

SINTESIS DAN KARAKTERISASI PHOTOPOLYMER BERBASIS AKRILIK POLY(METHYL METHACRYLATE-co-STYRENE) SEBAGAI KANDIDAT BAHAN BASIS GIGI TIRUAN

TUGAS AKHIR - TL141584



GARUDA RAKA Satria Dewangga
NRP. 2712100018
TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI FTI-ITS



SIGIT TRI Wicaksono, S.Si., M.Si., Ph.D.
PEMBIMBING 1

AMALIYA Rasyida, S.T., M.Sc.
PEMBIMBING 2

Gambaran Singkat



Tinjauan
Pustaka



Pendahuluan



Metodologi
Penelitian

Hasil dan
Pembahasan



Kesimpulan
dan Saran



GARUDA RAKA Satria Dewangga

2712100018

JURUSAN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI FTI-ITS

Pendahuluan .

SINTESIS DAN KARAKTERISASI PHOTOPOLYMER BERBASIS AKRILIK *POLY(METHYL METHACRYLATE-co-STYRENE)* SEBAGAI KANDIDAT BAHAN BASIS GIGI TIRUAN



Latar Belakang



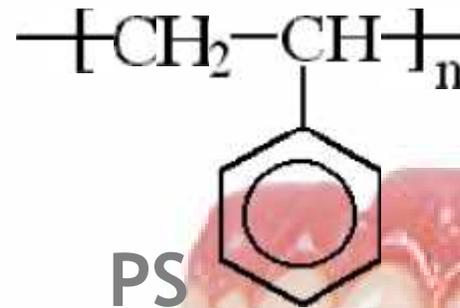
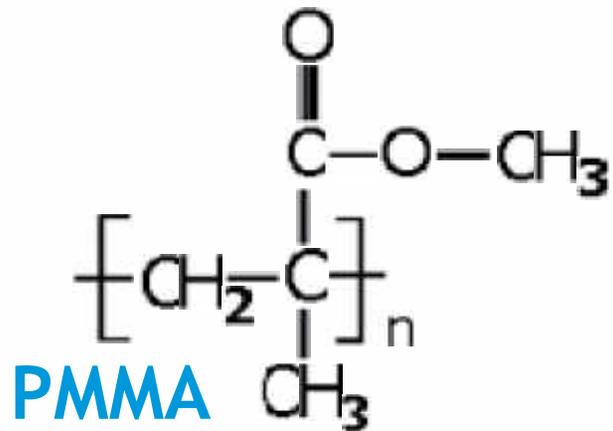
BASIS GIGI TIRUAN

“bagian dari gigi tiruan yang bertumpu pada jaringan lunak yang menutupi tulang rahang bawah dan rahang atas dan menjadi jangkar gigi tiruan”





Latar Belakang



Properties	Value	Value
Contact angle	70.9	87.4
Water absorption (%)	0.1-0.4	0.03-0.05
Flexural Modulus (MPa)	2241-3240	2800-3200
Flexural Strength (MPa)	110	58
Hardness (HD)	85-90	85-95



Latar Belakang



Photo-polymerization

“proses polimerisasi menggunakan bantuan radiasi cahaya pada saat inisiasi, dengan menggunakan bahan tambahan *photoinitiator*”





Tujuan Penelitian



Menganalisis pengaruh penambahan monomer *styrene* terhadap sifat fisik dan mekanik kopolimer *poly(methyl methacrylate-co-styrene)* dengan menggunakan *photo-polymerization*

Mengetahui mekanisme proses kopolimerisasi *poly(methyl methacrylate-co-styrene)* menggunakan metode *photo-polymerization*





Batasan Masalah



Kemurnian produk berdasarkan standar produk tanpa pemurnian



Temperatur pemanasan heat-polymerizati on PMMA dianggap konstan



Ukuran serbuk poly(methyl methacrylate) dianggap sama



Kecepatan stirring dianggap konstan



Intensitas cahaya saat photo-polymerizati on dianggap homogen

BAB I

BAB II

BAB III

BAB IV

BAB V



GARUDA RAKA Satria Dewangga

2712100018

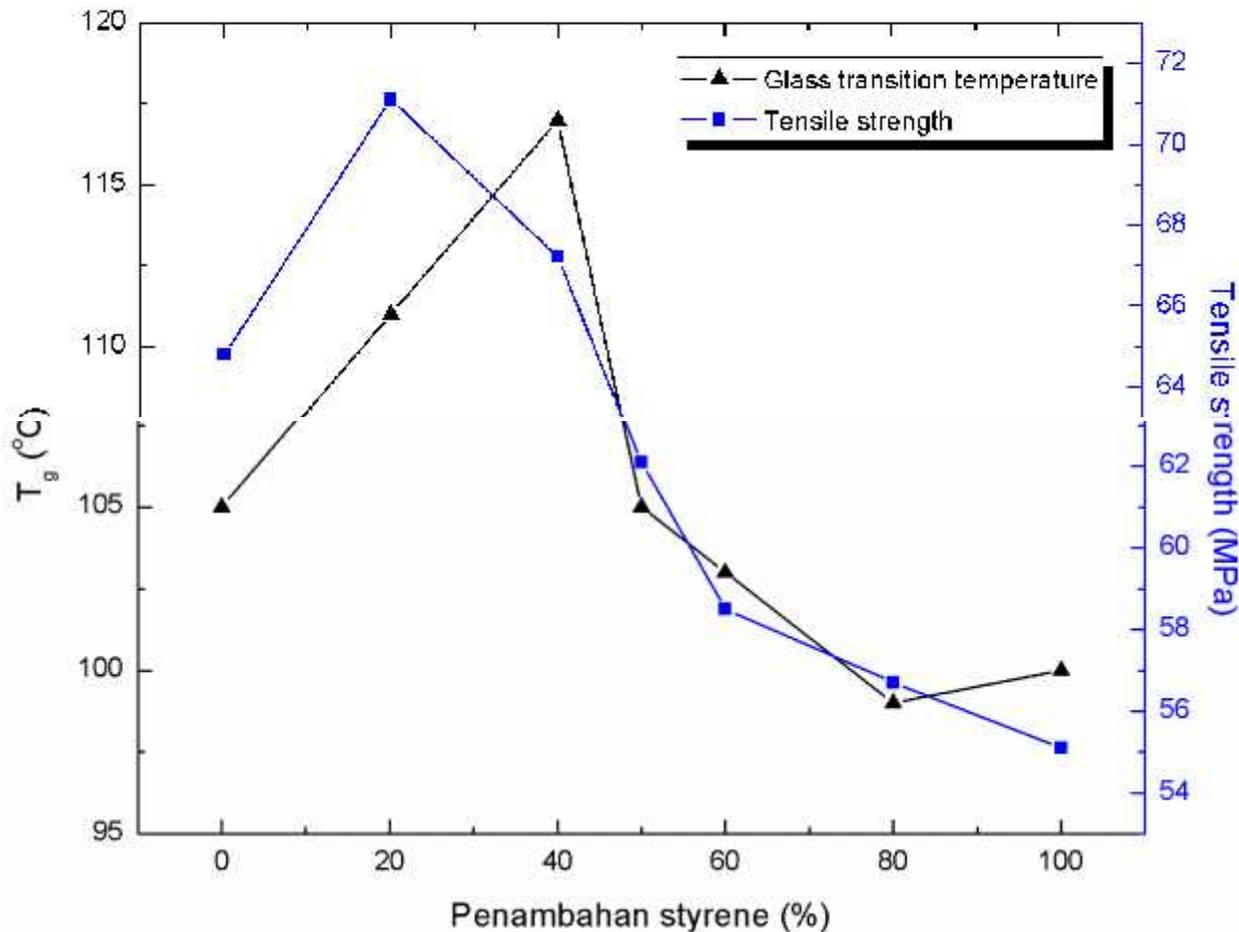
JURUSAN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI FTI-ITS

Tinjauan Pustaka .

SINTESIS DAN KARAKTERISASI PHOTOPOLYMER BERBASIS AKRILIK *POLY(METHYL METHACRYLATE-co-STYRENE)* SEBAGAI KANDIDAT BAHAN BASIS GIGI TIRUAN



Penelitian Sebelumnya



“Massoudi dkk (2015), dilakukan proses kopolimerisasi *poly(methyl methacrylate-co-styrene)* menggunakan bantuan *benzoyl peroxide* sebagai inisiator radikal bebas”.

