

LAPORAN PENELITIAN HIBAH FUNDAMENTAL



EFEKTIFITAS PRAKTIKUM MULTIMEDIA STRUKTUR ATOM DAN IKATAN  
KIMIA  
DALAM MENGATASI MISKONSEPSI KIMIA MAHASISWA

Oleh:

Dr. Retno Dwi Suyanti Msi(NIDN: 0026016602)

Prof.Drs.KH.Sugiyarto MSc.PhD(0015094803)

DIBIAYAI oleh Dirjend dikti Kemdiknas th 2012

Nomor: 0953/UN33.17/SPMK/2012

Tanggal: 12 Maret 2012

UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

November, 2012

## HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian :Efektifitas Praktikum Multimedia Struktur Atom dan Ikatan Kimia dalam Mengatasi Miskonsepsi Kimia Mahasiswa
2. Peneliti Utama
  - a. Nama Lengkap : Dr. Retno Dwi Suyanti MSi
  - b. Jenis Kelamin : P
  - c. NIP : 196601261991032003
  - d. Pangkat/Golongan : IV/b
  - e. Jabatan Struktural : -
  - f. Jabatan fungsional : Lektor Kepala
  - g. Fakultas/Jurusan : FMIPA/Pendidikan Kimia
  - h. Pusat Penelitian : Lembaga Penelitian UNIMED
  - i. Alamat : Jl.Willem Iskandar Psr V Medan 20221
  - j. Telp/Faks : (061) 6625970/ 061 6641347
  - k. Alamat Rumah : Komplek Naga Mas Permai Jl. Sani A.Mutholib Lk 2 No 86 Terjun Medan Marelan 20256
  - l. Telp/ HP : 061 76851086 / 08157016034
  - m. E-mail : [dwi\\_hanna@yahoo.com](mailto:dwi_hanna@yahoo.com)
3. Usul Jangka Waktu Penelitian : 2 tahun
4. Pembiayaan
  - a. Usul Biaya Tahun Pertama : Rp 40.000.000,-
  - b. Usul Biaya Tahun Kedua : Rp 40.000.000,-
  - c. Dana Usul Th 1 : Rp 30.000.000,-
  - d. Dana Usul Th 2 : Rp 40.000.000,-

Mengetahui,

Dekan  
FMIPA UNIMED



Prof.Drs.Mottar MSc.PhD  
NIP. 195908051986011001

Medan, 13 Nov 2012

Ketua Peneliti

Dr. Retno Dwi Suyanti MSi  
NIP. 196601261991032003

Mengetahui,  
Ketua Lembaga Penelitian,



Prof.Drs.Manihar Situmorang MSc.PhD  
NIP. 196008041986011001

## Ringkasan Hasil Penelitian

Penelitian tahun kedua ini mencoba menyajikan materi pokok bahasan dalam Kimia Anorganik mencakup Ikatan kovalen pada Karbon. Untuk pemahaman Ikatan kovalen pada senyawa karbon ini, mahasiswa **tidak perlu** melakukan pengamatan langsung pada berbagai senyawa fullerena karena tidak tersedianya bahan yang mahal. Melalui praktikum ini disajikan pola senyawa fullerena  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  dan  $C_{80}$  yang berdasarkan bentuk geometrinya dibandingkan kestabilannya. Data pendukung penentuan kestabilan tersebut merupakan hasil pengamatan dan analisis praktikan sendiri. Kemampuan interpretasi mahasiswa akan dikembangkan dengan menghubungkan data tersebut untuk menentukan struktur fullerena yang paling kristalin, kuat dan stabil. Untuk lebih terarah disediakan lembar kerja yang harus diselesaikan untuk menguji pemahaman praktikan terhadap materi yang bersangkutan. Acara praktikum berupa penggunaan multimedia interaktif ini belum pernah dilaksanakan, apalagi penrkuliahan dengan multimedia ikatan kovalensi pada karbon. Untuk keperluan umpan balik disediakan lembar respon mahasiswa dan dievaluasi efektivitas pembelajaran model ini. Penelitian ini menanamkan pemahaman bahwa Kimia bersifat tentative sehingga mengadaptasi metode dan temuan yang baru sehingga beberapa miskonsepsi diakibatkan pendapat kuno yang sudah melegenda. Dalam kaitannya dengan ikatan kimia selama ini dipahami bahwa ikatan kovalen pada senyawa mengindikasikan bahwa senyawa itu kurang stabil dan kurang kuat seperti pada senyawa-senyawa hidrokarbaon. Melalui praktikum multimedia ini maka miskonsepsi itu teratasi karena ternyata terdapat senyawa karbon fullerene dengan struktur yang diadopsi sebagai bola soccer oleh FIFA. Peningkatan kemampuan \_ullere kimia mahasiswa melalui praktikum Ikatan Kimia khususnya Senyawa Karbon. Kestabilan fullerene tersebut diketahui dengan menganalisis struktur  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  dan  $C_{80}$ . Hasil analisis data menunjukkan  $C_{60}$  memiliki struktur paling kristalin dan paling stabil. Dengan praktikum multimedia ini miskonsepsi terkait dengan ikatan kovalen pada senyawa karbon teratasi dan hasil belajar Kimia Anorganik meningkat dari rerata pretes 33 menjadi 87,10 untuk postes dengan rerata gain ternormalisasi 0,8 yang termasuk kategori tinggi. Persepsi mahasiswa terhadap praktikum multimedia ini sangat positif dengan rerata 92%. Produk Akhir dari penelitian ini adalah CD referensi praktikum Multimedia Struktur Atom dan Senyawa Karbon dan Buku teks Kimia Anorganik Non Logam terkait kedua pokok bahasan.

