

**Bidang Ilmu : MIPA**

**LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING  
TAHUN I**



**PEMBUATAN POLIURETAN DENGAN BAHAN BAKU  
MINYAK JARAK TERALKHOLISIS  
SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN PEREKAT**

**Dra. ANI SUTIANI, M.Si  
Dra. RATU EVINA DIBYANTINI, M.Si  
Drs. MARHAM SITORUS, M.Si**

**DIBIYAI OLEH  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI,  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL, SESUAI DENGAN SURAT  
PERJANJIAN PELAKSANAAN HIBAH PENELITIAN  
NOMOR : 003/SP2H/PP/DP2M/III/200, TANGGAL 6 MARET 2008**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN  
NOVEMBER 2008**

## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

1. Judul Penelitian : Pembuatan Poiuretan dengan Bahan Baku Minyak Jarak Teralkoholis sebagai Alternatif Bahan Perekat.
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Dra. Ani Sutiani, M.Si
- b. Jenis Kelamin : Perempuan
- c. NIP : 132002683
- d. Jabatan Fungsional : Lektor
- e. Jabatan Struktural : -
- f. Bidang Keahlian : Kimia Fisik (Polimer)
- g. Fakultas/ Jurusan : FMIPA / Kimia
- h. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Medan
- i. Tim Peneliti

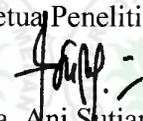
No	Nama & Gelar Akademik	Bidang Keahlian	Fak/Jur	PT
1.	Dra. Ani Sutiani, M.Si	Kimia Fisik (polimer)	FMIPA/Kimia	Unimed
2.	Dra.R.Evina Dibyantini,M.Si	Kim Organik (Polimer)	FMIPA/Kimia	Unimed
3.	Drs. Marham.Sitorus, M.Si	Kimia Organik	FMIPA/Kimia	Unimed

### 3. Pendanaan & Jangka Waktu Penelitian

- a. Jangka Waktu Penelitian yang diusulkan : 2 (dua) tahun
- b. Biaya Total yang diusulkan : Rp. 100.000.000,-
- c. Biaya yang disetujui tahun I : Rp. 45.000.000,-

Medan, November 2008

Ketua Peneliti,

  
Dra. Ani Sutiani, M.Si  
NIP. 132002683



Mengesahkan,  
Dekan FMIPA UNIMED

  
Prof. Drs. Manihar Situmorang, M.Sc, Ph.D  
NIP. 131572430

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian,

  
Dr. Radwan Abd. Sani, M.Si  
NIP. 131772614

## A. LAPORAN HASIL PENELITIAN

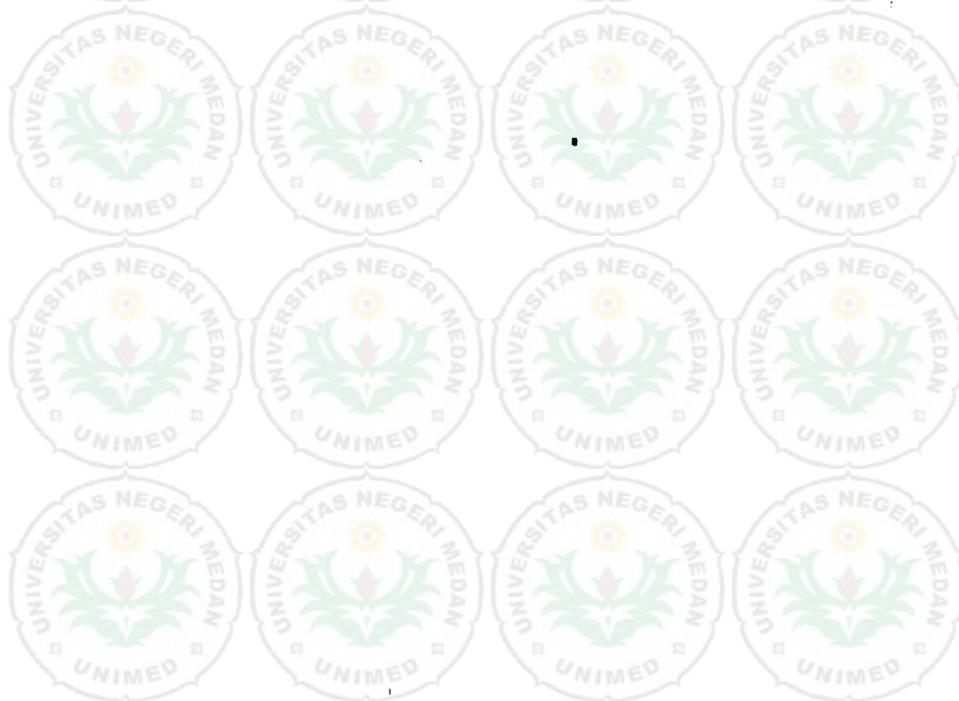
### RINGKASAN & SUMMARY

#### RINGKASAN

Telah dilakukan proses pembuatan poliuretan dengan bahan dasar berupa campuran minyak jarak (Castor Oil) teralkoholisasi dan Polietilen Glikol (PEG) dengan Senyawa diisocyanat (Senyawa yang digunakan adalah 4,4-diphenylmethane diisocyanate /MDI). Minyak jarak yang digunakan ditentukan terlebih dahulu kualitasnya kemudian dialkoholisasi menggunakan etanol dengan katalis asam yang bervariasi (5-15%). Perbandingan minyak jarak dengan etanol dibuat bervariasi 1:1 sampai 1:10). Reaksi polimerisasi pembentukan Poliuretan dilakukan dengan cara mereaksikan PEG, MDI dan minyak jarak teralkoholisasi pada kondisi bebas udara (dialiri gas nitrogen beberapa menit) selama waktu tertentu dan pada suhu kamar. Hasil polimerisasi Poliuretan kemudian dikarakterisasi meliputi kuat tarik, dan perpanjangan. Hasil analisa menunjukkan minyak jarak yang digunakan memiliki bilangan hidroksida sebesar 163,13 mg/g, sedangkan minyak jarak yang telah dialkoholisasi memiliki bilangan hidroksida tertinggi sebesar 436,64 mg/g pada proses alkoholisis dengan perbandingan 1:10 dengan katalis 15%. Proses polimerisasi ini dilakukan pada temperatur kamar selama 60 menit. Karakterisasi Poliuretan yang dilakukan meliputi uji kuat tarik dan perpanjangan. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi kadar katalis asam yang digunakan dengan perbandingan minyak jarak dan etanol yang sama, maka kekuatan tarik akan semakin tinggi, sedangkan perpanjangan semakin rendah. Hal ini sejalan dengan poliuretan yang dihasilkan dengan jumlah katalis yang sama, tetapi jumlah etanol dalam alkoholisisnya berbeda, yang memperlihatkan bahwa penambahan kadar etanol dalam reaksi alkoholisis akan menyebabkan kekuatan tarik semakin meningkat dan perpanjangan semakin menurun. Data yang dihasilkan menunjukkan bahwa kekuatan tarik maksimum adalah 7,9167 kgf/cm<sup>2</sup> dan perpanjangannya 73%, yang diperoleh pada pembentukan poliuretan dengan bahan dasar dari minyak jarak teralkoholisasi dengan perbandingan minyak jarak dengan alkohol 1 : 10, dan katalis asam sulfat sebanyak 15%.

## SUMMARY

Synthesis of polyurethane prepared by mixing of alcoholysis castor oli and polyethylene glycol (PEG) with diisocyanate (4,4-diphenylmethane diisocyanate/ MDI) has been carried out. The castor oil in this research was characterized some physical and chemical properties by usual method, and then it had been alcoholysis by ethanol and Acid as a catalyst. The catalyst used between 5% – 15%. The composition of castor oil and ethanol were varied from 1:1 to 1:10. The analysis indicated that castor oil has hydroxyl number, i.e 163,13 mg/g, and the alcoholized castor oil has a highest hydroxyl number, i.e 436,64 mg/g, at processing alcoholysis with the composition 1:10 and 15% catalyst. The proses of polimerization had been investigated at room temperature and 60 minutes. The characterization of polyurethane has been done by measurements of mechanical properties involved are tensile strength, and elongation at break. The result showed that increasing of the acid catalyst concentration with the same of composition castor oil and ethanol resulting in the increase tensile strength. On the other hand, increasing of the acid catalyst concentration resulting of the decrease elongation at break. Beside that, the result showed increasing the ethanol in alcoholysis and the equivalent catalyst concentration resulting in increase tensile strength and decrease elongation at break. This means that this polyurethane can be used as a alternating lubricant, with the optimal condition of synthesis was at the composition castor oli and ethanol 1 : 10 and 15 % of an acid catalyst, where on these condition was produced the polyurethane with 7,9167 kgf/cm<sup>2</sup>, and 73% of the tensile strength and percentage of elongation at breaks, respectively.



## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Alloh SWT, atas rahmat dan ridho-Nya peneliti dapat menyelesaikan penelitian hibah bersaing ini tepat pada waktunya. Penelitian ini diberi judul “Pembuatan Poliuretan Dengan Bahan Baku Minyak Jarak Teralkoholisasi Sebagai Alternatif Bahan Perekat” yang bertujuan untuk mempelajari proses pembuatan poliuretan dari bahan alami yaitu minyak jarak teralkoholisasi dan polietilen glikol sebagai sumber polioliol yang direaksikan dengan diisosianat. Poliuretan yang dihasilkan ini diharapkan dapat dijadikan sebagai alternatif bahan perekat, baik untuk plastik, kayu, logam, maupun karet.

Pada kesempatan ini perkenankanlah peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktur Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Dirjen Dikti Depdiknas yang telah memberikan dana penelitian untuk pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pimpinan UNIMED, Ketua Lembaga Penelitian, Dekan FMIPA, Ketua Jurusan dan Staf Laboratorium Kimia yang telah memberikan izin, tempat dan fasilitas untuk terlaksananya penelitian, serta semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini dari mulai perencanaan, pelaksanaan sampai penulisan laporan penelitian.

Akhirnya penulis berharap, mudah-mudahan hasil penelitian yang sederhana ini dapat dijadikan sebagai bahan informasi dan dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan secara umum, khususnya dalam bidang aplikasi polimer.

Medan, November 2008

Peneliti,

**Dra. Ani Sutiani, M.Si**  
NIP. 132002683

## DAFTAR ISI

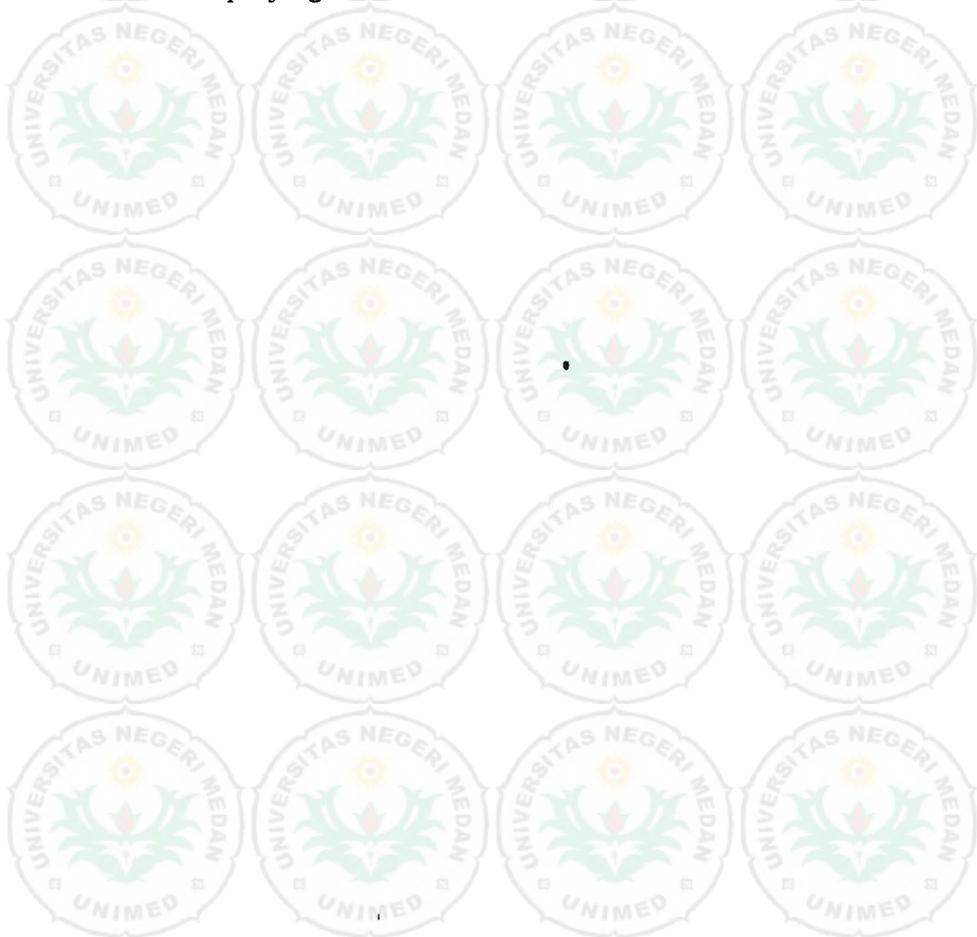
	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	I
A. LAPORAN HASIL PENELITIAN	
RINGKASAN DAN SUMMARY	Ii
PRAKATA	Iv
DAFTAR ISI	V
DAFTAR TABEL	Vi
DAFTAR GAMBAR	Vii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Poliuretan	3
2.2 Minyak Jarak	4
2.3 Karakterisasi Poliuretan	6
2.4 Studi Pendahuluan Yang Telah dilaksanakan	7
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	10
3.1 Tujuan Penelitian	10
3.2 Manfaat Penelitian	10
BAB IV METODE PENELITIAN	11
4.1 Tahapan Penelitian	11
4.2 Prosedur Penelitian	11
4.3 Alat dan Bahan yang diperlukan	12
4.4 Analisa Data	14
4.5 Karakterisasi	14
4.5.1 Penentuan Sifat Fisika & Kimia Minyak Jarak	14
4.5.2 Analisa Kekuatan Tarik & Perpanjangan	16
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	17
5.1 Hasil Karakterisasi Awal Minyak jarak	17
5.2 Hasil Karakterisasi Minyak Jarak Teralkoholis	18
5.3 Proses Pembuatan Poliuretan	20
5.4 Hasil Analisa Uji Tarik	21
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	24
6.1 Kesimpulan	24
6.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	28
B. DRAFT ARTIKEL ILMIAH	34
C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN	46

## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Sifat Fisika dan Kimia Minyak Biji Jarak	5
Tabel 5.1	Data Hasil Karakterisasi Sifat Fisika & Sifat Kimia Minyak Jarak	17
Tabel 5.2	Data Hasil Karakterisasi Sifat Fisika & Sifat Kimia Minyak Jarak dengan Variasi Etanol dan Katalis Asam	19
Tabel 5.3	Data Kekuatan Tarik dan Perpanjangan Poliuretan	21

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Reaksi Poliuretan 28 (Perlon U) 3
Gambar 4.1	Diagram alir penelitian Tahun I 13
Gambar 5.1	Polimer Poliuretan dengan Berbagai Komposisi MJT dan Katalis yang Bervariasi 20
Gambar 5.2	Spesimen Uji Tarik 22
Gambar 5.3	Pengaruh Komposisi MJT dan Katalis Terhadap Kekuatan Tarik Poliuretan 23
Gambar 5.4	Pengaruh Komposisi MJT dan Katalis Terhadap Perpanjangan Poliuretan 23



## BAB I PENDAHULUAN

Poliuretan adalah jenis polimer yang sangat unik dan luas pemakaiannya. Poliuretan dibuat dengan mereaksikan molekul yang memiliki gugus isosianat dengan molekul yang memiliki gugus hidroksil, sehingga jenis dan ukuran setiap molekul pembentuk akan memberikan efek terhadap sifat poliuretan yang dihasilkan. Hal inilah yang menyebabkan poliuretan menjadi salah satu polimer yang sangat fleksibel baik dalam sifat mekanik maupun aplikasinya.

Aplikasi poliuretan paling banyak saat ini adalah sebagai bahan busa, kemudian diikuti oleh elastomer, perekat dan pelapis. Dewasa ini penelitian mengenai polimer yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan perekat telah banyak dikembangkan karena kebutuhan akan polimer tersebut semakin meningkat. Usaha untuk mengembangkan polimer yang dapat digunakan sebagai bahan perekat dititikberatkan pada sintesis polimer baru yang dapat diproduksi sendiri, dan bahan dasarnya relatif murah serta mudah didapat. Bahan Perekat yang umum digunakan saat ini adalah poliepoksi, dan polimetakrilat. Poliuretan berbasis hydroxyl terminated polybutadiene (HTPB) sebagai poliol banyak digunakan untuk bahan perekat propelam komposit padat. Namun HTPB merupakan bahan yang mahal, sulit pengadaannya dan berasal dari bahan industri petrokimia yang tak terbaharukan serta masih diimpor. Oleh karena itu diperlukan suatu usaha untuk dibuat bahan alternatif lain yang dapat digunakan sebagai poliol untuk bahan pembuatan poliuretan yang digunakan sebagai perekat. Salah satu bahan yang memungkinkan untuk menggantikan HTPB adalah senyawa polieter yang berasal dari monogliserid minyak atau bentuk epoksidanya.