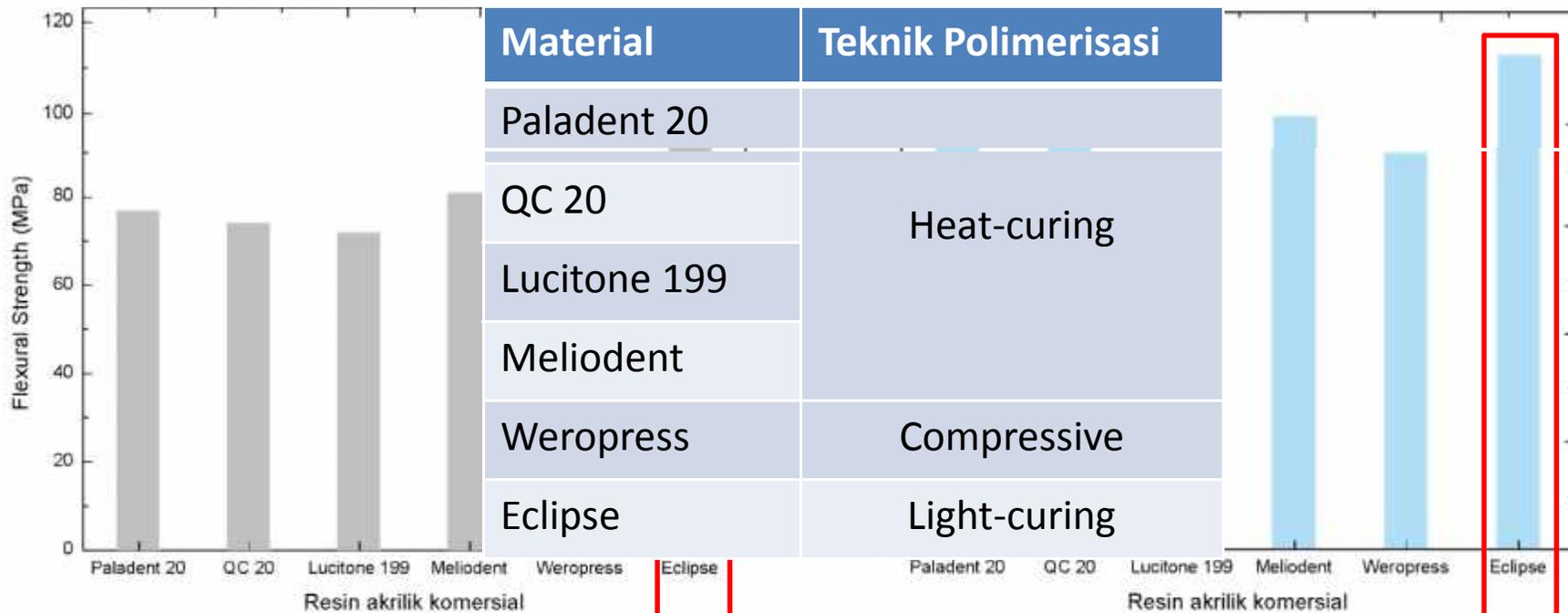




Penelitian Sebelumnya



“Mumcu dkk (2011) melakukan penelitian tentang sifat fleksural *denture base* dengan variasi beberapa teknik polimerisasi pada resin akrilik komersial”





GARUDA RAKA Satria Dewangga

2712100018

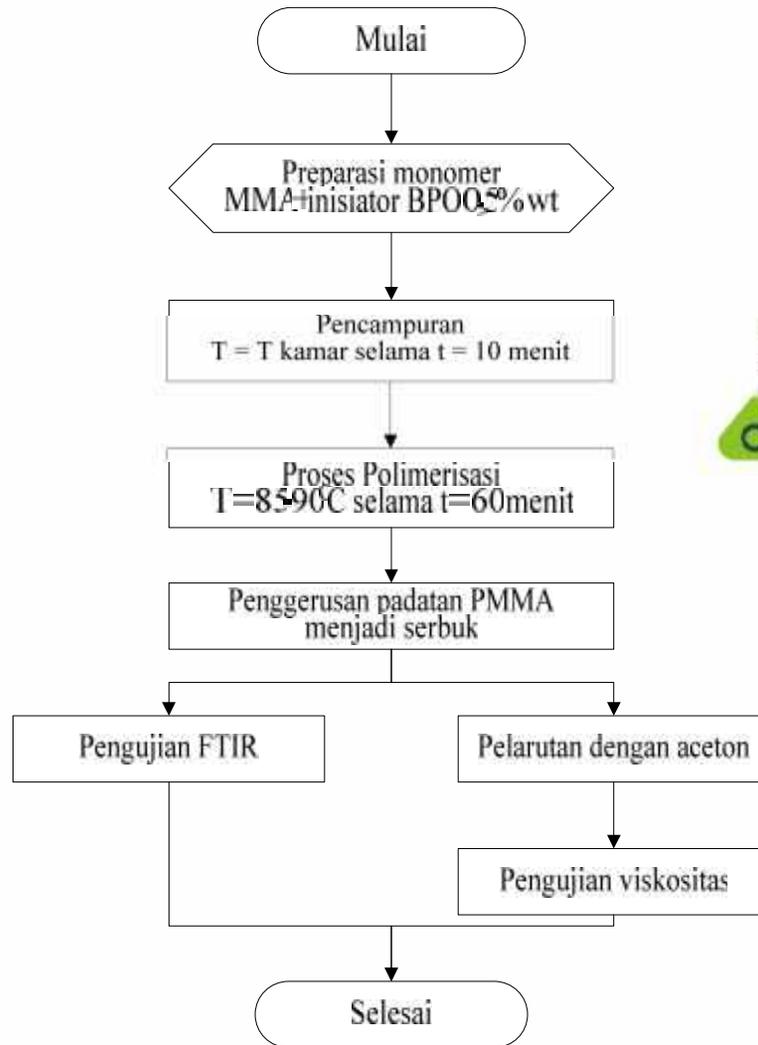
JURUSAN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI FTI-ITS

Metodologi Penelitian .

SINTESIS DAN KARAKTERISASI PHOTOPOLYMER BERBASIS AKRILIK *POLY(METHYL METHACRYLATE-co-STYRENE)* SEBAGAI KANDIDAT BAHAN BASIS GIGI TIRUAN



Diagram Alir



Sintesis Serbuk Poly(methyl methacrylate)

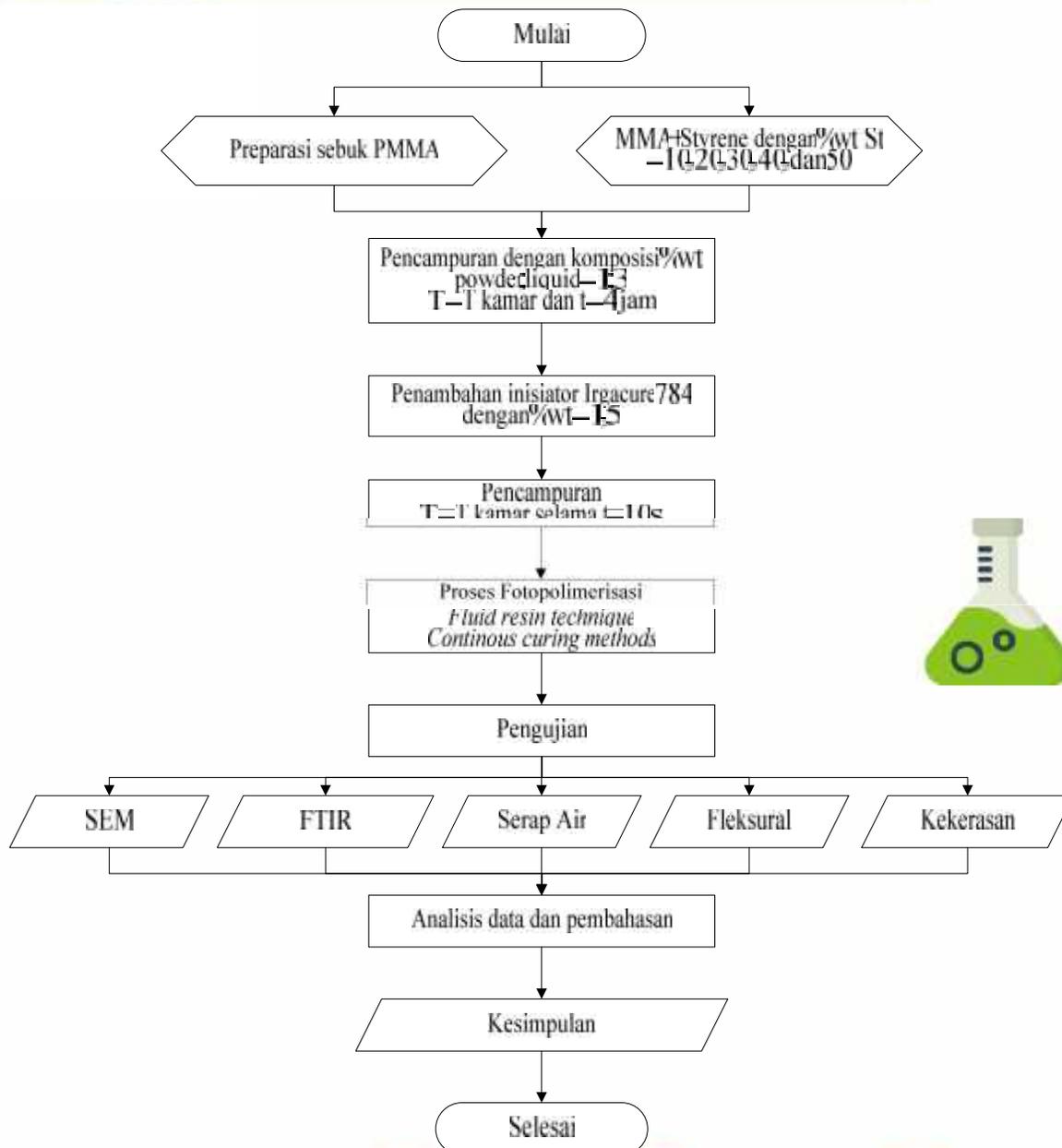
BAB I

BAB II

BAB III

BAB IV

BAB V



Sintesis Kopolimer Poly(methyl methacrylate-co-styrene)

BAB I

BAB II

BAB III

BAB IV

BAB V



GARUDA RAKA Satria Dewangga

2712100018

JURUSAN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI FTI-ITS

Hasil dan Pembahasan .