Katakunci: Praktikum multimedia, Fullerena, Miskonsepsi

## SUMMARY

### The effectivity of Multimedia Practical work Structure Atomic and Chemical Bonding for overcoming student's misconception in Chemistry

By : Dr. Retno Dwi Suyanti, Msi, Prof.Drs.KH Sugyanto MSc,PhD

The fundamental research about using multimedia practical work Chemical Bonding for overcoming misconception in Inorganic Chemistry integrated learning have been conducted. The students inquire and discover for analyzing the structure and determine the stability of fullerene  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  and  $C_{80}$ . Work sheets which available for measure the student's comprehend in practical is prepared refer as manual procedure of practical grafis media. The feed back of this activity, the students fill the questioner about student response related discover and inquire the most cristaline and stable among the third fullerene. The result of research shows that there is significant average achievement increase with pretest (33) and post test scores (87). The normalized gain score average caused by using the model is 0.80 in high category. Misconceptions in bonding chemistry can be overcome through using this model such as how determine the stability of compound carbon fullerene without lab work. Students joyfull and interest for creating the fullerene media and analyze the map of structure. This research try to present discussion direct material in Inorganic Chemistry include chemical bonding in inorganic carbon compound. In order for understanding of this fullerene covalence compound, student not conduct direct analyzed because is not available of equipments and unavailable chemicals. Through this practicum will be presented the map structure of  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  and  $C_{80}$  that the data represent result of students observe alone. Directional to be more provided spread sheet which must be finished to test the understanding of inquiry items of Practicum usage this interactive multimedia, more than anything else lecturing with Carbon compound. Implementation of hands on practicum of fullerene  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  and  $C_{80}$  shows that the soccer structure of Fullerene- $C_{60}$  more stable compare  $C_{70}$  and  $C_{80}$ . With this lab practicum related misconception atomic structure be overcome and result of learning Inorganic Chemistry shows student average in mentioned high category improvement. Students perception toward this activity very interest (92% responsive). Using this multimedia lab work model will improve students achievement in Inorganic Chemistry especially Atomic Structure and Bonding Chemical. The product of this research are references CD of multimedia practicum in atomic structure and Carbon compound include in text book Inorganic Chemistry with non metal scope.

Keyword: practical work, Fullerene, Multimedia, misconception

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan ke Hadirat Tuhan Yang Maha Kasih atas berkat dan anugerahNya maka penulis dapat menyelesaikan penelitian Fundamental tahun terakhir dengan judul: Efektifitas Praktikum Multimedia Struktur Atom dan Ikatan Kimia dalam mengatasi Miskonsepsi Kimia Anorganik Mahasiswa dengan baik dan lancar.

Penelitian ini dapat selesai tepat waktu berkat bantuan dan kerjasama berbagai pihak dengan penulis. Oleh sebab itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI), Departemen Pendidikan Nasional melalui DP2M yang mendanai penelitian ini melalui Proyek Dana Bersaing.
2. Lembaga Penelitian Universitas Negeri Medan (UNIMED) dan Dekan F-MIPA UNIMED yang membantu dalam kemudahan Administrasi.
3. Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNIMED yang telah memberikan fasilitas dan kemudahan dalam melakukan penelitian di kelas.
4. Ketua Prodi Kimia Non-Dik yang telah memberikan kesempatan untuk penelitian pada mata kuliah Kimia Anorganik Non Dik

Penulis menyadari bahwa penelitian ini belumlah sempurna walaupun penulis telah bekerja semaksimal mungkin. Namun demikian penulis berharap semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi siapa saja yang menggunakannya.

