

LAPORAN SKRIPSI

**PENGARUH SUHU KALSINASI PADA KARAKTERISASI
DAN AKTIVITAS KATALITIK *COBALT* (Co) DAN *CERIUM*
(Ce)**



**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan
Gelar Sarjana Pada Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Palembang**

Oleh :

Nurul Agustini 122017057P

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2020**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

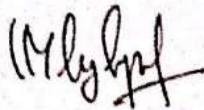
**PENGARUH SUHU KALSINASI PADA KARAKTERISASI DAN AKTIVITAS
KATALITIK *COBALT* DAN *CERIUM***

Oleh :

Nurul Agustini (12.2017.057P)

Disetujui Oleh :

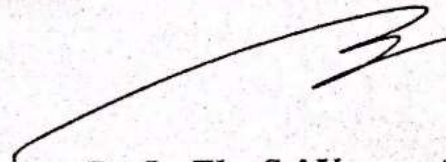
Pembimbing I



Dr. Mardwita, M.T.

NIDN : 0023038208

Pembimbing II

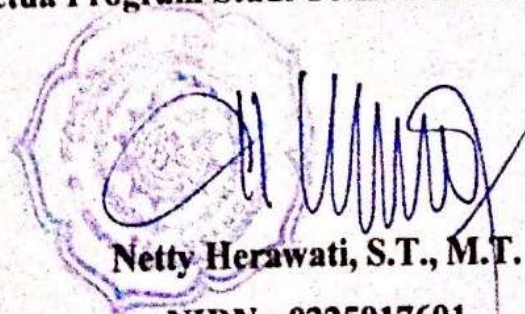


Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T.

NIDN : 0004046101

Mengetahui,

‡ Ketua Program Studi Teknik Kimia FT-UMP



Netty Herawati, S.T., M.T.
NIDN : 0225017601

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI
PENGARUH SUHU KALSINASI PADA KARAKTERISASI DAN AKTIVITAS
KATALITIK *COBALT* DAN *CERIUM*

Oleh :

Nurul Agustini

(12.2017.057P)

Telah diuji dihadapan tim penguji pada tanggal 15 Februari 2020
di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Tim Penguji :

1. **Dr. Mardwita, M.T.**
2. **Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T.**
3. **Ir. Legiso, M.Si**
4. **Heni Juniar, S.T., M.T.**

()
()
()
()

Menyetujui,

Dekan Fakultas Teknik UMP


Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T.
NIDN : 0227077004

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Kimia


Netty Herawati, S.T., M.T.
NIDN : 0225017601



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang 30623. Telp. (0711) 518764. Fax (0711) 519408
Terakreditasi B dengan SK Nomor : 396/BAN-PT/Akred/S/X/2014

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nama : Nurul Aguatini
NRP : 122017057P
Judul Tugas : **"Pengaruh Suhu Kalsinasi pada Karakterisasi dan Aktivitas Katalik Cobalt dan Cerium"**

Telah Mengikuti Ujian Sidang Sarjana Prodi Teknik Kimia Pada Tanggal Lima Belas Februari Tahun Dua Ribu Dua Puluh
Dinyatakan Lulus Dengan Nilai : A

Palembang, 15 Februari 2020

Ketua Tim Penguji

Ketua Panitia Ujian Tugas Akhir
Prodi Teknik Kimia

Dr. Mardwita, M.T.
NIDN : 0023038208

Netty Herawati, S.T., M.T.
NIDN : 0225017601

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Mardwita, M.T.
NIDN : 0023038208

Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T.
NIDN : 0004046101

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UMP

‡ Ketua Prodi Teknik Kimia UMP

Dr. Ir. Kgs. A. Roni, MT
NIDN : 0227077004

Netty Herawati, S.T., M.T.
NIDN : 0225017601

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Nurul Agustini
Tempat/Tanggal lahir : Palembang, 05 Agustus 1995
NIM : 1220170657P
Program Studi : Teknik Kimia
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah hasil karya saya dan disusun sendiri dengan sungguh-sungguh serta bukan merupakan penjiplakan karya orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima sanksi berupa pembatalan skripsi ini dan segala konsekuensinya.
2. Saya bersedia untuk menanggung segala bentuk tuntutan hukum yang mungkin timbul jika terdapat pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.
3. Memberikan hak kepada Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Palembang untuk menyimpan, alih media, mengelola dan menampilkan/ mempublikasikannya di media secara fulltext untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 15 Februari 2020



