

**PEMAHAMAN KOMPREHENSIF MATERI KONSEP MOL SESUAI  
“MAHAFFY’S TETRAHEDRAL CHEMISTRY EDUCATION :  
THE FUTURE SHAPE OF CHEMISTRY EDUCATION”  
(STUDI EMPIRIS PADA MAHASISWA KIMIA TAHUN PERTAMA  
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN, JERMAN)**



**SKRIPSI**

Oleh:

**DONI WAHYU PRABOWO**

**K3312023**

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2017**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

N a m a : Doni Wahyu Prabowo  
NIM : K3312023  
Program Studi : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “ **PEMAHAMAN KOMPREHENSIF MATERI KONSEP MOL SESUAI MAHAFFY’S TETRAHEDRAL CHEMISTRY EDUCATION : THE FUTURE SHAPE OF CHEMISTRY EDUCATION (STUDI EMPIRIS PADA MAHASISWA KIMIA TAHUN PERTAMA TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN, JERMAN)**” ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Selain itu, sumber informasi yang dikutip dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Surakarta, Juli 2017

Yang membuat pernyataan



Doni Wahyu Prabowo

**PEMAHAMAN KOMPREHENSIF MATERI KONSEP MOL SESUAI  
“MAHAFFY’S TETRAHEDRAL CHEMISTRY EDUCATION :  
THE FUTURE SHAPE OF CHEMISTRY EDUCATION”  
(STUDI EMPIRIS PADA MAHASISWA KIMIA TAHUN PERTAMA  
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN, JERMAN)**

**Oleh:**

**DONI WAHYU PRABOWO**

**K3312023**

**Skripsi**

diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mendapatkan gelar Sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Kimia

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2017**

## PERSETUJUAN

N a m a : Doni Wahyu Prabowo  
NIM : K3312023  
Judul : Pemahaman Komprehensif Materi Konsep Mol sesuai 'Mahaffy's Tetrahedral Chemistry Education : The Future Shape of Chemistry Education' (Studi Empiris pada Mahasiswa Kimia Tahun Pertama Technische Universität Dresden, Jerman)

Skripsi ini telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Surakarta, Juli 2017

Pembimbing I



Dr.rer.nat. Sri Mulyani, M.Si

NIP. 19650916 199103 2 009

Pembimbing II



Dr.paed. Nurma Yunita I, M.Si., M.Sc

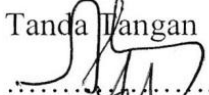

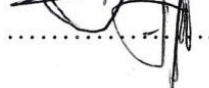
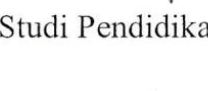
NIP. 19830626 200604 2 002

## PENGESAHAN PENGUJI

Nama : Doni Wahyu Prabowo  
NIM : K3312023  
Judul skripsi : “Pemahaman Komprehensif Materi Konsep Mol sesuai ‘Mahaffy’s Tetrahedral Chemistry Education : The Future Shape of Chemistry Education’ (Studi Empiris pada Mahasiswa Kimia Tahun Pertama Technische Universität Dresden, Jerman)”

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta pada hari **KAMIS**, 27 Juli 2017 dengan hasil LULUS dan revisi maksimal 3 bulan. Skripsi telah direvisi dan mendapat persetujuan dari Tim Penguji.

Persetujuan hasil revisi oleh tim penguji:

	Nama Terang	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Prof. Dr. Ashadi		3-8-2017
Sekretaris	: Widiastuti A. E. S., S.Si., M. Si.		4-8-2017
Anggota I	: Dr.rer.nat. Sri Mulyani, M.Si		22-8-2017
Anggota II	: Dr.paed. Nurma Y. I., M.Si., M.Sc.		23-8-2017

Skripsi telah disahkan oleh Kepala Program Studi Pendidikan Kimia pada:

Hari : **KAMIS**  
Tanggal : **27 JULI 2017**

Mengesahkan

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Prof. Dr. Joko Nurkamto, M.Pd  
NIP. 196101241987021001



Kepala Program Studi  
Pendidikan Kimia,

Dr.rer.nat. Sri Mulyani, M.Si  
NIP 19650916 199103 2 009

## ABSTRAK

Doni Wahyu Prabowo. K3312023. **Pemahaman Komprehensif Materi Konsep Mol sesuai ‘Mahaffy’s Tetrahedral Chemistry Education : The Future Shape of Chemistry Education’ (Studi Empiris pada Mahasiswa Kimia Tahun Pertama Technische Universität Dresden, Jerman)**. Skripsi. Surakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Sebelas Maret. Juli. 2017.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) bentuk pendidikan kimia tetrahedral yang disebut sebagai masa depan pendidikan kimia, (2) pemahaman komprehensif mahasiswa kimia tahun pertama Technische Universität Dresden sesuai bentuk pendidikan kimia tetrahedral pada materi konsep mol. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa kimia tahun pertama di Technische Universität Dresden, Jerman. Penelitian ini menggunakan bentuk penelitian deskriptif yang bersifat kualitatif.