Medan, November 2012

(Dr.Retno Dwi Suyanti MSi)

THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Laporan Akhir	ii
Ringkasan	iii
Summary	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
Daftar Lampiran	xi
<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN</b>
	10
1.1	Latar Belakang
	10
1.2	Perumusan Masalah
	12
<b>BAB II</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>
	13
	Karbon
	13
	Multimedia
	15
	Miskonsepsi Kimia
	21
	Kemampuan Generik Kimia
	22
<b>BAB III</b>	<b>TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN</b>
	25
3.1	Tujuan Penelitian
	25
3.2	Manfaat Penelitian
	25
<b>BAB IV</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>
	26
4.1	Subjek dan Objek Penelitian
	26
4.2	Hipotesis
	26
4.3	Setting Penelitian
	26
4.4	Rancangan Penelitian
	27
4.5	Desain Tahapan Penelitian
	28
4.6	Instrumen Penelitian
	29
4.7	Metode Pengumpulan dan analisis data
	29
<b>BAB V</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>
	30
A.	Hasil Penelitian
	30
5.1	Hasil Prestasi Belajar
	31
5.2	Respon Mahasiswa
	32
B.	Pembahasan
	32
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>
	41
A.	Kesimpulan
	41
B.	Saran
	41
Daftar Pustaka	42
Lampiran-Lampiran	

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Miskonsepsi terkait ikatan Kimia kovalen	16
Tabel 4.1 Format angket persepsi siswa terhadap media peraga	27
Tabel 5.1 Hasil Perbandingan Kestabilan Fulleren $C_{60}$ , $C_{70}$ dan $C_8$	35
Tabel 5.2 Miskonsepsi pada Ikatan Kimia dalam Senyawa Karbon Fulleren	39
Tabel 5.3. Persepsi mahasiswa terhadap praktikum multimedia	40
Tabel 5.4 Rekap Persepsi Terhadap Media Peraga	17

## DAFTAR GAMBAR

### Halaman

- Gambar 2.1. Struktur intan (a), grafit (b), dan bukminsterfullerena (c) 12
- Gambar 2. 2 Pola pemodelan Fullerena  $C_{60}$ ,  $C_{70}$ ,  $C_{80}$  4
- Gambar 5.1 Grafik respon mahasiswa terhadap praktikum media 42

UNIVERSITAS NEGERI MEDAN  
UNIMED

THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

## DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 Curriculum Vitae	43
Lampiran 2. Lembar Kerja Fullerena	55
Lampiran 3 Tes Ikatan Kimia pada Fullerena	60
Lampiran 4 Foto dokumen penelitian	67
Lampiran 5 Naskah Jurnal Penelitian	72
Lampiran 6 Surat Perintah Mulai Kerja	76

UNIVERSITAS NEGERI MEDAN  
UNIMED

THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

## BAB I PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Model perkuliahan yang mampu membekali sesuatu pengetahuan yang akan terinternalisasi dalam diri mahasiswa (kemampuan generik) merupakan hal yang penting dewasa ini. Untuk dapat menjadi kemampuan generik mahasiswa, maka miskonsepsi mahasiswa dalam ilmu kimia yang mendasar seperti struktur atom dan ikatan kimia harus diatasi. Namun demikian perlu disadari bahwa untuk menanamkan konsep yang benar pada kedua pokok bahasan tersebut tidak dapat diterapkan praktikum dengan alat dan bahan kimia di laboratorium. Oleh karena itu melalui penelitian ini akan dirancang praktikum multimedia tanpa bahan kimia terkait dengan struktur atom dan ikatan kimia yang karakteristik kontennya tergolong abstrak tersebut.

Kegiatan laboratorium (praktikum) merupakan salah satu kegiatan pembelajaran Kimia selain “class teaching”. Ilmu kimia dibangun dari sebagian besar hasil-hasil penelitian laboratorium, maka kegiatan praktikum merupakan kegiatan pembelajaran yang sangat vital baik dalam memahami maupun mengembangkan ilmu kimia. Oleh karena itu semakin “lengkap-variatif” suatu kegiatan praktikum, semakin mendekati ciri hakiki ilmu kimia itu, sehingga pembelajaran kimia selalu “didampingi” dengan kegiatan praktikum.

