

# Ketahanan Degradasi Lapisan Bening Poliuretan Berbasis Akrilik Polioliol Dengan Hexan Diisosianat Oleh Accelerated Weathering

Nurwahyuning<sup>1</sup>, Khamaludin<sup>2</sup>, Lily Arlianti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Kimia, Universitas Islam Syekh Yusuf, Tangerang, Indonesia

<sup>1</sup>[1904010002@students.unis.ac.id](mailto:1904010002@students.unis.ac.id), <sup>2</sup>[khamaludin@unis.ac.id](mailto:khamaludin@unis.ac.id), <sup>3</sup>[lilyarlianti@gmail.com](mailto:lilyarlianti@gmail.com)

## ABSTRAK /ABSTRACT

Proses automotive coatings melibatkan tahapan persiapan bodi mobil, yaitu *primer surfacer*, *basecoats*, dan *clearcoats*. *Clearcoat* merupakan lapisan bening poliuretan yang terbentuk dengan merekasikan polioliol (-OH) dan isosianat (-NCO-). Poliuretan digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk *coatings* pada otomotif. keunggulan poliuretan dalam *automotive coatings* mencakup kemampuannya untuk melindungi cat kendaraan dari kerusakan akibat bahan kimia dan sinar matahari, memberikan efek kilau yang menarik pada kendaraan, serta tahan terhadap goresan dan korosi. Namun demikian, terdapat kelemahan lapisan poliuretan pada kendaraan, yaitu kurangnya kestabilan terhadap sinar matahari yang dapat menyebabkan perubahan lapisan bening poliuretan menjadi kekuningan atau bahkan menyebabkan perubahan warna pada warna asli kendaraan. Salah satu metode yang digunakan untuk mengevaluasi ketahanan lapisan poliuretan terhadap sinar matahari adalah proses percepatan degradasi cuaca (*accelerated weathering*). Perubahan fisik yang terjadi pada lapisan setelah menjalani proses degradasi dapat diukur dengan memantau retensi kilau dan perubahan dimensi ketebalannya. Penelitian ini melaksanakan serangkaian uji dengan berbagai variasi komposisi perbandingan OH/NCO, dengan rasio antara 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, dan 6:1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi OH/NCO dengan rasio 2:1 menghasilkan hasil yang paling optimal dalam menjaga ketahanan terhadap sinar matahari, tanpa mengalami perubahan lapisan poliuretan menjadi kekuningan atau merusak warna asli kendaraan.

*The automotive coatings process involves stages of preparing the car body, namely primer surfacer, basecoats, and clearcoats. Clearcoat is a transparent polyurethane layer formed by combining polyol (-OH) and isocyanate (-NCO-). Polyurethane is utilized in various applications, including coatings in automotive contexts. The advantages of polyurethane in automotive coatings encompass its ability to shield the vehicle's paint from chemical damage and sunlight, provide an appealing gloss effect to the vehicle, and resist scratches and corrosion. However, there is a drawback to the polyurethane layer on vehicles, which is its susceptibility to sunlight, leading to the clear polyurethane layer turning yellowish or even causing alterations to the original vehicle color. One of the methods used to assess the durability of the polyurethane layer against sunlight is the accelerated weathering degradation process. The physical changes occurring in the layer after undergoing the degradation process can be measured by monitoring gloss retention and dimensional alterations. This study conducted a series of tests with various compositions of OH/NCO ratios, including 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, and 6:1. The research findings indicate that the OH/NCO composition with a 2:1 ratio yielded the*

## Kata Kunci / Keywords

Kata Kunci : automotive coatings, accelerated weathering, isosianat, polioliol, poliuretan

Keywords : automotive coatings, accelerated weathering, isosianat, polioliol, poliuretan

*most optimal outcomes in maintaining resistance against sunlight, without the polyurethane layer undergoing yellowing or damaging the original vehicle color.*

## I. PENDAHULUAN

Proses *automotive coatings* meliputi beberapa tahapan, dimulai dari persiapan awal bodi mobil, lalu dilanjutkan dengan electrocoat primer, primer surfacer, basecoats, dan clearcoats. Tahapan awal dan lapisan dasar cat elektro sangat penting untuk mencegah korosi, dan primer surfacer diperlukan untuk menghaluskan permukaan serta melindungi dari kerikil, basecoat memberikan warna dan clearcoat digunakan untuk melindungi pigmen dari paparan sinar matahari berlebih, goresan, dan penghalang terhadap segala bentuk serangan kimia (J. H. Streitberger, 2008). Clearcoat merupakan lapisan bening poliuretan.

