan-pelan pada suhu 60°C selama 2 jam lalu didinginkan. Selanjutnya dilakukan karakterisasi perubahan ikatan dengan alat FTIR, derajat keasaman dengan pH metro $\Omega$ , ukuran partikel dengan PSD, kekentalan larutan dengan

viscosimeter, kandungan padat, dan kelembutan larutan sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 3.1 yaitu diagram pembuatan MA 25% solution yang berguna untuk memperkecil terjadinya penggumpalan.



**Gambar 3.1.** Diagram alir pembuatan MA 25% solution: (i) berdasarkan komposisi, waktu, dan suhu, (ii) berdasarkan proses dan karakterisasi penelitian

Sumber : telah diolah kembali

### 3.1.3. Ammonium persulfate

Ammonium persulfate (APS) mempunyai struktur  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  adalah suatu larutan sebagai perantara oksidasi yang kuat. APS akan sangat larut pada air dingin. Perubahan suhu yang sangat besar, maka APS akan mendekati larutan seperti pada Tabel 3.1. Selain sebagai katalis yang sangat kuat, APS juga bersifat inisiator radikal.

APS dapat larut dalam air dingin. APS yang digunakan sangat kuat sebagai perantara oksidasi.

**Tabel 3.1.** Sifat-sifat ammonium persulfate (APS) <sup>(29)</sup>

Nama lain Keterangan	Ammonium peroxydisulfate
	Ammonium peroxodisulfate
Formulasi molekul	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$
Massa molar	228,18 g/mol
Penampilan	Kristal putih
Titik lebur	120 <sup>0</sup> C
Air pada larutan	80 g/100ml (25 <sup>0</sup> C)
Kation lain	Sodium persulfate
	Potassium persulfate

Sumber : telah diolah kembali

### 3.1.4. Amino-Metil-Propanol

Amino-Metil-Propanol (AMP) adalah merupakan sebuah solution yang terdiri dari 2 amino, 2 methyl dan 1 propanol yang mempunyai kemurnian (*purity*) sebesar 90% - 100%.

**Tabel 3.2.** Sifat-sifat amino-metil-propanol <sup>(30)</sup>

Nama lain	1 propanol-2amino-2-metyl
Rumus kimiawi	$\text{CH}_3\text{CCH}_3\text{NH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
Berat molekul	89.14

Sumber : telah diolah kembali

AMP merupakan bahan yang berbahaya bila tertelan atau dihirup, bahkan dapat mengakibatkan iritasi pada mata, maupun iritasi pada kulit, juga dapat mengakibatkan kebutaan. Biasanya AMP terbuat dalam bentuk cairan maupun gas.

Pada penelitian ini menggunakan jenis AMP yang mempunyai kemurnian 95% atau sering disebut AMP 95. AMP 95 adalah salah satu jenis alkohol amino. Amino pada AMP 95 yang mengakibatkan bertambahnya ikatan fungsional, lebih fleksibel, dan lebih banyak hasil ikatan daripada amine lainnya. Selain itu AMP juga berfungsi sebagai penetral.

AMP 95 bereaksi sangat baik sebagai penambah bahan dispersi sehingga mengakibatkan jumlah *Volatile Organic Chemicals* (VOCs) menjadi lebih rendah pada formula pencampuran material polimer. AMP 95 dapat juga digunakan untuk berbagai aplikasi seperti cat, pelapisan bahan, dan sebagainya.<sup>(31)</sup>

AMP 95 mengandung 2-amino 2-metil 1-propanol ditambah 5% air. Bentuk AMP 95 dalam bentuk cairan.. Standar AMP 95 terdapat dalam CAS 124-685

### **3.2. Karakterisasi dan Pengujian**

Pencangkakan MA 25% *solution* pada PE 25% *solution* dilakukan pengkarakterisasi dengan *Fourier Transfor Infra-red* (FTIR) serta dilakukan karakteristisasi derajat keasaman, kandungan padat, kekentalan, kelembutan bahan, ukuran partikel sehingga dapat diketahui hasil pencangkakan MA pada PE yang stabil.

Jenis dan fungsi masing-masing karakterisasi tersebut sebagai berikut:

#### **3.2.1. Karakterisasi ikatan dengan spektrofotometer inframerah**

Spektrofotometer inframerah merupakan instrumen yang menggunakan salah satu teknik analisis yang handal untuk identifikasi senyawa organik murni maupun senyawa anorganik. Salah satu jenis alat spektrofotometer inframerah yang digunakan pada penelitian ini dan dapat memberikan hasil pengukuran yang baik adalah Spektrofotometer Inframerah (*Fourier Transform Infra Red Spectrophotometer, FTIR*)

Prestige 21 merek Shimadzu dengan sistem optik berupa interferometer dan menggunakan ASTM 14221.



**Gambar. 3.2.** Gambar Spektrofotometer Inframerah ( *Fourier Transform Infra Red Spectrophotometer, FTIR*) Prestige 21.

Proses penyerapan pada *software* inframerah menggunakan standar FDA 21 CFR *part* 11 dan ISO 9000. Spektrofotometer inframerah adalah pengukuran inframerah yang merupakan bagian daripada spektrum radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang yang lebih panjang dari sinar tampak (*visible*), tetapi lebih pendek daripada daerah panjang gelombang mikro. Panjang gelombang inframerah di daerah  $> 760$  nm.

Frekuensi serapan dari gugus fungsional dapat berubah-ubah, disebabkan antar aksi dengan vibrasi dari gugus fungsional lainnya berdekatan. Di dalam daerah frekuensi serapan tersebut akan didapatkan puncak dari gugus yang bersangkutan, sehingga dapat diambil kesimpulan ada atau tidak adanya gugus fungsional tersebut dalam suatu molekul. Frekuensi didalam spektrofotometer inframerah seringkali dinyatakan dalam bentuk bilangan gelombang yang dipergunakan adalah antara  $4000\text{ cm}^{-1}$  sampai dengan  $400\text{ cm}^{-1}$ .

Karakterisasi perubahan ikatan dengan FTIR bertujuan untuk:

- a) mengetahui jumlah gugus MA yang tercangkok pada PE
- b) jenis ikatan pada PE-g-MA
- c) perubahan ikatan pada masing-masing reaksi

### 3.2.2. Pengukuran derajat keasaman (*pH*)

Metode yang paling teliti untuk menentukan derajat keasaman suatu zat adalah dengan metode berdasarkan perbedaan pengukuran tegangan listrik. Instrumen pH meter adalah seperangkat alat pengukur potensial elektrode tanpa aliran arus dan sekaligus

menguatkan sinyal yang ditimbulkan pada elektrode gelas dengan suatu tabung vakum elektrik. Biasanya pH meter dibuat dari elektrode gelas yaitu elektrode logam Ag yang dilapisi dengan AgCl dalam tabung kaca berisi larutan HCl 0,1 M. Bagian ujung tabung terbuat dari gelas yang dapat ditembus oleh larutan ion  $H^+$ . Jika elektrode ini dicelupkan dalam larutan dengan  $[H^+]$  besar, maka  $H^+$  masuk ke elektrode. Sebaliknya bila  $H^+$  kecil, maka  $H^+$  keluar dari elektrode sesuai dengan menggunakan ISO 2114.

Larutan yang menghasilkan kadar  $H^+$  yang besar, membuat produk semakin kecil mengalami korosif, sehingga membuat daya hambat semakin besar, sehingga pada penelitian ini diharapkan nilai pH yang mendekati basa. Suatu larutan yang mempunyai pH sangat asam maka dapat mempercepat rusaknya hasil campuran yang tersimpan lama, akibat bakteri yang hidup dalam larutan tersebut<sup>(32)</sup>. Instrumen yang digunakan pada penelitian pencangkakan MA pada PE adalah pH meter Metro $\Omega$ .

### **3.2.3. Analisis jumlah kandungan padat**

Kandungan padat atau *Solid Contents* (SC) merupakan kadar padatan dalam larutan polimer tersebut. Bentuk padatan itu sendiri merupakan material polimernya. Pada analisis jumlah kandungan padat diharapkan pada hasil yang didapat mempunyai selisih 0 s.d.1 antara kandungan padat secara teori maupun kandungan padat secara eksperimen.

Dengan mengetahui kandungan padat, maka akan diketahui kadar air ( $H_2O$ ) yang menguap serta apakah terjadi reaksi yang homogen atau heterogen. Semakin besar kandungan padat, maka hasil reaksi semakin baik.

### **3.2.4. Analisis ukuran partikel**

Analisis ukuran partikel atau *partikel size dissolution* (PSD) adalah suatu metode analisis yang digunakan untuk menganalisis ukuran diameter partikel-partikel yang menyusun suatu sampel. Nama alat yang digunakan untuk analisis yaitu "Zetasizer" nanometer series Satuan PSD yang digunakan yaitu nanometer. Jika senyawa dipanaskan pada suhu tertentu, maka air yang terikat secara adsorpsi dan

secara absorpsi akan menguap, sehingga akan tertinggal padatannya. Kandungan padat dapat dihitung dengan penimbangan alat sebelum dan sesudah pemanasan.

Pada penelitian ini menggunakan sistem karakterisasi Zetasizer nano partikel dari Malvern Instruments sebagai bagian kualifikasi dan hasil proses dan mengikuti standar operasi perusahaan. Zetasizer nanoseries menunjukkan pengukuran menggunakan proses *dynamic light scattering* (DLS) sebagai sumber sinar laser untuk menyinari partikel sampel dalam sel. Sebagian sinar laser lurus terus melewati sampel, tetapi beberapa dipantulkan oleh partikel sampel.

Detektor digunakan untuk mengukur intensitas sinar yang dipantulkan. Semua pantulan sinar partikel dalam segala arah, dalam teori, intensitas sinar pantul harus masuk ke dalam jarak khusus agar detektor dapat melakukan pengukuran dengan sempurna. Untuk mengatasi masalah ini digunakanlah attenuator. Untuk sampel yang tidak memantulkan banyak sinar, misalnya partikel sangat kecil atau konsentrasi sampel sangat rendah, jumlah pantulan sinar harus dalam lipatan. Dalam keadaan ini, attenuator akan meneruskan banyak sinar laser untuk terus menuju sampel atau larutan.

Bahan baku PE 25 % *solution* yang terlarut dalam surfaktan membuat PE melakukan pengikatan sendiri pada surfaktan, sehingga pereaksian dengan material dasar PE 25% *solution* dengan H<sub>2</sub>O membuat gugus ukuran partikel yang sangat kecil. Dalam penelitian ini diharapkan hasil yang didapat adalah suatu campuran yang mempunyai ukuran partikel kecil dalam skala nanometer. Semakin besar diameter partikel, larutan menjadi semakin padat sehingga menghambat terjadinya pencangkakan, dan menimbulkan penggumpalan serta pemisahan campuran.



**Gambar. 3.3.** Gambar Dynamic Light Spectrofotometer ( DLS)

### **3.2.5. Analisis kekentalan larutan**

Larutan yang mengikat  $\text{OH}^-$  untuk mencegah kelebihan  $\text{H}^+$  akan membuat produk semakin kental. Hasil yang diinginkan adalah nilai kekentalan yang kecil, karena larutan dengan nilai kekentalan yang tinggi, menjadi tidak stabil sehingga dengan makin lamanya waktu reaksi akan terjadi penggumpalan sesuai DIN 53018.

### 3.2.6. Analisis kelembutan larutan

Analisis kelembutan larutan dilakukan dengan menggunakan *dry film*. Hasil pelembut terlihat halus bila setelah pembentukan *dry film* tidak terdapat butiran dan gumpalan, serta film berwarna putih bersih seperti yang diinginkan oleh AATCC test metode 79.

## 3.3. Alir Kerja Penelitian

### 3.3.1. Bahan-bahan yang disiapkan :

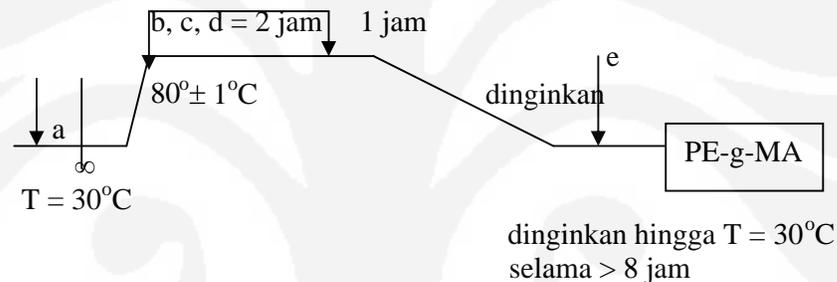
a. PE solution 25%	=	1000 gram
b. MA solution 25%	=	10, 30, 50, 70, dan 90 g
c. Ammonium persulfate (APS)	=	5 gram
d. Demineralized water (air suling) (DW)	=	10 gram = 10 cc
e. 2-amino, 2-metil,1-propanol	=	25 gram

### 3.3.2. Alir kerja berdasarkan komposisi, waktu, dan suhu

Gambar 3.2 merupakan alir kerja berdasarkan komposisi, waktu, dan suhu yang dilakukan dalam eksperimen, dengan cara kerja sebagai berikut :

1. PE 25% solution (a) dengan massa 1000 gram dicampur pada suhu  $80^\circ\text{C}$
2. Setelah PE mencapai suhu  $80^\circ\text{C}$  maka MA 25% solution (b) dimasukkan pelan-pelan secara bersamaan (*feeding*) dengan larutan APS (c) yang telah dicampur dengan demineralized water (air suling), (d) selama 2 jam
3. Perlakuan *feeding* harus diatur agar selesai dalam waktu 2 jam, lalu biarkan larutan terus diputar dan diberi perlakuan panas selama 1 jam dengan suhu  $80 \pm 1^\circ\text{C}$ .

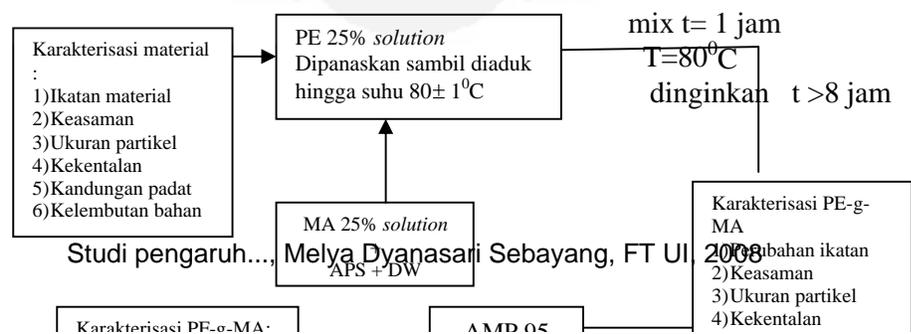
4. Setelah pencampuran selama 1 jam, maka larutan didinginkan selama  $\pm 8$  jam kemudian dilakukan karakterisasi larutan dengan FTIR, pengukuran derajat keasaman larutan, kekentalan larutan, ukuran partikel, kandungan padat dan kelembutan bahan.
5. Bila larutan belum mencapai pH basa atau minimal pH 5 s.d.6, maka masukkan pelan-pelan AMP 95 (e) sambil dilakukan pencampuran dengan mengamati kenaikan pH.
6. Setelah pH campuran telah mencapai pH basa atau minimal mendekati pH 5 s.d.6, maka kembali dilakukan karakterisasi larutan tersebut dengan FTIR, derajat keasaman larutan, kekentalan larutan, ukuran partikel, kandungan padat dan kelembutan bahan.



**Gambar 3.4.** Diagram alir pembuatan PE-g-MA berdasarkan komposisi, waktu, dan suhu

### 3.3.3. Alir kerja berdasarkan proses dan karakterisasi penelitian

Selain alir kerja berdasarkan komposisi, waktu dan suhu juga dilakukan karakterisasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3. Pada Gambar 3.3 merupakan alir kerja berdasarkan proses dan karakterisasi penelitian, seperti analisis derajat keasaman larutan dengan pHmeter, analisis kandungan padat, karakterisasi perubahan ikatan PE-g-MA dengan FTIR, analisis ukuran partikel dengan *Zetasizer* nanometer series, analisis kekentalan larutan dengan viskometer dan kelembutan larutan. Adapun proses dan cara kerja karakterisasi penelitian adalah sebagai berikut :



Feeding selama 2 jam

**Gambar 3.5.** Diagram alir pembuatan PE-g-MA berdasarkan proses dan karakterisasi penelitian

3.3.3.1. Proses analisis keasaman larutan:

1. Elektrode yang berisi KCl 3 M dimasukkan kedalam larutan yang akan dikarakterisasi.
2. Baca nilai keasaman pada pH meter dengan merek pH metro $\Omega$

3.3.3.2. Proses analisis kandungan padat :

1. Larutan yang akan dikarakterisasi diletakkan pada wadah dari lembaran alumunium, seperti pada Gambar 3.4.



**Gambar 3. 6.** Wadah untuk karakterisasi kandungan padat

2. Sebelum larutan dimasukkan kedalam oven, masing-masing larutan dihitung massa alumunium ( $m_{Al}$ ) dan massa mula-mula( $m_o$ ) larutan
3. Masukkan larutan kedalam oven  $\pm 105^{\circ}C$  selama 2 jam
4. Setelah larutan didalam oven selama 2 jam, maka dihitung massa masing-masing larutan ( $m_t$ )

5. Selanjutnya dihitung **kandungan padat secara eksperimen** dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{m_t - m_{Al}}{m_o} \times 100\% \quad (3.1)$$

Kandungan padat dapat juga dihitung secara teori dengan persamaan :

**Kandungan padat ( KP) secara teori :**

$$\frac{(KP\ PE \times massa\ PE) + (KP\ MA \times massa\ MA) + (KP\ APS \times massa\ APS)}{jumlah\ total\ massa\ larutan} \quad (3.2)$$

### 3.3.3.3 Proses karakterisasi perubahan ikatan PE-g-MA dengan FTIR

1. Larutan yang akan dikarakterisasi dibuat film pada lembaran aluminium lalu masukkan kedalam oven 52°C selama ± 2 jam (sampai larutan kering), seperti pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.7.** Sampel untuk pengujian FTIR

2. Larutan yang telah kering dimasukkan pada alat FTIR untuk dianalisis perubahan ikatan PE-g-MA

### 3.3.3.4 Prosedur analisis ukuran partikel

1. Komputer yang berhubungan dengan alat Zetasizer(nano-s) dinyalakan dan menekan tombol *on*, biarkan selama 10 menit, sambil membuka program ukuran partikel pada komputer

2. Larutan yang akan dianalisis dicampur dalam air suling hingga kira-kira sesuai dengan konsentrasi yang dapat dibaca oleh alat sesuai aturan yang telah ditentukan seperti pada Gambar 3.6.



**Gambar 3.8.** Warna pencampuran untuk pengujian ukuran partikel

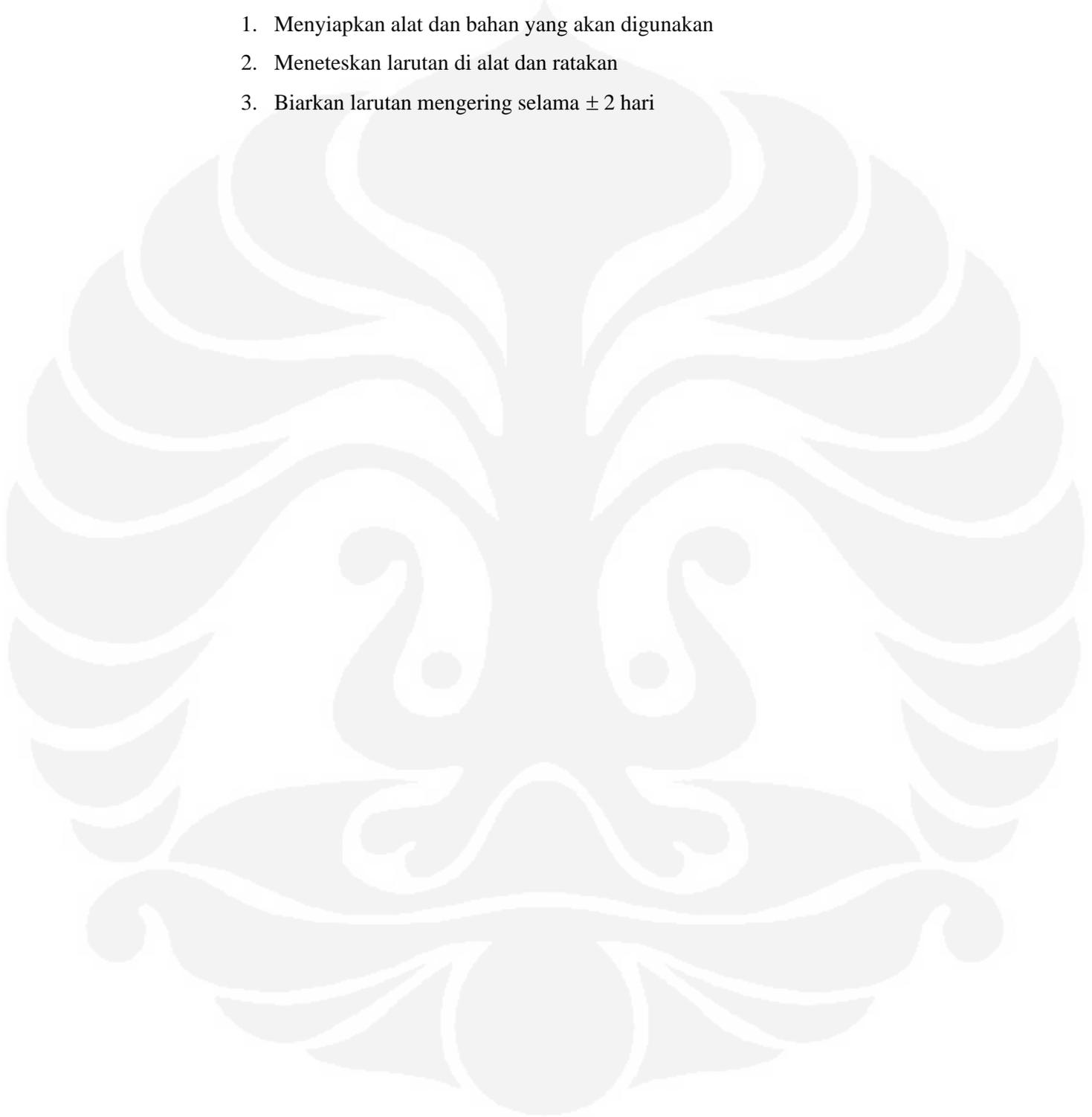
3. Larutan dimasukkan ke dalam gelas plastik kecil (*cuvet*) yang telah dibilas dengan larutan tersebut sebanyak 3 kali
4. Memasukkan *cuvet* yang berisi larutan sampel ke dalam *cell* pada alat dengan tanda panah menghadap tombol pembuka tutup *cell*
5. Memasukkan data/ informasi sampel yang akan dianalisis
6. Menekan tombol *start* untuk memulai analisis larutan
7. Pada layar komputer akan tampil puncak dan hasil dari analisis ukuran partikel

#### 3.3.3.5. Prosedur analisis kekentalan larutan

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan
2. Memasukan larutan kedalam gelas ukur
3. Menyalakan alat viskometer ” Brook Field”
4. Mengatur pengaduk yang akan digunakan sesuai larutan yang dianalisis
5. Memasang pengaduk sesuai yang sudah ditetapkan
6. Mencilupkan pengaduk ke dalam gelas yang berisi larutan sampai tanda batas pada pengaduk
7. Mengatur kecepatan yang diinginkan pada alat sesuai larutan yang dianalisis lalu menekan tombol on
8. Pada monitor akan terbaca rpm, pengaduk, cps (*viscositas*), persensial dan biarkan sampai nilai *viscositas* stabil lalu dicatat hasil yang didapat

#### 3.3.3.6. Prosedur analisis kelembutan larutan

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan
2. Meneteskan larutan di alat dan ratakan
3. Biarkan larutan mengering selama  $\pm 2$  hari



## BAB 4 DATA DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pencangkakan MA 25 % *solution* pada PE 25 % *solution*, maka didapatlah data-data penelitian dari kandungan padat PE-g-MA, derajat keasaman PE-g-MA, kekentalan PE-g-MA, ukuran partikel PE-g-MA, perubahan ikatan PE-g-MA, dan kelembutan PE-g-MA. Data-data tersebut dapat dianalisis seperti berikut :

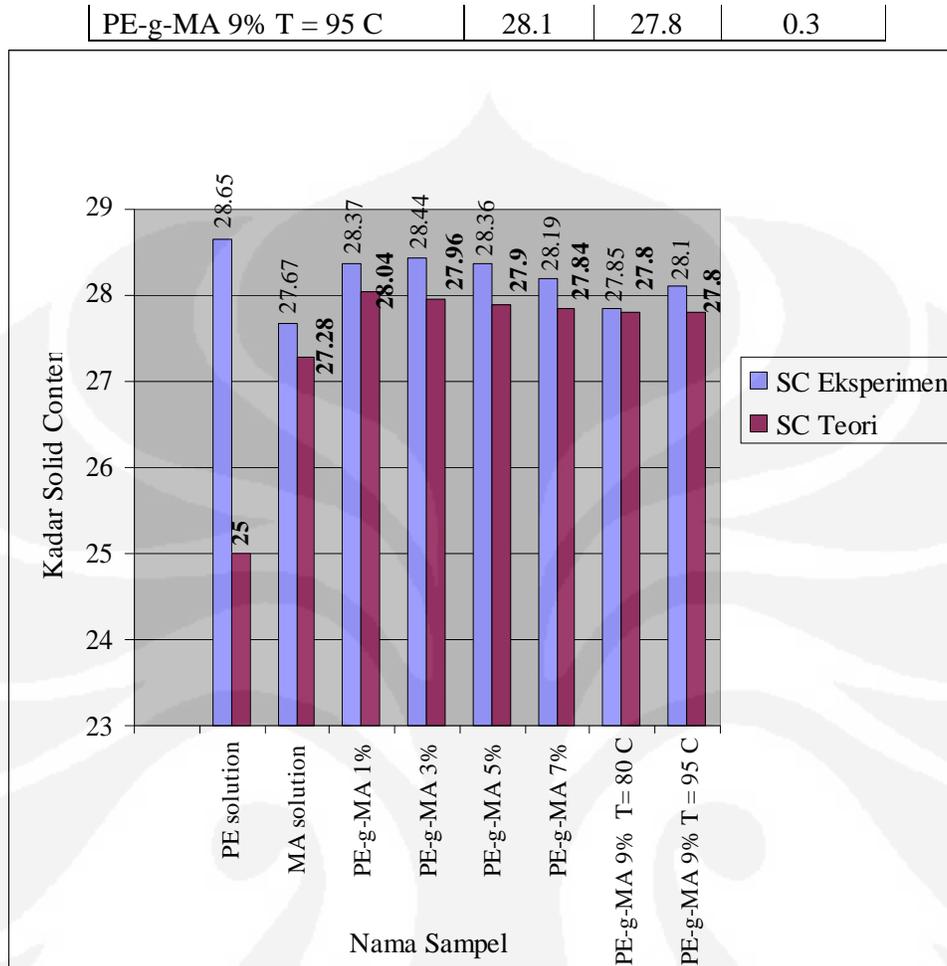
### 4.1.Kandungan Padat Larutan

Pada Tabel 4.1 adalah hasil analisis padat PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95. Dari tabel tersebut dapat dilihat jumlah kandungan padat PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95 diberikan semakin menurun. Bila suhu dinaikkan maka kandungan padat akan lebih tinggi sebab ikatan antar atom C-H-O semakin besar. Hal tersebut mengakibatkan jumlah H<sub>2</sub>O yang menguap sangat kecil. Semakin banyak MA 25 % *solution* diberikan pada pencangkakan PE, maka kadar H<sub>2</sub>O semakin banyak yang menguap. Semakin banyak MA 25% *solution* dicangkok pada PE, kandungan padat semakin menurun

Gambar 4.1. adalah grafik kandungan padat yang memperlihatkan bahwa selisih kandungan padat antara eksperimen dengan secara teori tidak terlalu jauh, karena jumlah H<sub>2</sub>O yang menguap tidak terlalu banyak dan juga ikatan atom C-O-H masih kuat.

**Tabel 4.1.** Hasil analisis kandungan padat PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95

Nama Sampel	Rata-rata kadar solid		
	Praktek	Teori	$\Delta$ solid
	Ho	Ht	H=Ho-Ht
PE solution	28.65	25	3.65
MA solution	27.67	27.28	0.39
PE-g-MA 1%	28.37	28.04	0.33
PE-g-MA 3%	28.44	27.96	0.48
PE-g-MA 5%	28.36	27.9	0.46
PE-g-MA 7%	28.19	27.84	0.35
PE-g-MA 9% T= 80 C	27.85	27.8	0.05



**Gambar 4.1.** Grafik kandungan padat PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95

Perbedaan kandungan padat disebabkan karena pada pencangkakan PE dengan MA yang dibentuk larutan terdiri inbentin T-10 dan ekaline-F mempunyai sifat katalis, yang membuat reaksi pencangkakan makin padat dan kandungan H<sub>2</sub>O semakin sedikit, sehingga nilai kandungan padat semakin kecil.

Dibandingkan sebelum penambahan AMP 95, PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95 menghasilkan kandungan padat yang lebih besar. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan OH<sup>-</sup> pada PE-g-MA yang membentuk ikatan padat, sehingga dengan penambahan AMP 95 membuat kadar H<sub>2</sub>O sedikit.

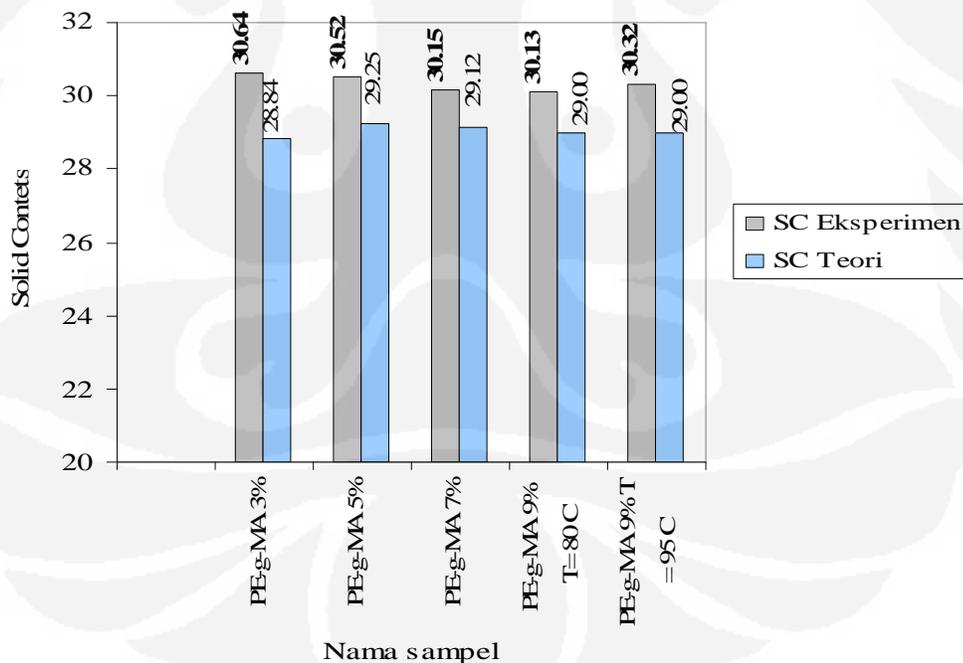
Tabel 4.2 adalah hasil analisis kandungan padat PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95. Dari tabel memperlihatkan perbedaan kandungan padat PE-g-MA secara

eksperimen maupun secara teori yang sangat besar. Hal ini disebabkan karena adanya ikatan karbon yang kuat sehingga setelah penambahan AMP 95 membentuk ikatan padat.

Pada penelitian ini tidak dilakukan penambahan AMP 95 PE-g-MA 1 %, hal ini dikarenakan pH pada PE-g-MA 1% sudah mencapai pH 5,69.

**Tabel 4.2.** Data hasil analisis kandungan padat PE-g-MA sesudah penambahan larutan penetral AMP 95

Nama Sampel	Rata-rata kadar sold		
	Praktek	Teori	$\Delta$ solid
	Ho	Ht	H=Ho-Ht
PE-g-MA 3%	30.64	28.84	1.8
PE-g-MA 5%	30.52	29.25	1.27
PE-g-MA 7%	30.15	29.12	1.03
PE-g-MA 9% T= 80 C	30.13	29	1.13
PE-g-MA 9% T = 95 C	30.32	29	1.32



**Gambar 4.2.** Grafik kandungan padat PE-g-MA setelah penambahan AMP 95

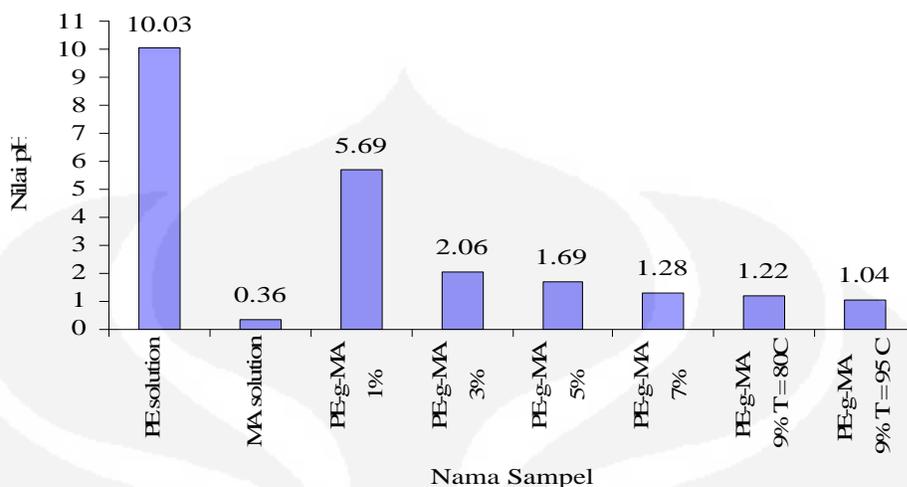
Pada analisis kandungan padat dapat dinyatakan bahwa PE-g-MA 9% pada suhu 80°C adalah komposisi yang optimal, hal ini dikarenakan kandungan padat MA yang tercangkok pada PE besar. Perbandingan kandungan padat secara eksperimen dengan teori sangat kecil yaitu 0,05, hal tersebut dikarenakan jumlah kadar H<sub>2</sub>O pada pencangkokan lebih sedikit dan jumlah yang menguap lebih banyak.

#### 4.2. Derajat Keasaman Larutan

Analisis derajat keasaman (pH) PE-g-MA dengan MA 25% *solution* sebelum dinetralisir dengan AMP 95 ditunjukkan oleh Tabel 4.3 dan Gambar 4.3. Dapat dilihat bahwa dengan semakin besarnya PE yang dicangkok dengan MA, maka nilai pH semakin rendah. Hal ini dikarenakan nilai pH pada MA yang sangat asam dan sifat pada MA yang mengandung inbentin T-10 dan ekaline-F yang membuat MA semakin asam.

**Tabel 4.3.** Data hasil analisis derajat keasaman PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95

Nama Sampel	Nilai pH
PE solution	10.03
MA solution	0.36
PE-g-MA 1%	5.69
PE-g-MA 3%	2.06
PE-g-MA 5%	1.69
PE-g-MA 7%	1.28
PE-g-MA 9% T = 80C	1.22
PE-g-MA 9% T = 95 C	1.04



**Gambar 4.3.** Grafik nilai analisis derajat keasaman PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95

Karena larutan PE-g-MA memiliki pH yang semakin rendah, seperti sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 4.3, maka dilakukan penambahan AMP 95 sebagai penetral agar terbentuklah pH basa atau pH 5 s.d. 6.

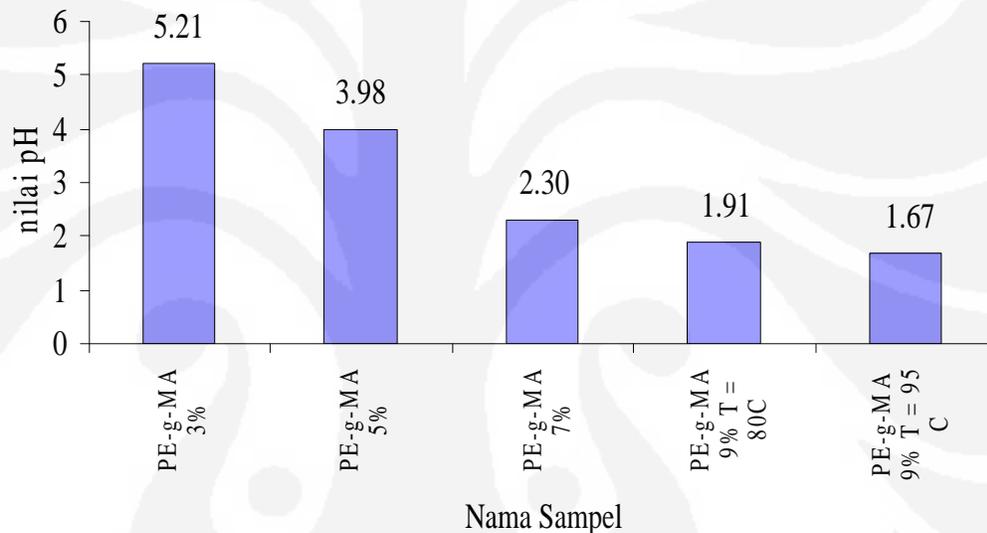
PE-g-MA yang mempunyai nilai pH sangat kecil untuk sebuah pelembut akan mudah mengalami korosif bila disimpan terlalu lama. Hal ini disebabkan oleh adanya bakteri mudah berkembangbiak. Suatu PE-g-MA mempunyai nilai pH asam akan mengakibatkan larutan yang tidak bercampur atau menghasilkan larutan yang homogen yang terpisah. Untuk menetralkan pH dari PE-g-MA maka dilakukan penambahan AMP 95, agar menghasilkan pH sekitar pH 5 s.d.6,

Pada penelitian dilakukan penambahan AMP 95 pergram sambil diamati nilai pH, namun hingga penambahan 25 gram AMP 95 pada PE-g-MA 5% nilai pH naik pelan-pelan, sehingga dibuatlah suatu standar pH hingga 25 gram AMP 95.

PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95 mempunyai perubahan pH sangat lambat. Hal ini dikarenakan kadar asam yang sangat tinggi karena pengaruh ikatan  $\text{OH}^-$  pada AMP 95. Sehingga terlihat pH PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95 mengalami perubahan pH yang terjadi sangat kecil dibandingkan pH sebelum penambahan AMP 95 seperti pada Tabel 4.4. dan Gambar 4.4.

**Tabel 4.4.** Data analisis derajat keasaman pada PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95

Nama Sampel	Kadar AMP gram	Nilai pH pH
PE-g-MA 3%	14.77	5.21
PE-g-MA 5%	25.00	3.98
PE-g-MA 7%	25.00	2.30
PE-g-MA 9% T = 80 C	25.00	1.91
PE-g-MA 9% T = 95 C	25.00	1.67



**Gambar 4.4.** Grafik analisis derajat keasaman PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95

Berdasarkan analisis derajat keasaman, maka PE-g-MA 1 % merupakan komposisi yang optimal karena nilai pH tidak bernilai asam. Pembentukan pH mendekati basa disebabkan perbandingan MA dengan PE sangat jauh yaitu 1 : 100. Besarnya perbedaan kadar PE dan MA tersebut mengakibatkan PE masih sulit dicangkok. Dengan demikian dari analisis keasaman belum bisa disimpulkan PE-g-MA yang baik, karena untuk mengubah pH menjadi basa memerlukan penetral ( AMP) yang banyak. Namun bila dilihat dari nilai keasaman maka nilai PE-g-MA 9% yang baik, karena nilai keasaman sangat kecil. Nilai pH PE-g-MA yang kecil yaitu 1.91 dan 1.67 tersebut

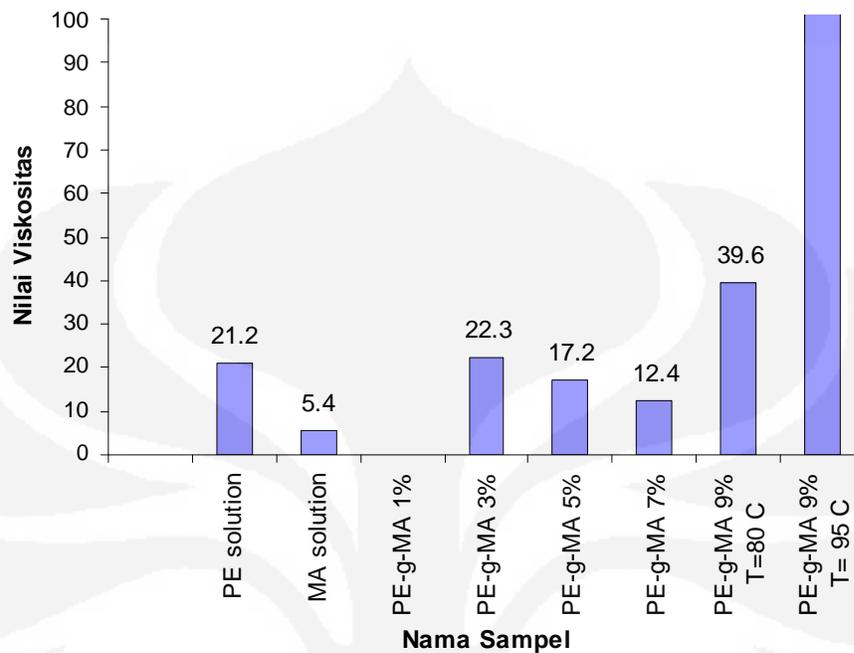
disebabkan PE (pH PE = 10.03) yang telah mengalami pencangkakan MA (pH MA = 0,36) yang baik.

