

**OPTIMASI DESAIN ELEKTRODA SEL KONVERTER
TERHADAP HASIL KONVERSI AMMONIA TERLARUT
DALAM SISTEM PERAIRAN**

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Kimia**



Oleh:

Muhamad Imaduddin

13630054

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2018

**OPTIMASI DESAIN ELEKTRODA SEL KONVERTER
TERHADAP HASIL KONVERSI AMMONIA TERLARUT
DALAM SISTEM PERAIRAN**

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Kimia**



Oleh:

Muhamad Imaduddin

13630054

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2018



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp. : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Muhamad Imaduddin
NIM : 13630054
Judul Skripsi : Optimasi Desain Elektroda Sel Konverter terhadap Hasil Konversi Ammonia Terlarut dalam Sistem Perairan

sudah dapat diajukan kembali kepada Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Dengan ini, kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.
Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 23 Februari 2018

Pembimbing,

Karman, S.Si., M. Sc.

NIP. 19820504 200912 1 005



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Muhamad Imaduddin

NIM : 13630054

Judul Skripsi : Optimasi Desain Elektroda Sel Konverter terhadap Hasil Konversi Ammonia Terlarut dalam Sistem Perairan

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 22 Maret 2018

Konsultan,

Pedy Artsanti, S.Si., M.Sc.

NIP. 19720306 000000 2 301



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Muhamad Imaduddin

NIM : 13630054

Judul Skripsi : Optimasi Desain Elektroda Sel Konverter terhadap Hasil Konversi Ammonia Terlarut dalam Sistem Perairan

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 28 Maret 2018

Konsultan,

Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.

NIP. 19780510 200501 1 003



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1549/Un.02/DST/PP.00.9/03/2018

Tugas Akhir dengan judul : Optimasi Desain Elektroda Sel Konverter Terhadap Hasil Konversi Ammonia Terlarut Dalam Sistem Perairan

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUHAMAD IMADUDDIN
Nomor Induk Mahasiswa : 13630054
Telah diujikan pada : Senin, 05 Maret 2018
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Karmanto, S.Si., M.Sc.
NIP. 19820504 200912 1 005

Penguji I

Pedy Artsanti, S.Si., M.Sc.
NIP. 19720306 000000 2 301

Penguji II

Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.
NIP. 19780510 200501 1 003

Yogyakarta, 05 Maret 2018
UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi
DEKAN



Df. Murtono, M.Si.

NIP. 19691212 200003 1 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Imaduddin
NIM : 13630054
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Optimasi Desain Elektroda Sel Konverter terhadap Hasil Konversi Ammonia Terlarut dalam Sistem Perairan” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 23 Februari 2018



Muhamad Imaduddin
NIM. 13630054

MOTTO

اذ الفتى حسب اعتقاده رفع * وكل من لم يعتقد لم ينتفع

(العلامة الشيخ شرف الدين يحيى العمريطى)

الأجر على قدر التعب

وقدم الاخص فى اتصال * وقد من ما شئت فى انفصال

(الإمام أبى عبد الله محمد جمال الدين بن مالك)

انا اريد انت تريد ولكن الله يفعل ما يريد

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil 'alamin, wassolatu wassalamu 'ala sayyidil mursalin sayyidina
wanabiyyina Muhammad wa'ala alihi wasohbihi ajma'in

Keluarga tercinta

Bapak Suharno dan Ibu Siti Robiah

yang selalu berjuang dengan doanya di waktu anak – anaknya terlelap dengan
enaknya, selalu bekerja keras tanpa lelah untuk membiayai keinginan anak-ananya
yang membesarkan dengan kesabarannya

Hayati Muyassaroh dan Aria Hasan Abdillah

Adik – adik yang sabar karena adanya seorang kakak yang kurang bisa memberi
contoh dan arahan, adik yang lebih mandiri dari kakaknya

Keluarga besar Bani Abdur Rochman Mualip

Pendukung dan penyokong semangat belajar ku

Abah KH. Thohir Mukhlisin & Ummi Hj. Rodhiyati Mukhlisin

Murobbi rukhina, orang tua kedua, dengan keikhlasan dan kasih sayangnya mendidik
dan mengajarkan arti kehidupan sebelum datang kematian

KH. Muhammad Munawwar Ahmad & keluarga

Beliau mengajarkan cara membaca Al-qur'an dengan cinta

Almamater

PP Miftakhurrosyidin, PP Al Munawwir Komplek L

PS Kimia UIN Suka Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi *Rabbul'alamin* yang telah memberi kesempatan dan kekuatan sehingga skripsi yang berjudul “**Optimasi Desain Elektroda Sel Konverter terhadap Hasil Konversi Ammonia Terlarut dalam Sistem Perairan**” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap penyusunan skripsi ini telah selesai. Ucapan terima kasih tersebut secara khusus disampaikan kepada:

1. Dr. Murtono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Susy Yunita Prabawati, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia
3. Irwan Nugraha, S.Si., M.Sc., selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi yang secara ikhlas dan sabar telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penyusun dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
4. Karmanto, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktunya yang berharga untuk memberikan ide dan gagasan untuk kelancaran tugas akhir ini, serta memberikan arahan yang membantu penulis dalam melangkah.
5. Pedy Artsanti, S.Si., M.Sc., Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc. selaku penguji munaqosah yang telah memberikan masukan dan nasehat yang berharga kepada penulis.
6. Dosen – dosen Program Studi Kimia yang telah berbagi ilmu selama proses pembelajaran di jenjang S1 ini.

7. Pak Wija, Pak Indra, Bu Isni dan Mas Kus selaku laboran yang membantu proses penelitian serta pemberi masukan sehingga penelitian dapat berjalan.
8. Donatur utamaku, kedua orang tuaku, Bapak Suharno dan Ibu Siti Robiah, tanpa pengorbanan beliau berdua apalah artinya diriku, dengan doa yang dipanjatkan setiap waktu menjadikanku sesuatu yang lebih berharga dari asal kejadianku
9. Murrobbi Rukhii, Abah KH.Thohir Mukhlisin dan Ummi Hj. Rodhiyati, Mbah Najib A.Q., KH. M. Munawwar Ahmad sekalian, Gus Hafid, Gus Zaki, serta segenap asatid, Beliau-beliau panutanku, tanpamu apalah arti diriku.
10. Adik-adikku, tatik dan hasan, semangat bersaing dalam kebaikan
11. Anak – anaknya pak kar, Haris & Aam. Kita sempat bingung bersama, berjuang bersama & mudah mudahan berhasil bersama.
12. Donatur ditergen (Liska), pemandu lab (Rika), juragan alzeta (Nanda & Leha), kelompok praktikum (Ria, Ifa, Alfi, Ghofar), driver grab (Rezki), si bawel (Ida) teman seloker (Adit), pejuang keras (Mahmud, Faqih, Ifah, Nurma, Firda, Arum), fotografer (Dienda), pendiam (Risa, Dian, Ica, Ana(alm)), para s3 (Sabrin, Beta, Eneng), pemecah telur (Fitri, Widya, Ririn, Imam, Taufiq, Tyas), duo centil (Anggi, Maryana), si gendut yang kurus (Erni), ter gg (Ibnu), parantau (Yusuf, Ina, Mursyid) dll. Saudara senasip Kimia 13 UIN Sunan Kalijaga, dulu kita tidak saling mengenal seiring berjalannya waktu ikatan itu terbentuk. Terima kasih atas apa-apanya selama ini dan selama besok. Persaudaraan kita tak berakhir disini.
13. Pendekar family (Ade, Ozan, Hendra, Putri, Syifa, Wakhi, Dyah, Anggi, Tika), meski hanya satu bukan kita hidup bersama, kenangan suka duka berhasil menyatukan kita.
14. Saudara sepenanggungan, Kang har, Mang Bobby, Aa' Aden, Aa' Agus, Pak Joko para senpai yang membimbingku dan mengarahkanku menjadi pribadi yang lebih dewasa,
15. Penjaga Rayya, Khotibul Umam, terima kasih telah merelakan motornya untuk dipakai penulis sehari – hari, sehingga penulis dapat menyeberangi kota jogja dari ringroad selatan ke utara.