SINTESIS DAN KARAKTERISASI PHOTOPOLYMER BERBASIS AKRILIK *POLY(METHYL METHACRYLATE-co-STYRENE)* SEBAGAI KANDIDAT BAHAN BASIS GIGI TIRUAN



Hasil Sintesis



Serbuk

Poly(methyl methacrylate)



Kopolimer

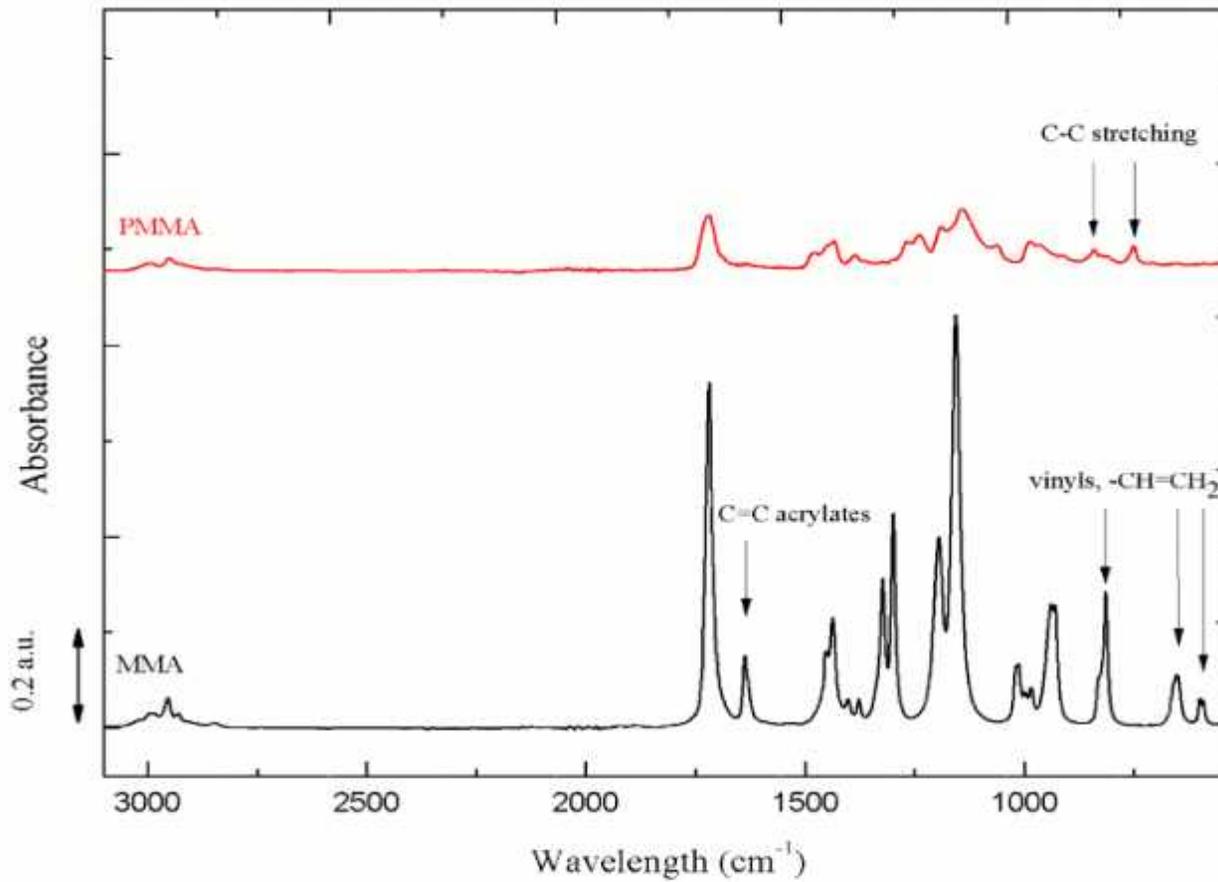
Poly(methyl methacrylate-co-styrene)





Karakterisasi Serbuk

Analisis FTIR





Karakterisasi Serbuk

Analisis Pengujian Viskositas



Mark-Houwink-Sakurada equation

$$LVN \text{ atau } [\eta] = K M^\alpha$$

Viskositas Intrinsik	Viscosity Parameter		Berat Molekul (MW)
	K (10 ⁻³ mL/g)	α	
36.76	7.7	0.7	180.115

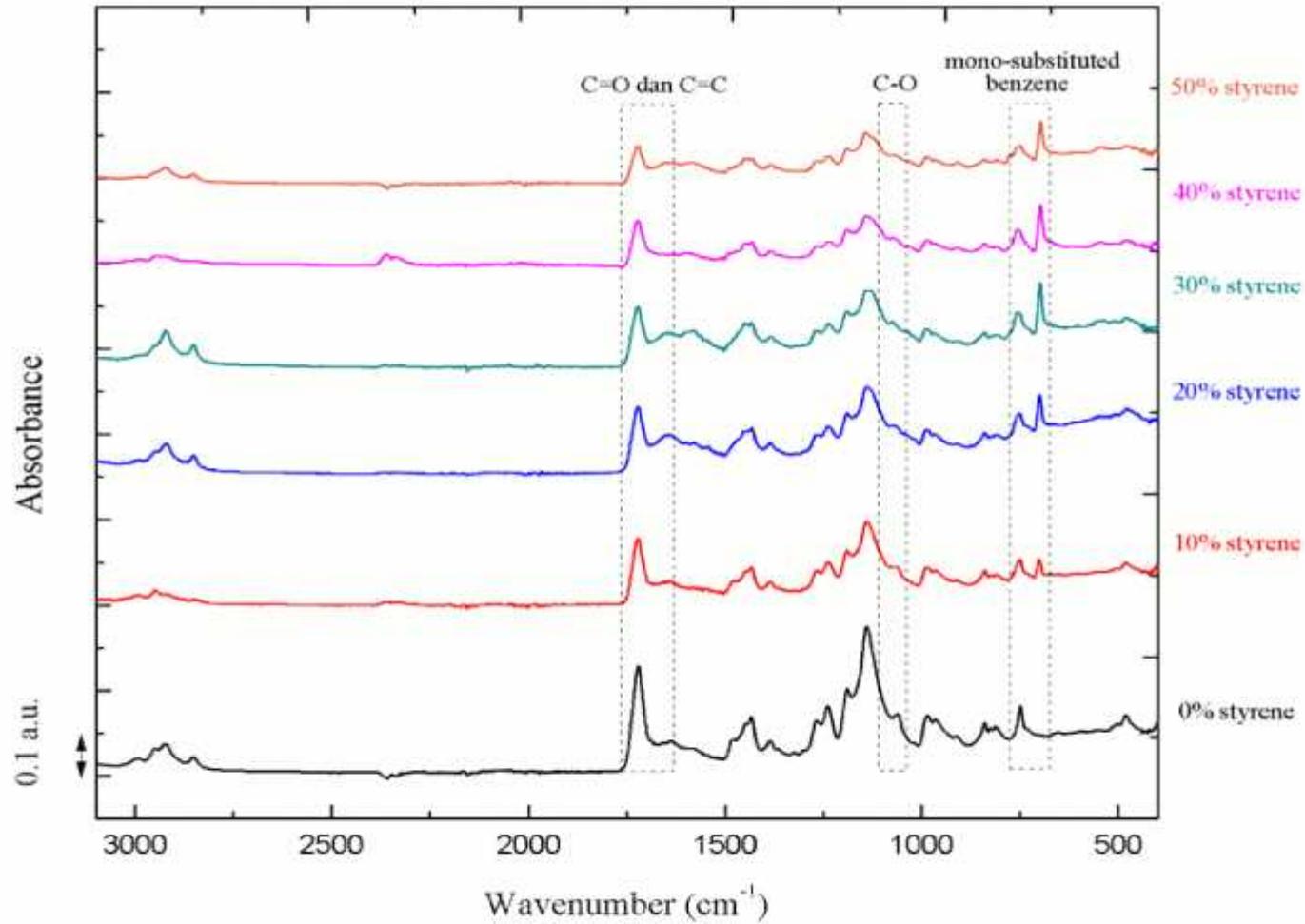
“dengan berat molekul di atas 100.000, maka akan cenderung membentuk polimer rantai panjang dengan sifat fisik dan mekanik yang optimum (Kawaguchi. 2011)”.





