



UNIVERSITAS GADJAH MADA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Grafika No. 2, Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 513665, 6492194 Fax. (0274) 589659
<http://ft.ugm.ac.id>, teknik@ugm.ac.id

SURAT TUGAS

No. : 372007/UN1/FTK.1/SDM/KP/2022

Dalam rangka Menjadi Penguji Ujian Tertutup Mahasiswa Prodi Doktor Teknik Kimia FT UGM a.n Ariany Zulkania, yang dilaksanakan hari Kamis, 21 Juli 2022 sampai dengan Jumat, 22 Juli 2022 di Ruang Sidang Departemen Teknik Kimia, dengan ini Wakil Dekan Bidang Pendidikan dan Kemahasiswaan Fakultas Teknik UGM menugaskan kepada,

No	Nama	NIP	Jabatan
1.	Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, ST., MT.	197603112000122001	Penata - III/c (Lektor)

Biaya pelaksanaan kegiatan tersebut ditanggung oleh Departemen Teknik Kimia selaku pemberi tugas.

Demikian surat tugas ini dibuat untuk dapat dipergunakan dan dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 20 Juli 2022

Wakil Dekan Bidang Pendidikan dan
Kemahasiswaan



Dr. Ir. Sugeng Sapto Surjono, S.T, M.T., IPU.,
ASEAN.Eng.
NIP 197011021998031002



UNIVERSITAS GADJAH MADA
PASCASARJANA TEKNIK KIMIA
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

Jalan Grafika No. 2, Yogyakarta 55281 Telp. 0274 - 555320, 6492171
<http://chemeng.ugm.ac.id>, E-mail: tekim.pasca@ugm.ac.id ; pdtk.ft@ugm.ac.id

Nomor : 1281924/UN1/FTK.A/DTK/TA/2022

18 Juli 2022

Hal : **Ujian Tertutup**

Yth.

(Daftar Nama Terlampir)

Dengan hormat,

Kami mengharap kehadiran Bapak/Ibu pada Ujian Tertutup Mahasiswa Prodi Doktor Teknik Kimia a.n Ariany Zulkania dengan judul "Peningkatan Kualitas Iron Ore/Bijih Besi Dengan Proses Reduksi Langsung Menggunakan Tar Dan Biomassa Sebagai Agen Reduksi" yang akan diselenggarakan pada :

hari, tanggal : Kamis, 21 Juli 2022
waktu : 13:30 - 16:00 WIB
tempat : Ruang Sidang Departemen Teknik Kimia
agenda :
1. Briefing
2. Presentasi oleh Promovendus
3. Tanya Jawab
4. Penutup

Demikian, atas perhatian dan kehadirannya diucapkan terima kasih.

Ketua Departemen Teknik Kimia

Ir. Ahmad Tawfiequrrahman Yuliansyah, S.T.,
M.T., D.Eng., IPM.
NIP/NIU 197707212002121003



Lampiran Surat Nomor: 1281924/UN1/FTK.A/DTK/TA/2022

Daftar Undangan :

1. Ir. Muslikhin Hidayat, ST, MT, PhD., IPU. (*Fakultas Teknik*)
2. Ketua Departemen Teknik Kimia (*Fakultas Teknik*)
3. Ketua Program Doktor Program Studi Doktor Teknik Kimia (*Fakultas Teknik*)
4. Ir. Rochim Bakti Cahyono, ST., M.Sc. Ph.D., IPM. (*Fakultas Teknik*)
5. Prof. Ir. Suryo Purwono, M.A.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng. (*Fakultas Teknik*)
6. Ir. Muhammad Mufti Azis, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. (*Fakultas Teknik*)
7. Prof. Ir. Rochmadi, S.U., Ph.D., IPU. (*Fakultas Teknik*)
8. Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, ST., MT. (*Universitas Negeri Semarang*)
9. Ariany Zulkania (*Doktor Teknik Kimia*)
10. Kartika Widiantari, A.Md. (*Fakultas Teknik*)*
11. Ari Pramudyantoro (*Fakultas Teknik*)





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung Dekanat FT, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
Telepon (024) 8508101 / (024) 86008700 ext 500, Faksimile (024) 8508009
Laman: <http://ft.unnes.ac.id>, surel: ft@mail.unnes.ac.id

SURAT IZIN

Nomor : **7892/UN37.1.5/HM/2022**

Dekan FT Universitas Negeri Semarang memberi izin kepada Saudara yang tersebut di bawah ini:

Nama : Dr. Ratna Dewi K, S. T., M. T.
NIP : 197603112000122001
Pangkat dan golongan : Penata - III/c
Jabatan : Dosen Jurusan Teknik Kimia

sebagai Penguji Luar dalam Ujian Tertutup Mahasiswa Prodi Doktor Teknik Kimia a.n. Ariany Zulkania dengan judul "Peningkatan Kualitas Iron Ore/Bijih Besi dengan Proses Reduksi Langsung Menggunakan Tar dan Biomassa sebagai Agen Reduksi", berdasarkan surat dari Ketua Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Pascasarjana Teknik Kimia Universitas Gadjah Mada nomor: 1281924/FTK.A/DTK/TA/2022 tanggal 18 Juli 2022 dan pertimbangan Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang nomor: 226/UN37.1.5/TK/2022 tanggal 20 Juli 2022, yang dilaksanakan pada :

Hari, tanggal : Kamis, 21 Juli 2022
Pukul : 13.30 s.d. 16.00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Departemen Teknik Kimia
Jl. Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta, 55281

Biaya yang berkaitan dengan pelaksanaan kegiatan ini dibebankan pada Penguji Luar dan/atau Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Pascasarjana Teknik Kimia Universitas Gadjah Mada, dengan tetap mematuhi protokol kesehatan penanganan dan pencegahan Covid-19.

Surat izin ini dibuat untuk dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab, apabila telah selesai melaksanakan kegiatan harap memberikan laporan kepada Dekan FT.



Prof. Dr. Nur Qudus, M.T., IPM
NIP. 196911301994031001

Tembusan:

1. Wakil Dekan Bid. Umum dan Keuangan FT;
 2. Sub Koord. Keuangan FT;
 3. Kajur. Teknik Kimia;
- Universitas Negeri Semarang



**PENINGKATAN KUALITAS *IRON ORE*/BIJIH BESI
DENGAN PROSES REDUKSI LANGSUNG MENGGUNAKAN
TAR DAN BIOMASSA SEBAGAI AGEN REDUKSI**

Naskah Disertasi



Diajukan oleh

**ARIANY ZULKANIA
18/435504/STK/00707**

**PROGRAM STUDI DOKTOR TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA
2022**

Halaman Persetujuan Tim Promotor

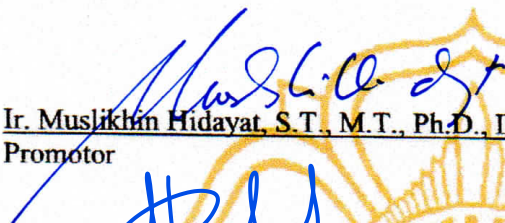
Tim Promotor menyetujui naskah disertasi:

Nama : Ariany Zulkania
NIM : 18/435504/STK/00707
Judul (Bahasa Indonesia) : Peningkatan Kualitas *Iron Ore*/Bijih Besi dengan Proses Reduksi Langsung Menggunakan Tar dan Biomassa Sebagai Agen Reduksi
Judul (Bahasa Inggris) : *Upgrading of Iron Ore Quality by Direct Reduction Process Using Tar and Biomass As Reducing Agents*


yang telah diperbaiki sesuai saran dari Tim Penguji Ujian Tertutup

Tim Promotor


Tanda Tangan dan
Tanggal


Ir. Muslihan Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU.
Promotor

29 Juli 2022
.....


Prof. Ir. Rochmadi, S.U., Ph.D., IPU.
Ko-promotor 1

29 Juli 2022
.....


Rochim Bakti Cahyono, S.T., M.Sc., Ph.D.
Ko-promotor 2

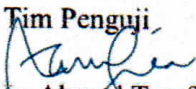
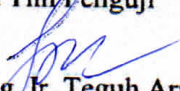
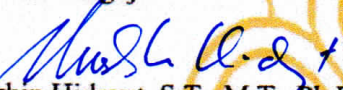
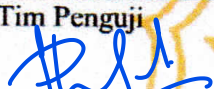

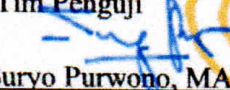
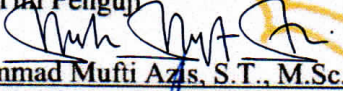
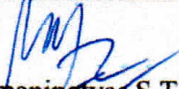
29 Juli 2022
.....

Halaman Persetujuan Tim Penguji

Tim Penguji menyetujui naskah disertasi:

Nama : Ariany Zulkania
NIM : 18/435504/STK/00707
Judul (Bahasa Indonesia) : Peningkatan Kualitas *Iron Ore*/Bijih Besi dengan Proses Reduksi Langsung Menggunakan Tar dan Biomassa Sebagai Agen Reduksi
Judul (Bahasa Inggris) : *Upgrading of Iron Ore Quality by Direct Reduction Process Using Tar and Biomass As Reducing Agents*

yang telah diperbaiki sesuai saran dari Tim Penguji Ujian Tertutup.