Poliuretan adalah suatu jenis polimer yang memiliki karakteristik khusus yaitu adanya gugus fungsi uretan (-NHCOO-) dalam rantai utama polimer tersebut. Gugus fungsi uretan terbentuk dari hasil reaksi antara senyawa yang mengandung gugus hidroksil (-OH) yang disebut sebagai polyol, dan senyawa yang mengandung gugus isosianat (-NCO-) (Rihayat & Mashura, 2018). Dalam aplikasinya poliuretan sering digunakan pada furnitur, kasur, karpet, elastomer, coatings, dan otomotif. Aplikasi *coating* poliuretan paling cepat mengalami perkembangan karena ketahanan goresan yang luar biasa karena memiliki kekerasan yang baik serta kemampuannya untuk melindungi cat kendaraan dari kerusakan akibat bahan kimia dan sinar matahari, memberikan efek kilau yang menarik pada kendaraan, serta tahan terhadap goresan dan korosi. Sistem poliuretan coating dua komponen lebih disukai karena keserbagunaannya dalam formulasi, dapat kering pada suhu ruangan dan dapat disiapkan langsung di tempat (Mannari & Massingill, 2006). Namun demikian, terdapat kelemahan lapisan poliuretan pada kendaraan, yaitu kurangnya kestabilan terhadap sinar matahari yang dapat menyebabkan perubahan lapisan bening poliuretan menjadi kekuningan atau bahkan menyebabkan perubahan warna pada warna asli kendaraan (Szycher, 2012).

Salah satu metode yang digunakan untuk mengevaluasi ketahanan lapisan poliuretan terhadap sinar matahari adalah proses percepatan degradasi cuaca (*accelerated weathering*) (Kumano et al., 2019). Pengujian *accelerated weathering* secara spesifik diciptakan untuk mensimulasikan proses degradasi yang disebabkan oleh radiasi sinar, kelembaban dan suhu dalam jangka waktu singkat (Schweitzer et al., 2006). Pada penelitian ini untuk membentuk lapisan poliuretan yang stabil terhadap panas dan memiliki sifat mekanik, dan kimia yang baik menggunakan akrilik polioliol (OH) (Gite et al., 2010). Hexan diisosianat (NCO) digunakan untuk mencegah lapisan poliuretan menjadi kekuningan atau merubah warna asli kendaraan (Wilhelm & Gardette, 1998). Beberapa varian komposisi campuran OH/NCO diteliti untuk mengetahui varian yang paling optimum tahan terhadap degradasi. variasi OH/ NCO tersebut yakni 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, dan 6:1.

## II. METODE

### Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akrilik polioliol, hexan diisosianat, xylene, aditif wetting dan levelling agent, butil acetate, surfacer primer, dan basecoat hitam yang diperoleh di PT Daya Kemindo Perkasa. Alat yang digunakan yakni gelas kimia, plat besi ukuran 7x15 cm, neraca, alat *accelerated wethering*.

### Prosedur Percobaan

#### Pembuatan Larutan Induk Polioliol dan Isosianat

Pada tahap awal penelitian ini yang perlu dilakukan adalah mempersiapkan Larutan Induk Polioliol dan Larutan Induk Isosianat, dimana senyawa polioliol akan berikatan silang dengan senyawa isosianat untuk membentuk lapisan bening poliuretan. Perbandingan antara NCO/OH harus sebesar 1,0 hingga 1,1 agar terbentuk lapisan transparan dari poliuretan yang memiliki karakteristik elastisitas modulus, tingkat kekerasan, elongasi, dan ketahanan maksimum (Sonnenschein, 2014). Dalam penelitian ini perbandingan antara OH/NCO yang digunakan adalah 1:1 Hasil perhitungan yang

dibutuhkan untuk membentuk lapisan bening poliuretan dengan rasio OH/NCO 1:1, diketahui massa yang dibutuhkan adalah 83.3g b/b polioliol dan 56g b/b Isosianat.