ABSTRAK

Pengaruh Suhu Kalsinasi Pada Karakterisasi Dan Aktivitas Katalitik *Cobalt (Co) Dan Cerium (Ce)*

(Nurul Agustini, 2020, 40 halaman, 4 tabel, 9 gambar, 1 lampiran)

Metana merupakan gas alam yang tepat sebagai pengganti bahan bakar minyak. Konversi metana tidak langsung adalah pembentukan gas alam menjadi syngas. Katalis cobalt dan cerium adalah dua katalis yang efektif untuk digunakan dalam proses konversi metana. Penelitian ini mempelajari Pengaruh Suhu Kalsinasi Pada Karakterisasi dan Aktivitas Katalitik Cobalt dan Cerium. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah klasinasi dimana Al_2O_3 sebagai support dalam pembuatan katalis. Suhu kalsinasi yang digunakan adalah $400^\circ C$. Tiga variasi jumlah katalis cobalt dan cerium yaitu 15wt%, 20wt%, dan 25wt%. Produk yang dihasilkan dianalisa menggunakan XRD dan dilakukan uji kinerja katalis. Hasil reaksi menunjukkan bahwa sebagian Co dan Ce terdispersi ke dalam Al_2O_3 . Dan untuk pengujian kinerja katalis pada variasi waktu tinggal $500^\circ C$ menghasilkan konversi metana sebesar 45,2% untuk katalis Co/Al_2O_3 dan 35,4% untuk Ce/Al_2O_3 .

Kata Kunci : Reaksi oksidasi metana, cobalt, cerium, impregnasi

ABSTRACT

The Effect Of Calcination Temperature On The Characterization And Catalytic Activity Of Cobalt (Co) And Cerium (Ce)

(Nurul Agustini, 2020, 40 pages, 4 tabels, 9 pictures, 1

Methane is natural gas which is suitable as a substitute for fuel oil. Indirect methane conversion is the formation of natural gas into syngas. Cobalt and cerium catalysts are two effective catalysts for use in the methane conversion process. This research studied the effect of calcination temperature on the characterization and catalytic activity of cobalt and cerium. The method used in this research is classification in which Al₂O₃ is used as support in the manufacture of catalysts. The calcination temperature used is 400°C. Three variations of the amount of cobalt and cerium catalysts are 15wt%, 20wt%, and 25wt%. The resulting product was analyzed using XRD and tested the performance of the catalyst. The reaction showed that some of the Co and Ce were dispersed into Al₂O₃. And for testing the performance of the catalyst at the residence time variation of 500°C resulted in a methane conversion of 45.2% for Co/Al₂O₃ catalyst and 35.4% for Ce/Al₂O₃.

Keywords : *Oxidation reaction of methane, cobalt, cerium, impregnation*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur selalu dipanjatkan kepada Allah SWT karena atas berkah, rahmat, dan karunia-Nya juaah akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan proposal tugas akhir dengan judul “**Pengaruh Suhu Kalsinasi pada Karakterisasi dan Aktivitas Katalitik Katalis Cobalt (Co), dan Cerium (Ce)**”. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang. Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan selama pengerjaan, terutama kepada :

- 1) Ibu Netty Herawati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
- 2) Ibu Dr. Mardwita, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah sekaligus sebagai dosen pembimbing 1
- 3) Ibu Eka Sri Yusmartini, M.T., selaku dosen pembimbing 2
- 4) Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat
- 5) Orang tua, terkhusus untuk ibu terima kasih untuk semua yang telah dilakukan serta keluarga dan semua pihak yang telah terlibat dan turut membantu dalam penyelesaian tugas ini.

Semoga ini dapat bermanfaat bagi rekan mahasiswa dan untuk semua pihak yang berkepentingan.