Keterbatasan dana / fasilitas, umumnya menjadi kendala utama minimnya kegiatan praktikum kimia, karena umumnya material kimia bersifat sebagai barang habis pakai. Oleh karena itu pengembangan suatu model, khususnya model praktikum berbasis multimedia, merupakan salah satu alternatif yang dipandang sangat tepat untuk pembelajaran geometri kristal kimiawi, dan ini dapat dengan mudah dilaksanakan secara terintegrasi dengan perkuliahan, jadi bersifat tahan lama.

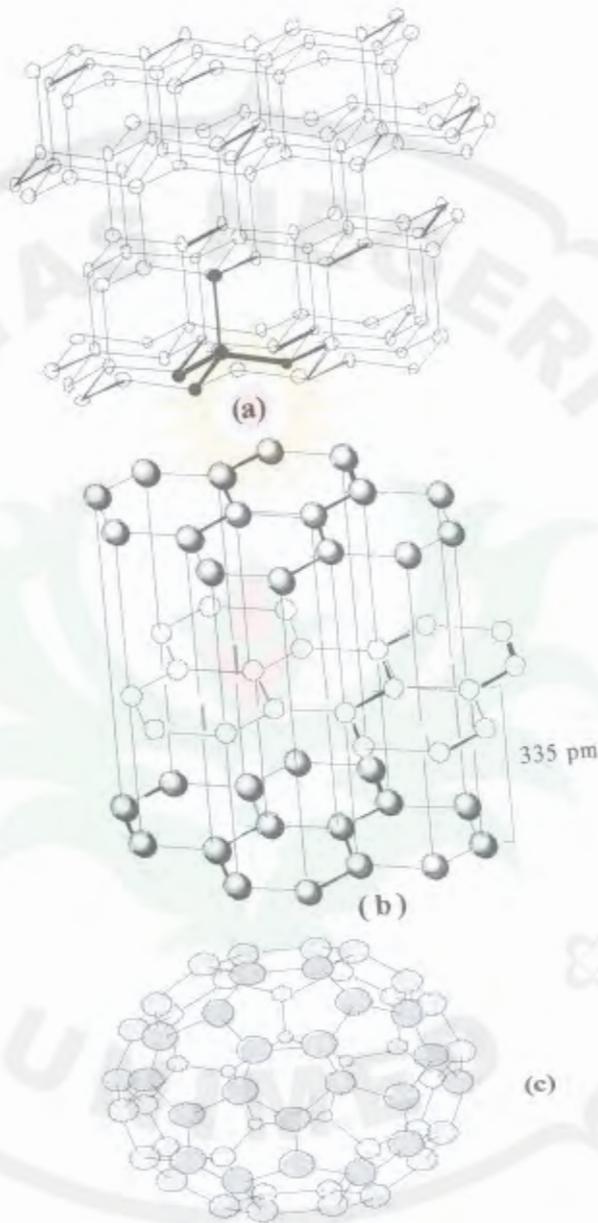
## BAB II. KAJIAN PUSTAKA

### KARBON

#### Jenis Alotrop Karbon

Dua bentuk alotrop karbon yang telah lama dikenal yaitu **intan** dan **grafit**. Dalam intan tiap atom karbon membentuk bangun struktur tetrahedral dengan empat atom karbon yang lain dengan panjang ikatan  $C-C \sim 1,54 \text{ \AA}$ . Jadi tiap atom karbon dalam intan membentuk orbital *hibrida*  $sp^3$ . Unit tetrahedral ini tersebar secara berkelanjutan membentuk suatu jaringan yang sangat kuat, dimana tiap atom karbon tidak dapat bergerak secara bebas. Berbeda dari intan, grafit disusun oleh lapisan-lapisan atom karbon yang membentuk lingkaran-6 datar (*heksagon*) dan tiap-tiap atom karbon membentuk struktur trigonal datar dengan tiga atom karbon yang lain. Panjang ikatan  $C-C$  dalam tiap lapisan yaitu  $\sim 1,42 \text{ \AA}$  (mirip dengan panjang ikatan  $C-C$  dalam benzena,  $1,40 \text{ \AA}$ ), sedangkan jarak antar lapisan yaitu  $\sim 3,35 \text{ \AA}$ . Dengan demikian tiap atom karbon dalam grafit membentuk orbital hibrida  $sp^2$  untuk menghasilkan tiga ikatan kovalen tunggal tersebut; sedangkan orbital  $p$  yang lain membentuk ikatan  $\pi$  yang terlokalisasi dalam lapisan, dan elektron  $\pi$  inilah yang dianggap bertanggung jawab pada sifat konduktivitas-listrik grafit.

