

PENGARUH RASIO TDI/POLYOL MINYAK GORENG BEKAS DAN PENAMBAHAN ETHYLENE GLYCOL TERHADAP KUAT TEKAN POLYURETHANE

Nur Anna Tsaniyah (L2C004254) dan Teguh Baruji (L2C004277)
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
Jl. Prof Soedarto - 50239 Semarang, Telp./Fax. 024-7460058
Pembimbing: Faleh Setia Budi, ST. MT.

Abstrak

Minyak goreng bekas yang selama ini dibuang dan menjadi limbah yang mencemari lingkungan mempunyai potensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan polyurethane. Sebelum digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan polyurethane, minyak goreng bekas harus dikonversi terlebih dahulu menjadi polyol. Kemudian polyol minyak goreng bekas tersebut direaksikan dengan toluene diisocyanate (TDI). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio TDI/Polyol dan jumlah ethylene glykol terhadap kuat tekan polyurethane yang dihasilkan. Perancangan percobaan dan pengolahan datanya menggunakan metode central composite design. Variabel yang dipilih sebagai variabel bebas adalah rasio TDI/Polyol dan jumlah ethylene glykol. Sedangkan variabel yang dipilih sebagai variabel tetap adalah suhu (suhu ruang) dan volume massa reaksi 300 ml. Jumlah run percobaan yang harus dilakukan sebanyak 10 run. Tetapi polyurethane yang dihasilkan run 2, 4, 5 dan 8 tidak bisa diukur kuat tekannya sehingga data yang diperoleh tidak lengkap dan tidak bisa diolah dengan metode central composite design. Dengan metode grafik dapat diperoleh kesimpulan bahwa polyurethane yang dibuat dengan penambahan ethylene glycol lebih banyak (11,7 ml ; 40 ml) dan rasio TDI/Polyol yang sama (2) memiliki kuat tekan yang lebih tinggi (196.85 ; 456.65), polyurethane yang dibuat dengan rasio TDI/polyol yang lebih besar (1 ; 3) tetapi ethylene glykol yang ditambahkan kurang (20 ml) memiliki kuat tekan yang lebih rendah (288.45 ; 134.15) dan polyurethane yang dibuat dengan rasio TDI/polyol yang lebih besar (2 ; 3,414) dengan penambahan ethylene glykol yang cukup (40 ml) akan memiliki kuat tekan yang lebih tinggi (452.7 ; 832.15). Polyurethane yang memiliki kuat tekan paling tinggi (832.15 N) dibuat dengan rasio TDI/Polyol 3,414 dan jumlah ethylene glykol 40 ml.

Kata kunci : *minyak goreng bekas; polimerisasi; polyurethane*

Abstract

During this time, the used frying oil is thrown and become the waste contaminating environment. It has potency to be used the material in making polyurethane. Before used as raw material in making polyurethane, it has to be converted into polyol. Later; The polyol from the used frying oil is reacted by toluene diisocyanate (TDI). This research aim to know the ratio TDI/POLYOL influence and sum up ethylene glykol to the compressive strength of polyurethane. Its data processing and attempt scheme use method central composite design. Variable selected as free variable is ratio TDI/POLYOL and sum up ethylene glykol. While variable selected as fixed variable are temperature (room temperature) and the mass volume react 300 ml. Sum up run attempt which must be done as much 10 run. But polyurethane yielded run 2, 4, 5 and 8 cannot be measured a compressive strength so that the data obtained incomplete and cannot be processed with method of central composite design. With method of obtainable graph, conclusion that polyurethane made with addition of ethylene glycol more amount (11,7 ml ; 40 ml) and ratio of same TDI/POLYOL (2) has the higher compressive strength (196.85 ; 456.65), polyurethane made with ratio of TDI/POLYOL larger ones (1 ; 3) but ethylene glykol enhanced less (20 ml) has compressive strength lower (288.45 ; 134.15) and polyurethane made with ratio of TDI/POLYOL larger ones (2 ; 3,414) with addition of ethylene glykol which enough (40 ml) will have the higher compressive strength (452.7 ; 832.15). Polyurethane which has the highest compressive strength (832.15 N) made with ratio of TDI/POLYOL 3,414 and sum up ethylene glykol 40 ml