16. Barisan para mantan; lutfi dan Aceng beserta anak buahnya, Nanang beserta staf madin yang bertugas, yang bekerja keras mengurus dan mensejahterakan rakyatnya
17. Pesaing kemerdekaan, Nopal, Hamdan, Najib, Wahid, Wahid lagi, Adib, Ridwan, Faqih, Faqih lagi, Piu, Awal, Sastro yang dengan penderitaan masing – masing dapat menyelesaikan tugasnya (ada yang belum) terus berjuang sampai titik darah penghabisan.
18. Crew kandang (Ocid, Son) yang telah disebutkan atau belum, yang kedata atau yang cuma numpang, sukron katsir..
19. Cadudu lovers yang telah mendoakan dan mengganggu kadang menggoda penjaganya, terimakasih telah menjadikan hidup lebih hidup.
20. Fostrad Jogja, selamat ulang tahun pertama. Bersamamu terukir kenangan indah yang terkenang selalu.
21. Andalusy 17, kita berjuang di jalan kita masing – masing
22. Penghuni pasca dengan segala keunikanya, Arif Rushman si juragan kuota dkk.
23. Yang hampir terlupa, seluruh penghuni Komplek L Rokhimakumullah terima kasih telah menjadi tetanggaku.
24. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Demi kesempurnaan skripsi ini, kritik dan saran sangat penulis harapkan. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia secara khusus.

Yogyakarta, 8 Maret 2018

Muhamad Imaduddin
13630054

DAFTAR ISI

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	II
NOTA DINAS KONSULTAN	III
PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	V
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	VI
MOTTO	VII
HALAMAN PERSEMBAHAN	VIII
KATA PENGANTAR.....	IX
DAFTAR ISI.....	XII
DAFTAR GAMBAR.....	XIV
DAFTAR TABEL	XV
ABSTRAK	XVI
BAB I PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUMUSAN MASALAH.....	4
C. BATASAN MASALAH.....	4
D. TUJUAN PENELITIAN.....	5
E. MANFAAT PENELITIAN.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
A. TINJAUAN PUSTAKA	6
B. LANDASAN TEORI	8
1. <i>Elektrolisis</i>	8
2. <i>Grafit</i>	11
3. <i>Limbah Cair Industri Tahu</i>	13
4. <i>Kinetika Kimia</i>	15
5. <i>Ammonia (NH₃)</i>	18
6. <i>Spektrofotometri UV-Vis</i>	21
7. <i>Adisi Standar</i>	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	25
B. ALAT-ALAT PENELITIAN.....	25
C. BAHAN PENELITIAN	25
D. CARA KERJA PENELITIAN.....	26

1. Analisis desain sel konverter untuk mengkonversi ammonia dalam perairan.....	26
2. Mengkaji keefektifan alat ketika digunakan untuk mengkonversi ammonia. 35	
3. Menguji Performa Implementasi Alat pada Sampel Real (Limbah Tahu).....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
A. ANALISIS DESAIN SEL KONVERTER UNTUK MENGGONVERSI AMMONIA DALAM PERAIRAN.	37
B. MENGGAJI KEEFEKTIFAN ALAT KETIKA DIGUNAKAN UNTUK MENGGONVERSI AMMONIA	41
C. UJI PERFORMA IMPLEMENTASI ALAT PADA SAMPEL REAL (LIMBAH TAHU).....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
A. KESIMPULAN.....	46
B. SARAN	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Gambar struktur karbon.....	12
Gambar III.1 Rangkaian Sel Konverter	26
Gambar III.2 Variasi Desain Elektroda.....	28
Gambar III.3 Mekanisme Reaksi Kimia Pembentukan Kompleks Indofenol ...	33
Gambar III.4 Grafik Penentuan λ maks dari larutan indofenol.....	34
Gambar IV.1 Grafik hubungan % Konversi Ammonia Vs Waktu	38
Gambar IV.2 Grafik Hubungan % Konversi Ammonia Vs Waktu	42
Gambar IV.3 Grafik Absorbansi Vs Volume Standar Sampel Limbah Tahu... 44	
Gambar V.1 Hasil Uji UV-Vis Desain A.....	51
Gambar V.2 Hasil UV-Vis Desain B	52
Gambar V.3 Hasil UV-Vis Desain C	53
Gambar V.4 Hasil UV-Vis Desain D.....	54
Gambar V.5 Hasil UV-Vis Variasi Waktu.....	55
Gambar V.6 Hasil UV-Vis Sampel Limbah Tahu	56
Gambar V.7 Grafik Absorbansi Vs Volume Standar Desain A.....	57
Gambar V.8 Grafik Absorbansi Vs Volume Standar Desain B	57
Gambar V.9 Grafik Absorbansi Vs Volume Standar Desain C	58
Gambar V.10 Grafik Absorbansi Vs Volume Standar Desain D.....	58
Gambar V.11 Grafik Absorbansi Vs Volume Standar Variasi waktu	59
Gambar V.12 Grafik Orde 1.....	63
Gambar V.13 Grafik Orde 2.....	64
Gambar V.14 Grafik Orde 3.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Karakteristik Limbah Cair Tahu (<i>Whey</i>).....	15
Tabel IV.1 Analisis Menggunakan Anova: Two-Factor Without Replication ($\alpha=0,01$)	37
Tabel IV.2 Hasil Pengamatan Penentuan Orde Reaksi Ammonia.....	43
Tabel V.1 Penentuan Konsentrasi Ammonia Desain A.....	60
Tabel V.2 Penentuan Konsentrasi Ammonia Desain B	60
Tabel V.3 Penentuan Konsentrasi Ammonia Desain C	61
Tabel V.4 Penentuan Konsentrasi Ammonia Desain D	61
Tabel V.5 Penentuan Konsentrasi Ammonia Sampel Limbah Tahu	61
Tabel V.6 Penentuan Konversi Ammonia	62
Tabel V.7 Penentuan Konversi Ammonia Variasi Waktu	62
Tabel V.8 Penentuan Konversi Ammonia Sampel Limbah Tahu.....	62
Tabel V.9 Konversi Konsentrasi pada Setiap Orde Reaksi.....	63

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRAK

OPTIMASI DESAIN ELEKTRODA SEL KONVERTER TERHADAP HASIL KONVERSI AMMONIA TERLARUT DALAM SISTEM PERAIRAN

Oleh:

Muhamad Imaduddin

13630054

Pembimbing

Karmanto, M. Sc.

Telah dilakukan penelitian tentang optimasi desain elektroda sel konverter terhadap hasil konversi ammonia terlarut dalam sistem perairan. Penelitian ini dilakukan pada limbah ammonia buatan dan limbah real dari salah satu industri tahu di Kabupaten Bantul DIY. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis desain sel konverter, mengkaji keefektifan alat ketika digunakan untuk mengkonversi ammonia, serta menguji performa alat pada sampel real (limbah tahu).

Analisis desain dilakukan dengan sel konverter yang divariasikan jumlah anoda-katodanya. Desain yang digunakan adalah desain A, B, C dan D dengan perbandingan anoda-katoda 3:2, 2:3, 4:1 dan 1:4. Waktu yang digunakan untuk tiap desain adalah 10, 30, dan 60 menit. Hasil konversi yang didapat kemudian dianalisis dengan metode Anova. Keefektifan alat diuji dengan variasi waktu 0, 1, 5, 10, 30, dan 60 menit, orde reaksi dari ammonia ditentukan untuk menentukan tetapan laju konversi yang terjadi. Uji performa dilakukan menggunakan desain B (2 anoda dan 3 katoda) dengan sampel limbah real (limbah tahu). Konsentrasi ammonia diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan metode indofenol dan metode adisi standar.

Hasil yang didapatkan adalah variasi desain sel konverter menunjukkan perbedaan yang signifikan antara desain satu dengan desain yang lain, dimana hasil konversi terbesar didapatkan dari desain A yang menggunakan 3 anoda dan 2 katoda. Reaksi elektrolisis ammonia berlangsung mengikuti orde 3 dengan tetapan laju reaksi sebesar $3 \cdot 10^{-08} \text{ ppm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, dimana dalam waktu 1 jam ammonia terkonversi 37,88%. Uji performa alat pada sampel limbah tahu menunjukkan bahwa sel konverter yang digunakan dapat mengurangi limbah real (limbah tahu) dimana ammonia dapat terkonversi sebesar 31,84%.

Kata kunci : Elektroisis, ammonia, adisi standar, desain sel konverter,

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan komponen lingkungan yang penting bagi kehidupan karena merupakan komponen utama yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan makhluk di bumi, sehingga tidak akan ada kehidupan seandainya tidak ada air. Air merupakan unsur terbesar yang menyusun tubuh manusia. Manusia dapat bertahan hidup tanpa makanan selama berminggu-minggu tetapi manusia akan mati jika tidak ada air untuk memenuhi kebutuhannya. Air yang menyusun sekitar 70% dari permukaan bumi tidak dapat dimanfaatkan langsung untuk memenuhi kebutuhan manusia. Manusia membutuhkan air dengan kondisi yang benar, baik kualitas maupun kuantitasnya. Air bersih sangat didambakan manusia, baik untuk memenuhi kebutuhan tubuh sehingga terhindar dari dehidrasi, untuk sarana rekreasi, maupun untuk keperluan industri.