Proses pembuatan Larutan Induk Polioliol diawali dengan menimbang 83,3 g b/b polioliol akrilik, 0,6g aditif *wetting agent*, 0,6g aditif leveling agent, 3g pelarut organik Xyelene, dan 12,5g Butil Asetat, kemudian aduk hingga homogen. Pembuatan larutan induk isosianat dilakukan dengan menimbang resin hexan diisosianat sebanyak 56g b/b dan dilarutkan dengan Butil Asetat PU grade sebanyak 44g b/b, aduk hingga homogen.

#### **Persiapan Panel Test Baja**

Panel test baja dengan ukuran 7x15 cm sebanyak 18 buah diperoleh dari PT Daya Kemindo Perkasa dipersiapkan. Panel test tersebut dibersihkan dari minyak dan kotoran kemudian digosok menggunakan amplas no.320 unuk menghaluskan permukaan plat sebagai langkah pretreatment, setelah itu aplikasikan primer surfacer dan basecoat hitam pada permukaan panel dengan teknik spray dan tunggu hingga kering sempurna.



**Gambar 1.** Panel test primer coating

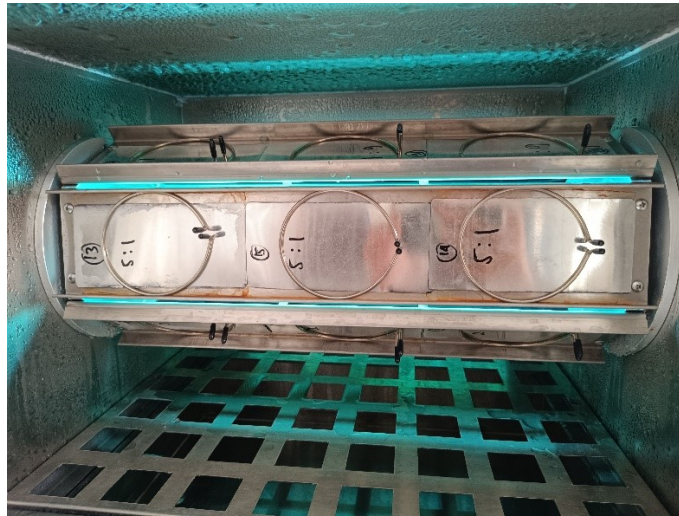
Sumber : Pribadi

#### **Pembuatan Perbandingan Campuran konsentrasi Polioliol dan Isosianat dari Larutan Induk dan Pengaplikasian Pada Panel Test**

Siapkan 6 beaker glass bersih dan kering, Larutan induk polioliol dan larutan induk isosianat. Buat masing-masing larutan perbandingan 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, dan 6:1 dengan jumlah larutan 45g b/b pada setiap konstentras. Panel test yang sudah dilapisi basecoat hitam diberi keterangan Standar 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, dan 6:1 pada belakng test panel, sedangkan panel test sampel diberi nomor, dan diberi keterangan sampel 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, dan 6:1 pada belakang panel test (khusus panel test sampel dilakukan triplo setiap konsentrasi perbandingannya). Aplikasikan larutan perbandingan konsentrasi 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, dan 6:1 pada panel test standar dan sampel secara terpisah dan aplikasian menggunakan teknik spray, kemudian tunggu hingga kering sempurna selama 24 Jam.

#### **Proses Degradasi Meggunakan *Accelerated Weathering***

Panel test yang telah dilapisi oleh lapisan bening poliuretan dimasukkan kedalam alat accelerated weathering sesuai dengan tempat yang telah disediakan pada alat. Atur suhu dalam ruang accelerated weathering 60°C dan water cycle selama 10 menit setiap satu jam. Proses ini akan diatur selama 60 jam dan alarm waktu akan berbunyi, kemudian alat dimatikan.



