

**PREPARASI DAN PENGUJIAN ALLOY Na-Al DENGAN KATALIS Co/C
SEBAGAI PENYIMPAN HIDROGEN**

MAKALAH TUGAS AKHIR



M DHOAN RIZKY PRATAMA

08031381621070

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

HALAMAN PENGESAHAN

PREPARASI DAN PENGUJIAN ALLOY Na-Al DENGAN KATALIS Co/C SEBAGAI PENYIMPAN HIDROGEN

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

M. DHOAN R. PRATAMA

08031381621070

Indralaya, 20 Januari 2021

Pembimbing I



Dr. Dedi Rohendi, M. T

NIP. 196704191993031001

Pembimbing II



Dr. Nirwan Syarif, M.Si

NIP. 197010011999031003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Ishak Iskandar, M.Sc.

NIP. 197210041997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Preparasi Dan Pengujian Alloy Na-Al Dengan Katalis Co/C Sebagai Penyimpan Hidrogen” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 14 Januari 2021 dan diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 20 Januari 2021

Ketua :

1. **Dr. Dedi Rohendi, M.T**
NIP. 196704191993031001

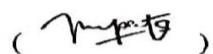


Anggota :

2. **Dr. Nirwan Syarif, M.Si**
NIP. 197010011999031003



1. **Dr. Ady Mara, M.Si.**
NIP. 196404301990031003
2. **Dr. Bambang Yudono, M.Si**
NIP. 196102071989031004
3. **Nurlissa Hidayati, M.Si**
NIP. 197211092000032001



Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Ketua Jurusan Kimia



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : M. Dhoan R. Pratama

NIM : 08031381621070

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 20 Januari 2021

Penulis



M. Dhoan R. Pratama
NIM. 08031381621070

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : M. Dhoan R. Pratama

NIM : 08031381621070

Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia

JenisKarya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-ekslusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Preparasi Dan Pengujian Alloy Na-Al Dengan Katalis Co/C Sebagai Penyimpan Hidrogen”. Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 20 Januari 2021

Penulis



M. Dhoan R. Pratama

NIM. 08031381621070

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan mengucap syukur Alhamdulilah atas rahmat dan karunia Allah SWT serta salawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW. Saya dapat menyelesaikan skripsi ini sebuah karya kecil yang kupersembahkan untuk:

Kedua orang tuaku yang telah menjadi motivator terhebat dalam hidupku.

Alm. Kakekku, Nenekku, Saudaraku serta Sepupuku.

Sahabat-sahabatku.

Almamaterku Universitas Sriwijaya.

“Hidup dalam Persekutuan”

“Karna everything adalah segalanya”

“Tetap santai tapi skripsi cepet selesai..”

“Kerjakanlah urusan duniamu seakan-akan kamu hidup selamanya dan laksanakanlah urusan akhiratmu seakan-akan kamu akan mati besok” (H.R Ibnu Sakir)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyusun dan menyelesaikan penelitian serta penulisan skripsi yang berjudul “Preparasi dan Pengujian Alloy Na-Al dengan Katalis Co/C Sebagai Penyimpan Hidrogen” Shalawat serta salam tercurahkan kepada Rasulullah SAW, keluarga dan sahabatnya.

Proses penyusunan dalam menyelesaikan skripsi ini penulis sangat menyadari mendapat banyak dukungan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak baik materi maupun moril. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak **Dr. Dedi Rohendi, M.T.** dan bapak **Dr. Nirwan Syarif, M.Si.** atas segala bimbingan, motivasi, saran, petunjuk, kesabaran dan waktu yang diluangkan kepada penulis selama menjalankan penelitian dan penyusunan penulisan skripsi ini hingga selesai, juga kepada Universitas Sriwijaya atas bantuan fasilitas dalam penelitian.

Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT dan nabi Muhammad SAW atas rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan lancar.
2. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Desnelli, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M. T dan Bapak Dr. Nirwan Syarif, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi
7. Bapak Dr. Ady Mara, M.Si, Bapak Dr. Bambang Yudono, M.Si dan Ibu Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si selaku dosen pembahas dan penguji sidang sarjana.
8. Ibu Dr. Ferlinahayati, M.Si selaku koordinator Seminar dan Sidang Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
9. Seluruh Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan membimbing penulis selama masa kuliah.