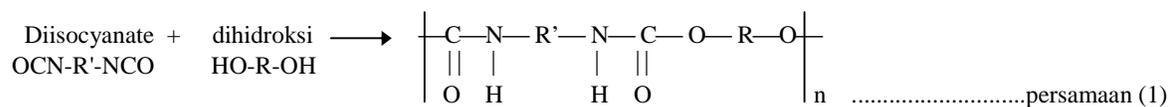
Key Words : *the used frying oil, polymerize, polyurethane*

1. Pendahuluan

Selama ini polyurethane dibuat dengan menggunakan bahan baku polyol dan isocyanate yang diproduksi secara komersial dari produk petrokimia/minyak bumi. Minyak bumi merupakan bahan baku yang tidak terbarukan dan cadangannya semakin menipis sehingga perlu juga dilakukan usaha penelitian untuk mencari bahan baku pengganti/alternatif. Salah satu bahan yang mempunyai potensi untuk dijadikan sebagai bahan baku alternatif pengganti minyak bumi adalah minyak goreng/minyak goreng bekas.

Pada penelitian ini minyak goreng bekas digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan polyurethane yang sebelumnya minyak goreng bekas tersebut dikonversi dulu menjadi polyalkohol. Proses pembuatan polyurethane dari minyak goreng bekas ini mempunyai beberapa keunggulan, diantaranya: biaya produksi yang murah karena menggunakan bahan baku minyak goreng bekas, bahan baku minyak goreng bekas yang berasal dari minyak sawit merupakan sumber daya alam yang terbarukan sehingga tidak akan kehabisan pasokan, mengatasi problem lingkungan yang ditimbulkan jika limbah minyak goreng bekas dibuang ke lingkungan dan meningkatkan nilai ekonomi minyak goreng bekas.

Polyurethane merupakan bahan polimer yang dibuat melalui proses reaksi polyadisi antara isocyanate (polyisocyanate) dengan polyol Struktur umum Polyurethane yang diturunkan dari senyawa dihidroksi (HOROH) dan diisocyanate sebagai berikut:



Gambar 1. Reaksi pembentukan polyurethane (Wilson F. Gum et al, 1992)

Polyurethane yang dihasilkan dari reaksi polyadisi ini sangat bervariasi dan kompleks. Kompleksitas polimer ini disebabkan oleh sangat banyaknya variabel yang mempengaruhi sifat-sifat fisik akhir polimer. Sebagian variabel-variabel tersebut adalah :

1. Berat molekul dan fungsionalitas polyol dan polyisocyanate.
2. Sifat-sifat kelarutan komponen dan hasil reaksi.
3. Variasi pada kinetika reaksi polyadisi menyebabkan macam-macam efek dan pengendaliannya.
4. Penggunaan bermacam-macam katalis, surfaktan, aditif dan filler untuk memodifikasi sifat-sifat fisik dan performan polimer.

Manipulasi dari variabel-variabel ini menghasilkan polimer yang berbeda antara satu dengan yang lain, bervariasi dengan density dan kekerasan polimer, *termoplastic elastomer*, *thermoset elastomer*, *engineering thermoplastic*, *structural polymer*, *rigid cellular plastic* dan *fleksible cellular plastic*.

Polyol adalah polimer yang mempunyai komposisi berat, fungsionalitas dan berat molekul yang sangat bervariasi. Berat molekulnya dari 250 - 8000 dan fungsionalitas hidroksil dari 1 - 8. Karakteristik-karakteristik penting dari polyol yang berkaitan dengan aplikasi untuk polyurethane adalah fungsionalitas hidroksil dan distribusinya, berat ekuivalen hidroksil, komposisi rantai polimer dan struktur gugus hidroksil. Karakteristik ini menentukan sifat-sifat fisik polyol seperti reaktifitas dan kompatibilitasnya dengan komponen-komponen lain dari formula polyurethane. Sifat-sifat spesifik polyol dapat diperoleh dengan sintesis secara langsung atau pencampuran polyol yang berbeda tipe, reaktifitas, berat molekul dan fungsionalitasnya.

Ada dua kelompok polyol yang dikenal digunakan sebagai bahan dalam pembuatan polyurethane, yaitu polyether polyol dan polyester polyol. Sekitar 90 % dari polyol yang digunakan dalam pembuatan polyurethane adalah polyether polyol dengan gugus hidroksil diujung. Polyether polyol dibagi menjadi 2 kelompok seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik polyether polyol.