Saat ini masalah utama yang dihadapi oleh manusia adalah kebutuhan akan air yang meningkat sementara kualitas air terus menurun, penurunan kualitas air tersebut dapat menimbulkan gangguan dan bahaya bagi manusia dan makhluk hidup lain. Penyebab utamanya berasal dari kegiatan manusia sendiri yang menghasilkan limbah yang dibuang atau terbuang ke perairan tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu sehingga mencemari dan merusak perairan tersebut. Misalnya industri tahu yang menghasilkan limbah yang mengandung berbagai bahan organik diantaranya ammonia.

Ammonia merupakan senyawa nitrogen yang mudah larut dalam air dan bersifat basa sehingga membentuk ammonium hidroksida, selain itu ammonia menimbulkan bau yang tidak sedap dan ammonia sangat beracun bagi biota air, terutama ikan.

Tumbuhan enceng gondok dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi ammonia dalam air limbah secara signifikan dengan waktu yang diperlukan agar hasil yang didapatkan maksimal adalah 6 hari (Zaman dan Sutrisno, 2006). Meski hasil yang didapat maksimal penggunaan tanaman enceng gondok dianggap kurang cepat dalam menyerap kadar ammonia karena membutuhkan waktu berhari – hari. Penghilangan bau ammonia dapat dilakukan dengan teknik biofilter di mana mikroorganisme aktif terimobilisasi secara alami dalam bahan pengisinya untuk mengoksidasikan ammonia menjadi nitrat (Yani dkk., 2013) cara ini relatif sulit karena harus mengkondisikan mikroorganisme pada lingkungan tertentu untuk mendapatkan hasil yang optimal dari pertumbuhan mikroorganisme tersebut.

Penelitian tentang pengolahan limbah ammonia dengan elektrolisis sudah dilakukan oleh beberapa orang diantaranya Indah Riwayati dan Ratnawati (2010) yang meneliti penurunan kandungan ammonia dalam air dengan teknik elektrolisis. Dalam penelitian tersebut digunakan elektroda platina sebagai anoda dan stainless steel sebagai katoda. Metode elektrolisis sangat efektif untuk menurunkan kandungan ammonia dalam air namun harga platina yang relatif mahal menyebabkan biaya pembuatan dan resiko kehilangannya besar jika diterapkan untuk skala besar. Riwayati (2010) telah meneliti tentang elektrolisis ammonia dari limbah pabrik pupuk

hasil dari elektrolisis ammonia yang berupa hidrogen dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi.

Ridaningtyas dkk. (2013) dalam penelitiannya tentang pengolahan limbah cair industri percetakan, karbon dapat digunakan sebagai elektroda dalam elektrolisis. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah kualitas limbah cair meningkat setelah dilakukan elektrolisis dengan elektroda karbon. Nilai kekeruhan menurun sebesar 99,40%, COD menurun sebesar 91,08% dan konsentrasi logam Mn menurun sebesar 87,85%. Karena itu karbon dapat digunakan sebagai alternatif pengganti platina karena efektifitas karbon untuk meningkatkan kualitas limbah sangat besar. Kadar ammonia belum diukur dan dalam penelitian ini hanya digunakan sepasang elektroda dan belum dikaji efek dari penggunaan beberapa pasang elektroda.

Kebutuhan akan alat pengolahan limbah ammonia dalam perairan yang mudah digunakan, sederhana, efektif dan murah menjadi alasan peneliti melakukan optimasi desain elektroda sel konversi terhadap hasil konversi ammonia dalam sistem perairan dengan menggunakan beberapa pasang elektroda. Metode elektrolisis digunakan karena hasil yang diperoleh bagus dan waktu yang dibutuhkan untuk menkonversi ammonia relatif cepat. Elektroda yang digunakan adalah elektroda karbon-karbon. Dari segi ekonomisnya elektroda karbon jauh lebih murah dan mudah didapatkan dari pada elektroda platina.

B. Rumusan Masalah

Dari uraian di atas dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengoptimalkan sel konverter yang dapat digunakan untuk mengatasi limbah ammonia.
2. Bagaimana pengaruh variasi desain sel konverter terhadap hasil konversi limbah ammonia yang diperoleh?
3. Bagaimana keefektifan alat untuk mengkonversi limbah ammonia?
4. Bagaimana performa alat ketika diimplementasikan pada sampel real (limbah tahu)?

C. Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini tidak meluas, maka diambil batasan masalah sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode elektrolisis.
2. Elektroda yang digunakan untuk elektrolisis adalah elektroda karbon berjumlah 5.
3. Digunakan limbah ammonia buatan dan limbah asli dari pabrik tahu.
4. Digunakan garam NaCl sebagai pembuat larutan elektrolit.
5. Waktu yang digunakan untuk proses elektrolisis maksimal satu jam

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis desain sel konverter untuk mengkonversi ammonia dalam perairan.
2. Mengkaji keefektifan alat ketika digunakan untuk mengkonversi ammonia
3. Menguji performa desain alat ketika diimplementasikan pada sampel real (limbah tahu).

E. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat diantaranya:

1. Dengan menguji beberapa variasi desain sel konverter dapat diketahui desain mana yang mempunyai kemampuan untuk mengkonversi limbah ammonia paling besar.
2. Dengan mengkaji keefektifan alat dapat diketahui waktu yang dibutuhkan untuk menanggulangi limbah ammonia
3. Dengan uji performa yang dilakukan, dapat diketahui kinerja alat untuk mengatasi limbah yang sesungguhnya

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan:

1. Variasi desain sel konverter menunjukkan hasil konversi ammonia yang berbeda-beda. Hasil konversi terbesar didapat dari variasi desain A dimana digunakan 3 anoda dan 2 katoda. Faktor dominan yang mempengaruhi hasil konversi ammonia adalah banyaknya katoda yang digunakan.
2. Hasil elektrolisis ammonia dengan menggunakan sel konverter desain B memberikan gambaran bahwa reaksi konversi ammonia berjalan menurut laju reaksi orde 3 dengan konstanta laju reaksi sebesar $3 \cdot 10^{-08} \text{ ppm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, dimana dalam waktu 1 jam ammonia terkonversi 37,88%.
3. Uji performa implementasi alat pada sampel limbah tahu menunjukkan bahwa sel konverter yang digunakan dapat mengurangi limbah real (limbah tahu), ammonia dapat terkonversi sebesar 31,84%.

B. Saran

1. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut tentang aplikasi alat terhadap limbah real karena kandungan lain dari limbah yang terlalu kompleks.
2. Dapat dilakukan variasi jumlah elektroda yang lebih banyak untuk melihat hasil konversi yang dihasilkan.
3. Dapat dilakukan uji ketahanan elektroda karbon ketika digunakan dalam waktu yang lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Rukaesih. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta : ANDI.
- Anderson, R. 1987. *Sample Pretreatment and Separation*. New York : John Wiley and Sons, Inc.
- Bonnin, E.P., Biddinger, E. J., dan Botte, G.G., (2008), "Effect of Catalyst on Electrolysis of Ammonia Effluents", *Journal of Power Sources*, 182, hal. 284-290.
- Chang, Raymond. 2004. *Kimia Dasar Konsep – Konsep Inti Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Djaja, I Made dan Maniksulistya, Dwi. 2006. *Gambaran Pengelolaan Limbah Cair di Rumah Sakit X Jakarta Februari 2006*. Universitas Indonesia. Makara, Kesehatan, VOL. 10, No. 2, Desember 2006: 60-63.
- Djuharuningrum, Tyas. 2005. *Uji Validasi Unsur Cudalam Larutan Standar Referensi material Menggunakan Metode Adisi dengan Spektroskopi Serapan Atom*.
- Dogra, S.K dan S.Dogra.1990.*Kimia Fisik dan Soal-Soal*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Duka, S. Dan Cullaj, A., 2010. *An Optimal Procedure for Ammonia Nitrogen Analysis in Natural Water Using Indophenol Blue Method*. *Nature Montenegrina*. 9(3): 743-751.
- Ekasari, Silvia. 2011. *Penyisihan Ammonia dari Air Limbah Menggunakan Gabungan Proses Membran dan Oksidasi Lanjut dalam Reaktor Hibrida Ozon-Plasma Menggunakan Larutan Penyerap Asam Sulfat*. [Tesis Ilmiah]. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Hasan, Iqbal. 2003. *Pokok-Pokok Materi Statistik 2 (Statistik Inferensial)*. Jakarta: Bumi Aksara
- Hendayana, et al. 1994. *Kimia Analitik Instrumen edisi kesatu*. Semarang. IKIP Semarang Press.
- Huang, X., Qu, Y., A. Cid, C., Finke, C., Hoffmann M. R., Lim, K., Jiang, S. C. 2016. *Electrochemical Disinfection of Toilet Wastewater Using Wastewater Electrolysis Cell*. *Water Research* 92 (2016) 164-172.
- Hudha, M. I., Jimmy, Muyassaroh. (2014). *Studi Penurunan COD dan TSS Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Proses Elektrokimia*. Prosiding Seminar Nasional Kimia, ISBN : 978-602-0951-00-3
- Jorgensen, T.C., (2002), "Removal of Ammonia from Wastewater by Ion Exchange in the Presence of Organic Compounds", Master Thesis, University of Canterbury, Chistchurch, Australia.