Pembuatan poliuretan sebagai perekat sangat tergantung pada pemilihan jenis isosianat dan hidroksil yang digunakan. Minyak jarak (Castor Oil) yang dihasilkan dari biji tanaman jarak mengandung trigliserida asam-asam lemak terutama asam risinoleat dengan kandungan sebesar 89,5%, sehingga minyak jarak sering disebut sebagai sumber trigliserida yang memiliki gugus fungsi hidroksi dengan satu asam lemak berkonsentrasi tinggi. Kandungan asam risinoleat cukup tinggi dalam minyak jarak dapat dimanfaatkan sebagai sumber gugus hidroksi dalam pembuatan poliuretan, namun poliuretan yang dihasilkan bersifat rapuh, sehingga tidak dapat digunakan sebagai perekat. Rاپuhnya

poliuretan ini disebabkan struktur gliserida dari asam risinoleat memiliki gugus hidroksil sekunder di tengah rantai sehingga bentuk jaringannya memiliki banyak ruang kosong dan trigliserida memiliki tiga gugus OH di setiap molekul sehingga bentuk jaringan polimer tidak teratur. Upaya memperbaiki sifat poliuretan dari minyak jarak ini dilakukan dengan dua cara. Salah satu diantaranya dilakukan dengan mencampur minyak jarak dengan glikol dan gliserol untuk mengganti sebagian gugus hidroksil sekunder dengan gugus hidroksil primer. Cara kedua dengan mencampurkan polimer lain membentuk jaringan polimer campuran (Interpenetrating Polymer Networks, IPNs)

Minyak jarak yang direaksikan dengan alkohol (Reaksi alkoholisis) akan menghasilkan ester asam risinoleat dan gliserol dalam kesetimbangan. Hasil reaksi alkoholisis tidak sempurna menjadi gliserol, tetapi ada polioliol lain yang terbentuk dan berada dalam kesetimbangan (monogliserida dan digliserida) sehingga fungsionalitas dari gugus hidroksi polioliol menjadi bervariasi dan gugus hidroksi sekunder dapat dikurangi dengan merubah kondisi proses alkoholisis. Jumlah gugus hidroksil dalam ester tergantung pada suhu reaksi, katalis yang digunakan, jumlah gliserol, dan jenis alkohol yang digunakan. Dengan demikian sifat mekanik poliuretan yang dapat dimanfaatkan sebagai perekat dapat diperoleh dengan mengubah nilai ratio reaktivitas (OH/NCO) dan jenis gugus hidroksi dalam polioliol yang ada dalam minyak jarak.

Dalam penelitian ini telah dilakukan proses pembuatan perekat poliuretan dengan bahan dasar berupa campuran minyak jarak (Castor Oil) teralkoholisasi dan Polietilen Glikol (PEG) dengan Senyawa diisosiyanat (Senyawa yang digunakan adalah 4,4-diphenylmethane diisocyanate /MDI). Minyak jarak yang digunakan ditentukan terlebih dahulu kualitasnya yang meliputi bilangan hidroksida, bilangan asam lemak bebas, asam total, berat jenis, dan titik didih. Minyak jarak yang telah ditentukan kualitasnya kemudian dialkoholisasi menggunakan etanol dengan katalis asam yang bervariasi (5-15%).

Perbandingan minyak jarak dengan etanol dibuat bervariasi antara 1:1 sampai dengan 1:10. Reaksi polimerisasi pembentukan Poliuretan dilakukan dengan cara mereaksikan PBG, MDI dan minyak jarak teralkoholisasi pada kondisi bebas udara (dialiri gas nitrogen beberapa menit) selama waktu tertentu dan pada suhu kamar. Hasil polimerisasi perekat Poliuretan kemudian dikarakterisasi meliputi kuat tarik dan perpanjangan.

## BAB II

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1 Poliuretan

Poliuretan, yang disebut juga polikarbamat (dari asam karbamat,  $R_2NHCO_2H$ ) adalah turunan ester amida dari asam karbonat. Seperti halnya poliamida, poliuretan dapat mengalami ikatan hidrogen. Poliuretan adalah jenis polimer yang sangat unik dan luas pemakaiannya. Poliuretan komersial pertama kali dibuat oleh Otto Bayer di Jerman pada tahun 1937 sebagai pembentuk serat yang didesain untuk menandingi serat nylon, yang mereaksikan antara heksana-1,6-diisocianat dan butana-1,4-diol. Poliuretan yang dihasilkan disebut poliuretan **28** dengan merek dagang Perlon U (Cowd, 1991 ; Sopyan, 2001). Reaksinya diperlihatkan pada Gambar 2.1. Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa poliuretan bukan saja digunakan sebagai serat, tetapi dapat juga digunakan untuk membuat busa-busa yang fleksibel dan kuat, bahan elastomer (karet/ plastik), pelapis dan perekat (Sopyan, 2001).



Gambar 2.1. Reaksi Poliuretan **28** (Perlon U)

Poliuretan pada dasarnya dibuat dengan mereaksikan molekul yang memiliki gugus isosianat dengan molekul yang memiliki gugus hidroksil. Dengan demikian, jenis dan ukuran setiap molekul pembentuk akan memberikan sumbangan terhadap sifat poliuretan yang terbentuk. Hal inilah yang membuat poliuretan menjadi polimer yang sangat fleksibel baik dalam sifat mekanik maupun aplikasinya.

Poliuretan memiliki sifat yang sama dengan nilon, tetapi karena sukar diwarnai dan titik lelehnya lebih rendah, polimer ini pada awalnya tidak banyak diperdagangkan. Akan tetapi, kemudian terjadi kemajuan pesat pada kimia poliuretan yang menghasilkan busa, elastomer, pelapis permukaan, serat dan perekat poliuretan (Allcock & Lampe, 1990). Saat ini aplikasi poliuretan paling banyak (sekitar 70%) adalah sebagai bahan busa, kemudian diikuti dengan elastomer, kemudian bahan perekat dan pelapis. Busa poliuretan dapat dibentuk bila secara serentak dibuat polimer poliuretan dari suatu gas. Jika proses ini seimbang, gelembung gas terjebak dalam kisi-kisi polimer yang

terbentuk, sehingga terjadi busa. Jika poliuretan yang digunakan bersifat lunak (mengandung sedikit ikatan silang), maka yang dihasilkan adalah busa lunak seperti kasur busa, alas kursi dan jok mobil, sedangkan busa yang memiliki banyak ikatan silang bersifat kaku seperti pada insulasi lemari es dan insulasi kedap suara. Menurut Sanchez dkk (2000) poliuretan dapat juga digunakan dalam pembuatan elastomer. Sifat mekaniknya baik, yakni tahan kikisan dan tahan sobek, akan tetapi harganya mahal sehingga penggunaannya terbatas.

Serat *Spandex*, yang biasanya digunakan sebagai serta untuk kaus kaki dan T-shirt, juga dibuat dari poliuretan. Kemampuan poliuretan untuk dibuat menjadi fiber elastis dan tidak mudah putus bergantung pada pemilihan jenis isosianat dan hidroksil yang digunakan. Aplikasi dalam bidang pelapisan permukaan, cat dan pernis, poliuretan sangat banyak diminati karena ketahanannya terhadap cuaca dan anti gores.

Pemakaian poliuretan di Indonesia sebagai bahan pendukung industri masih sangat tergantung pada import, walaupun beberapa industri sudah mulai mencoba memproduksi poliuretan di dalam negeri. Banyaknya pabrik kertas, furniture, industri otomotif dan industri tekstil sangat memungkinkan pengembangan pembuatan poliuretan di Indonesia khususnya dengan menggunakan bahan baku utama yang mudah diperoleh, salah satunya dengan menggunakan minyak biji jarak.

## 2.2 Minyak Jarak

Minyak jarak (Castor Oil) adalah minyak nabati yang dihasilkan dari ekstraksi biji tanaman jarak yang banyak tumbuh di daerah tropis dan sub-tropis. Pohon jarak bervariasi dalam ukuran, bentuk dan warna, demikian pula dengan bijinya. Minyak jarak merupakan bahan minyak yang murah sehingga perlu dicari upaya meningkatkan nilai ekonomisnya. Minyak jarak memiliki karakter yang khas secara fisik. Pada suhu ruang minyak jarak berfasa cair dan tetap stabil pada suhu rendah maupun suhu sangat tinggi. Minyak jarak diproduksi secara alami dan merupakan trigliserida yang mengandung asam risinoleat sebesar 89,5%, sedangkan sisanya terdiri dari oleat, linoleat, palmitat, stearat dan sejumlah kecil dihidroksi stearat. Selain itu juga mengandung alkaloida risinin, beberapa macam toksalbumin yang dinamakan risin, dan beberapa macam enzim diantaranya lipase. Hal inilah yang menyebabkan minyak jarak sering disebut sebagai sumber trigliserida yang memiliki gugus fungsi hidroksi dengan

satu asam lemak berkonsentrasi tinggi. Minyak jarak banyak digunakan secara luas pada industri sabun, pelumas, cat, pewarna, plastik, pelapis, tinta, semir, nilon, farmasi dan parfum.

Tumbuhan jarak banyak tumbuh di kepulauan Indonesia, merupakan tanaman liar yang biasanya digunakan sebagai pagar. Tumbuhan ini sudah dibudidayakan dan diolah dalam skala industri kecil. Minyak tumbuhan jarak banyak digunakan sebagai bahan bakar, juga digunakan sebagai minyak goreng, perawatan rambut dan pencahar. Beberapa negara di Afrika telah mengolah minyak jarak menjadi minyak pelumas pesawat terbang, dan beberapa kelompok peneliti di Austria telah mempublikasikan hasil uji minyak jarak pada mesin diesel standar. Kandungan minyak dalam biji jarak mencapai 45 – 54 %, minyak atsiri sebanyak 5,1 – 5,6 % dan protein sebanyak 12 – 16% (Rizk, A.M & Al-Nowaihi, 1989). Sifat fisika dan kimia minyak biji jarak diperlihatkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Sifat Fisika dan Kimia Minyak Biji Jarak

Sifat Fisika/ Kimia	Data
Indeks Bias, 25°	1,4764 – 1,4778
Berat jenis, g/mL	0,957 – 0,961
Titik Didih	256
Bilangan Asam, mg/g	176 – 187
Bilangan Iod, mg/g	81 – 91
Bilangan Hidroksida, mg/g	161 – 169
Bilangan Penyabunan, mg/g	176 – 187
Putaran Optik, °	D 7,5 – 9,0

Dari data pada Tabel 2.1 terlihat bahwa minyak biji jarak memiliki bilangan hidroksida yang cukup tinggi yang berasal dari trigliserida asam risinoleat yang memiliki gugus hidroksil sekunder sehingga dapat langsung membentuk poliuretan bila direaksikan dengan diisosianat. Ini berarti adanya bilangan hidroksi yang tinggi menunjukkan bahwa minyak jarak dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan poliuretan.

### 2.3 Karakterisasi Poliuretan

Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui dan menganalisa poliuretan yang dihasilkan. Karakterisasi yang dilakukan adalah penentuan sifat mekanik bahan poliuretan untuk mendapatkan data mengenai kualitas bahan tersebut yang meliputi uji tarik yang berupa kekuatan tarik dan perpanjangan (perpanjangan) serta uji kekerasan.

Sifat uji kuat tarik dan perpanjangan suatu bahan perlu dipelajari yang berkaitan dengan pengklasifikasian bahan untuk penggunaan tertentu. Uji kuat tarik dan perpanjangan merupakan reaksi antara atom-atom atau antara ikatan-ikatan dalam bahan polimer terhadap gaya luar atau tegangan. Dari uji kuat tarik dan perpanjangan ini akan diperoleh kurva tegangan terhadap regangan (stress-strain). Informasi yang diperoleh dari kurva tegangan regangan untuk bahan polimer adalah kekuatan tarik saat putus (ultimate strength) dan perpanjangan (elongation at break). Kekuatan tarik menggambarkan kekuatan tegangan maksimum spesimen untuk menahan gaya yang diberikan. Sedangkan perpanjangan adalah penambahan panjang yang dihasilkan oleh ukuran tertentu panjang spesimen akibat gaya yang diberikan (Billmeyer, 1984). Besarnya kuat tarik bahan poliuretan ditentukan oleh persamaan 1.1.

$$\tau = \frac{F_{maks}}{A} \quad (1.1)$$

Keterangan :

$\tau$  : kekuatan tarik bahan (Kgf/mm<sup>2</sup>)

$F_{maks}$  : Tegangan maksimum (Kgf)

$A$  : luas penampang lintang (mm<sup>2</sup>)

Sedangkan besarnya perpanjangan bahan (elongation) dapat dihitung menggunakan persamaan 1.2.

$$\%E = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (1.2)$$

Keterangan :

$\% E$  : perpanjangan (%)

$L_0$  : panjang spesimen mula-mula

$L$  : panjang spesimen setelah diberikan beban hingga putus.

## 2.4 Studi Pendahuluan Yang Sudah Dilaksanakan

Beberapa penelitian tentang poliuretan telah menyimpulkan bahwa polimer poliuretan dapat dibuat dengan bahan dasar polioliol (berupa poliester maupun polieter), poliisosiyanat dan suatu pengembang rantai yang biasanya berupa diol rantai pendek atau diamin. Dengan tersedianya bahan poliisosiyanat, polioliol dan pengembang rantai yang sangat luas, poliuretan memiliki kemungkinan formulasi yang tidak terbatas. Poliuretan rantai lurus dan bercabang telah berhasil disintesa dari oligo(oxitetrametilen) glikol dengan TDI/MDI dan dimetil hidrazin (Roussos dkk, 2004)

Poliuretan dari minyak jarak telah banyak diteliti meliputi sifat termodinamika, kinetika dan sifat mekaniknya (Pritishree dkk., 1997). Poliuretan sebagai elastomer pada berbagai keperluan industri berhasil disintesa dari minyak jarak, TDI dengan polipropilen glikol maupun 1,4-butanadiol (Yeganeh, H dan Mehdizadeh, M.R., 2004). Pembuatan poliuretan dengan menggunakan bahan dasar minyak jarak yang langsung direaksikan dengan toluen diisosiyanat (TDI) menghasilkan poliuretan yang memiliki sifat rapuh yang disebabkan adanya gugus hidroksil sekunder dalam minyak jarak yang menyebabkan jaringan geometri tidak teratur. Selain itu fungsionalitas tiga buah gugus OH dalam setiap molekul menyebabkan polimer yang terjadi banyak memiliki percabangannya sehingga bentuk jaringan polimer tidak teratur (Sutiani, dkk. 2004).

Usaha memperbaiki kualitas poliuretan telah dilakukan oleh Manjari dkk (1993) dengan cara tranesterifikasi minyak jarak menggunakan asam sulfat dilanjutkan dengan reaksi perpanjangan rantai dengan trimetiol propan, tetapi poliuretan yang dihasilkan tidak bersifat keras, sehingga tidak dapat digunakan sebagai perekat. Sedangkan Wibowo (2002) telah berhasil membuat perekat poliuretan dengan cara minyak jarak yang digunakan dialkoholisis terlebih dahulu sehingga menghasilkan ester asam risinoleat dan gliserol. Minyak jarak yang telah dialkoholisis kemudian direaksikan dengan toluen diisosiyanat.

Upaya untuk memperbaiki sifat poliuretan dari minyak jarak dapat dilakukan dengan cara mencampur minyak jarak dengan glikol dan gliserol untuk mengganti sebagian gugus hidroksil sekunder dengan gugus hidroksil primer. Penelitian yang pernah dilakukan oleh Hatakeyama (1995) memperlihatkan bahwa poliuretan dapat disintesis menggunakan monomer berupa polimer alam yang dikenal dengan sebutan ligno selulosa. Selain itu berbagai sumber tumbuhan seperti lignin kraft, kopi, sakarida

dapat dibuat poliuretan melalui proses pencampuran dengan polietilen glikol (PEG) yang kemudian direaksikan dengan diisosiyanat.

Penelitian lain yang dikemukakan oleh Yusmaniar (2003), Jhurry (1997) dan Rahmi (1999) menunjukkan bahwa poliuretan dapat disintesis dengan mencampurkan sukrosa dengan variasi dihidroksi, yaitu etilen glikol, propilen glikol, butilen glikol, yang kemudian direaksikan dengan menggunakan 4,4-diphenylmethane diisocyanate /MDI (MDI). Hasil penelitiannya memperlihatkan bahwa poliuretan yang berasal dari propilen glikol mempunyai derajat kristalinitas yang paling rendah, sedangkan poliuretan yang berasal dari butilen glikol memiliki derajat kristalinitas paling tinggi. Sedangkan Nugraheni (2002) telah berhasil mensintesis poliuretan dari polietilen Glikol (PEG) dan ekstrak tanin dengan TDI, dengan derajat kristalinitas sebesar 70%.

Cara lain yang dapat dilakukan untuk memperbaiki mutu poliuretan yang dihasilkan dapat dilakukan dengan mencampurkan polimer lain membentuk polimer jaringan campuran (*Interpenetrating Polymer Networks, IPNs*). Penelitian yang telah dilakukan Pritishree dkk (1997), menunjukkan bahwa poliuretan berbasis dasar minyak jarak dengan polimer poli hidroksi metakrilat, dapat meningkatkan kekuatan tarik dan perpanjangan (% perpanjangan) dari poliuretan yang dihasilkan, sedangkan Athawale, V dan Kolekar, S., (1998), Quan Xie, H dkk (1993) menggunakan minyak jarak dengan senyawa akrilat dan TDI yang menunjukkan adanya kenaikan kuat tarik dan kekerasan dipengaruhi dengan meningkatnya rasio NCO/OH. Disamping itu Melo, B.N dan Pasa, P.M.D., (2004) juga telah mensintesa poliuretan dari minyak jarak, MDI dan Eucalyptus tar pitch dengan katalis dibutiltin dilaurat, yang menyatakan bahwa dengan rasio NCO/OH =1 dihasilkan poliuretan yang keras, dan kaku dengan kekuatan tarik yang tinggi, dan perpanjangan yang rendah.