Palembang, Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Katalis.....	5
2.2. Komponen Katalis.....	8
2.3. Umur Katalis.....	12
2.4. Deaktivasi Katalis	13
2.5. Impregnasi	16
2.6. Kalsinasi	17
2.7. Reaksi Oksidasi Parsial Metana.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.2. Bahan dan Alat.....	21
3.3. Prosedur Penelitian	21
3.4. Analisa Penelitian	25
3.5. Matriks Kegiatan.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Hasil Karakterisasi Struktur Padatan Katalis dengan XRD	27
4.2. Uji Kinerja Katalis	28
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Pengelompokkan Komponen Aktif Katalis	9
Tabel 2.	Contoh Penyangga	10
Tabel 3.	Peran Penyangga terhadap Peningkatan Kerja Katalis	11
Tabel 4.	Contoh Promotor	12

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Diagram Reaksi Tanpa dan Dengan Katalis	6
Gambar 2.	Mekanisme <i>Sintering</i>	16
Gambar 3.	Diagram Alir Proses Pembuatan Katalis.....	23
Gambar 4.	Bagan Proses Pembuatan Katalis	24
Gambar 5.	Difraktogram Katalis Co/Al ₂ O ₃	27
Gambar 6.	Difraktogram Katalis Ce/Al ₂ O ₃	28
Gambar 7.	Skema sistem reaktor reaksi metana.....	28
Gambar 8.	Pengaruh temperatur terhadap konversi metana pada berbagai variasi waktu tinggal (Co/Al ₂ O ₃).....	29
Gambar 9.	Pengaruh temperatur terhadap konversi metana pada berbagai variasi waktu tinggal (Ce/Al ₂ O ₃).....	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seperti yang kita ketahui kebutuhan bahan bakar di dunia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Selama ini, kebutuhan bahan bakar yang digunakan diperoleh dari alam atau fosil yang tidak terbarukan contohnya, gas alam, minyak bumi dan batu bara yang semakin hari semakin menipis jumlahnya, dan hasil pembakarannya tidak ramah lingkungan yang cenderung merusak lingkungan. Semakin menipisnya jumlah minyak bumi sebagai bahan bakar utama telah mendorong ilmuwan untuk mempelajari cara menghasilkan minyak bumi buatan (*synthetic fuel*) yang kelak akan digunakan sebagai pengganti minyak serta sebagai salah satu alternatif untuk penghematan minyak bumi. Salah satu reaksi yang banyak diteliti adalah reaksi hidrogenasi. Reaksi hidrogenasi umumnya menggunakan hidrogen (H_2) dan senyawa lain, misalnya karbon monoksida (CO). (Bahome et al., 2007)

Salah satu sumber daya alam yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif adalah gas alam. Gas alam mempunyai potensi yang besar sebagai pengganti minyak bumi yang semakin berkurang setiap tahun. Namun dalam hal ini gas alam harus dikonversikan dalam bentuk cair, agar dapat dimanfaatkan secara meluas. Gas metana merupakan gas alam yang tepat untuk digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak. Jumlah gas metana sangat berlimpah dan memiliki struktur hidrokarbon yang ringan, sehingga dapat mudah diubah dalam bentuk cair dengan metode oksidasi gas metana.

Proses konversi metana dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Contoh konversi langsung adalah kopleng oksidasi metana menjadi etilen dan oksidasi metana menjadi metanol dan formaldehid serta hidrokarbon dengan rantai yang lebih panjang, sedangkan untuk konversi metana tidak langsung adalah pembentukan gas alam menjadi syngas (campuran gas hidrogen dan karbon monoksida) yang kemudian dimanfaatkan untuk memproduksi serangkaian produk kimia, seperti sebagai cairan bahan bakar dan metanol (Dong dkk., 2001).

Konversi metana secara tidak langsung lebih dipilih, karena hasil produk konversi langsung lebih mudah teroksidasi menjadi CO_2 dan H_2O dan mengarah ke selektivitas yang rendah daripada produk yang diinginkan. Salah satu metode produksi syngas adalah melalui oksidasi parsial metana/OPM (*Partial Oxidation of Methane*).

Dalam suatu reaksi, katalis digunakan dengan tujuan agar reaksi berjalan lancar sehingga dapat mempercepat reaksi. Katalis memungkinkan suatu reaksi berjalan lebih cepat dengan temperatur yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan katalis dapat menurunkan energi aktivasi dengan cara menyediakan jalur mekanisme tahapan reaksi yang memerlukan energi lebih rendah dan setiap reaksi kimia yang terjadi membutuhkan energi sehingga energi yang dibutuhkan lebih sedikit. Oleh sebab itu, dapat dikatakan bahwa katalis bersifat spesifik, yaitu suatu katalis hanya dapat berfungsi untuk suatu reaksi tertentu saja.