Karakterisasi Kopolimer

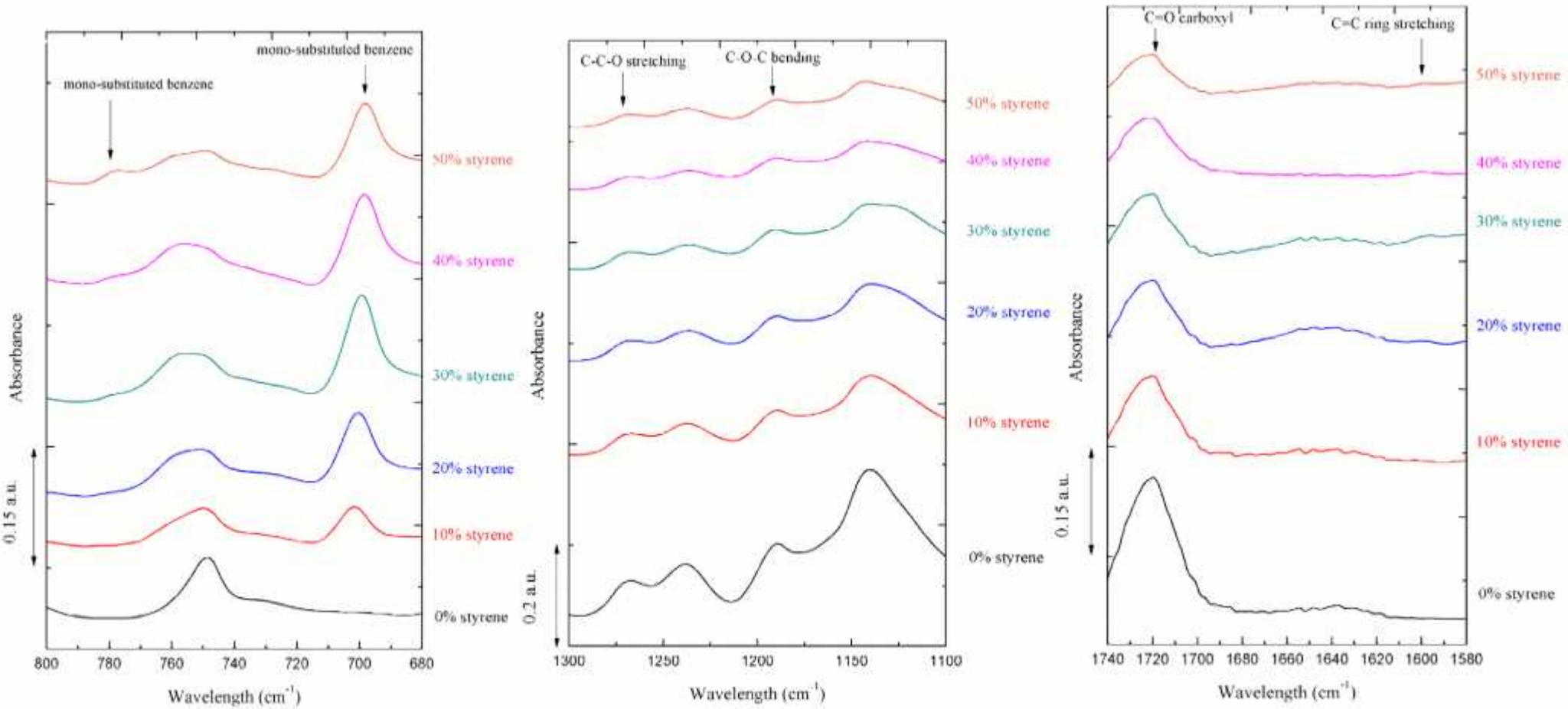
Analisis FTIR





Karakterisasi Kopolimer

Analisis FTIR

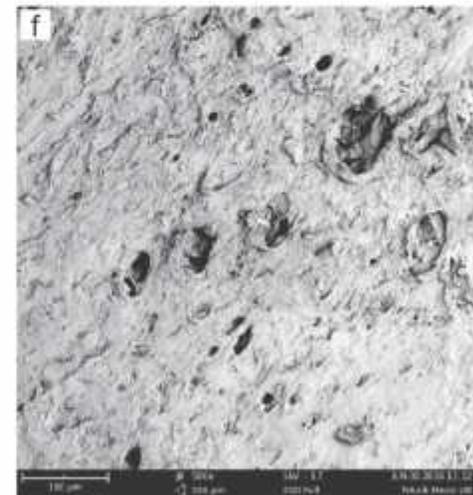
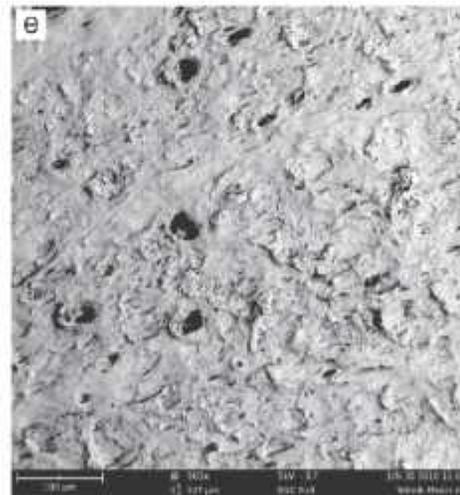
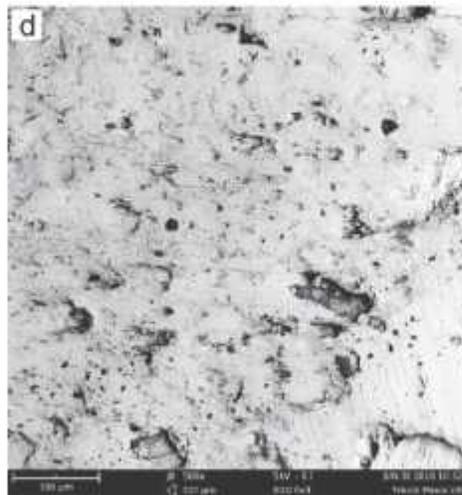
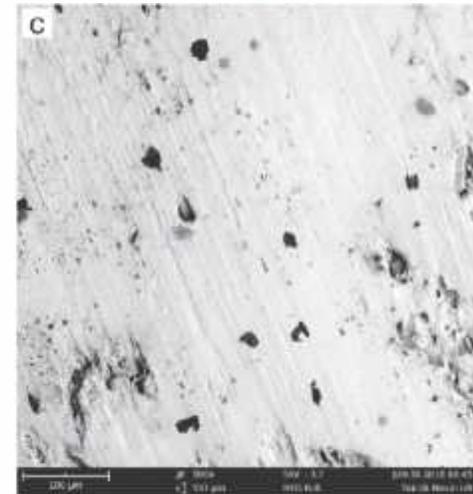
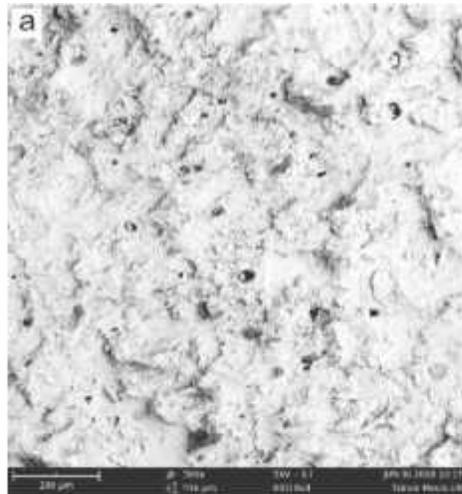