#### 4.3. Kekentalan Larutan

Pada analisis kekentalan, yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.5., terlihat bahwa kekentalan sebelum penambahan AMP 95 pada proses pencangkakan MA pada PE menimbulkan sifat kekentalan yang besar khususnya pada PE-g-MA 1%. PE-g-MA 1% harus menggunakan pengaduk 4, hal ini dikarenakan PE-g-MA menghasilkan sifat yang sangat kental dan merupakan larutan yang mendekati pH basa, larutan yang mengikat OH<sup>-</sup> agar tidak adanya kelebihan H<sup>+</sup> membuat produk semakin kental. Hal ini disebabkan semakin besar kadar OH<sup>-</sup> maka menghasilkan produk yang makin besar mengalami korosif, sehingga membuat daya hambat semakin kecil. Tetapi semakin tinggi suhu yang dilakukan maka kecepatan putar semakin besar, karena pada PE-g-MA 9% pada suhu 95°C larutan yang sangat encer. Pada PE-g-MA 9% dengan suhu 80°C menghasilkan nilai viskositas yang meningkat, hal ini dikarenakan pencangkakan tersebut menghasilkan larutan yang sudah stabil.

**Tabel 4.5.** Data hasil analisis kekentalan PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95

Nama Sampel	Nilai viskositas cps	spidel	Kec.putar rpm	persen dial %
PE solution	21.2	1	100	35.4
MA solution	5.4	1	100	8.9
PE-g-MA 1%	2214	4	100	36.6
PE-g-MA 3%	22.3	1	100	36
PE-g-MA 5%	17.2	1	100	28.6
PE-g-MA 7%	12.4	1	100	20.5
PE-g-MA 9% T=80 C	39.6	1	100	65.7
PE-g-MA 9% T= 95 C	544.4	1	10	90.9

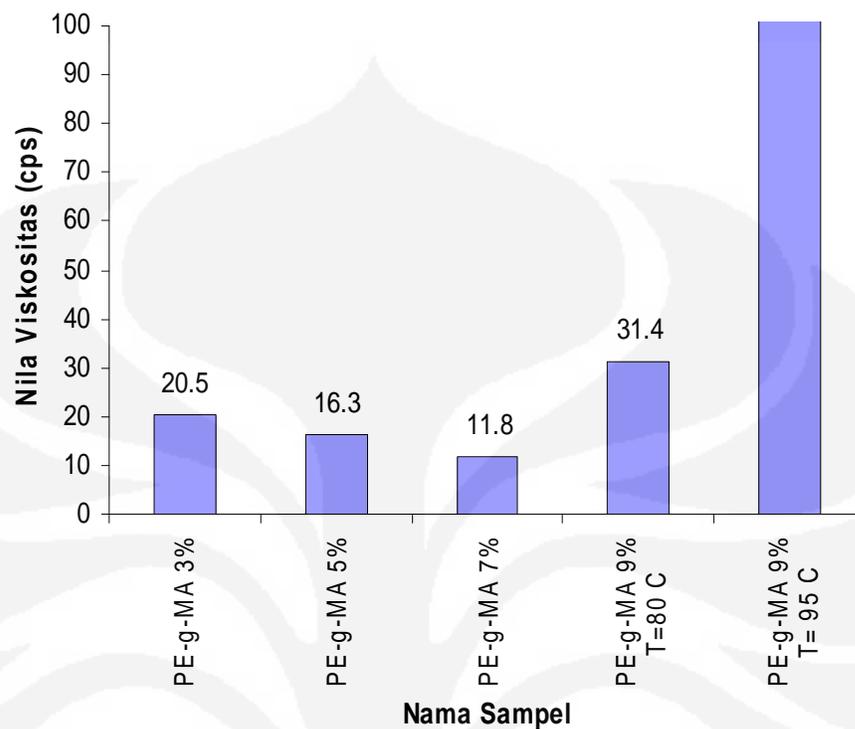


**Gambar 4.5.** Grafik analisis kekentalan PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95

Sebagaimana nilai kekentalan sebelum penambahan AMP 95, maka nilai kekentalan sesudah penambahan AMP 95 juga semakin kecil hingga PE-g-MA 9 %, baik pada suhu 80°C maupun 95°C. Hal ini dikarenakan penambahan AMP 95 yang bersifat netralisir namun mengandung kadar sulfat, yaitu pembawa asam yang sangat banyak.

**Tabel 4.6.** Data hasil analisis PE-g-MA kekentalan sesudah penambahan AMP 95

Nama Sampel	Nilai viskositas cps	Spidel	Kec.putar rpm	Persen dial %	Kadar AMP gram
PE solution	21.2	1	100	35.4	0
MA solution	5.4	1	100	8.9	0
PE-g-MA 3%	20.5	1	100	34.2	14.77
PE-g-MA 5%	16.3	1	100	27.3	25
PE-g-MA 7%	11.8	1	100	19.7	25
PE-g-MA 9% T=80 C	31.4	1	100	36.5	25
PE-g-MA 9% T= 95 C	367.2	1	10	61.1	25



**Gambar 4.6.** Grafik analisis kekentalan PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95

Pada analisis kekentalan dapat disimpulkan bahwa PE-g-MA 9% pada 80°C sangatlah encer, bahkan pada suhu 95<sup>0</sup>C dapat menggunakan kecepatan putar 10 rpm karena terlalu encer. Hal inilah yang diharapkan dalam industri. PE-g-MA yang encer, dikarenakan kestabilan larutan. Kestabilan larutan mengakibatkan pengurangan biaya produksi.

#### 4. 4. Ukuran Partikel

Untuk menganalisis pencangkakan PE pada MA juga dilakukan ukuran partikel, seperti pada Tabel 4.7, terlihat bahwa hasil yang didapat adalah semakin besar karena adanya pemisahan larutan PE-g-MA setelah pendinginan. Akibatnya pada pengukuran dengan menggunakan alat *zetasizer* nanoseries tidak dapat terbaca. Dibandingkan pada Gambar 4.8 terlihat 2 puncak akibat pencangkakan MA pada PE yaitu penggabungan ikatan C-O dengan ikatan C-H.

**Tabel 4.7** Hasil analisis ukuran partikel PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95

Nama Sampel	Diameter nm	Ketebalan nm	Volume %
PE solution	25.15	8.441	100
MA solution	12.33	1.936	100
PE-g-MA 1%	667	84.92	100
PE-g-MA 3%	$\infty$	$\infty$	$\infty$
PE-g-MA 5%	$\infty$	$\infty$	$\infty$
PE-g-MA 7%	2001	207.5	100
PE-g-MA 9% T=80 C	603	70.38	100
PE-g-MA 9% T=95 C	80.21	8.975	100

PE-g-MA setelah penambahan AMP 95 tidak terlihat perbedaan yang besar dengan PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95. Pada Tabel 4.8, terlihat PE-g-MA 3 % dan 5% mempunyai ukuran partikel yang sangat besar, hal ini juga dapat dilihat pada karakterisasi dengan FTIR. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 4.9., yaitu terjadinya perubahan ikatan pada pencangkakan MA pada PE yaitu terlihatnya 2 puncak pada PE-g-MA 5% dan 7%, sehingga menghasilkan pemisahan larutan yang sangat besar pada saat pendinginan.

Pemisahan larutan PE-g-MA setelah pendinginan seperti pada Gambar 4.7 diakibatkan adanya penggumpalan partikel antara 2 larutan yang homogen. Hal ini terjadi pada PE-g-MA 3% dan 5%.

**Gambar 4.7.** Pemisahan PE-g-MA setelah pendinginan**Tabel 4.8** Hasil analisis ukuran partikel PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95

<b>Nama Sampel</b>	<b>Diameter</b>	<b>Ketebalan</b>	<b>Volume</b>	<b>kadar AMP</b>
	<b>nm</b>	<b>nm</b>	<b>%</b>	<b>Gram</b>
PE-g-MA 3%	1728	179	100	14.77
PE-g-MA 5%	∞	∞	∞	25
PE-g-MA 7%	∞	∞	∞	25
PE-g-MA 9% T=80 C	829.4	86.04	100	25
PE-g-MA 9% T=95 C	647	80.63	100	25

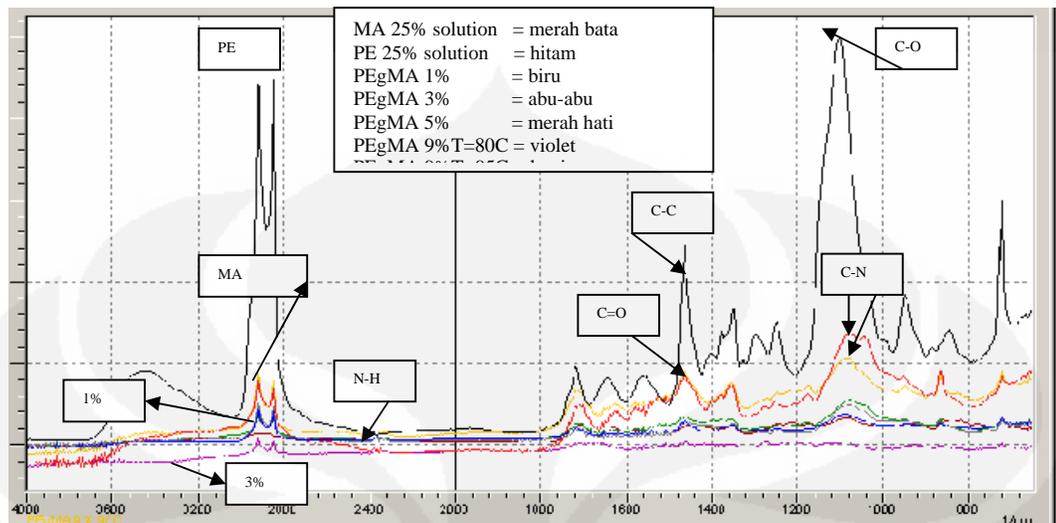
Dari analisis ukuran partikel menunjukkan PE-g-MA mempunyai ukuran yang sangat besar mendekati ukuran mikro. Hal ini diakibatkan terjadinya pemisahan larutan PE-g-MA setelah pendinginan, kecuali pada PE-g-MA 9% pada suhu 80°C, bahkan pada suhu 95°C menunjukkan nilai mendekati nanometer.

#### 4. 5. Perubahan Ikatan

Dengan menganalisis perubahan ikatan pada FTIR, maka reaksi cangkok yang terjadi antara PE 25% *solution* dengan MA 25% *solution* yang sering disebut PE-g-MA dengan menggunakan katalis APS dan penetral AMP 95 telah berhasil dilakukan.

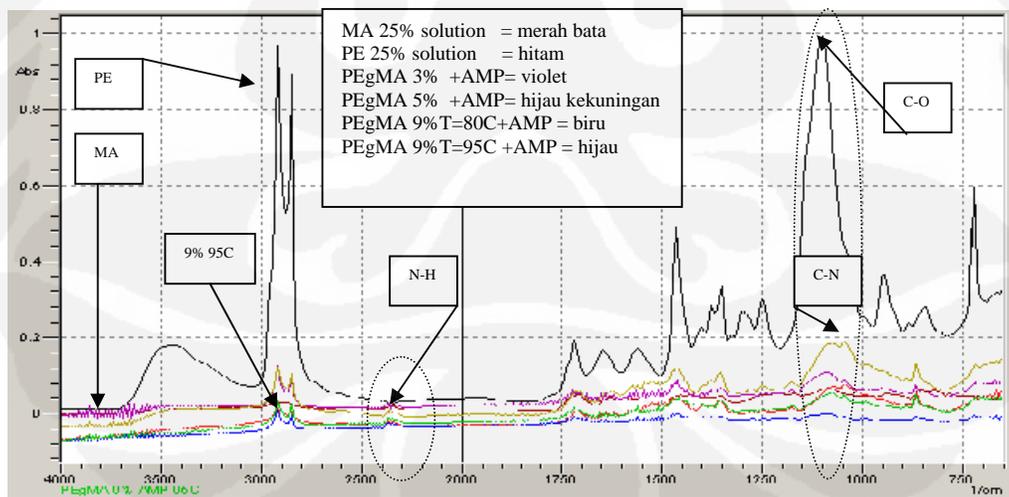
Selain analisis derajat keasaman, kekentalan, ukuran partikel, kandungan padat, juga dilakukan pengamatan secara kimiawi terhadap produk hasil reaksi pencangkokan dilakukan dengan pengamatan gugus fungsi senyawa tersebut menggunakan spektroskopi inframerah jenis FTIR.

Gambar 4.8 adalah paduan PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95 terlihat bahwa pada intensitas gelombang  $\pm 1090 \text{ cm}^{-1}$ , PE 25% *solution* mengandung ikatan C-O, sama dengan pada PE-g-MA 1%, namun setelah PE-g-MA telah berhasil pencangkokan MA pada PE, yaitu berubah menjadi ikatan C-N. Pada intensitas gelombang  $\pm 1500\text{--}1750 \text{ cm}^{-1}$ , terlihat perubahan ikatan pada PE-g-MA, yaitu perubahan dari ikatan C-C pada MA menjadi ikatan C = O pada PE-g-MA. Pada intensitas gelombang  $\pm 2000\text{--}2400 \text{ cm}^{-1}$ , tidak terlihat puncak pada PE, namun setelah dilakukan pencangkokan, maka pada analisis PE-g-MA pada FTIR terlihat puncak hasil pencangkokan MA pada PE yaitu ikatan N-H.



**Gambar 4.8.** Perubahan ikatan PE-g-MA sebelum penambahan AMP 95

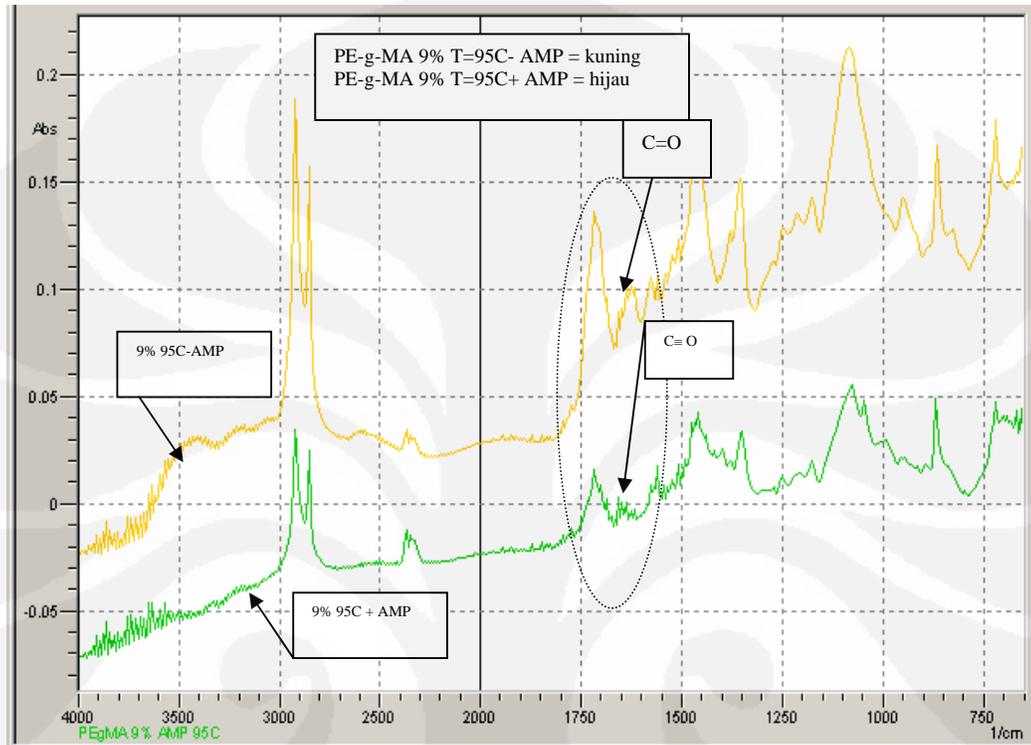
Pada Gambar 4.9, terlihat perbedaan ikatan sesudah penambahan AMP 95, yaitu pada PE-g-MA 3 % dan 5% dengan intensitas gelombang  $\pm 1090 \text{ cm}^{-1}$  mempunyai 2 puncak dengan ikatan C-O, sedangkan pada PE-g-MA 7% dan 9% terlihat perubahan ikatan dari C-O menjadi C-N. Begitu juga pada intensitas gelombang  $\pm 2000 - 2400 \text{ cm}^{-1}$  terjadi perubahan puncak, dari PE yang tidak terlihat puncak menjadi terlihat puncak dan menghasilkan ikatan N-H



**Gambar 4.9.** Perubahan ikatan PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95

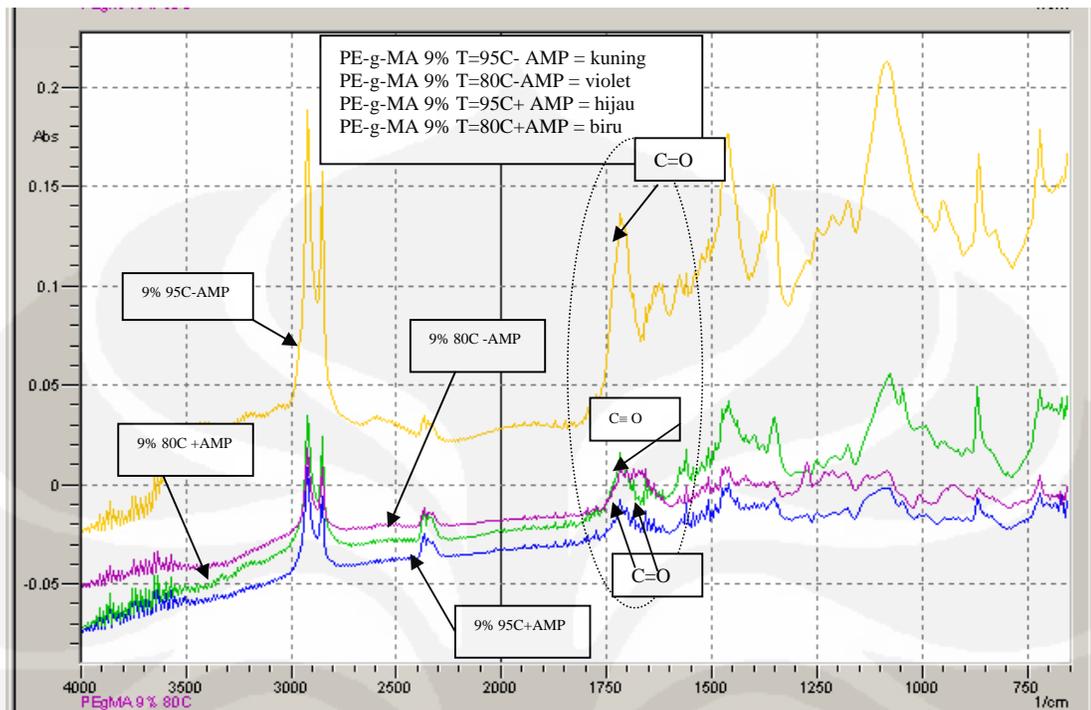
Perubahan ikatan juga terjadi pada PE-g-MA 9% baik pada  $95^{\circ}\text{C}$  sebelum dan sesudah penambahan AMP 95 terjadi perubahan ikatan dari anhydrides ( $\text{C}=\text{O}$ ) menjadi ikatan aldehides ( $\text{C}=\text{O}$ ) pada intensitas gelombang  $\pm 1500-1750 \text{ cm}^{-1}$ . Hal tersebut

dikarenakan adanya penetrasi AMP 95 menghasilkan H<sub>2</sub>O lebih banyak sehingga ikatan menjadi ikatan rangkap tiga, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.10.



**Gambar 4.10.** Perubahan ikatan PE-g-MA 9% sebelum dan sesudah penambahan AMP 95 pada suhu 95°C

PE-g-MA 9% pada suhu 80°C dan 95°C baik sebelum maupun sesudah penambahan AMP 95 dipadukan, maka akan terlihat lebih jelas perbedaan puncak pada intensitas gelombang  $\pm 1500 - 1750 \text{ cm}^{-1}$ , yaitu perubahan ikatan dari C=O menjadi ikatan C $\equiv$ O, seperti pada Gambar 4.11.

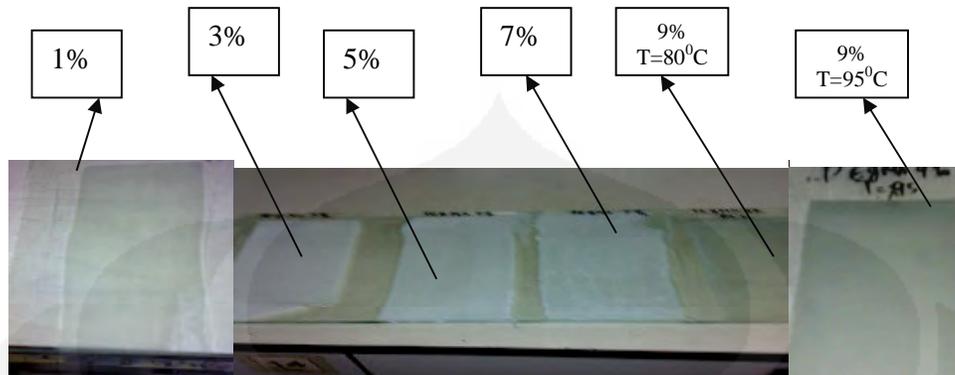


**Gambar 4.11.** Perubahan ikatan PE-g-MA 9% sebelum dan sesudah penambahan AMP 95 pada suhu 95°C dan 80°C

Hasil analisis perubahan ikatan dengan FTIR terlihat PE-g-MA mengalami perubahan ikatan yaitu pada PE-g-MA 9% dengan suhu 80°C, bahkan pada suhu 95°C terjadi perubahan ikatan menjadi rangkap tiga, C=H pada panjang gelombang  $\pm 1500 - 1750 \text{ cm}^{-1}$ . Selain itu terlihat perubahan struktur C-O menjadi C-N pada panjang gelombang  $\pm 1090 \text{ cm}^{-1}$  pada MA 7% dan 9%, bahkan pada panjang gelombang  $\pm 2000 \text{ cm}^{-1}$  terlihat ikatan N-H pada PE-g-MA.

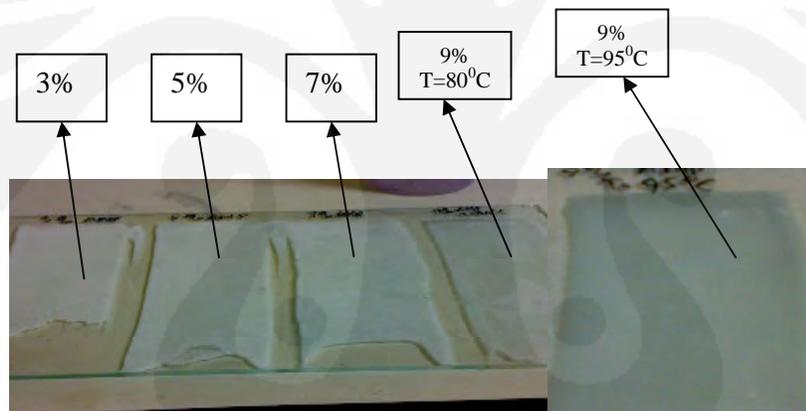
#### 4.6. Kelembutan Bahan

Salah satu faktor yang terpenting dalam hasil yang diinginkan adalah kelembutan bahan, yaitu tidak adanya gumpalan dan butiran. Kelembutan PE-g-MA diamati pada *dry film* maka akan terlihat *dry film* yang sangat berbeda. Pada Gambar 4.12. terlihat pada *dry film* PE-g-MA 9% pada suhu 80°C lebih halus hampir tidak ada butiran atau pengumpalan, bahkan pada PE-g-MA 9% T=95°C tidak terjadi pengumpalan



**Gambar 4.12.** Gambar dry film PE-g-MA 1%, 3%, 5%, 7%, 9% T=80°C, 9% T = 95°C sebelum penambahan AMP 95

Bentuk *dry film* pada PE-g-MA sesudah penambahan AMP 95 lebih menunjukkan bentuk yang lebih stabil pada PE-g-MA 9% pada suhu 80°C dan pada suhu 95°C, seperti pada Gambar 4.13



**Gambar 4.13.** Gambar *dry film* PE-g-MA 3%, 5%, 7%, 9% T=80°C, 9% T=95°C sesudah penambahan AMP 95

Dari analisis kelembutan bahan dengan *dry film* terlihat bahwa PE-g-MA 9% pada suhu 80°C terjadi bentuk yang halus tanpa adanya penggumpalan, bahkan pada suhu 95°C terlihat film yang lebih halus dengan warna yang lebih cerah

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dilakukan proses pencangkokan MA 25% *solution* pada PE 25% *solution* dengan katalis Ammonium Persulfate (APS) dan penetral Amino-Metil-Propanol (AMP). Karakterisasi hasil proses pencangkokan meliputi pengukuran derajat keasaman dengan alat *pH metro $\Omega$* , pengukuran besar partikel dengan alat *zetasizer nanometer*, kandungan padat dan kekentalan dengan viscometer, kelembutan bahan dengan metode *dry film* serta perubahan ikatan dengan spektroskopi *FTIR*. Konsentrasi MA dalam penelitian ini divariasikan sebesar 1, 3, 5, 7, dan 9 % pada suhu 80°C, serta MA sebesar 9% pada suhu 95°C sebagai pembanding. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa PE-g-MA 9% pada suhu 80°C adalah komposisi yang paling stabil. Peningkatan suhu hingga 95°C pada komposisi tersebut memberikan hasil yang lebih baik yaitu tidak ditemukan penggumpalan pada saat pengujian kelembutan bahan.

#### 5.2. Saran

- 1) Untuk riset lanjutan mengenai pencangkokan MA pada PE, dapat digunakan katalis selain AMP 95 yang dapat meningkatkan nilai pH lebih signifikan. Dengan nilai pH yang lebih tinggi akan meningkatkan umur penyimpanan bahan.
- 2) Proses pembuatan/ sintesis PE-g-MA dapat dilakukan pada suhu proses yang lebih tinggi dari 95oC, namun lebih rendah dari titik lebur PE ( 103 – 108 °C) untuk menentukan nilai kejenuhan PE-g-MA.
- 3) Sebaiknya dilakukan juga penelitian dengan menggunakan *Gas Cromatografi Mass Spectrometri* (GCMS) untuk lebih mengetahui perubahan ikatan pada PE-g-MA

## DAFTAR REFERENSI

1. Steven P Malcom (2001), “Kimia Polimer” edisi Indonesia oleh Dr.Ir.Iis Sopyan,M.Eng, cetakan pertama, Pradnya Paramita,2001, hal 3-5
2. “Mechanical Performance Improvement of Low Density Polyethylene Blends” (2008) <http://www.springerlink.com/content/r441107n4u478417/fulltext.pdf>
3. Polyethylene (2008), <http://www.polyethylene/w3005678/fulltext.com> (13 Desember 2008)
4. Chemical Fact Sheet (2000), Polyethylene, Orica. Co, <http://www.polyethylene/w4546R778fulltext.com>( 13 Desember 2008)
5. European Patent EP0129312 (1984) ;”Polyethylene composition”, <http://www.freepatentsonline.com/EP0129312A1.html> ( 1 Juni 2008)
6. M.J. Rogerson B.Sc ( 2005), “What is Crosslinked Polyethylene And Why Do We Use It?”, Technical Director Micropol Ltd, <http://www.crosslinked.com/polyethelene.com> ( 13 Maret 2008)
7. Anonimus, “Fabric Softener” (2006). Tangerang: PT Clariant-Indonesia, ( 12 Februari 2008)
8. Marcus oil & Chemical (2000), Products : Applications <http://www.marcus.oilchemical/products.com> ( 14 Maret 2008)
9. Anonimus,” Fashionable Trends in Textile Finishing”(2006), Tangerang: PT Clariant Indonesia, 2000 ( 12 Februari 2008)
10. Hase Petroleum Wax Co (2005), “Polyethylene Wax”, <http://www.sales.hpwax.com> ( 13 Maret 2008)
11. PT. Clariant, Product Data Sheet-Waxes (2008), “Licowax PED 521 Granules” (12 Februari 2008)
12. Material Data Sheet, Merck halaman 806 (800408)
13. Wikipedia Maleic Anhydride, [http://en.wikipedia.org/wiki/maleic\\_anhydride](http://en.wikipedia.org/wiki/maleic_anhydride) (13 Juli 2008)
14. Maleic Anhydride, <http://www.jtbaker.com/msds/englishhtml/m0364.htm> ; ( 13 Juli 2008)
- 15.” Jurnal of Industrial Textiles” <http://www.git.sagepub.com/cgi/content/abstract/19/3/169?ck=nck> ; ( 1 April 2008)

16. Patent No WO/1997/022471 (1997), "Process For Preparing A Laminate",  
<http://www.wipo.int/pctdb/en.wo.jsp?IA=Wo1997022471&display=DESC>  
( 1 Mei 2008)
17. T.C (Mike)Chung, " Functionalization of Polyolefins", The Pennsylvania State University, 2002, hal 72-73
18. <http://www.freepatentsonline.com/4024859.html>
19. Yanly Huo, Gabriel Groeninckx, Paula Mouldenaers; "Rheology and Morphology of Polystyrene/Polypropylene blends with in situ compatibilization"; 19 April 2006; Published online 25 January 2007;  
<http://www.springerlink.com/content/q6877325457j9263/fulltext.pdf>  
( 1 Juni 2008)
20. United State Patent No 4157307; " Liquid States Patent"; The Procter & Gambler Company; 7 Agustus 1978; <http://xrint.com/patents/us/4157307> (1 Juni 2008)
21. Y. Pietrasanta, JJ.Robin, N.Torres, dan B. Boutevin; " Mechanical Performance Improvement of Low-Density Polyethylene Blends"; 1 juni 1998,
22. United State Patent 1970578 ( 1 Juni 2008)
23. Patent No: 38293; "Washing and Softening Compositions; Detersif Avec Agent Assouplissant"; <http://patents.ic.gc.ca/cipo/cpd/en/patent38293/claims.html>  
(17 Juni 2008)
24. United State Patent 4014859; " Production of Polyethylene"; Maret 1977; <http://www.freepatentsonline.com/4014859.html> ( 1 Juni 2008)
25. United State Patent 4414369 (1983), "Continuous process for the preparation of polyolefins having widely distributed molecular weights",  
<http://www.freepatentsonline.com/4014859.html>; ( 1 Juni 2008).
26. United State Patent 5503767; " Anti static rinse added fabric softener"  
[http://patent .ic.gc.ca/cipo/cpd/en/patent 550377/description.html](http://patent.ic.gc.ca/cipo/cpd/en/patent550377/description.html); (20 Mei 2008)
27. Anonimus. Tanpa tahun. *Durable Press Finished*. Tangerang: PT. Clariant Indonesia.
28. ASM International;"Engineering Plastics";Vol 2; Engineered Materials Handbook ( hal: 123-127)

29. From wikipedia, the free encyclopedia (2000), Ammonium persulfate  
<http://www.jtbaker.com/msds/englishhtml/a6096.htm> ( 1 Januari 2008)
30. United States Patent 4812506 (1987), “ Amino methyl Propanol blocked aromatic Sulfonic Acid”, <http://www.freepatentsonline.com/4812506.html>  
( 1 Juni 2008)
31. From wikipedia, the free encyclopedia, “AMP 95”,  
<http://www.jtbaker.com/msds/englishhtml/a04341.html>
32. Jian Lin, Shashi K. Murthy, Brandley D.Olsen, KarenK.Gleason & Alexander M. Klibanov (2003), ”Making thin polymeric materials; including fabrics; microbicial and also water repellent”, Biotechnology Letters,  
<http://www.springerlink.com/content/eq74qv6771226300/fulltext.pdf>  
( 1 Juni 2008)

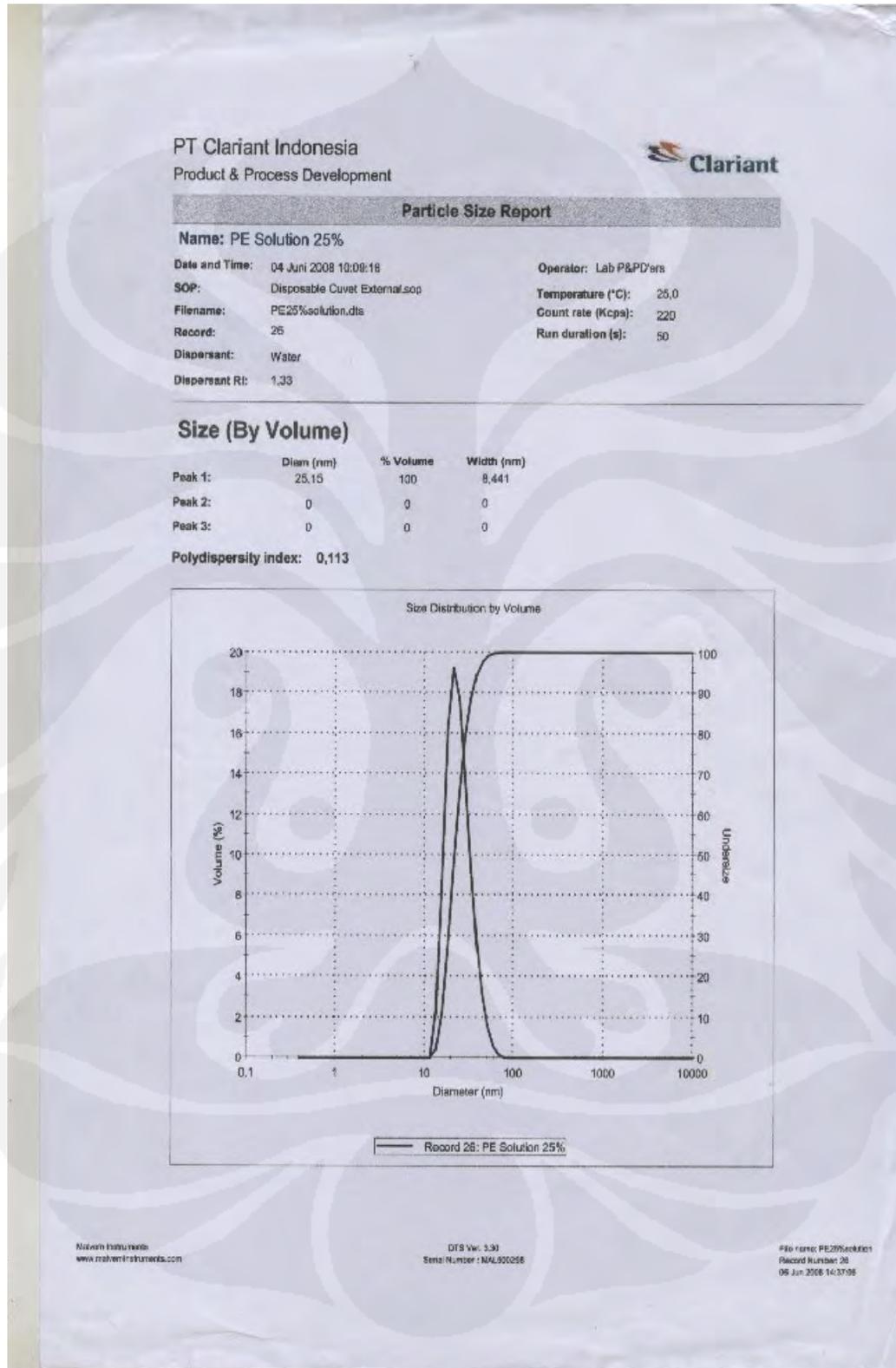
### Lampiran 1 Hasil Kandungan Padat Larutan sebelum Penambahan AMP 95

Nama Sampel	Analisa ke....	Al foil		Bobot setelah pemanasan	kadar solid(%)	Rata-rata kadar solid		
		Massa Aluminium	massa kosong			praktek	SC teori	Δ solid
		mAl	mo					
PE solution	1	0.282	0.903	0.546	29.236	28.65	25	3.646
	2	0.299	0.96	0.577	28.958			
	3	0.29	0.941	0.554	28.055			
	4	0.241	0.9	0.49	27.667			
	5	0.25	0.979	0.537	29.316			
MA solution	1	0.28	0.99	0.57	29.293	27.67	27.28	0.386
	2	0.27	0.97	0.57	30.928			
	3	0.31	0.95	0.58	28.421			
	4	0.26	0.94	0.45	20.213			
	5	0.24	0.95	0.52	29.474			
PE-g-MA 1%	1	0.235	0.976	0.513	28.484	28.37	28.03	0.341
	2	0.261	0.908	0.522	28.744			
	3	0.255	0.903	0.508	28.018			
	4	0.249	0.966	0.521	28.157			
	5	0.255	0.942	0.523	28.45			
PE-g-MA 3%	1	0.27	0.96	0.56	30.208	28.44	27.96	0.476
	2	0.24	0.92	0.52	30.435			
	3	0.28	0.92	0.54	28.261			
	4	0.25	0.93	0.46	22.581			
	5	0.25	1.01	0.56	30.693			
PE-g-MA 5%	1	0.24	0.95	0.52	29.474	28.36	27.9	0.458
	2	0.2	0.93	0.45	26.882			
	3	0.23	0.96	0.5	28.125			
	4	0.27	0.95	0.55	29.474			
	5	0.28	0.97	0.55	27.835			
PE-g-MA 7%	1	0.241	0.961	0.51	27.992	28.19	27.84	0.352
	2	0.262	0.925	0.521	28			
	3	0.23	0.953	0.495	27.807			
	4	0.283	0.948	0.555	28.692			
	5	0.243	0.966	0.518	28.468			
PE-g-MA 9% pada T = 80 C	1	0.23	0.98	0.5	27.551	27.85	27.8	0.048
	2	0.29	0.91	0.54	27.473			
	3	0.26	0.97	0.53	27.835			
	4	0.36	0.94	0.62	27.66			
	5	0.27	0.94	0.54	28.723			
PE-g-MA 9% pada T= 95 C	1	0.29	0.98	0.57	28.571	28.1	27.8	0.297
	2	0.25	0.99	0.53	28.283			
	3	0.27	0.96	0.54	28.125			
	4	0.3	0.98	0.57	27.551			
	5	0.27	0.93	0.53	27.957			