Siddaramiah dan Somashekar (1998) telah berhasil mensintesa poliblend poliuretan-polistiren yang dapat meningkatkan kekerasan dari polimer yang dihasilkan. Hasil penelitian lainnya yang berkaitan dengan poliuretan telah dilakukan Sanmathi dkk (2004) yang telah berhasil membuat poliuretan dari campuran gliserol-minyak jarak dengan poli(2-etoksi etil metakrilat) Sedangkan Siddaramaiah dkk (2005) berhasil mensintesa poliuretan dari polimerisasi minyak jarak, MDI dan berbagai jenis monomer akrilat. Sanmathi dkk (2004) dan Siddaramiah dkk (2005) menggunakan inisiator benzoil peroksida dan etilen glikol dimetakrilat sebagai senyawa pembentuk

ikatan silang dan poliuretan yang dihasilkan memiliki sifat mekanik yang keras dan kaku serta tahan terhadap reaksi kimia.

Beberapa penelitian pendahuluan telah dilakukan oleh tim peneliti. Penelitian pembuatan poliuretan telah berhasil dilakukan dengan menggunakan bahan dasar minyak jarak yang direaksikan dengan diisosianat, baik berupa toluen diisosianat (Sutiani,dkk. 2004) maupun dengan menggunakan 2,4 diphenilmetan diisosianat (Sutiani, dkk. 2005). Dari hasil penelitian diketahui bahwa poliuretan yang dihasilkan memiliki sifat rapuh sehingga hanya dapat diaplikasikan sebagai elastomer dan tidak dapat dijadikan sebagai perekat. Penelitian lanjutan dilakukan dengan menambahkan senyawa polietilen glikol (PEG) sebagai pengembang rantai (Sutiani dan Dibyantini, 2006). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik poliuretan yang dihasilkan lebih tinggi jika dibandingkan tanpa menggunakan PEG, yang berarti poliuretan yang dihasilkan memiliki kekerasan yang lebih tinggi.



## **BAB III**

### **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **3.1 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

- (a) Menentukan kualitas minyak jarak yang digunakan, meliputi massa jenis, indeks bias, bilangan iodium, bilangan penyabunan, bilangan asetil, bilangan hidroksida dan bilangan asam.
- (b) Membuat minyak jarak teralkoholisasi dengan menggunakan etanol sebagai pereaksi dan katalisator asam, serta menentukan kualitasnya meliputi bilangan hidroksida, berat jenis dan titik didih.
- (c) Melakukan reaksi polimerisasi pembentukan perekat Poliuretan yang akan dikarakterisasi meliputi kuat tarik dan perpanjangan.
- (d) Memberikan kontribusi ilmiah melalui publikasi di jurnal ilmiah nasional terakreditasi tentang pemanfaatan minyak jarak teralkoholisasi dalam pembuatan perekat poliuretan dengan menggunakan glikol dan diisosianat.

#### **3.2 Manfaat Penelitian**

Penelitian yang telah dilakukan memberikan manfaat dalam menghasilkan produk berupa polimer poliuretan yang dapat dijadikan sebagai alternatif bahan perekat untuk berbagai subtract. Produk ataupun keluaran yang merupakan manfaat dari penelitian ini adalah :

- (a) Mendapatkan teknik melakukan proses pembuatan perekat poliuretan yang terbuat dari campuran minyak jarak teralkoholisasi, polietilen glikol dan metilen diisosianat.
- (b) Memperoleh data sifat fisika, sifat kimia dari minyak jarak awal dan minyak jarak teralkoholisasi, serta mendapatkan data sifat mekanik yang melalui kekuatan tarik dan perpanjangan dari poliuretan yang dihasilkan.
- (c) Menghasilkan beberapa publikasi ilmiah dalam jurnal Nasional terakreditasi tentang pemanfaatan minyak jarak teralkoholisasi dalam pembuatan perekat poliuretan dengan menggunakan glikol dan diisosianat.

## BAB IV METODA PENELITIAN

### 4.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimental murni di laboratorium. Penelitian yang telah dilakukan sampai saat ini adalah :

1. Penentuan sifat fisika dan sifat kimia dari minyak jarak yang digunakan sebagai komponen dalam pembuatan poliuretan.
2. Reaksi alkoholisis minyak jarak menggunakan etanol dengan katalis asam yang bervariasi (5-15%). Perbandingan minyak jarak dengan etanol dibuat bervariasi (1:1 – 1:10)
3. Penentuan sifat fisika dan kimia dari minyak jarak teralkoholis.
4. Proses polimerisasi pembentukan poliuretan pada suhu kamar, dengan cara mencampurkan minyak jarak teralkoholis dengan Polietilen glikol (PEG) sebagai sumber hidroksida, yang kemudian direaksikan dengan Metilen Diisosiyanat (MDI) secara kondensasi langsung, selama 60 menit dengan dialiri gas Nitrogen.
5. Karakterisasi sifat mekanik poliuretan yang meliputi kekuatan tarik dan perpanjangan.

### 4.2 Prosedur Penelitian

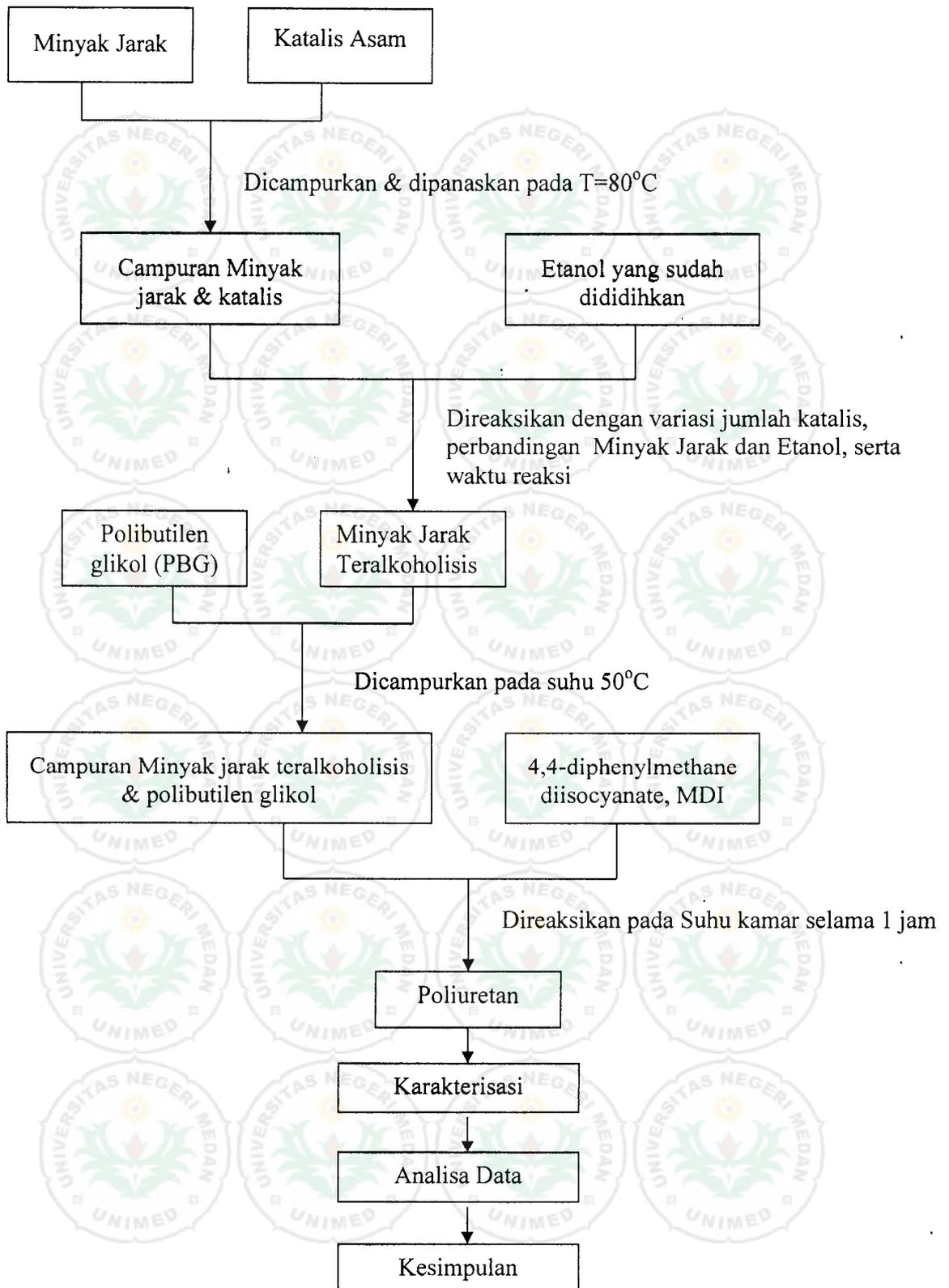
Pembuatan poliuretan dengan bahan baku minyak jarak sebagai alternatif bahan perekat pada dasarnya membuat polimer poliuretan yang merupakan reaksi polimerisasi kondensasi antara minyak jarak teralkoholis sebagai sumber hidroksida dan MDI sebagai sumber diisosiyanat dan PBG sebagai pengembang rantai. Penelitian pada tahun pertama adalah melakukan penentuan kualitas awal dari minyak jarak yang akan digunakan, reaksi alkoholisis minyak jarak, penentuan kualitas minyak jarak teralkoholis, dan uji coba polimerisasi poliuretan pada salah satu suhu polimerisasi. Kualitas mutu minyak jarak awal yang akan ditentukan adalah massa jenis, indeks bias, bilangan iodium, bilangan penyabunan, bilangan asetil, bilangan hidroksida dan bilangan asam. Reaksi alkoholisis minyak jarak menggunakan etanol dengan katalis asam yang bervariasi (5-15%), perbandingan minyak jarak dengan etanol dibuat bervariasi (1:1 – 1:10). Minyak jarak hasil alkoholisis diidentifikasi kualitasnya dengan

menentukan bilangan hidroksida, berat jenis dan titik didih. Pada penelitian tahap I ini juga dilakukan uji coba reaksi polimerisasi pembentukan poliuretan dengan mereaksikan diisosianat, MDI dengan minyak jarak teralkoholisasi dan senyawa glikol, PBG pada suhu kamar dengan kondisi bebas udara selama 60 menit. Pada tahap ini data yang diperoleh dari hasil penelitian sudah dapat mencukupi untuk penulisan artikel yang akan dipublikasikan di jurnal nasional terakreditasi. Secara lebih jelasnya penelitian pada tahun I (tahun 2008) disajikan pada diagram alir seperti ditunjukkan Gambar 4.1.

#### **4.3 Alat dan Bahan yang Diperlukan**

Alat-alat yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari alat refluks dan hotplate stirrer yang berfungsi untuk proses polimerisasi poliuretan. Neraca digunakan untuk menimbang bahan-bahan kimia yang diperlukan. Oven digunakan untuk proses pengeringan, sedangkan desikator digunakan untuk menyimpan poliuretan setelah proses pengeringan. Selain itu juga digunakan peralatan untuk karakterisasi, baik untuk penentuan sifat fisika dan kimia minyak jarak maupun untuk karakterisasi kekuatan tarik, dan perpanjangan, disamping berbagai peralatan gelas yang umum digunakan dalam setiap tahap percobaan.

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari Minyak Jarak, Polietilen Glikol (PEG), Metilen Diisosianat (MDI), etanol,  $H_2SO_4$  dan pelarut sikloheksana serta aquadest. Disamping itu digunakan HCl, Indikator phenolptalein (pp), KOH,  $CHCl_3$ , KI,  $Na_2S_2O_3$ , amilum, dan pereaksi Hanus, yang merupakan bahan-bahan untuk pengujian sifat fisik dan sifat kimia minyak jarak.



Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian Tahun I

#### 4.4 Analisa Data

Analisa data yang telah dilakukan dalam penelitian pada Tahun I (2008) ini adalah :

- (a) Analisa kualitas minyak jarak awal yang meliputi massa jenis, indeks bias, titik didih, bilangan iodium, bilangan penyabunan, bilangan hidroksida dan bilangan asam, bertujuan untuk menentukan kualitas minyak jarak yang digunakan.
- (b) Analisa kualitas minyak jarak teralkoholisasi yang meliputi bilangan hidroksida, berat jenis dan titik didih, yang bertujuan untuk melihat pengaruh variasi jumlah katalis, dan perbandingan minyak jarak dengan etanol.
- (c) Analisa gugus fungsi (menggunakan alat IR) yang bertujuan untuk memastikan pembentukan senyawa poliuretan dengan membandingkan spektra senyawa pereaksi (minyak jarak teralkoholisasi, MDI dan PEG) dengan spektra poliuretan yang dihasilkan.
- (d) Karakterisasi perekat poliuretan yang dihasilkan.

#### 4.5 Karakterisasi

##### 4.5.1 Penentuan Sifat Fisika dan Kimia Minyak Jarak

###### - Indeks Bias

Beberapa tetes minyak jarak diteteskan pada prisma refraktometer, lalu prisma tersebut ditutup dan kemudian dilakukan pembacaan indeks bias. Sebelum dan sesudah digunakan prisma refraktometer dibersihkan dengan alkohol.

###### - Berat Jenis

Piknometer dibersihkan dan dikeringkan. Kemudian ditimbang. Isi piknometer dengan aquades (Pengisian dilakukan sampai aquades dalam botol meluap dan tidak ada gelembung udara didalamnya). Timbang berat botol dengan isinya. Kemudian aquades dikeluarkan dan dilakukan prosedur seperti semula dengan mengganti aquades dengan minyak jarak.

Berat jenis minyak ditentukan dengan cara :

$$\frac{\text{Berat piknometer dan minyak} - \text{berat piknometer}}{\text{Berat aquades}}$$

#### - Bilangan Asam

Menimbang 20 gram minyak jarak dalam erlenmeyer, tambahkan 50 mL etanol 95%, panaskan sampai mendidih dalam penangas air sambil diaduk. Larutan ini kemudian dititrasi dengan KOH 0,1 N menggunakan indikator phenolptalein sampai terbentuk warna merah jambu.

Nilai bilangan asam ditentukan dengan cara :

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{\text{mL KOH} \times \text{N KOH} \times 56,1}{\text{Berat sampel}}$$

#### - Bilangan Iod

Sampel minyak jarak ditimbang sebanyak 0,4 gram, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Sebanyak 10 mL kloroform dan 30 mL larutan Hanus ditambahkan ke dalam sampel. Larutan disimpan selama 30 menit di tempat gelap. Selanjutnya ditambahkan 10 mL KI 15% dan 100 mL aquadest. Larutan dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1N sampai terjadi perubahan warna kekuning-kuningan. Ditambahkan 1 mL larutan amilum dan dititrasi kembali dengan natrium tiosulfat 0,1 N sampai warna berubah menjadi jernih. Dengan cara yang sama dilakukan terhadap blanko.

Nilai bilangan iod ditentukan dengan cara :

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(b-a) \times N \times 12,69}{\text{Berat sampel}}$$

Ket : b = mL natrium tiosulfat yang digunakan untuk titrasi blanko

a = mL natrium tiosulfat yang digunakan untuk titrasi sampel minyak jarak

N = konsentrasi natrium tiosulfat

#### - Bilangan Hidroksida

Sebanyak 4 mL reagen asetilasi ditambahkan ke dalam 0,5 gram sampel minyak jarak, dipanaskan sampai suhu 98°C selama 2 jam, kemudian didinginkan pada temperatur kamar. Sebanyak 6 mL aquadest ditambahkan ke dalam larutan, kemudian ditutup dan dinding botol dibilas, dan didiamkan selama 24 jam. Kemudian ditambahkan indikator pp 1% sebanyak 3 tetes, dan larutan dititrasi dengan larutan KOH 0,1N.

Nilai bilangan hidroksida ditentukan dengan cara :

$$\text{Bilangan Hidroksida} = \frac{(b-a) \times N \times 56,1}{\text{Berat sampel}}$$

Ket : b = mL KOH yang digunakan untuk titrasi blanko

a = mL KOH yang digunakan untuk titrasi sampel minyak jarak

N = konsentrasi KOH

#### - Bilangan Penyabunan

Sampel minyak jarak sebanyak 5 gram dimasukkan dalam labu, kemudian ditambahkan 50 mL KOH beralkohol dan direfluks selama 1 jam. Setelah proses refluk selesai, larutan dipindahkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan indikator pp sebanyak 1 mL. Larutan dititrasi dengan HCl 0,5 N sampai warna merah jambu hilang. Dengan cara yang sama dilakukan penetapan blanko.

Nilai bilangan penyabunan ditentukan dengan cara :

$$\text{Bilangan Penyabunan} = \frac{(b-a) \times N \times 56,1}{\text{Berat sampel}}$$

Ket : b = mL HCl yang digunakan untuk titrasi blanko

a = mL HCl yang digunakan untuk titrasi sampel minyak jarak

N = konsentrasi HCl

#### 4.5.2 Analisa Kekuatan Tarik & Perpanjangan

Rangkaian alat uji tarik diset sesuai dengan yang diperlukan. Kecepatan tarik 1 mm/menit, kecepatan kertas 100 mm/ menit, dan beban maksimum 10 kgf. Sampel plastik yang sudah dibentuk menjadi dumbbell dijepitkan pada alat uji tarik, kemudian alat dijalankan dan data yang dihasilkan dicatat diatas kertas.