Secara umum ada dua macam katalis berdasarkan fasenya di dalam sistem reaksi yaitu katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis homogen dapat bercampur secara sempurna dengan reaktan karena mempunyai fase yang sama, misalnya katalis dan reaktan sama-sama berwujud cair. Karena kesamaan fase tersebut, katalis homogen sulit dipisahkan dari campuran reaksi. Contoh katalis homogen adalah gas nitrogen dioksida (NO_2) yang berfungsi sebagai katalis pada pembuatan gas sulfur trioksida (SO_3). Katalis heterogen adalah katalis yang tidak bercampur atau menyatu dengan reaktannya karena fase yang berbeda, misalnya reaktan berbentuk gas sedangkan katalis berbentuk padat. Contohnya logam nikel (Ni) yang berfungsi sebagai katalis pada reaksi hidrogenasi etena (C_2H_4), katalis logam besi (Fe) pada reaksi pembuatan amonia (NH_3). Katalis homogen memiliki kelemahan seperti adanya limbah dari proses pencucian residu katalis dan katalis ini tidak dapat digunakan kembali. Penggunaan katalis heterogen dapat mengatasi kelemahan yang dimiliki katalis homogen. Oleh karena itu dari kedua macam katalis tersebut, katalis heterogen lebih banyak digunakan dalam reaksi katalitik industri kimia.

Katalis mengandung dua atau lebih komposisi penting mereka adalah logam, promotor, dan *support*. Logam biasanya didispersikan pada penopang untuk

mendapatkan area permukaan tinggi dari logam aktif. Sifat katalitik logam terutama tergantung pada interaksi antara logam dan *support*. Oleh karena itu, interaksi dukungan logam penting untuk sifat katalis akhir. Beberapa *support* seperti alumina (Al_2O_3) silika (SiO_2) dan titania (TiO_2) telah dilaporkan menunjukkan interaksi dukungan logam yang kuat dan reducibilitas logam yang rendah. Sebagai akibatnya, aktivitas katalitik dari katalis harus rendah. Perlakuan katalis seperti temperatur reduksi dan kalsinasi secara tidak langsung mempengaruhi sifat-sifat katalis melalui interaksi dukungan logam, ukuran kristal dan keadaan oksidasi logam.

Di antara berbagai *support*, alumina (Al_2O_3) banyak digunakan dan menarik banyak perhatian sebagai pendukung katalis karena luas permukaannya yang tinggi, ketahanan termal dan stabilitas pada suhu tinggi. Alumina dengan logam transisi seperti *cobalt* (Co), dan *cerium* (Ce) banyak digunakan untuk berbagai reaksi industri, termasuk oksidasi metana dan hidrogenasi karbon monoksida. Dalam reaksi katalitik suhu tinggi, interaksi dukungan logam yang kuat dapat mengarah pada pembentukan partikel logam besar. Fakta yang diketahui bahwa keberadaan partikel logam besar pada permukaan pendukung dapat berfungsi sebagai fase tidak aktif, oleh karena itu, perlu untuk membuat partikel logam sekecil mungkin yang mengarah pada dispersi fase aktif yang tinggi.

Penyangga atau *support* merupakan bahan pendukung untuk memperluas permukaan kontak antara komponen aktif dan reaktan tanpa mengurangi aktivitas intrinsik komponen aktif itu sendiri. Sedangkan, promotor lazimnya ditambahkan dalam jumlah kecil pada saat pembuatan katalis. Promotor sendiri umumnya tidak aktif, tetapi jika ditambahkan ke dalam katalis dapat memperbaiki kinerja katalis.