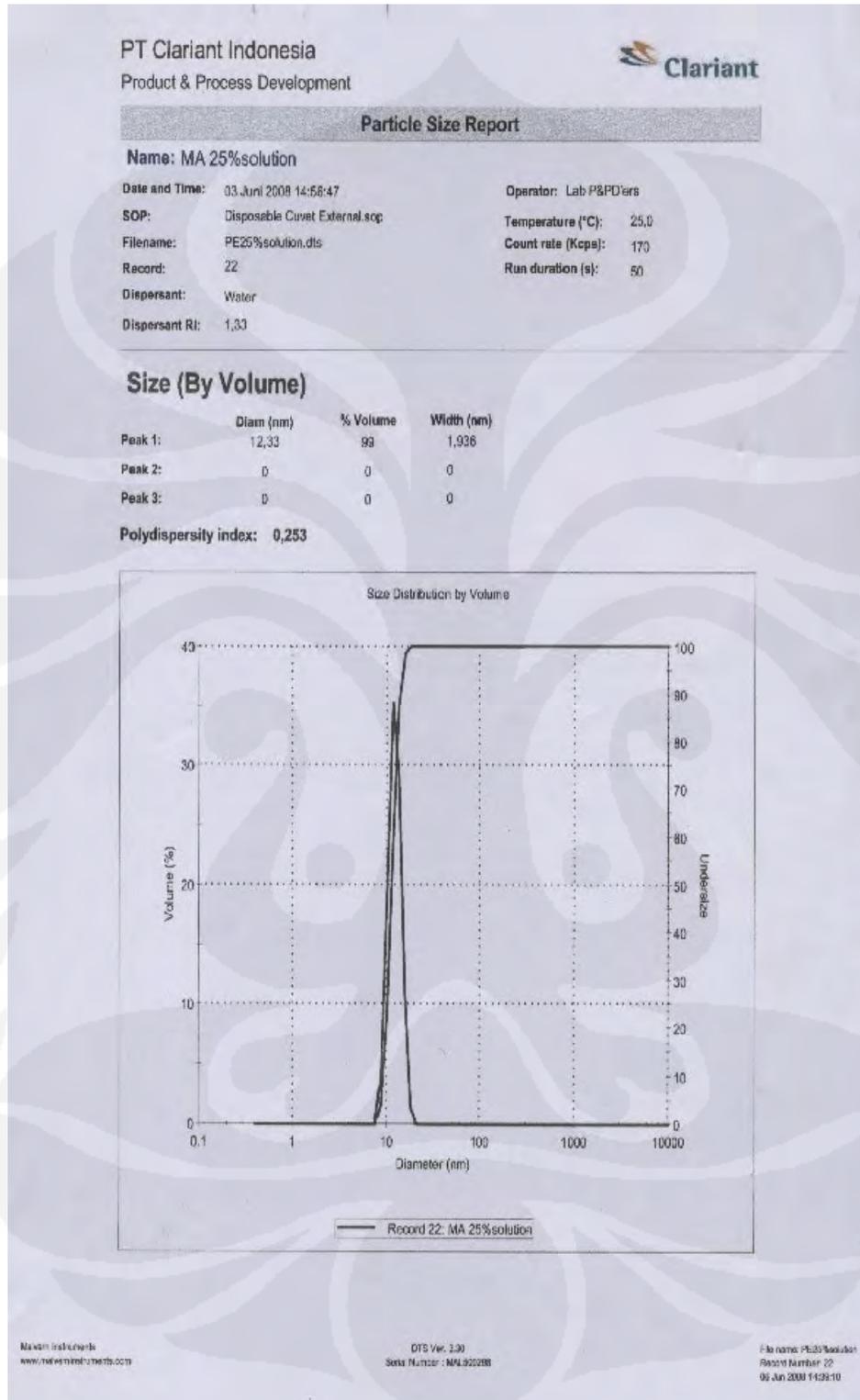
**Lampiran 2.** Data Kandungan Padat Larutan Sesudah Penambahan AMP 95

Nama Sampel	Analisa ke....	Al foil		Bobot setelah pemanasan	kadar solid(%)	Rata-rata kadar solid		
		Massa Aluminium	Massa kosong			praktek	SC teori	$\Delta$ solid
		mAl	mo					
PE-g-MA 3%	1	0.24	0.96	0.53	30.21	30.64	28.84	1.804
AMP 14.77 gr	2	0.26	0.99	0.56	30.30			
	3	0.24	0.96	0.53	30.21			
	4	0.23	0.96	0.53	31.25			
	5	0.25	0.96	0.55	31.25			
PE-g-MA 5%	1	0.3	0.92	0.58	30.43	30.52	29.25	1.266
AMP 25 gr	2	0.25	0.97	0.55	30.93			
	3	0.32	0.94	0.57	26.60			
	4	0.33	0.98	0.64	31.63			
	5	0.35	0.97	0.67	32.99			
PE-g-MA 7%	1	0.25	0.96	0.55	31.25	30.15	29.12	1.026
AMP 25 gr	2	0.24	0.97	0.53	29.897			
	3	0.23	0.97	0.52	29.897			
	4	0.25	0.94	0.53	29.787			
	5	0.25	0.97	0.54	29.897			
PE-g-MA 9%	1	0.27	0.97	0.56	29.897	30.13	29.00	1.127
AMP 25 gr	2	0.28	0.97	0.57	29.897			
pada T = 80 C	3	0.28	0.9	0.56	31.111			
	4	0.29	0.92	0.57	30.435			
	5	0.32	0.99	0.61	29.293			
PE-g-MA 9%	1	0.25	0.96	0.56	32.292	30.32	29.00	1.318
AMP 25 gr	2	0.25	0.99	0.55	30.303			
	3	0.26	0.95	0.55	30.526			
	4	0.26	0.97	0.55	29.897			
	5	0.27	0.98	0.55	28.571			

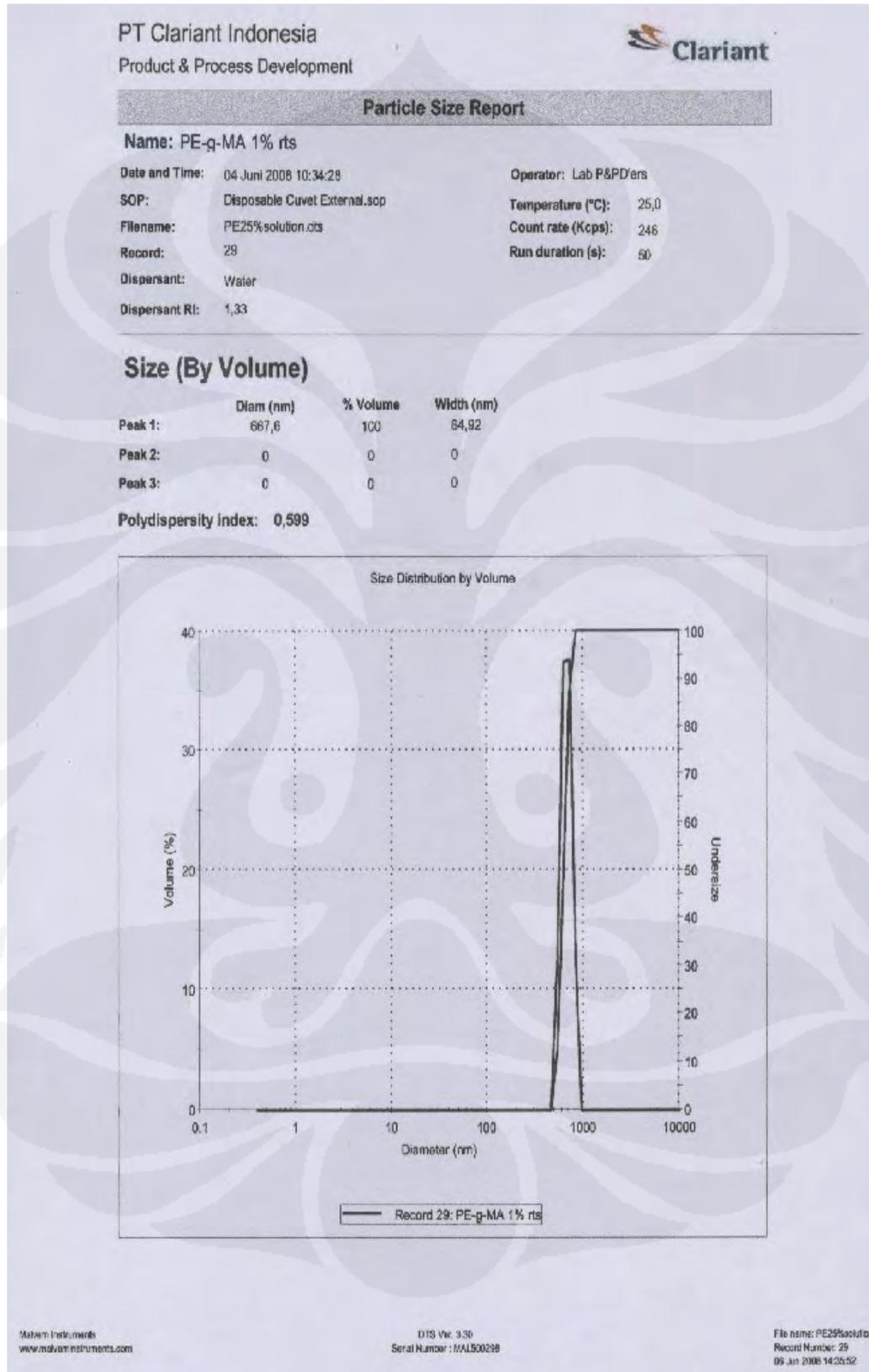
**Lampiran 3.** Data Ukuran Partikel pada PE 25% solution



#### Lampiran 4. Data Ukuran Partikel pada MA 25% solution

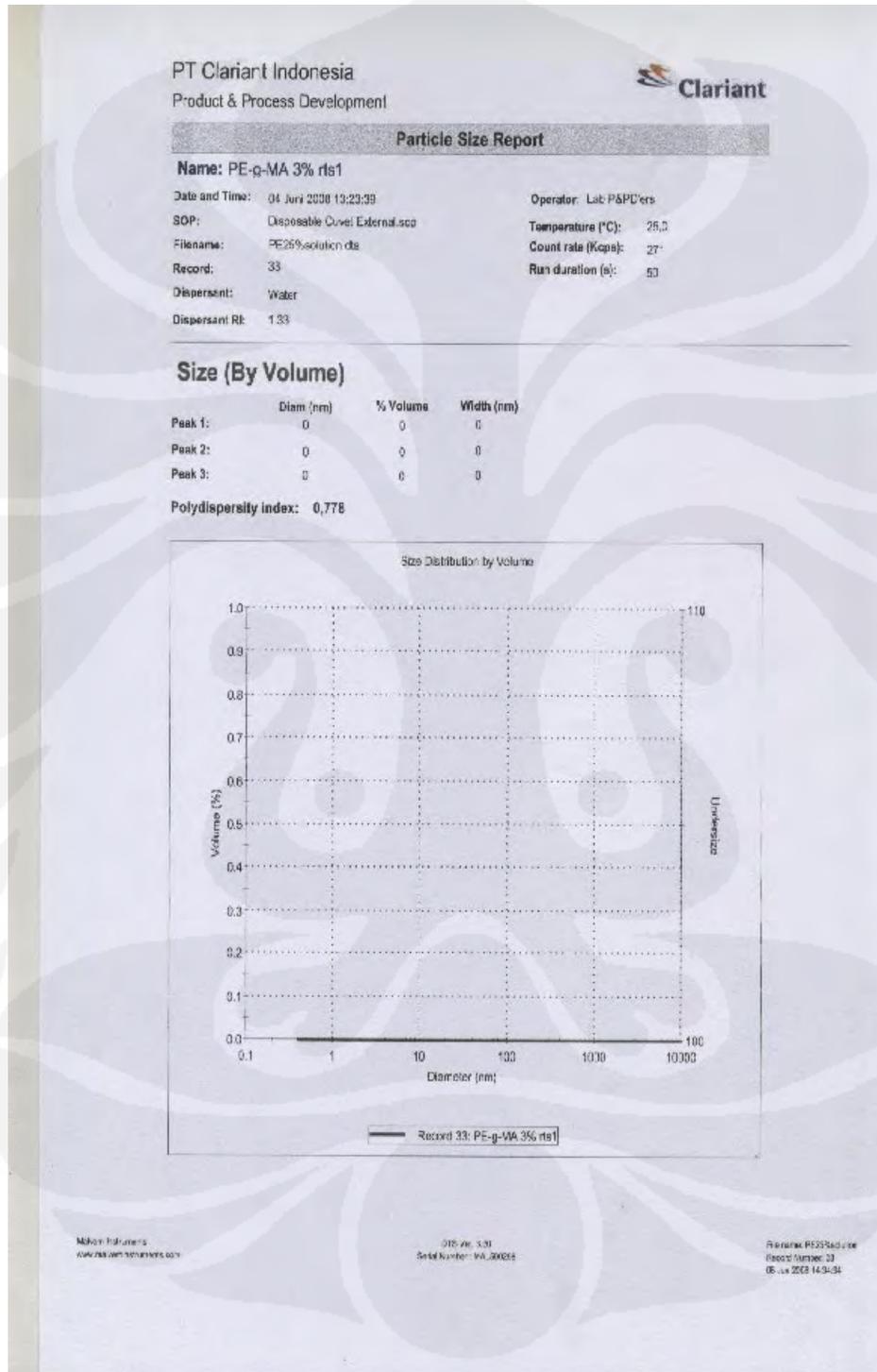


**Lampiran 5.** Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 1%

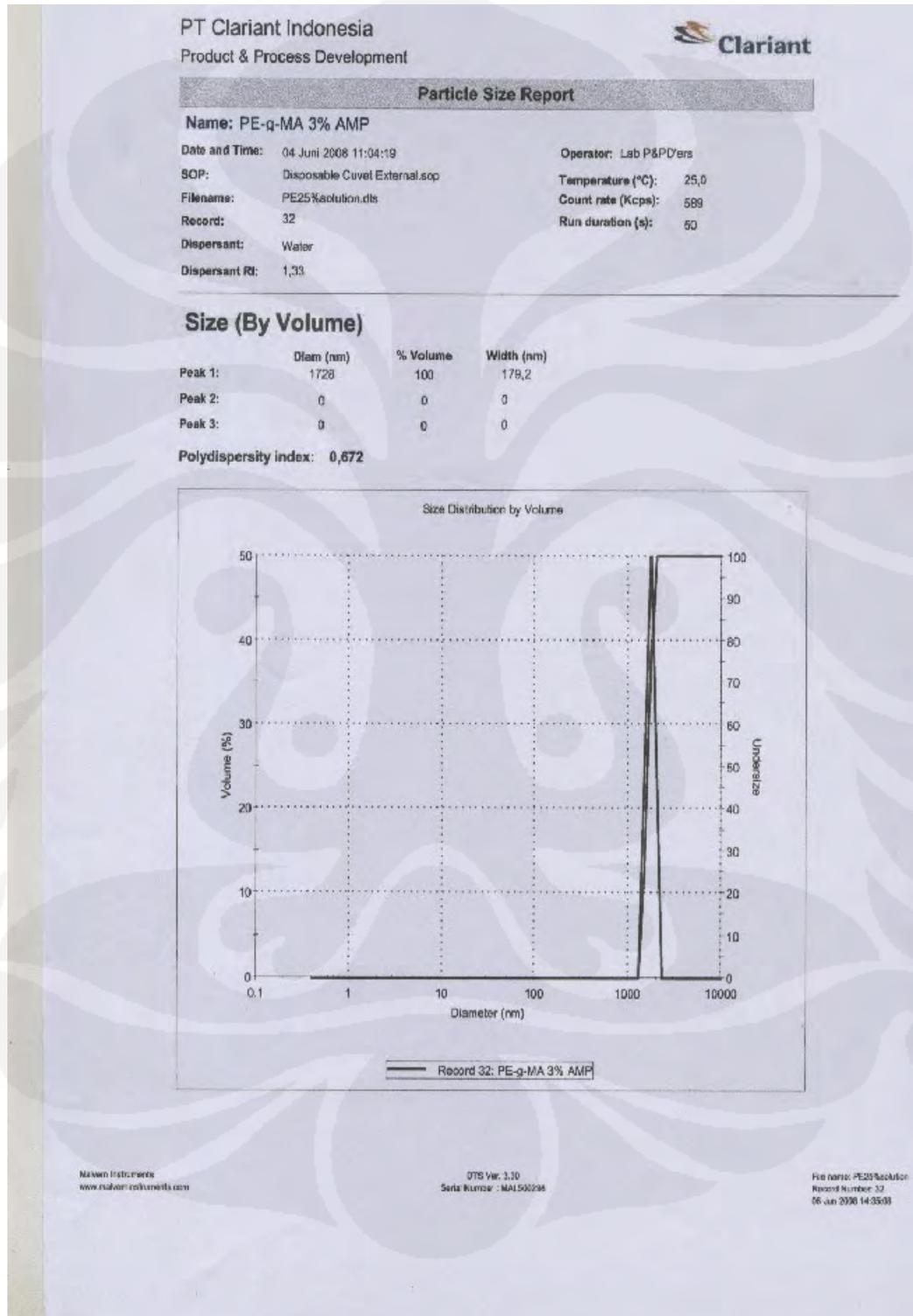


**Lampiran 6.** Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 3%  
sebelum penambahan AMP 95

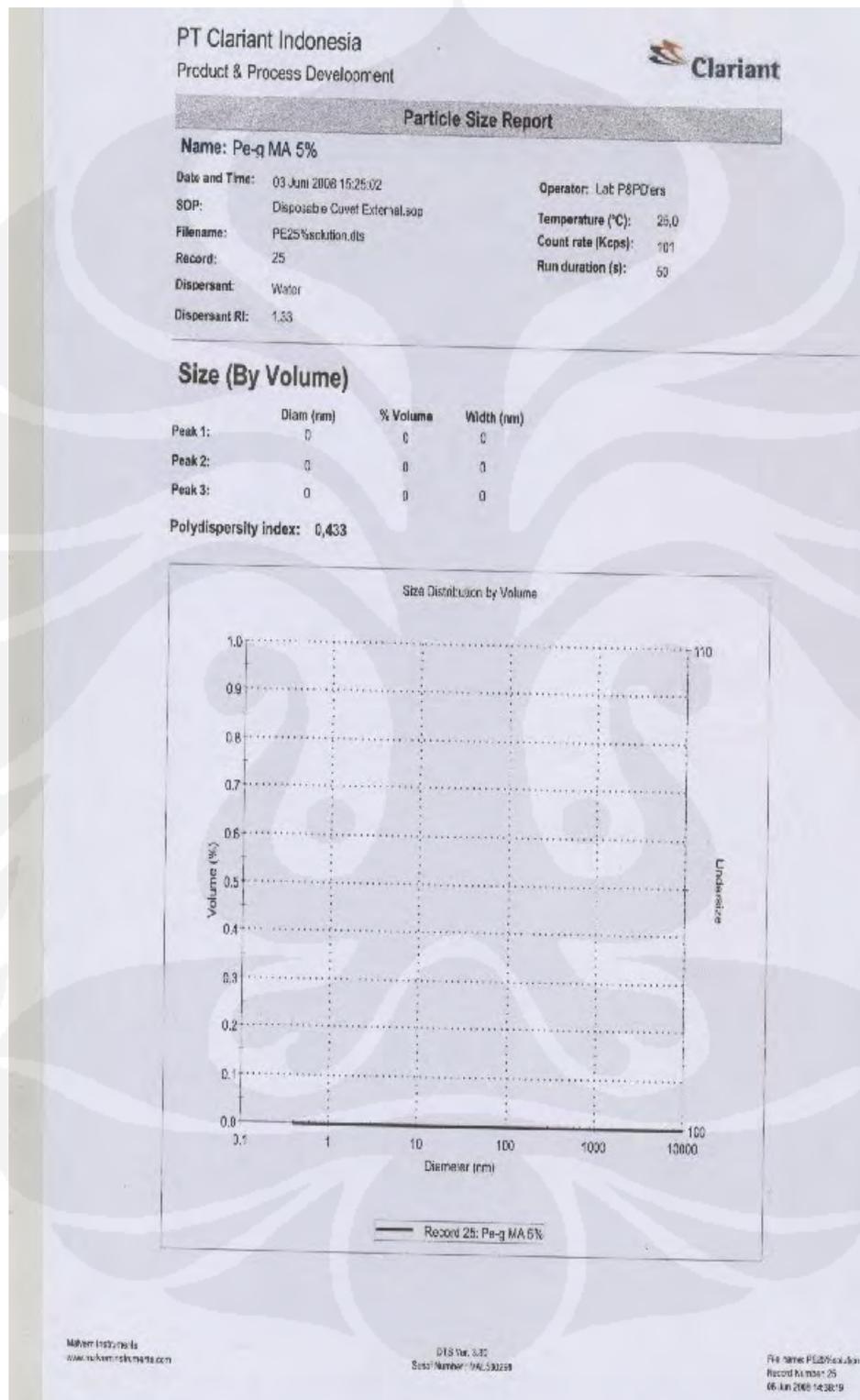
56



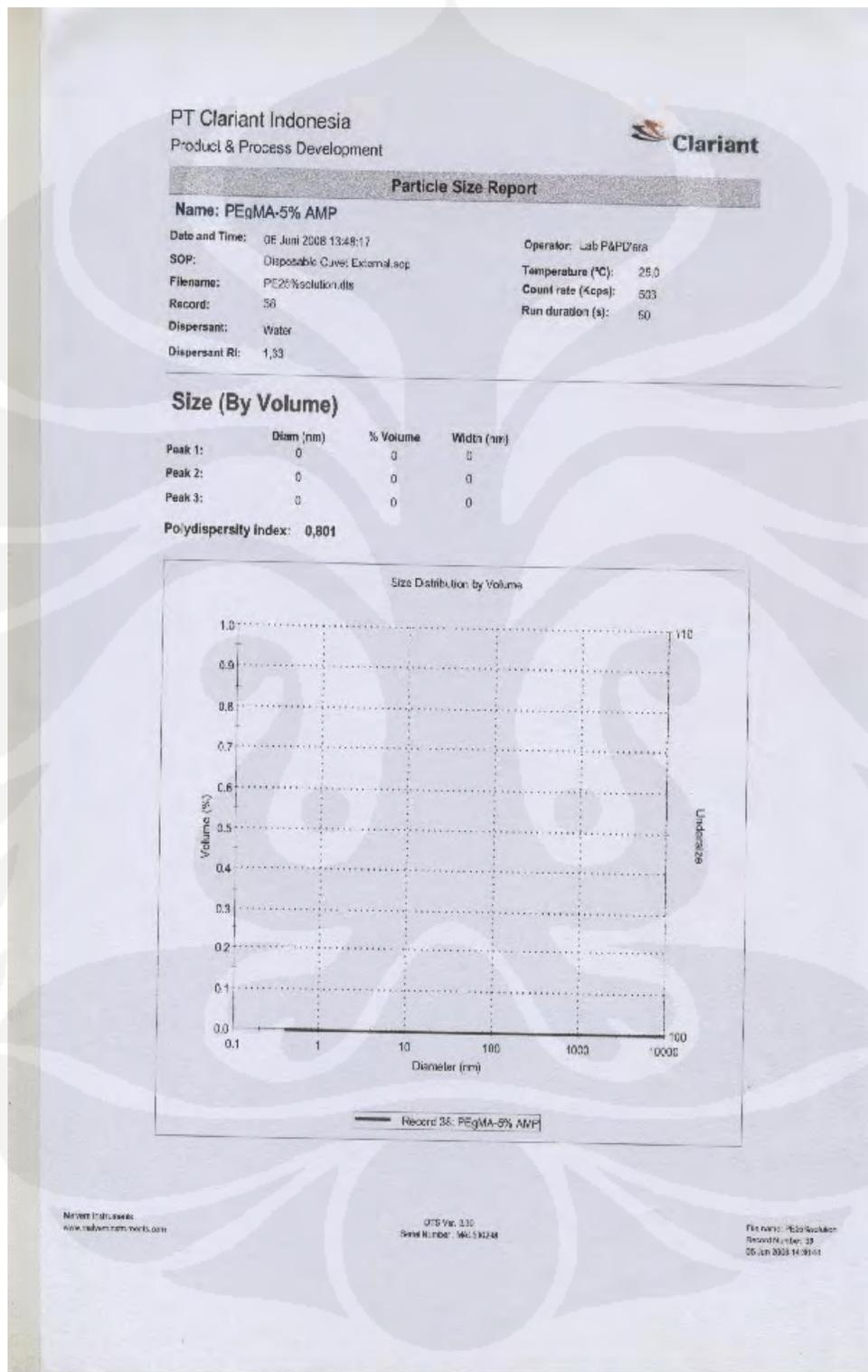
**Lampiran 7** Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 3%  
sesudah penambahan AMP 95



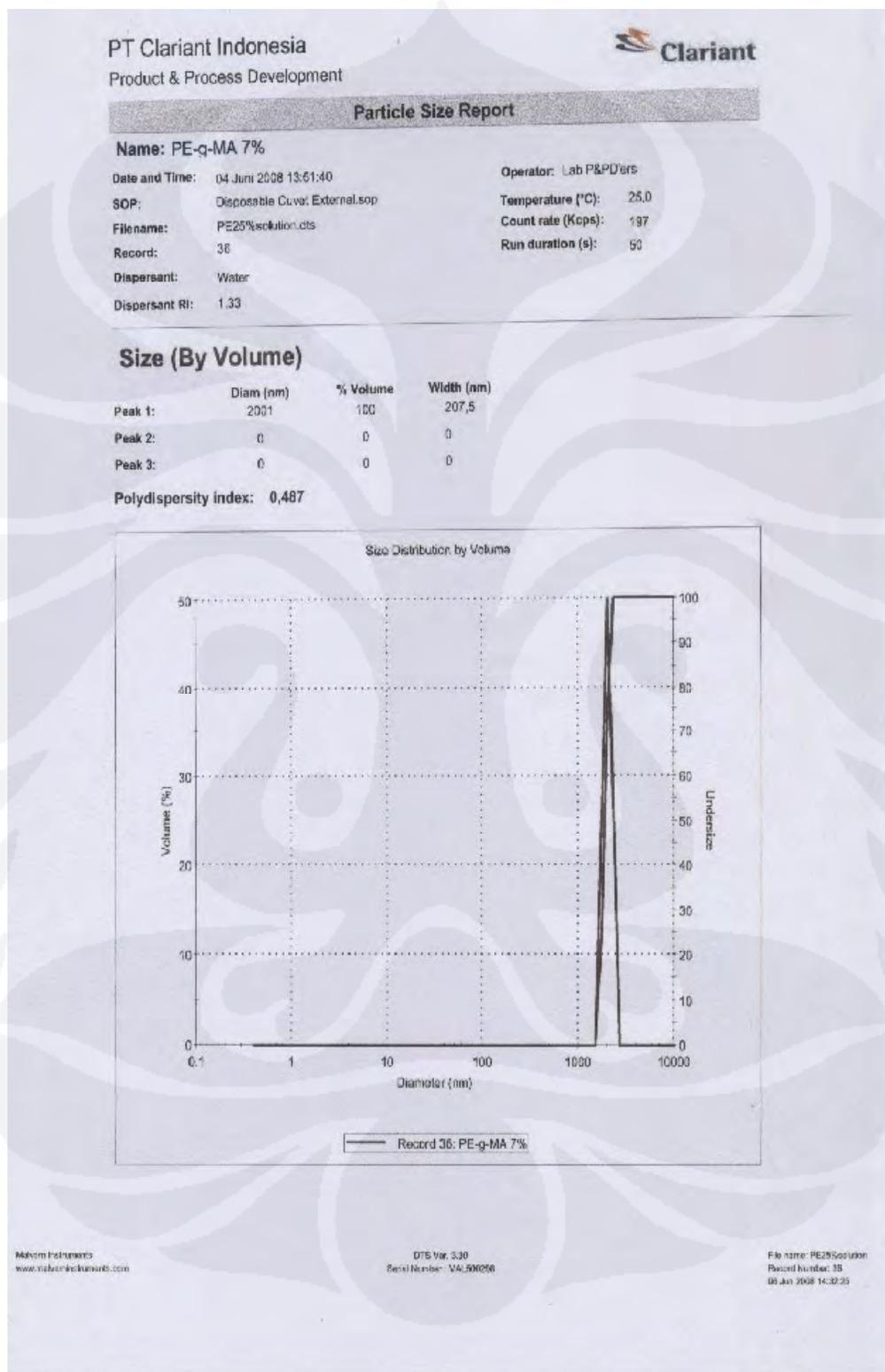
**Lampiran 8** Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 5%  
sebelum penambahan AMP 95



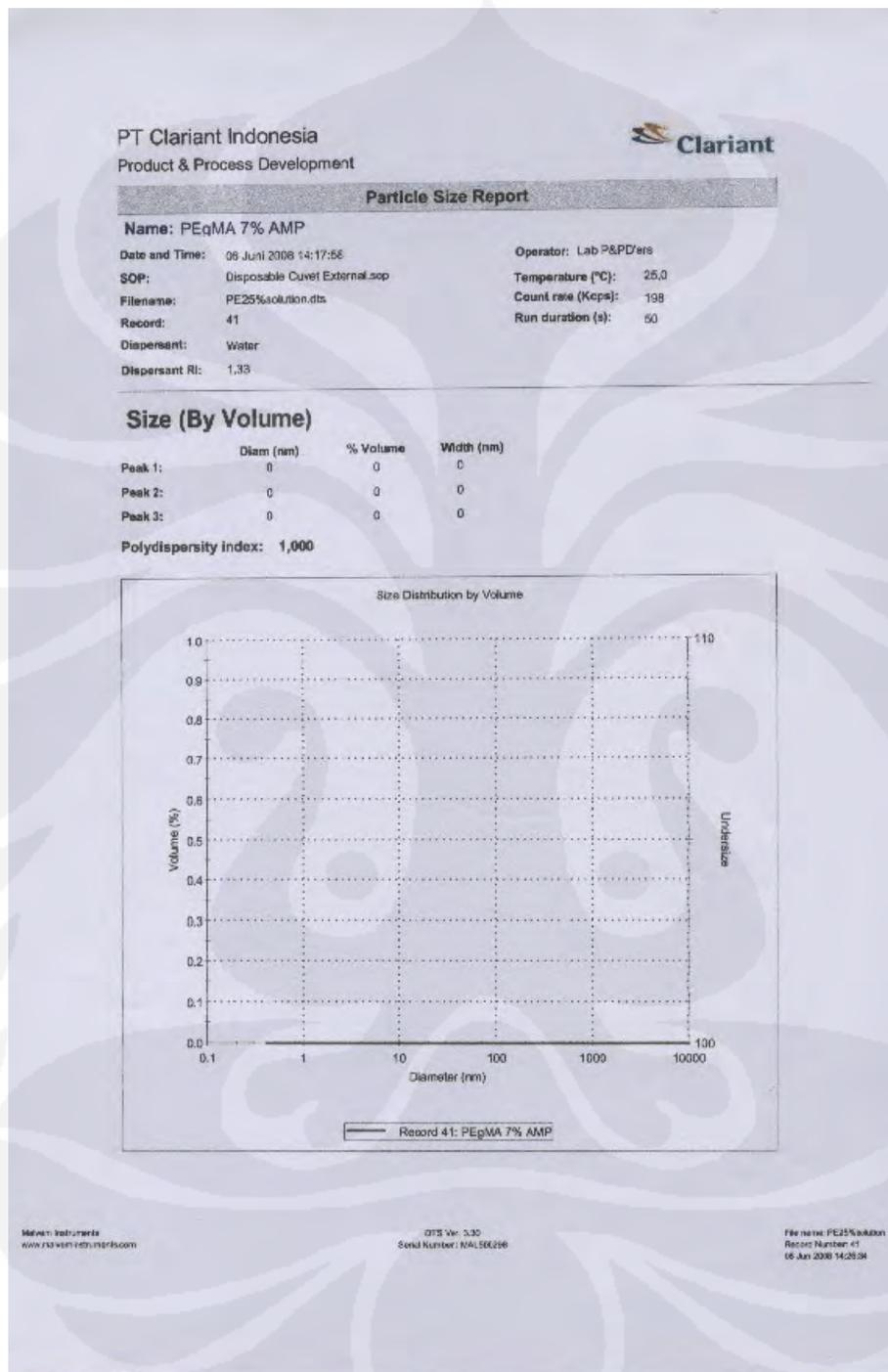
**Lampiran 9** Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 5%  
sesudah penambahan AMP 95



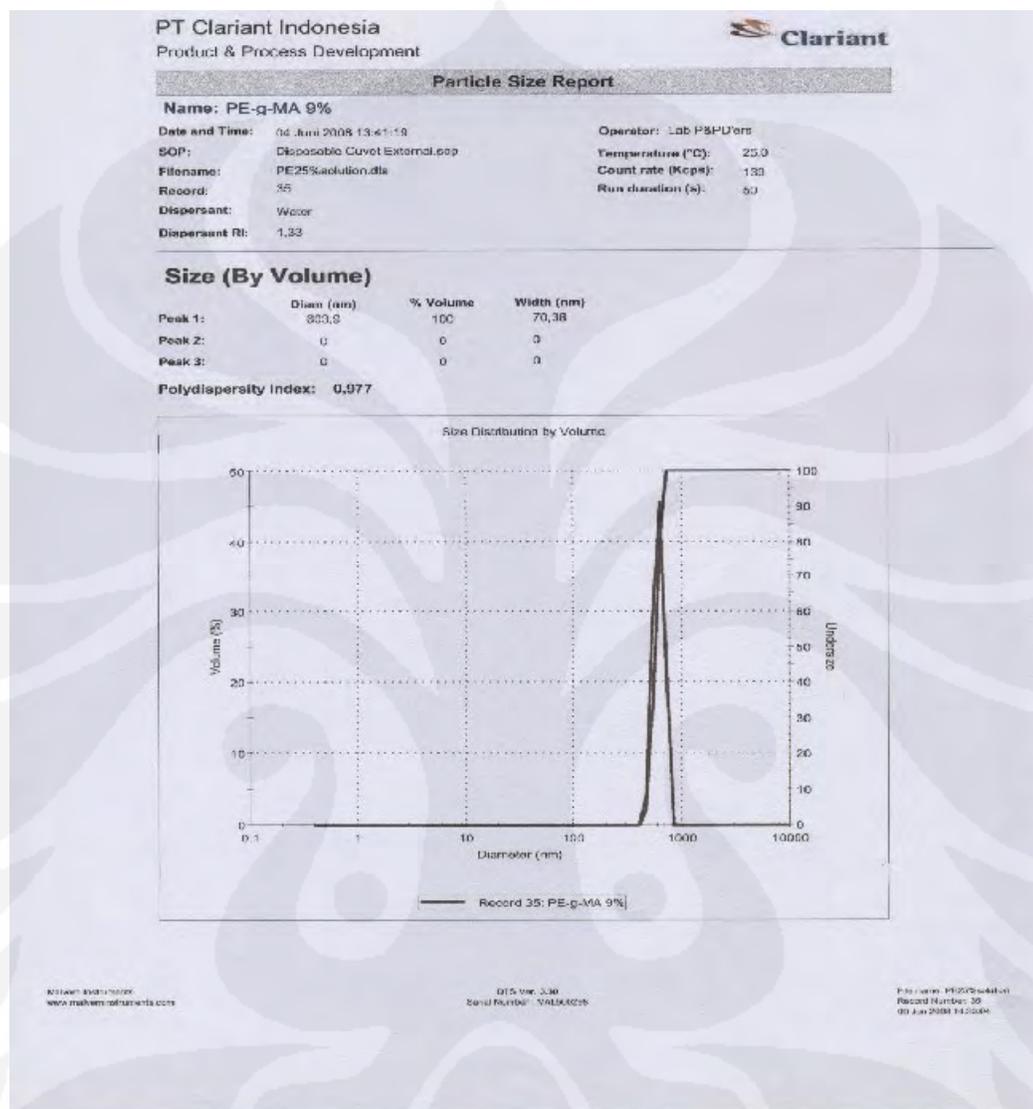
**Lampiran 10 Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA7%**  
**sebelum penambahan AMP 95**