Alotrop karbon ke tiga yang belum terlalu lama dipelajari secara ekstensif yaitu keluarga **fulerena**, merupakan struktur jaringan atom karbon yang membentuk bangun bola; kebulatan struktur bola yang dibangun bergantung jumlah anggotanya, yang paling umum yaitu  $C_{60}$  (*Buckminsterfullerena*),  $C_{70}$ , dan  $C_{80}$ .  $C_{60}$  tersusun oleh atom-atom karbon yang membangun 12 *pentagon* (lingkar -5 anggota) dan 5 *heksagon* (lingkar -6 anggota). Dalam  $C_{60}$ , tiap atom karbon membentuk 3 ikatan dan merupakan persekutuan dari *dua heksagon* dan *satu pentagon*; tiga ikatan ini terdiri dari satu ikatan rangkap dua (dengan panjang ikatan  $C-C \sim 1,39 \text{ \AA}$ ) dan dua ikatan tunggal (dengan panjang ikatan  $C-C \sim 1,43 \text{ \AA}$ ). Tiap ikatan tunggal ini merupakan persekutuan dari *heksagon-pentagon*, sedangkan tiap ikatan rangkap merupakan persekutuan *heksagon-heksagon*. Dengan demikian tiap atom karbon dalam  $C_{60}$  ini dapat dipertimbangkan membentuk orbital *hibrida*  $sp^2$ . Komparasi jaringan ikatan ketiga alotrop ini ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Bukminsterfullerena, C<sub>60</sub>  
 Gambar 2.1 Struktur intan (a), grafit (b), dan bukminsterfullerena (c)

**Data Fullerena**

Rumus umum :  
 jumlah atom C genap  
 Struktur  
 bidang pentagon (lingkar -5

$C_{20+2h}$  ( $h$  = jumlah bidang heksagon);  
 : Bulatan (Sferis) tersusun oleh

heksagon (lingkar - 6 anggota)

Contoh

:  $C_{60}$ ,  $C_{70}$ ,  $C_{80}$ , dsb.

anggota)

dan

Sifat Umum :

Padatan hitam, larut dalam pelarut organik

(Toluena, Benzena)

dan beraneka warna ( $C_{60}$  - berwarna *purple*,  $C_{70}$  berwarna *merah anggur*, dan  $C_{80}$  berwarna *hijau-kuning*) ; non-konduktor listrik

### Buckminsterfullerena - $C_{60}$

Nama Buckminsterfullerene diambilkan dari nama seorang genius abad ke duapuluh, R. Buckminster Fuller, yang mengembangkan dan mempopulerkan banyak desain - arsitektural "geodesic dome" (kubah geodesi) yang pada mulanya ditemukan oleh Walter Bauersfield (Jerman). Bangun demikian ini yang terdiri dari bidang *pentagon* dan *heksagon* ternyata mempunyai kekuatan yang kokoh luarbiasa.

#### Karakteristik

- (1) Struktur bola bulat (*European foot ball*), tersusun oleh 12 *pentagon* dan 20 *heksagon*  
Tiap *pentagon* dikelilingi oleh 5 *heksagon*, dan tiap *heksagon* dikelilingi oleh 3 *pentagon* dan 3 *heksagon* yang lain.
- (2) Tiap atom C terikat oleh 3 atom C yang lain secara *trigonal* ( $sp^2$ ) dengan 2 *ikatan tunggal* ( $1,43\text{\AA}$ ) dan satu *ikatan rangkap dua* ( $1,39\text{\AA}$ ) ; ikatan rangkap ini merupakan *persekutuan* antara dua *heksagon*.
- (3) Struktur unit sel *fcc* (*kubus pusat muka*) dengan panjang rusuk  $14,2\text{\AA}$  sehingga menghasilkan massa jenis (hitungan)  $\sim 1,67 \text{ g/cm}^{-3}$

