

**TINJAUAN KINETIKA REAKSI PEMBUATAN TAWAS DARI
PEMANFAATAN ALUMINIUM LIMBAH KALENG**



**Disusun sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata 1 pada
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh:

WAHYU KIKI ARVIANI
D 500 150 134

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

**TINJAUAN KINETIKA REAKSI PEMBUATAN TAWAS DARI
PEMANFAATAN ALUMINIUM LIMBAH KALENG**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

Wahyu Kiki Arviani

D500150134

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Pembimbing:



Dr. Agung Sugiharto, S.T., M.Eng.

NIDN.0602027502

HALAMAN PERSETUJUAN

TINJAUAN KINETIKA REAKSI PEMBUATAN TAWAS DARI PEMANFAATAN ALUMINIUM LIMBAH KALENG

Oleh:

Wahyu Kiki Arviani

D500150134

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari, Kamis 7 November 2019

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Dr. Agung Sugiharto, S.T., M.Eng.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Siti Fatimah, S.Si., M.Sc.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Dr.Ir. Ahmad M Fuadi, M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)

()
()
()



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 20 September 2019

Penulis



Wahyu Kiki Arviani

D500150134

TINJAUAN KINETIKA REAKSI PEMBUATAN TAWAS DARI PEMANFAATAN ALUMINIUM LIMBAH KALENG

Abstrak

Kaleng minuman adalah bahan yang tidak dapat terurai dalam tanah dan mengandung aluminium berkisar antara 92,5-97,5%. Kandungan aluminium tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembuatan tawas kalium yang dapat menambah nilai ekonomisnya. Penelitian ini ditujukan untuk mempelajari kinetika reaksi pembuatan tawas dari pemanfaatan aluminium limbah kaleng. Variabel kinetika yang dipelajari adalah waktu dan suhu. Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan H₂SO₄ 7M dan konsentrasi KOH 20%, dengan waktu reaksi 10 menit, 20 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit dan suhu operasi 70°C, 80°C, 90°C. Endapan yang terbentuk dianalisa dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spektrophotometry*) untuk menentukan besarnya *recovery* aluminium dalam tawas. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini yaitu *recovery* Al dalam produk yang dihasilkan akan bertambah seiring lamanya waktu reaksi dan tingginya suhu operasi namun pada suhu 90°C tidak layak dilakukan dalam pembuatan tawas karena akan terjadi destruksi produk, orde reaksi pembuatan tawas menunjukkan reaksi orde 3 dengan nilai $k = 81,0933 e^{-680,47/T}$ dan persamaan laju reaksinya $-r_A = 81,0933 e^{-680,47/T} [Al]^3$.

Kata Kunci: Limbah Aluminium Kaleng, Tawas

Abstract

Drink cans are materials that cannot be decomposed in the soil and have aluminium content at 92,5 to 97,5%. It can be used for producing potassium alum which can add the economic value of canned waste. This research is intended to study the reaction kinetics of alum made from canned aluminum waste. The variables studied in this study are time and temperature. This research was conducted with add H₂SO₄ 7M, 20% KOH concentration, with a reaction time 10 minutes, 20 minutes, 30 minutes, 45 minutes, 60 minutes and operating temperatures 70°C, 80°C, 90°C. The deposits formed were analyzed by the AAS (*Atomic Absorption Spektrophotometry*) method to determine the amount of recovery of aluminum in alum. The results obtained in this study are the recovery of Al in the resulting product will increase with the length of reaction time and high operating temperature, but at a temperature of 90°C is not feasible in making alum because there will be product destruction, the order of alum making reaction shows a third order reaction with a value of $k = 81,0933 e^{-680,47/T}$ and the equation of the reaction rate $-r_A = 81,0933 e^{-680,47/T} [Al]^3$.