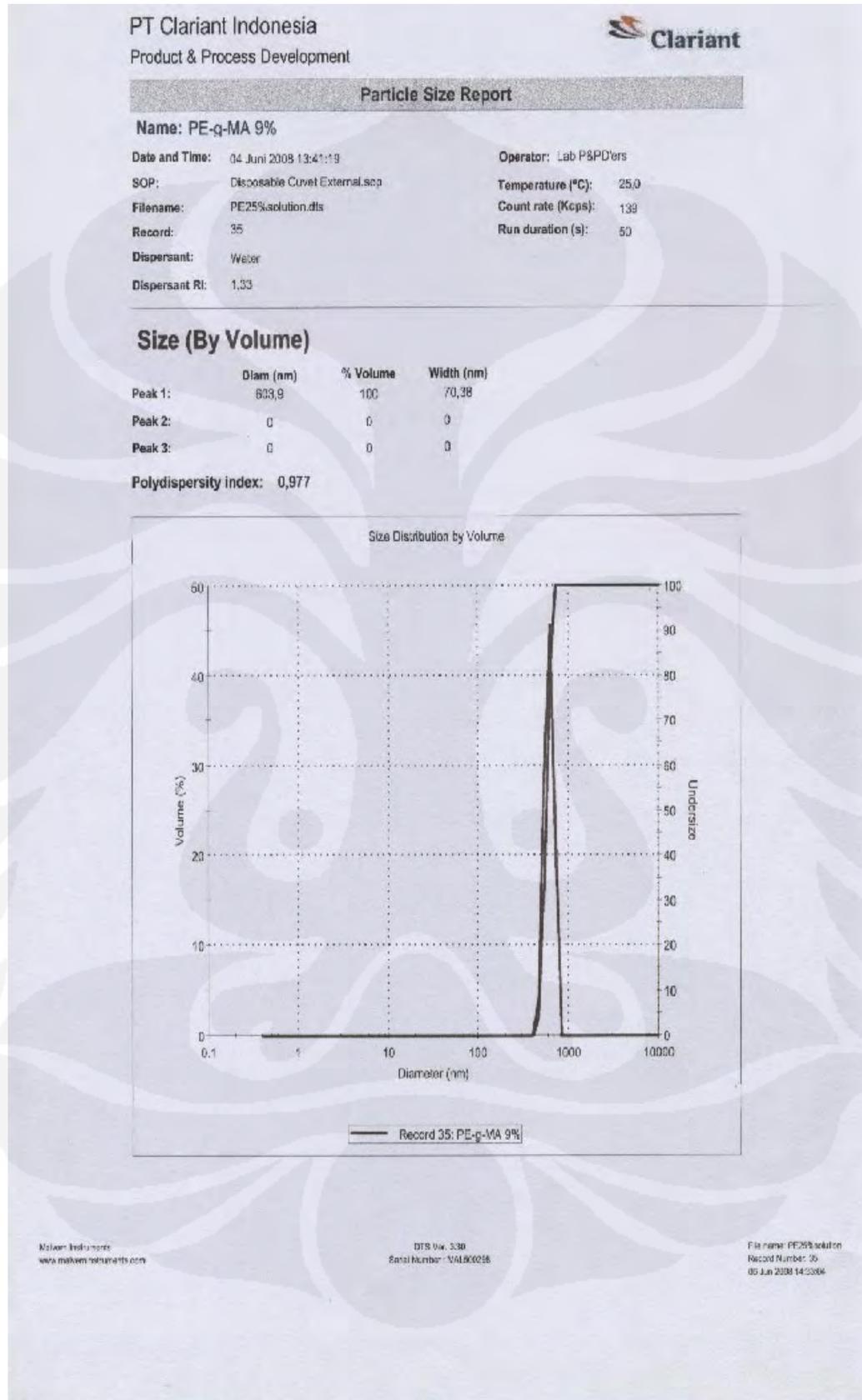


**Lampiran 11** Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 7%  
sesudah penambahan AMP 95

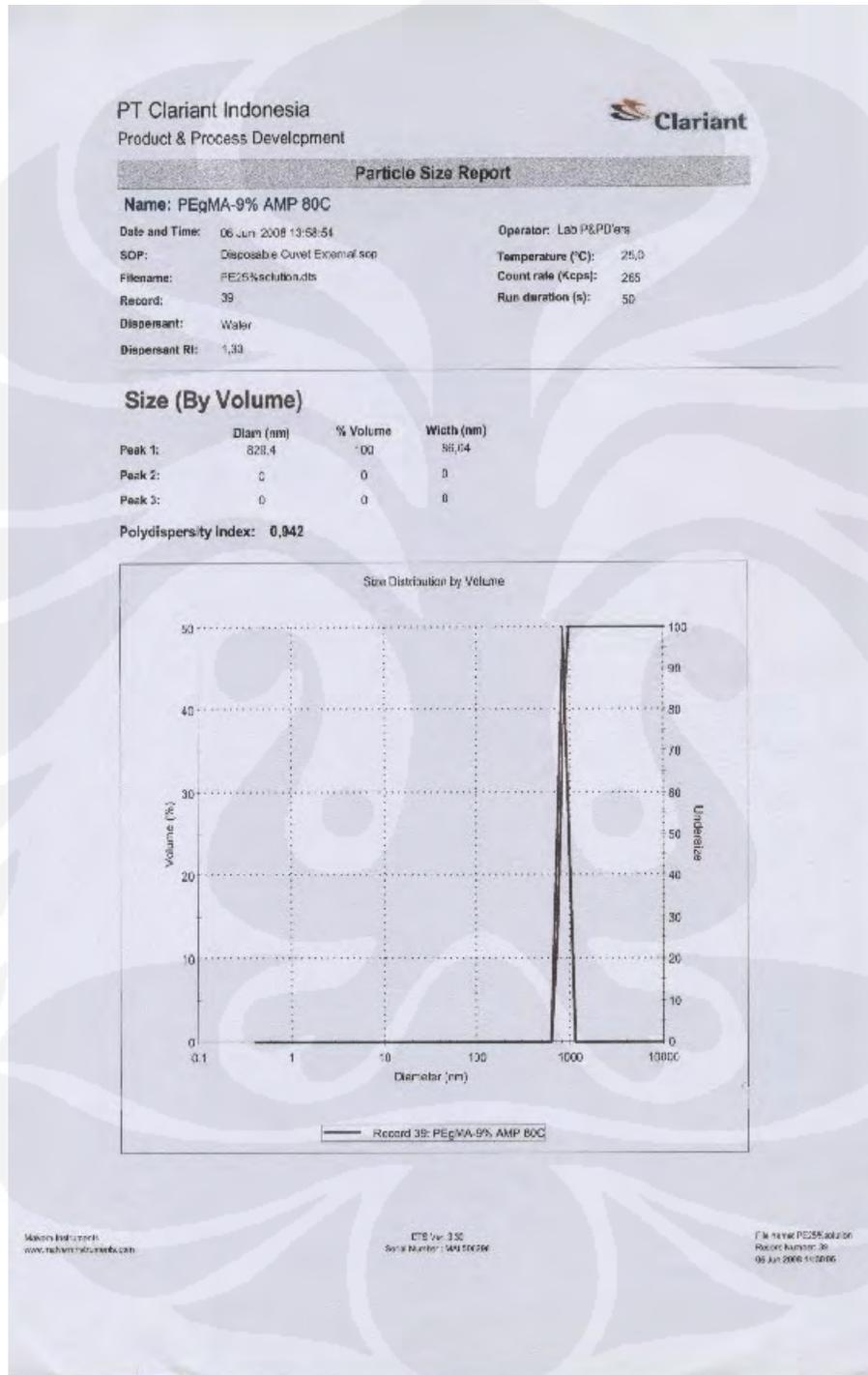


**Lampiran 12** Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 9%, T=80°C  
sebelum penambahan AMP 95

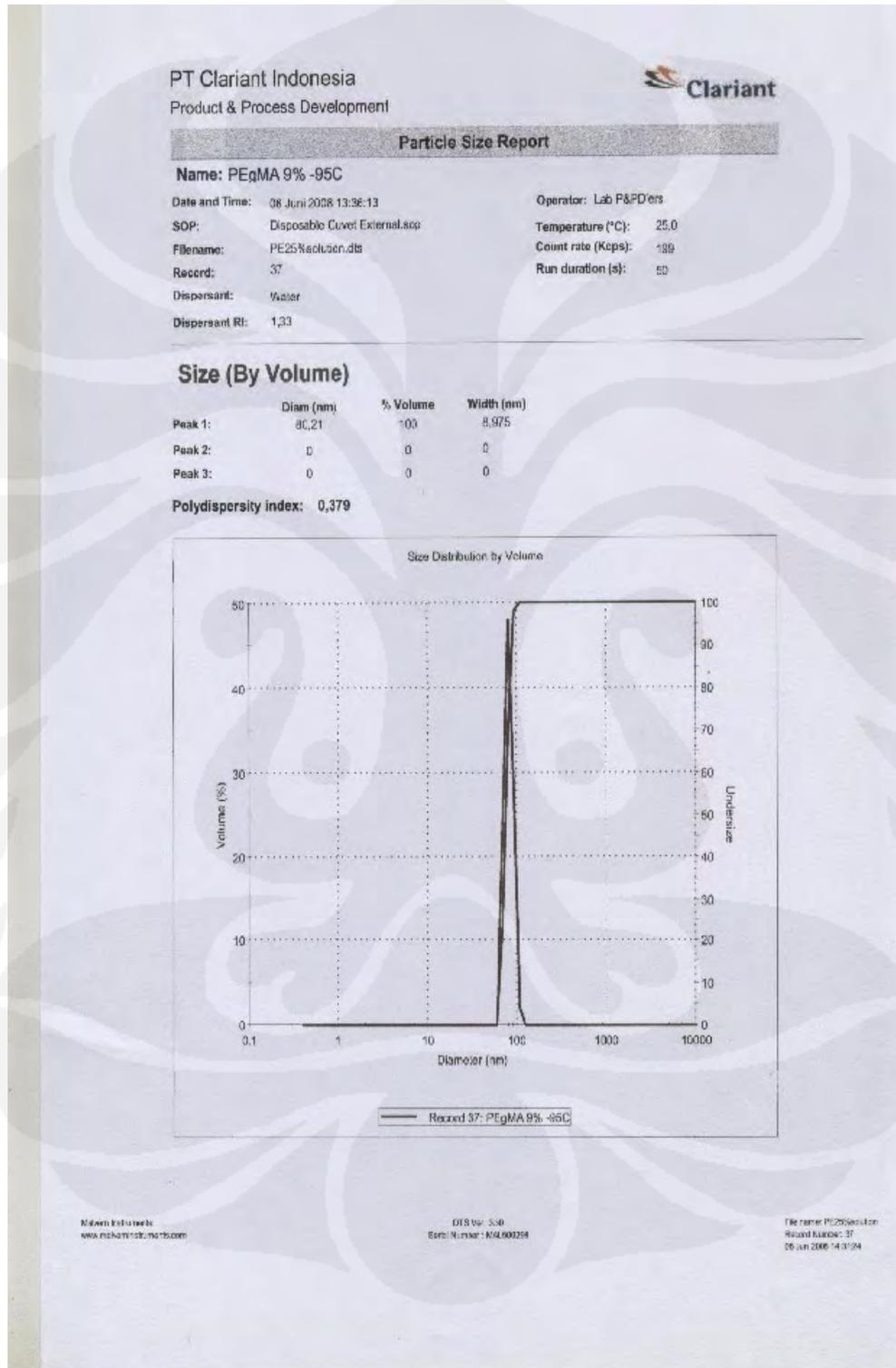




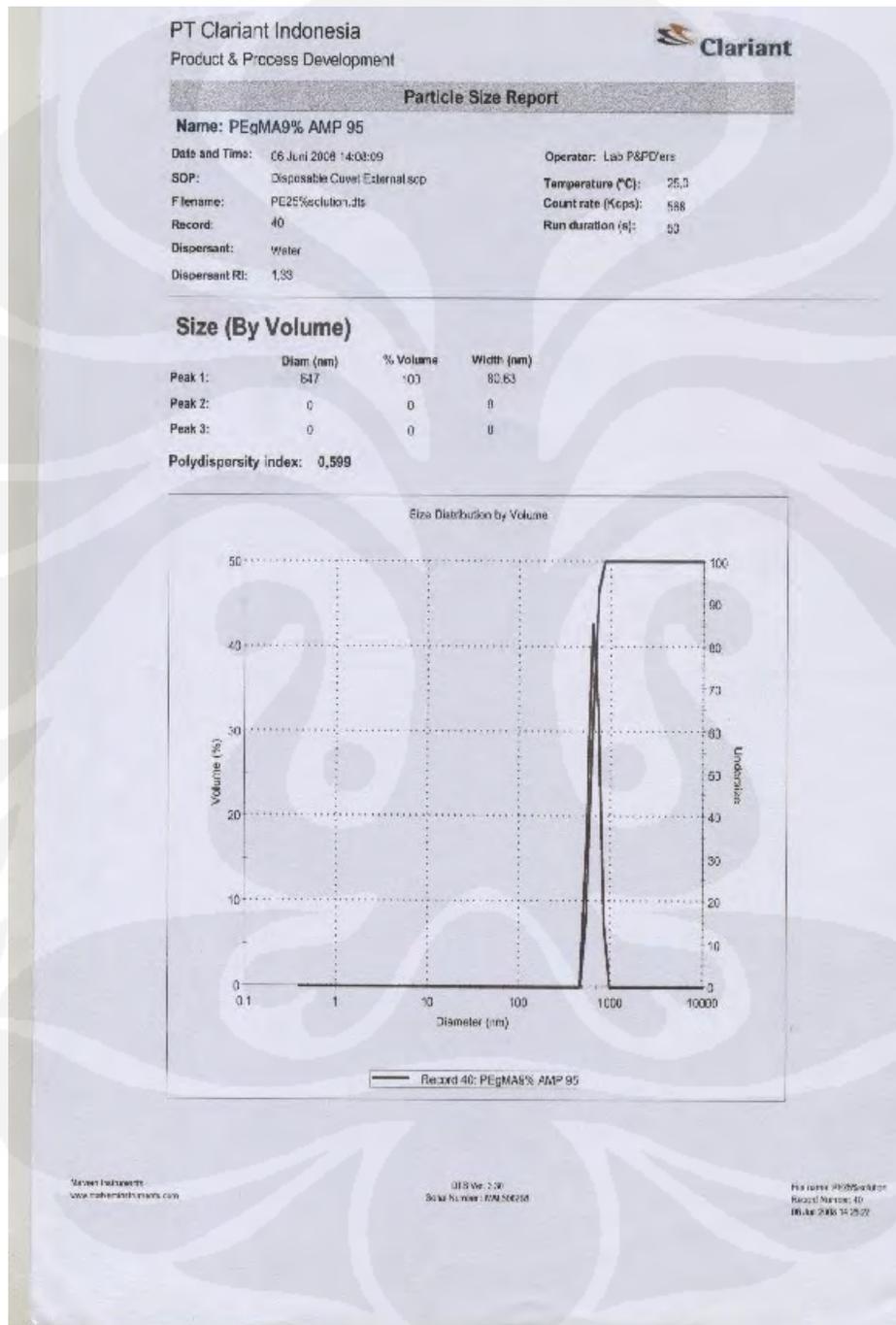
**Lampiran 13** Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 9%, T=80<sup>0</sup>C  
sesudah penambahan AMP 95



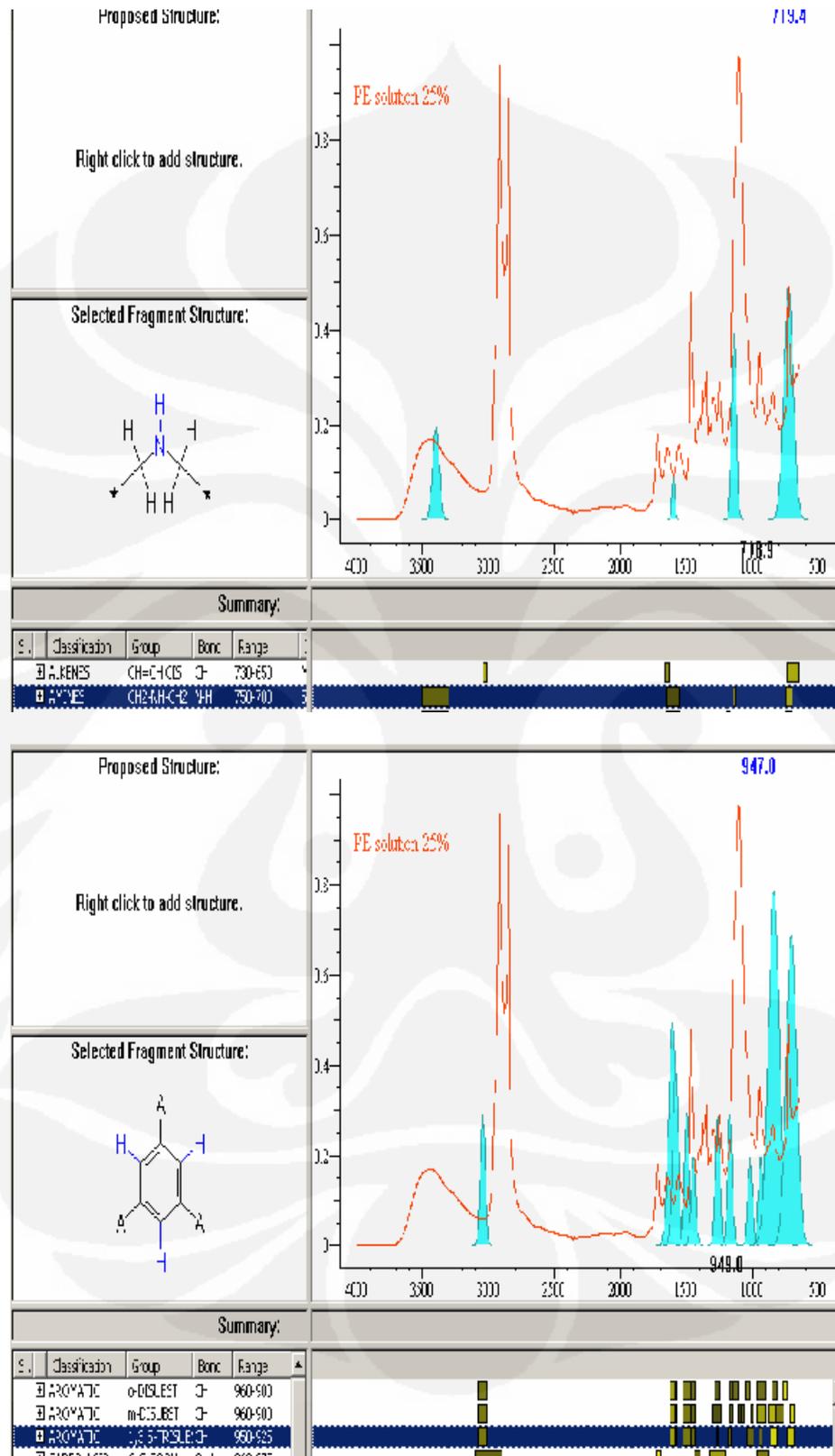
**Lampiran 14** Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 9%, T=95<sup>0</sup>C  
sebelum penambahan AMP 95

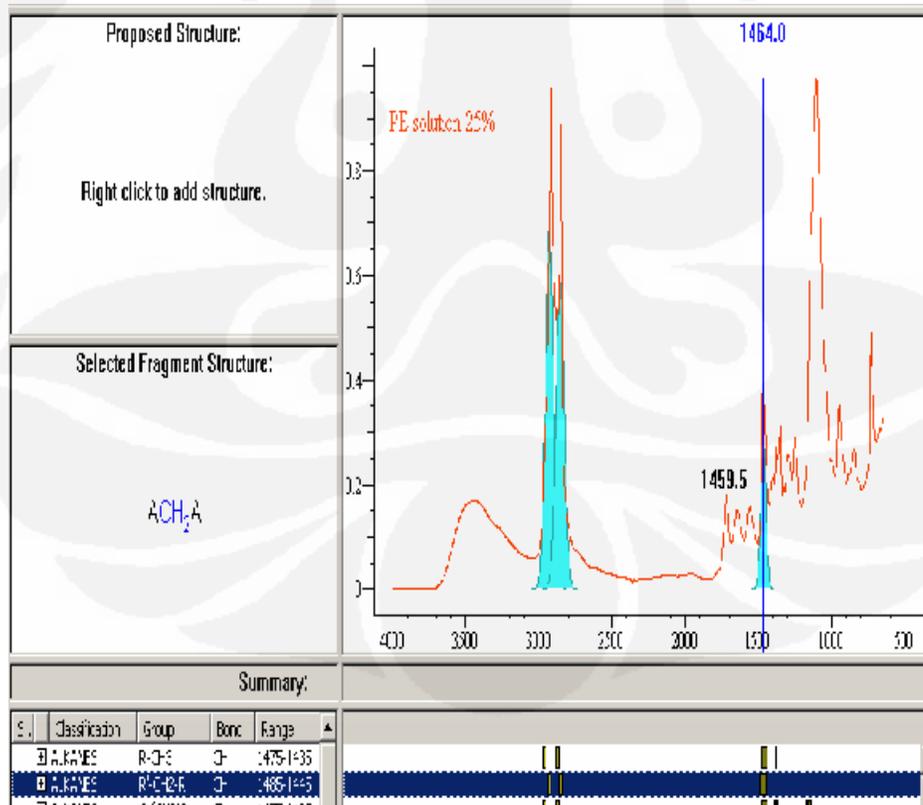
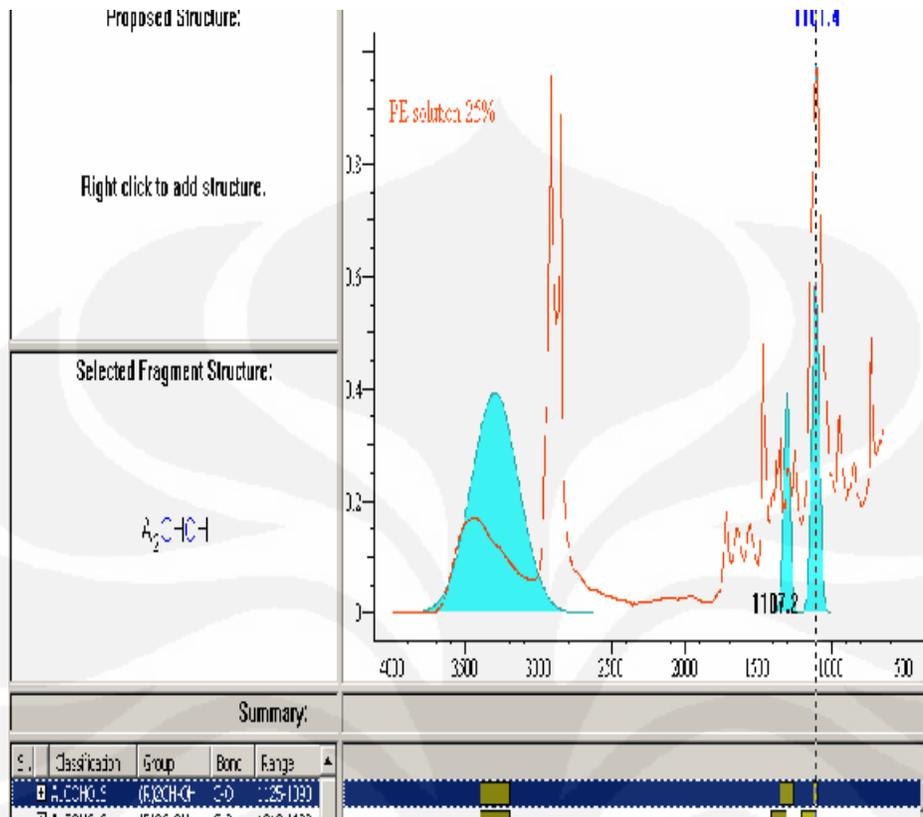


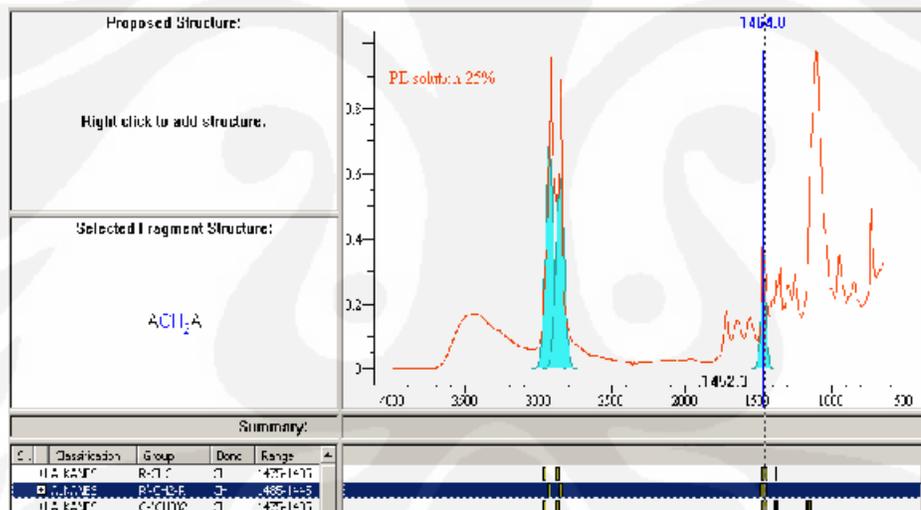
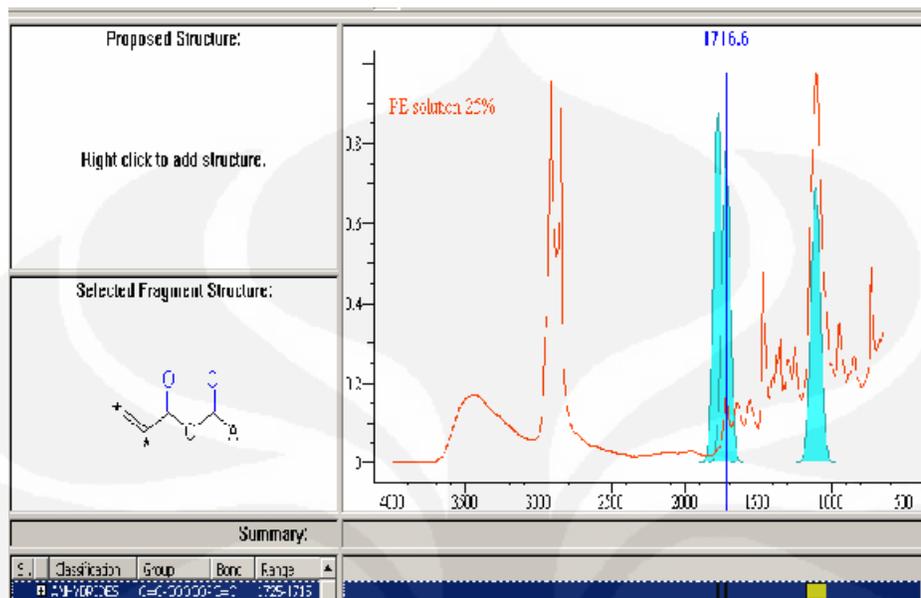
**Lampiran 15** Data Ukuran Partikel pada PE-g-MA 9%, T=95°C  
sesudah penambahan AMP 95

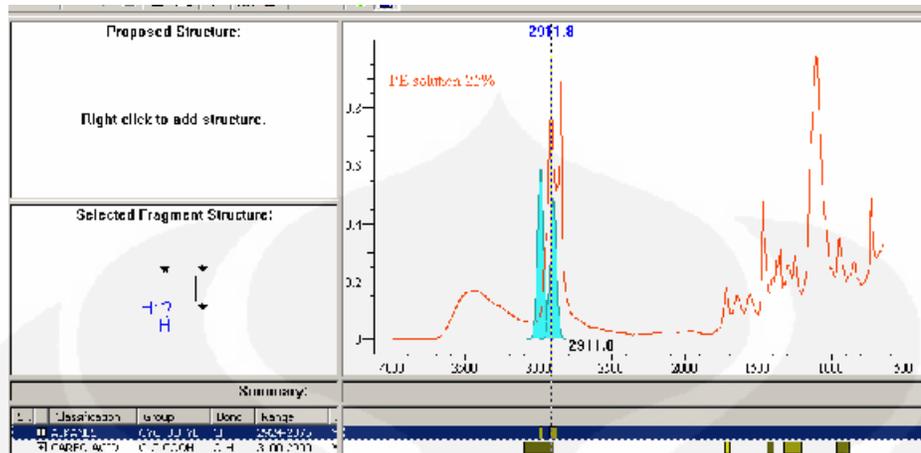


### Lampiran 16 Data Karakterisasi Ikatan pada PE 25% solution

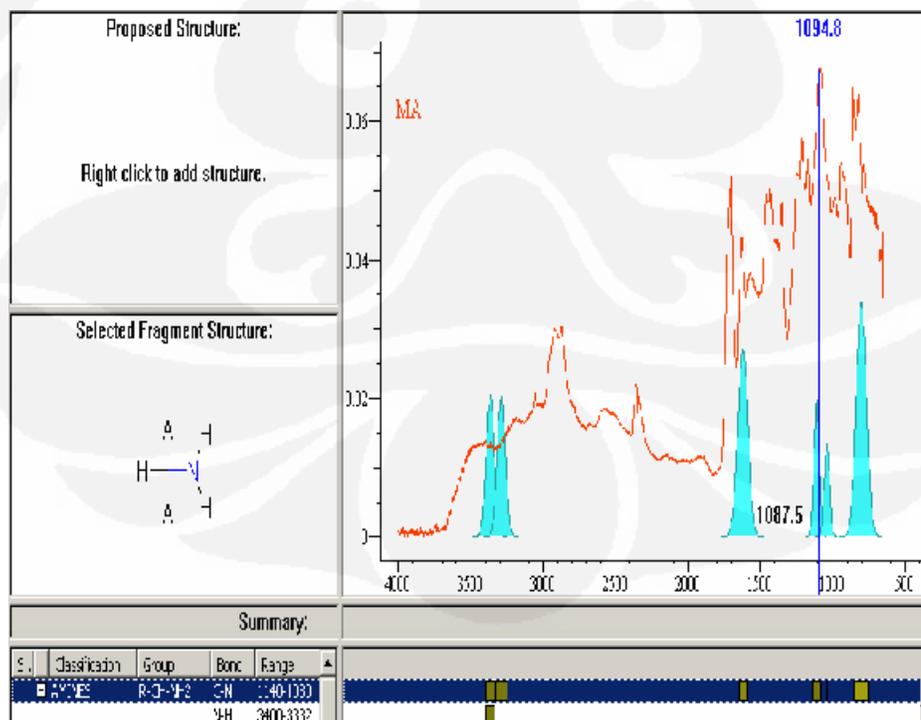
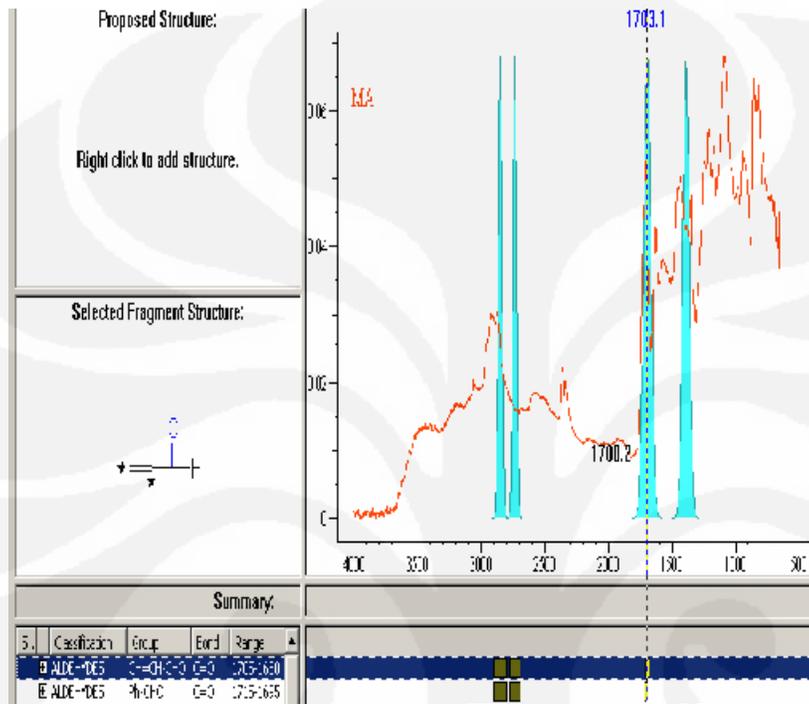


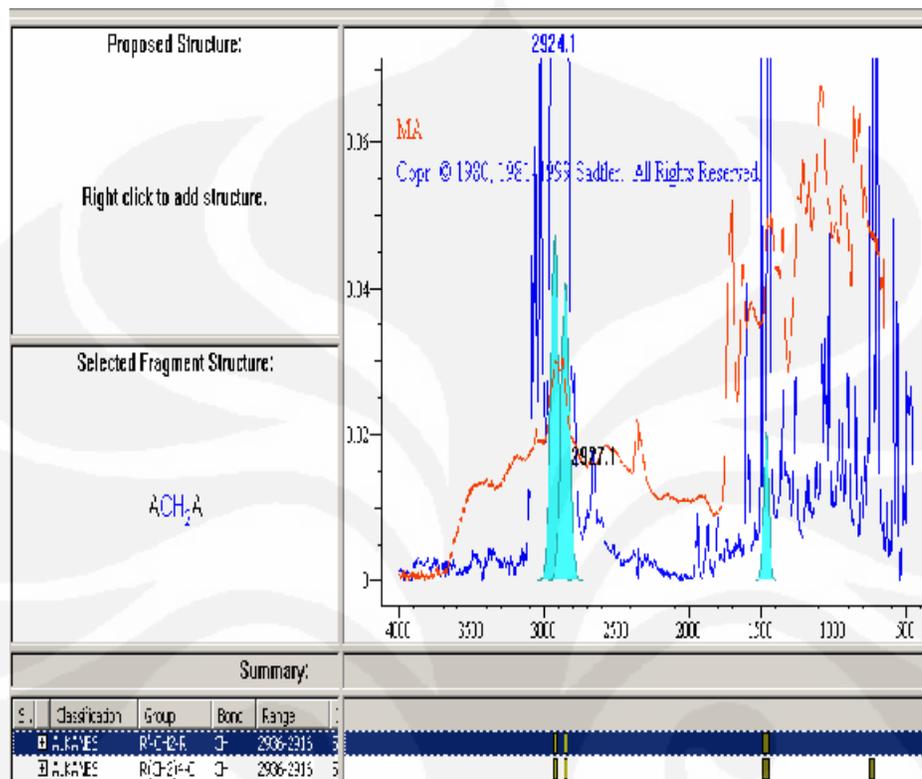


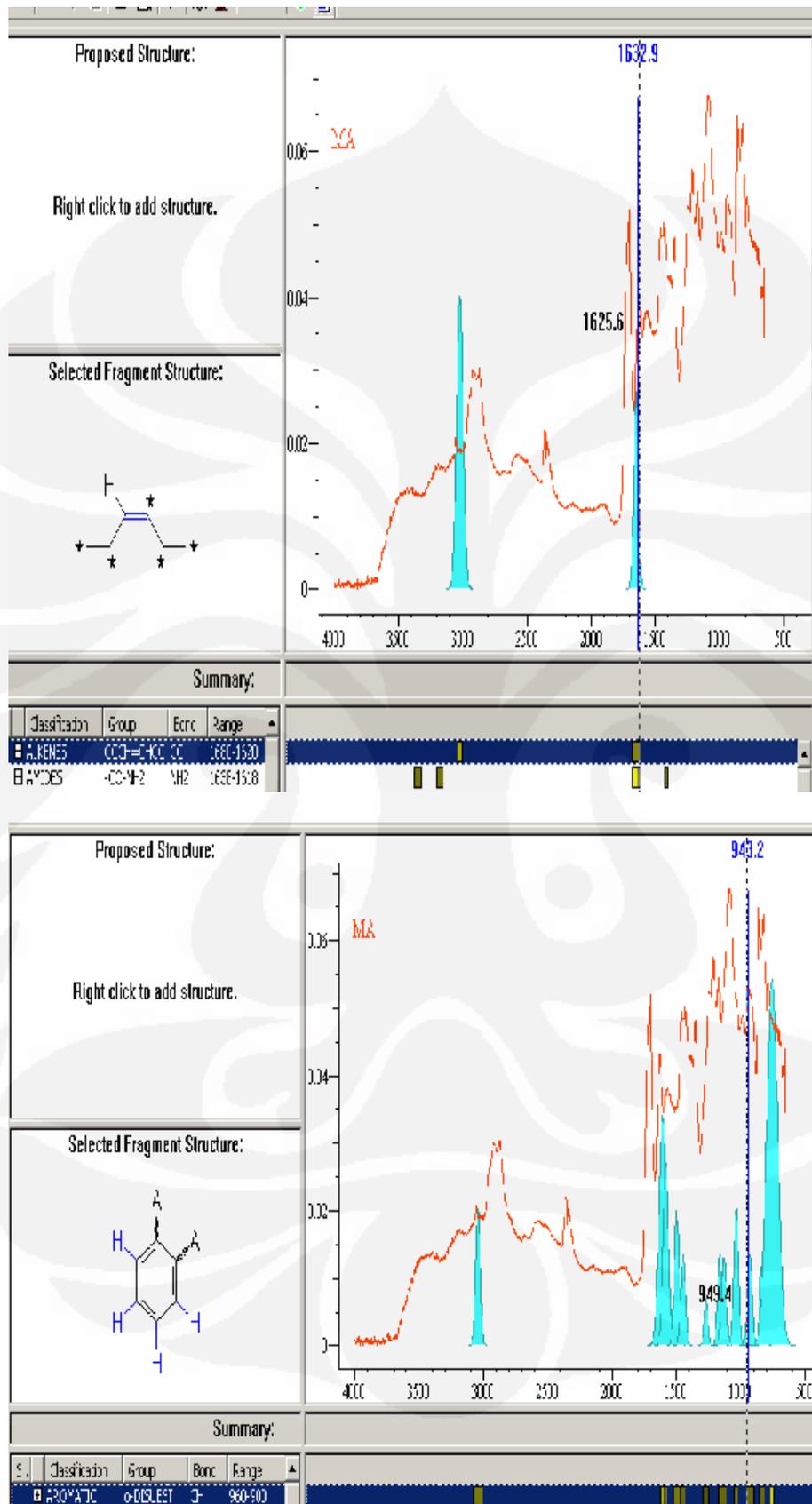


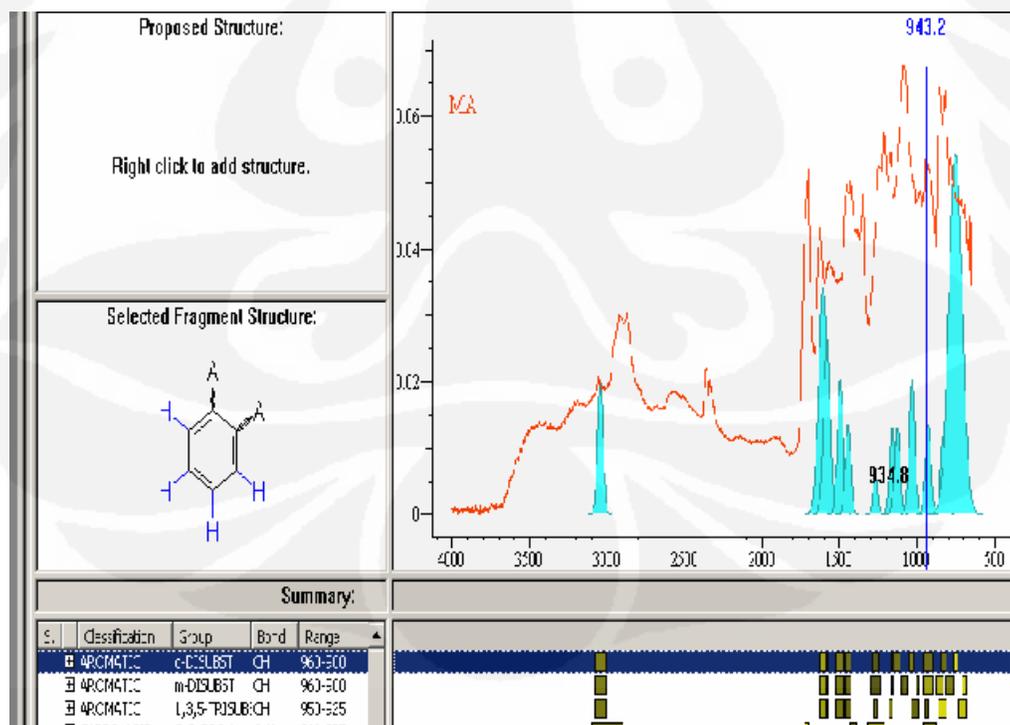
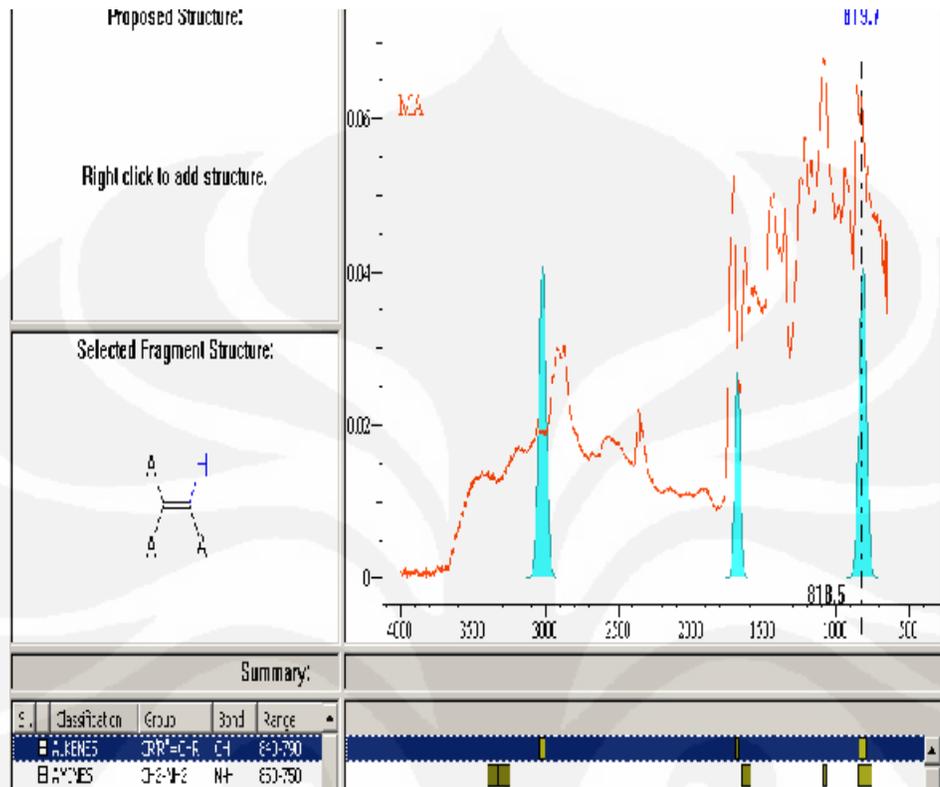


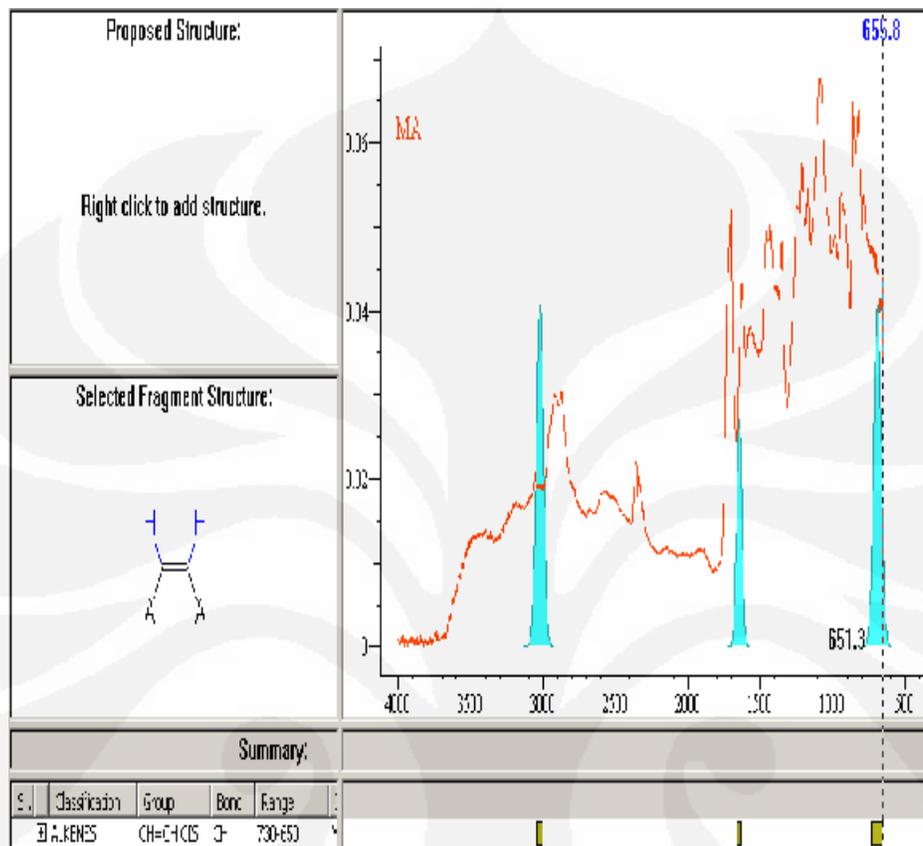
### Lampiran 17 Data Karakterisasi ikatan pada MA 25% solution