Tim Penguji	Tanda Tangan dan Tanggal
 <u>Ir. Ahmad Tawfiequrrahman Yuliansyah, S.T., M.T., D.Eng., IPM.</u> Ketua Tim Penguji	29 Juli 2022
 <u>Dr. Ing. Ir. Teguh Ariyanto, S.T., M.Eng., IPM.</u> Anggota Tim Penguji	29 Juli 2022
 <u>Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU.</u> Anggota Tim Penguji	29 Juli 2022
 <u>Prof. Ir. Rochmadi, S.U., Ph.D., IPU.</u> Anggota Tim Penguji	29 Juli 2022
 <u>Rochim Bakti Cahyono, S.T., M.Sc., Ph.D.</u> Anggota Tim Penguji	29 Juli 2022
 <u>Prof. Ir. Suryo Purwono, MA.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng., ACPE.</u> Anggota Tim Penguji	29 Juli 2022
 <u>Ir. Muhammad Mufti Azis, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.</u> Anggota Tim Penguji	29 Juli 2022
 <u>Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas S.T., M.T.</u> Anggota Tim Penguji	29 Juli 2022

INTISARI

Pemanfaatan bahan bakar fosil sebagai sumber bahan bakar dan agen pereduksi utama dalam industri baja sangat terkait dengan emisi CO₂. Oleh karena itu, sebuah solusi alternatif untuk memproduksi baja hijau/*green steel* sangat didorong yaitu dengan menggunakan biomassa sebagai sumber bahan bakar dan reduktor. Dalam pertumbuhan, biomassa akan mengkonsumsi karbon dioksida dari atmosfer yang dapat disimpan untuk waktu yang bervariasi (*carbon dioxide removal* atau *CDR*). Penelitian ini menginvestigasi pengaruh biomassa dan tar hasil pirolisis biomassa terhadap reduksi bijih besi kualitas rendah.

Tiga jenis pelet digunakan dalam penelitian yaitu campuran bijih besi terdehidrasi dan cangkang kelapa sawit (E1), *carbonized ore* (E2), dan campuran *carbonized ore* dan cangkang kelapa sawit (E3). *Carbonized ore* dibuat dengan proses perendaman bijih besi terdehidrasi di dalam tar biomassa dengan dua variasi waktu perendaman dan dua variasi komposisi bijih besi:tar. Bijih besi hasil perendaman kemudian dikarbonisasi dalam reaktor *fixed bed* dengan aliran gas N₂ pada suhu 500 °C selama 1 jam. Eksperimen reduksi pelet dilakukan dalam reaktor *fixed bed* di bawah aliran gas N₂ dengan variasi temperatur (600-900 °C), variasi laju pemanasan untuk pelet E1 dan E2 (10-20 °C/men), dan variasi konsentrasi biomassa untuk pelet E3 (0-15 %). Reaksi reduksi dijalankan secara non-isotermal sampai temperatur tertentu dilanjutkan secara isotermal selama 60 menit. Parameter kinetika reaksi reduksi langsung sampel ditentukan menggunakan model persamaan kinetika yang dikembangkan dari persamaan reaksi *solid-state* dan *two-parallel reaction* dan menggunakan data TGA dalam penyelesaiannya.

Kondisi operasi perendaman bijih besi dalam tar yang optimum diperoleh adalah dengan komposisi bijih besi:tar sebesar 1:1,5 (g/ml) dan waktu perendaman nol menit dimana diperoleh deposit karbon sebesar 19,85%. Pengamatan hasil eksperimen reduksi pelet yang diuji dengan XRD dan SEM serta analisis gas hasil reduksi memperlihatkan bahwa semakin besar temperatur maka derajat reduksi semua jenis pelet cenderung akan meningkat, semakin besar laju pemanasan (sampel E1 dan E2) cenderung akan meningkatkan derajat reduksi di atas temperatur 700 °C, dan pengaruh kenaikan biomassa pada sampel E3 tampak terlihat pada suhu 900 °C untuk konsentrasi biomassa 10% ke atas. Perubahan fasa Fe₂O₃ → Fe₃O₄ → FeO → Fe meningkat tajam mulai dari suhu 800 °C yang banyak dipengaruhi reaksi gasifikasi gas, *water gas reaction*, dan reduksi langsung oleh deposit karbon. Dari semua jenis pelet, pelet campuran *carbonized ore*+15% biomassa memiliki derajat reduksi tertinggi pada temperatur 900 °C dengan laju pemanasan 20 °C/men pada proses non isotermalnya. Model persamaan reaksi yang dapat digunakan untuk menganalisis hubungan kecepatan reaksi reduksi langsung proses terintegrasi non isotermal dan isotermal dengan pengurangan fraksi massa dari sampel. Model yang digunakan hanya melihat pengaruh agen reduksi karbon dalam reaksinya. Dari hasil simulasi terlihat bahwa model lebih *sensitive* untuk reaksi non-isotermal pada laju pemanasan lebih kecil dan suhu lebih rendah dr 900 °C. Kenaikan konsentrasi biomassa pada *carbonized ore* lebih berpengaruh pada kestabilan reaksi untuk kondisi isotermal.