Keywords: Aluminum Waste Cans, Alum

1. PENDAHULUAN

Setiap aktivitas manusia cenderung menghasilkan limbah atau buangan (Manurung & Ayuningtyas, 2010). Limbah terdiri dari bahan kimia senyawa organik dan senyawa anorganik (Malau, Aziz, & Mainil, 2017). Salah satu jenis sampah anorganik di lingkungan adalah kaleng minuman. Saat ini, penggunaan aluminium semakin meningkat. Kaleng yang terbuat dari aluminium biasanya digunakan oleh industri minuman ringan (*soft drink*) sebagai kemasan dari minuman tersebut. Secara umum, 60% kaleng soda terbuat dari aluminium yang baru dan 40% sisanya terbuat dari aluminium daur ulang. Aluminium biasa dicampur untuk menambah sifat mekanis dan kekuatan. Kaleng minuman aluminium pada umumnya di bagian dalamnya mempunyai lapisan plastik yang tipis, bagian luarnya biasanya dilapisi oleh cat tipis (Ho & Huang, 2015; Purnawan & Ramadhani, 2014; Sitohang, Hakim, & Hasfita, 2017; Wahyuni, Hakim, & Hasfita, 2017).

Setiap tahunnya lebih dari 42 miliar sampah kaleng minuman yang dihasilkan dari seluruh dunia dan merupakan bahan yang tidak bisa dihancurkan sehingga dibutuhkan waktu lebih kurang 400 tahun agar aluminium dapat terurai dalam tanah (Sitompul et al., 2017; Syaiful, Jn, & Andriawan, 2014; Yun Ming, Cheng Yong, Al Bakri Abdullah, & Hussin, 2015). Disisi lain limbah kaleng minuman dapat mencemari tanah dan dapat menyebabkan penyakit kanker paru-paru dan hati (Oediyani, Zain, & Juniarsih, 2016).

Cara yang paling tepat untuk mengurangi timbulan limbah kaleng adalah melakukan *recycle* (daur ulang), yaitu dengan memanfaatkan kandungan aluminium yang terdapat di dalam limbah kaleng untuk pembuatan tawas kalium agar dapat menambah nilai ekonomis dari limbah kaleng (Sitompul et al., 2017; Syaiful et al., 2014). Selain pada industri pengolahan air, tawas juga digunakan pada industri *pulp* dan kertas, sabun, gemuk, tekstil, kulit, karet sintetis, obat-obatan, kosmetik, semen, dan plastik (Adejumo, Owolabi, Adebisi, Agbaje, & Usman, 2016; Birnin-Yauri & Aliyu, 2014). Limbah kaleng minuman dapat

digunakan sebagai bahan baku pembuatan tawas karena mengandung aluminium berkisar antara 92,5-97,5% dalam bentuk alumina (Al_2O_3) (Abdelrahman, 2018;Widyabudiningsih & Endang, 2015, Sitompul et al., 2017).

Tawas adalah koagulan yang mudah didapatkan di pasaran bebas dan sering digunakan dalam proses pengolahan air (Dewi, Joko, & D, 2015). Tawas dibutuhkan untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendap secara gravimetri dalam proses koagulasi (Sitompul et al., 2017). Tawas dari limbah kaleng minuman dapat dihasilkan dengan mereaksikan aluminium limbah kaleng dengan penambahan KOH yang merupakan reaksi reduksi-oksidasi (Syaiful et al., 2014). Setelah itu filtrat ditambahkan H_2SO_4 yang merupakan reaksi asam-basa sehingga membentuk kristal tawas $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ berwarna putih (Sitompul et al., 2017). Berdasarkan data di atas penelitian yang akan dilakukan yaitu mengetahui hubungan waktu reaksi dan suhu operasi terhadap kinetika reaksi pada pembuatan tawas dari aluminium limbah kaleng.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh waktu reaksi dan suhu operasi terhadap *recovery* Al, menentukan orde reaksi dan menentukan persamaan laju reaksi pembuatan tawas dari aluminium limbah kaleng. Pada proses ini menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spektrophotometry*) dan model persamaan Arrhenius.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu amplas, botol timbang, corong kaca, gelas beaker, gelas ukur, gunting, *hot plate*, kaca arloji, karet hisap, kertas saring, labu ukur, *magnetic stirrer*, neraca analitik, penangas air, pengaduk kaca, pipet ukur, statif, dan *thermometer*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *aquadest*, H_2SO_4 7M, KOH 20%, dan limbah kaleng.