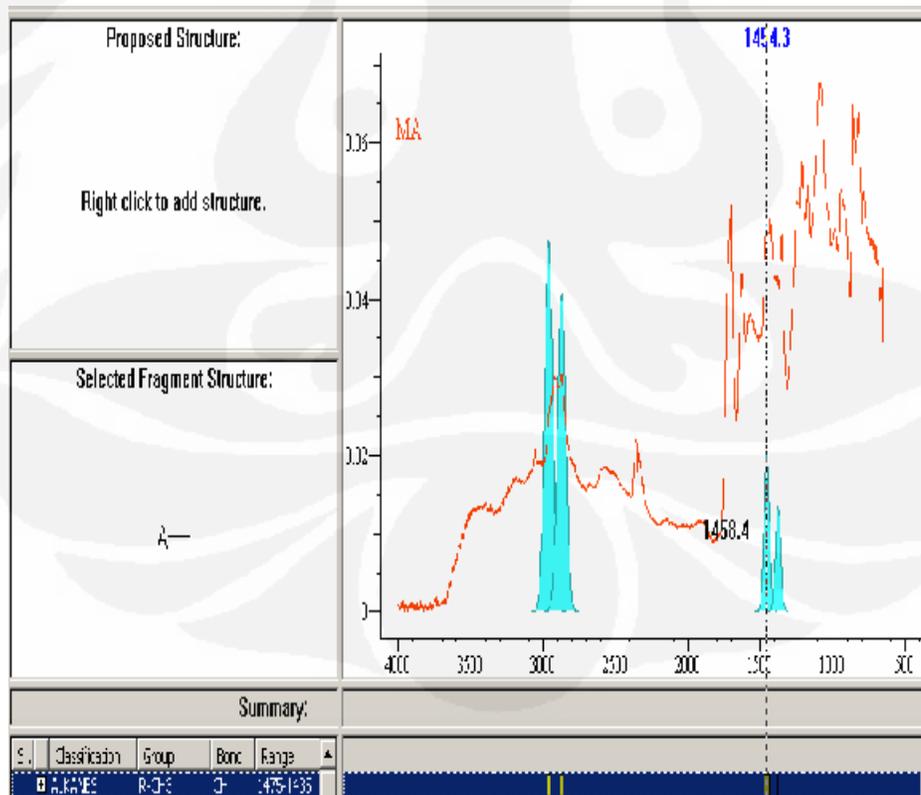
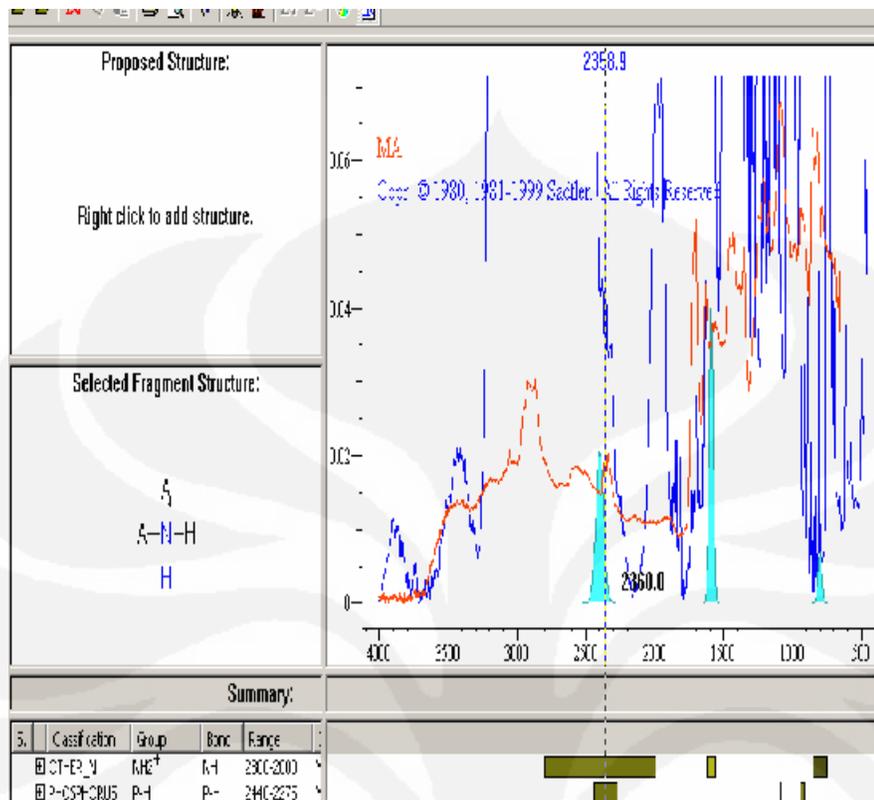




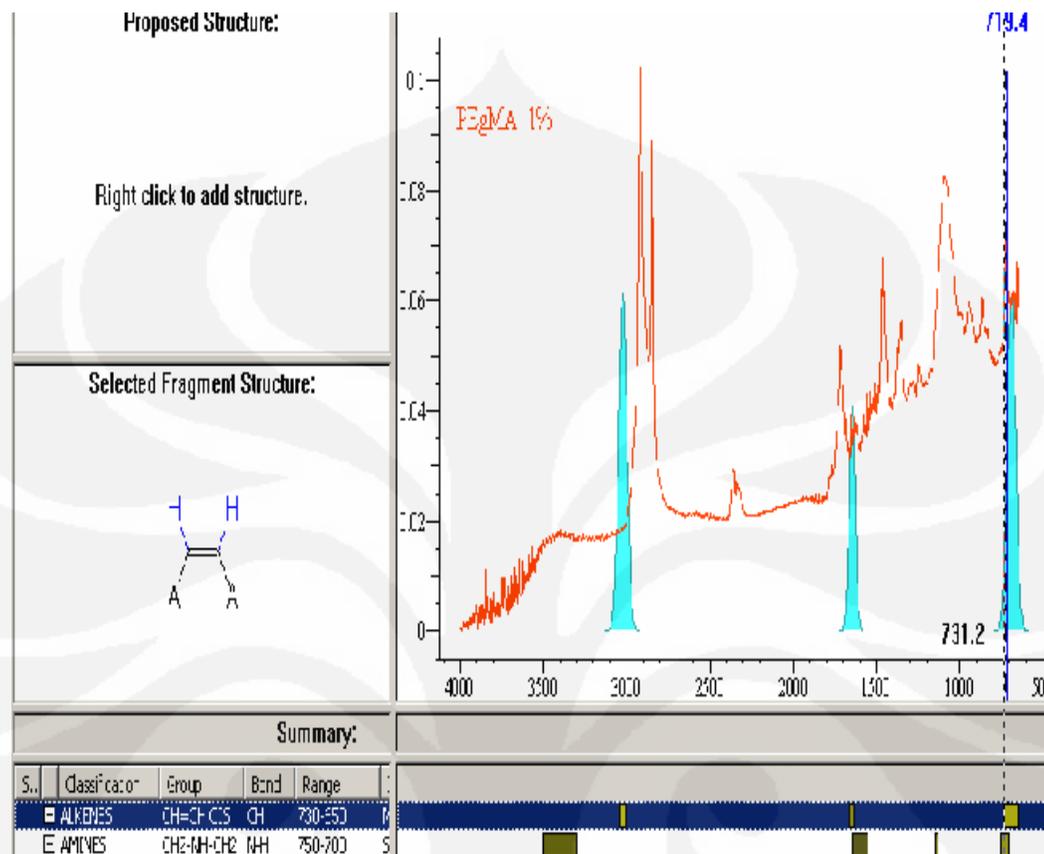


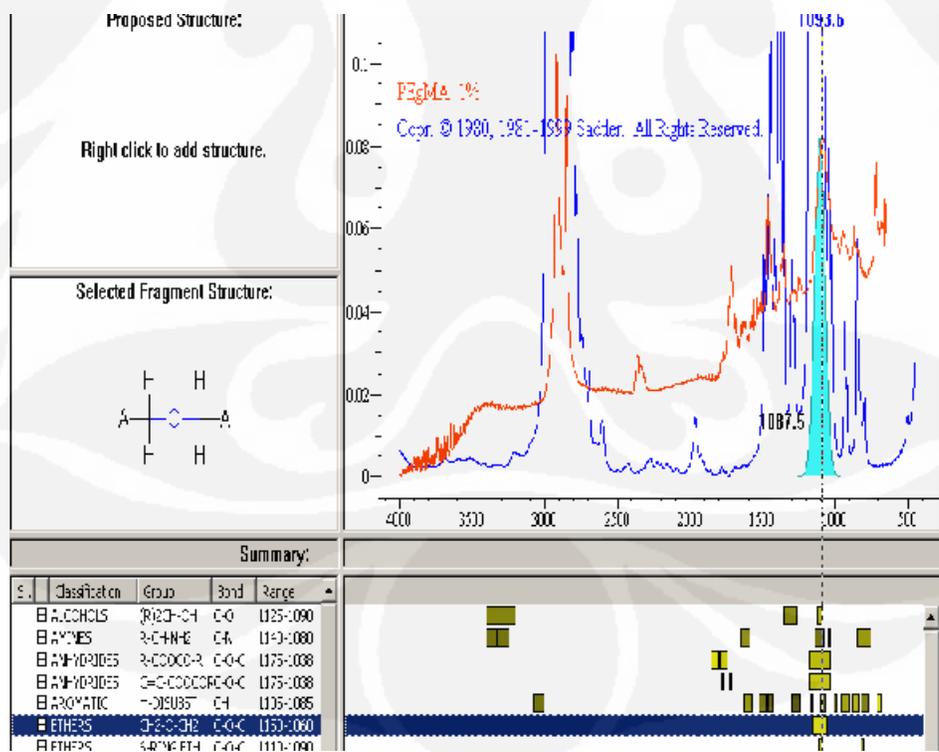
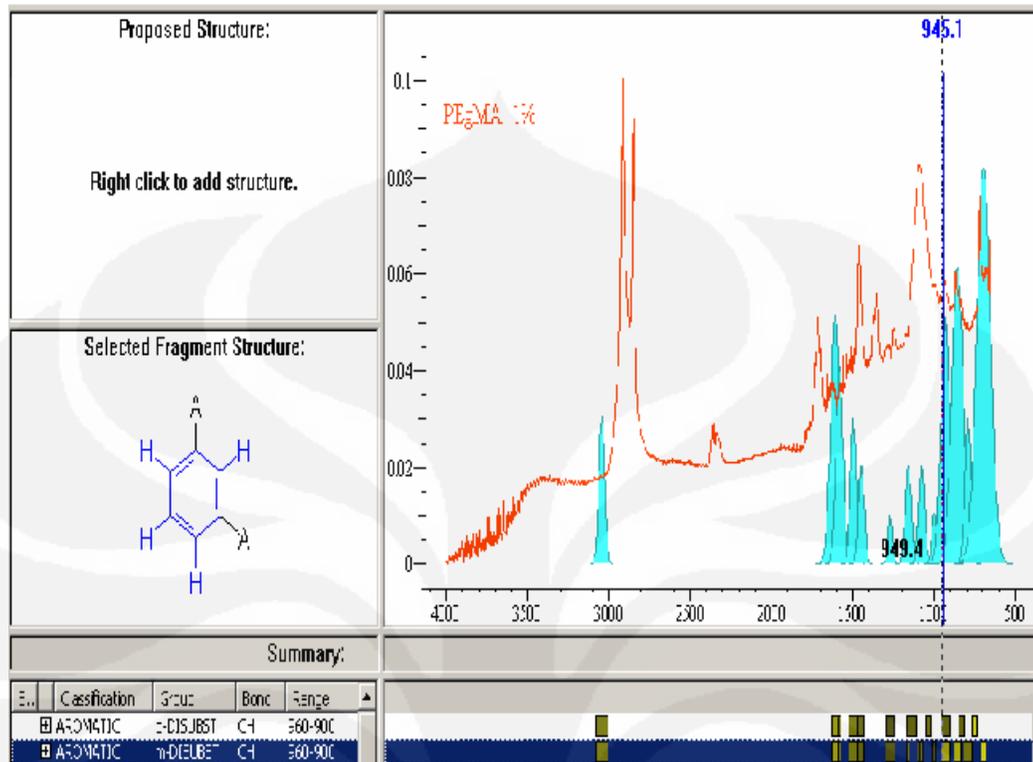


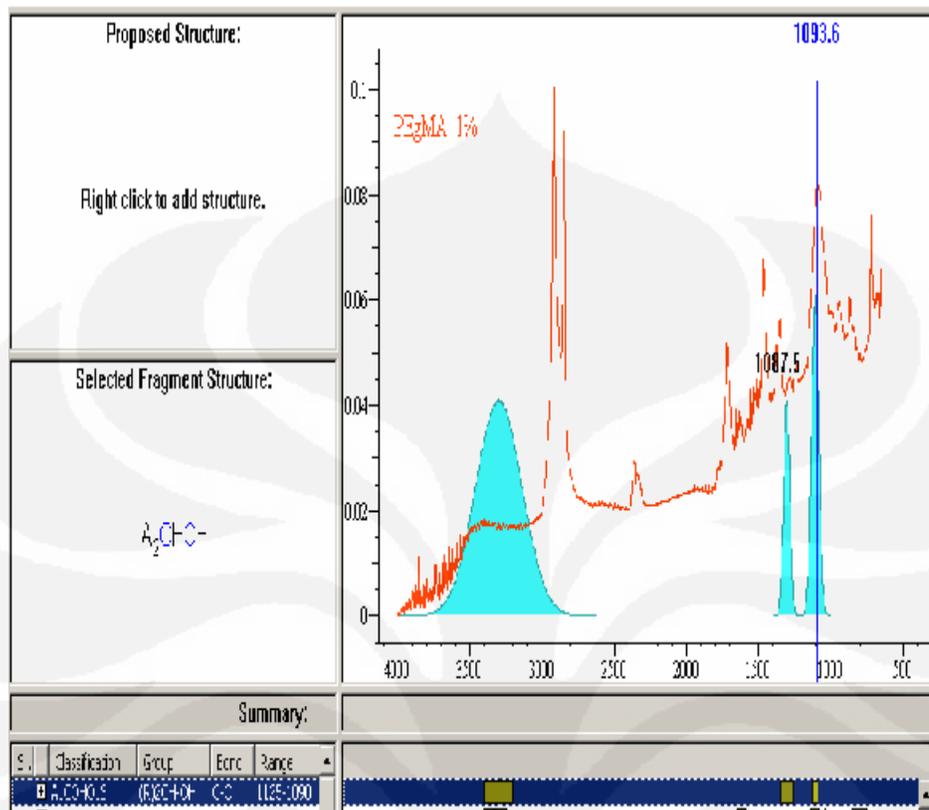


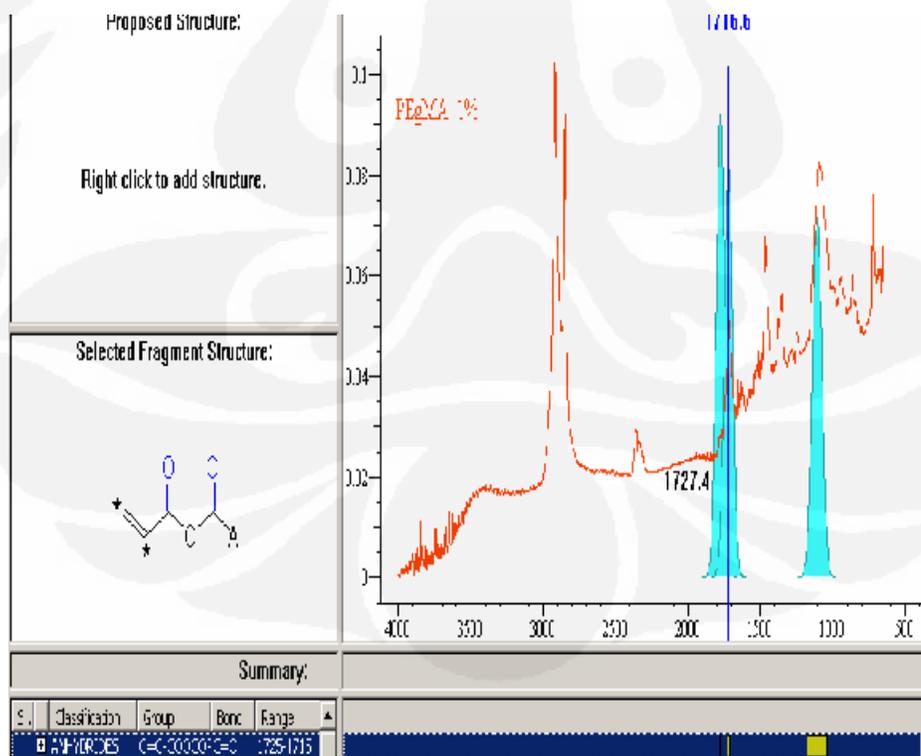
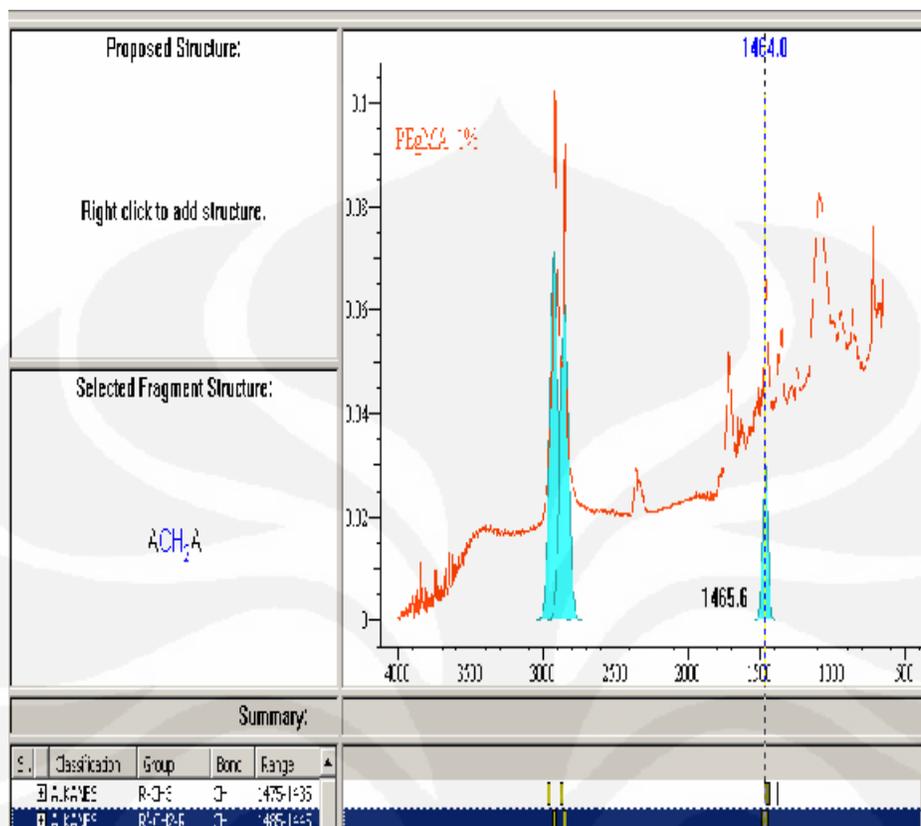


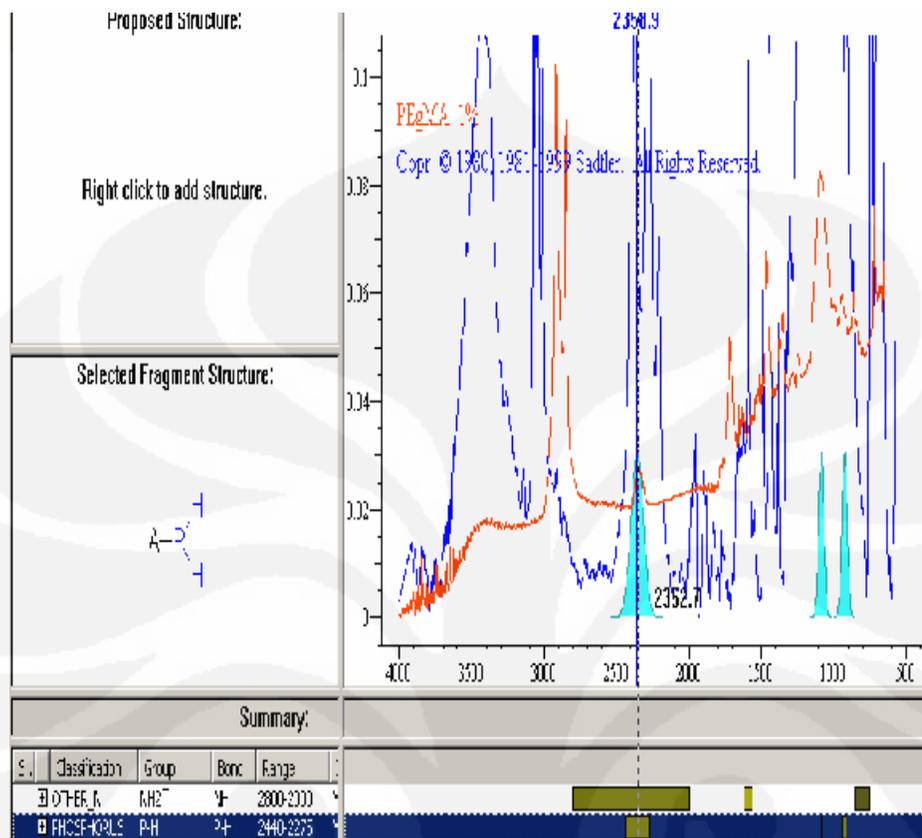
### Lampiran 18 Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 1%

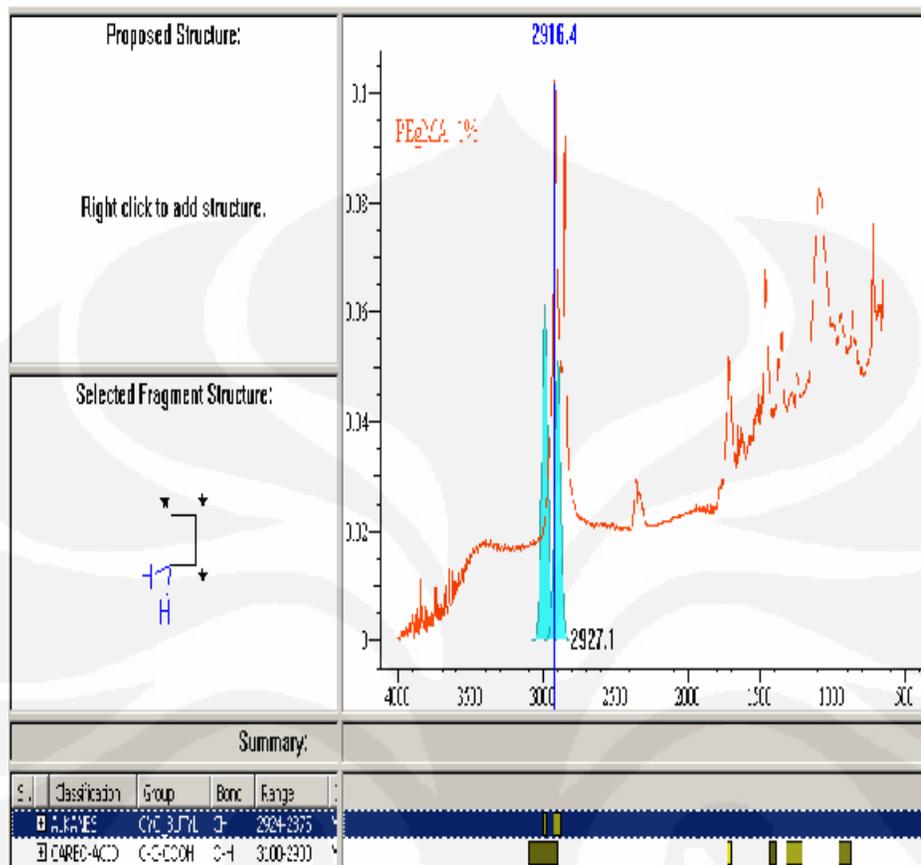




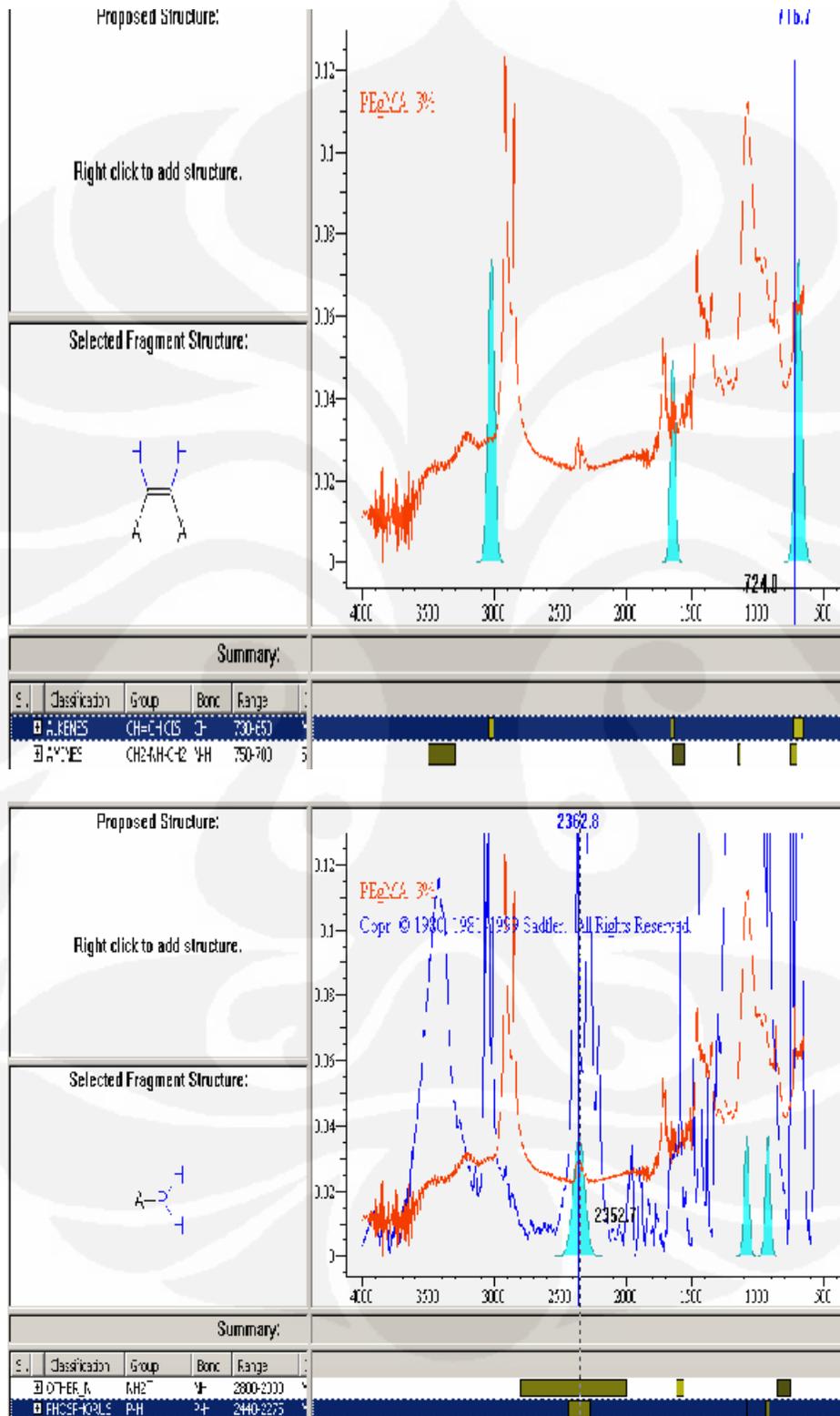


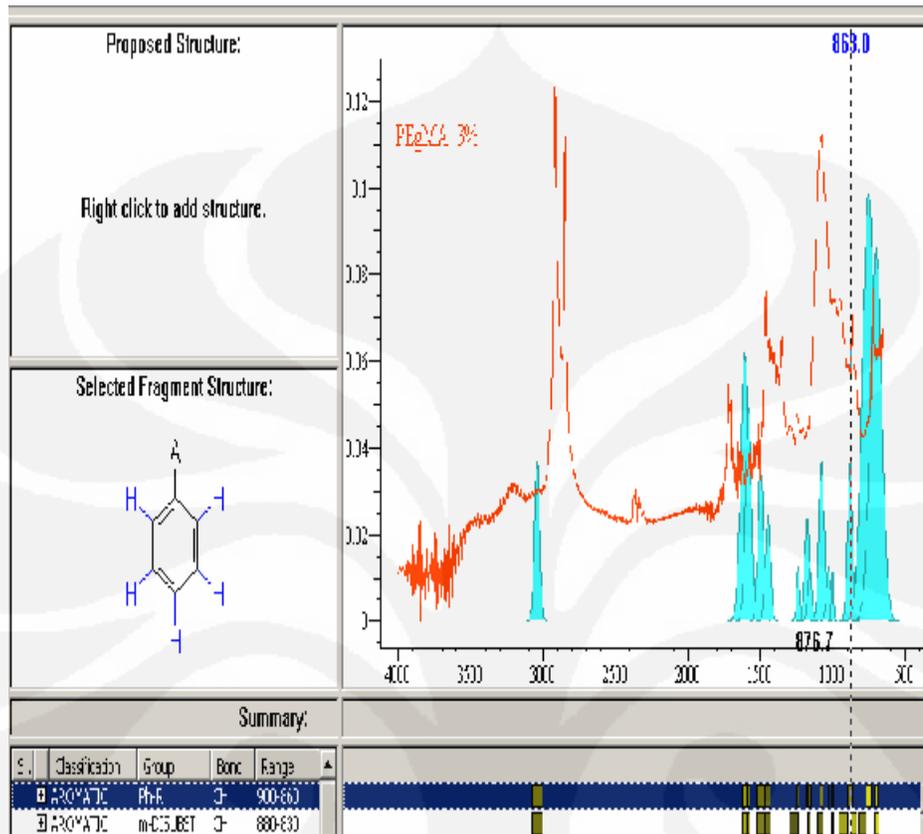


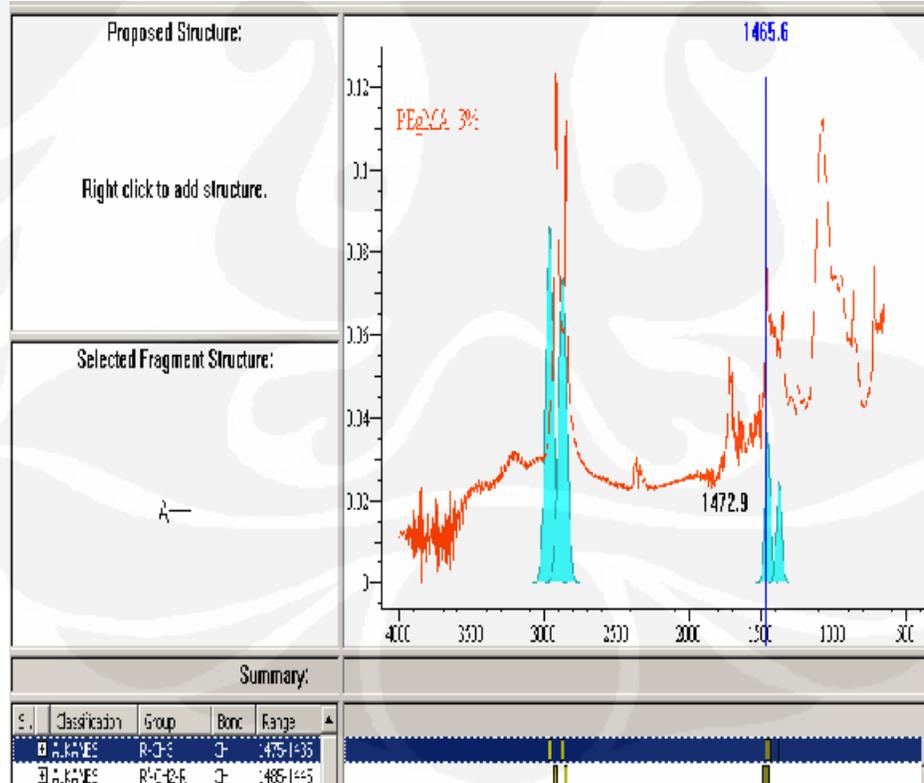
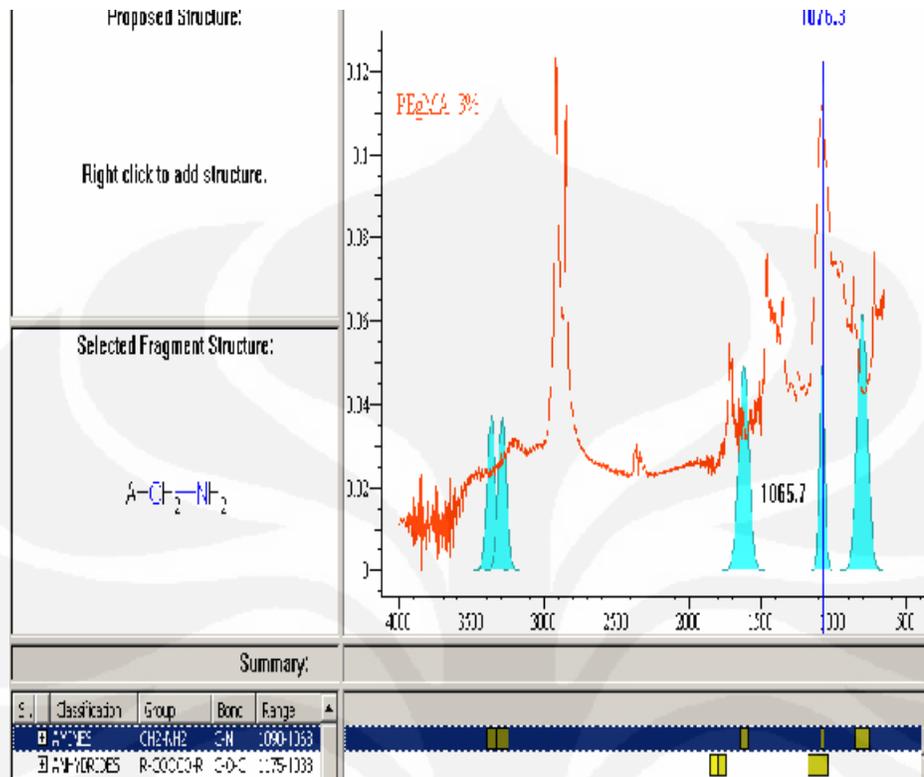


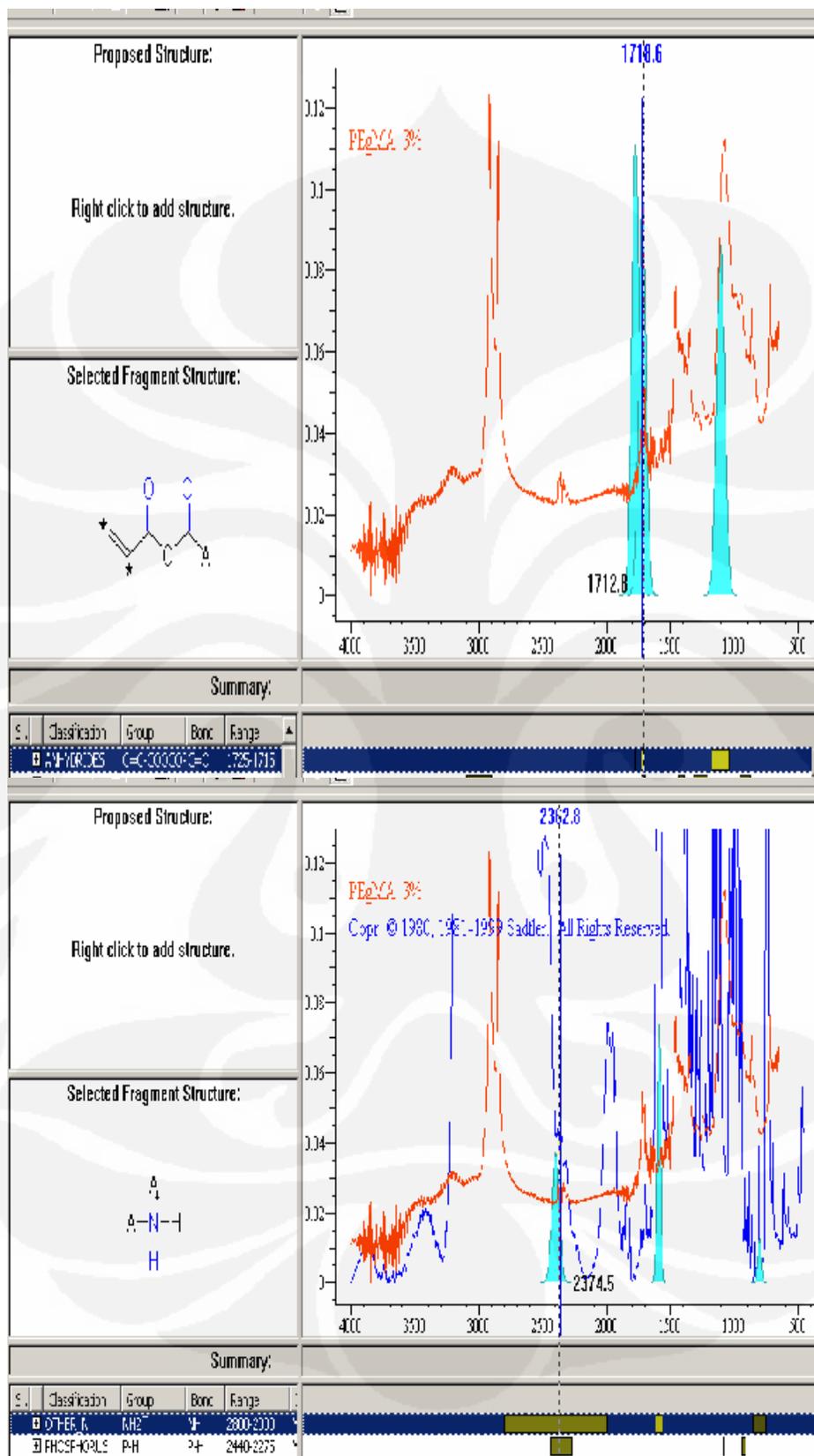


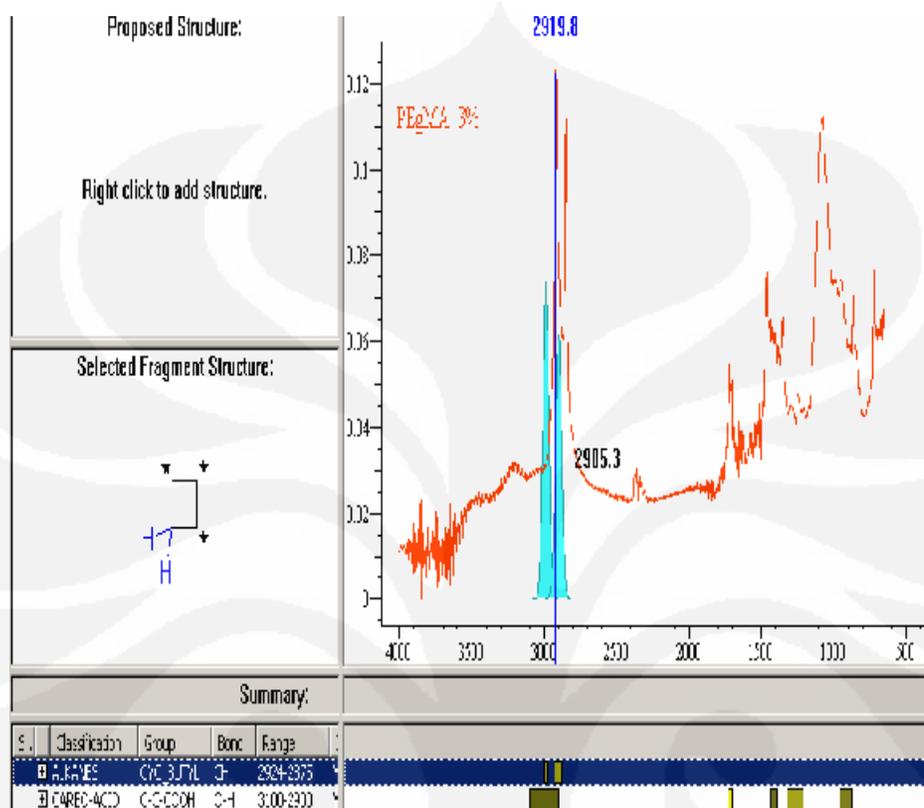
**Lampiran 19** Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 3%  
sebelum penambahan AMP 95