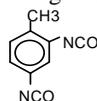
No	Karakteristik	BM tinggi	BM rendah
1	Rantai molekul	lurus	Bercabang
2	Fungsionalitas hidroksil rata-rata	2-3	3-7
3	Berat molekul	1000 - 8000	250 - 1000
4	Aplikasi	fleksibel	rigid/kaku

Polyether polyol biasanya dibuat dari alkylene oksida melalui reaksi polyadisi dengan alkohol atau amina sebagai starter atau inisiator. Alkylene oksida yang digunakan untuk membuat polyether polyol merupakan produk turunan minyak bumi (petrokimia). Mengingat minyak bumi merupakan bahan yang tidak terbarukan dan cadangannya semakin menipis, mendorong para peneliti untuk mencari bahan alternatif. Bahan yang mendapat perhatian adalah minyak nabati dan hewani (lemak).

Dalam terminologi polyurethane, istilah "polyol" meliputi semua komponen yang mengandung gugus hidroksil, termasuk diantaranya polihidroksi trigliserida. Polihidroksi trigliserida dapat disintesis melalui epoksidasi

minyak diikuti dengan pembukaan cincin epoksi oleh air atau donor hidrogen lain seperti alkohol dan amina. Proses sintesis ini disebut juga dengan proses hidroksilasi. Pada penelitian ini, spesifikasi bahan polyol yang digunakan adalah polyol dengan rata-rata bilangan hidroksil dan bilangan iod secara berurutan 34,87105 dan 18,716.

Isocyanate yang biasa digunakan dalam pembuatan polyurethane ada 2 jenis, yaitu isocyanate aromatis dan alifatis. Polyurethane yang dibuat dari isocyanate alifatis mempunyai warna yang stabil. Tetapi isocyanate alifatis kurang reaktif dibandingkan dengan isocyanate aromatis dan harga isocyanate alifatis lebih mahal. Oleh karena itu hampir 95 % produk polyurethane dihasilkan dari isocyanate aromatis, yakni *toluene diisocyanate* (TDI), *diisocyanato-dipheylmethane* (MDI) dan turunannya. Volatilitas TDI yang tinggi menimbulkan beberapa masalah sehingga dikembangkan MDI (*4,4-diisocyanate diphenylmethane*) yang memiliki tekanan uap $6 \cdot 10^{-4}$ Pa pada suhu 25 °C. MDI ini tersedia dalam dua tipe, yakni MDI yang berbentuk monomer yang dimurnikan (*purified monomeric*) dan polimer. MDI murni mengandung *4,4-diisocyanate diphenylmethane* (*4,4-MDI*) dan biasanya ditambah 2,4-MDI. Kelompok-kelompok senyawa yang bereaksi dengan isocyanate adalah kelompok amina, hidroksil dan karboksil. Isocyanate bereaksi dengan amina membentuk urea, dengan amida membentuk acyl urea, dengan urea membentuk biuret, dengan alkohol membentuk urethane atau carbamate, dengan urethane membentuk allofanat, dengan air membentuk amina dan CO₂ serta dengan asam karboksilat membentuk urethane dan CO₂.



Gambar 2. Struktur molekul 2,4-TDI

Reaksi pembentukan polyurethane dari isocyanate dan polyol memerlukan beberapa bahan kimia tambahan (zat aditif). Beberapa zat aditif tersebut adalah katalis, pemanjang rantai (*chain extender*) dan zat pengembang (*blowing agent*).

Zat pemanjang rantai ini biasanya berupa senyawa difungsional, seperti glikol, diamina atau hidroksi amina dengan berat molekul yang rendah. *Chain extender* digunakan dalam polyurethane fleksibel seperti busa fleksibel, elastomer mikroseluler, *cast elastomer* dan sistem RIM (*Reaction Injection Moulding*). *Chain extender* bereaksi dengan diisocyanate membentuk segmen polyurethane atau polyurea dalam polimer urethane. *Chain extender* biasanya ditambahkan dalam jumlah yang cukup untuk memungkinkan pemisahan hasil segmen keras dengan meningkatkan temperatur transisi gelas (Tg) dan modulus polimer. Temperatur gelas (Tg) menunjukkan ukuran titik lunak (*softening point*) polimer dan indikator batas atas temperatur kerjanya. Jika diamina digunakan sebagai aditif dengan berat molekul sama seperti glikol akan bereaksi lebih cepat dengan isocyanate. Hasil polyurethane bersegmen keras mempunyai kepadatan ikatan sekunder lebih tinggi sehingga stabilitas thermal dan temperatur gelas (Tg) polimer meningkat. Contoh *extender* dengan dua gugus fungsional adalah *ethylene glycol*, *1,4-butanediol*, *1,6-hexanediol*, *cyclohexane dimethanol*, dan *hidroquinon bis(2-hydroxyethyl) eter*, sedangkan yang mempunyai tiga gugus fungsional adalah *glycerol*, *trimethylpropane*, dan *1,2,3 hexanetriol*.