Karakterisasi Kopolimer



Analisis SEM



BAB I

BAB II

BAB III

BAB IV

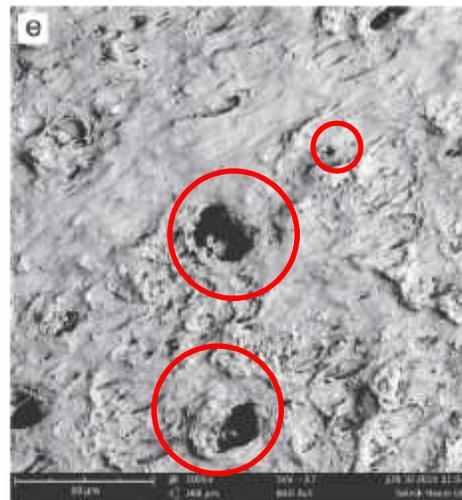
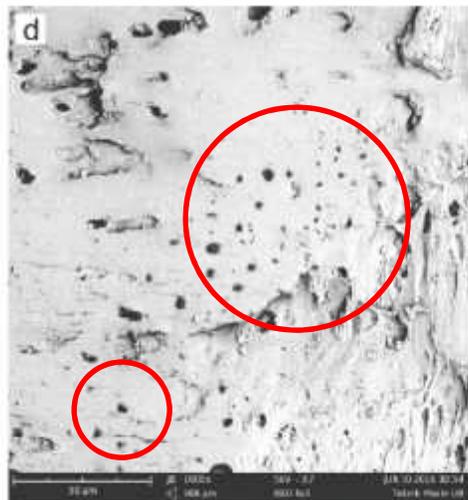
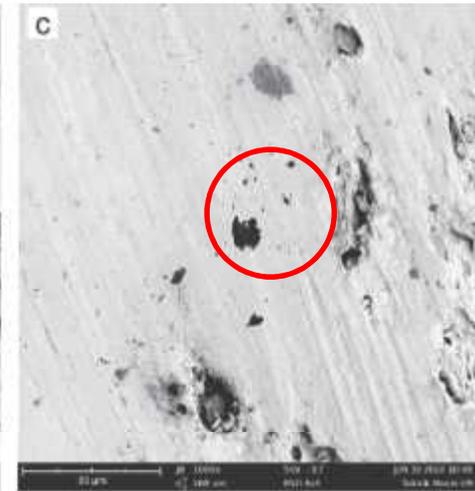
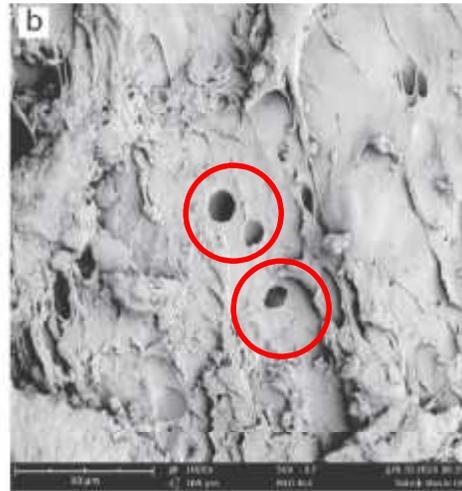
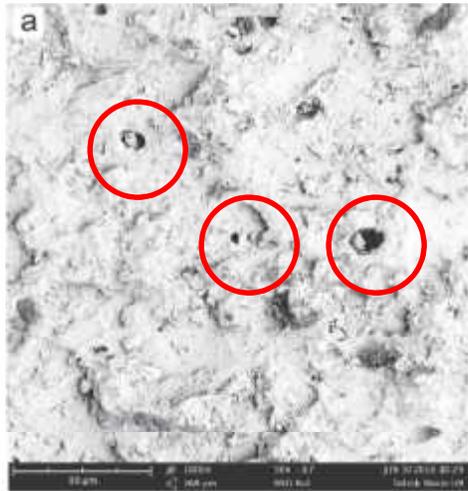
BAB V



Karakterisasi Kopolimer



Analisis SEM



BAB I

BAB II

BAB III

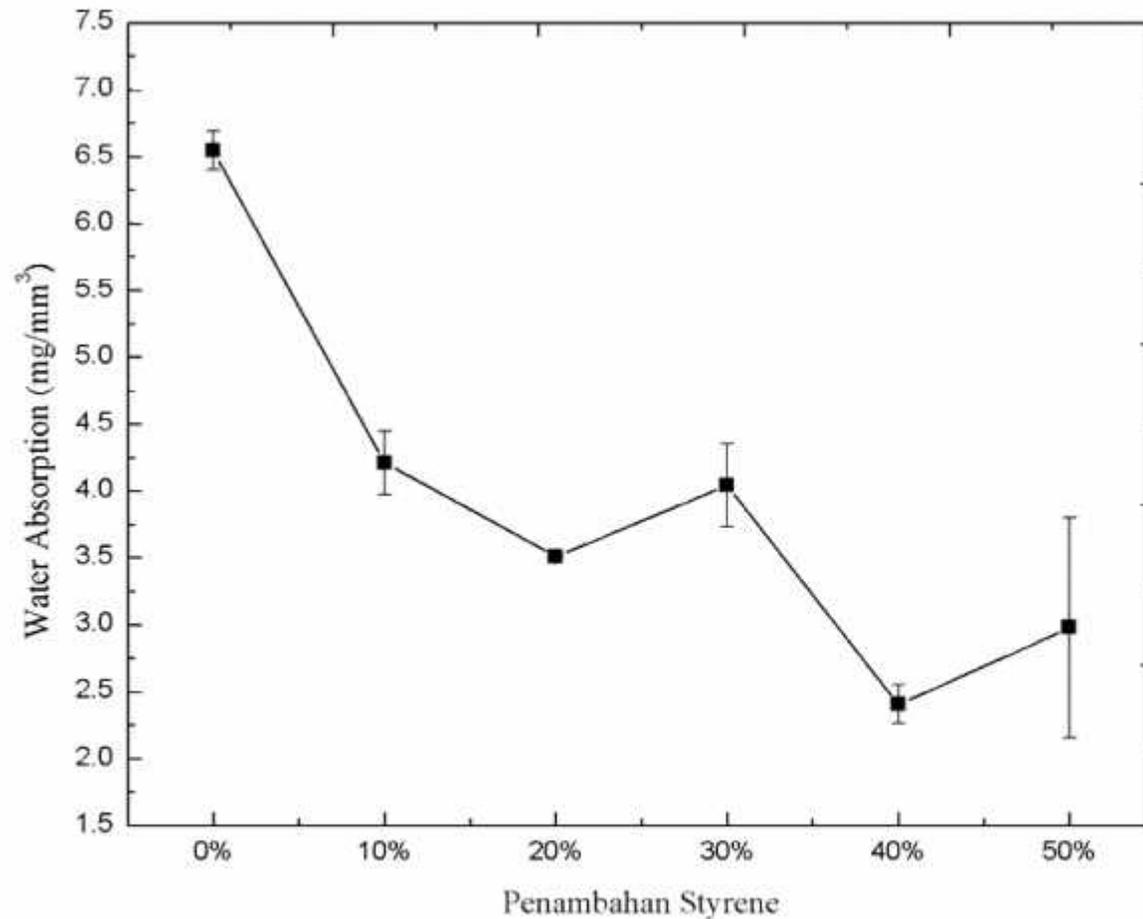
BAB IV

BAB V



Karakterisasi Kopolimer

Analisis Pengujian Serap Air (ASTM D570)



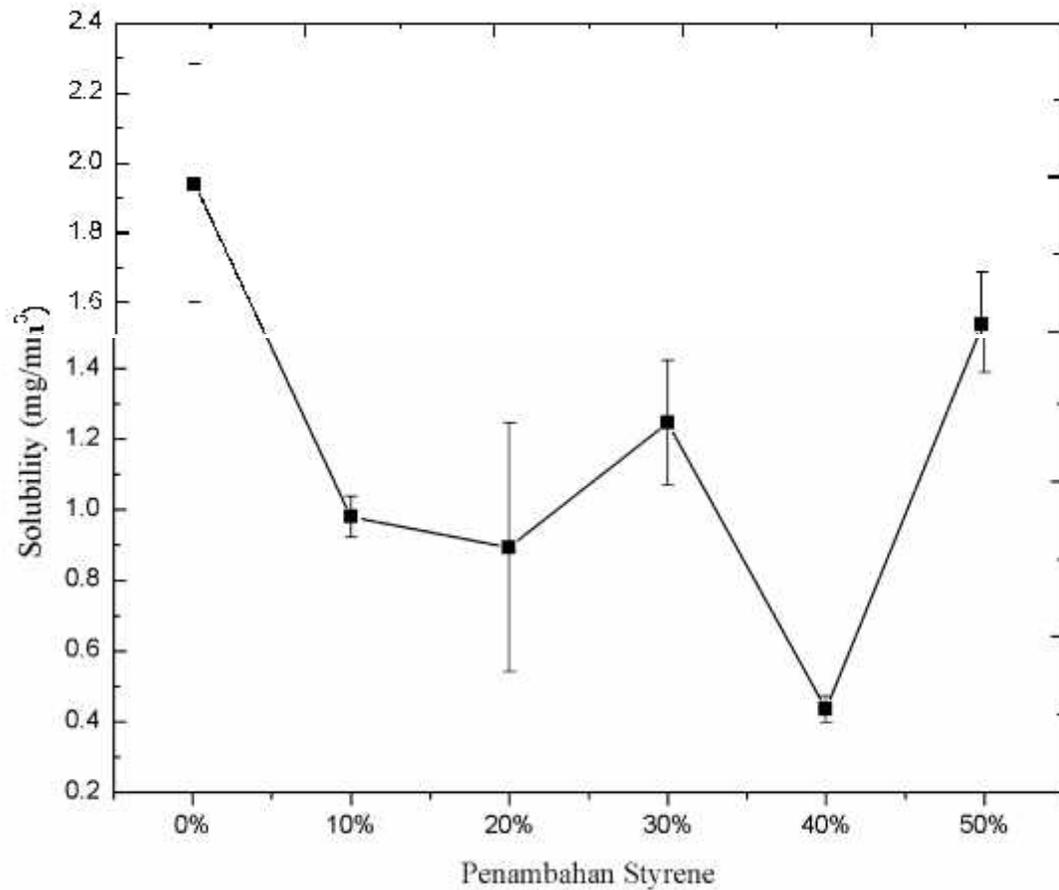
Hydro-phobicity
Porosity





Karakterisasi Kopolimer

Analisis Pengujian Serap Air (ASTM D570)