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Karakterisasi Awal Minyak Jarak

Minyak biji jarak yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan terlebih dahulu sifat fisika dan sifat kimianya. Hasil karakterisasi terhadap sifat fisika dan kimia minyak jarak disajikan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Data Hasil Karakterisasi Sifat Fisika dan Sifat Kimia Minyak Jarak

Sifat Fisika/ Kimia	Nilai
Indeks Bias, 25°	1,475
Berat jenis, g/mL	0,9575
Titik Didih	205
Bilangan Asam, mg/g	22,9
Bilangan Iod, mg/g	70,16
Bilangan Hidroksida, mg/g	163,13
Bilangan Penyabunan, mg/g	199,34

Pada Tabel 5.1 terlihat bahwa indeks bias yang didefinisikan sebagai perbandingan dari kecepatan cahaya di udara dengan kecepatan cahaya di dalam medium tertentu, dapat digunakan untuk menentukan kemurnian minyak. Indeks bias minyak jarak sampel memiliki nilai 1,475 dan masih berada dalam range yang ditetapkan standar (1,4764 – 1,4778). Secara fisik terlihat minyak jarak yang digunakan berwarna kuning muda jernih. Kerapatan suatu zat dapat ditentukan oleh berat jenis. Berat jenis adalah perbandingan berat dari volume sampel minyak dengan berat air yang volumenya sama pada suhu tertentu. Semakin kental suatu bahan, nilai berat jenisnya semakin besar yang berarti semakin rapat. Data berat jenis yang diperoleh dari minyak jarak yang digunakan adalah 0,9575 dan masih berada dalam range yang ditetapkan (0,957– 0,961), sejalan dengan data indeks bias yang dihasilkan.

Titik didih minyak biji jarak yang digunakan dalam penelitian ini adalah 205°C, lebih rendah dari minyak jarak standar (256 °C). Salah satu faktor yang mempengaruhi

titik didih adalah adanya ikatan hidrogen dalam bahan, semakin banyak ikatan hidrogen semakin tinggi titik didihnya. Ini menunjukkan bahwa ikatan hidrogen yang terdapat dalam minyak jarak sampel lebih sedikit dari minyak jarak standar. Data bilangan hidroksida sampel adalah 163,13 mg/g, dan ini berarti berada dalam range minyak jarak yang dijadikan standar sebesar (161 – 169) mg/g.

Nilai bilangan asam untuk minyak jarak yang digunakan dalam penelitian ini adalah 22,9 mg/ gram yang berada jauh di bawah nilai yang dimiliki minyak jarak standar sebesar (176 – 187)mg/ gram. Ini berarti untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak jarak sampel diperlukan KOH sebanyak 22,9 mg, sedangkan untuk minyak jarak standar diperlukan KOH sebanyak 176 – 187 mg. Hal ini dapat disebabkan oleh umur minyak, kandungan asam lemak yang mudah menguap serta asam lemak yang terikat sebagai ester.

Bilangan Iod yang menunjukkan jumlah gram Iod yang diserap oleh 100 gram minyak, menunjukkan nilai 70,16 mg/g. Data minyak jarak sampel sedikit berada di bawah range minyak jarak standar yang ditetapkan (81 – 91). Nilai yang ditunjukkan oleh bilangan Iod memperlihatkan derajat ketidakjenuhan minyak, atau dengan kata lain bilangan Iod ini menunjukkan jumlah ikatan rangkap yang terdapat dalam minyak.

Bilangan penyabunan menunjukkan jumlah KOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan sejumlah tertentu sampel minyak. Bilangan penyabunan dari minyak jarak sampel memperlihatkan nilai 199,34 mg/ gram. Ini berarti untuk menyabunkan 1 gram minyak jarak diperlukan KOH sebanyak 199,34 mg. Data bilangan penyabunan sampel minyak jarak ini lebih tinggi dari minyak jarak standar (176 – 187). Bilangan penyabunan ini menunjukkan kualitas suatu minyak. Semakin besar bilangan penyabunan, maka kualitas minyak semakin bagus. Bilangan penyabunan tergantung pada berat molekul, yaitu semakin tinggi berat molekul, maka bilangan penyabunan semakin rendah. Berdasarkan hal ini diduga berat molekul minyak jarak sampel lebih tinggi dari minyak jarak yang digunakan sebagai standar.

## **5.2 Hasil Karakterisasi Minyak Jarak Teralkoholis**

Sebelum minyak jarak direaksikan dengan PEG dan MDI, terlebih dahulu dilakukan reaksi alkoholisis, dengan tujuan mendapatkan gugus hidroksida yang lebih banyak. Reaksi alkoholisis ini menggunakan etanol dengan perbandingan minyak jarak

dan etanol yang bervariasi, dan katalis asam sulfat (5 – 15%). Hasil karakterisasinya disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Data Hasil Karakterisasi Sifat Fisika dan Sifat Kimia Minyak Jarak Teralkoholisasi dengan Variasi Etanol & Katalis Asam

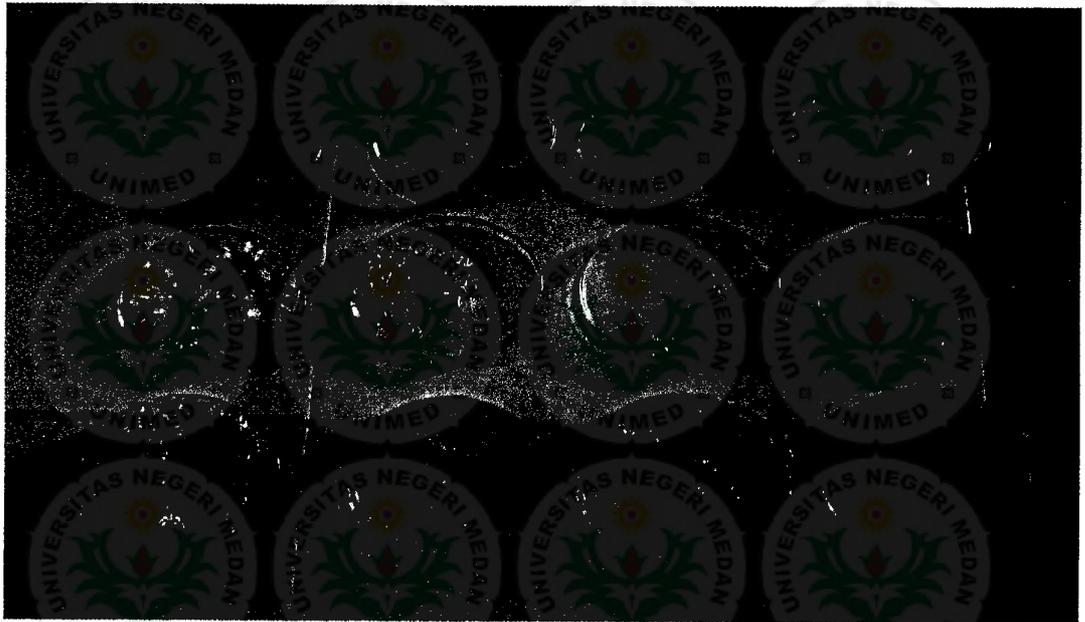
Kode Sampel MJ	Katalis	Perb. MJ : Etanol	Sifat Fisika & Kimia		
			Bil. Hidroksida (mg/g)	Titik Didih (°C)	Berat jenis (g/mL)
MJT-51	5%	1 : 1	108,64	210	0,9627
MJT-54	5%	1 : 4	167,17	218	0,9632
MJT-57	5%	1 : 7	184,87	236	0,9623
MJT-510	5%	1 : 10	385,50	240	0,9718
MJT-101	10%	1 : 1	217,10	238	0,9620
MJT-104	10%	1 : 4	262,97	250	0,9576
MJT-107	10%	1 : 7	382,47	261	0,9574
MJT-1010	10%	1 : 10	412,29	278	0,9786
MJT-151	15%	1 : 1	206,46	271	0,9700
MJT-154	15%	1 : 4	317,31	289	0,9563
MJT-157	15%	1 : 7	390,87	305	0,9590
MJT-1510	15%	1 : 10	436,49	310	0,9864

Dari data pada Tabel 5.2 terlihat bahwa untuk reaksi alkoholisis dengan perbandingan minyak jarak dan etanol yang sama, secara umum penambahan jumlah katalis akan menyebabkan nilai bilangan hidroksida dan titik didih naik cukup tinggi. Sedangkan untuk jumlah katalis yang sama, secara umum menunjukkan bahwa penambahan kadar etanol dalam reaksi alkoholisis sedikit menyebabkan sedikit kenaikan bilangan hidroksida maupun titik didih. Adanya lonjakan nilai bilangan hidroksida yang cukup tinggi sehingga jauh lebih besar dari data hidroksida minyak jarak standar, kemungkinan disebabkan adanya perbedaan jenis gugus OH, halangan ruang, kekentalan dan konsentrasi minyak jarak serta banyaknya katalis yang digunakan dalam proses alkoholisis minyak jarak. Data dari berat jenis minyak jarak teralkoholisasi dengan variasi perbandingan minyak jarak dan etanol, maupun variasi katalis, menunjukkan nilai berat jenis yang relatif hampir sama, berada pada range antara 0,9653 – 0,9864, yang berarti tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

### 5.3 Proses Pembentukan Poliuretan

Pada penelitian ini proses pembentukan poliuretan dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama mencampurkan minyak jarak teralkoholisasi (30 mL) dengan polietilen glikol (PEG) sebanyak 30 mL, kemudian diaduk sampai diperoleh larutan homogen (larutan I). Tahap berikutnya mencampurkan larutan I (Campuran minyak jarak teralkoholisasi-PEG) dengan MDI sebanyak 72 mL, sampai diperoleh campuran homogen. Proses pencampuran atau polimerisasi dilakukan pada temperatur kamar selama 60 menit, dan dialiri dengan gas Nitrogen.

Poliuretan yang dihasilkan kemudian dilakukan pemeraman dalam oven pada temperatur 70°C selama 24 jam, selanjutnya didiamkan pada suhu kamar selama satu minggu (7 hari). Hasil polimer poliuretan ini kemudian dikarakterisasi sifat mekaniknya.



Gambar 5.1. Polimer Poliuretan dengan Berbagai Komposisi MJT & Katalis yang bervariasi

#### 5.4 Hasil Analisis uji tarik

Kekuatan tarik merupakan kekuatan tegangan maksimum spesimen untuk menahan tegangan yang diberikan. Sedangkan perpanjangan adalah pertambahan panjang yang dihasilkan oleh ukuran tertentu panjang spesimen, yang diakibatkan oleh tegangan yang diberikan. Spesimen uji tarik ditunjukkan dalam Gambar 5.2. Data kekuatan tarik dan perpanjangan dari poliuretan yang dihasilkan dari berbagai variasi minyak jarak teralkoholisi (MJT) yang direaksikan dengan PEG dan MDI disajikan pada Tabel 5.3.

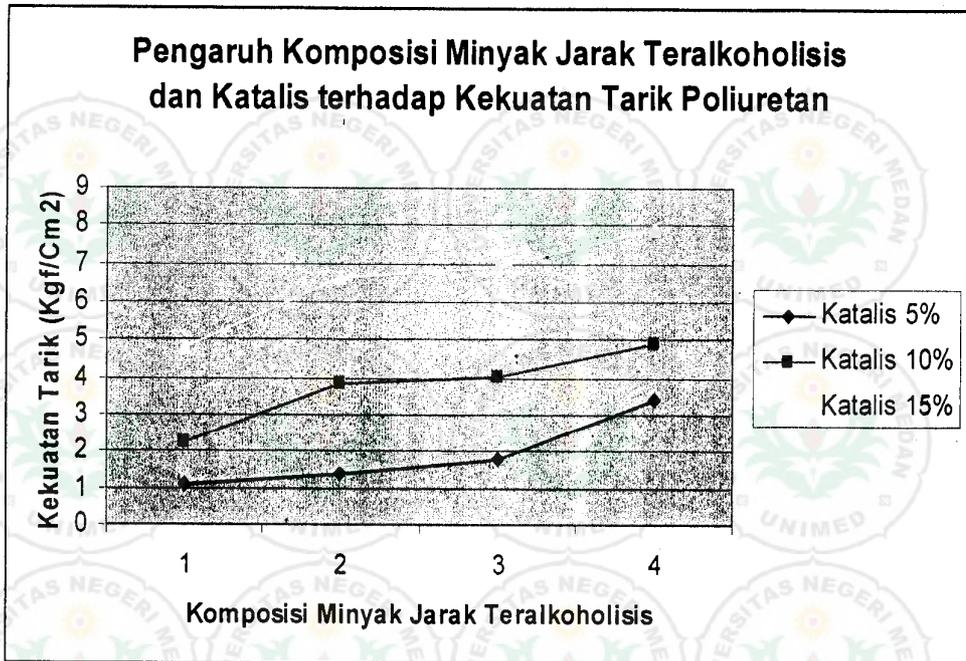
Tabel 5.3. Data kekuatan tarik dan perpanjangan dari poliuretan

Kode Sampel Poliuretan	Kode Minyak Jarak	Data Uji Tarik		
		Kekuatan tarik (kgf/cm <sup>2</sup> )	Perpanjangan (cm)	Perpanjangan (%)
PU-51	MJT-51	1,0750	9,2	230
PU-54	MJT-54	1,3917	8,9	223
PU-57	MJT-57	1,8033	8,3	208
PU-510	MJT-510	3,3783	7,6	190
PU-101	MJT-101	2,2750	7,7	193
PU-104	MJT-104	3,8750	6,4	160
PU-107	MJT-107	4,0417	5,2	130
PU-1010	MJT-1010	4,9083	4,5	113
PU-151	MJT-151	4,8017	4,5	113
PU-154	MJT-154	6,6583	3,8	95
PU-157	MJT-157	6,9083	3,6	90
PU-1510	MJT-1510	7,9167	2,9	73

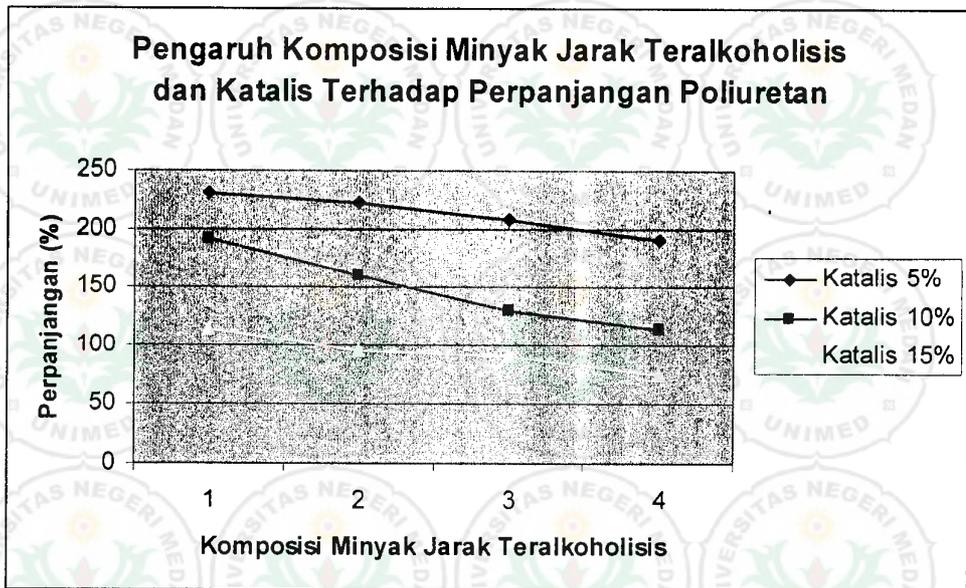


Gambar 5.2. Spesimen Uji Tarik

Pengaruh Komposisi minyak jarak teralkoholis, yang dilambangkan dengan kode sampel minyak jarak, pada reaksi polimerisasi pembuatan poliuretan terhadap kekuatan tarik dan perpanjangan perekat polimer poliuretan yang dihasilkan menunjukkan kecenderungan yang teratur, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4. Semakin tinggi kadar katalis asam yang digunakan dengan perbandingan minyak jarak dan etanol yang sama, maka kekuatan tarik akan semakin tinggi, sedangkan perpanjangan semakin rendah. Hal ini sejalan dengan poliuretan yang dihasilkan dengan jumlah katalis yang sama, tetapi jumlah etanol dalam alkoholisnya berbeda, yang memeplihatkan bahwa penambahan kadar etanol dalam reaksi alkoholis akan menyebabkan kekuatan tarik semakin meningkat dan perpanjangan semakin menurun. Dari data terlihat bahwa kekuatan tarik maksimum adalah  $7,9167 \text{ kgf/cm}^2$  dan perpanjangannya 73%, yang diperoleh pada pembentukan poliuretan dengan bahan dasar dari minyak jarak teralkoholis dengan perbandingan minyak jarak dengan alkohol 1 : 10, dan katalis asam sulfat sebanyak 15%.