Untuk mensintesis busa polyurethane diperlukan senyawa yang dapat menghasilkan gelembung-gelembung gas yang kemudian terperangkap pada matrik polyurethane sehingga dihasilkan busa dengan fleksibilitas tertentu. Senyawa tersebut adalah zat pengembang. *Blowing agent* yang digunakan dalam pembentukan gelembung terbagi atas dua jenis, yaitu *Chemical blowing agent* dan *Physical blowing agent*. Gelembung gas CO₂ yang dihasilkan oleh *chemical blowing agent* berasal dari reaksi blowing agent tsb dengan isocyanate. Contoh tipe blowing agent ini adalah air dan asam karboksilat. Blowing agent jenis ini banyak digunakan dalam pembuatan busa fleksibel. Sedangkan *physical blowing agent* memiliki titik didih yang rendah sehingga mudah menguap bila menerima panas reaksi pembentukan polyurethane. Contohnya adalah senyawa hidrokarbon (terutama isomer pentana) dan hidrogen terhalogenasi parsial seperti *trichlorofluoromethane*, *trichlorodichloroethane* dan lain-lain. *Blowing agent* jenis ini banyak digunakan dalam pembuatan *foam* polyurethane kaku (*rigid*).

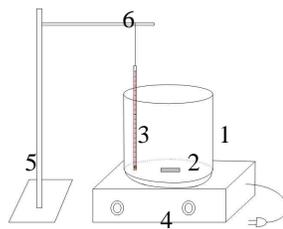
Penelitian yang dilakukan mempunyai maksud memproses polyol dari minyak goreng bekas menjadi polyurethane. Tujuannya adalah untuk mengetahui kecenderungan pengaruh rasio TDI/Polyol dan jumlah ethylene glikol terhadap kekuatan tekan polyurethane yang dihasilkan dan mendapatkan komposisi reaktan dengan kekuatan tekan yang paling tinggi.

2. Bahan dan Metode Penelitian

Bahan Dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain toluene diisocyanate (TDI), polyol dari minyak goreng bekas, ethylene glycol (*extender chain*), methylene chloride (*blowing agent*). Sedangkan alat-alat yang diperlukan adalah rangkaian alat hidroksilasi minyak goreng bekas, rangkaian alat polimerisasi polyurethane dan alat cetak polyurethane.

Gambar Alat Utama



Keterangan :

1. tabung plastik PE
2. magnet
3. termometer
4. magnetik stirer
5. statif
6. klem

Gambar 3. Gambar alat proses polimerisasi pembuatan polyurethane

Prosedur Penelitian

Prosedur kerja proses hidroksilasi minyak goreng bekas

Sebagai langkah awal, ukur volume minyak goreng bekas 300 ml, masukkan ke dalam labu leher 3. Kemudian nyalakan pemanas dan pengaduk, sehingga mencapai suhu 40°C. Tambahkan sejumlah Asam formiat 90% sebanyak 412 ml dan H₂O₂50% sebanyak 38 ml ke dalam labu leher 3 tersebut. Temperatur reaksi dipertahankan pada 40°C dengan mengatur thermostat dan aliran pendingin dengan waktu reaksi selama 1,5 jam

Setelah reaksi selesai, masukkan campuran hasil reaksi yang masih panas ke dalam labu pemisah dan tambahkan aquadest ke dalamnya dengan perbandingan 1 : 1. Lakukan penggojogan selama ± 3 menit. Diamkan hasil penggojogan tersebut selama ± 30 menit agar polyol terpisah dari air dan sisa reaktan. Lapisan yang berwarna kuning keruh di bagian atas merupakan polyol dan lapisan putih keruh di bagian bawah merupakan campuran air dan sisa reaktan. Pisahkan lapisan bawah dan lapisan atas. Polyol dicuci dengan aquadest dua kali dengan jumlah yang sama dengan proses pemisahan reaktan.