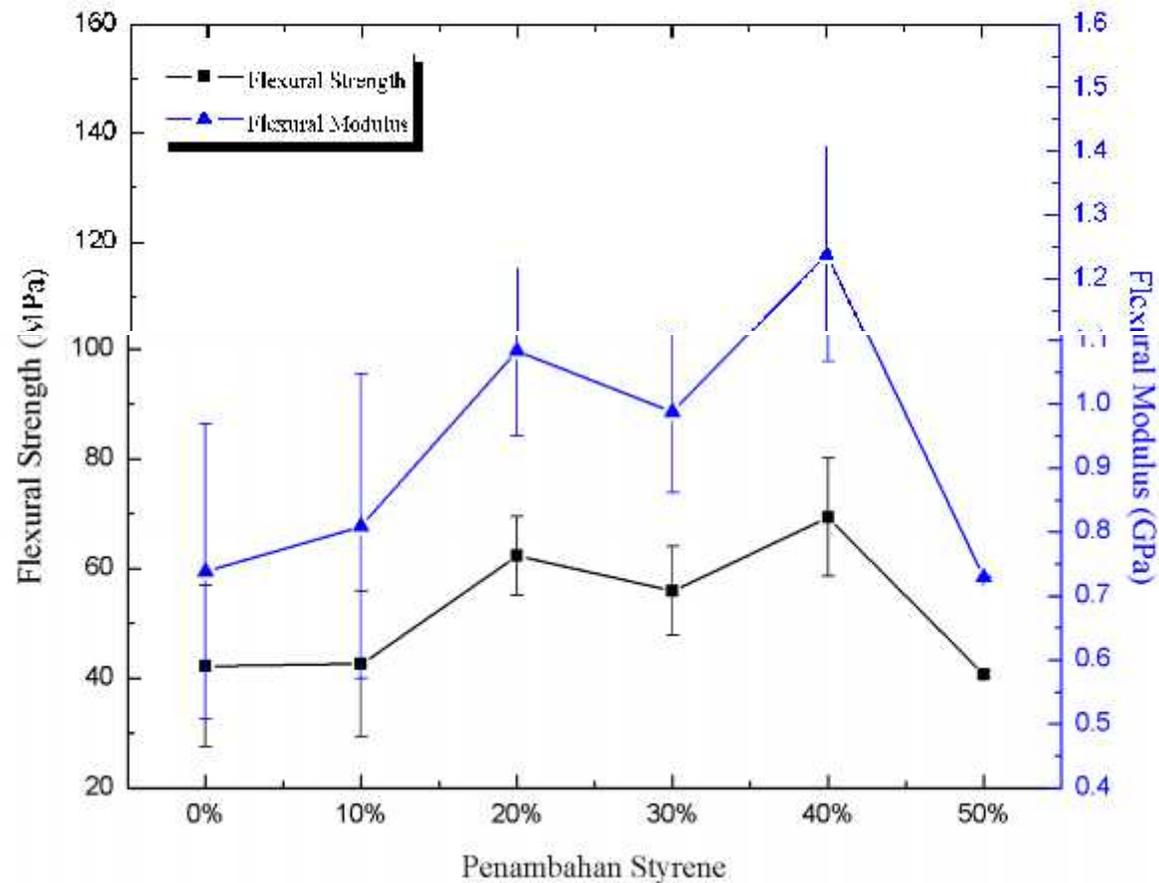
Residual Monomer





Karakterisasi Kopolimer

Analisis Pengujian Fleksural (ASTM D790)



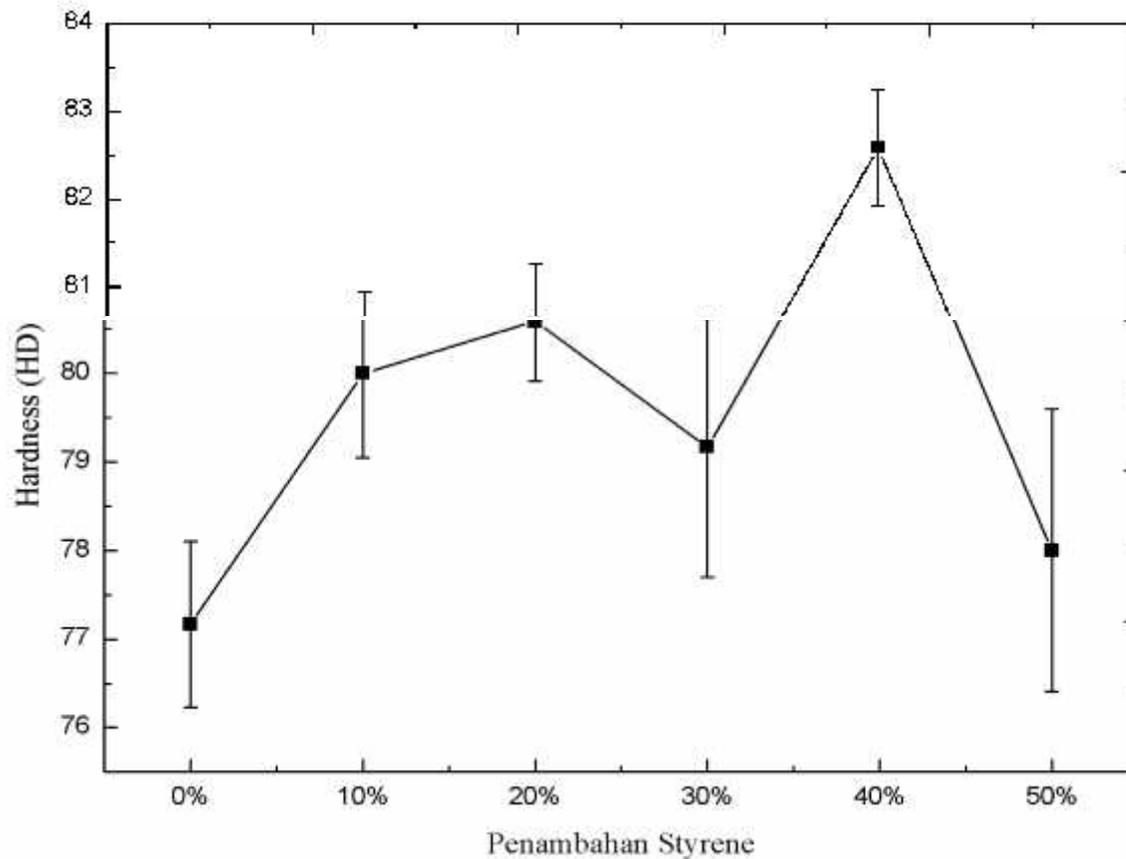
Water Absorption
Solubility
Residual Monomer
Porosity





Karakterisasi Kopolimer

Analisis Pengujian Kekerasan (ASTM D2240)