10. Admin dan Analis Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya atas bantuan yang ikhlas kepada penulis.
11. Kedua orang tua tercinta, Ayah dan Mama terima kasih atas segala cinta dan kasih sayang, do'a serta dukungan baik materi maupun moril yang selalu diberikan. Terima kasih telah mengirim jajan yang banyak agar hari-hari ku di rantau lebih sekut. Kalian adalah semangatku dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Alm. Kakekku dan Nenekku tersayang, yang telah menyumbangkan banyak rezekinya untuk bayar londrian, kostan, dan buat jalan sama pacar. Nenekku Pahlawanku, Kakekku juga kok
13. Tante tanteku, tante diana, tante merly, dan bundaku terimakasih telah banyak menyumbangkan sedikit hartanya ke yang lebih membutuhkan seperti di rantau, semoga murah rezeki.
14. Keluarga besar tercinta, saudaraku, sepupuku, adam, pandu, nisa, rasya, dinda, qory, fariz, aisyah dan adek al tergemay terima kasih untuk canda serta kebersamaan kita yang selalu menyemangatiku serta dukungan baik materi maupun moril yang telah diberikan.
15. My Brader SLEPET, agoy, antok, ican, alpin, kamal, vishal, ramanjadjid, amar aiwoc, amenk in the sky, komarteal dan pakde suryo terimakasih telah menghibur grup tiap malam dengan mengirimkan foto-foto gemay dan video tiktok cewe-cewe lucu. Terkhusus antok mengirimkan hadis-hadis walaupun ga mempan mempan amat.
16. Trio Persekutuan gue diki boncel dan abi midlaner yang tiap malam menyemangati gue mengerjakan skripsi, memetik bintang bersama, ngepush MMR bersama, patah hati bersama, menangis bersama, deeptalk discord sampe subuh, curhat diki slepetan baru, curhat abi cintanya ga dibalas, banyak lah lagi ntar jadi satu bab kalo diterusin.
17. My brader sejak SMA damong dan iky yang telah banyak menyemangati gue dalam hal perjodohan serta perskripsian, semoga lau semua cepat menyusul bor. Tunggu gue di perkelanaan!
18. My brader sejak belom lahir, ardi abuy terimakasih telah menjadi keluarga gue. Apapun yang terjadi, tetap kita sukses bersama.

19. Partner mabar gabutku, ibal the seturan boys. Tunggu gue dijogja!
20. Suhu vespa gue, raja the Jakarta boys. Semoga tetapi bisa mengendarai bersama sampe tua.
21. Sahabatku yang kusayang, rabel stark dan erni triplek yang telah menyemangati hari-hari penulis, menemani penulis duduk dikantin emak sampe sore, mengabsenin penulis disaat penulis mager, dan membantu dalam proses merapikan draft tugas akhirku.
22. World Team '16, revo alias xborg boys, valen alias khaled b aja, azam alias the support boy, fiore alias sultan skin tp ga pro, ali alias marksman nomor 2 setelah gue, yuspank alias cuma bisa odet telah berjuang bersama di land of dawn dan dunia perkuliahan. Mobile legend 2016, tetap legenda.
23. Partner kobam gue, hafiz, amed, dan faisal. Semoga masih bisa membersamai party party selanjutnya
24. Seluruh teman Angkatan 2016, kalian semua hebat. Semoga kita senantiasa dilindungi tuhan yang maha esa, serta selalu diberi kesuksesan.
25. Brader seperjambian duniawi, alex, pakde pono, karomi jomlo, rian slontok, tegar torok, ajik rege, asegap slonongboy, josuapane, ajik daeng, deo pakpahan, habib remix, afiq, doni bujang, fadil, maspurwa terimakasih telah menyongsong mentari bersama.
26. Adek-adek himaja kesayangan abang, nindik, fifi, ziza, vali, nadgun, mbakyu, aufa telah sedikit memberikan kesan-kesan lucu selama rapat himaja
27. Namira Azzura, telah memberikan kado kado lucu saat sempro dan semhas serta membantu abang dalam proses pembuatan skripsi
28. Widya dwi Savitri telah membantu dalam proses berjualan hotpunksit
29. Nefika kirana nan gemas yang telah sempat menyemangati skripsiku, telah ngajakku ngopi disaat gabut sikit, telah menyemangatiku lewat pap pap gemasnya.
30. Bello gemes yang telah menyemangati harihariku dan membuatnya lebih lucu
31. Terima kasih kak dea yang telah menyemangatiku hingga akhirnya aku ngelab lagi hehehehe