Prosedur kerja proses polimerisasi pembuatan polyurethane

Ukur volume polyol sesuai variabel penelitian dengan basis volume total 300 ml. masukkan ke dalam tabung plastik PE, kemudian nyalakan magnetic stirrer. Tambahkan Etylen glykol, methylen chloride dan TDI sesuai variabel. Variabel yang dipilih sebagai variabel bebas adalah rasio TDI/Polyol (1, 3 dan 5) dan volume ethylene glikol/zat pengembang (10, 20 dan 30), sedangkan variabel yang dipilih sebagai variabel tetap antara lain volume masa reaksi (300 ml) dan suhu ruang. Jumlah percobaan yang harus dilakukan sebanyak 10 run. Lakukan pencampuran dengan pengadukan dengan magnetic stirrer selama ± 3 menit. Setelah itu matikan magnetic stirrer dan ambil pengaduknya kemudian tuang campuran reaksi kedalam cetakan aluminium yang telah dilapisi lapisan kertas, amati perubahan suhu. Kemudian diamkan polimer agar dingin dan mengeras. Setelah keras, buka cetakan dan keluarkan polymer dari cetakan. Parameter atau respon yang diamati dari hasil percobaan adalah kuat tekan dan struktur molekul polyurethane yang dihasilkan.

Analisa Hasil

Polyurethane yang dihasilkan dilakukan uji kuat tekan untuk mengetahui kekuatan tekan dari polyurethane yang dihasilkan. Sebagai data pendukung digunakan analisa FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) untuk mengetahui gugus-gugus atau struktur ikatan yang menyusun molekul polyurethane.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisa polyurethane dengan parameter uji tekan dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. Hasil uji kuat tekan polyurethane

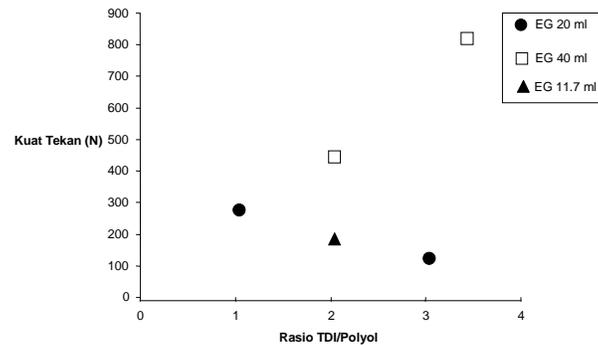
Run	Diameter, cm	Tebal, cm	Uji tekan , N	Rata-rata' N	Uji tekan, N/m ²
1	5	2,1	295,4	288,45	146.980,8917
	5	2	281,5		
3	5	2	131,2	134,15	68.356,6879
	5	2,1	137,1		
6	5	4,1	815,2	832,15	424.025,4777
	5	4,1	849,1		
7	5	2,1	203,2	196,85	100.305,7325
	5	2	190,5		
9	5	3,1	461,2	456,65	232.687,8981
	5	3	452,1		
10	5	4	458,1	452,7	230.675,1592
	5	4	447,3		

Pada saat proses polimerisasi berlangsung, temperatur mengalami kenaikan. Hal ini menunjukkan reaksi polimerisasi pembentukan polyurethane bersifat eksotermis. Kenaikan temperatur setiap run sangat bervariasi pada rentang 80°C – 135°C (dari suhu awal 30°C). Kemudian suhu konstan beberapa saat dan selanjutnya turun secara perlahan ke suhu ruang. Kenaikan temperatur sampai konstan memerlukan waktu ± 5 menit. Pada saat suhu naik, juga terjadi pembentukan buih yang nantinya akan membentuk busa. Setelah suhu dingin busa polyurethane terbentuk dan terdiri dari busa yang rigid/keras dan ada juga yang lunak. Sebagian polimer yang dihasilkan terdiri dari dua lapisan, dimana lapisan atas berwarna lebih terang dan lapisan bawah lebih kekuningan. Pada lapisan bawah sifatnya lebih keras dibandingkan lapisan atas.

Polyurethane yang dihasilkan dilakukan karakterisasi untuk mengetahui sifat-sifatnya. Karakterisasi yang dilakukan meliputi parameteri kuat tekan untuk mengetahui kekuatan tekan dari polyurethane yang dihasilkan dan analisa FTIR untuk mengetahui struktur molekulnya. Hasil uji kuat tekan dapat dilihat pada tabel 6.