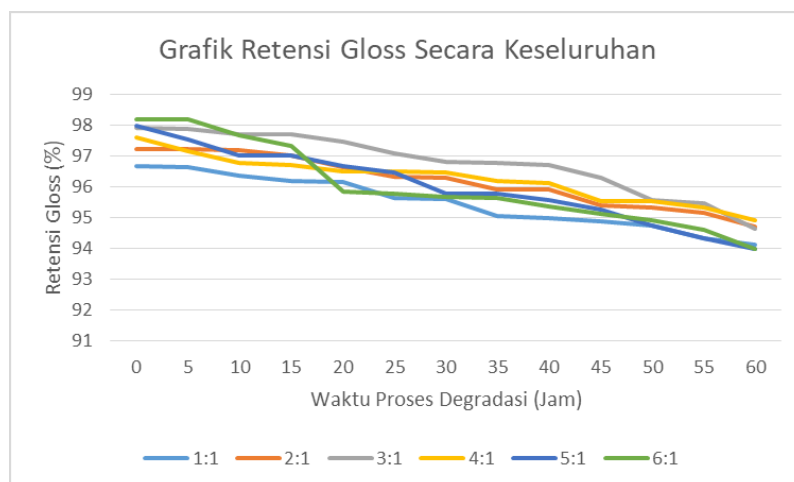
Gambar 2. Proses degradasi dalam alat accelerated weathering

Sumber : Pribadi

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengukuran Retensi Kilau Menggunakan *Glossmeter*

Panel test sampel dengan perbandingan konsentrasi 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, dan 6:1 dilakukan proses accelerated weathering selama 60 jam dan pada setiap 5 jam dilakukan pengecekan terhadap Surface Gloss menggunakan glossmeter, sehingga diperoleh grafik seperti dibawah ini.



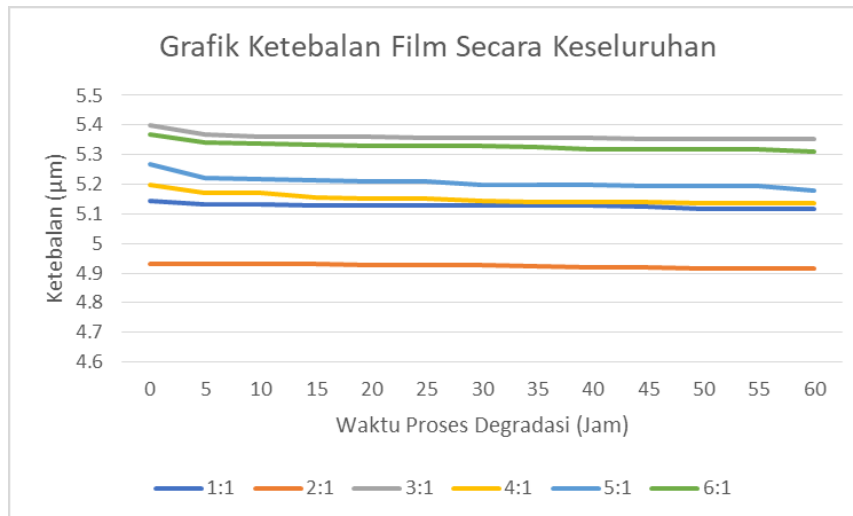
Gambar 3. Grafik retensi gloss konsentrasi perbandingan campuran OH/NCO 1:1-6:1 dengan proses *accelerated weathering* selama 60 jam

Sumber : Pribadi

Berdasarkan grafik retensi gloss dari data yang diperoleh pada perbandingan 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, dan 5:1 dengan proses accelerated weathering selama 60 jam, grafik menunjukkan pada masing-masing konsentrasi turun secara stabil hingga pada proses accelerated weathering 60jam. Pada grafik retensi gloss konsentrasi perbandingan 6:1 pada proses accelerated wethering selama 60 jam garis pada grafik turun secara stabil dari 0-15 Jam, kemudian turun drastis pada waktu ke 20 Jam. Pada grafik tersebut yang sangat stabil penurunannya adalah varian campuran OH/NCO 2:1, maka dapat disimpulkan bahwa varian campuran OH/NCO 2:1 yang paling optimum.