- Kim, K.W., Kim, Y.J., Kim, I.T., Park, G., dan Lee, E.H., (2006), "Electrochemical Conversion Characteristics of Ammonia to Nitrogen", *Water Research*, 40, hal. 1431-1441.
- Khopkar. S, M. 2010. *Konsep Dasar Kimia Analit Cetakan Pertama*. Jakarta : UI Press.
- Metcalf dan Eddy, Inc, 2003. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. McGraw-Hill, Inc: USA.
- Oxtoby, dkk. 2001. *Prinsip-prinsip Kimia Modern Edisi Keempat jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Park, Ga-eun, Oh, Ha-na, dan Ahn, Samyoung. 2009. *Improvement of the Ammonia Analysis by the Phenate Method in Water and Wastewater*. Bull. Korean Chem. Soc. Vol. 30, No. 9
- Ratnawati, Sumarno, Nugroho, A. 2010. *Konversi Elektrokimia Ammonia Menjadi Hidrogen*. TEKNIK – Vol. 31 No. 2 Tahun 2010, ISSN 0852-1697.
- Ridaningtyas, Y.W., Widodo, D.S., Hastuti, Rum. 2013. *Pengolahan Limbah Cair Industri Percetakan Secara Elektrolisis dengan Elektroda Karbon/Karbon*. Chem Info Vol 1, No 1, Hal 51 – 58.
- Riduwan. 2008. *Dasar-dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Riwayati, I., Ratnawati. 2010. *Penurunan Kandungan Ammonia dalam Air dengan Teknik Elektrolisis*. *Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses 2010* ISSN : 1411-4216.
- Riwayati, Indah. 2010. *Waste to Energy : Recovery dan elektrolisa Ammonia dari Limbah Pabrik Pupuk untuk Menghasilkan Hidrogen*. Momentum, Vol. 6, No. 1, April 2010 : 27 – 32.
- Riyanto. 2013. *Elektrokimia dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Saito, Taro. 2004. *Buku Teks Kimia Anorganik Online*. Kanagawa University: Tokyo.
- Skoog, D., A West, D., dan Holer, F.J. 1993. *Principle of Instrumental Analysis 6th Ed*. Souders Collage Pub : Philadelpia.
- Sugiyarto, Kristian H. 2003. *Kimia anorganik II*. Yogyakarta : Jurusan Kimia FMIPA UNY.
- Sulistyaningrum, et.al. 2014. *Perbandingan Metode Kalibrasi dan Adisi Standar untuk Penentuan Timbal Terlarut dalam Air Bak Kontrol Candi Borobudur secara Spektrofotomeri Serapan Atom*.
- Suriansyah, et. Al. 2013. *Perbandingan Metode Kurva Kalibrasi dan Metode adisi Standar pada Pengukuran Merkuru dalam Air yang Memiliki Kandungan Senyawa Organik Tinggi Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom*.

- Tri A., Maria. (2006). *Modifikasi Glassy Carbon Dan Grafit dengan Teknik Elektrodeposisi Iridium Oksida untuk Aplikasi Sebagai Elektroda Sensor Merkuri*. Karya Utama Sarjana Kimia. Departemen Kimia. FMIPA-UI.
- Trisnawati, E. dan Mujtahid. (-). *Pengaruh PH dan Konsentasi Ion Klorida terhadap Elektrolisis Ammonia*. Universitas Diponegoro Semarang.
- Vitse, F., Cooper, M., dan Botte, G.G., (2005), "On the Use of Ammonia Electrolysis for Hydrogen Production", *Journal of Power Sources*, 142, hal. 18-26.
- Widodo, D.S., Gunawan, Kristanto, W.A. 2008. *Elektroremediasi Perairan Tercemar: Penggunaan Grafit pada Elektrokolorisasi Larutan Remazol Black B*. J. Kim. Sains & Apl. Vol. XI. No. 3 Desember 2008.
- Yan, L., Liang, L., dan Goel, R., (2009), "Kinetic Study of Electrolytic Ammonia Removal Using Ti/IrO₂ as Anoda Under Different Experimental Conditions", *Journal of Hazardous Materials*, 161, 1010-1016.
- Yani, M., Nurcahyani P.R., Rahayuningsih M. 2013. *Penghilangan Bau Ammonia Menggunakan Teknik Biofilter dengan Bahan Pengisi Korat dan Arang Aktif yang Diinokulasi dengan Bakteri Pengoksidasi Ammonia*. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 23 (1):22-29
- Yuliwarni. 2010. *Deteksi Ion As³⁺ dan As⁵⁺ pada Elektroda Karbon dengan Metode Anodic Stripping Voltammetry*. Tesis FMIPA UI Depok.
- Zaman, B., Sutrisno E. 2006. *Kemampuan Penyerapan Eceng Gondok terhadap Ammoniak dalam Limbah Rumah Sakit Berdasarkan Umur dan Lama Kontak (Studi Kasus: RS Panti Wilasa, Semarang)*. *Jurnal Presipitasi*. Vol.1 No.1 September 2006, ISSN 1907-187X.
- Zhou, L. dan Cheng, Y. F., (2008), "Catalytic Electrolysis of Ammonia on Platinum in Alkaline Solution for Hydrogen Generation", *International Journal of Hydrogen Energy*, 33, hal. 5897-5904.

LAMPIRAN

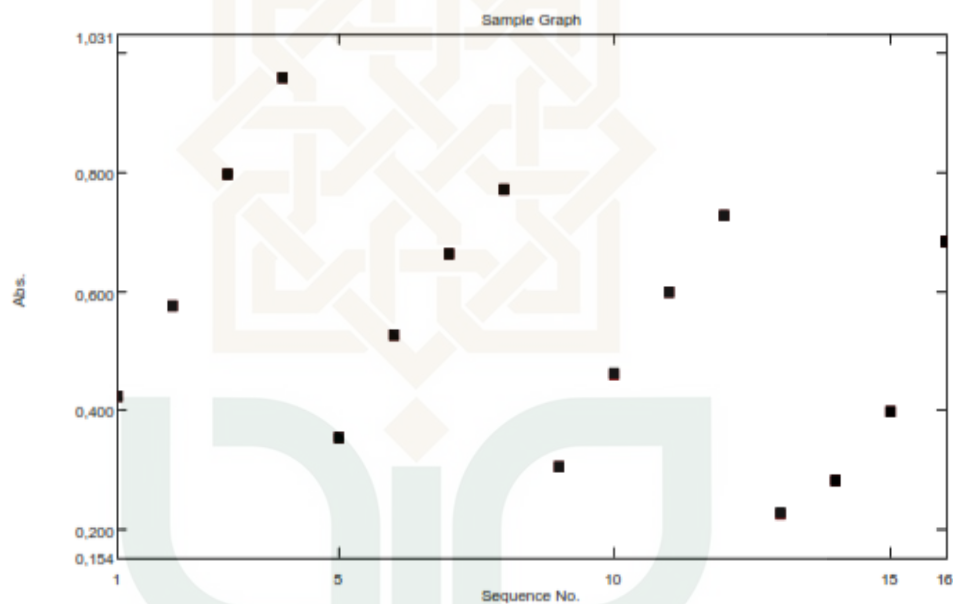
Lampiran 1. Hasil Absorbansi

A. Desain A

Sample Table Report

13/02/2018 13.50.41

File Name: D:_skripsinan\lampiran\v1 t10,30,60.unk



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	WL632,0	WL631,5	Comments
1	v1.10.0	Unknown		0,424	0,424	
2	v1.10.1	Unknown		0,577	0,576	
3	v1.10.3	Unknown		0,797	0,797	
4	v1.10.4	Unknown		0,955	0,955	
5	v1.110.0	Unknown		0,354	0,354	
6	v1.110.1	Unknown		0,525	0,525	
7	v1.110.2	Unknown		0,664	0,664	
8	v1.110.3	Unknown		0,773	0,773	
9	v1.130.0	Unknown		0,307	0,306	
10	v1.130.1	Unknown		0,462	0,461	
11	v1.130.2	Unknown		0,600	0,599	
12	v1.130.3	Unknown		0,725	0,725	
13	v1.160.0	Unknown		0,225	0,227	
14	v1.160.1	Unknown		0,254	0,253	
15	v1.160.2	Unknown		0,400	0,399	
16	v1.160.4	Unknown		0,655	0,654	
17						