32. Brader sejak kecil BKP Cosma, semoga komplek punya bupati, aamiin
33. Tutorku, Kak Icha terima kasih telah mengajariku banyak hal serta membantu dalam penelitian, menjawab semua pertanyaanku dengan sabar dan selalu menyemangatiku hingga akhirnya skripsi ini selesai, semoga kak icha selalu diberkahi Kesehatan dan kesuksesan.
34. Kakak Team PUR (Kak Dwi, Kak Reka) terima kasih untuk saran, bantuan dan dukungan yang telah diberikan.
35. TEAM PUR'16 (Juwi, Rahmah, Aydes, Novia, Wini, Yuni, Hilal, Hafis, Faisal dan Athis) semoga sukses selalu.
36. Seluruh kakak tingkat dan adik tingkat FMIPA KIMIA UNSRI yang telah sedikit menyemangati penulis.
37. Kepada Vespa gue KUBA, telah menemani perjalanan dalam mengerjakan skripsi, semoga kita tetap bersama sampe tua. *Born to ride, die with pride.*
38. Kepada Natasya Aurelia, telah menyemangati hari-hariku dengan sedikit senyum lucu kamu, serta video tiktok kamu yang gemes gemes. Tunggu aku 4tahun lagi.
39. Kepada M. Dhoan R. Pratama, terima kasih telah berjuang sejauh ini, telah bertahan sejauh ini, telah kuat selama ini, walaupun agak pusing sikit. Selesai juga kita S1 bro, wanyeng.

Demikianlah, semoga karya kecil ini dapat bermanfaat dalam menunjang perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususunya bidang Fuel Cell dan Hidrogen.

Palembang, Juli 2020

Penulis

SUMMARY

ALLOY Na-Al CATALYZED BY Co/C AS PREPARED HIDROGEN STORAGE AND TESTING

M. Dhoan Rizky Pratama : Supervised by Dr. Dedi Rohendi, M.T and Dr. Nirwan Syarif, M.Si

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University.

x + 88 page, 2 table, 14 images and 8 attachments

Na-Al alloy using Co/C catalyst at various mass variations of the catalyst was successfully synthesized. The alloy of Na and Al metals are made with a mole ratio (1: 1) and a milling time of 3 hours and a Ball to Powder Ratio (BPR) (10: 1). Based on the characterization results of XRD, the Na-Al + Co / C alloy formed according to JCPDS (No 22-1337) and JCPDS (No 42-1467). Meanwhile, the results of SEM characterization, the morphology of the alloy of Na-Al + Co/C both before and after adsorption were mixed homogeneously. The adsorption capacity of hydrogen from the Na-Al alloy increased with increasing catalyst content and the largest adsorption was shown in the Na-Al alloy with 20 wr% Co/C catalyst content, with an adsorption capacity of 26.81% at a pressure of 5 bar and a recorded temperature 33.2°C.

Keywords : Hidrogen Adsorption, Na-Al; Co/C; Mechanical Alloying

Citation : 40 (2002-2019)

RINGKASAN
PREPARASI DAN PENGUJIAN ALLOY Na-Al DENGAN KATALIS Co/C
SEBAGAI PENYIMPAN HIDROGEN

M. Dhoan R. Pratama :Dibimbing oleh Dr. Dedi Rohendi, M. T dan Dr. Nirwan Syarif,
M.Si

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
x + 56 pages, 11 pictures, 2 tabels, 8 attachments

Alloy Na-Al dengan menggunakan katalis Co/C pada berbagai variasi massa katalis berhasil disintesis. Paduan logam Na dan Al dibuat dengan perbandingan mol (1:1) dan waktu milling selama 3 jam serta Ball to Powder Ratio (BPR) (10:1). Berdasarkan hasil karakterisasi dari XRD, alloy Na-Al + Co/C yang terbentuk sesuai dengan JCPDS (No 22-1337) dan JCPDS (No 42-1467). Sementara itu, hasil karakterisasi SEM, morfologi alloy Na-Al + Co/C baik sebelum maupun setelah adsorpsi tercampur secara homogen. Kapasitas adsorpsi hidrogen dari alloy Na-Al meningkat dengan makin meningkatnya kandungan katalis dan adsorpsi terbesar ditunjukkan pada alloy Na-Al dengan kandungan katalis Co/C 20% b/b, dengan kapasitas adsorpsi sebesar 26,81% pada tekanan 5 bar dan temperatur tercatat sebesar 33,2°C.