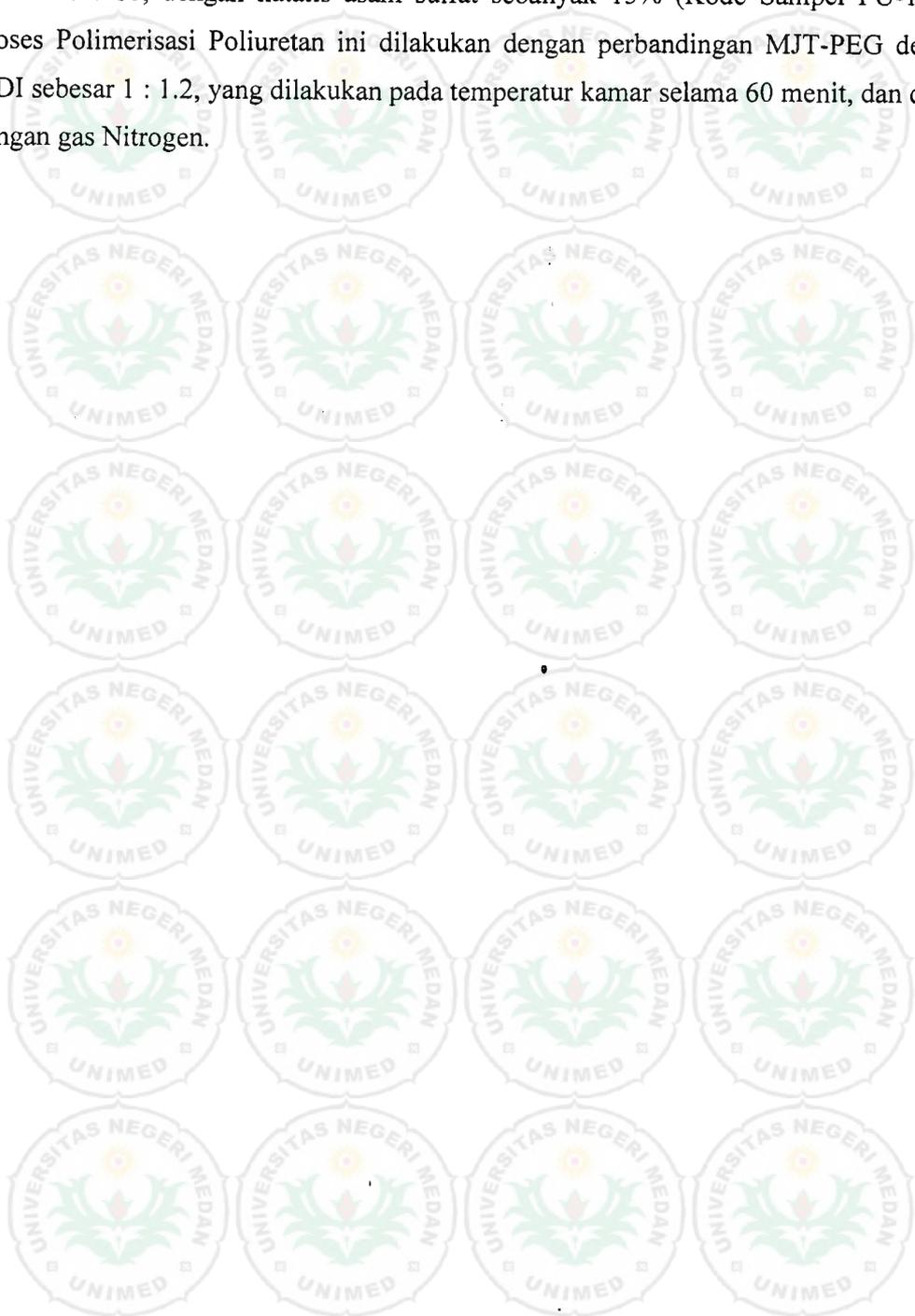
Gambar 5.3. Pengaruh Komposisi MJT & Katalis terhadap Kekuatan Tarik Poliuretan



Gambar 5.4. Pengaruh Komposisi MJT & Katalis terhadap Perpanjangan Poliuretan

Berdasarkan data dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dinyatakan bahwa polimer poliuretan memiliki kekuatan tarik yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan perekat karena polimer yang dihasilkan dapat menjadi keras, dengan

kondisi paling maksimal diperoleh pada proses reaksi pembentukan poliuretan dengan bahan dasar minyak jarak teralkoholisasi pada perbandingan minyak jarak dan etanol sebesar 1 : 10, dengan katalis asam sulfat sebanyak 15% (Kode Sampel PU-1510). Proses Polimerisasi Poliuretan ini dilakukan dengan perbandingan MJT-PEG dengan MDI sebesar 1 : 1.2, yang dilakukan pada temperatur kamar selama 60 menit, dan dialiri dengan gas Nitrogen.



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Polimerisasi perekat Poliuretan telah dilakukan dengan perbandingan MJT-PEG dengan MDI sebesar 1 : 1.2, yang dilakukan pada temperatur kamar selama 60 menit, dan dialiri dengan gas Nitrogen.
2. Semakin tinggi kadar katalis asam yang digunakan dalam proses alkoholisis dengan perbandingan minyak jarak dan etanol yang sama, maka kekuatan tarik akan semakin tinggi, sedangkan perpanjangan semakin rendah.
3. Penambahan kadar etanol dalam reaksi alkoholisis akan menyebabkan kekuatan tarik dari perekat poliuretan semakin meningkat, sedangkan perpanjangan semakin menurun.
4. Kondisi paling maksimal diperoleh pada proses reaksi pembentukan poliuretan dengan bahan dasar minyak jarak teralkoholisasi pada perbandingan minyak jarak dan etanol sebesar 1 : 10, dengan katalis asam sulfat sebanyak 15%, yang menunjukkan data kekuatan tarik sebesar 7,9167 kgf/cm<sup>2</sup> dan perpanjangannya adalah 73%.

#### 6.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk tahun II dengan mereaksikan PEG, MDI dan MJT pada suhu reaksi yang dibuat bervariasi dengan kondisi bebas udara. Karakterisasi tambahan dari perekat poliuretan yang dihasilkan berupa derajat pengembangan (swelling) dan analisa kekerasan, serta uji coba kekuatan perekat yang dihasilkan terhadap beberapa sampel seperti karet, plastik dan logam. Disamping itu perlu juga dilakukan pembuatan perekat poliuretan dengan memvariasikan kondisi polimerisasi, dari mulai perbandingan komposisi minyak jarak, polietilen glikol dan metilen diisosiyanat, maupun jenis glikol dan diisosiyanat yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allcock, H.R & Frederick W. Lampe., (1990), *Contemporary Polymer Chemistry*, 2<sup>nd</sup> edition, Prantice-Hall Inc, New Jersey.
- Athawale, V and Kolekar, S., (1998), Interpenetrating Polymer Networks Based On Polyol Modified Castor Oil Polyurethane and Polymethyl methacrylate, *European Polymer Journal*, **34**, Issue 10, p.1447-1451.
- Billmeyer, J.R., (1984), *Textbook of Polymer Science*, John Wiley and Sons Inc., New York, USA.
- Cowd, M.A., (1991), *Kimia Polimer*, Terjemahan Harry Firman, ITB, Bandung.
- Hatakeyama, H.S & Hirose, T., (1995), *Biodegradable Polyurethane from Plant Componens*, Dekker, New York.
- Jhurry, D., (1997), Sucrose-Based Polymer Polyurethane with Sucrose in the Main Chain, *Eur. Polymer. J.*, **33**, p 1577-1582.
- Manjari, R., Josepsh, V.C., Pandureng, L.P., and Sriram, T., (1993), Structure-Property Relationship of HTPB-Based Propellants III. Optimizing Trial with Varying Levels of Diol-Triol Contents., *J. Applied Polymer Science*, **51**, p. 436-442.
- Melo, B.N., Pasa, V.M.D., (2004), Thermal and Morphological Study of Polyurethanes Based On Eucalyptus Tar Pitch and Castor Oil, *J. Applied Polymer Science*, **92**, Issue 5, p.3287-3291.
- Nugraheni, D.I., (2002), *Sintesa Poliuretan dari sistem PEG-TDI-Ekstrak Tanin dan Karakterisasinya*, Skripsi Jurusan Kimia, ITB, Bandung.
- Pritishree, N., Mishra, D.K., Parida, D., Sahoo, K.C., Nanda, M., Lenka, S., and Nayak, P.L., (1997), Polymer from Renewable Resources. IX. Interpenetrating Polymer Networks Based on Castor Oil Polyurethane-Poly (hydroxyethyl methacrylate) : Synthesis, Chemical, Thermal, and Mechanical Properties, *J. Applied Polymer Science*, **63**, p. 671-679.
- Rahmi., (1999), *Peran Sukrosa Molasses dalam Sintesa Poliuretan dari PEG dan MDI*, Tesis, Jurusan Kimia ITB, Bandung.
- Rizk, A.M & Al-Nowaihi, A.S., (1989), *The Phytochemistry of the Horticultural Plant of Qatar*, The Scientific and Applied Research Center, University of Qatar, The Alden Press, Ltd , Qatar.
- Roussos, M., Konstantopoulou, A., Kalogeras, I.W., Kanapitsas, A., Pissis, P., Savelyev, Y., and Dova, A.V., (2004), Comparative Dielectric Studies of Segmental Mobility in Novel Polyurethanes, *e-Polymers*, **042**.

- Sanchez, M.S, R. Papon & J. Villenave., (2000), Rheological Characterization of Thermoplastic Polyurethane Elastomers, *Polymer International*, **49**, Issue 6, John Wiley and Sons.
- Sanmathi, C.S, S. Prasannakumar, B.S. Sherigara., (2004), Interpenetrating Polymer Networks Based On Polyol Modified Castor Oil Polyurethane And Poly(2-Ethoxyethyl Methacrylate) : Synthesis, Chemical, Mechanical, Thermal Properties, And Morphology, *J. Applied Polymer Science*, **94**, P. 1029-1034.
- Siddaramiah, P. Mallu, and R. Somashekar., (1998), Characterization of Castor Oil-Based Interpenetrating Polymer Networks of PU/PS., *J. Applied Polymer Science*, **68**, p. 1739-1743.
- Siddaramiah, P. Mallu, S. Roopa, H.Somashekarappa, and R. Somashekar., (2005), Studies On Physico-Mechanical and Optical Properties, and WAXS Of Castor Oil Based Polyurethane/Polyacrylates Interpenetrating Polymer Networks., *J. Applied Polymer Science*, **95**, P. 764-773.
- Sopyan, I., (2001), *Kimia Polimer*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sutiani, A., Dibyantini, R.E., Nauli, R.,(2004), *Sintesis dan Karakterisasi Plastik Poliuretan yang Bersifat Biodegradabel dari Bahan Baku Minyak Jarak*, Laporan Penelitian Dosen Muda, Dirjen Dikti, Depdiknas, Jakarta.
- Sutiani, A., Dibyantini, R.E., Nauli, R.,(2005), *Studi biodegradasi Plastik Poliuretan dari Minyak Jarak Sebagai Plastik Ramah Lingkungan*, Laporan Penelitian Dosen Muda, Dirjen Dikti, Depdiknas, Jakarta.
- Sutiani, A., dan Dibyantini, R.E., (2006), *Studi Awal Pembuatan Poliuretan dari campuran Minyak Jarak, Glikol dan Isosianat*, Laporan Penelitian Dosen Muda, Dirjen Dikti, Depdiknas, Jakarta.
- Wibowo, H.B., (2002), Pembuatan Perekat Dari Poliuretan Berbasis Minyak Jarak, *JIMat*, Vol. I, **2**, Hal. 42-50.
- Xie, H.Q., Guo.J.S., Wang,G.G., (1993), Properties of Two Kinds of Room Temperature Cured Interpenetrating Polymer Network Based On Castor Oil Polyurethane, *European Polymer Journal*, **29**, Issue 12, p.1547-1551.
- Yeganeh, H and Mehdizadeh,M.R., (2004), Synthesis and Properties of Isocyanate Curable Millable Polyurethane Elastomers Based on Castor oil as a Renewable Resource Polyol, *European Polymer Journal*, **40**, Issue 6, p.1233-1238.
- Yusmaniar., (2003), Pembentukan Poliuretan dari MDI dan Sukrosa dengan Variasi Panjang Rantai Dihidroksi, *Prosiding Seminar Sehari 70 Tahun N.M.Surdia*, Jurusan Kimia, ITB, Bandung.

## Lampiran 1. Biodata Peneliti

### BIODATA KETUA PENELITI

1. Nama : Dra. Ani Sutiani, M.Si  
2. Tempat / tanggal Lahir : Bandung, 30 Juli 1968  
3. Jenis Kelamin : Perempuan  
4. Fakultas/ Jurusan : MIPA/ Kimia  
5. Pangkat/ Golongan/ NIP : Penata / III-c / 132002683  
6. Bidang Keahlian : Kimia Fisik  
7. Alamat Kantor : Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan 20221  
Telp. (061) 6625970  
Alamat Rumah : Jl. Sumantri Brojonegoro No.41  
Komp. Dosen UNIMED Laut Dendang  
Telp. (061) 77810865

#### 8. Pendidikan

No.	Perguruan Tinggi	Kota	Tahun Lulus	Bidang
1.	IKIP Bandung	Bandung	Dra, 1991	Pendidikan Kimia
2.	Institut Teknologi Bandung (ITB)	Bandung	MSi, 1997	Kimia Fisik (Polimer)

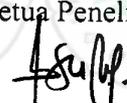
#### 9. Pengalaman Penelitian

No.	Judul Penelitian	Tugas dalam Penelitian	Pemberi dana, Tahun
1.	Pembuatan Poliblend Stirena Co-Maleat Anhidrida (Kopolimer SMA)-Pati dan Karakterisasinya	Ketua Peneliti	PPD Heds Dikti, 2001
2.	Pembuatan Lempeng Tipis PS-Pati-Hiamin dan Karakterisasinya	Ketua Peneliti	Litmud Dikti, 2001
3.	Pembuatan Lempeng Tipis Kopoliblend Stiren Maleat Anhidrida dan Pati.	Ketua Peneliti	Dana Rutin Unimed, 2002
4.	Studi Biodegradasi Plastik Polistiren Menggunakan P.Aeruginosa.	Ketua Peneliti	Dana Rutin Unimed, 2003
5.	Sintesis dan Karakterisasi Plastik Poliuretan yang Bersifat Biodegradabel dari Bahan Baku Minyak jarak.	Ketua Peneliti	Litmud Dikti, 2004
6.	Studi Biodegradasi Plastik Poliuretan dengan Bahan Dasar Minyak Jarak Sebagai Plastik Ramah Lingkungan	Ketua Peneliti	Litmud Dikti, 2005
7.	Studi Awal Pembuatan Poliuretan dari Campuran Minyak Jarak, Glikol dan Isosianat	Ketua Peneliti	Litmud Dikti, 2006

## 10. Daftar Publikasi

1. Pembuatan Poliblend Stirena-Co-Maleat Anhidrida-Pati dan Karkterisasinya, *Prosiding Seminar Hasil PPD-HEDS Bidang Kimia*, Padang, Agustus 2001.
2. Pemanfaatan Pati sebagai Bahan Pengisi dalam Pembuatan Plastik berbahan dasar Stirena, *Jurnal Penelitian Sainika*, Volume 2 No.1, Maret 2002
3. Degradasi Poliblend Polistiren-Pati Menggunakan Bakteri *Pseudomonas fluorescens*, *Prosiding Seminar Sehari Upaya Membina Kemandirian Bangsa Melalui Sains dan Teknologi Kimia Material*, Bandung, Januari 2003.
4. Studi Penggunaan Surfaktan Hiamin dalam Pembuatan Polyblend Polistiren-Pati, *Majalah Kultura*, Volume 4 No.1, Maret 2003.
5. Studi Pembuatan Kopolimer Maleat Anhidrida, *Majalah Kultura*, Volume 4 No. 2, September 2003.
6. Upaya mengatasi Pencemaran Lingkungan yang disebabkan limbah plastik Polistiren. *Prosiding Seminar Nasional Dengan Tema Melalui Penataan Kota Berwawasan Lingkungan Kita Tingkatkan Kesadaran Masyarakat Untuk Berperan Aktif Dalam Menjaga Kelestarian Lingkungan Hidup*, Medan, Juni 2005.
7. Pemanfaatan Minyak Jarak dalam Pembuatan Plastik Poliuretan Sebagai Plastik Ramah Lingkungan, *Majalah Kultura*, Volume 9 No. 2, Juni 2008

Medan, November 2008  
Ketua Peneliti,

  
Dra. Ani Sutiani, M.Si  
NIP. 132002683

## BIODATA ANGGOTA PENELITI I

1. Nama : Dra. R. Evina Dibyantini, M.Si  
 2. Tempat / tanggal Lahir : Yogyakarta, 22 Juni 1962  
 3. Jenis Kelamin : Perempuan  
 4. Fakultas/ Jurusan : MIPA/ Kimia  
 5. Pangkat/ Golongan/ NIP : Penata Tk. I/ III-d / 131602235  
 6. Bidang Keahlian : Kimia Organik  
 7. Alamat Kantor : Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan 20221  
 Telp. (061) 6625970  
 Alamat Rumah : Jl. Ekaresmi Komp. Bumi Johor Sentosa  
 Blok D-10 Medan  
 Telp. (061) 7861284

### 8. Pendidikan

No.	Perguruan Tinggi	Kota	Tahun Lulus	Bidang
1.	IKIP Bandung	Bandung	Dra, 1985	Pendidikan Kimia
2.	Universitas Sumatera Utara (USU)	Medan	MSi, 1998	Kimia Organik (Polimer)