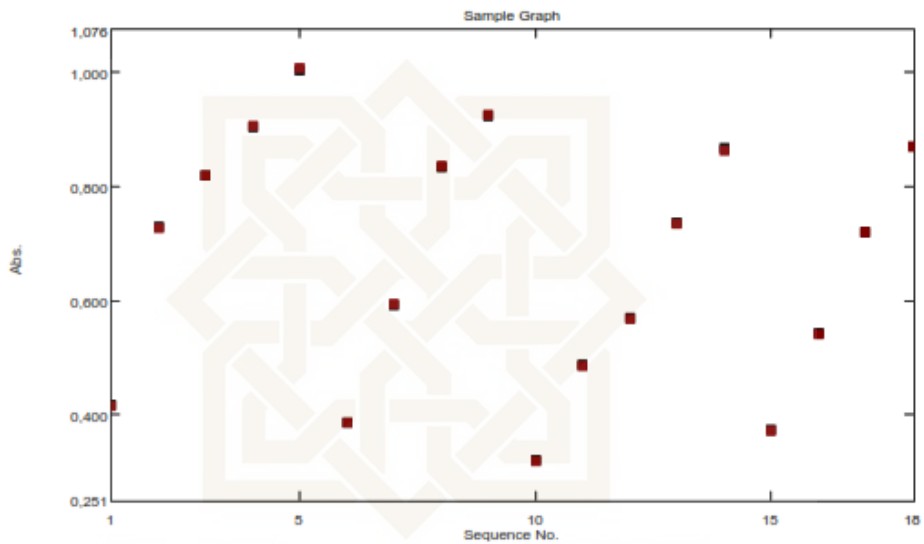
Gambar 0.1 Hasil Uji UV-Vis Desain A

B. Desain B

Sample Table Report

13/02/2018 13.51.19

File Name: D:_skripsinan\lampiran\V2 t10,30,60.unk



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	WL634,5	WL632,0	Comments
1	v2.0.0	Unknown		0,417	0,415	
2	v2.0.1	Unknown		0,729	0,729	
3	v2.0.2	Unknown		0,520	0,520	
4	v2.0.3	Unknown		0,905	0,906	
5	v2.0.4	Unknown		1,004	1,007	
6	v2.10.0	Unknown		0,366	0,366	
7	v2.10.1	Unknown		0,593	0,594	
8	v2.10.3	Unknown		0,635	0,637	
9	v2.10.4	Unknown		0,923	0,926	
10	v2.30.0	Unknown		0,322	0,320	
11	v2.30.1	Unknown		0,457	0,466	
12	v2.30.2	Unknown		0,370	0,367	
13	v2.30.3	Unknown		0,735	0,735	
14	v2.30.4	Unknown		0,667	0,664	
15	v2.60.0	Unknown		0,375	0,373	
16	v2.60.1	Unknown		0,543	0,542	
17	v2.60.2	Unknown		0,721	0,721	
18	v2.60.3	Unknown		0,669	0,671	

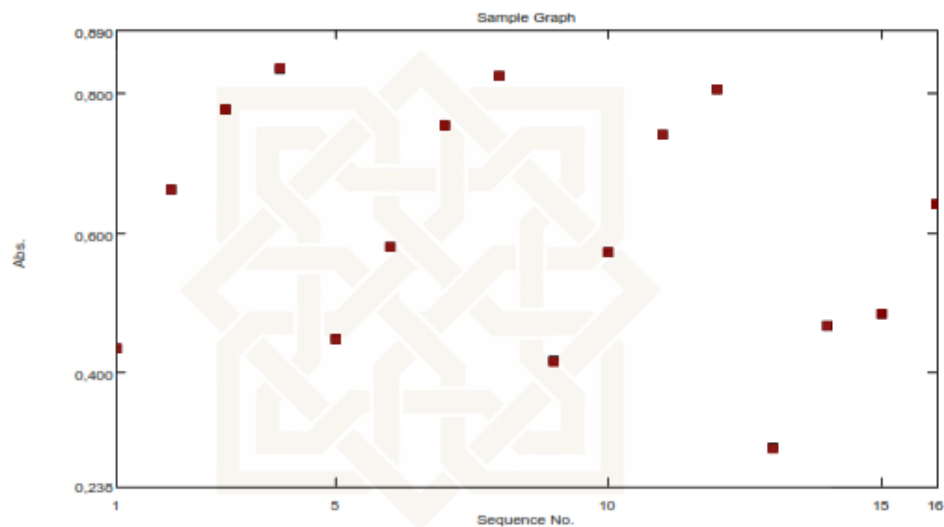
Gambar 0.2 Hasil UV-Vis Desain B

C. Desain C

Sample Table Report

13/02/2018 13.51.49

File Name: D:_skripsinan\lampiran\w3 t 10.30.60.unk



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	WL632,5	WL632,0	Comments
1	v3.t0.0	Unknown		0,435	0,435	
2	v3.t0.1	Unknown		0,663	0,662	
3	v3.t0.2	Unknown		0,775	0,775	
4	v3.t0.3	Unknown		0,835	0,835	
5	v3.t10.0	Unknown		0,449	0,448	
6	v3.t10.1	Unknown		0,500	0,500	
7	v3.t10.2	Unknown		0,753	0,753	
8	v3.t10.3	Unknown		0,624	0,624	
9	v3.t30.0	Unknown		0,417	0,417	
10	v3.t30.1	Unknown		0,572	0,572	
11	v3.t30.2	Unknown		0,740	0,740	
12	v3.t30.3	Unknown		0,606	0,606	
13	v3.t60.0	Unknown		0,293	0,292	
14	v3.t60.1	Unknown		0,467	0,467	
15	v3.t60.2	Unknown		0,485	0,485	
16	v3.t60.3	Unknown		0,641	0,641	
17						

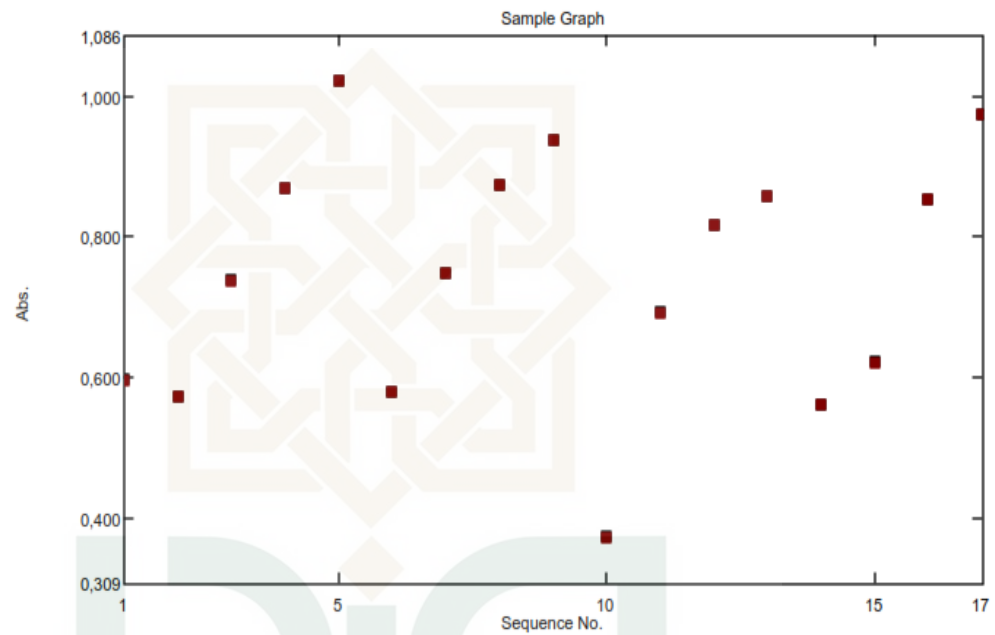
Gambar 0.3 Hasil UV-Vis Desain C

D. Desain D

Sample Table Report

13/02/2018 13.52.14

File Name: D:_skripsinan\lampiran\V4 t10,30,60.unk



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	WL632,5	WL632,0	Comments
1	v4.t0.0	Unknown		0,597	0,596	
2	v4.t0.1	Unknown		0,573	0,572	
3	v4.t0.2	Unknown		0,739	0,738	
4	v4.t0.3	Unknown		0,869	0,869	
5	v4.t0.4	Unknown		1,021	1,021	
6	v4.t10.1	Unknown		0,580	0,580	
7	v4.t10.2	Unknown		0,748	0,748	
8	v4.t10.3	Unknown		0,874	0,874	
9	v4.t10.4	Unknown		0,938	0,938	
10	v4.t30.0	Unknown		0,374	0,373	
11	v4.t30.2	Unknown		0,693	0,693	
12	v4.t30.3	Unknown		0,818	0,818	
13	v4.t30.4	Unknown		0,857	0,857	
14	v4.t60.1	Unknown		0,562	0,561	
15	v4.r60.2	Unknown		0,622	0,621	
16	v4.t60.3	Unknown		0,854	0,854	
17	v4.t60.4	Unknown		0,975	0,975	