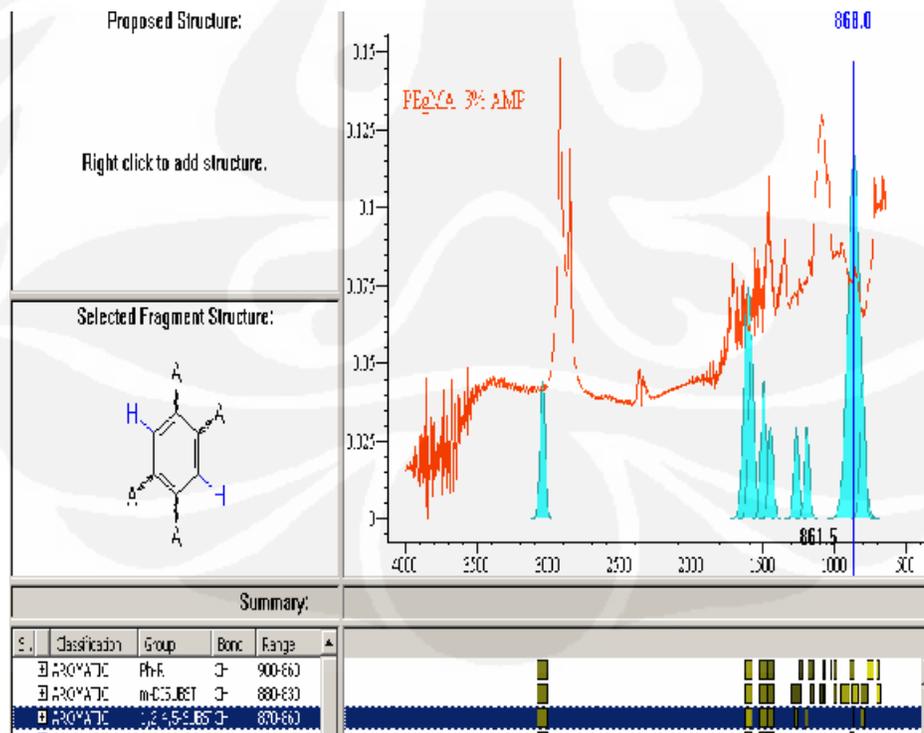
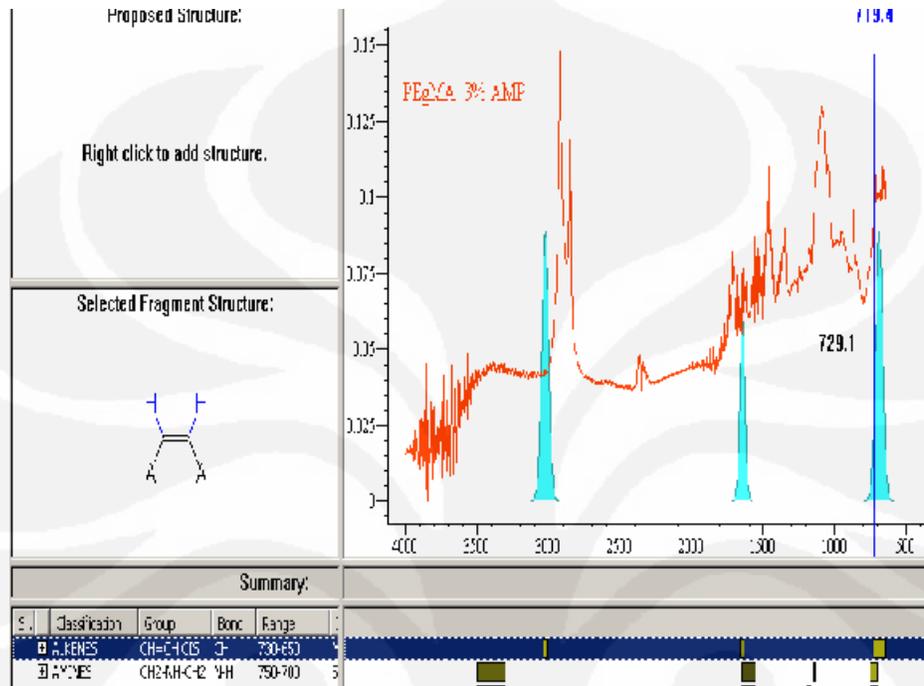


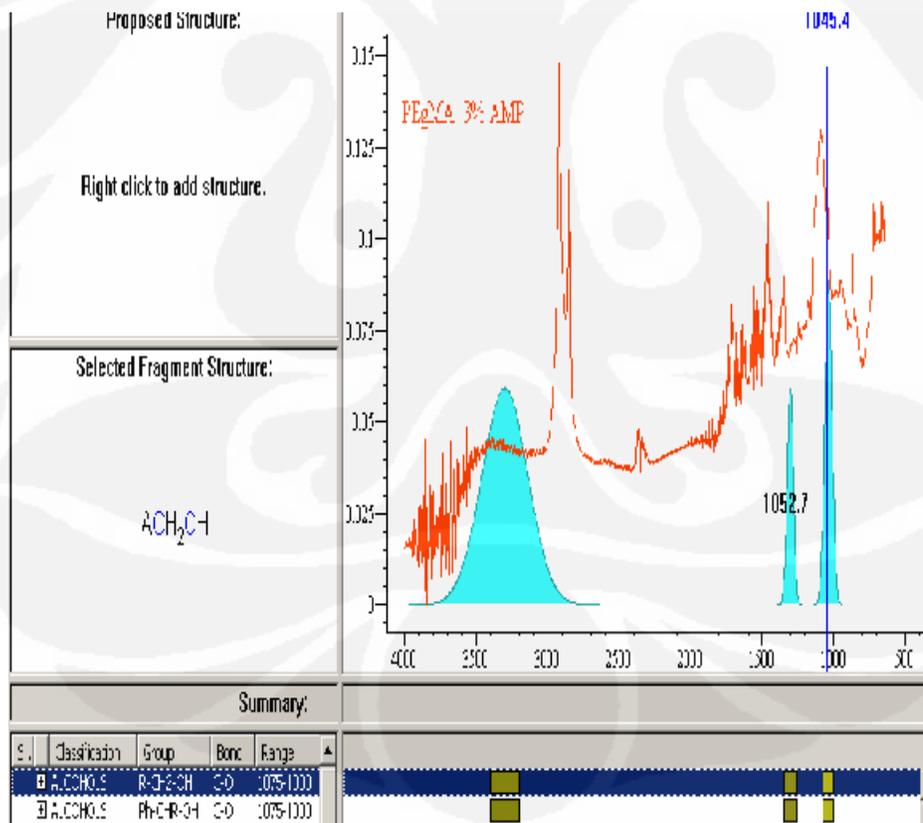
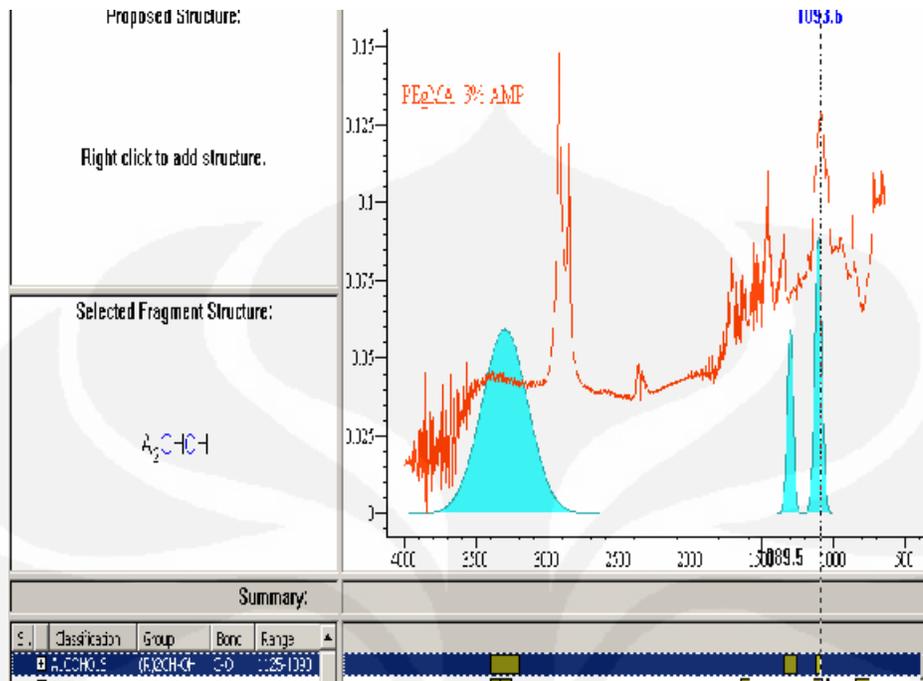


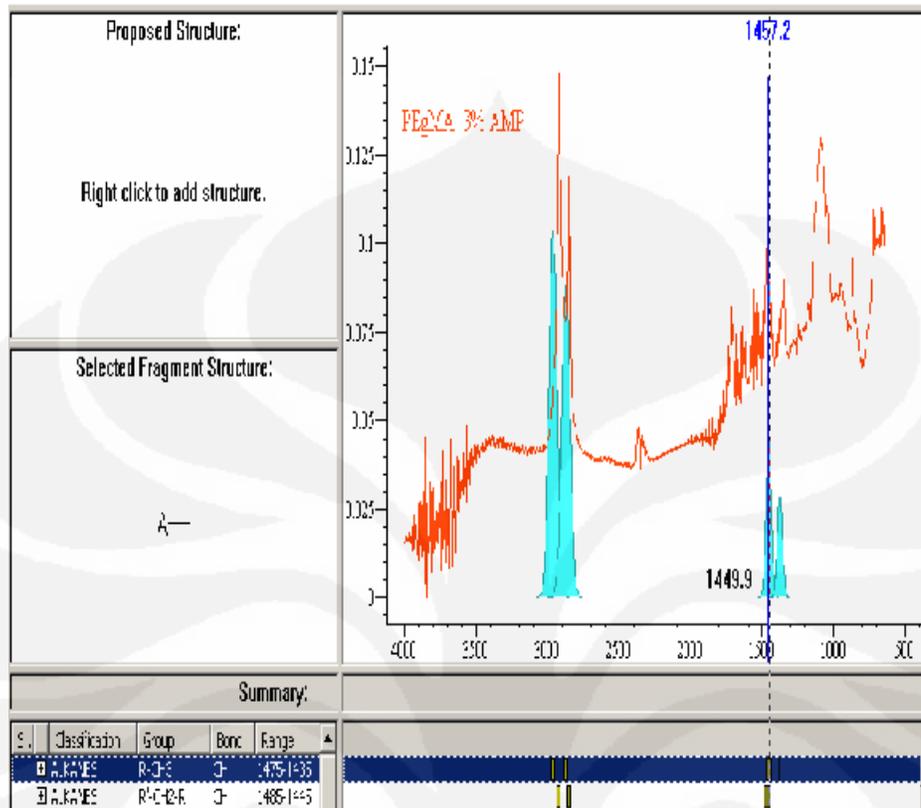


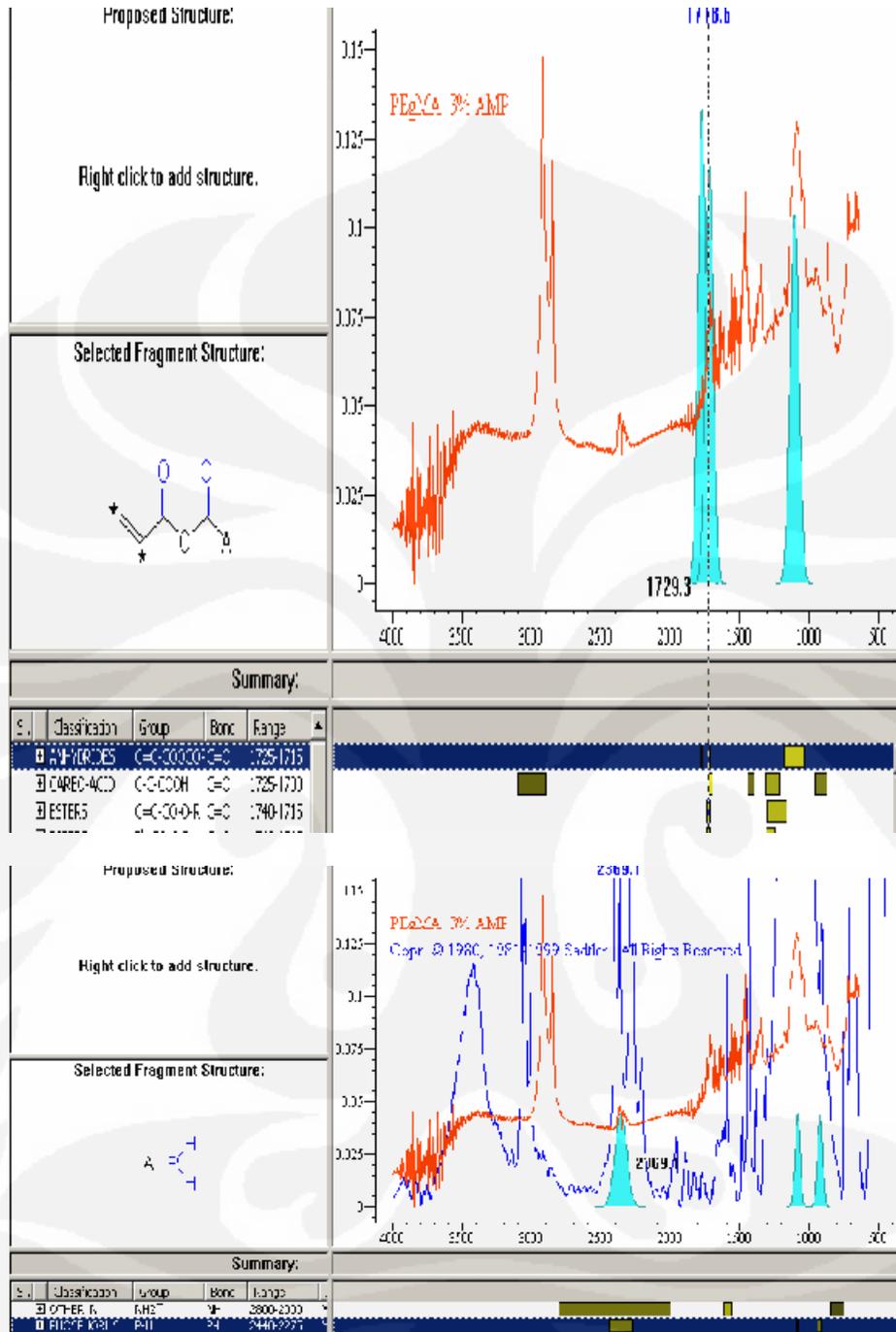


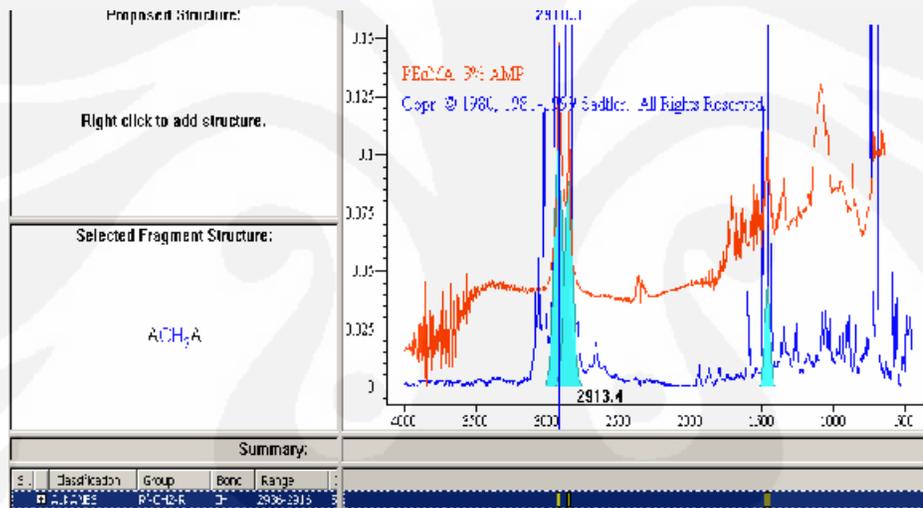
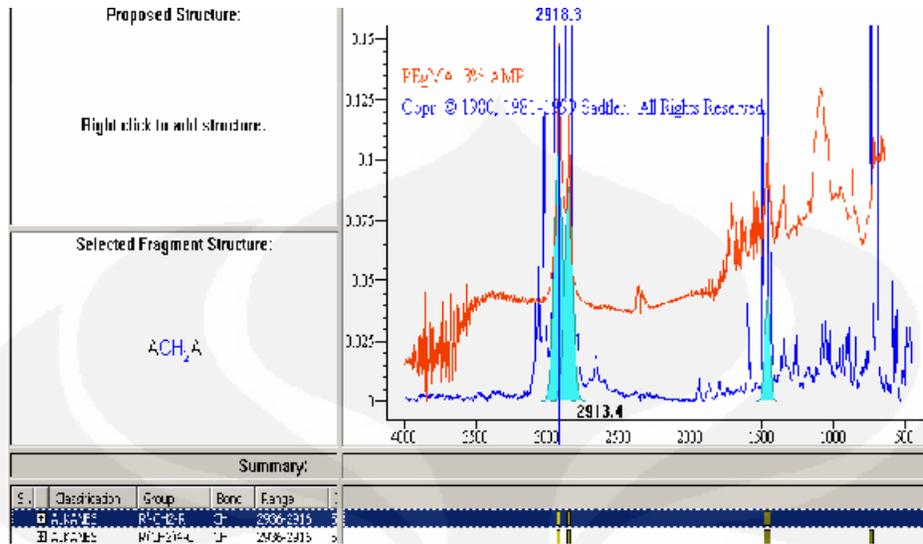
**Lampiran 20** Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 3%  
sesudah penambahan AMP 95



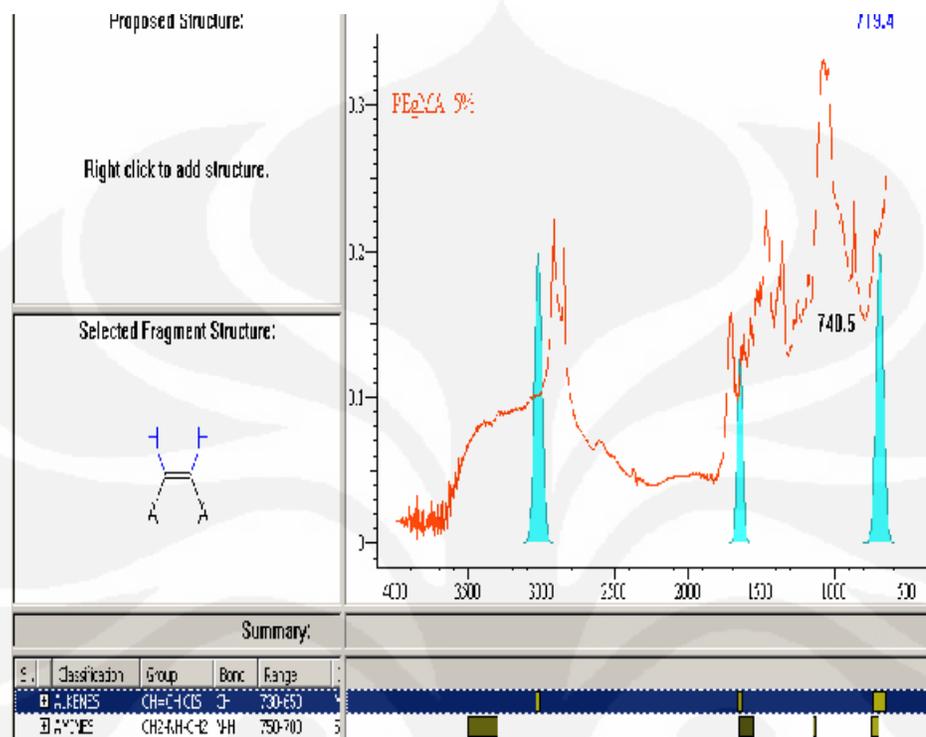


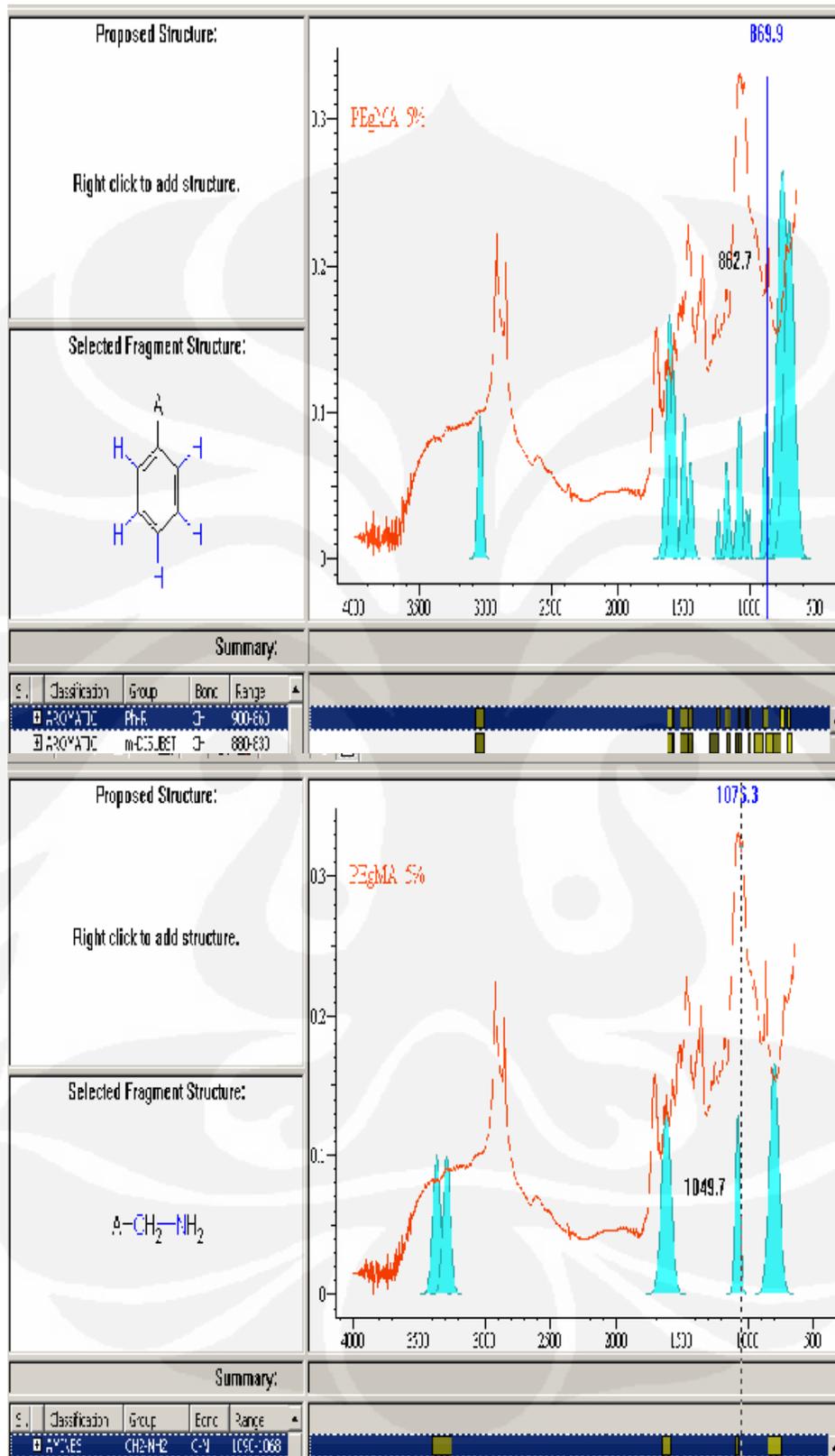


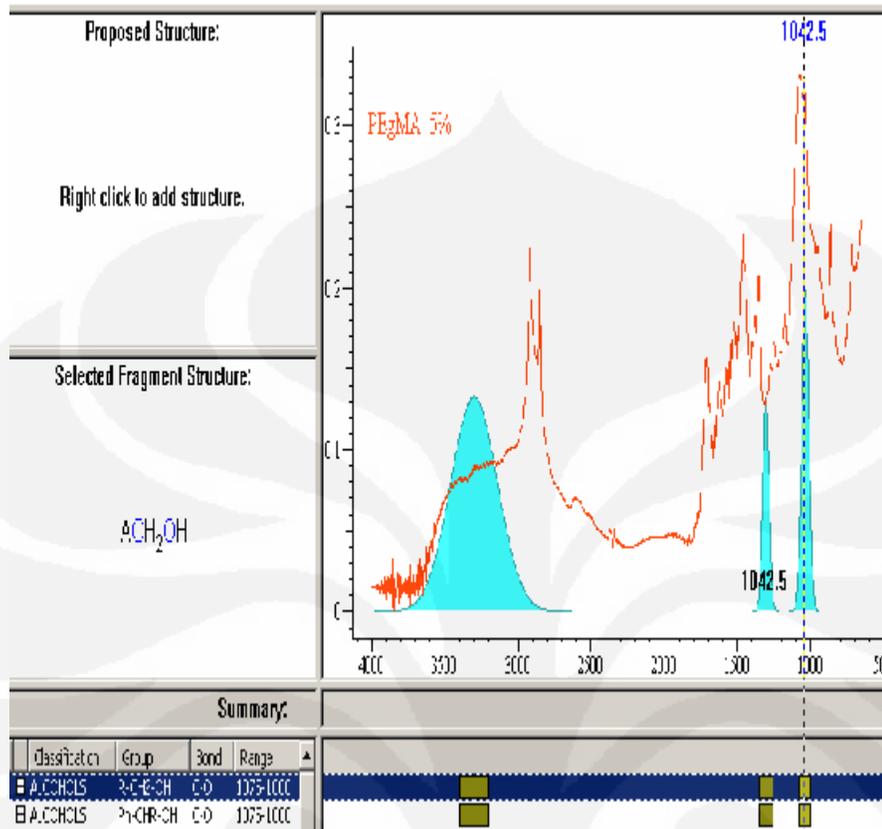


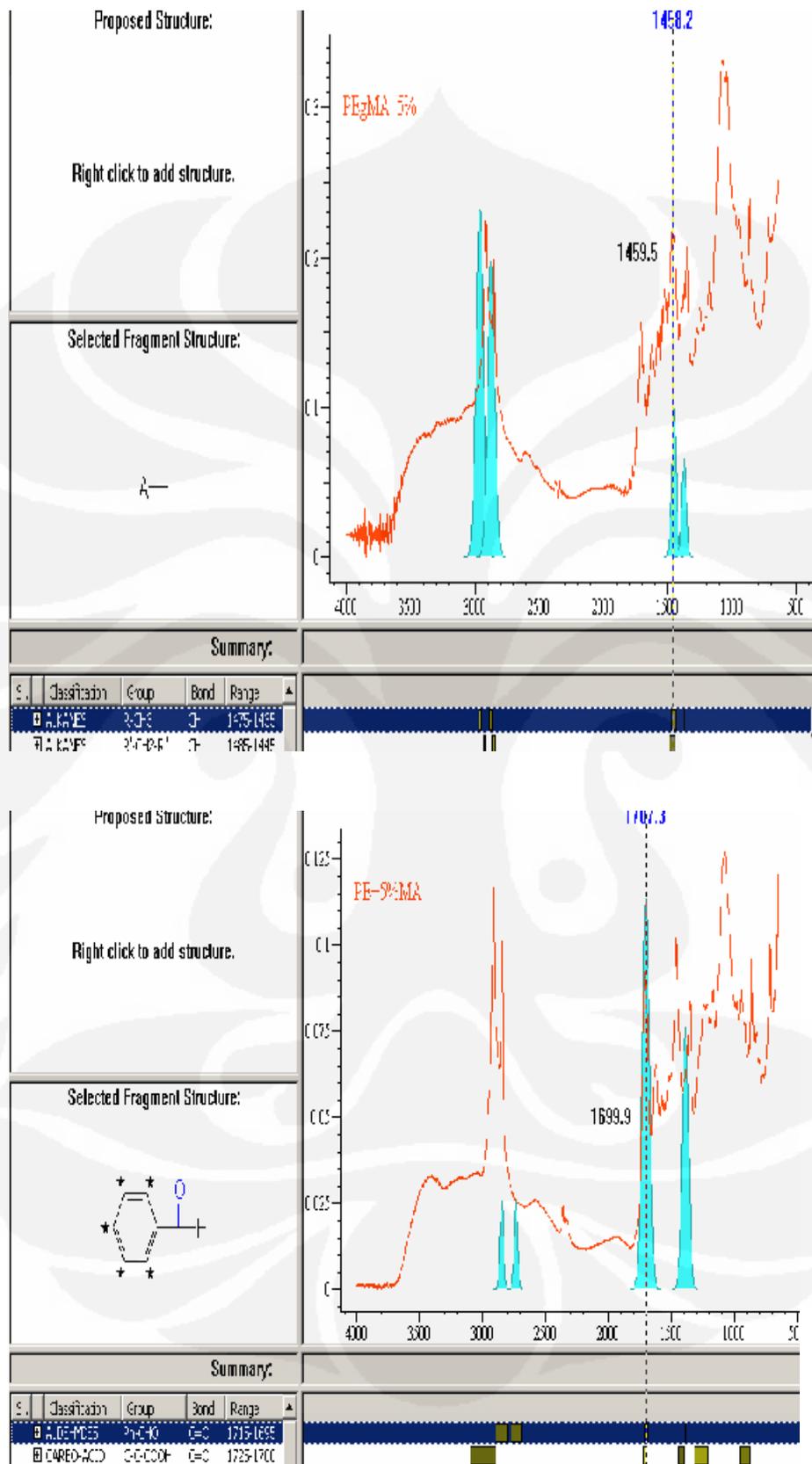


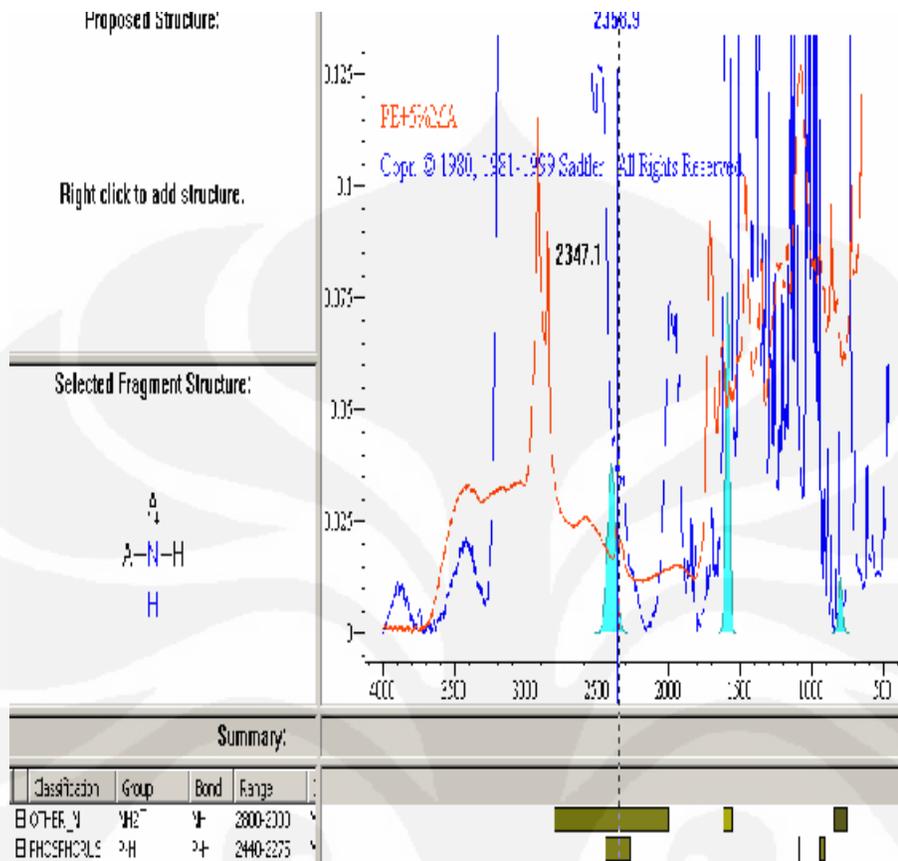
**Lampiran 21** Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 5%  
sebelum penambahan AMP 95

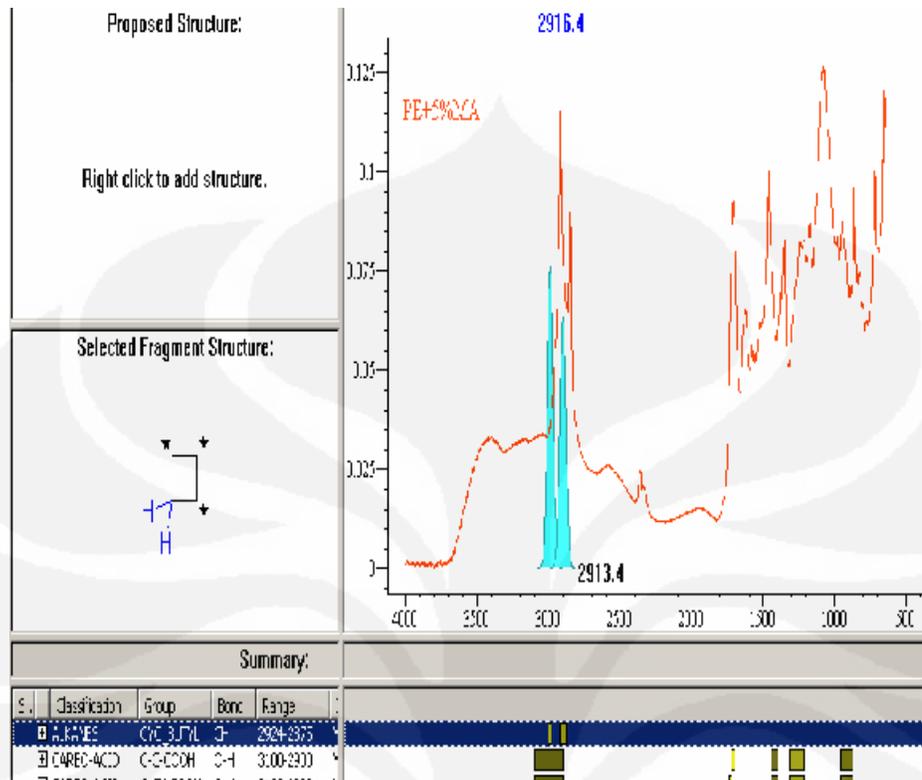




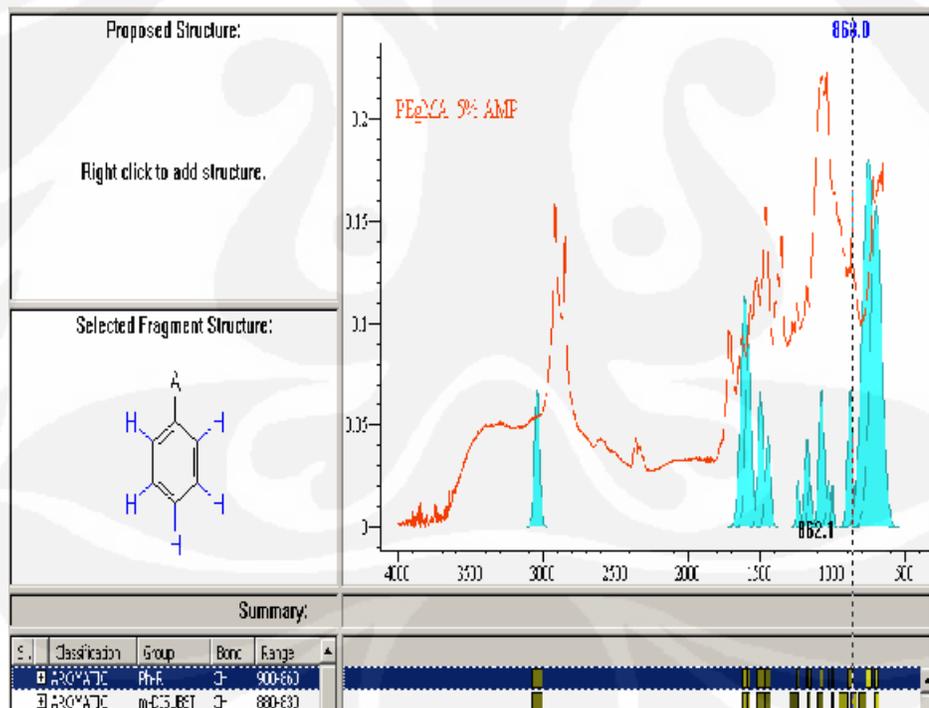
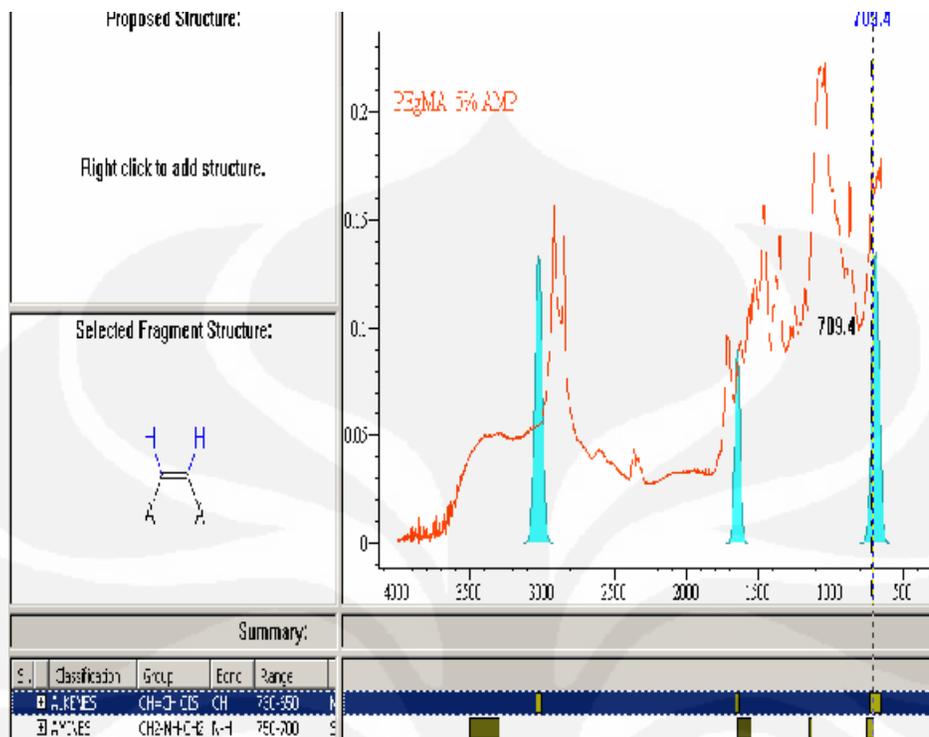