Tidak semua polyurethane yang diperoleh dapat dilakukan analisa uji kuat tekan karena ada sebagian polyurethane yang masih basah dan lunak dan tidak sesuai dengan spesifikasi alat uji kuat tekannya. Polyurethane yang tidak dapat diukur kuat tekannya adalah run 2, 4, 5 dan 8. Polyurethane yang tidak bisa diuji kuat tekannya ini menggunakan variabel ethylen glykol 60 ml atau diatasnya dan juga variabel rasio TDI/polyol kecil (< 1) dimana jumlah polyol lebih besar dibandingkan TDI. Sedangkan polyurethane yang dapat diuji kuat tekannya menggunakan ethylen glykol 10-40 ml dan rasio TDL/polyol yang besar (≥ 1), dimana jumlah TDI sama atau lebih banyak dibandingkan polyol.

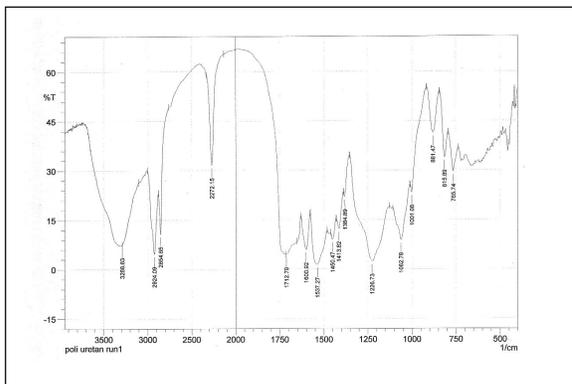
Dari hasil uji kuat tekan dapat dibuat grafik kuat tekan polyurethane vs Rasio TDI/ Polyol sebagai berikut:



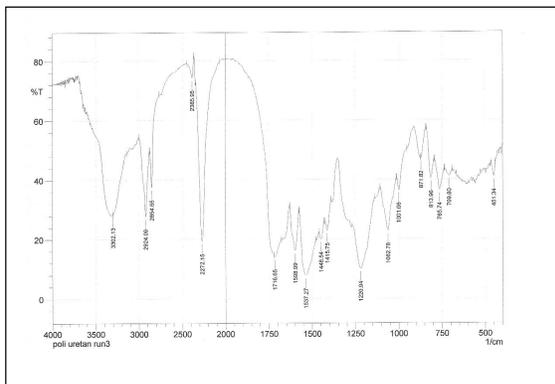
Gambar 4. Grafik kuat tekan polyurethane vs rasio TDI polyol

Selain diukur kuat tekannya juga dilakukan analisa FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) untuk mengetahui gugus-gugus atau struktur ikatan yang menyusun polyurethane yang dihasilkan. Hasil analisa dengan infra merah berbentuk kurva kontinu pada grafik dengan sistem koordinat cartesian yang mana ordinatnya %transmitansi dan absisnya spektrum serapan(cm^{-1}). Kurva kontinu pada grafik ini disebut juga dengan istilah spektrum. Spektrum-spektrum hasil analisis dengan infra merah dapat dilihat pada gambar 5 - gambar 10. Spektrum-spektrum tersebut dilakukan interpretasi untuk mengetahui gugus-gugus penyusun molekul yang terdapat pada sampel polyurethane.

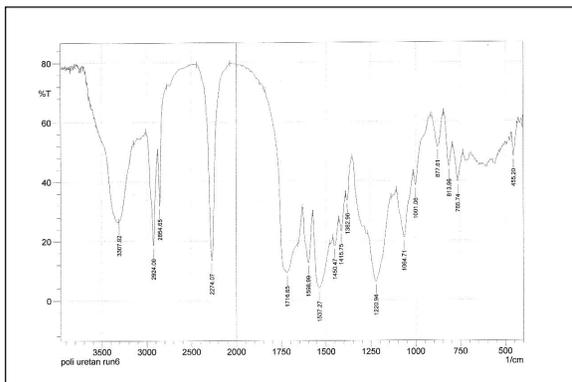
Dari hasil uji kuat tekan pada penggunaan rasio TDI/Polyol 2:1 yaitu sampel 7, sampel 9 dan sampel 10, didapatkan hasil sampel 9 dan 10 lebih kuat dibandingkan sampel 7. Pada sampel 7 gaya tekan sebesar 203,2 N, sampel 9 sebesar 461,2 N dan sampel 10 sebesar 458,1 N. Sampel 9 dan 10 menggunakan Ethylen Glikol (EG) sebanyak 40 ml sedangkan pada sampel 7 sebanyak 11,7 ml. EG berfungsi sebagai pemanjang rantai polimer (*chain extender*) yang bereaksi dengan isocyanate membentuk segmen polyurethane atau polyurea dalam polimer urethane. Reaksi yang terjadi seperti yang terlihat di persamaan 2.