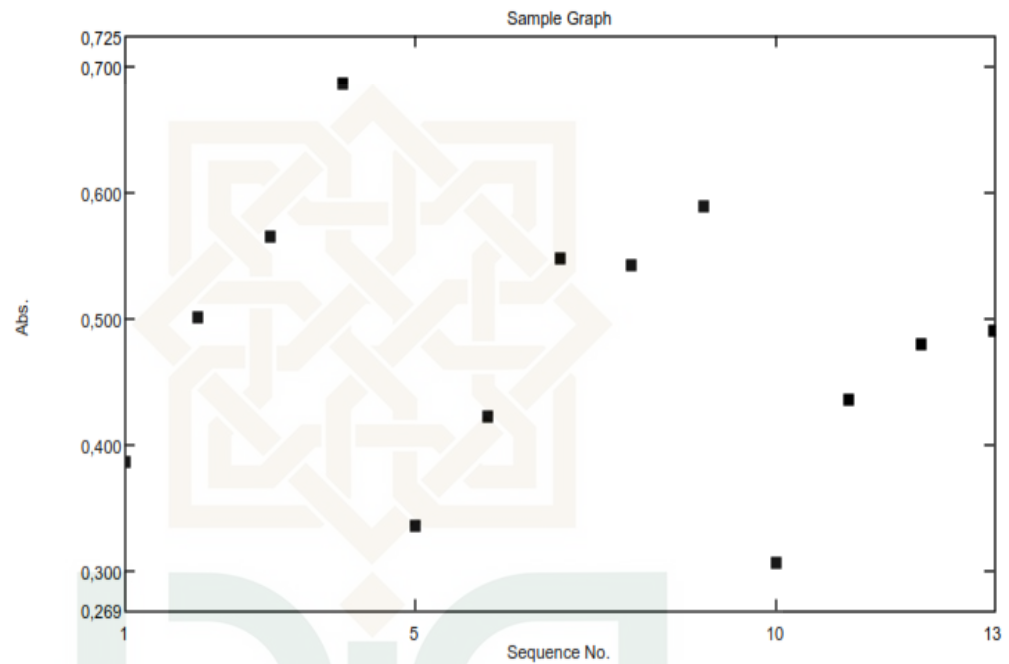
Gambar 0.4 Hasil UV-Vis Desain D

E. Variasi waktu

Sample Table Report

13/02/2018 13.53.12

File Name: D:_skripsinan\lampiran\Vt 1.5.unk



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	WL632,0	Comments
1	v2.t0.0	Unknown		0,387	
2	v2.t0.1	Unknown		0,501	
3	v2.t0.3	Unknown		0,565	
4	v2.t0.4	Unknown		0,687	
5	v2.t1.0	Unknown		0,335	
6	v2.t1.1	Unknown		0,423	
7	v2.t1.2	Unknown		0,549	
8	v2.t1.3	Unknown		0,543	
9	v2.t1.4	Unknown		0,589	
10	v2.t5.0	Unknown		0,307	
11	v2.t5.1	Unknown		0,436	
12	v2.t5.2	Unknown		0,480	
13	v2.t5.3	Unknown		0,490	
14					

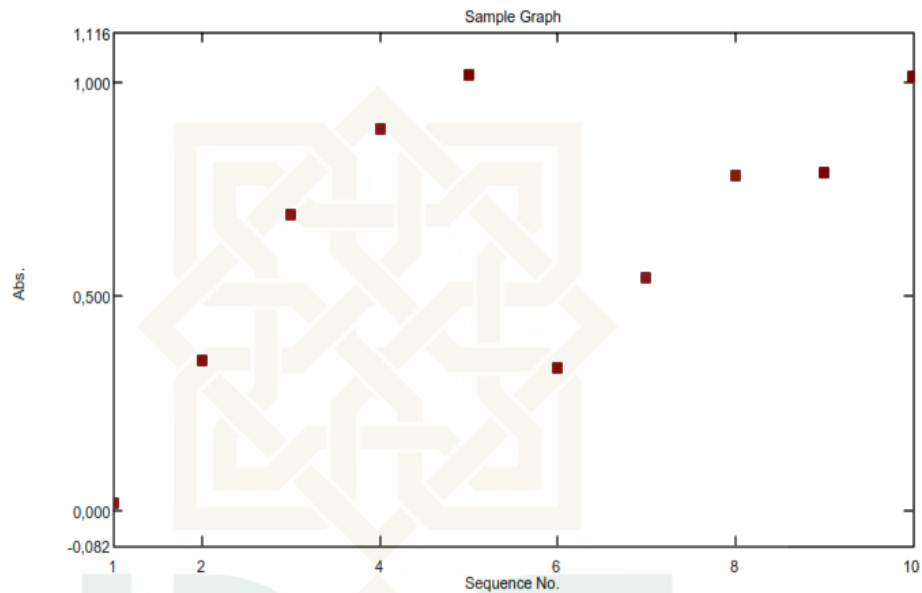
Gambar V.5 Hasil UV-Vis Variasi Waktu

F. Sampel Limbah Tahu

Sample Table Report

15/02/2018 15.42.21

File Name: C:\Users\User\AppData\Local\Temp\Rar\$DIa0.120\real.unk

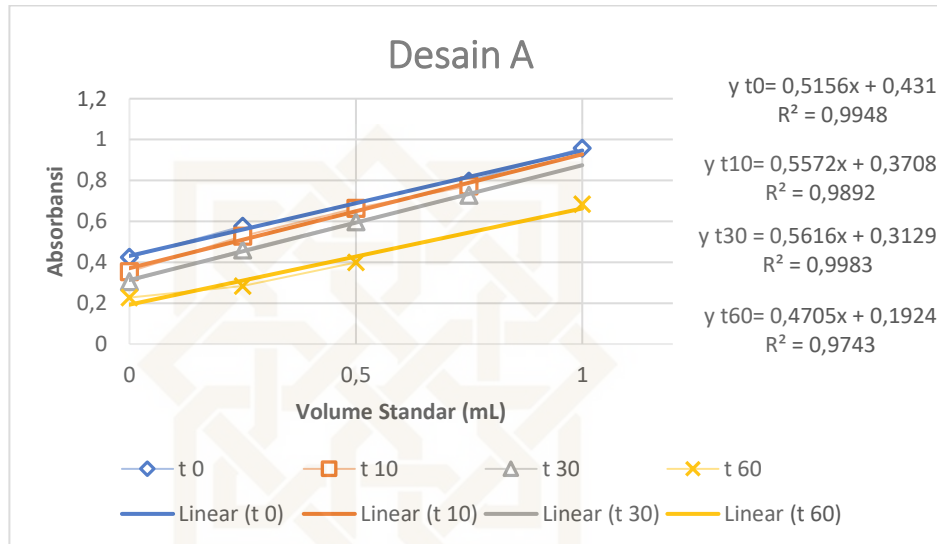


Sample ID	Type	Ex	WL631,5	WL632,0	Comments	
1	t0.fp10.0	Unknown		0,018	0,018	
2	t0.fp10.1	Unknown		0,351	0,352	
3	t0.fp10.2	Unknown		0,689	0,689	
4	t0.fp10.3	Unknown		0,891	0,891	
5	t0.fp10.4	Unknown		1,016	1,016	
6	60.0	Unknown		0,333	0,333	
7	60.1	Unknown		0,543	0,542	
8	60.2	Unknown		0,782	0,782	
9	60.3	Unknown		0,791	0,791	
10	60.4	Unknown		1,013	1,013	
11						