Struktur kimia
Water Absorption
Residual Monomer





Kesimpulan Awal



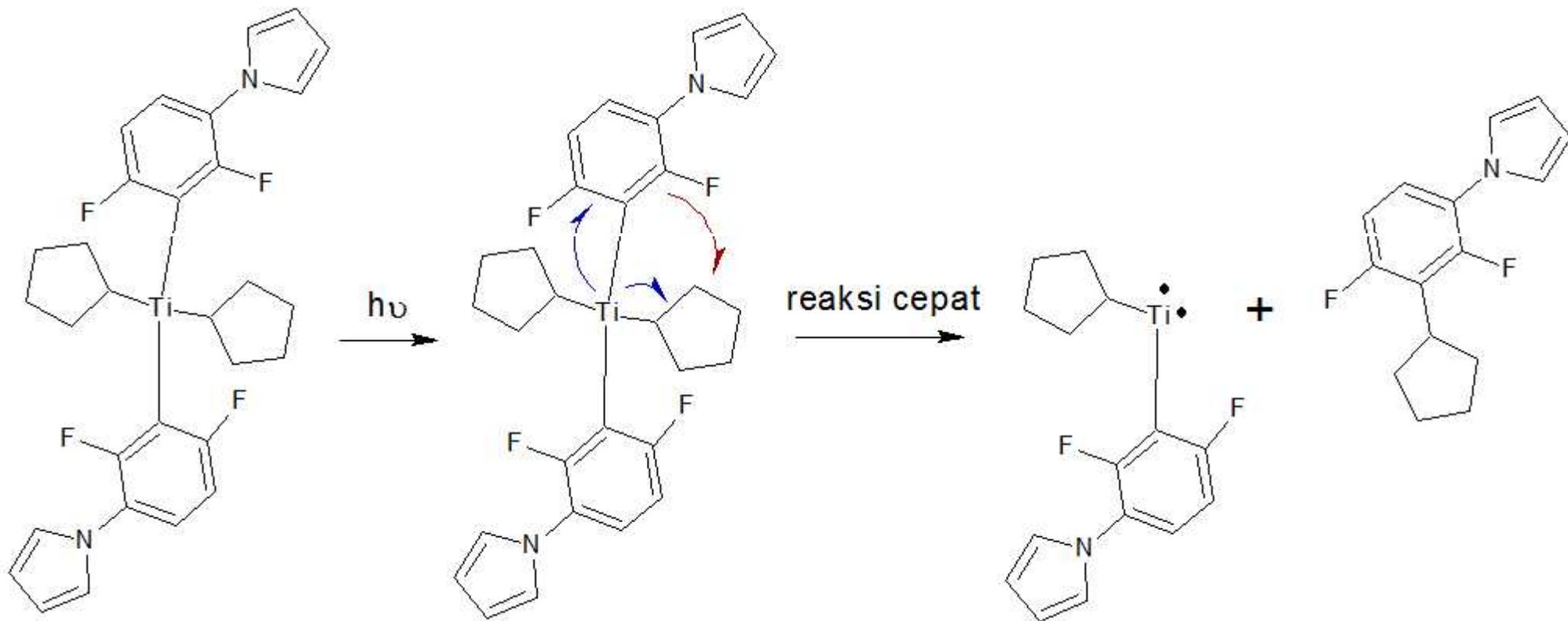
Sifat	ISO 1567	Kopolimer dengan penambahan styrene					
		0%	10%	20%	30%	40%	50%
Water Absorption ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)	32	6.54	4.20	3.50	4.04	2.40	2.97
Solubility ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)	1.6	1.94	0.97	0.89	1.24	0.43	1.53
Flexural Strength (Mpa)	65	42.22	42.61	62.29	55.58	69.33	40.73
Flexural Modulus (Gpa)	2.0	0.73	0.80	1.08	0.98	1.23	0.72
Hardness	-	77.16	80.00	80.58	79.16	82.58	78.00





Mekanisme Kopolimerisasi

Pembentukan radikal bebas



BAB I

BAB II

BAB III

BAB IV

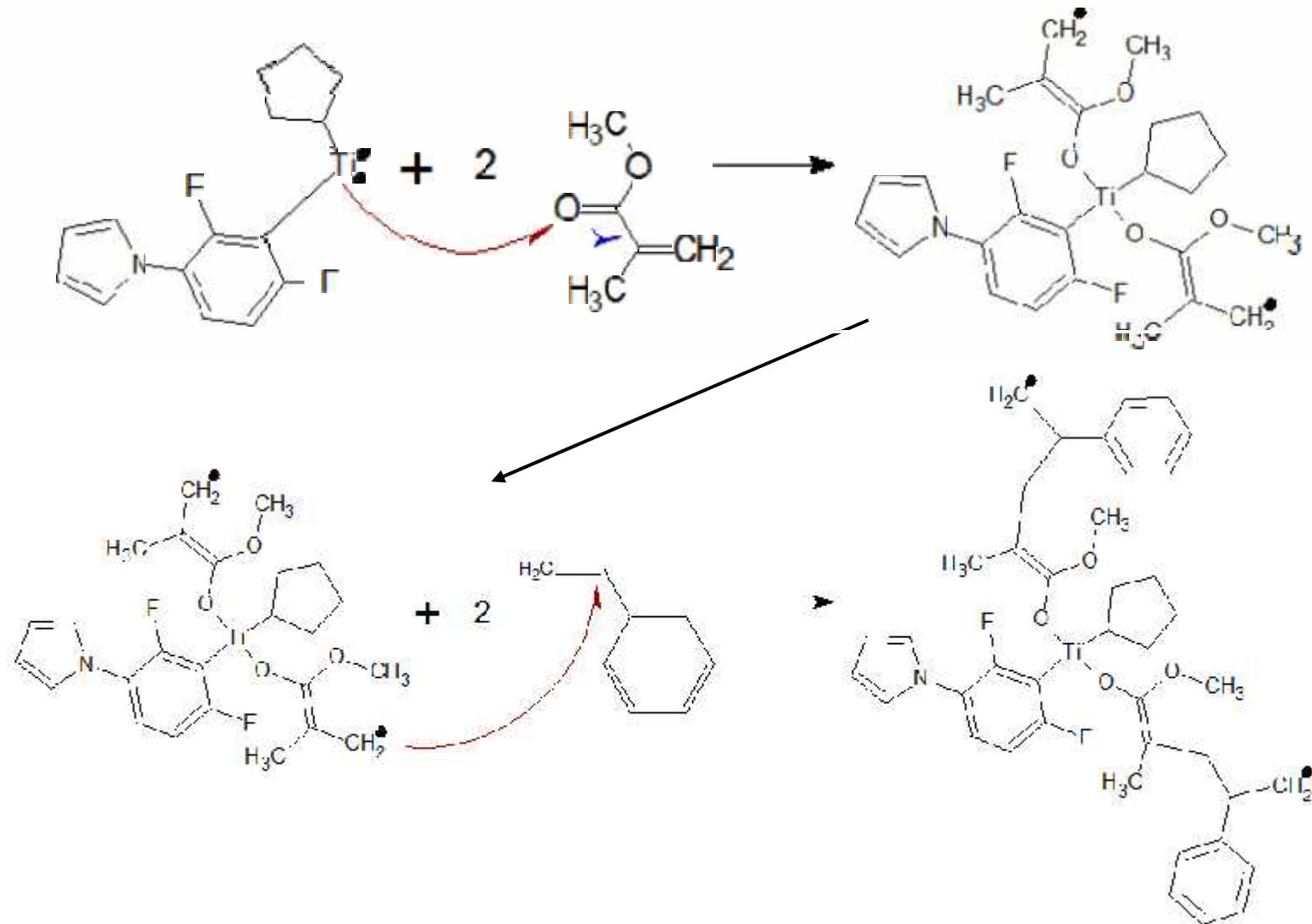
BAB V



Mekanisme Kopolimerisasi



Kopolimerisasi poly(methyl methacrylate-co-styrene)





GARUDA RAKA Satria Dewangga

2712100018

JURUSAN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI FTI-ITS

Kesimpulan dan Saran .

SINTESIS DAN KARAKTERISASI PHOTOPOLYMER BERBASIS AKRILIK *POLY(METHYL METHACRYLATE-co-STYRENE)* SEBAGAI KANDIDAT BAHAN BASIS GIGI TIRUAN



Kesimpulan



Penambahan monomer *strene* memengaruhi :

1. Menurunkan nilai *water absorption* kopolimer
2. Menurunkan nilai *solubility* kopolimer
3. Meningkatkan nilai *flexural strength* kopolimer
4. Meningkatkan nilai *flexural modulus* kopolimer
5. Meningkatkan nilai kekerasan kopolimer

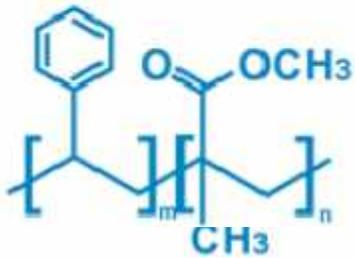
Diawali dengan proses dekomposisi *photoinitiator* untuk membentuk radikal bebas. Hasil dekomposisi *photoinitiator* dengan radikal bebas kemudian akan mengikat monomer *methyl methacrylate* dan membentuk ujung aktif pada *methyl methacrylate*. Ujung aktif ini yang kemudian mengikat monomer *styrene* dan membentuk kopolimer.