Kata Kunci : Adsorpsi Hidrogen, Na-Al; Co/C; Mechanical Alloying.
Sitasi : 40 (2002-2019)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDULi
HALAMAN PENGESAHANii
HALAMAN PERSETUJUANiii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIANiv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASIv
HALAMAN PERSEMBAHANvi
KATA PENGANTARvii
SUMMARY	xi
RINGKASAN	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Hidrogen	5
2.2 Hidrogen sebagai Bahan Bakar	6
2.3 Penyimpanan Hidrogen	7
2.3.1 Secara Fisika	7
2.3.1.1 Tangki Tekanan Tinggi.....	7
2.3.1.2 Penyimpanan Kriogenik Hidrogen Cair.....	7
2.3.2 Secara Kimia	8
2.3.2.1 Metal Organic Frameworks (MOFs)	8

2.3.2.2 Hidrida Logam.....	9
2.4 Na-Al - Co	11
2.5 Mechanical Alloying	12
2.6 X-Ray Diffraction (XRD).....	14
2.7 Scanning Electron Microscopy–Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX)	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat.....	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.3 Prosedur Penelitian	17
3.3.1 Sintesis alloy Na-Al	17
3.3.2 Pembuatan Katalis Co/C	17
3.3.2.1 Impregnasi Katalis	17
3.3.2.2 Reduksi Katalis	18
3.3.2 Dopping katalis Co/C dan Co pada Alloy Na-Al.....	18
3.3.3 Uji Kapasitas Adsorpsi Hidrogen	18
3.4 Analisis Data	19
3.4.1 Penentuan Kapasitas Penyimpanan Hidrogen.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Sintesis Alloy Na-Al	20
4.2 Dopping Katalis Co dalam Carbon pada Alloy Na-Al	21
4.3 Karakterisasi Alloy Na-Al + Co/C dengan XRD	22
4.4 Hasil Uji Kapasitas Adsorpsi Hidrogen	23
4.5 Karakterisasi alloy Na-Al + Co/C dengan SEM-EDX	25
BAB V KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	34
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Reaksi <i>Physisorbed</i> dan <i>Chemisorbed</i> pada Hidrogen	11
Gambar 2. Prinsip Kerja HEM- E3D	14
Gambar 3. Prinsip Kerja XRD	15
Gambar 4. Berkas Elektron Berenergi Tinggi Mengenai Permukaan Material	16
Gambar 5. Hasil Sintesis Alloy Na-Al	21
Gambar 6. Hasil Dopping Co/C pada Alloy Na-Al.....	22
Gambar 7. Difraktogram XRD Alloy Na-Al + Co/C	22
Gambar 8. Pengaruh Tekanan Terhadap Kapasitas Adsorpsi Hidrogen	23
Gambar 9. Pengaruh Tekanan Terhadap Temperatur	25
Gambar 10. Morfologi Hasil SEM pada Alloy Na-Al + Co/C Perbesaran 50.0k, ukuran $1.00\mu\text{m}$ (a) Sebelum Adsorpsi (b) Setelah Adsorpsi	25
Gambar 11. Spektrum EDX untuk alloy Na-Al + Co/C (a) Sebelum Adsorpsi Hidrogen; (b) Setelah Adsorpsi Hidrogen	26

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Sifat Fisika Hidrogen	6
Tabel 2. Perbandingan Kalor Bahan Bakar	6

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Kerja	35
Lampiran 2. Data digital hasil XRD material Alloy Na-Al + Co/C	38
Lampiran 3. Data Hasil Uji Kapasitas Adsorpsi Hidrogen	39
Lampiran 4. Hasil Uji Kapasitas Adsorpsi Hidrogen dengan Pengaruh Tekanan terhadap Temperatur	40
Lampiran 5. Perhitungan Kapasitas Adsorpsi Hidrogen.....	41
Lampiran 6. Gambar Morfologi SEM-EDX pada Perpaduan Logam Na-Al + Co/C Sebelum dan Setelah Adsorpsi Gas Hidrogen	50
Lampiran 7. Gambar Alat	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidrogen memiliki ketersediaan sangat berlimpah di alam, serta memiliki potensi menjadi energi alternatif baru dan terbarukan. Hidrogen mempunyai beberapa kelebihan diantaranya menghasilkan pembakaran panas tiga kali lebih besar dari pada bahan bakar lainnya (Rahayu & Lestari, 2016), non emisi, ramah lingkungan saat pembakaran, reversibel, dan memiliki berat yang sangat ringan (Sari *et al.*, 2016).