THE  
Character Building  
UNIVERSITY

### Komparasi : intan - grafit - bukminsterfulerena

Karakteristik	INTAN	GRAFIT	C <sub>60</sub>
Warna	jernih	hitam	hitam
Dalam pelarut organik	tak larut	tak larut	larut (dalam benzena, toluena) berwarna purple
Densitas g/cm <sup>3</sup>	3,52	2,2	1,5
Titik leleh / °C	> 3550	3652-3697	menyublim
Struktur	Jaringan tetrahedron  C-C ~ 1,54Å	lapisan heksagon, jarak antar lapis 3,35Å, C-C ~ 1,42Å	bola : 12 pentagon dan 20 heksagon, C=C ~ 1,39Å dan C-C ~ 1,43Å
Hibridisasi atom C	sp <sup>3</sup>	sp <sup>2</sup>	sp <sup>2</sup>
	konduktor panas	konduktor listrik	non-konduktor
Unit kristal	fcc + 4 C <sub>interior</sub>	-	fcc

#### Sejarah Penemuan Bukminsterfulerena

Orang-orang yang dianggap perlu dicatat dalam awal penemuan alotrop fullerena

- (1) W.E. Addison (1964) meramalkan adanya alotrop karbon selain intan dan grafit
- (2) David Jones (1966) mengusulkan adanya "hollow graphitic spheroids" (suatu bangun grafit berlubang atau kubah grafit)
- (3) Donald Huffman dan Wolfgang Krätschmer (1982/1988) memanaskan batangan grafit pada tekanan atmosfer rendah dan menghasilkan jelaga C<sub>60</sub> dan C<sub>70</sub>
- (4) Harold Kroto - Richard Smalley dkk. (1985) membakar permukaan grafit dengan laser bertenaga tinggi dan menghasilkan C<sub>60</sub> dan mengusulkan dengan bangun "bola".

#### Sintesis - C<sub>60</sub>

Kelompok peneliti UNSW menggunakan grafit dan batubara sebagai bahan utama awal pembuatan fullerena. Loncatan bunga api listrik grafit (batangan karbon) dalam atmosfer helium dengan arus tinggi (AC-DC 200A) menghasilkan sebagian besar *fullerena simetrik* dalam jumlah yang sangat besar.

## Potensi Kegunaan Fullerena

Bentuk-bentuk fullerena ini menjanjikan manfaat dalam pengiriman obat-obatan, pembentukan laser-laser baru, penyediaan kawat tipis dan komponen-komponen dalam nanoteknologi. Fullerena juga akan mempengaruhi pada proses pengolahan batubara, pembuatan anoda karbon, industri aluminium, minyak pelumas, agen absorban, karbon aktif, katalisis, dan serat karbon. **Technegas**, yang mengandung fullerena, sedang diteliti manfaatnya dalam "medical imaging" paru-paru. Para ahli di NSW percaya bahwa atom-atom radioaktif Tc (Technetium) dapat dimasukkan ke dalam molekul fullerena. Kemungkinan yang lain yaitu aplikasinya dalam kimia polimer, energi solar dan baterai, dan industri pelapisan, bahkan termasuk pembuatan magnet nonmetal yang kuat dan superkonduktor.

## MULTIMEDIA

Pemanfaatan multimedia yang mengkombinasikan beberapa elemen seperti teks, grafik, animasi, suara, dan video dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi ajar dan lebih mempersiapkan diri mahasiswa untuk melakukan kegiatan praktikum di laboratorium (Boywer, 2003). Sumber belajar berbasis multimedia merupakan program aplikasi efektif dalam kimia yang merupakan sains fisik karena mampu menggabungkan antara gaya belajar dengan model pengajaran (Gregory and Steward, 1997). Pendidikan yang berbasis multimedia mampu mengaktifkan imajinasi mahasiswa (Whalley, 1995). World Wide Web dan CD merupakan alat penyampai multimedia. Menurut Rodrigues (1999), keuntungan utama penggunaan CD pembelajaran terletak pada kekuatan pengembangan konsep, mendukung perbedaan cara belajar mahasiswa, pengembangan pengetahuan yang berkaitan serta transfer kontrol pembelajaran ke peserta didik.

Model pengajaran Kimia Dasar terintegrasi yang menggunakan metoda inkuiri akan lebih bermakna jika dibantu dengan program media berstruktur seperti pengajaran modul, pengajaran dengan bantuan video dan komputer, dan praktikum multi media. Model pengajaran Kimia dengan memanfaatkan teknologi maju seperti video cassette, overhead projector, film slide, komputer, CD-rom dan internet ini sesuai dengan metode

pengajaran pada kurikulum teknologis. Pengembangan model pembelajaran kimia terintegrasi berbasis multimedia komputer perlu dikembangkan agar kegiatan belajar-mengajar kimia tingkat lanjutan memberikan bekal kemampuan berpikir yang memadai bagi calon guru kimia serta menumbuhkembangkan ketrampilan memecahkan masalah bagi mahasiswa LPTK.