2.1. Prosedur Penelitian

1. Preparasi

Pada tahap ini limbah kaleng dibersihkan menggunakan amplas untuk menghilangkan cat yang menempel pada kaleng setelah bersih kemudian kaleng digunting menjadi bagian-bagian kecil dengan ukuran 10 mesh.

2. Pelarutan

Limbah kaleng yang sudah digunting, ditimbang menggunakan neraca analitik 4 gram kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker dan ditambahkan dengan larutan KOH 20% sebanyak 100 ml sebagai pelarut limbah kaleng. Setelah itu dipanaskan menggunakan *hot plate* hingga suhu operasi 70⁰C, 80⁰C, 90⁰C dengan waktu reaksi 10 menit, 20 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit dan kecepatan pengadukan 200 rpm. Selanjutnya, larutan tersebut didinginkan hingga mencapai suhu ruangan 28⁰C. Setelah dingin, larutan tersebut disaring menggunakan kertas saring untuk mengurangi pengotor yang ada.

3. Pengendapan

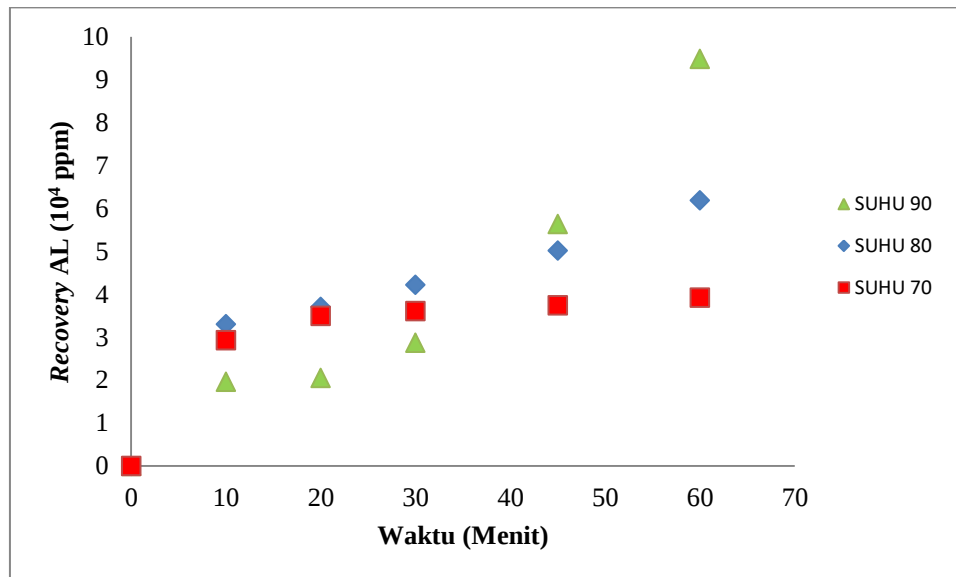
Filtrat hasil penyaringan ditambahkan H₂SO₄ sebanyak 60 ml supaya menghasilkan kristal tawas. Untuk mempercepat pembentukan kristal larutan tersebut dimasukkan ke dalam kulkas selama 1 jam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang dilakukan, diperoleh hasil yang ditunjukkan pada gambar sebagai berikut:

3.1 Pengaruh Waktu Reaksi dan Suhu Operasi

Berdasarkan proses pembuatan tawas yang telah dilakukan dengan konsentrasi KOH 20% volume 100 ml dan limbah kaleng 4 gram.



Gambar 1. Grafik hubungan waktu reaksi dan suhu operasi dengan *recovery* Al.

Pada Gambar 1. dapat diketahui hubungan antara waktu reaksi dan suhu operasi dengan *recovery* Al. Grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu reaksi maka *recovery* Al semakin meningkat karena semakin lama kontak antar reaktan membuat jumlah reaktan semakin berkurang. Begitupun dengan semakin tinggi suhu operasi maka *recovery* Al dalam produk semakin meningkat karena reaksi berlangsung semakin cepat. Namun pada suhu 90°C pembentukan produk mengalami perlambatan proses yang disebabkan oleh tawas mencapai titik lelehnya dan terjadi destruksi sehingga tawas yang terbentuk tidak dapat mengkristal.