SINTESIS DAN KARAKTERISASI PHOTOPOLYMER BERBASIS AKRILIK POLY(METHYL METHACRYLATE-co-STYRENE) SEBAGAI KANDIDAT BAHAN BASIS GIGI TIRUAN

TUGAS AKHIR - TL141584



GARUDA RAKA Satria Dewangga
NRP. 2712100018
TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI FTI-ITS



SIGIT TRI Wicaksono, S.Si., M.Si., Ph.D.
PEMBIMBING 1

AMALIYA Rasyida, S.T., M.Sc.
PEMBIMBING 2

Lembar Bantuan



ANSI/ADA Specification No. 12 (ISO 1567) for Denture Base Resin

Type	Class	Description
1	1	Heat-processing polymer, powder and liquid
1	2	Heat-processed (plastic cake)
2	1	Autopolymerised polymer, powder and liquid
2	1	Autopolymerised polymers (powder and liquid pour type resin)
3	-	Thermoplastic blank or powder
4	-	Light-activated materials
5	-	Microwave-cured material

Type	Flexural strength (Mpa) minimum	Flexural modulus (GPa) minimum	Residual monomer (%wt) maximum	Water sorption ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) maximum	Solubility ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) maximum
1, 3, 4, 5	65	2.0	2.2	32	1.6
2	60	1.5	4.5	32	8.0

Lembar Bantuan



Raw data pengujian - viskositas

No	Kadar (%)	Waktu (s)					Rerata Waktu (s)	Viskositas Larutan (kg/ms)	Viskositas Spesifik	Viskositas Reduksi
		t1	t2	t3	t4	t5				
1	0	2.14	2.14	2.16	2.16	2.14	2.148	0.00032	-	-
2	1	3.01	3.01	2.97	2.97	3.01	2.994	0.000446034	0.393854749	39.38547486
3	2	3.42	3.44	3.42	3.42	3.44	3.428	0.000510689	0.595903166	29.79515829
4	3	4.39	4.39	4.41	4.41	4.39	4.398	0.000655196	1.047486034	34.91620112
5	4	4.8	4.81	4.82	4.81	4.82	4.812	0.000716872	1.240223464	31.00558659
6	5	5.79	5.79	5.77	5.77	5.77	5.778	0.000860782	1.689944134	33.79888268
Berat Molekul									180114.917	

Lembar Bantuan



Raw data pengujian - serap air

Kode Spesimen	Spesimen ke -	Berat (g)			Dimensi (mm)		Volume (mm ³)	WA	S
		M0	M1	M2	d	t		$\mu\text{m}/\text{mm}^3$	
PM	S1	10.8285	10.8895	10.8077	50	4.65	9133.929	6.68	2.27
	S2	10.8927	10.9522	10.875	49.1	4.8	9092.198	6.55	1.94
	S3	11.0969	11.1646	11.0968	49.3	5.55	10598.67	6.39	1.59
PM-St10	S1	8.1194	8.1554	8.1108	52	3.95	8392.057	4.3	1.02
	S2	8.3503	8.3825	8.3428	48.65	4.4	8182.444	3.94	0.91
	S3	8.9544	8.992	8.9458	50.45	4.3	8599.148	4.38	0.99
PM-St20	S1	8.6382	8.6658	8.6325	51	3.85	7868.025	3.52	0.72
	S2	8.9594	8.9877	8.9541	49.5	4.2	8085.825	3.5	0.65
	S3	8.5617	8.5872	8.5522	48.55	3.95	7315.436	3.49	1.29
PM-St30	S1	9.0162	9.0504	9.0073	48.25	4.5	8231.364	4.16	1.07
	S2	9.44	9.47	9.4283	48.85	4.35	8156.109	3.69	1.43
	S3	9.3433	9.3023	9.3314	48.25	5.25	9603.258	4.26	1.23

Lembar Bantuan



Raw data pengujian - serap air

Kode Spesimen	Spesimen ke -	Berat (g)			Dimensi (mm)		Volume (mm ³)	WA	S
		M0	M1	M2	d	t		μm/mm ³	
PM-St40	S1	9.222	9.2409	9.2184	51	4.15	8481.118	2.24	0.42
	S2	9.4685	9.4884	9.4653	48.3	4.35	7973.485	2.5	0.4
	S3	8.8902	8.9103	8.8863	48.65	4.4	8182.444	2.46	0.47
PM-St50	S1	9.6807	9.7014	9.6687	48.6	4.7	8722.381	2.38	1.37
	S2	9.3063	9.3273	9.2935	49.65	4.15	8038.06	2.62	1.59
	S3	9.298	9.3326	9.2833	49.5	4.6	8855.904	3.91	1.65

Lembar Bantuan



Raw data pengujian - fleksural

Kode Spesimen	Spesimen ke -	Dimensi (mm)			Pembebanan		Deflection (mm)	Span-Depth ratio	Flexural Strength (Mpa)	Load-Deflection ratio	Flexural Modulus (GPa)
		Support Span	Width	Depth	kgf	N					
PM	1	98.00	13.60	4.80	9.12	89.44	16.67	20.42	47.85	5.36	0.84
	2	98.00	14.70	4.30	8.50	83.36	18.61	22.79	53.34	4.48	0.90
	3	98.00	13.30	6.10	8.15	79.92	13.12	16.07	25.50	6.09	0.47
PM-St10	1	98.00	13.80	6.50	15.26	149.65	12.31	15.08	37.73	12.15	0.75
	2	98.00	14.60	6.00	19.49	191.13	13.34	16.33	57.62	14.33	1.07
	3	98.00	14.40	6.00	10.84	106.30	13.34	16.33	32.49	7.97	0.60
PM-St20	1	98.00	14.30	4.60	9.84	96.50	17.40	21.30	54.18	5.55	0.94
	2	98.00	14.50	4.90	14.49	142.10	16.33	20.00	68.00	8.70	1.20
	3	98.00	15.10	4.50	11.79	115.62	17.79	21.78	64.72	6.50	1.11
PM-St30	1	98.00	14.75	5.30	13.28	130.23	15.10	18.49	51.25	8.62	0.92
	2	98.00	14.65	4.65	12.45	122.09	17.21	21.08	65.26	7.09	1.13
	3	98.00	14.75	4.95	11.35	111.31	16.17	19.80	51.16	6.88	0.91
PM-St40	1	98.00	13.95	4.90	15.77	154.65	16.33	20.00	76.92	9.47	1.36
	2	98.00	14.90	5.35	16.51	161.91	14.96	18.32	61.75	10.82	1.12
	3	98.00	13.80	5.30	12.18	119.44	15.10	18.49	50.24	7.91	0.91

Lembar Bantuan



Raw data pengujian - fleksural

Kode Spesimen	Spesimen ke -	Dimensi (mm)			Pembebanan		Deflection (mm)	Span-Depth ratio	Flexural Strength (Mpa)	Load-Deflection ratio	Flexural Modulus (GPa)
		Support Span	Width	Depth	kgf	N					
PM-St50	1	98.00	14.90	4.60	3.63	35.60	17.40	21.30	19.18	2.05	0.33
	2	98.00	14.30	5.40	10.56	103.56	14.82	18.15	40.30	6.99	0.73
	3	98.00	14.00	4.95	8.67	85.02	16.17	19.80	41.17	5.26	0.73

Lembar Bantuan



Raw data pengujian - kekerasan

Kode Spesimen	Pengambilan Data ke-												Nilai Hardness (Shore D)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PM	76	76	77	77	77	78	76	77	78	79	77	78	77.16
PM-St10	81	81	80	81	80	80	81	79	79	80	80	78	80
PM-St20	80	80	81	80	81	80	81	80	82	80	81	81	80.58
PM-St30	80	80	80	80	80	80	78	77	77	77	80	81	79.16
PM-St40	82	83	83	83	83	82	83	83	82	81	83	83	82.58
PM-St50	80	80	78	77	77	76	76	76	79	79	78	80	78

Lembar Bantuan



Keterangan tambahan pengujian - viskositas

TABLE 3. Mark-Houwink constants—poly (methyl methacrylate) in acetone

Author	$T/^\circ\text{C}$	$K/(10^{-3} \text{ mL/g})$	a	No. of samples	M.W. range	M.W. method	Ref.
Bischoff and Desreux	25	7.5	0.70	9	80 000– 1.4×10^6	light scattering	13
Schulz and Meyerhoff		5.5	0.73	10	25 000– 7.4×10^6	sed/diffusion	9
Kapur	25	2.45	0.80	9	65 000– 2×10^6	membrane osmometry	19
Cantow and Schulz		5.3	0.73	7	115 000– 7.4×10^6	light scattering	18
Billmeyer and deTham	25	7.5	0.70	4 whole polymers	34 000–306 000	light scattering	20
				6 fractions	620 000–980 000		
Cohn-Ginsberg <i>et al.</i>	30	7.7	0.70	6	94 000– 2.6×10^6	viscosity	5
Krause and Cohn-Ginsberg (isotatic PMMA)	30	23	0.63	7	54 000– 1.13×10^6	light scattering	14
Moore and Fort	25	6.6	0.71	6	48 000–406 000 ^a	membrane osmometry	6
	32	6.5	0.71				
	39	6.4	0.72				
	46	6.2	0.72				
Dobbin <i>et al.</i>		5.02	0.618	whole polymer	40 000–240 000	size exclusion chromatography	7

^a Most fractions lie in the 300 000–400 000 range.