Salah satu masalah utama dalam pengembangan energi hidrogen adalah penyimpanan hidrogen. Berbagai teknologi dalam penyimpanan gas hidrogen telah dikembangkan dengan mempertimbangkan efisiensi, berat dan volume, biaya, waktu pengisian dan pengosongan (*Charge and Discharge*), temperatur kerja serta efisiensinya. Ada tiga metode dalam penyimpanan hidrogen diantaranya dalam bentuk gas, cair, dan padatan (Pradana & Purwaningsih, 2013). Teknologi yang biasanya digunakan pada penyimpanan hidrogen ialah penyimpanan hidrogen cair dalam tangki kriogenik dan juga kompresi gas hidrogen. Namun, metode ini masih kurang efektif dikarenakan membutuhkan suhu yang sangat rendah dan tekanan yang sangat tinggi (Rahayu & Lestari, 2016). Metode penyimpanan hidrogen dapat juga dilakukan secara kimia, yaitu menggunakan hidrida logam dan *clathrate hidrogen hydride*. Namun secara kinetika pembentukan *clathrate hidrogen hydride* sedikit lebih lambat sehingga sulit dalam mengisi ulang hidrogen yang akan diaplikasikan pada kendaraan *fuel cell* (Hu & Ruckenstein, 2006). Pada saat ini para peneliti sedang berupaya untuk mendapatkan material yang mampu menyerap hidrogen dalam jumlah besar. Salah satunya dengan metode hidrida logam (Larminie & Dicks, 2003).

Hidrida logam sendiri dapat dijadikan sebagai metode dalam penyimpanan hidrogen yang bersifat reversibel, dapat dioperasikan pada tekanan dan temperatur rendah, memiliki kapasitas penyimpanan volumetri yang besar, memiliki kinetika

adsorpsi dan desorpsi yang sangat baik, serta aman dan ramah lingkungan (Dewa *et al.*, 2015). Hidrogen akan membentuk hidrida logam dengan berbagai logam dan alloy sebagai media penyimpanan hidrogen. Hidrida logam yang terbentuk ini mempunyai massa jenis penyimpanan hidrogen yang lebih tinggi daripada gas hidrogen yaitu 6,5 atom H/ cm³ untuk hidrida logam, 0,99 atom H/ cm³ untuk gas hidrogen dan 4,2 atom H/ cm³ untuk hidrogen cair. Oleh karena itu, penyimpanan hidrogen dengan hidrida logam merupakan metode yang aman dan efisiensi (Sakintuna *et al.*, 2007). Selain sebagai metode penyimpanan hidrogen, hidrida logam juga dapat diaplikasikan dalam baterai yaitu baterai nikel hidrida logam. Hidrida logam yang digunakan berupa alloy yang dapat berikatan dengan hidrogen lalu membentuk hidrida logam (Dewa *et al.*, 2015).

Paduan Na-Al merupakan bahan yang berpotensi dalam penyimpanan hidrogen karena memiliki kapasitas penyimpanan hidrogen yang tinggi yaitu 7,4% b/b. Alloy Na-Al memiliki kepadatan gravimetri dan volumetri yang tinggi serta kemampuan Na-Al dalam proses penyimpanan hidrogen secara reversibel optimal. Akan tetapi, Na-Al memiliki kinetika penyerapan hidrogen yang lambat dan temperatur desorpsi hidrogen yang tinggi (Termtanun *et al.*, 2005). Pada penelitian Kang Xiangdong (2006) digunakan katalis berupa logam Ti. Akan tetapi, kapasitas dari penyimpanan hidrogen yang dapat dicapai dengan menambahkan Ti hanya 2,3% b/b - 2,9% b/b. Untuk mengatasi hal tersebut pada penelitian ini digunakan katalis berupa logam Cobalt/Co dalam Carbon karena kapasitas dari penyimpanan hidrogen yang dapat dicapai dengan menambahkan Co/C yaitu 3 % b/b - 4% b/b. Efek katalitik Co/C kemungkinan disebabkan oleh kombinasi dari efek limpahan hidrogen dan area kontak yang tinggi antara hidrogen dan karbon. Katalis Co/C efektif dalam proses dehidrogenasi dan rehidrogenasi alloy Na-Al dengan kondisi tekanan dan suhu yang rendah (Lin *et al.*, 2012).