3.2 Tinjauan Kinetika Reaksi

3.2.1 Menentukan orde reaksi

Untuk menentukan orde reaksi pada proses perlu ditinjau setiap orde reaksi yang mungkin terjadi sebagai berikut:

1. Reaksi orde 1

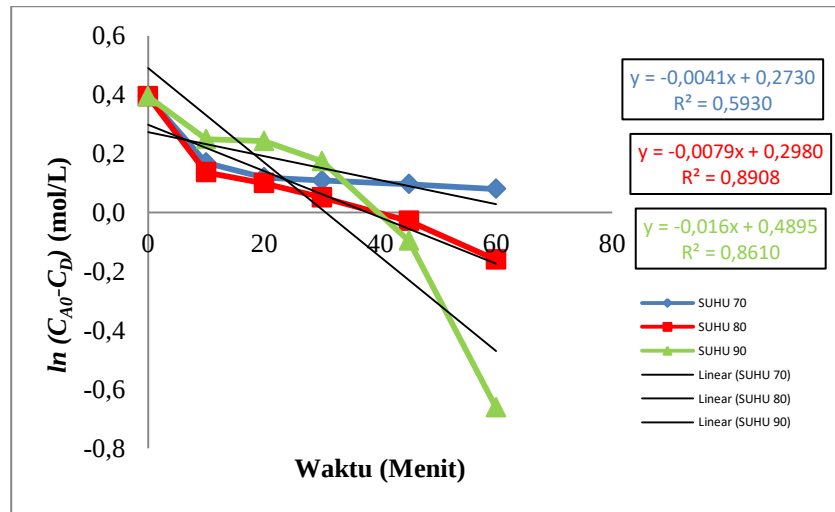
Pada reaksi orde 1 persamaan laju reaksinya yaitu $-r_A = kC_A$ dengan hasil integral laju reaksinya yaitu:

$$\ln \frac{A_0}{A} = kt \quad (1)$$

$$\ln C_A = \ln C_{A0} - kt \quad (2)$$

$$\ln (C_{A0} - C_D) = \ln C_{A0} - kt \quad (3)$$

Diperoleh nilai persamaan grafik $y = Ax + B$, dimana $y = \ln (C_{A0} - C_D)$, $A = -kt$, dan $B = \ln C_{A0}$ yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan waktu reaksi dan suhu operasi dengan $\ln (C_{A0} - C_D)/C_{A0}$.

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai persamaan $y = Ax + B$ dan R^2 pada setiap variasi suhu yaitu:

Suhu 70°C dengan $y = -0,0041x + 0,2730$ dan R^2 sebesar 0,5930

Suhu 80°C dengan $y = -0,0079x + 0,2980$ dan R^2 sebesar 0,8908

Suhu 90°C dengan $y = -0,016x + 0,4895$ dan R^2 sebesar 0,8610

Dari grafik di atas juga diketahui garis linier setiap variasi suhu masih jauh dari garis data hasil analisis dan nilai R^2 belum mendekati nilai 1. Sehingga orde 1 kurang sesuai pada proses ini.