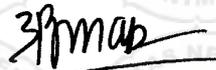
### 9. Pengalaman Penelitian

No.	Judul Penelitian	Tugas dalam Penelitian	Pemberi dana, Tahun
1.	Sintesis dan Karakterisasi Poliblend Polipropilen dan Selulosa Asetat	Ketua Peneliti	Dana Rutin, 2001
2.	Fotodegradasi Polipropilen-Selulosa diasetat dengan pemeka cahaya $FeCl_3$	Ketua Peneliti	PPD Heds Dikti, 2002
3.	Sintesis dan Karakterisasi Plastik Poliuretan yang Bersifat Biodegradabel dari Bahan Baku Minyak jarak.	Anggota Peneliti	Litmud Dikti, 2004
4.	Studi Biodegradasi Plastik Poliuretan dengan Bahan Dasar Minyak Jarak Sebagai Plastik Ramah Lingkungan	Anggota Peneliti	Litmud Dikti, 2005
5.	Studi Awal Pembuatan Poliuretan dari Campuran Minyak Jarak, Glikol dan Isosianat	Anggota Peneliti	Litmud Dikti, 2006

## 10. Daftar Publikasi

1. Mengenal Kumarin, *Majalah Kultura*, Volume 1 No. 2, September 1999.
2. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Alkaloid Likorin dari Umbi Bakung Putih, *Visi Wacana*, Volume 10 No.13, 2003.
3. Kapasitas serapan ion Mangan oleh Biomassa pada Silika Gel Hasil Sintesis dari Abu Sekam Padi, *Jurnal Penelitian Sainika*, Vol.29 No.2, Juni 2005

Medan, November 2008  
Anggota Peneliti I,



Dra. R. Evina Dibyantini, M.Si  
NIP. 131602235

## BIODATA ANGGOTA PENELITI II

1. Nama : Drs. Marham Sitorus, M.Si  
 2. Tempat / tanggal Lahir : Tapanuli Utara, 01 Januari 1963  
 3. Jenis Kelamin : Laki-laki  
 4. Fakultas/ Jurusan : MIPA/ Kimia  
 5. Pangkat/ Golongan/ NIP : Pembina/ IV-a / 131864166  
 6. Bidang Keahlian : Kimia Organik  
 7. Alamat Kantor : Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan 20221  
 Telp. (061) 6625970  
 Alamat Rumah : Jl. Sehati Gg. Sepakat No. 6 Medan 20234  
 Telp. (061) 6623957

### 8. Pendidikan

No.	Perguruan Tinggi	Kota	Tahun Lulus	Bidang
1.	Univ. Gajah Mada (UGM)	Yogyakarta	Drs, 1987	Kimia
2.	Univ. Gajah Mada (UGM)	Yogyakarta	MSi, 1995	Kimia Organik

### 9. Pengalaman Penelitian

No.	Judul Penelitian	Tugas Dalam Penelitian	Pemberi dana, Tahun
1	Potensi Tanaman Inggu (Ruta angustifolia) Sebagai Penghasil Senyawa Bioaktif Secara HPLC dan GC	Anggota Peneliti	Ltimud, 2002
2	Isolasi Campuran Sitronelol dan Geraniol Dari Minyak Sereh dan Penggunaannya Sebagai Bahan Dasar Parfum Tea Rose	Ketua Peneliti	Lit mud, 2004
3	Parfum Beraroma Mawar (Rose) Dari Minyak Sereh	Ketua Peneliti	PPD – HEDS, 2004
4	Konversi Risinoleat Dari Minyak Jarak (Castor Oil) Menjadi Asam Azeleat	Ketua Peneliti	SPP/DPP Unimed, 2005
5	Pengolahan Minyak Jarak (Castor Oil) Menjadi Bahan Pewangi (Essen) Sintetik	Ketua Peneliti	Dana Rutin Unimed, 2005
6.	Pembuatan “Turkey Red Oil” dari minyak jarak	Ketua Peneliti	PPD – HEDS, 2006
7	Dehidrasi Risonoleat Minyak Jarak (Castor Oil) Menjadi Linoleat dan Karakterisasinya Sebagai Usaha Pengolahan Minyak Jarak Untuk Konsumsi	Anggota Peneliti	Penelitian Dosen Muda 2006

## 10. Daftar Publikasi

1. Karakteristik Lemak dan Analisis Komponen Asam Lemak Minyak Kacang Kedelai (Glycine Max L) . *Jurnal Pendidikan Science* ,Vol 20 No 3, September 2002: (h 29 – 34), ISSN : 0853 – 3792.
2. Isolasi Campuran Sitronelol dan Geraniol dari Minyak Sereh Jawa Sebagai Bahan Dasar Parfum Bunga Mawar, *Jurnal Pendidikan Science* Vol 27 No 1 Maret 2003 : (h 22 – 27), ISSN : 0853 – 3792.
3. Karakteristik Lemak dan Analisis Komponen Asam Lemak Minyak Durian (Durio Ziberthinus) , *Warta Teknologi Industri*, Vol VIII No 1 , Juni 2003 : (h 33 – 36), ISSN : 1410 – 2749.

Medan, November 2008  
Anggota Peneliti II,

Drs. Marham Sitorus, M. Si  
NIP. 131864166

## B. DRAFT ARTIKEL ILMIAH

### PEMBUATAN POLIURETAN DENGAN BAHAN BAKU MINYAK JARAK TERALKOHOLISIS SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN PEREKAT

Oleh :

Ani Sutiani, R. Evina Dibyantini & M.Sitorus

#### Abstrak :

Telah dilakukan proses pembuatan poliuretan dengan bahan dasar berupa campuran minyak jarak (Castor Oil) teralkoholisasi dan Polietilen Glikol (PEG) dengan Senyawa diisocyanat (Senyawa yang digunakan adalah 4,4-diphenylmethane diisocyanate /MDI). Minyak jarak yang digunakan ditentukan terlebih dahulu kualitasnya kemudian dialkoholisasi menggunakan etanol dengan katalis asam yang bervariasi (5-15%). Perbandingan minyak jarak dengan etanol dibuat bervariasi 1:1 sampai 1:10). Hasil polimerisasi Poliuretan kemudian dikarakterisasi meliputi kuat tarik, dan perpanjangan. Hasil analisa menunjukkan minyak jarak yang digunakan memiliki bilangan hidroksida sebesar 163,13 mg/g, sedangkan minyak jarak yang telah dialkoholisasi memiliki bilangan hidroksida tertinggi sebesar 436,64 mg/g pada proses alkoholisasi dengan perbandingan 1:10 dengan katalis 15%. Proses polimerisasi ini dilakukan pada temperatur kamar selama 60 menit. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi kadar katalis asam yang digunakan dengan perbandingan minyak jarak dan etanol yang sama, maka kekuatan tarik akan semakin tinggi, sedangkan perpanjangan semakin rendah. Hal ini sejalan dengan poliuretan yang dihasilkan dengan jumlah katalis yang sama, tetapi jumlah etanol dalam alkoholisasinya berbeda, yang memperlihatkan bahwa penambahan kadar etanol dalam reaksi alkoholisasi akan menyebabkan kekuatan tarik semakin meningkat dan perpanjangan semakin menurun. Data yang dihasilkan menunjukkan bahwa kekuatan tarik maksimum adalah 7,9167 kgf/cm<sup>2</sup> dan perpanjangannya 73%, yang diperoleh pada pembentukan poliuretan dengan bahan dasar dari minyak jarak teralkoholisasi dengan perbandingan minyak jarak dengan alkohol 1 : 10, dan katalis asam sulfat sebanyak 15%.

#### Abstract :

Synthesis of polyurethane prepared by mixing of alcoholysis castor oil and polyethylene glycol (PEG) with diisocyanate (4,4-diphenylmethane diisocyanate/ MDI) has been carried out. The castor oil in this research was characterized some physical and chemical properties by usual method, and then it had been alcoholysis by ethanol and Acid as a catalyst. The catalyst used between 5% – 15%. The composition of castor oil and ethanol were varied from 1:1 to 1:10. The analysis indicated that castor oil has hydroxyl number, i.e 163,13 mg/g, and the alcoholized castor oil has a highest hydroxyl number, i.e 436,64 mg/g, at processing alcoholysis with the composition 1:10 and 15% catalyst. The proses of polymerization had been investigated at room temperature and 60 minutes. The characterization of polyurethane has been done by measurements of mechanical properties involved are tensile strength, and elongation at break. The result showed that increasing of the acid catalyst concentration with the same of composition

castor oil and ethanol resulting in the increase tensile strength. On the other hand, increasing of the acid catalyst concentration resulting of the decrease elongation at break. Beside that, the result showed increasing the ethanol in alcoholysis and the equivalent catalyst concentration resulting in increase tensile strength and decrease elongation at break. This means that this polyurethane can be used as a alternating lubricant, with the optimal condition of synthesis was at the composition castor oli and ethanol 1 : 10 and 15 % of an acid catalyst, where on these condition was produced the polyurethane with 7,9167 kgf/cm<sup>2</sup>, and 73% of the tensile strength and percentage of elongation at breaks, respectively.

#### **A. Latar Belakang Masalah**

Poliuretan adalah jenis polimer yang sangat unik dan luas pemakaiannya. Poliuretan dibuat dengan mereaksikan molekul yang memiliki gugus isosianat dengan molekul yang memiliki gugus hidroksil, sehingga jenis dan ukuran setiap molekul pembentuk akan memberikan efek terhadap sifat poliuretan yang dihasilkan. Hal inilah yang menyebabkan poliuretan menjadi salah satu polimer yang sangat fleksibel baik dalam sifat mekanik maupun aplikasinya.

Aplikasi poliuretan paling banyak saat ini adalah sebagai bahan busa, kemudian diikuti oleh elastomer, perekat dan pelapis. Dewasa ini penelitian mengenai polimer yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan perekat telah banyak dikembangkan karena kebutuhan akan polimer tersebut semakin meningkat. Usaha untuk mengembangkan polimer yang dapat digunakan sebagai bahan perekat dititikberatkan pada sintesis polimer baru yang dapat diproduksi sendiri, dan bahan dasarnya relatif murah serta mudah didapat. Bahan Perekat yang umum digunakan saat ini adalah poliepoкси, dan polimetakrilat. Poliuretan berbasis hydroxyl terminated polybutadiene (HTPB) sebagai poliol banyak digunakan untuk bahan perekat propelan komposit padat. Namun HTPB merupakan bahan yang mahal, sulit pengadaannya dan berasal dari bahan industri petrokimia yang tak terbaharukan serta masih diimpor. Oleh karena itu diperlukan suatu usaha untuk dibuat bahan alternatif lain yang dapat digunakan sebagai poliol untuk bahan pembuatan poliuretan yang digunakan sebagai perekat. Salah satu bahan yang memungkinkan untuk menggantikan HTPB adalah senyawa polieter yang berasal dari monogliserid minyak atau bentuk epoksidanya.

Pembuatan poliuretan sebagai perekat sangat tergantung pada pemilihan jenis isosianat dan hidroksil yang digunakan. Minyak jarak (Castor Oil) yang dihasilkan dari

biji tanaman jarak mengandung trigliserida asam-asam lemak terutama asam risinoleat dengan kandungan sebesar 89,5%, sehingga minyak jarak sering disebut sebagai sumber trigliserida yang memiliki gugus fungsi hidroksi dengan satu asam lemak berkonsentrasi tinggi. Kandungan asam risinoleat cukup tinggi dalam minyak jarak dapat dimanfaatkan sebagai sumber gugus hidroksi dalam pembuatan poliuretan, namun poliuretan yang dihasilkan bersifat rapuh, sehingga tidak dapat digunakan sebagai perekat. Rupuhnya poliuretan ini disebabkan struktur gliserida dari asam risinoleat memiliki gugus hidroksil sekunder di tengah rantai sehingga bentuk jaringannya memiliki banyak ruang kosong dan trigliserida memiliki tiga gugus OH di setiap molekul sehingga bentuk jaringan polimer tidak teratur. Upaya memperbaiki sifat poliuretan dari minyak jarak ini dilakukan dengan dua cara. Salah satu diantaranya dilakukan dengan mencampur minyak jarak dengan glikol dan gliserol untuk mengganti sebagian gugus hidroksil sekunder dengan gugus hidroksil primer. Cara kedua dengan mencampurkan polimer lain membentuk jaringan polimer campuran (Interpenetrating Polymer Networks, IPNs)

Minyak jarak yang direaksikan dengan alkohol (Reaksi alkoholisis) akan menghasilkan ester asam risinoleat dan gliserol dalam kesetimbangan. Hasil reaksi alkoholisis tidak sempurna menjadi gliserol, tetapi ada polioliol lain yang terbentuk dan berada dalam kesetimbangan (monogliserida dan digliserida) sehingga fungsionalitas dari gugus hidroksi polioliol menjadi bervariasi dan gugus hidroksi sekunder dapat dikurangi dengan merubah kondisi proses alkoholisis. Jumlah gugus hidroksil dalam ester tergantung pada suhu reaksi, katalis yang digunakan, jumlah gliserol, dan jenis alkohol yang digunakan. Dengan demikian sifat mekanik poliuretan yang dapat dimanfaatkan sebagai perekat dapat diperoleh dengan mengubah nilai ratio reaktivitas (OH/NCO) dan jenis gugus hidroksi dalam polioliol yang ada dalam minyak jarak.

Dalam penelitian ini telah dilakukan proses pembuatan perekat poliuretan dengan bahan dasar berupa campuran minyak jarak (Castor Oil) teralkoholisasi dan Polietilen Glikol (PEG) dengan Senyawa diisosiyanat (Senyawa yang digunakan adalah 4,4-diphenylmethane diisocyanate /MDI). Minyak jarak yang digunakan ditentukan terlebih dahulu kualitasnya yang meliputi bilangan hidroksida, bilangan asam lemak bebas, asam total, berat jenis, dan titik didih. Minyak jarak yang telah ditentukan kualitasnya kemudian dialkoholisasi menggunakan etanol dengan katalis asam yang bervariasi (5-15%).

Perbandingan minyak jarak dengan etanol dibuat bervariasi antara 1:1 sampai dengan 1:10. Reaksi polimerisasi pembentukan Poliuretan dilakukan dengan cara mereaksikan PBG, MDI dan minyak jarak teralkoholisasi pada kondisi bebas udara (dialiri gas nitrogen beberapa menit) selama waktu tertentu dan pada suhu kamar. Hasil polimerisasi perekat Poliuretan kemudian dikarakterisasi meliputi kuat tarik dan perpanjangan.

## **B. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, maka dalam penelitian ini dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah sifat fisika dan sifat kimia dari minyak jarak awal maupun minyak jarak teralkoholisasi yang digunakan sebagai salah satu bahan utama dalam pembuatan perekat poliuretan ?
2. Bagaimanakah komposisi katalis, minyak jarak, dan etanol terhadap sifat mekanik dari poliuretan yang dihasilkan ?
3. Bagaimanakah komposisi dan kondisi maksimum dalam proses polimerisasi sehingga diperoleh poliuretan sebagai alternatif bahan perekat ?

## **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

- (1) Menentukan kualitas minyak jarak yang digunakan, meliputi massa jenis, indeks bias, bilangan iodium, bilangan penyabunan, bilangan asetil, bilangan hidoksida dan bilangan asam.
- (2) Membuat minyak jarak teralkoholisasi dengan menggunakan etanol sebagai pereaksi dan katalisator asam, serta menentukan kualitasnya meliputi bilangan hidoksida, berat jenis dan titik didih.
- (3) Melakukan reaksi polimerisasi pembentukan perekat Poliuretan yang akan dikarakterisasi meliputi kuat tarik dan perpanjangan.
- (4) Memberikan kontribusi ilmiah melalui publikasi di jurnal ilmiah nasional terakreditasi tentang pemanfaatan minyak jarak teralkoholisasi dalam pembuatan perekat poliuretan dengan menggunakan glikol dan diisosiyanat.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Produk ataupun keluaran yang merupakan manfaat dari penelitian ini adalah :

- (1) Mendapatkan teknik melakukan proses pembuatan perekat poliuretan yang terbuat dari campuran minyak jarak teralkoholis, polietilen glikol dan metilen diisosianat.
- (2) Memperoleh data sifat fisika, sifat kimia dari minyak jarak awal dan minyak jarak teralkoholis, serta mendapatkan data sifat mekanik yang melalui kekuatan tarik dan perpanjangan dari poliuretan yang dihasilkan.
- (3) Menghasilkan beberapa publikasi ilmiah dalam jurnal Nasional terakreditasi tentang pemanfaatan minyak jarak teralkoholis dalam pembuatan perekat poliuretan dengan menggunakan glikol dan diisosianat.

#### **E. Metode Penelitian**

Pembuatan poliuretan dengan bahan baku minyak jarak sebagai alternatif bahan perekat pada dasarnya membuat polimer poliuretan yang merupakan reaksi polimerisasi kondensasi antara minyak jarak teralkoholis sebagai sumber hidroksida dan MDI sebagai sumber diisosianat dan PBG sebagai pengembang rantai. Penelitian yang telah dilakukan adalah melakukan penentuan kualitas awal dari minyak jarak yang akan digunakan, reaksi alkoholisis minyak jarak, penentuan kualitas minyak jarak teralkoholis, dan uji coba polimerisasi poliuretan pada salah satu suhu polimerisasi. Kualitas mutu minyak jarak awal yang akan ditentukan adalah massa jenis, indeks bias, bilangan iodium, bilangan penyabunan, bilangan asetil, bilangan hidroksida dan bilangan asam. Reaksi alkoholisis minyak jarak menggunakan etanol dengan katalis asam yang bervariasi (5-15%), perbandingan minyak jarak dengan etanol dibuat bervariasi (1:1 – 1:10). Minyak jarak hasil alkoholisis diidentifikasi kualitasnya dengan menentukan bilangan hidroksida, berat jenis dan titik didih. Pada penelitian tahap I ini juga dilakukan uji coba reaksi polimerisasi pembentukan poliuretan dengan mereaksikan diisosianat, MDI dengan minyak jarak teralkoholis dan senyawa glikol, PBG pada suhu kamar dengan kondisi bebas udara selama 60 menit.