Uji karakterisasi dari alloy menggunakan karakterisasi XRD dan SEM-EDX. Karakterisasi XRD digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan senyawa dengan mengamati pola pembiasan cahaya sebagai akibat berkas cahaya yang dibiaskan oleh

material yang memiliki susunan atom pada kisi kristalnya. Prinsip kerja XRD sendiri adalah, sinar yang datang dengan sudut tertentu dari sebuah bidang hanya akan menghasilkan pola pantulan yang sama dengan bidangnya. Sedangkan SEM merupakan salah satu jenis mikroskop electron yang menggunakan berkas elektron dalam menggambarkan profil dari permukaan benda. Sementara EDX merupakan teknik mikroanalisis kimia yang biasanya digunakan bersamaan dengan SEM. EDX biasanya digunakan untuk mengamati komposisi elemen-elemen yang terkandung dalam suatu senyawa. EDX merupakan suatu *software* tambahan yang akan dipasangkan pada suatu mikroskop elektron. Karakterisasi dari SEM-EDX biasanya digunakan untuk melihat bagian permukaan sampel dalam skala mikro serta akan menunjukkan komposisi senyawa yang terkandung didalamnya.

1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan katalis Co/C pada penyimpan hidrogen Na-Al diketahui dapat mencapai kapasitas hidrogen yang tinggi yaitu 3 %b/b - 4 %b/b. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lin *et al.*, 2012 menggunakan tekanan tinggi, yaitu sebesar 75 bar dan temperatur 120°C dengan hasil kapasitas hidrogen sebesar 9 - 10 %b/b. Penggunaan katalis Co/C sangat efektif dalam merehidrogenasi alloy Na-Al dibawah tekanan dan temperatur rendah. Sehingga pada penelitian ini tekanan yang diterapkan relatif rendah. Selain itu, untuk mempelajari proses penyimpanan hidrogen dari alloy Na-Al dilakukan variasi terhadap massa katalis yang digunakan agar dapat melihat massa katalis untuk rehidrogenasi yang paling optimal serta mengetahui hasil karakterisasi alloy Na-Al yang didopping dengan katalis Co/C sesudah dan sebelum adsorpsi.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui hasil dari karakterisasi XRD dan SEM-EDX dari doping alloy Na-Al oleh Co/C
2. Mempelajari variasi massa katalis Co/C terhadap kapasitas penyerapan gas hidrogen dari alloy Na-Al

3. Menghitung kapasitas adsorpsi hidrogen pada tekanan yang bervariasi dan temperatur yang tercatat.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan sebuah kontribusi terhadap upaya pengembangan teknologi *fuel cell* dengan menggunakan alloy Na-Al dan katalis Co/C sebagai media penyimpanan hidrogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., & Khairurrijal. (2009). Review : Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanosains Dan Nanoteknologi*, 2(1), 1–2.
- Abrini, D., Ardhy, S., & Putra, H. (2017). Uji Kekerasan pada Paduan Fe-50%atAl dengan Penambahan Nikel Menggunakan Metode Mechanical Alloying. *J. Teknik Mesin*, 7(1), 45–49.
- Amelia, I., Rohendi, D., Rachmat, A., Syarif, N., & Said, M. 2019. Preliminary study on hidrogen storage for fuel of fuel cell using Fe₃Al metal hydrides system. *IOP Conf. Series : Earth and Environmental Science*, 396: 1-9
- Barghi, S. H., Tsotsis, T. T., & Sahimi, M. (2014). Chemisorption, physisorption and hysteresis during hidrogen storage in carbon nanotubes. *International Journal of Hydrogen Energy*, 39(3), 1390–1397. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2013.10.163>
- Becherif, M., Ramadan, H. S., Cabaret, K., Picard, F., Simoncini, N., & Bethoux, O. (2015). Hidrogen Energy Storage: New Techno-Economic Emergence Solution Analysis. *Energy Procedia*, 74(1), 371–380. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.629>
- Bogdanović, B., Felderhoff, M., Germann, M., Härtel, M., Pommerin, A., Schüth, F., Weidenthaler, C., & Zibrowius, B. (2003). Investigation of hidrogen discharging and recharging processes of Ti-doped Na-AlH₄ by X-ray diffraction analysis (XRD) and solid-state NMR spectroscopy. *Journal of Alloys and Compounds*, 350(1–2), 246–255. [https://doi.org/10.1016/S0925-8388\(02\)00953-2](https://doi.org/10.1016/S0925-8388(02)00953-2)
- Cardellini, F., Contini, V., Gupta, R., Mazzone, G., Montone, A., Perin, A., & Principi, G. (1998). Microstructural evolution of Al-Fe powder mixtures during high-energy ball milling. *Journal of Materials Science*, 33(10), 2519–2527. <https://doi.org/10.1023/A:1004388732126>
- Cheng, W., Rechberger, F., Ilari, G., Ma, H., Lin, W. I., & Niederberger, M. (2015).