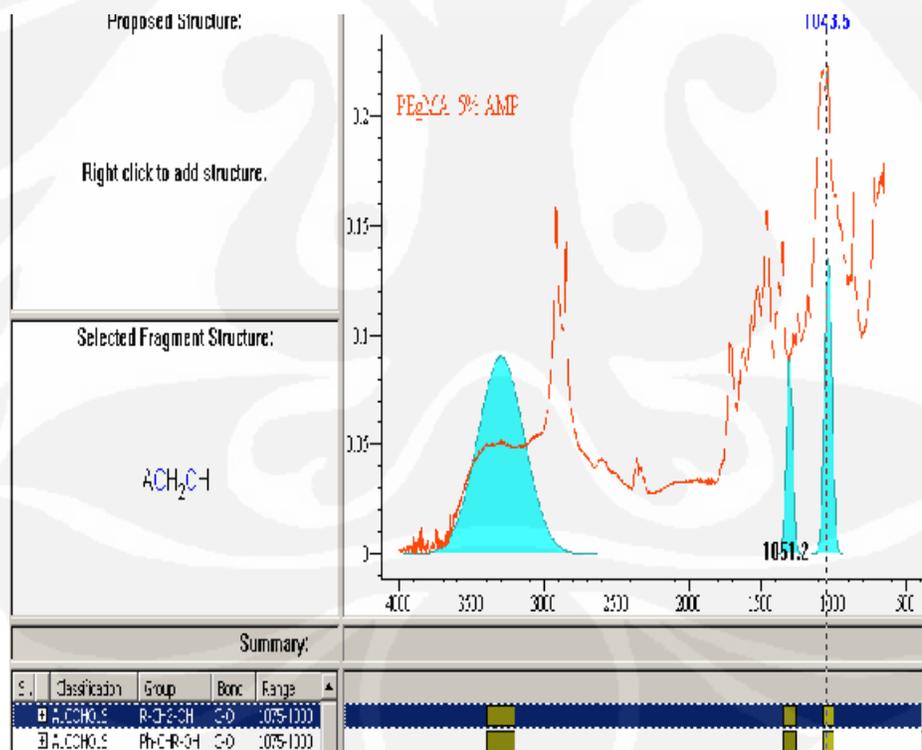
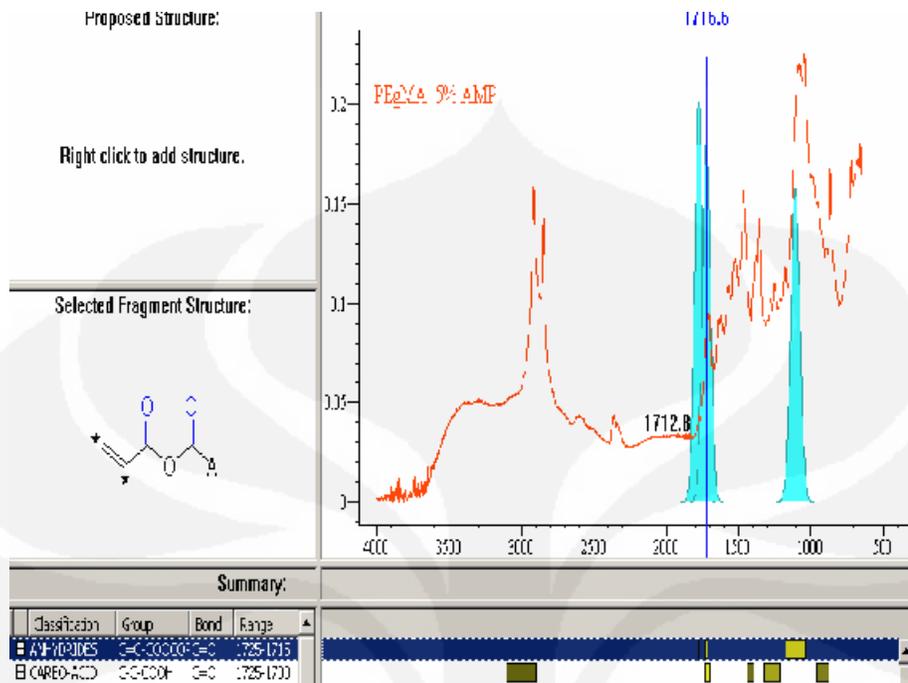


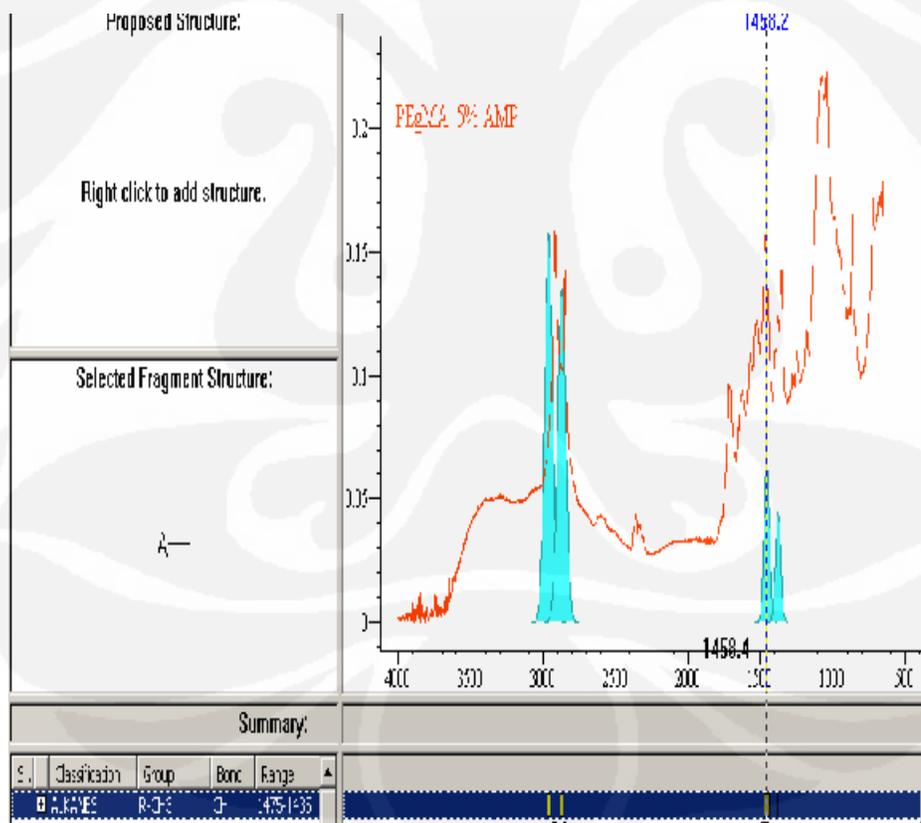
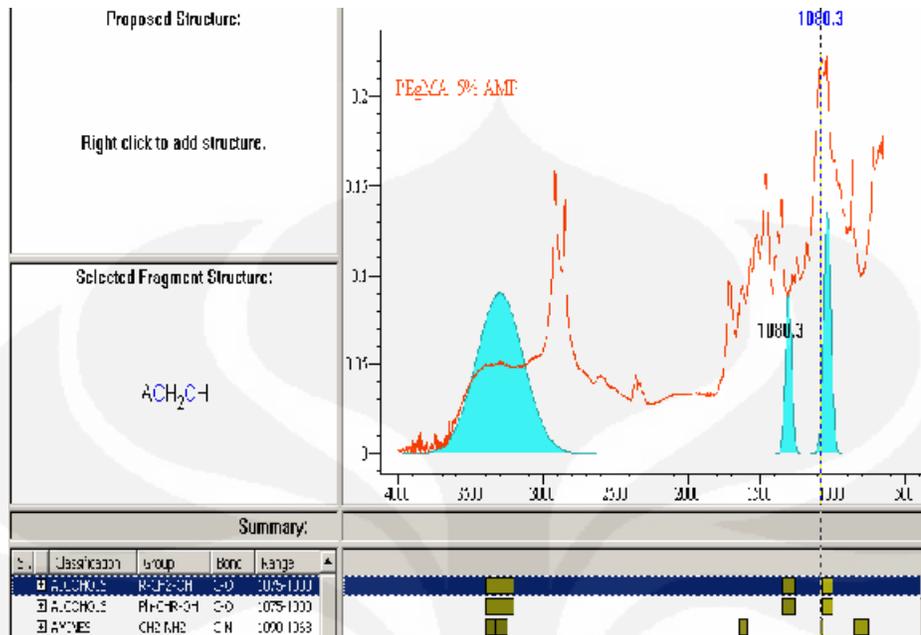


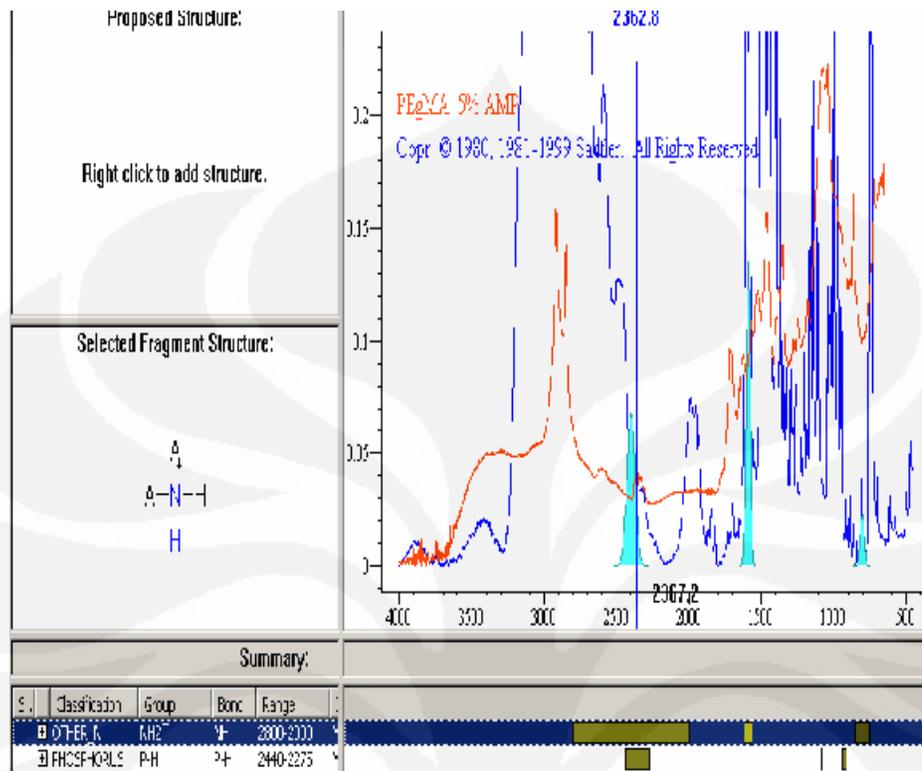


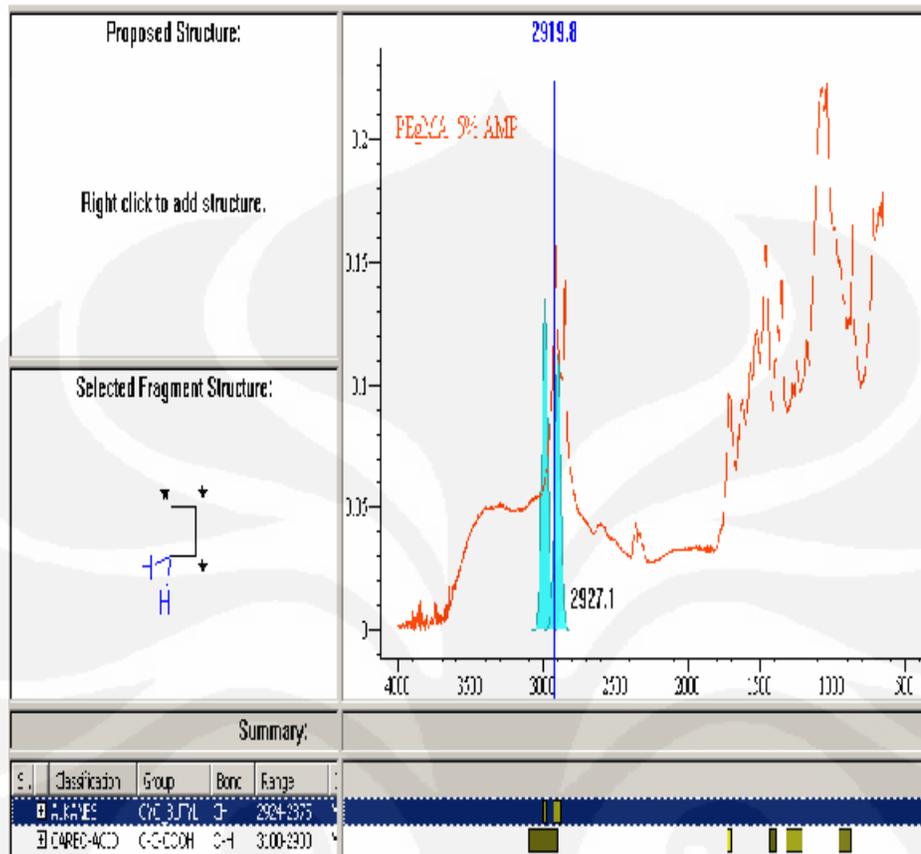
**Lampiran 22** Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 5%  
sesudah penambahan AMP 95



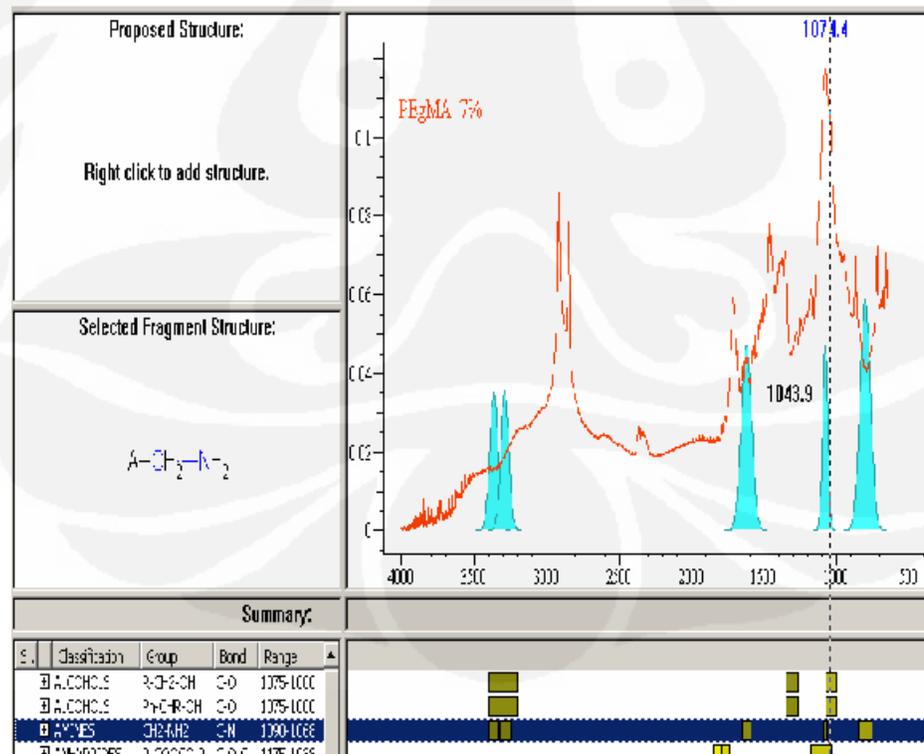
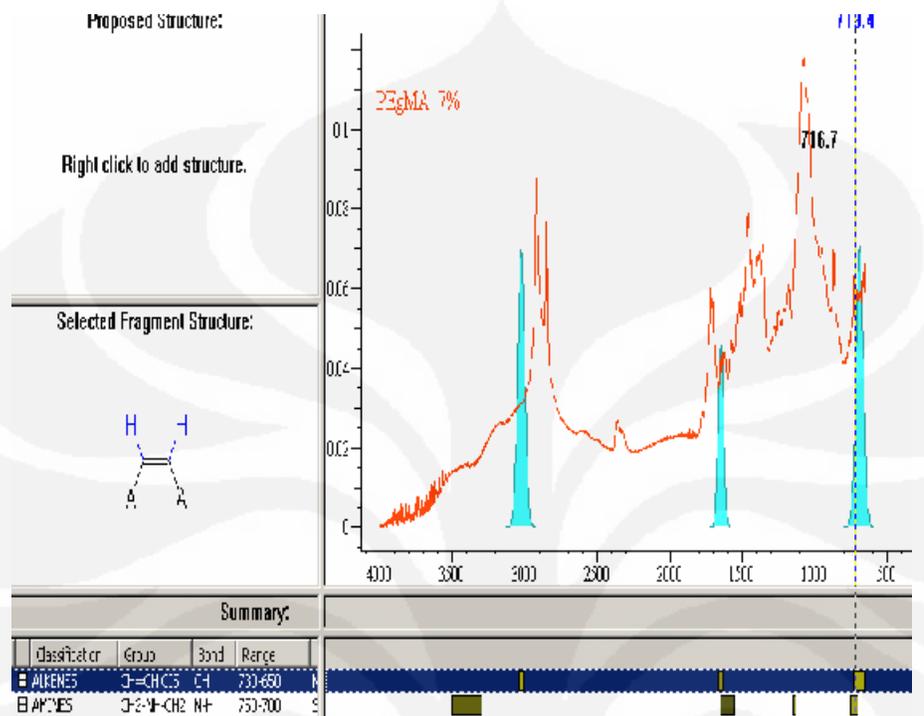


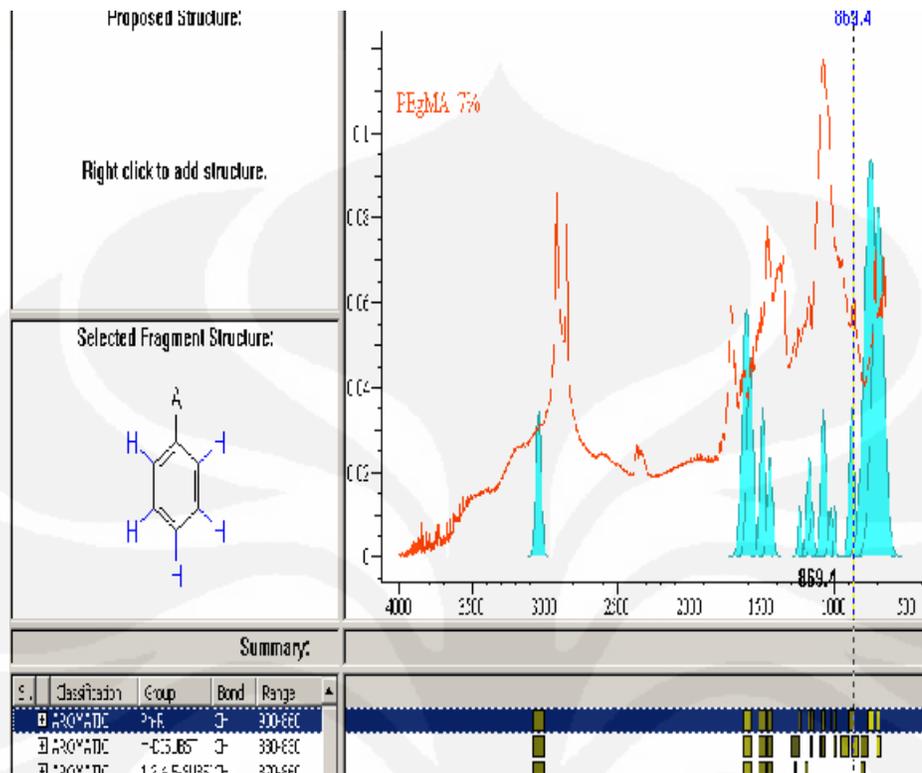


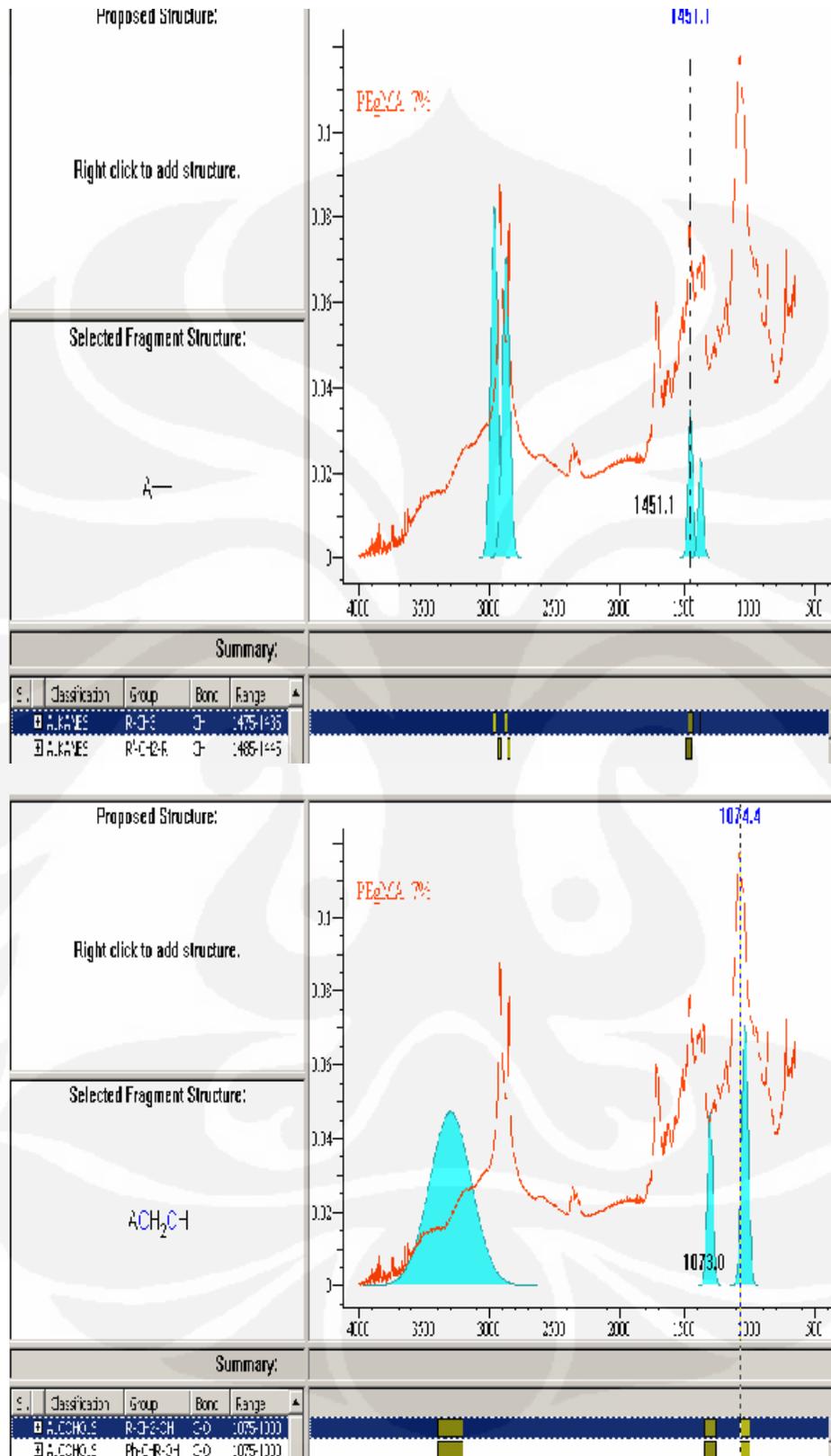


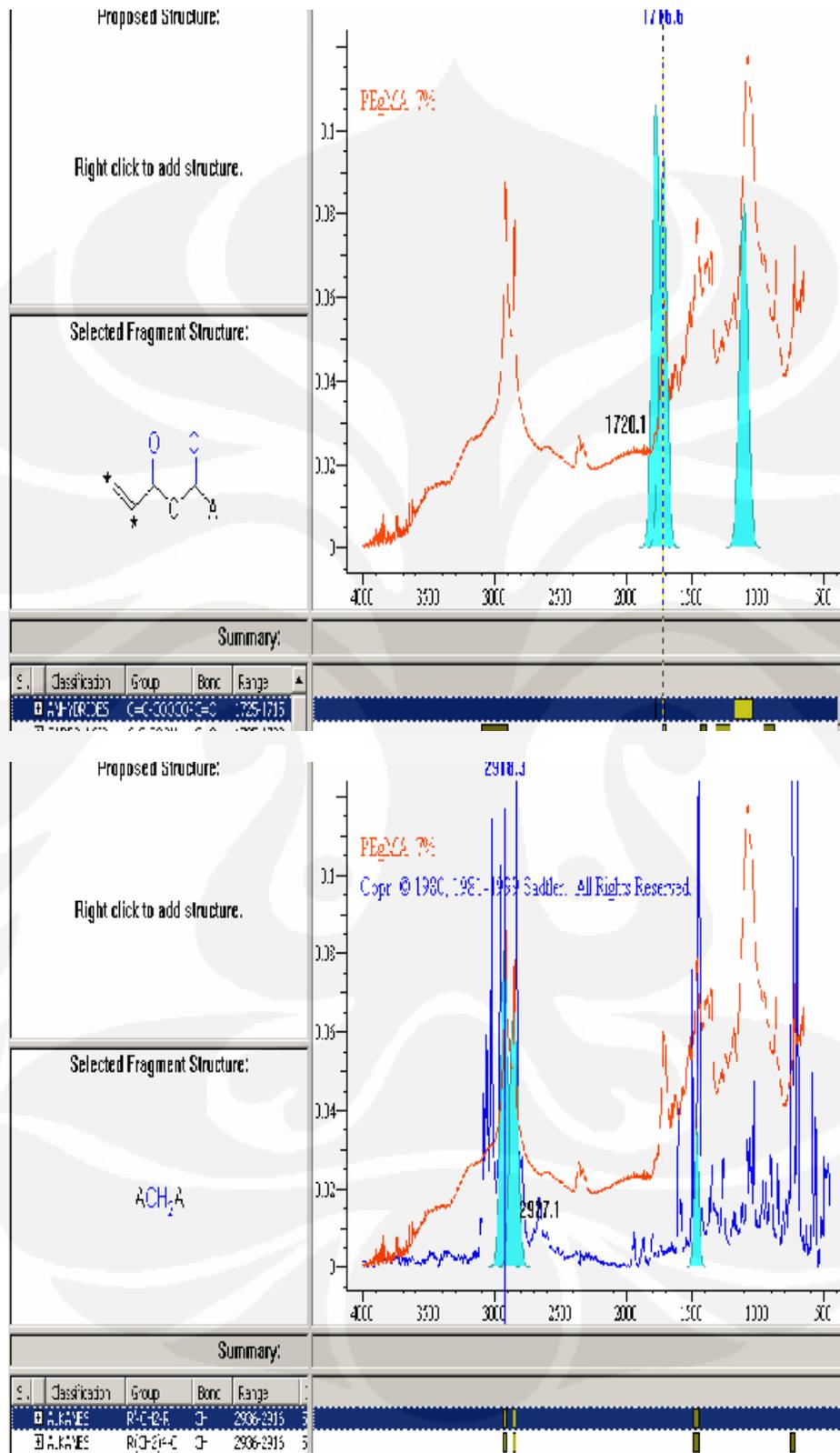


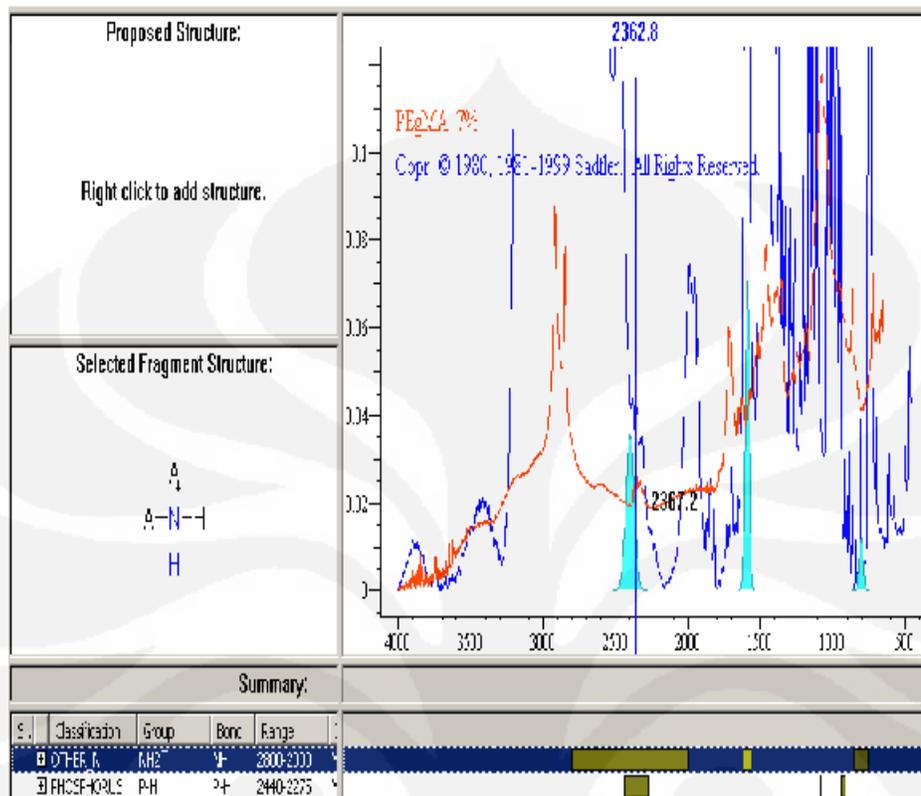
**Lampiran 23** Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 7%  
sebelum penambahan AMP 95



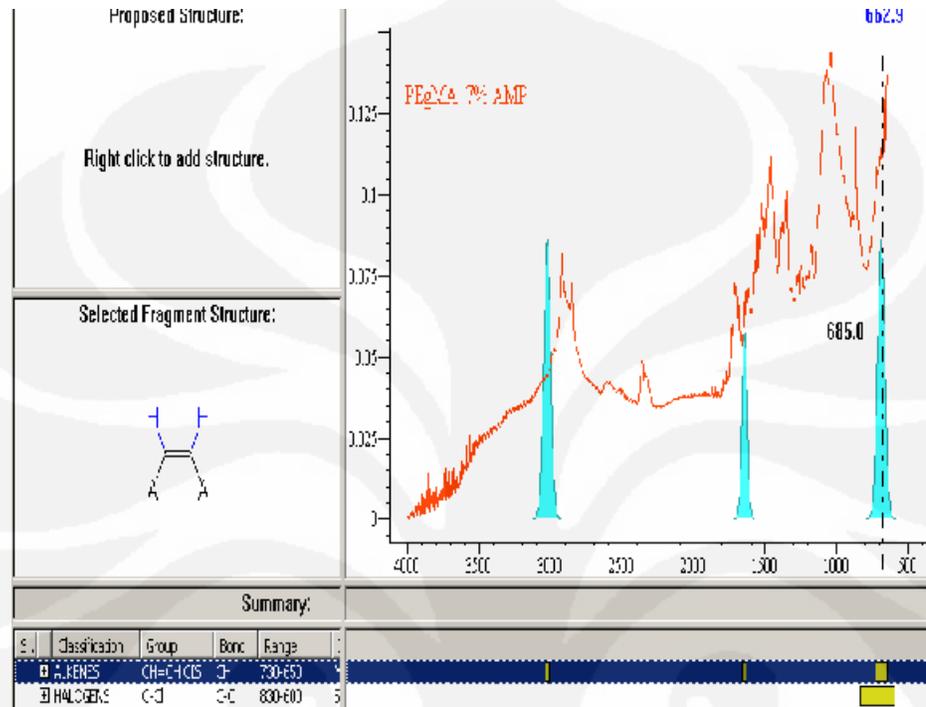


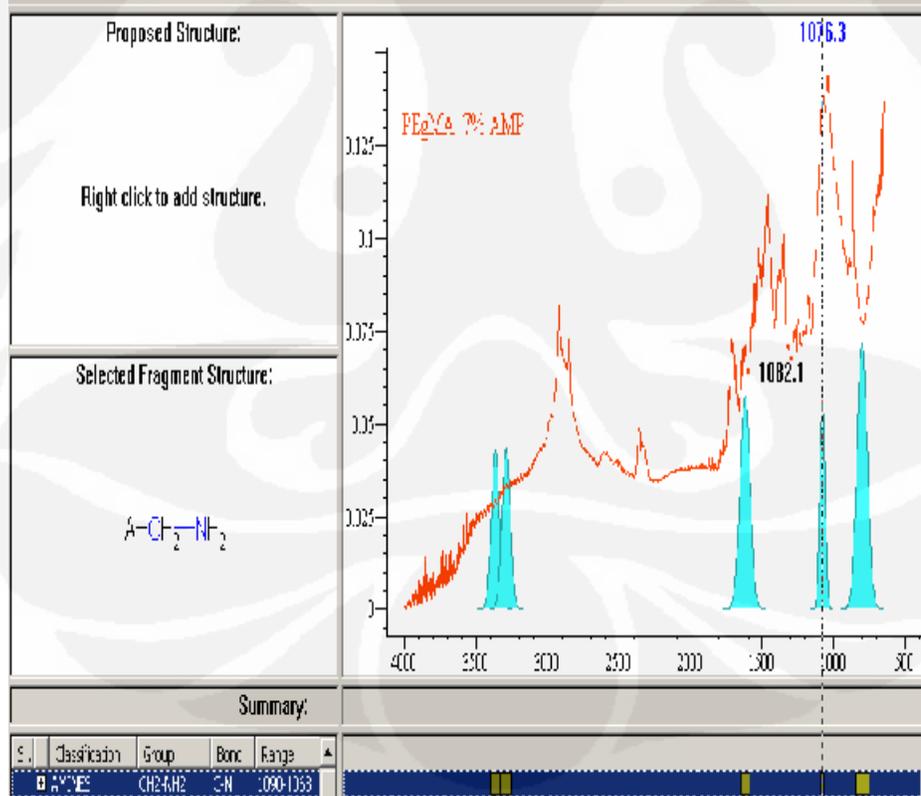
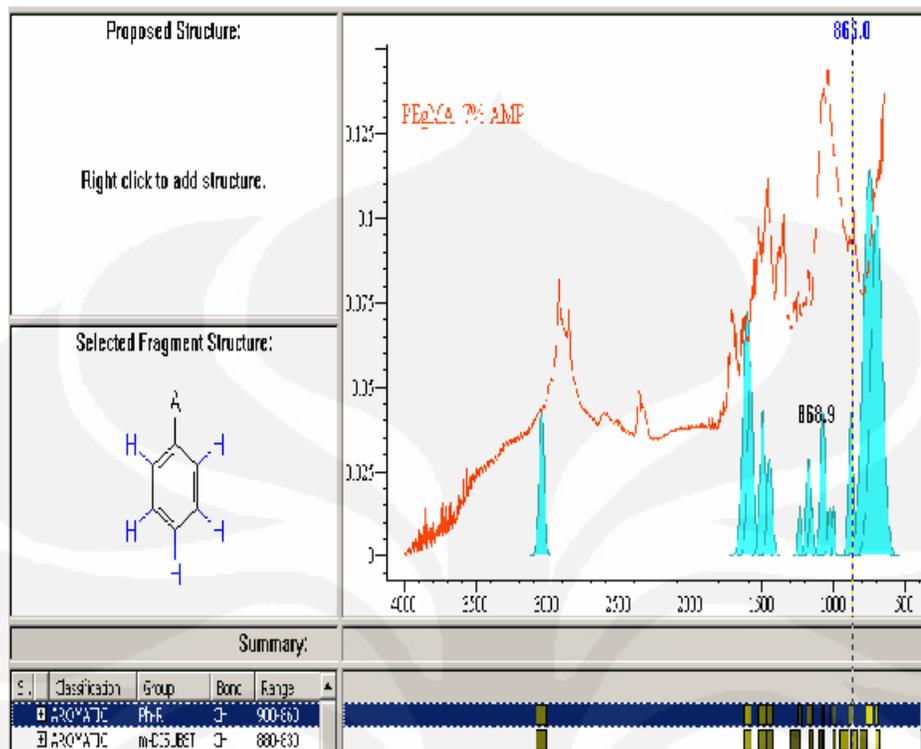


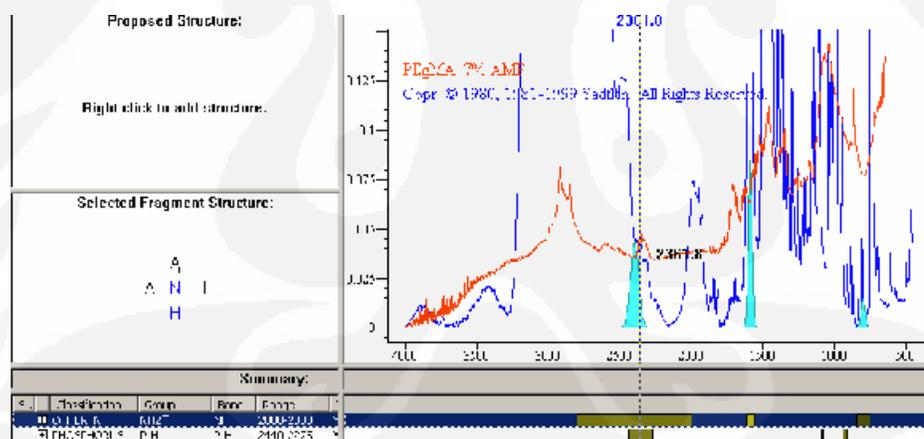
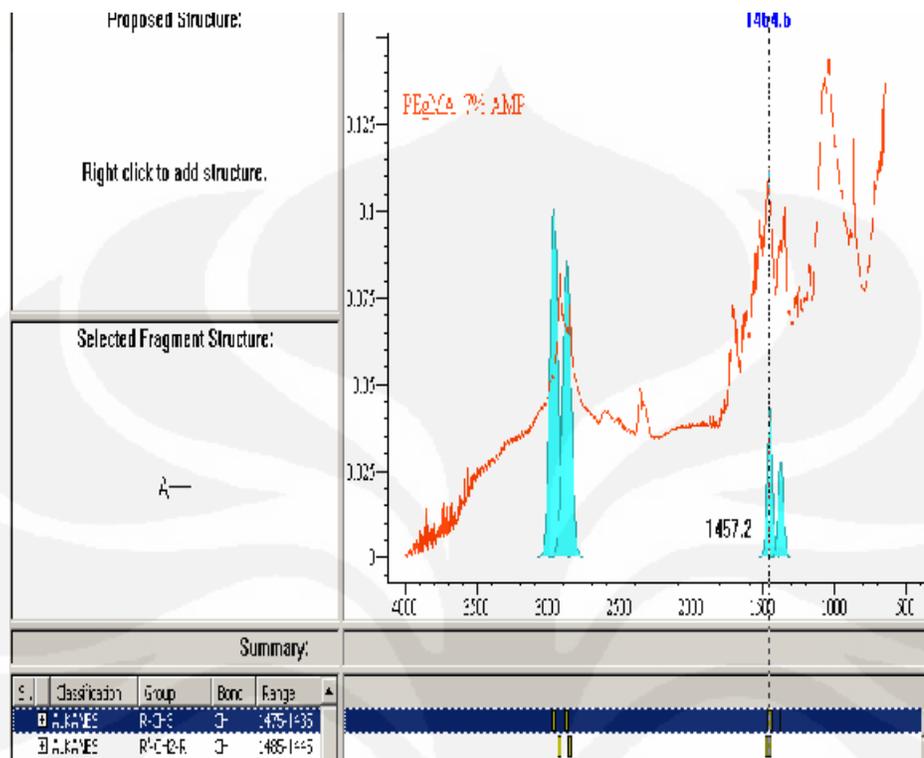