Analisa data yang telah dilakukan dalam penelitian ini adalah :

- (1) Analisa kualitas minyak jarak awal yang meliputi massa jenis, indeks bias, titik didih, bilangan iodium, bilangan penyabunan, bilangan hidroksida dan bilangan asam, bertujuan untuk menentukan kualitas minyak jarak yang digunakan.

- (2) Analisa kualitas minyak jarak teralkoholisasi yang meliputi bilangan hidroksida, berat jenis dan titik didih, yang bertujuan untuk melihat pengaruh variasi jumlah katalis, dan perbandingan minyak jarak dengan etanol.
- (3) Analisa gugus fungsi (menggunakan alat IR) yang bertujuan untuk memastikan pembentukan senyawa poliuretan dengan membandingkan spektra senyawa pereaksi (minyak jarak teralkoholisasi, MDI dan PEG) dengan spektra poliuretan yang dihasilkan.
- (4) Karakterisasi perekat poliuretan yang dihasilkan.

## F. Hasil dan Pembahasan

### 1. Hasil Karakterisasi Awal Minyak Jarak

Minyak biji jarak yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan terlebih dahulu sifat fisika dan sifat kimianya. Hasil karakterisasi terhadap sifat fisika dan kimia minyak jarak disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Karakterisasi Sifat Fisika dan Sifat Kimia Minyak Jarak

Sifat Fisika/ Kimia	Nilai
Indeks Bias, 25°	1,475
Berat jenis, g/mL	0,9575
Titik Didih	205
Bilangan Asam, mg/g	22,9
Bilangan Iod, mg/g	70,16
Bilangan Hidroksida, mg/g	163,13
Bilangan Penyabunan, mg/g	199,34

### 2. Hasil Karakterisasi Minyak Jarak Teralkoholisasi

Sebelum minyak jarak direaksikan dengan PEG dan MDI, terlebih dahulu dilakukan reaksi alkoholisis, dengan tujuan mendapatkan gugus hidroksida yang lebih banyak. Reaksi alkoholisis ini menggunakan etanol dengan perbandingan minyak jarak dan etanol yang bervariasi, dan katalis asam sulfat (5 – 15%). Hasil karakterisasinya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Karakterisasi Sifat Fisika dan Sifat Kimia Minyak Jarak Teralkoholis dengan Variasi Etanol & Katalis Asam

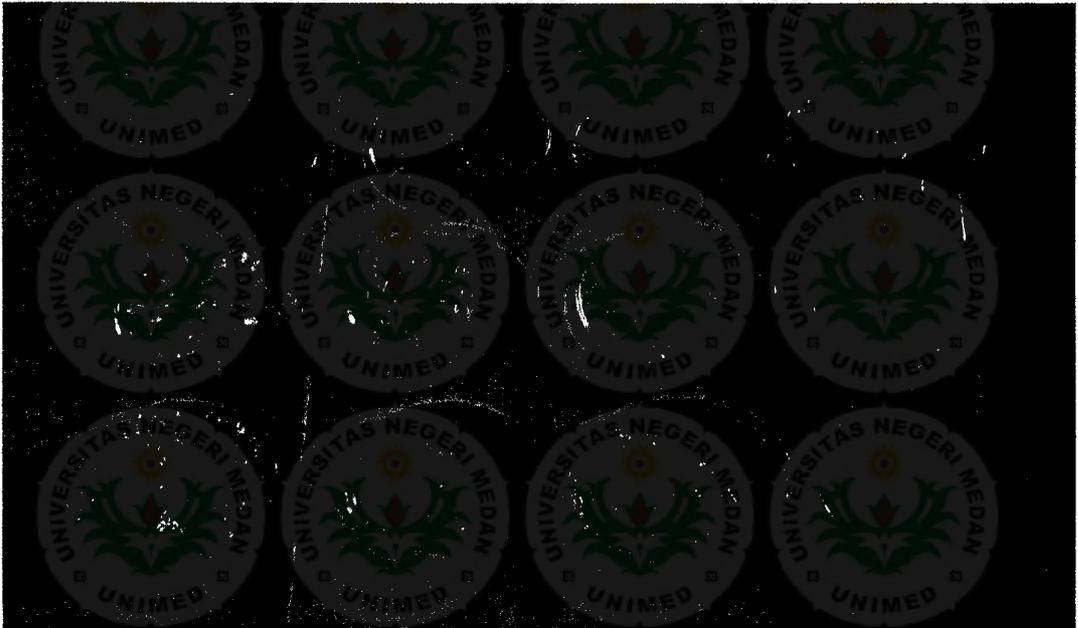
Kode Sampel MJ	Katalis	Perb. MJ : Etanol	Sifat Fisika & Kimia		
			Bil. Hidroksida (mg/g)	Titik Didih (°C)	Berat jenis (g/mL)
MJT-51	5%	1 : 1	108,64	210	0,9627
MJT-54	5%	1 : 4	167,17	218	0,9632
MJT-57	5%	1 : 7	184,87	236	0,9623
MJT-510	5%	1 : 10	385,50	240	0,9718
MJT-101	10%	1 : 1	217,10	238	0,9620
MJT-104	10%	1 : 4	262,97	250	0,9576
MJT-107	10%	1 : 7	382,47	261	0,9574
MJT-1010	10%	1 : 10	412,29	278	0,9786
MJT-151	15%	1 : 1	206,46	271	0,9700
MJT-154	15%	1 : 4	317,31	289	0,9563
MJT-157	15%	1 : 7	390,87	305	0,9590
MJT-1510	15%	1 : 10	436,49	310	0,9864

Dari data pada Tabel 2 terlihat bahwa untuk reaksi alkoholisis dengan perbandingan minyak jarak dan etanol yang sama, secara umum penambahan jumlah katalis akan menyebabkan nilai bilangan hidroksida dan titik didih naik cukup tinggi. Sedangkan untuk jumlah katalis yang sama, secara umum menunjukkan bahwa penambahan kadar etanol dalam reaksi alkoholisis sedikit menyebabkan sedikit kenaikan bilangan hidroksida maupun titik didih.

### 3. Proses Pembentukan Poliuretan

Pada penelitian ini proses pembentukan poliuretan dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama mencampurkan minyak jarak teralkoholis (30 mL) dengan polietilen glikol (PEG) sebanyak 30 mL, kemudian diaduk sampai diperoleh larutan homogen (larutan I). Tahap berikutnya mencampurkan larutan I (Campuran minyak jarak teralkoholis-PEG) dengan MDI sebanyak 72 mL, sampai diperoleh campuran homogen. Proses pencampuran atau polimerisasi dilakukan pada temperatur kamar selama 60 menit, dan dialiri dengan gas Nitrogen.

Poliuretan yang dihasilkan kemudian dilakukan pemeraman dalam oven pada temperatur 70°C selama 24 jam, selanjutnya didiamkan pada suhu kamar selama satu minggu (7 hari). Hasil polimer poliuretan ini kemudian dikarakterisasi sifat mekaniknya.



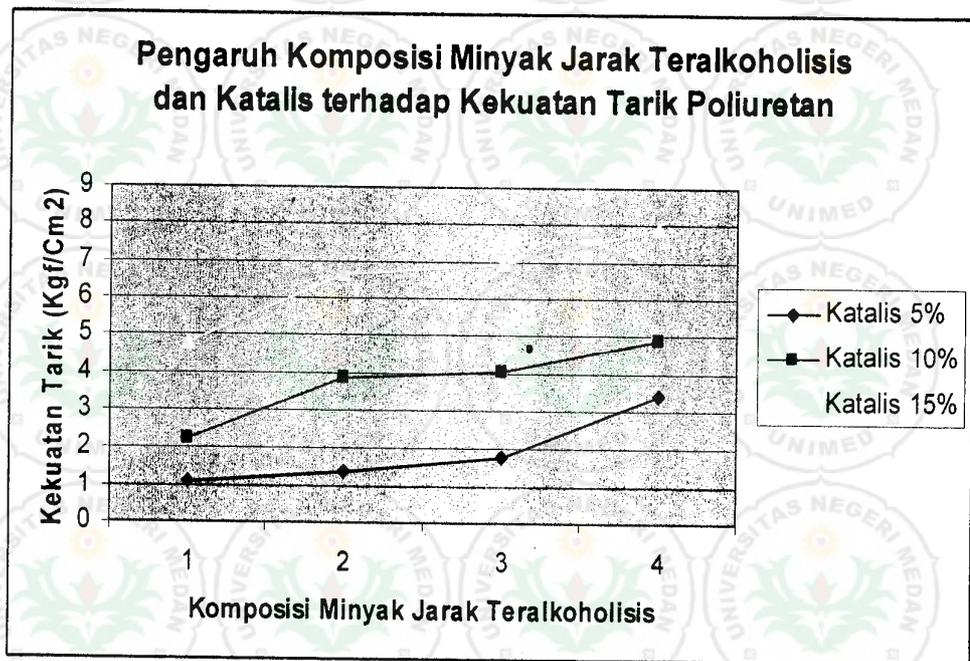
Gambar 1. Polimer Poliuretan dengan Berbagai Komposisi MJT & Katalis yang bervariasi

#### 4. Hasil Analisis uji tarik

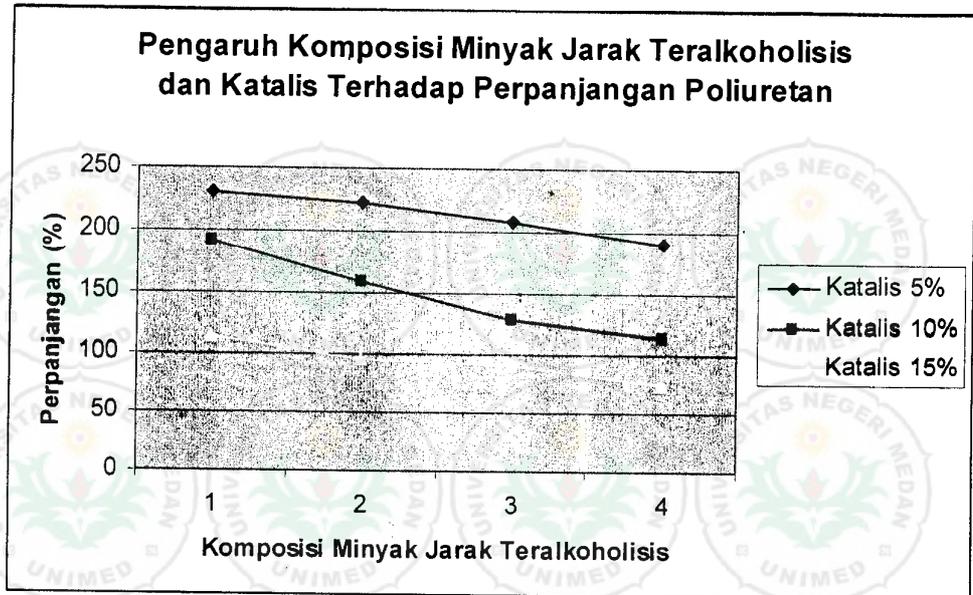
Kekuatan tarik merupakan kekuatan tegangan maksimum spesimen untuk menahan tegangan yang diberikan. Sedangkan perpanjangan adalah pertambahan panjang yang dihasilkan oleh ukuran tertentu panjang spesimen, yang diakibatkan oleh tegangan yang diberikan.

Pengaruh Komposisi minyak jarak teralkoholisasi, yang dilambangkan dengan kode sampel minyak jarak, pada reaksi polimerisasi pembuatan poliuretan terhadap kekuatan tarik dan perpanjangan perekat polimer poliuretan yang dihasilkan menunjukkan kecenderungan yang teratur, seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Semakin tinggi kadar katalis asam yang digunakan dengan perbandingan minyak jarak dan etanol yang sama, maka kekuatan tarik akan semakin tinggi, sedangkan perpanjangan semakin rendah. Hal ini sejalan dengan poliuretan yang dihasilkan dengan jumlah katalis yang sama, tetapi jumlah etanol dalam alkoholisasinya

berbeda, yang memeplihatkan bahwa penambahan kadar etanol dalam reaksi alkoholisis akan menyebabkan kekuatan tarik semakin meningkat dan perpanjangan semakin menurun. Dari data terlihat bahwa kekuatan tarik maksimum adalah 7,9167 kgf/cm<sup>2</sup> dan perpanjangannya 73%, yang diperoleh pada pembentukan poliuretan dengan bahan dasar dari minyak jarak teralkoholis dengan perbandingan minyak jarak dengan alkohol 1 : 10, dan katalis asam sulfat sebanyak 15%.



Gambar 2. Pengaruh Komposisi MJT & Katalis terhadap Kekuatan Tarik Poliuretan



Gambar 3. Pengaruh Komposisi MJT & Katalis terhadap Perpanjangan Poliuretan

Berdasarkan data dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dinyatakan bahwa polimer poliuretan memiliki kekuatan tarik yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan perekat karena polimer yang dihasilkan dapat menjadi keras, dengan kondisi paling maksimal diperoleh pada proses reaksi pembentukan poliuretan dengan bahan dasar minyak jarak teralkoholis pada perbandingan minyak jarak dan etanol sebesar 1 : 10, dengan katalis asam sulfat sebanyak 15% (Kode Sampel PU-1510). Proses Polimerisasi Poliuretan ini dilakukan dengan perbandingan MJT-PEG dengan MDI sebesar 1 : 1.2, yang dilakukan pada temperatur kamar selama 60 menit, dan dialiri dengan gas Nitrogen.

### G. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- (1) Polimerisasi perekat Poliuretan telah dilakukan dengan perbandingan MJT-PEG dengan MDI sebesar 1 : 1.2, yang dilakukan pada temperatur kamar selama 60 menit, dan dialiri dengan gas Nitrogen.
- (2) Semakin tinggi kadar katalis asam yang digunakan dalam proses alkoholisis dengan perbandingan minyak jarak dan etanol yang sama, maka kekuatan tarik akan semakin tinggi, sedangkan perpanjangan semakin rendah.

- (3) Penambahan kadar etanol dalam reaksi alkoholisis akan menyebabkan kekuatan tarik dari perekat poliuretan semakin meningkat, sedangkan perpanjangan semakin menurun.
- (4) Kondisi paling maksimal diperoleh pada proses reaksi pembentukan poliuretan dengan bahan dasar minyak jarak teralkoholisasi pada perbandingan minyak jarak dan etanol sebesar 1 : 10, dengan katalis asam sulfat sebanyak 15%.

## H. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk tahun II dengan mereaksikan PEG, MDI dan MJT pada suhu reaksi yang dibuat bervariasi dengan kondisi bebas udara. Karakterisasi tambahan dari perekat poliuretan yang dihasilkan berupa derajat penggembungan (swelling) dan analisa kekerasan, serta uji coba kekuatan perekat yang dihasilkan terhadap beberapa sampel seperti karet, plastik dan logam. Disamping itu perlu juga dilakukan pembuatan perekat poliuretan dengan memvariasikan kondisi polimerisasi, dari mulai perbandingan komposisi minyak jarak, polietilen glikol dan metilen diisosiyanat, maupun jenis glikol dan diisosiyanat yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Athawale, V and Kolekar, S., (1998), Interpenetrating Polymer Networks Based On Polyol Modified Castor Oil Polyurethane and Polymethyl methacrylate, *European Polymer Journal*, **34**, Issue 10, p.1447-1451.
- Jhurry, D., (1997), Sucrose-Based Polymer Polyurethane with Sucrose in the Main Chain, *Eur. Polymer. J.*, **33**, p 1577-1582.
- Melo, B.N., Pasa, V.M.D., (2004), Thermal and Morphological Study of Polyurethanes Based On Eucalyptus Tar Pitch and Castor Oil, *J. Applied Polymer Science*, **92**, Issue 5, p.3287-3291.
- Nugraheni, D.I., (2002), *Sintesa Poliuretan dari sistem PEG-TDI-Ekstrak Tanin dan Karakterisasinya*, Skripsi Jurusan Kimia, ITB, Bandung.
- Rahmi., (1999), *Peran Sukrosa Molasses dalam Sintesa Poliuretan dari PEG dan MDI*, Tesis, Jurusan Kimia ITB, Bandung.