- Amorphous Cobalt Silicate Nanobelts Carbon Composites as a Stable Anode Material for Lithium Ion Batteries. *Chemical Science*, 6(12), 6908–6915. <https://doi.org/10.1039/c5sc02525g>
- Dewa, M. D. K., Wiryolukito, S., & Suwarno, H. (2015). Hydrogen absorption capacity of Fe-Ti-Al alloy prepared by high energy ball milling. *Energy Procedia*, 68(1), 318–325. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.03.262>
- Dewi, M. T. N. T. K. (2016). Pengaruh Rasio Reaktan Pada Impregnasi Dan Suhu Reduksi Terhadap Karakter Katalis Kobalt/Zeolit Alam Aktif. *Jurnal Teknik Kimia*, 22(Vol 22 No 3 (2016): Jurnal Teknik Kimia), 34–42. <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/88>
- Durbin, D. J., & Malardier-Jugroot, C. (2013). Review of hydrogen storage techniques for on board vehicle applications. *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(34), 14595–14617. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2013.07.058>
- Eftekhari, A., & Fang, B. (2017). Electrochemical hydrogen storage: Opportunities for fuel storage, batteries, fuel cells, and supercapacitors. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(40), 25143–25165. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.08.103>
- Esquivel, J & Gupta, R. K. (2018). Influence of the V content on Microstructure and Hardness of High-Energy Ball Milled Nanocrystalline Al-V alloys. *Journal of Alloys and Compounds*, 760(1), 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.05.132>
- Hu, Y. H., & Ruckenstein, E. (2006). Clathrate Hydrogen Hydrate - A Promising Material for Hydrogen Storage. *Angewandte Chemie - International Edition*, 45(13), 2011–2013. <https://doi.org/10.1002/anie.200504149>
- Ianni, E., Sofianos, M. V., Rowles, M. R., Sheppard, D. A., Humphries, T. D., & Buckley, C. E. (2018). Synthesis of Na-AlH₄/Al composites and their applications in hydrogen storage. *International Journal of Hydrogen Energy*,

- 43(36), 17309–17317. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.07.072>
- Lai, Q., Paskevicius, M., Sheppard, DW., Buckley, CE., Thornton, AW, Hill, MR., Gu, Q., Mao, J., Huang, Z., Liu, HK., & Guo, Z. 2015. Hydrogen Storage Materials for Mobile and Stationary Applications : Current State of the Art. *Chemsuscem*, 8(1): 2789-2825.
- Larminie, J. and Dicks, A. 2003. *Fuel Cell Systems Explained*. England: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- Lestari, N. D., Pardoyo, P., & Subagio, A. (2014). Sintesis dan Karakterisasi CNT (Carbon Nanotube) Berdopan Logam Kobalt. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 17(3), 80–85. <https://doi.org/10.14710/jksa.17.3.80-85>
- Lin, S. S. Y., Yang, J., & Kung, H. H. (2012). Transition metal-decorated activated carbon catalysts for dehydrogenation of Na-AlH₄. *International Journal of Hydrogen Energy*, 37(3), 2737–2741. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2011.03.154>
- Nasrudin, & Daniel. (2012). Analisa Pengaruh Perubahan Temperatur terhadap Proses Adsorpsi dan Kapasitas Penyerapan Hidrogen pada Karbon Aktif Granular Berbahan Dasar Batu Bara SKRIPSI. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV*, 1(1), 16–17.
- Nisa, K., Aryanto, D., Sudiro, T., Sebayang, P., & Aji, M. P. (2016). Karakterisasi Struktur Coating Fe-25Al Yang Difabrikasi Dengan Metode Paduan Mekanik. *Metalurgi*, 2(1), 95–102.
- Pradana, N. A., & Purwaningsih, H. (2013). Pengaruh Variasi Lama Waktu Hidrogenasi terhadap Pembentukan Metal Hidrida pada Paduan MgAl. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), 31.
- Putra, A. M. (2010). Analisis Produktifitas Gas Hidrogen Dan Gas Oksigen Pada Elektrolisis Larutan Koh. *Jurnal Neutrino*, 2(2), 141–154. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.1642>