Teknologi menunjang proses pencapaian sasaran dan tujuan pendidikan sehingga proses belajar akan lebih berkesan dan bermakna. Pembelajaran konsep-konsep kimia koordinasi secara bermakna berkontribusi besar terhadap pengembangan cara berfikir tingkat tinggi sebagai hal yang ditekankan dalam literasi sains.

Ketrampilan berpikir sains sangat penting untuk dibekalkan kepada calon guru. Berpikir merupakan proses kognitif, aktivitas mental untuk memperoleh pengetahuan serta pengalaman yang kreatif (Presseisen, 1985). Model pembelajaran kimia yang mampu meningkatkan ketrampilan berpikir tingkat tinggi (kompleks) seperti berpikir kreatif, berpikir kritis, pengambilan keputusan dan pemecahan masalah sangat dibutuhkan di perguruan tinggi termasuk LPTK.

Dalam *classroom action*, pihak "dosen" selalu mendapat masukan melalui hasil observasi pihak ketiga (pemonitor proses pembelajaran kelas) maupun melalui lembar observasi mahasiswa sendiri, sehingga diharapkan dosen selalu mengadakan koreksi / perbaikan proses pembelajaran kelas secara berkelanjutan khususnya bentuk-bentuk *action* yang diperlukan; sedangkan untuk mahasiswa, selain memperoleh kesempatan untuk memberi saran pelaksanaan proses pembelajaran, mereka juga selalu memperoleh perlakuan atau *action* dari dosen sehingga proses pembelajaran terhadap suatu pokok bahasan berlangsung secara berkelanjutan, dan inilah yang diharapkan memberikan kualitas hasil belajar yang lebih baik.

Penelitian terkait dengan *molecule modelling* dalam bidang Kimia Fisika akhir-akhir ini mengungkap perihal "perspektif mahasiswa dalam kelompok kecil belajar kimia" (Towns, *et al.*, 2000). Temuan menunjukkan pentingnya interaksi antar mahasiswa yang mampu meningkatkan hubungan yang berkaitan dengan baik dalam kegiatan belajar maupun kegiatan sosial. Lebih lanjut dilaporkan bahwa dalam hal ini metode "problem solving" dilaksanakan dalam bentuk kelompok.

"Problem solving" merupakan salah satu bentuk pembelajaran yang menarik banyak ahli pendidikan kimia di perguruan tinggi (Sawrey : 1990). Melalui pendekatan "*problem solving*" kenyataannya dapat ditemukan adanya

miskonsepsi pada banyak mahasiswa (Nakhleh and Mitchell : 1993). Dengan kegiatan penyusunan modeling dalam acara praktikum, mahasiswa diharapkan dapat mengingat, menata atau mengkonstruksi pengetahuannya secara "benar" di dalam sel-sel otaknya, karena pada dasarnya menurut model konstruktivistik, "*knowledge is constructed in the mind of the learner*" (Bodner : 1986).

### **Miskonsepsi Kimia**

Bahasan mengenai miskonsepsi tentang pelajaran kimia sudah sangat banyak diteliti oleh para guru, mahasiswa, peneliti-peneliti di Indonesia. Namun dari apa yang mereka hasilkan itu sangat sedikit yang dipublikasikan. Entah alasannya apa, mungkin takut dijiplak. Padahal jika hasilnya dipublikasikan tentu akan sangat berguna bagi praktisi pengajar untuk mata pelajaran yang menjadi fokus penelitiannya.

Miskonsepsi siswa sebelum dan sesudah pengajaran formal menjadi suatu perhatian utama diantara para peneliti di Pendidikan Sains karena mereka mempengaruhi bagaimana siswa mempelajari ilmu pengetahuan baru. Memainkan sebuah peranan penting pada pembelajaran berikutnya dan menjadi sebuah halangan dalam memperoleh tubuh yang benar dari pengetahuan. Pada tulisan ini beberapa miskonsepsi siswa tentang ikatan kimia diberikan dalam sebuah literatur yang telah diselidiki dan disajikan. Untuk tujuan ini, suatu literatur yang diperinci melihat tentang ikatan kimia dari data yang telah dikumpulkan dan disajikan menurut masa lalu.