- Sanchez, M.S, R. Papon & J. Villenave., (2000), Rheological Characterization of Thermoplastic Polyurethane Elastomers, *Polymer International*, **49**, Issue 6, John Wiley and Sons.
- Sanmathi, C.S, S. Prasannakumar, B.S. Sherigara., (2004), Interpenetrating Polymer Networks Based On Polyol Modified Castor Oil Polyurethane And Poly(2-Ethoxyethyl Methacrylate) : Synthesis, Chemical, Mechanical, Thermal Properties, And Morphology, *J. Applied Polymer Science*, **94**, P. 1029-1034.
- Siddaramiah, P. Mallu, and R. Somashekar., (1998), Characterization of Castor Oil-Based Interpenetrating Polymer Networks of PU/PS., *J. Applied Polymer Science*, **68**, p. 1739-1743.
- Siddaramiah, P. Mallu, S. Roopa, H.Somashekarappa, and R. Somashekar., (2005), Studies On Physico-Mechanical and Optical Properties, and WAXS Of Castor Oil Based Polyurethane/Polyacrylates Interpenetrating Polymer Networks., *J. Applied Polymer Science*, **95**, P. 764-773.
- Sutiani, A., Dibyantini, R.E., Nauli, R.,(2005), *Studi biodegradasi Plastik Poliuretan dari Minyak Jarak Sebagai Plastik Ramah Lingkungan*, Laporan Penelitian Dosen Muda, Dirjen Dikti, Depdiknas, Jakarta.
- Sutiani, A., dan Dibyantini, R.E., (2006), *Studi Awal Pembuatan Poliuretan dari campuran Minyak Jarak, Glikol dan Isosianat*, Laporan Penelitian Dosen Muda, Dirjen Dikti, Depdiknas, Jakarta.
- Sutiani, A., Dibyantini, R.E., & Sitorus, M., (2008), *Pembuatan Poliuretan dengan Bahan Baku Minyak Jarak Teralkoholisasi Sebagai Alternatif Bahan Perekat.*, Laporan Penelitian Hibah Bersaing, Dirjen Dikti, Depdiknas, Jakarta.
- Wibowo, H.B., (2002), Pembuatan Perekat Dari Poliuretan Berbasis Minyak Jarak, *JIMat*, Vol. I, **2**, Hal. 42-50.
- Xie, H.Q., Guo.J.S., Wang,G.G., (1993), Properties of Two Kinds of Room Temperature Cured Interpenetrating Polymer Network Based On Castor Oil Polyurethane, *European Polymer Journal*, **29**, Issue 12, p.1547-1551.

### C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN

Poliuretan adalah jenis polimer yang sangat unik dan luas pemakaiannya. Poliuretan dibuat dengan mereaksikan molekul yang memiliki gugus isosianat dengan molekul yang memiliki gugus hidroksil, sehingga jenis dan ukuran setiap molekul pembentuk akan memberikan efek terhadap sifat poliuretan yang dihasilkan. Hal inilah yang menyebabkan poliuretan menjadi salah satu polimer yang sangat fleksibel baik dalam sifat mekanik maupun aplikasinya. Aplikasi poliuretan paling banyak saat ini adalah sebagai bahan busa, kemudian diikuti oleh elastomer, perekat dan pelapis. Pembuatan poliuretan sebagai perekat sangat tergantung pada pemilihan jenis isosianat dan hidroksil yang digunakan.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penentuan sifat fisika, sifat kimia dari minyak jarak awal maupun minyak jarak teralkoholis. Reaksi alkoholisis menggunakan etanol dengan katalis asam dibuat bervariasi (5-15%), dan perbandingan minyak jarak dan etanol 1:1 sampai 1:10. Proses Polimerisasi dilakukan pada suhu kamar selama 60 menit pada kondisi bebas udara. Poliuretan yang dihasilkan dikarakterisasi sifat mekaniknya.

Pada penelitian tahun kedua (Tahun 2009) akan dilakukan reaksi polimerisasi pembentukan Poliuretan dengan cara mereaksikan PEG, MDI dan minyak jarak teralkoholis dengan perbandingan tertentu yang didasarkan hasil penelitian pada tahun pertama. Polimerisasi dilakukan pada kondisi bebas udara (dialiri gas nitrogen beberapa menit) selama satu jam pada suhu reaksi yang dibuat bervariasi ( $30^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$ ). Pada tahap ini perekat poliuretan yang dihasilkan dikarakterisasi dan dilakukan uji perekatan terhadap beberapa substrat yaitu logam, karet dan plastik.

#### **Prosedur dan Tahapan Penelitian**

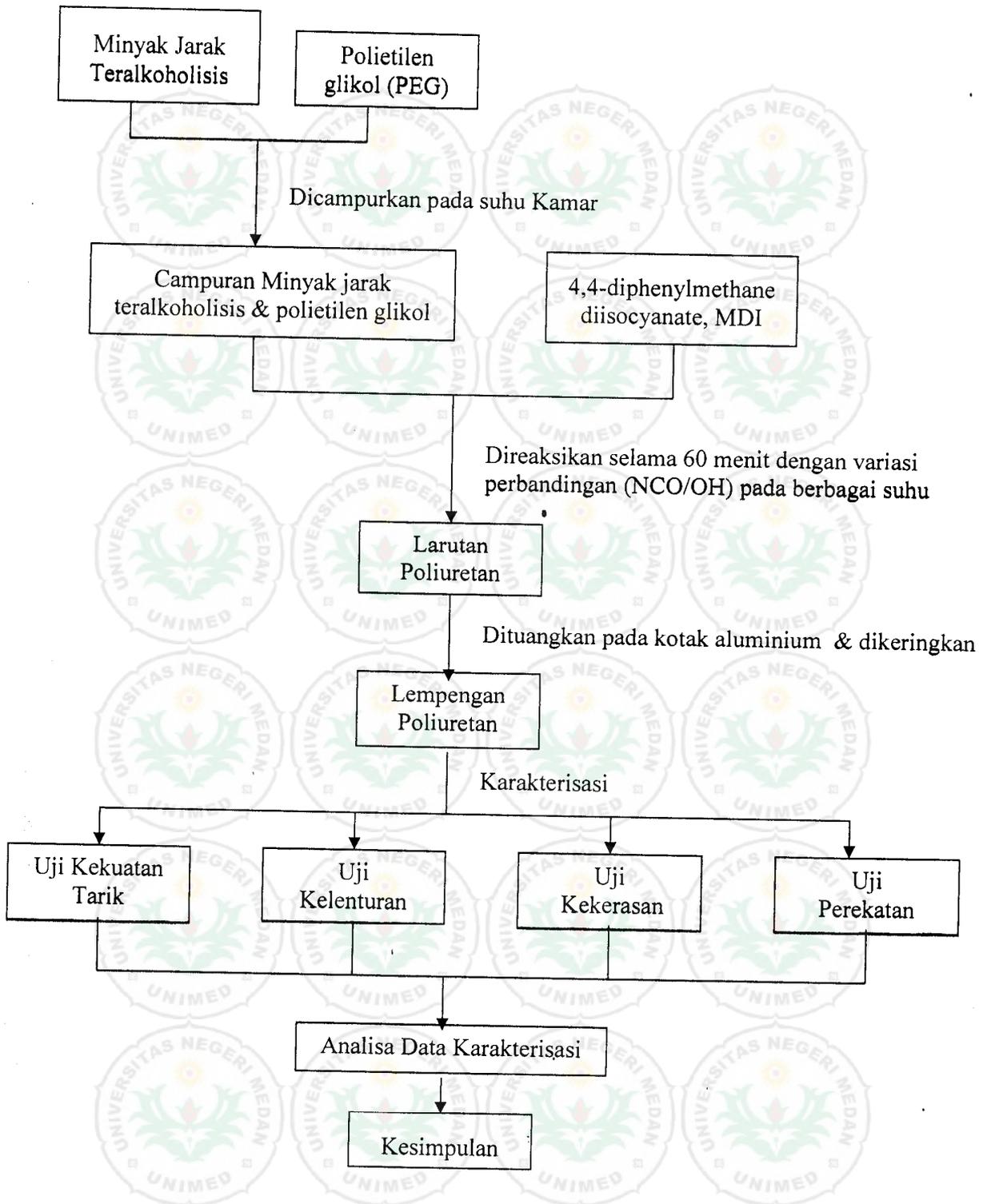
Rencana pembuatan poliuretan dengan bahan baku minyak jarak sebagai alternatif bahan perekat pada dasarnya membuat polimer poliuretan yang merupakan reaksi polimerisasi kondensasi antara minyak jarak teralkoholis sebagai sumber hidroksida dan MDI sebagai sumber diisocyanat dan PEG sebagai pengembang rantai.

Tahapan penelitian pada tahun II adalah pembuatan perekat poliuretan melalui reaksi polimerisasi kondensasi dengan cara mereaksikan PEG, MDI dan minyak jarak teralkoholis pada kondisi bebas udara (dialiri gas nitrogen beberapa menit) selama

satu jam pada suhu reaksi yang dibuat bervariasi ( $30^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$ ). Pada tahap ini perekat poliuretan yang dihasilkan dituangkan kedalam cetakan kotak aluminium. Kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan pengurangan tekanan pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama satu jam untuk menghilangkan gas-gas yang timbul, kemudian dilakukan pemeraman dalam oven suhu  $70^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam, kemudian didiamkan selama satu minggu pada suhu kamar. Hasil polimer ini kemudian diuji/ dikarakterisasi sifat mekaniknya. Kuat tarik, kelenturan diukur dengan Tensiled Tester Instron pada suhu kamar menurut ASTM D638. Uji kekerasan ditentukan dengan Hardness Tester Shore A. Sedangkan uji perekatan dilakukan terhadap beberapa substrat yaitu logam, karet dan plastik. Pada tahap ini data yang diperoleh dari hasil penelitian sudah dapat mencukupi untuk penulisan artikel yang akan dipublikasikan di jurnal nasional terakreditasi. Secara lebih jelasnya penelitian pada tahun II disajikan pada diagram alir seperti ditunjukkan Gambar 1.

Analisa data yang akan dilakukan dalam penelitian pada Tahun II ini adalah :

- (a) Analisa perbandingan kadar isosianat dan kadar polioliol pada reaksi polimerisasi, yang bertujuan untuk melihat pengaruh rasio NCO/OH terhadap sifat mekanik perekat poliuretan yang berasal dari minyak jarak teralkoholis.
- (b) Analisa sifat mekanik yang meliputi kekuatan tarik dan kelenturan (menggunakan alat Tensiled Tester), dan untuk uji kekerasan (menggunakan Hardness Tester) bertujuan untuk menentukan pengaruh variasi suhu reaksi polimerisasi terhadap kekuatan tarik, kelenturan, dan kekerasan poliuretan. Dari data ini juga dapat digambarkan kurva stress-strain dari poliuretan sehingga dapat ditentukan jenis dan kualitas poliuretan terbaik yang dapat dihasilkan.
- (c) Uji kekuatan perekatan terhadap substrat dari perekat poliuretan yang dihasilkan akan dibandingkan dengan perekat poliepoksi yang umum digunakan. Substrat yang akan digunakan dapat berupa plastik, karet maupun logam. Dari data ini dapat diketahui kualitas daya rekat dari poliuretan hasil polimerisasi campuran minyak jarak dengan PEG yang direaksikan dengan 4,4-diphenylmethane diisocyanate (MDI).



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Tahun II

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN  
( STATE UNIVERSITY OF MEDAN )  
LEMBAGA PENELITIAN  
( RESEARCH INSTITUTE )

Jl. W. Iskandar Psr. V-kotak Pos No.1589 – Medan 20221 Telp. (061) 6636757, 6614002, 6613319.e-mail:lpunimed@  
Indo.net.Id

**SURAT PERJANJIAN KERJA**  
No. 129/H33.8/KEP/PL/2008

Pada hari ini Senin tanggal empat belas bulan April tahun dua ribu delapan, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Dr. Ridwan A. Sani, M.Si

:Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Medan, dan atas nama Rektor Unimed, dan dalam perjanjian ini disebut **PIHAK PERTAMA.**

2. Dra. Ani Sutiani, M. Si

:Dosen FMIPA bertindak sebagai Peneliti/Ketua pelaksana penelitian, selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA.**

Kedua belah pihak secara bersama-sama telah sepakat mengadakan Surat Perjanjian Kerja (SPK) untuk melakukan penelitian sebagai berikut :

Pasal 1

Berdasarkan SP2HP Tahun Anggaran 2008 DP2M Dirjen Dikti Depdiknas, tanggal 6 Maret 2008 Nomor : 003/SP2H/PP/DP2M/III/2008, **PIHAK PERTAMA** memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA** dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan/mengkoordinasi pelaksanaan penelitian **Hibah Bersaing**, berjudul :

**"Pembuatan Poliuretan dengan Bahan Baku Minyak Jarak Teralkhoholis Sebagai Alternatif Bahan Perekat."**

Yang berada di bawah tanggung jawab/yang diketahui oleh : **PIHAK KEDUA** dengan masa kerja 8 (delapan) bulan, terhitung sejak diterbitkannya SP2H Dirjen Dikti dan SPK ini ditanda tangani .

Pasal 2

1. **PIHAK PERTAMA** memberikan dana penelitian tersebut pada pasal 1 sebesar Rp. 45.000.000,- (Empat puluh lima juta rupiah) dilaksanakan secara bertahap.
2. Tahap pertama sebesar 70% yaitu Rp.31.500.000,- (Tiga puluh satu juta lima ratus ribu rupiah) dibayarkan sewaktu Surat Perjanjian Kerja ini ditandatangani oleh kedua belah pihak.
3. Tahap kedua sebesar 30% yaitu Rp.13.500.000,- (Tiga belas juta lima ratus ribu rupiah) dibayarkan setelah **PIHAK KEDUA** menyerahkan laporan hasil penelitian kepada **PIHAK PERTAMA.**

Pasal 3

1. **PIHAK KEDUA** mengajukan/menyerahkan rincian anggaran biaya (RAB) pelaksanaan penelitian sesuai dengan besarnya dana penelitian yang telah disetujui oleh Dikti dan alokasi dana mengikuti peraturan yang berlaku.
2. Semua kewajiban yang berkaitan dengan pengelolaan keuangan dan aset Negara termasuk kewajiban memungut dan menyetorkan pajak dibebankan kepada **PIHAK KEDUA.**

Pasal 4

1. PIHAK KEDUA harus menyelesaikan penelitian serta menyerahkan laporan hasil penelitian Hibah Bersaing kepada PIHAK PERTAMA sebagaimana yang dimaksud dalam pasal 1 (selambat-lambatnya 1 Nopember 2008) sebanyak 8 (delapan) eksemplar, dalam bentuk "Hard Copy" disertai dengan 2 (dua) buah file elektronik "Soft Copy" yang berisi laporan hasil penelitian dan naskah artikel ilmiah hasil penelitian dalam bentuk Compact disk (CD).
2. Sebelum laporan akhir penelitian diselesaikan, PIHAK KEDUA melakukan diseminasi hasil penelitiannya melalui forum yang dikoordinasikan oleh Lembaga Penelitian UNIMED yang pembiayaannya dibebankan kepada PIHAK KEDUA.
3. Bahan Seminar dimaksud disampaikan ke Lembaga Penelitian Unimed sebanyak 5 (lima) eksemplar, diketik satu setengah spasi ukuran kuarto, disertai file elektronik dalam format MICROSOFT WORD.
4. Bukti Pengeluaran keuangan menjadi arsip pada PIHAK KEDUA atau PIHAK LAIN yang berkepentingan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Pasal 5

1. Apabila PIHAK KEDUA tidak dapat menyelesaikan pelaksanaan penelitian Hibah Bersaing sesuai dengan pasal 1 di atas, maka PIHAK KEDUA wajib menyerahtherimakan pelaksanaan penelitian tersebut kepada pengganti yang dianggap mampu menyelesaikannya.
2. Apabila sampai batas waktu masa penelitian ini berakhir PIHAK KEDUA belum menyerahkan hasil penelitian kepada PIHAK PERTAMA, maka PIHAK KEDUA dikenakan denda sebesar 1% perhari dan setinggi-tingginya 5% dari seluruh jumlah dana penelitian yang diterima sesuai dengan pasal 2.
3. Bagi peneliti yang tidak dapat menyelesaikan kewajibannya dalam tahun anggaran berjalan dan proses pencairan Biaya telah berakhir, maka seluruh dana yang belum cair yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan PIHAK KEDUA harus membayar denda sebagaimana tersebut diatas kepada Kas Negara.
4. Dalam hal PIHAK KEDUA tidak dapat memenuhi perjanjian pelaksanaan penelitian Hibah Bersaing PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetorkan kembali ke Kas Negara.

Pasal 6

Laporan hasil penelitian yang tersebut dalam pasal 4 harus memenuhi ketentuan sbb:

- a. Bentuk kuarto
- b. Warna cover disesuaikan dengan ketentuan yang ditetapkan Dirjen Dikti
- c. Dibawah bagian kulit/cover depan ditulis : Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Dosen Muda, Fundamental, Hibah Bersaing dan Hibah Pasca Nomor : 003/SP2H/PP/DP2M/III/2008 6 Maret 2008.
- d. Dibagian dalam lembar pengesahan laporan akhir dituliskan Surat Perjanjian Kerja (SPK) di bawah point 3 (Pendanaan dan jangka penelitian) Nomor :129/H33.8/KEP/PL/2008 tanggal 14 April 2008.

Pasal 7

Hak Cipta penelitian tersebut ada pada PIHAK KEDUA, sedangkan untuk penggandaan dan penyebaran laporan hasil penelitian berada dalam PIHAK PERTAMA.

Pasal 8

Surat perjanjian kerja ini dibuat rangkap 5 (lima), dimana dua buah diantaranya dibubuhi materai sesuai dengan ketentuan yang berlaku yang pembiayaannya dibebankan kepada PIHAK KEDUA, satu rangkap untuk PIHAK PERTAMA, satu rangkap untuk PIHAK KEDUA, dan selainnya akan digunakan bagi pihak yang berkepentingan untuk diketahui.

Hal-hal yang belum diatur dalam Surat Perjanjian Kerja ini akan ditentukan kemudian oleh kedua belah pihak.

Dr. Ridwan A. Bani, M.Si  
NIP 131772614

PIHAK KEDUA

Dra. Ani Sutiani, M. Si  
NIP.132002683