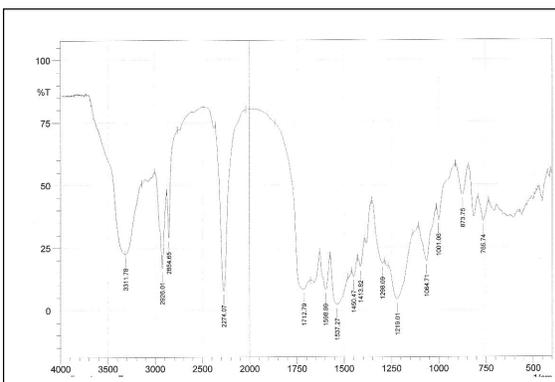
Gambar 5. Spektrum 1 (run 1)



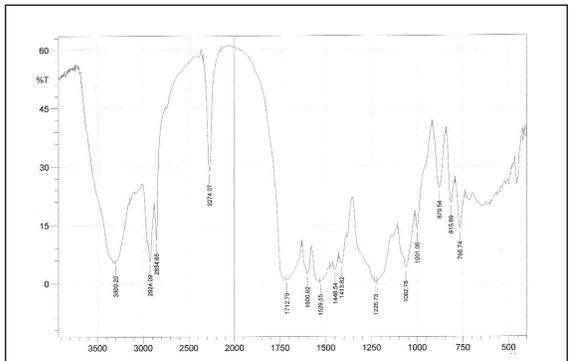
Gambar 6. Spektrum 3 (run 3)



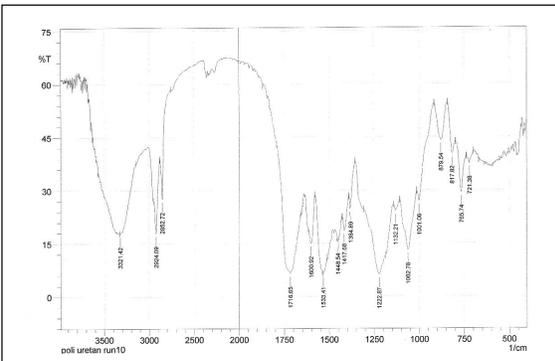
Gambar 7. Spektrum 6 (run 6)



Gambar 8. Spektrum 7 (run 7)



Gambar 9. Spektrum 9 (run 9)



Gambar 10. Spektrum 10 (run 10)

Hasil polyurethane bersegmen keras mempunyai kepadatan ikatan sekunder lebih tinggi sehingga stabilitas thermal dan temperature transisi gelas (T_g) polimer meningkat. T_g menunjukkan ukuran titik lunak (*softening point*) polimer dan indikator batas atas temperatur kerjanya.

Dari hasil analisa FTIR pada sampel 7 dan 9 ada serapan getaran ulur $-N=C=O$ pada frekuensi 2274,07. Hal ini menunjukkan keberadaan gugus isocyanate. Sampel 7 dan 9 dibuat dengan perbandingan TDI/Polyol 2:1. Hal ini menunjukkan bahwa polyurethane yang dibuat dengan perbandingan TDI/Polyol 2:1 terjadi kelebihan gugus isocyanate. Pada sampel 9, %T (%*transmitansi*) gugus $-N=C=O$ sebesar 28,75 sedangkan pada sampel 7 %T sebesar 7,68. Dari uji kuantitatif terlihat bahwa jumlah gugus isocyanate pada sampel 9 lebih sedikit dibanding sampel 7, hal ini menunjukkan bahwa isocyanate yang bereaksi dengan EG pada sampel 9 lebih banyak dibandingkan dengan sampel 7 sehingga polimer yang dihasilkan memiliki derajat polimerisasi dan uji kuat tekan yang lebih tinggi.

bahwa polyurethane yang dibuat dengan perbandingan TDI/Polyol 3,41:1 dan 2:1 terjadi kelebihan gugus isocyanate.