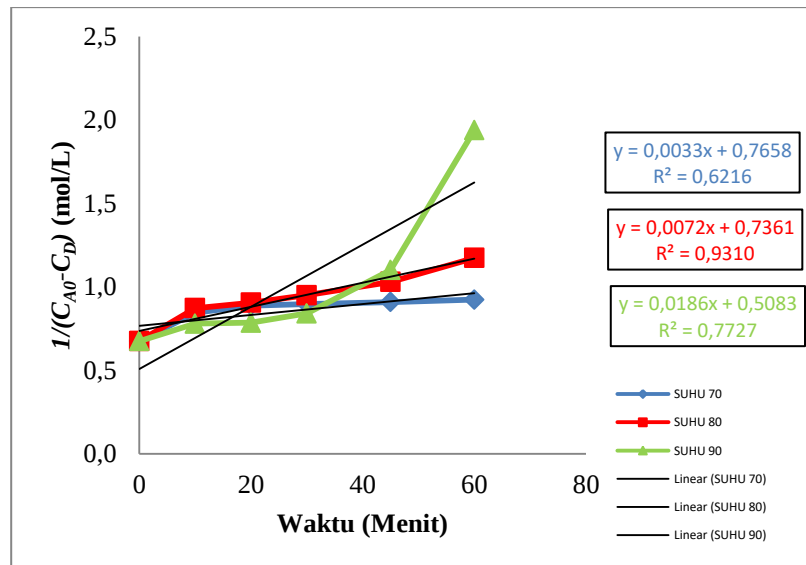
2. Reaksi orde 2

Pada reaksi orde 2 persamaan laju reaksinya yaitu $-r_A = kC_A^2$ dengan hasil integral laju reaksinya yaitu:

$$\frac{1}{A} - \frac{1}{A_0} = kt \quad (4)$$

$$\frac{1}{A_0 - C_D} = kt + \frac{1}{A_0} \quad (5)$$

Diperoleh nilai persamaan grafik $y = Ax + B$, dimana $y = 1/(C_{A0} - C_D)$, $A = kt$, dan $B = 1/C_{A0}$ yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan waktu reaksi dan suhu operasi dengan $1/(C_{A0}-C_D)$.

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai persamaan $y = Ax + B$ dan R^2 pada setiap variasi suhu yaitu:

Suhu 70°C dengan $y = 0,0033x + 0,7658$ dan R^2 sebesar 0,6216

Suhu 80°C dengan $y = 0,0072x + 0,7361$ dan R^2 sebesar 0,9310

Suhu 90°C dengan $y = 0,0186x + 0,5083$ dan R^2 sebesar 0,7727

Dari grafik di atas juga diketahui garis linier setiap variasi suhu belum mendekati dari garis data hasil analisis dan nilai R^2 belum mendekati nilai 1, namun pada reaksi orde 2 garis linier setiap

variasi suhu dan nilai R^2 lebih baik daripada reaksi orde 1. Sehingga orde 2 kurang sesuai pada proses ini.

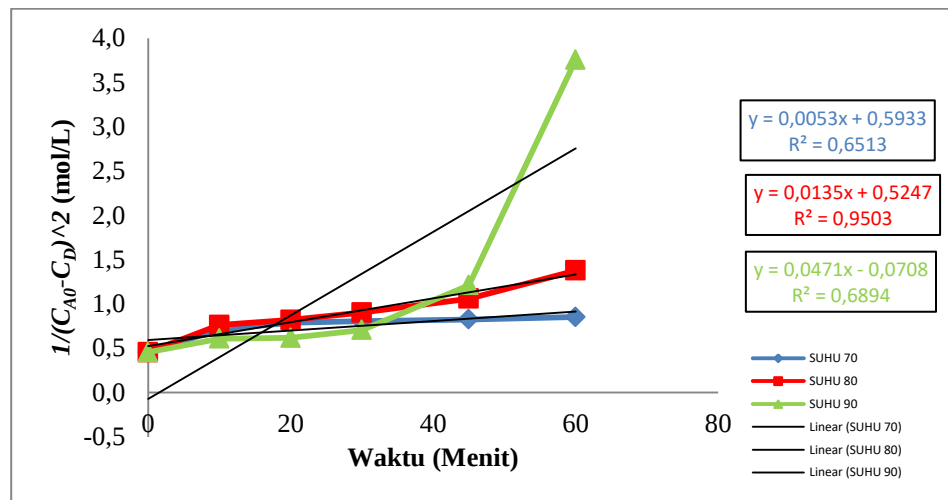
3. Reaksi orde 3

Pada reaksi orde 3 persamaan laju reaksinya yaitu $-r_A = kC_A^3$ dengan hasil integral laju reaksinya yaitu:

$$\frac{1}{C_A^2} - \frac{1}{C_{A0}^2} = 2kt \quad (6)$$

$$\frac{1}{(C_{A0} - C_D)^2} = 2kt + \frac{1}{C_{A0}^2} \quad (7)$$

Diperoleh nilai persamaan grafik $y = Ax + B$, dimana $y = 1/(C_{A0} - C_D)^2$, $A = 2kt$, dan $B = 1/C_{A0}^2$ yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan waktu reaksi dan suhu operasi dengan

$$1/(C_{A0} - C_D)^2.$$

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai persamaan $y = Ax + B$ dan R^2 pada setiap variasi suhu yaitu:

Suhu 70°C dengan $y = 0,0053x + 0,5933$ dan R^2 sebesar 0,6513

Suhu 80°C dengan $y = 0,0135x + 0,5247$ dan R^2 sebesar 0,9503

Suhu 90°C dengan $y = 0,0471x - 0,0708$ dan R^2 sebesar 0,6894

Dari grafik di atas juga diketahui garis linier setiap variasi suhu mendekati dari garis data hasil analisis dan nilai R^2 mendekati nilai

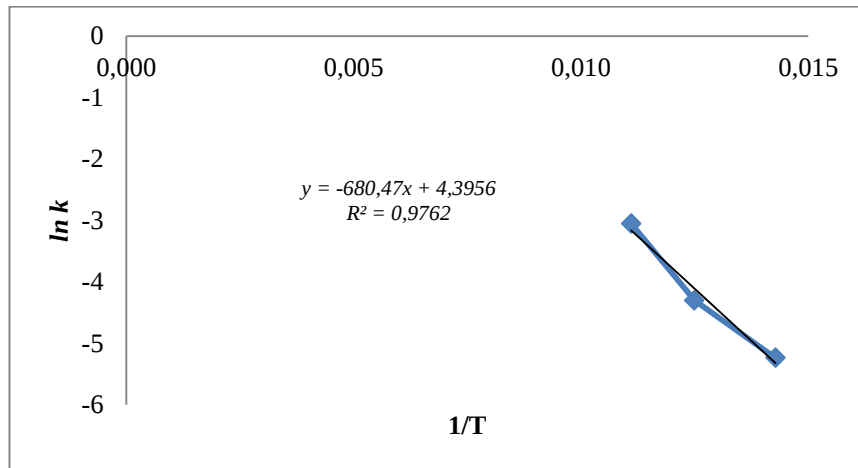
1. Besarnya nilai R^2 yang semakin mendekati nilai 1 menunjukkan pengaruh waktu reaksi dan suhu operasi terhadap $1/(C_{A0}-C_D)^2$ semakin besar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pembuatan tawas dengan limbah kaleng terjadi pada reaksi orde 3 karena diantara dua orde yang lainnya garis linier setiap variasi suhu yang paling mendekati garis data hasil analisis dan nilai R^2 yang paling besar adalah pada reaksi orde 3.

3.2.2 Menentukan nilai $Y = Cx + D$

Berdasarkan gambar 4. didapatkan nilai $y = Ax + B$ dimana $A = k$ digunakan untuk memperoleh nilai A dan $-E/R$ dengan menghitung $\ln k$ dan $1/T$ untuk mendapatkan harga k dari persamaan Arrhenius.

$$k = A e^{-E/RT} \quad (8)$$

$$\ln k = \ln A - E/R.(1/T) \quad (9)$$



Gambar 5. Grafik hubungan $1/T$ dengan $\ln k$.

Berdasarkan Gambar 5. diperoleh persamaan $y = Cx + D$ yaitu $y = -680,47x + 4,3956$ sehingga nilai $C = -680,47$ dan nilai $D = 4,3956$. Dari data kinetika nilai D merupakan $\ln A$ dan nilai C merupakan $-E/R$ sehingga didapatkan nilai k yaitu $k = 81,0933 e^{-680,47/T}$ dan persamaan reaksi menjadi $-r_A = 81,0933 e^{-680,47/T} [Al]^3$.