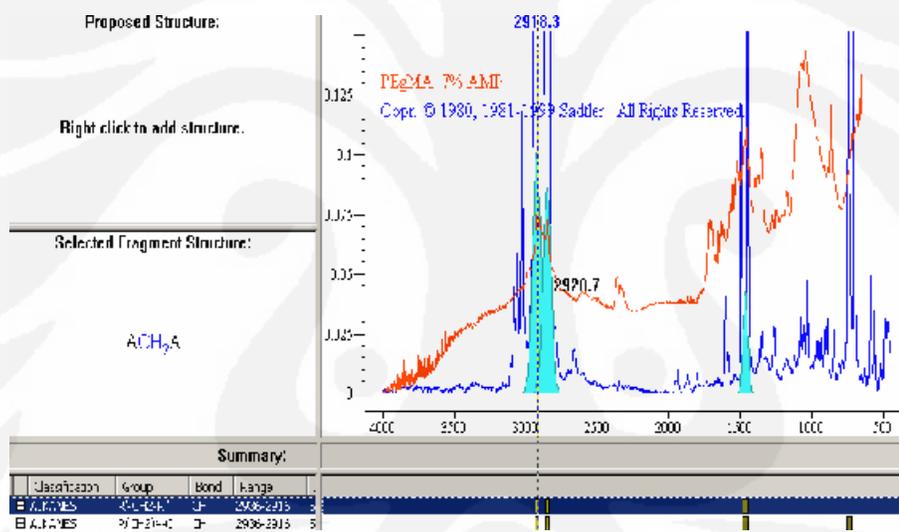
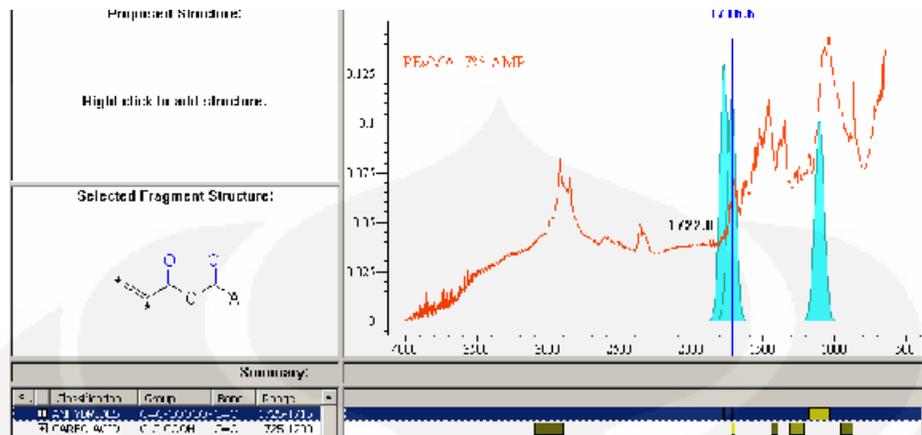


**Lampiran 24** Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 7%  
sesudah penambahan AMP 95

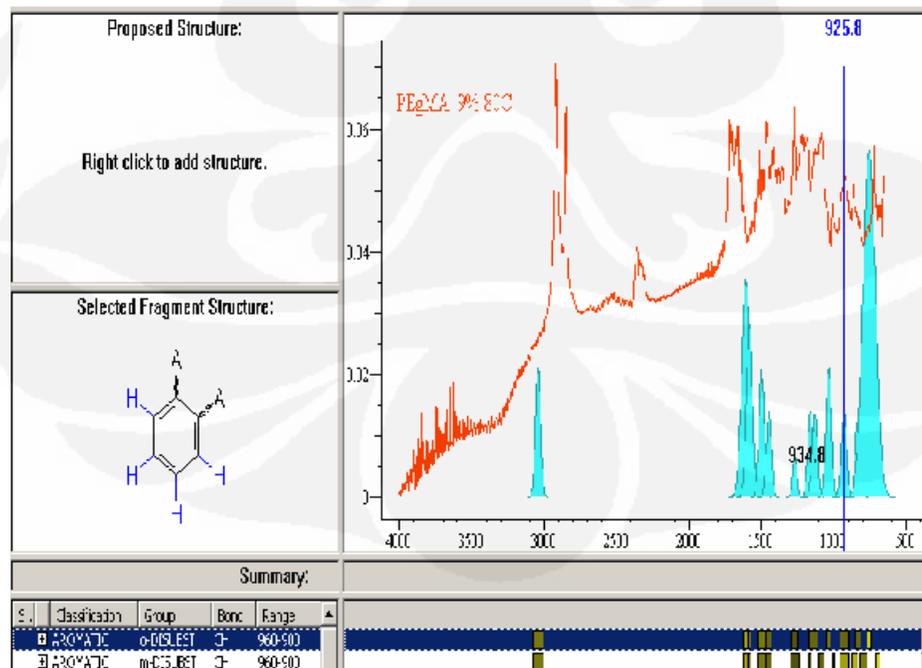
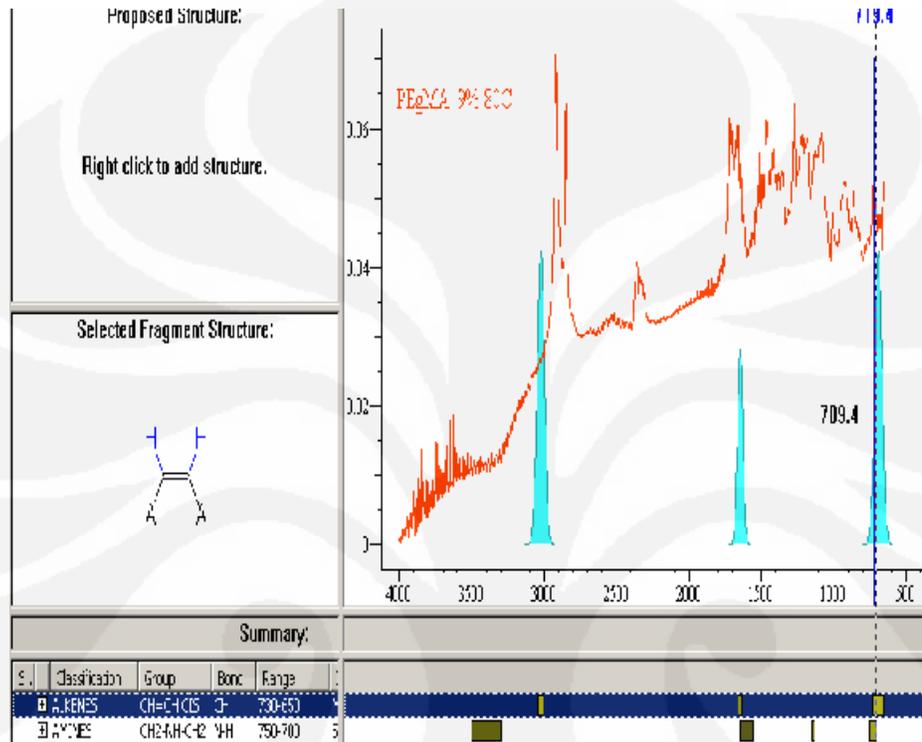


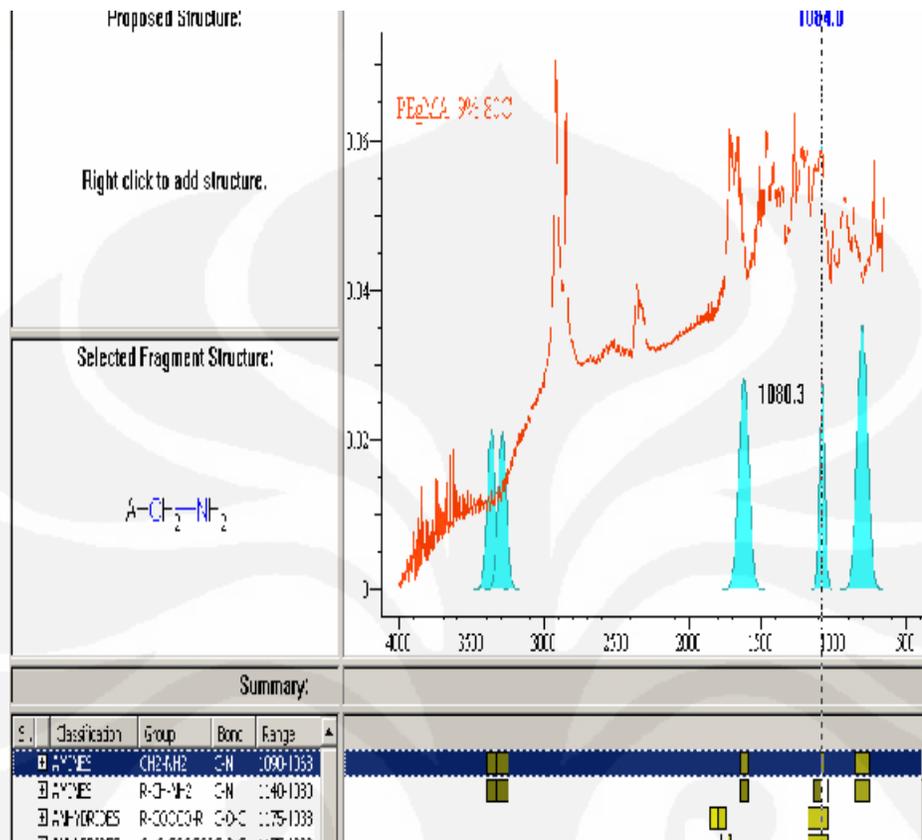


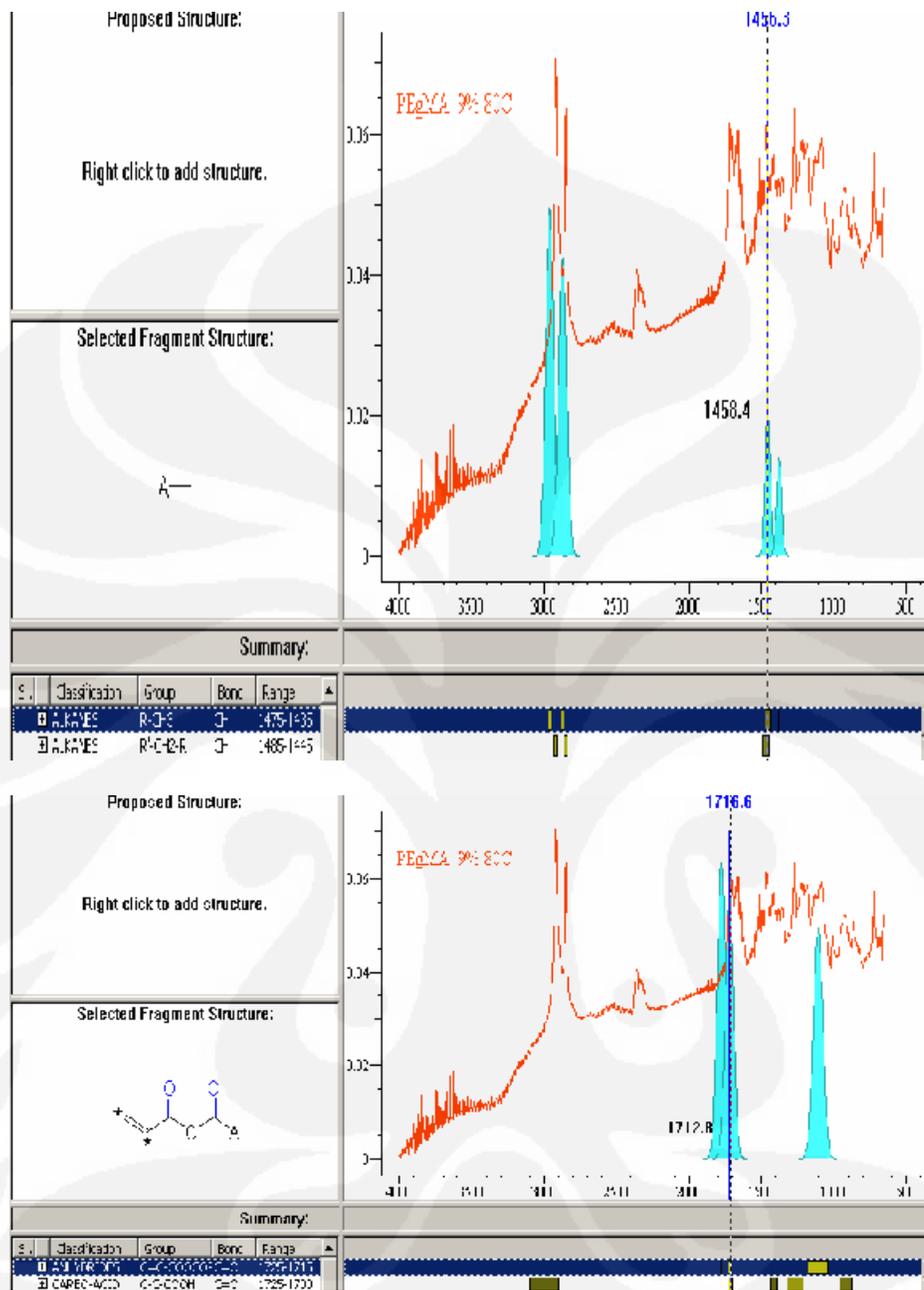


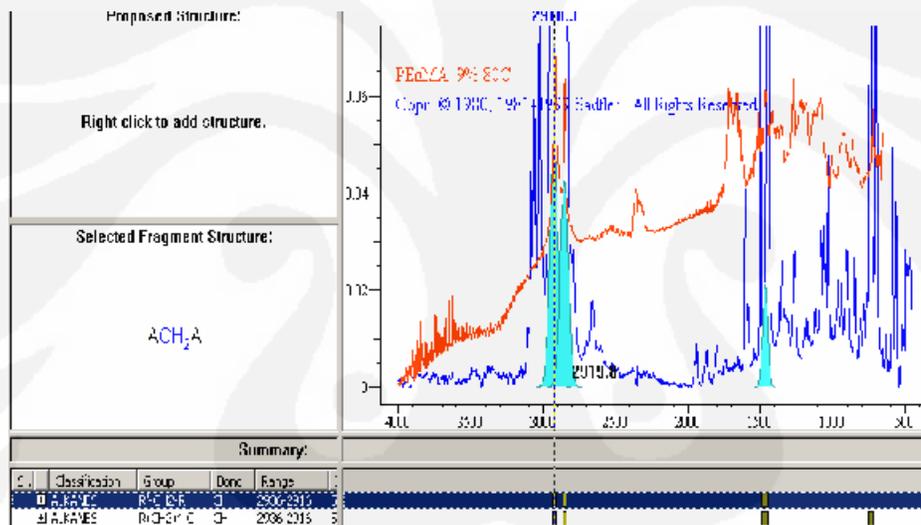
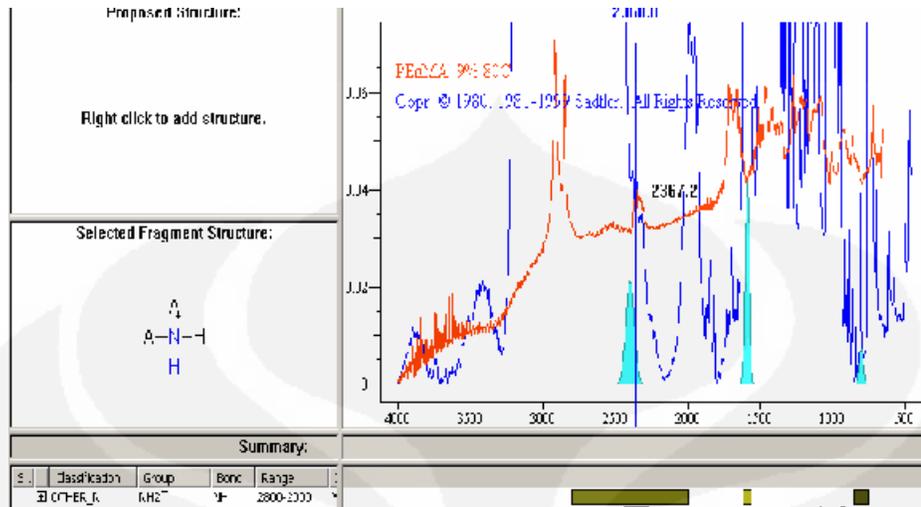


**Lampiran 25** Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 9%, T=80°C  
sebelum penambahan AMP 95

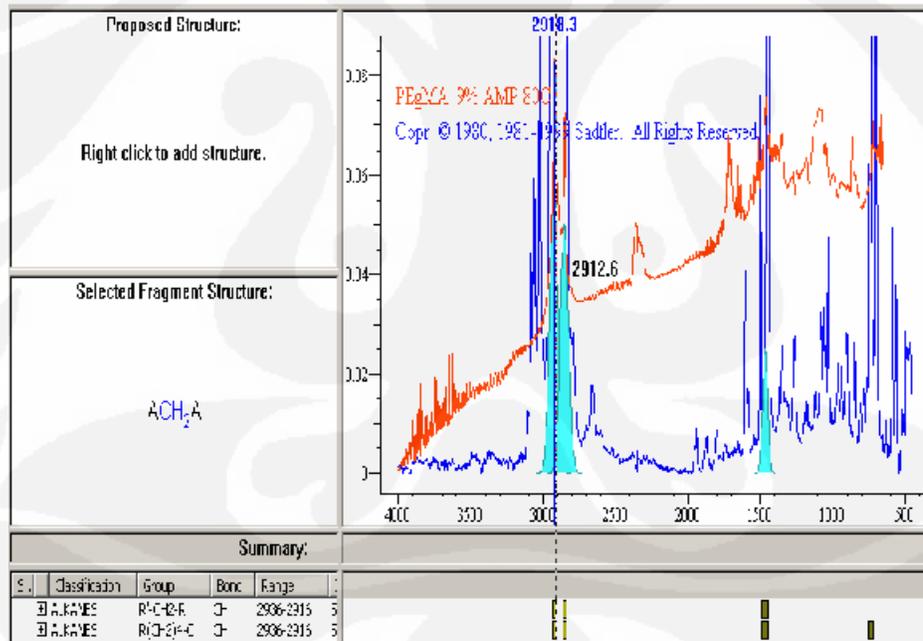
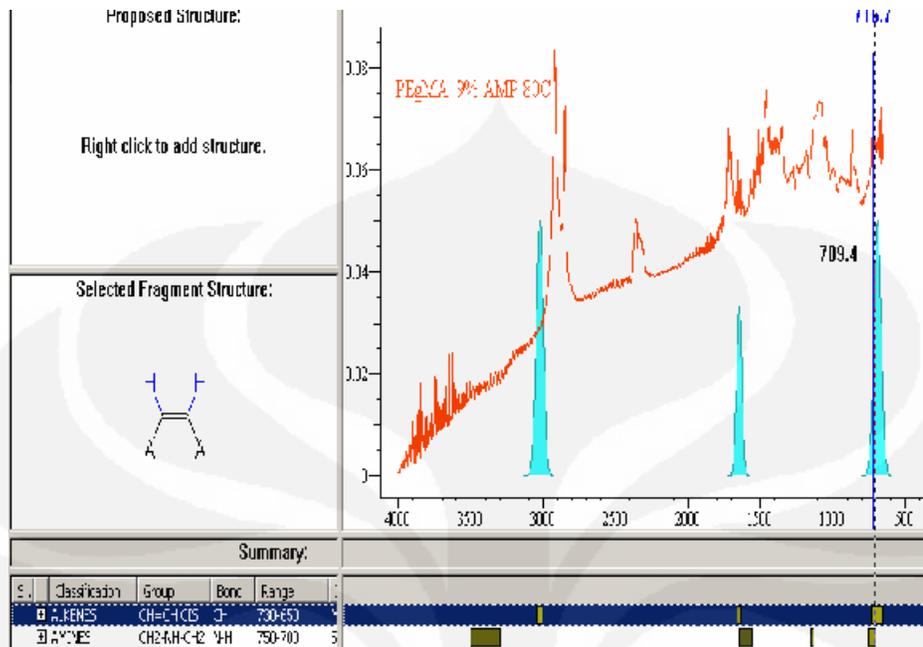


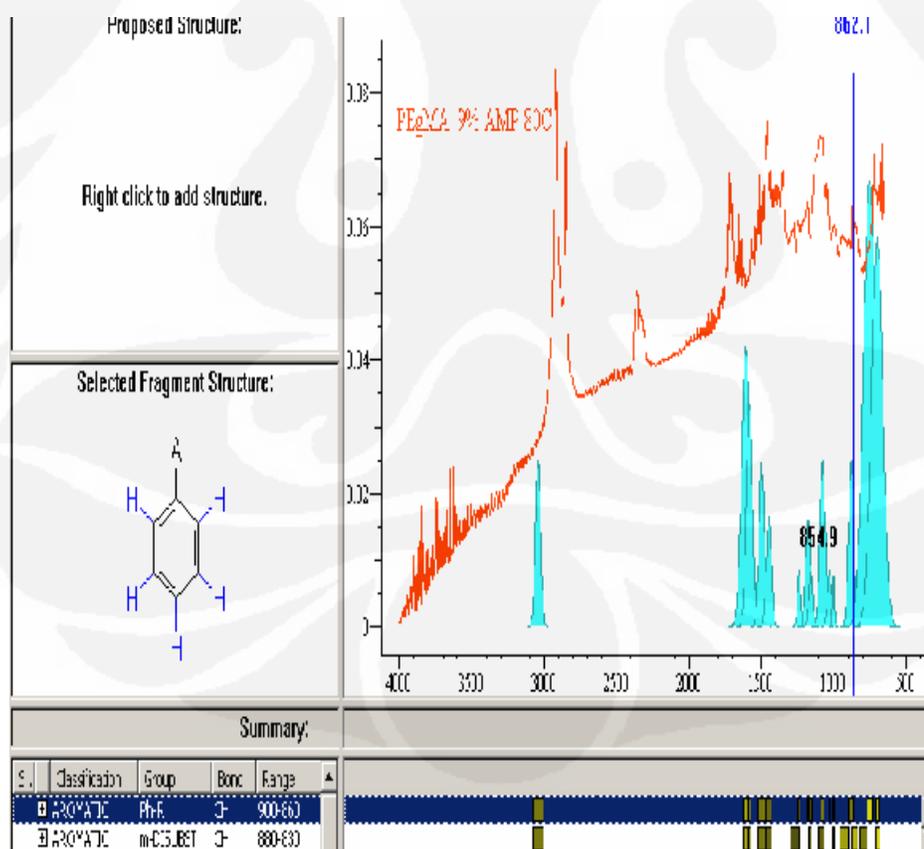
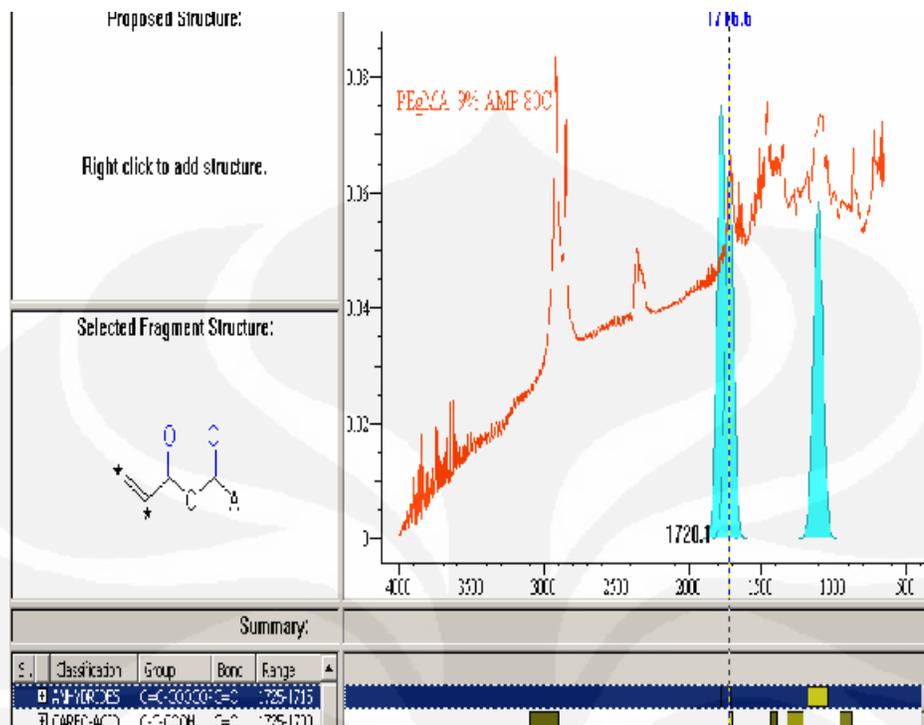


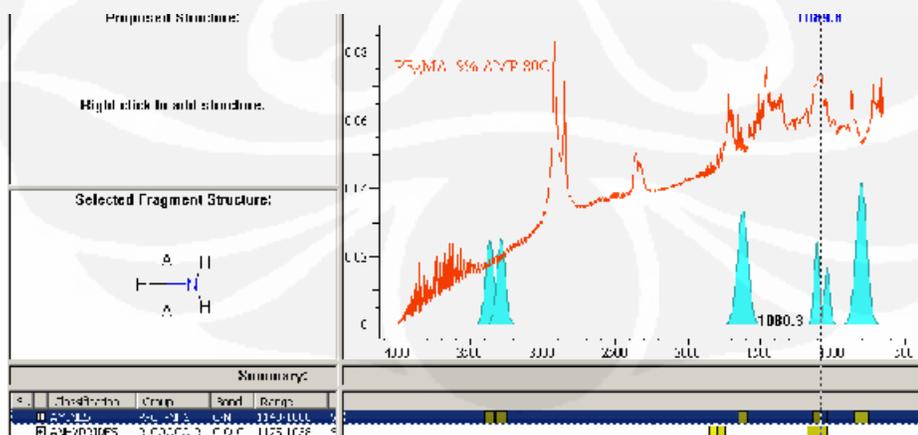
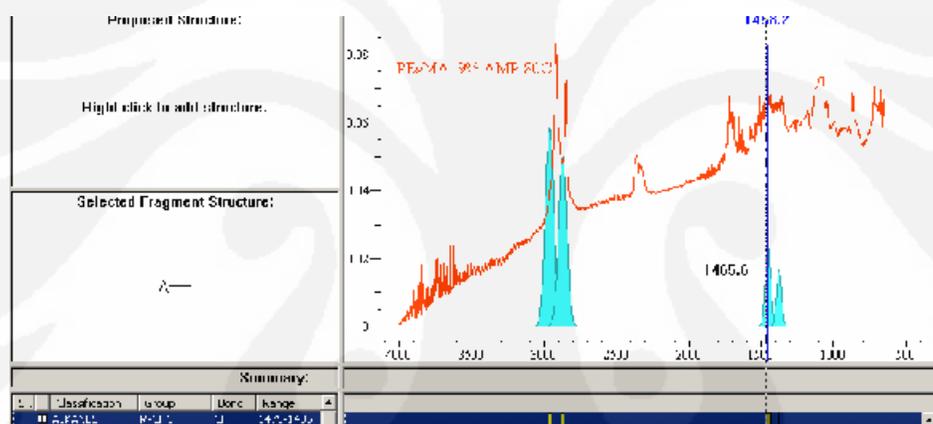
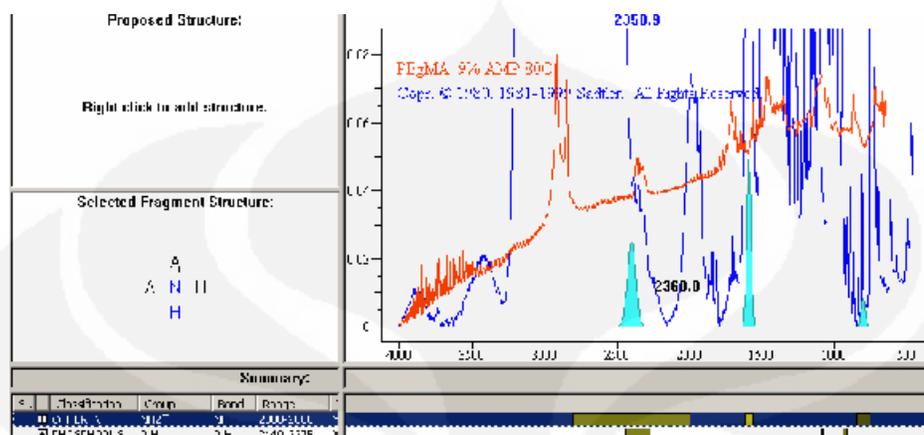




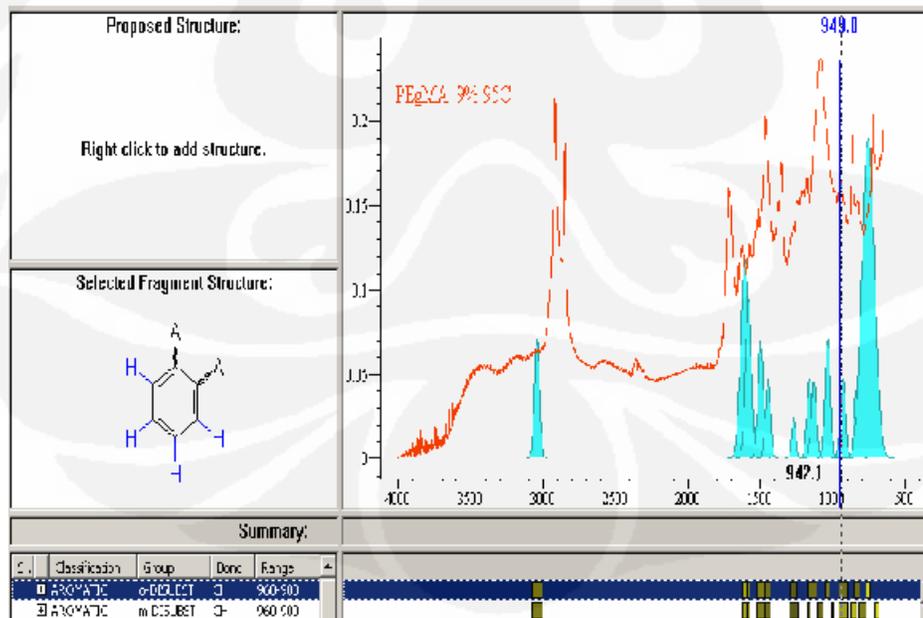
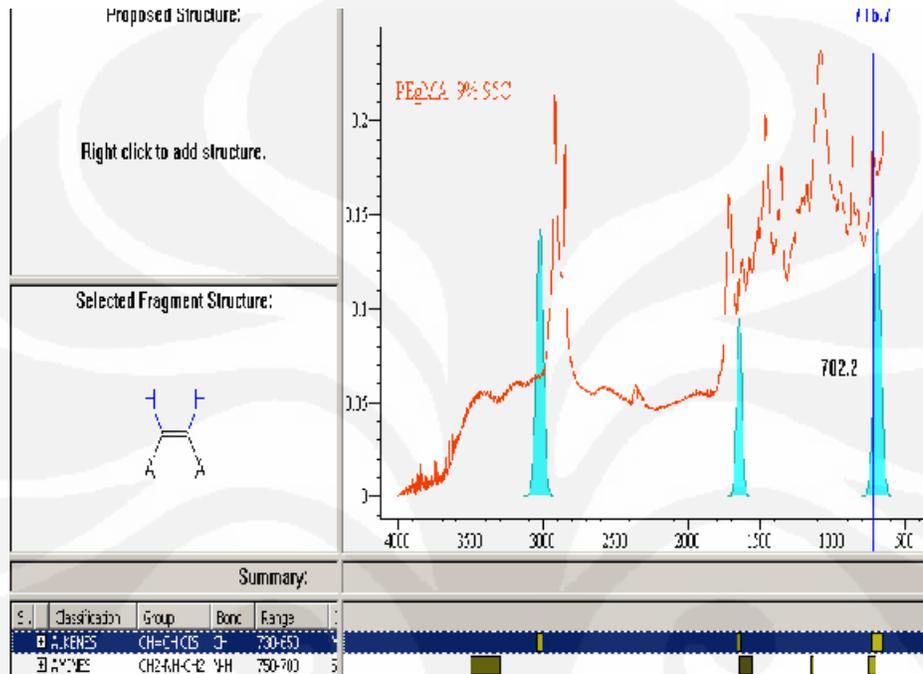
**Lampiran 26** Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 9%, T=80<sup>0</sup>C  
sesudah penambahan AMP 95

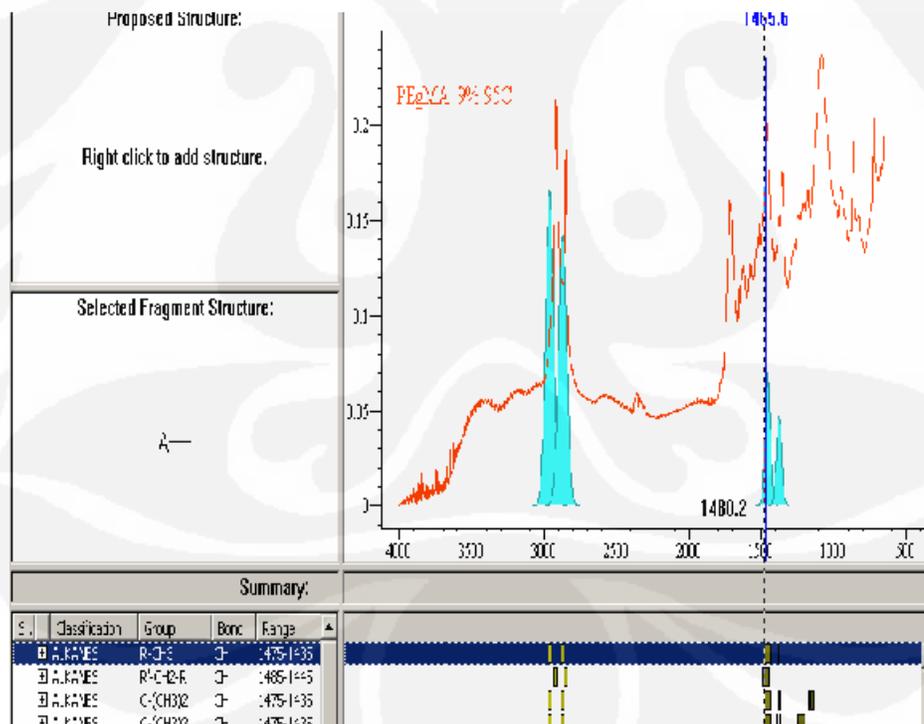
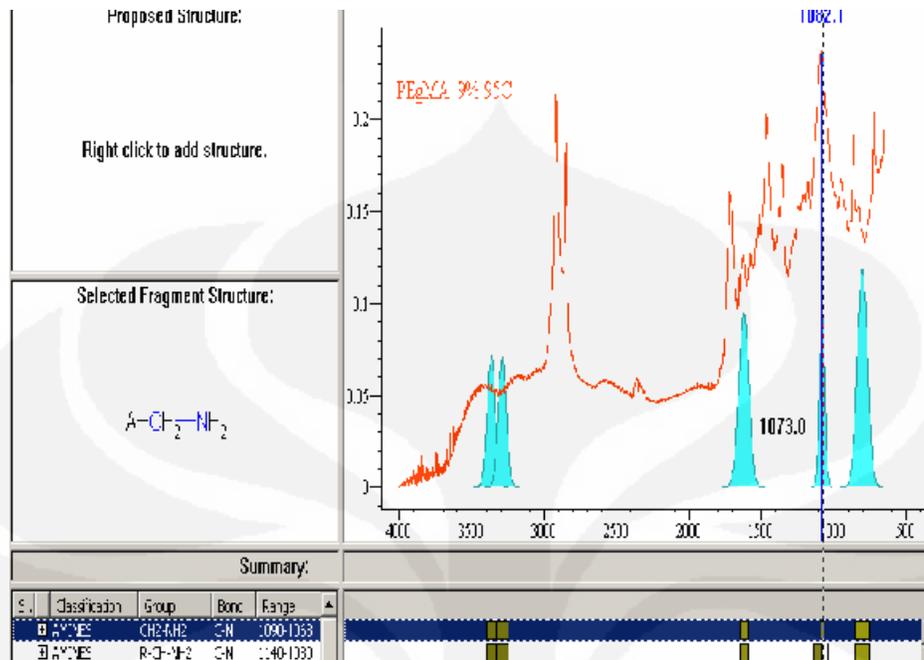


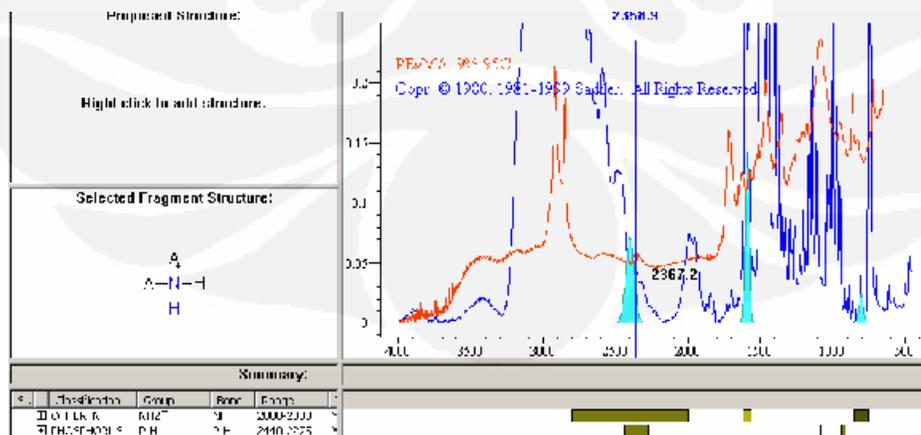
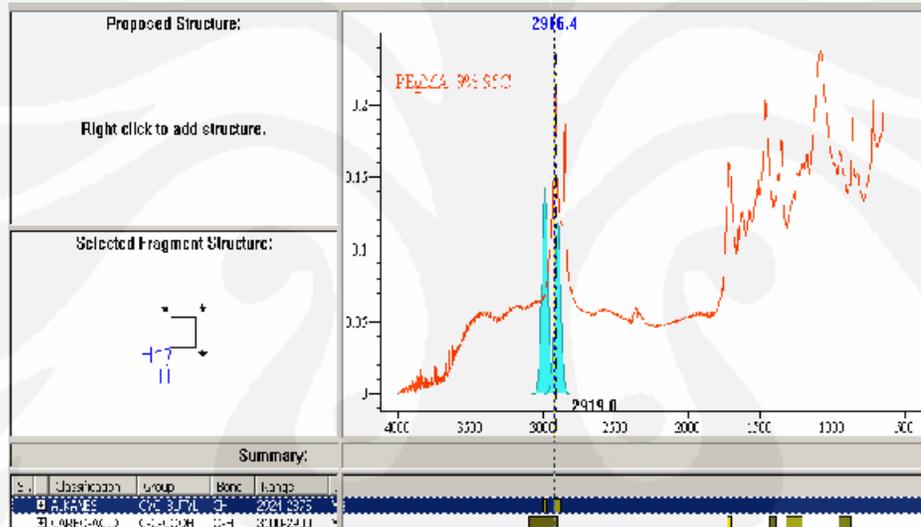
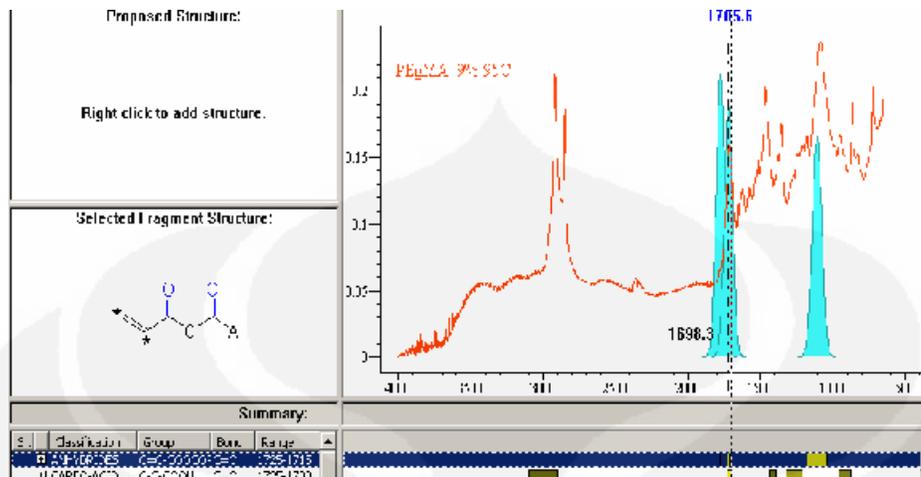




**Lampiran 27** Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 9%, T=95<sup>0</sup>C  
sebelum penambahan AMP 95







**Lampiran 28** Data Karakterisasi ikatan pada PE-g-MA 9%, T=95<sup>0</sup>C  
sesudah penambahan AMP 95