Berdasarkan uraian dan penjelasan dari alasan di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui **“Pengaruh Suhu Kalsinasi pada Karakterisasi dan Aktivitas Katalitik Katalis Cobalt, dan Cerium.** Katalis yang disiapkan dikarakterisasi dengan menggunakan difraksi xray (XRD) dan untuk pengujian aktivitas katalitik dari katalis diuji dalam reaksi oksidasi metana.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Apakah suhu yang digunakan pada proses pembuatan dapat mempengaruhi katalis yang dihasilkan ?
2. Bagaimana pengaruh aktivasi katalis dalam proses pembuatan katalis ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

Mempelajari pengaruh suhu kalsinasi pada karakterisasi dan aktivitas katalik katalis *Cobalt* (Co), dan *Cerium* (Ce) yang menggunakan Al_2O_3 sebagai support

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi bagi pembaca mengenai pengaruh suhu kalsinasi pada karakterisasi dan aktivitas katalik dari suatu reaksi
2. Sebagai sumbangsih dalam pengembangan IPTEK (Ilmu Pengetahuan dan Teknologi) khususnya dalam pembuatan katalis

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, dkk., 2009, “*Karakterisasi Nanomaterial*”, Jurnal Nanosains & Nanoteknologi, Vol. 2 No.1
- Al-Sayari, S.A. (2013), “Recent Development in the Partial Oxidation of Methane to Syngas”, The Open Catalysis Journal, Vol. 6, hal. 17–28.
- Bahome, M. C., Jewell, L.L., Padayachy, K., Hildebrandt, D., Glasser, D., Datye, A.K., Coville, N.J.2007. Fe-Ru Small Particle Bimetallic Catalysts Supported On Carbon Nanotubes For Use In FisherTropsch Synthesis. Applied Catalysis (A) (328) : 243-251
- Balachandran, U., Dusek, J.T., Mieville, R.L., Poeppel, R.B. dan Kleefisch, M.S. (1995), “*Dense Ceramic Membranes for Partial Oxidation of Methane to Syngas*”, Applied Catalysis A: General, Vol. 133 (1), hal. 19 - 29.
- Dai, X., Yu, C., Li, R., Wu, Q. dan Shu, K. (2008b), “*Effect of Calcination Temperature and Reaction Condition on Methane Partial Oxidation Using Lanthanum-based Perovskite as Oxygen Donor*”, Journal of Rare Earth, Vol. 23, hal. 341–346.
- Dong, H., Zongping, S., Guoxing, X., Jianhua, T. dan Shishan, S. (2001), “*Investigation on OPM Reaction in a New Perovskite Membrane Reactor*”, Catalysis Today, Vol. 67 (1–3), hal. 3–13.
- Husin, dkk., 2007., “*Oksidasi Parsial Metana Menjadi Metanol dan Formaldehida Menggunakan Katalis $CuMoO_3/SiO_2$: Pengaruh Rasio Cu:Mo, Temperatur Reaksi dan Waktu Tinggal*”, Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan Vol. 6 No. 1
- Husin, H. (2001) Diktat kinetika reaksi homogen, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

- Mardwita, dkk., 2016, “*Studi Pengaruh Ukuran Partikel Rhutenium dalam Katalis Ru/Al₂O₃ Pada Reaksi Hidrogenasi Karbon Monoksida*”, Jurnal Teknik Kimia No 4. Vol 22
- Mardwita, dkk., 2019. “*Effects of Calcination Temperatures on The Catalytic Activities of Alumina Supported Cobalt and Chromium Catalysts*”, Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis. 14 (3), 2019, 655
- Raidah, A. 2012, “*Pengaruh Garam Prekursor Terhadap Aktivitas Katalis CuO/ γ Al₂O₃ yang digunakan dalam Reaksi Hidrogenasi Minyak Jarak*”, Skripsi. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Depok.
- Subagjo, 2018, “*Merintis Kemerdekaan Bangsa dalam Teknologi Katalis*”. Orasi Ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung. Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung
- Utomo, M. Pranjoto & Endang Widjajanti Laksono, 2007, “*Tinjauan Umum Tentang Deaktivasi Katalis Pada Reaksi Katalis Heterogen*”, Staf Pengajar Jurdik Kimia FMIPA UNY
- York, A.P.E., Tiancun, X. dan Malcom, L.H.G. (2003), “*Brief Overview of the Partial Oxidation of Methane to Synthesis Gas*”, Topics in Catalysis, Vol. 22 (3), hal. 345–358.
- Zakaria, 2003, “*Analisis Kandungan Mineral Magnetik pada Batuan Beku dari Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Metode X-Ray Diffraction*”. Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Haluoleo : Kendari.