Gambar 0.6 Hasil UV-Vis Sampel Limbah Tahu

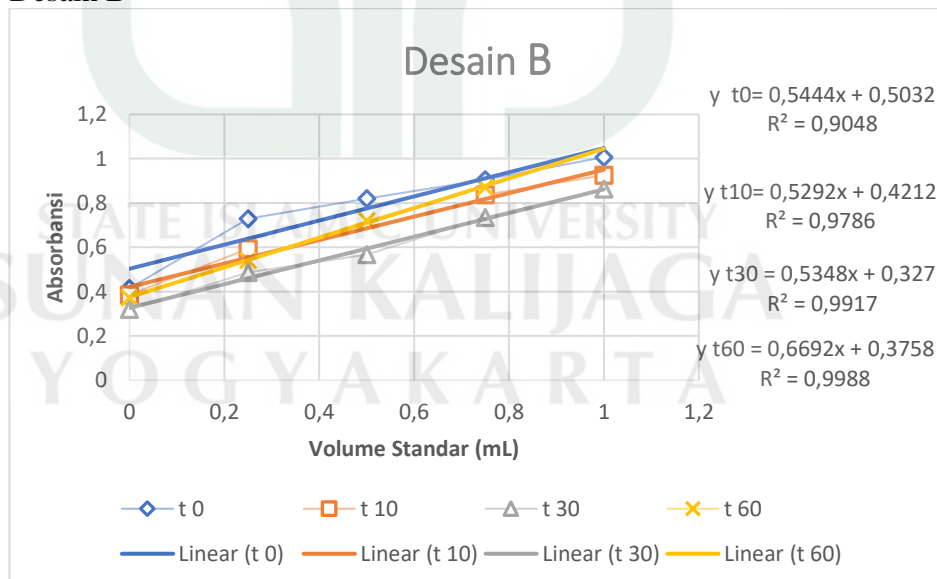
Lampiran 2. Grafik Hubungan Absorbansi Vs Volume Standar

A. Desain A



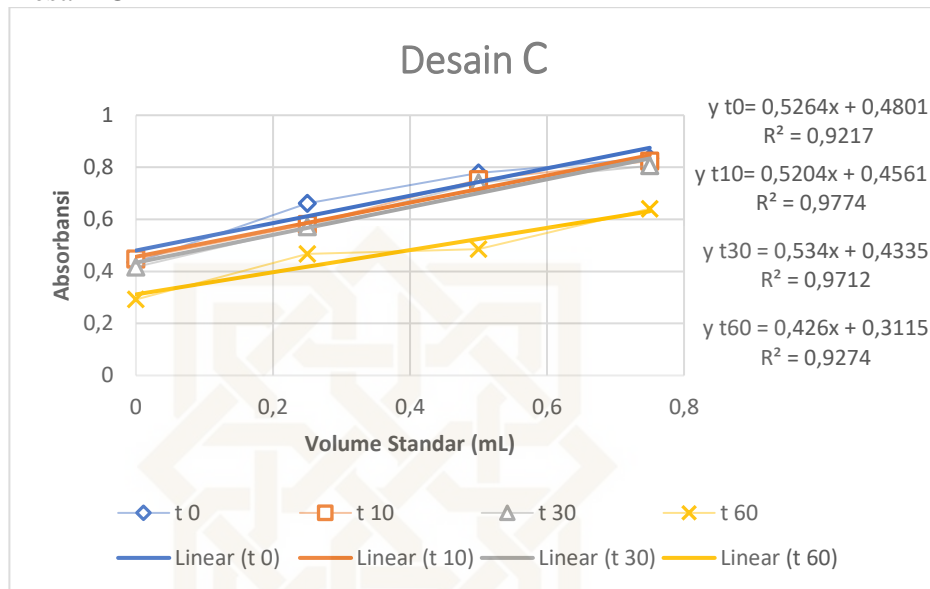
Gambar V.7 Grafik Absorbansi Vs Volume Standar Desain A

B. Desain B



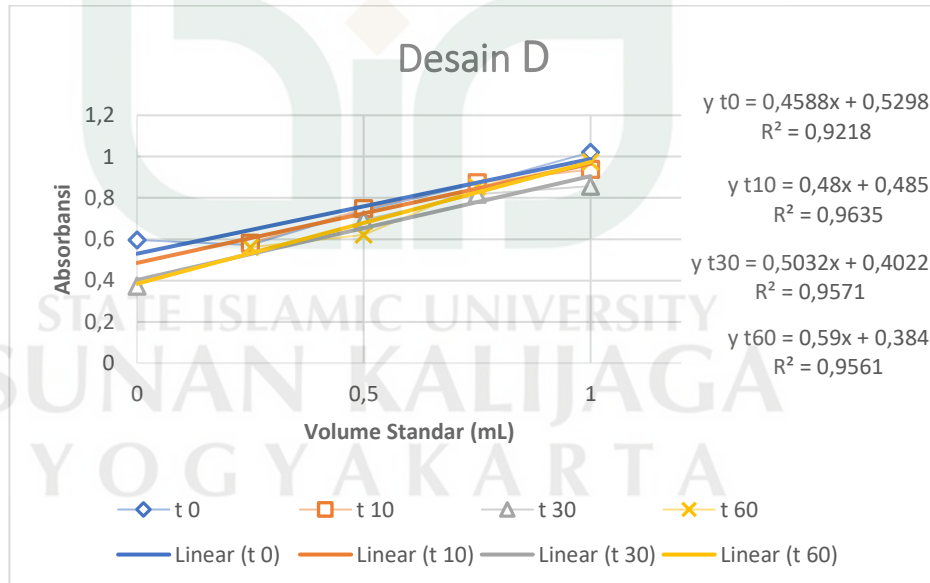
Gambar 0.8 Grafik Absorbansi Vs Volume Standar Desain B

C. Desain C



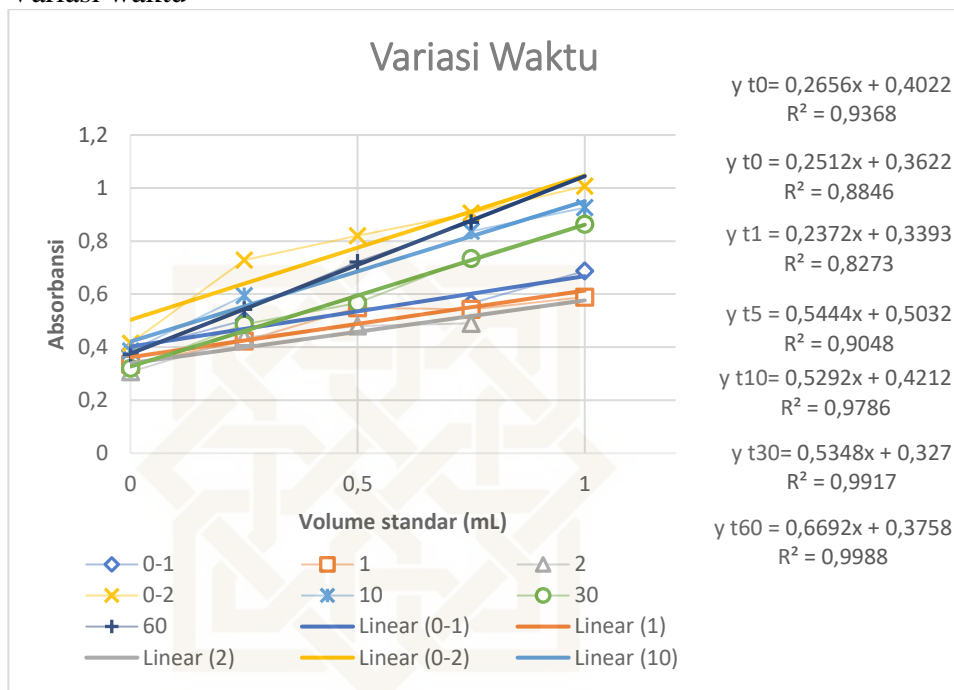
Gambar V.9 Grafik Absorbansi Vs Volume Standar Desain C

D. Desain D



Gambar V.10 Grafik Absorbansi Vs Volume Standar Desain D

E. Variasi waktu



Gambar 0.11 Grafik Absorbansi Vs Volume Standar Variasi waktu

C. Desain C

Tabel 0.3 Penentuan Konsentrasi Ammonia Desain C

Waktu (menit)	y	Konsentrasi (ppm)
0	$y = 0,5264x + 0,4801$	91,204
10	$y = 0,5204x + 0,4561$	87,644
30	$y = 0,534x + 0,4335$	81,180
60	$y = 0,426x + 0,3115$	73,122

D. Desain D

Tabel 0.4 Penentuan Konsentrasi Ammonia Desain D

Waktu (menit)	y	Konsentrasi (ppm)
0	$y = 0,4588x + 0,5298$	115,475
10	$y = 0,48x + 0,485$	101,042
30	$y = 0,5032x + 0,4022$	79,928
60	$y = 0,59x + 0,384$	65,085

E. Sampel Limbah Tahu

Tabel V.5 Penentuan Konsentrasi Ammonia Sampel Limbah Tahu

Waktu (menit)	y	Konsentrasi (ppm)
0	$y = 1,0144x + 0,0858$	8,458
60	$y = 0,6432x + 0,3708$	5,765