4. PENUTUP

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. *Recovery* Al dalam produk yang dihasilkan akan bertambah seiring lamanya waktu reaksi dan tingginya suhu operasi yaitu pada waktu 10 menit, 20 menit, 30 menit, 45 menit, dan 60 menit, dengan suhu 70⁰C, 80⁰C, dan 90⁰C.
2. Orde reaksi pembuatan tawas adalah reaksi orde 3 namun pada suhu 90⁰C tidak layak dilakukan dalam pembuatan tawas karena akan terjadi destruksi produk.
3. Nilai konstanta reaksi dari hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu $k = 81,0933 e^{-680,47/T}$ dan persamaan laju reaksinya menjadi $-r_A = 81,0933 e^{-680,47/T} [Al]^3$.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelrahman, E. A. (2018). Synthesis of Zeolite Nanostructures from Waste Aluminum Cans for Efficient Removal of Malachite Green Dye from Aqueous Media. *Molecular Liquids*, 253(2017), 72–82.
- Adejumo, A. L., Owolabi, R. U., Adebisi, S. A., Agbaje, W. A., & Usman, M. A. (2016). Synthesis , Characterization and Efficiency of Alum Produced from Waste Aluminium Cans for Wastewater Treatment. *Engineering and Applied Sciences*, 3(2), 8–13.
- Birnin-Yauri, A. ., & Aliyu, M. (2014). Synthesis and Analysis of Potassium Aluminium Sulphate (Alum) from Waste Aluminium Can. *Advanced Research in Chemical Science (IJARCS)*, 1(8), 1–6.
- Dewi, G. C., Joko, T., & D, Y. H. (2015). Kemampuan Tawas dan Serbuk Biji Asam Jawa (*Tamarindusindica*) untuk Menurunkan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) pada Limbah Cair Laundry. *Kesehatan Masyarakat*, 3(3), 745–753.
- Ho, C. Y., & Huang, C. H. (2015). Enhancement of Hydrogen Generation Using Waste Aluminum Cans Hydrolysis in Low Alkaline De-ionized Water. *Hydrogen Energy*, 30(1), 1–7.

- Malau, E., Aziz, A., & Mainil, R. I. (2017). Kinerja Kolektor Pemanas Air Tenaga Surya Menggunakan Bekas Kaleng Minuman Sebagai Absorber dengan Air yang Bersirkulasi pada Pembukaan Katup 30. *Jom FTEKNIK*, 4(1), 1–4.
- Manurung, M., & Ayuningtyas, I. F. (2010). Kandungan Aluminium dalam Kaleng Bekas dan Pemanfaatannya dalam Pembuatan Tawas. *Kimia*, 4(2), 180–186.
- Oediyani, S., Zain, A. P., & Juniarsih, A. (2016). Pengaruh Massa Flux dan Waktu Tahan Fluxing terhadap Pengurangan Mg pada Recycling Kaleng Minuman Alumunium. *TEKNIKA*, 13(1), 1–14.
- Purnawan, I., & Ramadhani, R. B. (2014). Pengaruh Konsentrasi KOH pada Pembuatan Tawas dari Kaleng Alumunium Bekas. *Teknologi*, 6(2), 109–119.
- Sitohang, L., Hakim, L., & Hasfita, F. (2017). Aluminium untuk Produksi Gas Hidrogen Menggunakan Katalis Kalium. *Teknologi Kimia Unimal*, 1(6), 55–67.
- Sitompul, L. R., Yenie, E., & Elystia, S. (2017). Pemanfaatan Logam Aluminium (Al) pada Kaleng Minuman Soda Menjadi Tawas. *Jom FTEKNIK*, 4(1), 1–6.
- Syaiful, M., Jn, A. I., & Andriawan, D. (2014). Efektivitas Alum Dari Kaleng Minuman Bekas Sebagai Koagulan Untuk Penjernihan Air. *Teknik Kimia*, 20(4), 39–45.
- Wahyuni, S., Hakim, L., & Hasfita, F. (2017). Pemanfaatan Limbah Kaleng Minuman Aluminium sebagai Penghasil Gas Hidrogen menggunakan Katalis Natrium Hidroksida (NaOH). *Teknologi Kimia Unimal*, 2(November), 31–42.
- Widyabudiningsih, D., & Endang, W. (2015). Studi Awal Pengambilan Kembali Aluminium Dari Limbah Kemasan Sebagai Alumina. *Fluida*, 11(1), 40–44.
- Yun Ming, L., Cheng Yong, H., Al Bakri Abdullah, M. M., & Hussin, K. (2015). Synthesis of Alum from Discarded Aluminium Beverage Cans. *Key Engineering Materials*, 660(1), 284–288.