Hasil dari penelitian ini adalah (1) bentuk pendidikan kimia tetrahedral merupakan bentuk pendidikan kimia yang menempatkan substansi kimia (makroskopis), representasi simbolis (simbol), dan proses kimia (molekuler) dalam konteks kehidupan manusia (elemen manusia) dengan mengintegrasikan konten dan konteks, tanpa menekankan pada satu hal dan mengorbankan hal lainnya, (2) mahasiswa kimia tahun pertama *Technische Universität Dresden* telah memahami secara komprehensif konsep mol yang dikaitkan dengan konteks kehidupan sehari-hari, di mana siswa mampu mencari informasi makroskopis dari pernyataan yang bersifat kontekstual dengan kehidupan manusia kemudian dengan menggunakan simbol dan rumus dapat mengetahui komponen yang bersifat molekuler serta mampu untuk menginterpretasikan dan menganalisis permasalahan secara efektif.

**Kata Kunci:** *Bentuk pendidikan kimia tetrahedral, Technische Universität Dresden, konsep mol*

## ABSTRACT

Doni Wahyu Prabowo. K3312023. **Comprehensive Understanding of Mole Concept Subject Matter according to Mahaffy's Tetrahedral Chemistry Education: The Future Shape of Chemistry Education (Empirical Study on the First-Year Chemistry Student of Technische Universität Dresden)**. Thesis. Surakarta : Faculty of Teacher Training and Education. Sebelas Maret University. July. 2017.

This research aims to apprehend: (1) the shape of tetrahedral chemistry education which is called the future of chemistry education, (2) comprehensive understanding of chemistry first year students of Technische Universität Dresden according to the chemistry education's tetrahedral shape on mole concept subject matter. The subjects of this research are first year chemistry students at Technische Universität Dresden, Germany. This research uses descriptive research that is qualitative.

The results of this study are (1) learning based on tetrahedral shape of chemistry education put the chemical substance (macroscopic), symbolic representation (symbol), and its process (molecular) in the context of human beings (human element) by integrating content and context, without emphasis on one thing and weaken another, (2) first-year chemistry students of Technische Universität Dresden have comprehensively understood the mole concept associated with the context of everyday life, whereby students are able to find out macroscopic information from statements that are contextual to human life and then by using symbols and formulas are able to comprehend the molecular components as well as to interpret and analyze problems effectively.

**Keyword** : *tetrahedral chemistry education, Technische Universität Dresden, mole concept*

## MOTTO

*"Katakan pada hatimu, rasa takut akan penderitaan justru lebih menyiksa daripada penderitaan itu sendiri, dan tak ada hati yang menderita saat mengejar impian-impian, sebab setiap detik pencarian itu bisa diibaratkan pertemuan dengan Tuhan dan keabadian"*

*(Paulo Coelho, The Alchemist)*



## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tuaku yang senantiasa memberi dukungan dan doa yang tiada pernah terputus.
2. Guru-guruku selama ini yang telah menanamkan adab dan ilmu.
3. Teman-temanku yang telah mewarnai kehidupanku.
4. Almamater yang menjadi tempat bernaung.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pemahaman Komprehensif Materi Konsep Mol sesuai ‘Mahaffy’s Tetrahedral Chemistry Education : The Future Shape of Chemistry Education’ (Studi Empiris pada Mahasiswa Kimia Technische Universität Dresden, Jerman)”**.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis menyadari bahwa terwujudnya skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. Joko Nurkamto, M.Pd., Dekan Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Dr. rer. nat. Sri Mulyani. M.Si selaku Kepala Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta, sekaligus pembimbing I skripsi saya yang telah mencurahkan segenap bimbingan dan memberikan kesempatan emas untuk melakukan penelitian di Jerman.
3. Dr.paed Nurma Yunita I, M.Si., M.Sc selaku pembimbing II yang telah mencurahkan segenap bimbingan hingga akhirnya skripsi ini terselesaikan.
4. Prof. Dr. rer. nat. Karl-Heinz van Pee, Kepala Institut fur Biochemie Technische Universität Dresden, seorang profesor di kampus dan seorang sahabat di luar kampus, juga sebagai orang tua saya selama di Jerman, yang telah memberikan izin, fasilitas, bantuan, dan bimbingan untuk kehidupan dan penelitian saya selama di Jerman.
5. Prof. Dr. Sutrisna Wibawa, Sekretaris Direktorat Jenderal Belmawa Kemenristekdikti, yang telah mendukung dan membantu proses perizinan ke luar negeri.