Lampiran 4. Penentuan Konversi Ammonia

% Konversi ammonia tiap variasi desain elektroda terhadap waktu

$$\% \text{ Konversi} = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100\% \dots\dots\dots (V.2)$$

Dimana C_0 = konsentrasi mula – mula
 C_t = konsentrasi pada waktu tertentu

A. Hasil dari % konversi ammonia setiap variasi desain setiap waktu

Tabel V.6 Penentuan Konversi Ammonia

	10 menit	30 menit	60 menit
V1	20,39%	33,35%	51,08%
V2	11,95%	32,36%	37,88%
V3	3,90%	10,99%	19,83%
V4	12,50%	30,78%	43,64%

B. Hasil dari % konversi ammonia tiap variasi waktu

Tabel V.7 Penentuan Konversi Ammonia Variasi Waktu

Waktu (menit)	y	% Konversi
0	$y = 0,5444x + 0,5032$	0,00%
1	$y = 0,2512x + 0,3622$	4,78%
5	$y = 0,2372x + 0,3393$	5,54%
10	$y = 0,5292x + 0,4212$	11,95%
30	$y = 0,5348x + 0,327$	32,36%
60	$y = 0,6692x + 0,3758$	37,88%

C. Sampel Limbah Tahu

Tabel 0.8 Penentuan Konversi Ammonia Sampel Limbah Tahu

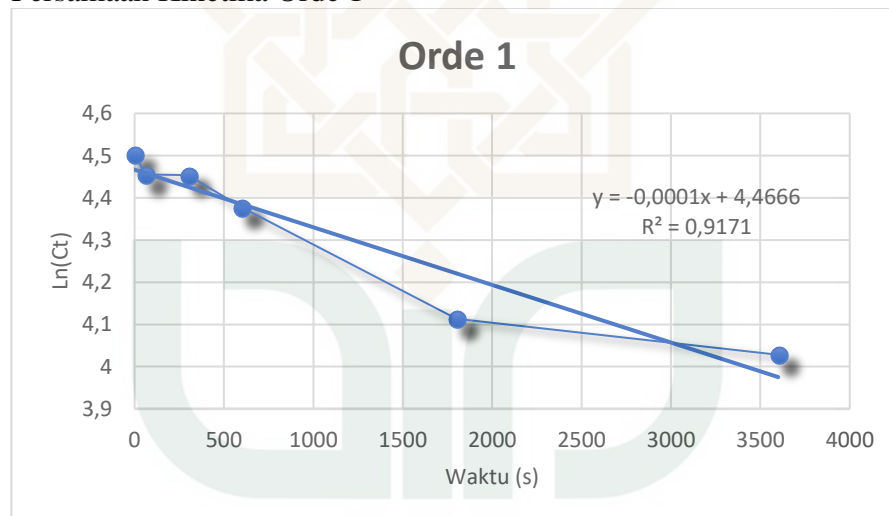
Waktu (menit)	% Konversi
0	0,00%
60	31,84%

Lampiran 4. Penentuan Orde reaksi dari Konversi Ammonia

Tabel 0.9 Konversi Konsentrasi pada Setiap Orde Reaksi

Waktu(s)	Ct (ppm)	Ln (Ct)	1/ Ct	1/(2x(Ct ²))
0	90,39	4,50413364	0,0110632	6,12 x 10 ⁻⁵
60	86,07	4,45516092	0,0116185	6,75 x 10 ⁻⁵
300	85,98	4,45411471	0,0116306	6,76 x 10 ⁻⁵
600	79,59	4,37688846	0,0125644	7,89 x 10 ⁻⁵
1800	61,14	4,11316632	0,0163559	13,36 x 10 ⁻⁵
3600	56,15	4,02802668	0,0178094	15,86 x 10 ⁻⁵

A. Persamaan Kinetika Orde 1



Gambar 0.12 Grafik Orde 1

Persamaan regresi linier reaksi orde 1

$$\ln(C) = \ln(C)_0 - kt$$

$y = ax + b$, dimana

$$y = -0,0001x + 4,4666$$

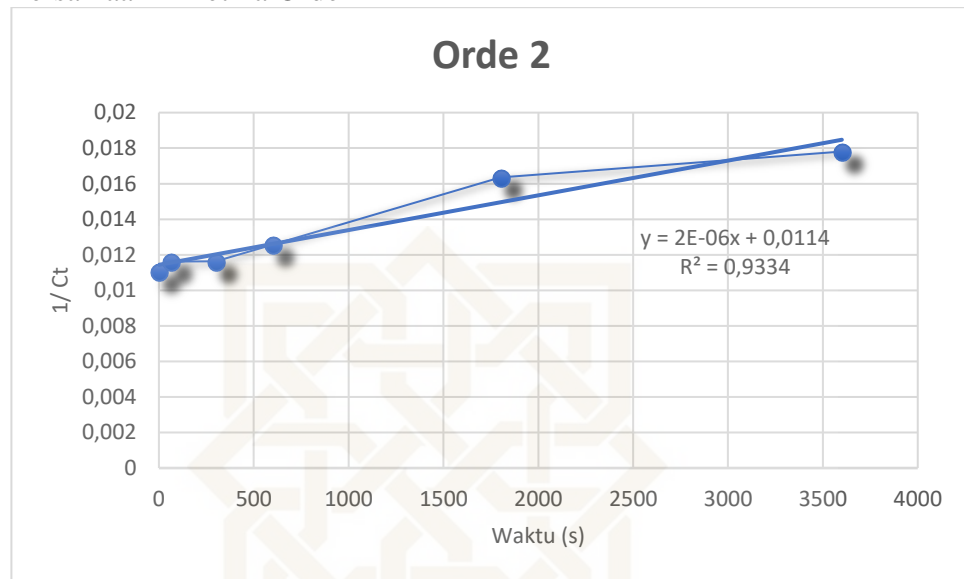
konstanta laju reaksi (k)

$$-k = -0,0001$$

$$k = 1.10^{-04} \text{ s}^{-1}$$

$$R^2 = 0,9171$$

B. Persamaan Kinetika Orde 2



Gambar V.13 Grafik Orde 2

Persamaan regresi linier reaksi orde 2

$$\frac{1}{[C]} = \frac{1}{[C]_0} + kt$$

$y = ax + b$, dimana

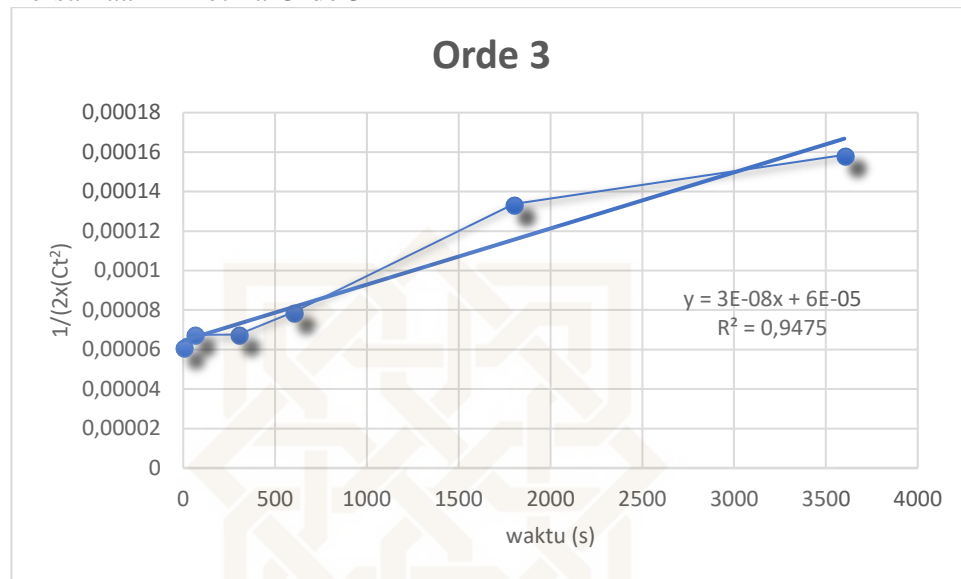
$$y = 2.10^{-06} x + 0,0114$$

konstanta laju reaksi (k)

$$k = 2.10^{-06} \text{ ppm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$R^2 = 0,9334$$

C. Persamaan Kinetika Orde 3



Gambar V.14 Grafik Orde 3

Persamaan regresi linier reaksi orde 3

$$\frac{1}{2 \cdot [C]^2} = \frac{1}{2 \cdot [C]_0^2} + kt$$

$y = ax + b$, dimana

$$y = 3 \cdot 10^{-08} x + 6 \cdot 10^{-05}$$

konstanta laju reaksi (k)

$$k = 3 \cdot 10^{-08} \text{ ppm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$R^2 = 0,9475$$