#### Pengukuran Dimensi Ketebalan Menggunakan *Dry Film Thickness Gauge*

Proses *accelerated weathering* dilakukan pada test panel sampel dengan perbandingan konsentrasi 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, dan 6:1 selama 60 jam. Setiap 5 jam, dilakukan pengukuran ketebalan menggunakan *dry film thickness gauge*, yang menghasilkan grafik seperti yang terlihat di bawah ini.



**Gambar 3.** Grafik dimensi ketebalan konsentrasi perbandingan campuran OH/NCO 1:1-6:1 dengan proses *accelerated weathering* selama 60 jam

Sumber : Pribadi

Dari data yang diperoleh dari grafik retensi gloss pada konsentrasi 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, dan 5:1 selama 35 jam, dapat disimpulkan bahwa pada setiap konsentrasi, terjadi penurunan ketebalan hingga proses *accelerated weathering* mencapai 60 jam, serta berdasarkan grafik ketebalan (thickness) pada konsentrasi perbandingan 6:1 dengan proses *accelerated weathering* selama 60 jam pada grafik dapat terlihat bahwa terdapat penurunan pada 5 jam pertama, kemudian turun secara stabil pada 5-20 jam, setelah itu ketebalan lapisan poliuretan stabil pada 20 jam hingga 30 jam kemudian turun secara berkala pada 30-35 jam, dan turun drastis pada 40 jam. Dalam grafik diatas yang sangat stabil penurunannya adalah varian campuran OH/NCO 2:1, maka dapat disimpulkan bahwa varian campuran OH/NCO 2:1 yang paling optimum.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ketahanan degradasi lapisan poliuretan berbasis akrilik polioliol dengan hexan diisosiyanat dapat disimpulkan bahwa dari komposisi variasi perbandingan konsentrasi campuran OH/NCO 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, dan 6:1 membuktikan bahwa varian perbandingan campuran konsentrasi OH/NCO 2:1 yang paling optimum berdasarkan grafik yang ditampilkan pada retensi kilau dan dimensi ketebalan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Gite, V. V., Mahulikar, P. P., & Hundiwale, D. G. (2010). Preparation and properties of polyurethane coatings based on acrylic polyols and trimer of isophorone diisocyanate. *Progress in Organic Coatings*, 68(4), 307–312. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2010.03.008>
- Kumano, N., Mori, K., Kato, M., & Ishii, M. (2019). Degradation of scratch resistance of clear coatings by outdoor weathering. *Progress in Organic Coatings*, 135, 574–581. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2019.06.034>
- Mannari, V. M., & Massingill, J. L. (2006). Two-component high-solid polyurethane coating systems based on soy polyols. *Journal of Coatings Technology and Research*, 3(2), 151–157. <https://doi.org/10.1007/s11998-006-0018-1>
- Rihayat, T., & Mashura, M. (2018). Pelapis Poliuretan Berbasis Minyak Jarak Dan Bentonit Sebagai Ketahanan Panas. *Jurnal Sains Dan Teknologi Reaksi*, 16(2), 1–10. <https://doi.org/10.30811/jstr.v16i2.1478>
- Schweitzer, P. A., Bose, K., Roy, S. K., Kelly, R. G., Scully, J. R., Shoesmith, D. W., & Buchheit, R. G. (2006). Paint and Coatings: Applications and Corrosion Resistance. *Pigment & Resin*

- Technology*, 35(1), 127–146. <https://doi.org/10.1108/prt.2006.12935aac.003>
- Sonnenschein, M. F. (2014). *Polyurethanes* (Vol. 1, Issue 1). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118901274>
- Streitberger, J. H. (2008). *Automotive Paints and Coatings* (H. Streitberger & K. Dössel (eds.); Issue 2). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9783527622375>
- Szycher, M. (2012). Szycher's Handbook of Polyurethanes. In M. Szycher PhD (Ed.), *CRC Press* (Vol. 2). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b12343>
- Wilhelm, C., & Gardette, J.-L. (1998). Infrared analysis of the photochemical behaviour of segmented polyurethanes: aliphatic poly(ether-urethane)s. *Polymer*, 39(24), 5973–5980. [https://doi.org/10.1016/S0032-3861\(97\)10065-9](https://doi.org/10.1016/S0032-3861(97)10065-9)