6. Ibuku Juli Sri Poerwani, Bapakku Misri, Nenekku Harnanik, Adikku Diah Dwi Pustpitawati yang terus memberikan segalanya untuk menjadi pribadi yang lebih baik.
7. Bapak Paijo dan Ibu Kariyem, yang telah menjadi bapak dan ibu kos yang sangat baik dan penuh perhatian.
8. Teman-teman Pendidikan Kimia ‘MTR’ Angkatan 2012 yang selalu memberikan semangat dan dorongan yang besar.
9. Teman-teman HMP Kimia Kovalen UNS, BEM FKIP UNS, BEM UNS dan BEM SI yang menjadi teman dan tempat belajar kepemimpinan dan organisasi selama ini.
10. Teman-teman Penerima Manfaat Beasiswa Aktivistis Nusantara angkatan 6, terkhusus BA6 UNS, yang menjadi rumah bernaung untuk menebar kebermanfaat.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan makalah seminar kimia ini baik moril maupun materiil.
12. Berbagai pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Tidak ada yang dapat penulis berikan selain doa semoga amal kebaikan Bapak/Ibu/Saudara mendapat balasan yang sempurna dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena penulis yakin kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semuanya.

Surakarta, Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
HALAMAN PENGAJUAN .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
HALAMAN ABSTRAK.....	vi
HALAMAN ABSTRACT .....	vii
HALAMAN MOTTO .....	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ix
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	7
C. Pembatasan Masalah .....	7
D. Rumusan Masalah .....	8
E. Tujuan Penelitian .....	8
F. Manfaat Penelitian .....	8
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR</b>	
A. Kajian Pustaka.....	10

1. Hakikat Kimia, Belajar dan Pendidikan Kimia.....	10
2. Pemahaman .....	14
3. Fakta, Konsep, Prinsip, Hukum, Teori dan Model .....	16
4. <i>Mahaffy's Tetrahedral Chemistry Education</i> .....	20
5. Materi Konsep Mol .....	23
B. Kerangka Berpikir .....	37

### BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	40
1. Tempat Penelitian.....	40
2. Waktu Penelitian .....	40
B. Metode dan Pendekatan Penelitian .....	41
C. Data dan Sumber Data .....	41
D. Teknik Pengambilan Subjek Penelitian .....	43
E. Teknik Pengumpulan Data .....	43
1. Tes Kognitif .....	44
2. Wawancara .....	45
3. Dokumen .....	46
F. Teknik Uji Validitas Data .....	46
1. Kepercayaan/Kredibilitas .....	46
2. Keteralihan .....	47
3. Kebergantungan .....	47
4. Kepastian.....	48
G. Teknik Analisis Data .....	48
1. Reduksi Data .....	49
2. Penyajian Data .....	49
3. Penarikan Kesimpulan .....	50
H. Prosedur Penelitian .....	50

BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A.	Hasil Penelitian .....	52
1.	Hasil Tes Kognitif .....	52
a.	Analisa Jawaban Butir Soal Nomor 1 dan 2 .....	54
b.	Analisa Jawaban Butir Soal Nomor 3 .....	58
c.	Analisa Jawaban Butir Soal Nomor 4 .....	61
d.	Analisa Jawaban Butir Soal Nomor 5 .....	63
e.	Analisa Jawaban Butir Soal Nomor 6 .....	66
f.	Analisa Jawaban Butir Soal Nomor 7 .....	68
g.	Analisa Jawaban Butir Soal Nomor 8 .....	70
h.	Analisa Jawaban Butir Soal Nomor 9 .....	74
i.	Analisa Jawaban Butir Soal Nomor 10 .....	78
j.	Analisa Jawaban Butir Soal Nomor 11 .....	81
2.	Hasil Wawancara .....	85
3.	Dokumen .....	97
B.	Pembahasan .....	107
1.	Pemahaman Komprehensif .....	107
2.	Analisa Kurikulum .....	114
BAB V	KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN .....	120
A.	Kesimpulan .....	120
B.	Implikasi .....	120
C.	Saran .....	121
	DAFTAR PUSTAKA .....	122
	LAMPIRAN .....	126