- Rahayu, P., & Lestari, W. W. (2016). Study of Synthesis and Characterization of Metal-Organic Frameworks MOF-5 As Hidrogen Storage Material. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 12(1), 14. <https://doi.org/10.20961/alchemy.v12i1.934>
- Ramezani, M., and Neitzert, T. (2012). Mechanical Milling of Aluminum Powder Using Planetary Ball Milling Process. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 55(2), 790–798.
- Sakintuna, B., Lamari-Darkrim, F., & Hirscher, M. (2007). Metal hydride materials for solid hidrogen storage: A review. *International Journal of Hydrogen Energy*, 32(9), 1121–1140. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2006.11.022>
- Sari, N., Rahwanto, A., & Jalil, Z. (2016). Studi Katalis Ni Nano pada Material Penyimpan Hidrogen MgH₂ yang Dipreparasi melalui Teknik Mechanical Alloying. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 6(01), 1. <https://doi.org/10.13057/ijap.v6i01.1788>
- Sarimai., Ratnawulan., Ramli. dan Fauzi. 2016. Pengaruh Waktu Milling terhadap dan Ukuran Butir Forsterite (Mg₂SiO₄) Mineral Serpentin dari Kabupaten Solok Selatan. *Pillar of Physics*. 8(10): 65-72.
- Satyapal, S., Petrovic, J., Read, C., Thomas, G and Ordaz, G. 2006. The US Department of Energy's National Hydrogen Storage Project : Progress Towards Meeting Hydrogen-Powered Vehicle Requirements. *Catalysis Today*. 120(1): 246-256.
- Setiabudi, A., Hardian, R., & Muzakir, A. (2012). *Karakterisasi Material; Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*. UPI Press.
- Siregar, Y. D. 2010. Produksi Gas Hidrogen dari Limbah Alumunium. *Valensi*, 2(1), 362-367.
- Ströbel, R., Garche, J., Moseley, P. T., Jörissen, L., & Wolf, G. (2006). Hydrogen Storage by Carbon Materials. *Journal of Power Sources*, 159(2), 781–801. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2006.03.047>

- Suci, F. C. 2015. Adsorpsi Hidrogen Pada Material Karbon Tertemplat Zeolit-Y dengan Aktivasi Hidrogen Adsorption on K₂Co₃ Activated Zeolite-Y Templat Carbon. *Tesis*. Surabaya: ITS.
- Suryanarayana, C. (2001). Mechanical alloying and milling. *Progress in Materials Science*, 46(1–2), 1–184. [https://doi.org/10.1016/S0079-6425\(99\)00010-9](https://doi.org/10.1016/S0079-6425(99)00010-9)
- Suwarno, H., Adi, A., & Adi, A. (2009). Tinjauan Mikrostruktur , Struktur Kristal , Dan Kristalit Pertumbuhan Fasa Mg₂Al₃ Hasil Mechanical Alloying. *Urania : Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, 15(1), 11–19. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17146/urania.2009.15.1.2844>
- Termtanun, M., Rangsuvigit, P., Kitiyanan, B., Kulprathipanja, S., & Tanthapanichakoon, W. (2005). Effect of metal type and loading on hidrogen storage on Na-AlH₄. *Science and Technology of Advanced Materials*, 6(3-4 SPEC. ISS.), 348–351. <https://doi.org/10.1016/j.stam.2005.02.013>
- Ursúa, A., Gandía, L. M., & Sanchis, P. (2012). Hidrogen production from water electrolysis: Current status and future trends. *Proceedings of the IEEE*, 100(2), 411. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2011.2156750>
- Walker, G. (2010). Solid-state hidrogen storage. In *Solid-state hidrogen storage*. Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1533/9781845694944>
- Wigayati, E. M., & Purawardi, R. I. (2015). Analisis Pengaruh Mechanical Milling menggunakan Planetary Ball Milling terhadap Struktur Kristal dan Struktur Mikro Senyawa LiBOB. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 16(3), 126–132. <http://jusami.batan.go.id>
- Zuttel, A., Rentsch, S., Fischer, P., Wenger, P., Sudan, P., Mauron, Ph and Emmeneger, Ch. 2002. Hidrogen Storage Properties of LiBH₄. *Journal of Alloys and Compounds*. 515-520.