Dari hasil analisa FTIR pada sampel 6 ada serapan getaran ulur -N=C=O pada frekuensi 2274,07. Hal ini menunjukkan keberadaan gugus isocyanate. Pada sampel 6, %T (%transmitansi) gugus -N=C=O sebesar 13,45. Sedangkan pada sampel 10 serapan getaran ulur -N=C=O tidak ditemukan. Dari hasil uji kuantitatif analisa FTIR terlihat bahwa pada sampel 6 ada sisa isocyanate jumlahnya lebih besar dibandingkan sampel 10, karena rasio TDI/Polyol yang juga lebih besar. Isocyanate yang berlebih dapat bereaksi dengan urethane membentuk allophanate sehingga terbentuk polyurethane ikatan silang.

Terbentuknya ikatan silang juga ditandai semakin banyaknya ikatan N-H yang putus dan digantikan oleh ikatan C-N. Pada sampel 6 getaran ulur N-H ditunjukkan adanya serapan pada frekuensi 3307,92 dengan %T sebesar 26,475 dan frekuensi 1537,27 dengan %T sebesar 4,116. Sedangkan pada sampel 10 getaran ulur N-H ditunjukkan adanya serapan pada frekuensi 3321,42 dengan %T sebesar 17,773 dan pada frekuensi 1533,41 dengan %T sebesar 6,427. Dari uji kuantitatif terlihat bahwa pada sampel 6 jumlah ikatan N-H lebih sedikit dibandingkan sampel 10. Hal ini menunjukkan jumlah ikatan silang pada sampel 6 lebih banyak daripada 10, sehingga polimer yang dihasilkan memiliki kuat tekan yang lebih tinggi.

4. Kesimpulan

1. Polyurethane dapat dibuat dari hasil polimerisasi polyol minyak goreng bekas dengan toluene diisocyanate.
2. Hasil uji kuat tekan polyurethane yang dihasilkan bervariasi, poliurethane yang relatif memiliki uji kuat tekan paling tinggi dibuat dengan rasio TDI/polyol 3,414 dan jumlah ethylene glycol 40 ml.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Faleh Setia Budi, ST. MT. selaku dosen pembimbing, dan semua pihak yang membantu dalam pelaksanaan penelitian serta penyusunan makalah ini.

Daftar Pustaka

- Budi, F.S. dan Abidin, Z.,(2002),”Proses Konversi Minyak Sawit Menjadi Polyalkohol” Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses Universitas Diponegoro Semarang
- Budi, F.S. dan Abidin, Z.,(2002),”Proses Konversi Minyak Sawit Menjadi Polyurethane” Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Budi, F.S. (2001),”Pengembangan Proses Konversi Minyak Sawit (CPO) menjadi Polyurethane” Institut Teknologi Bandung.
- Gunter O. (1994), ”Polyurethane Handbook”, 2nd edition, Hanser, Munich.
- Kirk-Othmer, ETC 21 : 56-106 (1965).
- Leppekes, 1995, ”Polyurethae, Material with many Faces”, Verlag Modern Industry AG, Germany
- Lubis dan Naibaho, ”Prospek Pengembangan Industri Hilir Pengolah Kelapa Sawi”, Pusat Penelitian Perkebunan Marihat – Bandar Kuala.
- Schwartz S.S., ”Plastic Materials and Process”, Van Nost Land Reinhold Co.
- Silverstein dkk (1986), ”Penyidikan Spektrometri Senyawa Organik”, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Steven, M. P., (1989). ”Polymer Chemistry : An Introduction”, Oxford University Press, Inc. New York. Diterjemahkan oleh Iis Sopyan, (2001), ”Kimia Polimer”, Penerbit PT. Prandya Paramita, Jakarta.
- Swern D., et all (1945), “The Hydroxylation of Mono Unsaturated Acid”, *Journal American Oil Chemistry Society* 67 (October), page : 1786 – 1789.
- Wilson F. Gum et all, (1992),”Reaction Polymers”, Hanser Publishers, New York.
- Woods, G. (1990), ”The ICI Polyurethane Book”, 2nd edition , John Wiley and Sons, Chicester.