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1	Contoh Satuan dalam Kehidupan Sehari-hari.....	24
2	Massa Beberapa Isotop .....	28
3	Hubungan Mol dengan Massa Zat .....	31
4	Massa Molar Beberapa Senyawa.....	32
5	Rincian Waktu Penelitia .....	41
6	Rekapitulasi Hasil Tes Kognitif .....	52
7	Hasil Tes Kognitif Butir Soal Nomor 1 dan 2 .....	57
8	Hasil Tes Kognitif Butir Soal Nomor 3 .....	60
9	Hasil Tes Kognitif Butir Soal Nomor 4.....	63
10	Hasil Tes Kognitif Butir Soal Nomor 5.....	65
11	Hasil Tes Kognitif Butir Soal Nomor 6.....	67
12	Hasil Tes Kognitif Butir Soal Nomor 7.....	70
13	Hasil Tes Kognitif Butir Soal Nomor 8.....	74
14	Hasil Tes Kognitif Butir Soal Nomor 9.....	77
15	Hasil Tes Kognitif Butir Soal Nomor 10.....	80
16	Hasil Tes Kognitif Butir Soal Nomor 11 .....	83
17	Perbandingan Reaksi Bahan Bakar.....	90
18	Materi pada Kurikulum Kimia Saxony, Jerman .....	104
19	Rekapitulasi Keterlibatan Unsur Tetrahedral dalam Soal .....	108

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 Segitiga Johnstone dalam Pendidikan Kimia .....	21
2 Transformasi Pendidikan Kimia dari Segitiga ke Tetrahedral .....	22
3 Massa Relatif Besi dan Karbon .....	25
4 Spektrometer Massa.....	27
5 Perbedaan Massa Senyawa.....	30
6 Massa Molar Beberapa Unsur .....	31
7 Metana .....	34
8 Perbandingan Volume Molar.....	35
9 Kerangka Berpikir .....	39
11 Triangulasi Teknik Uji Validasi .....	47
12 Prosedur Penelitian .....	51
13 Diagram Rekapitulasi Tes Kognitif.....	53
14 Contoh Soal Konsep Mol di Buku Kimia.....	54
15 Butir Soal Nomor 1 dan 2.....	55
16 Penyelesaian Butir Soal Nomor 1 dan 2.....	56
17 Penyelesaian Butir Soal Nomor 1 dan 2 (Lanjutan) .....	56
18 Butir Soal Nomor 3.....	58
19 Butir Soal Nomor 4.....	61
20 Penyelesaian Butir Soal Nomor 4.....	62
21 Butir Soal Nomor 5.....	64
22 Butir Soal Nomor 6.....	66
23 Penyelesaian Butir Soal Nomor 6.....	67
24 Butir Soal Nomor 7.....	69
25 Butir Soal Nomor 8.....	71
26 Penyelesaian Butir Soal Nomor 8.....	73



27	Keadaan Gas dalam Tabung LPG.....	73
28	Butir Soal Nomor 9.....	75
29	Penyelesaian Butir Soal Nomor 9.....	76
30	Butir Soal Nomor 10.....	78
31	Penyelesaian Butir Soal Nomor 10.....	79
32	Butir Soal Nomor 11.....	81
33	Penyelesaian Butir Soal Nomor 11.....	82
34	Teks Penutup Tes Soal.....	84
35	Butir Soal Nomor 12.....	89
36	Gambar oleh Mahasiswa Pertama .....	90
37	Gambar oleh Mahasiswa Kedua .....	92
38	Gambar oleh Mahasiswa Ketiga.....	93
39	Gambar oleh Mahasiswa Keempat .....	94
40	Gambar oleh Mahasiswa Kelima.....	96
41	Gambar oleh Tudor Bumbac .....	101
42	Sistem Pendidikan Republik federal Jerman .....	116
43	Sistem Pendidikan Negara Bagian Saxony Jerman .....	117

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Instrumen Tes Kognitif .....	126
2 Rekapitulasi Hasil Tes Kognitif .....	131
3 Jawaban Butir Soal Nomor 12.....	133
4 <i>Educational System in the Federal Republic of Germany</i> .....	136
5 Research Permission FKIP UNS .....	142
6 Letter of Confirmation TUD.....	143