Miskonsepsi kimia adalah sebuah hasil dari Royal Society dari program kimia untuk mendukung pendidikan pada sains kimia. Keith Taber adalah seorang ahli di sekolah RSC pada tahun 2000-2001. Dia mengembangkan materi ini untuk membantu para guru dalam menggunakan "konsep alternatif" yang membawa siswa dalam pembelajaran kimia mereka. Dia menyatakan hampir 100 guru pada sekolah tingkat elementary hingga universitas yang membantu mengembangkan dan menilai pendekatan ini pada pembelajaran konsep. Dia merekomendasikan pada bagian I bahwa guru kimia menyelidiki apa yang dipikirkan siswa tentang

ide-ide sains sama sebelum latihan dimulai dan mengeksplorasi persepsi siswa dari konsep kimia pada sebuah dasar yang berkelanjutan sebagai sebuah bagian penting dari proses belajar mengajar.

Pada sains, sering ada banyak gagasan yang seringkali disalahtafsirkan. Hal ini dapat menyebabkan pelajar meniru dengan membuat pengertian dari konsep abstrak. Juga karena sains terus menerus mengalami perubahan untuk beradaptasi dengan penemuan dan metode baru. Beberapa miskonsepsi mungkin seharusnya pada ide-ide atau tulisan lama. Karena bentuk dari konsep baru berdasarkan pada bangunan dasar dari sesuatu yang telah lama. Berikut ini dimaksudkan untuk menghasilkan sebuah kesadaran dari beberapa miskonsepsi yang ditemukan pada kelas 9 Sains. Terutama pada atom dan model molekul.

Tabel 2.1 Miskonsepsi terkait ikatan kimia

Miskonsepsi	Konsep yang Tepat	
Electron-elektron dikenal dari atom mana ia berasal.	Tidak ada perbedaan antara jenis elektron untuk atom-atom yang berbeda atau atom-atom tidak memiliki elektron elektron khususnya. Elektron-elektron sama dan dapat ditransfer dari satu atom ke atom lainnya.	Tidak ada perbedaan untuk atom-atom tidak khususnya. Elektron dapat ditransfer dari satu atom ke atom lainnya.
Atom-atom dikenal memiliki electron-elektronnya sendiri.		
Pasangan electron sama-sama terbagi dalam ikatan kovalen.	Pasangan elektron tidak dibagi sama pada semua ikatan kovalen. Pada sebagian, satu atom memiliki pasangan elektron lebih dari dari atom lain. (contohnya perbedaan perbedaan keelektronegativan) dan menyebarkan pasangan elektron menjadi lebih dekat padanya dari pada atom lain.	
Kekuatan ikatan kovalen dan gaya antar molekul sama.	Kekuatan ikatan kovalen lebih kuat dari gaya antar molekul pada molekul.	Pasangan elektron pada semua

	<p>seperti diditaratom (atom) lebih Lebih          besar datayang antar antelekunya          (diantara molekul-molekul). Karena itu,          molekul-molekul dapat dipisahkan          dengan mudah dari pemutusan molekul          mereka sendiri.</p>	<p>sebagian, satu          elektron leb          (contohnya          keelektronegat          pasangan elek          padanya dari p</p>
		<p>Kekuatan dari          gaya antar m          seperti dianta          besar dari g          (diantara mole          molekul-molek          dengan mudah          mereka sendiri</p>

### Kemampuan Generik Kimia

Secara umum kemampuan generik kimia yang dikembangkan menurut Fatimah *et al.*, ( 2001) (dalam Suyanti, 2006) mencakup:

- a. Pengamatan Langsung: dapat diperoleh pada kejadian yang ditemui sehari-hari dan atau terjadi saat melakukan percobaan di laboratorium. Kemampuan pengamatan langsung dapat diajarkan pada hampir semua topik pembelajaran kimia dasar termasuk kimia koordinasi.

- b. Pengamatan Tak Langsung

Kimia adalah suatu ilmu yang mempelajari materi dan energi. Ada gejala-gejala yang dapat diamati secara langsung seperti perubahan warna suatu zat, Namun banyak sekali hal yang tidak dapat diamati secara langsung . Diperlukan suatu peralatan atau suatu sifat untuk menentukan atau menunjukkan suatu gejala. Misalnya menentukan banyaknya atom atau molekul dalam zat yang beratnya tertentu.

c. Pemahaman tentang skala

Untuk dapat memahami kimia secara benar, maka seseorang harus mempunyai kepekaan yang tinggi tentang skala. Misal dalam satu mol setiap zat terdapat  $6,022 \times 10^{23}$  molekul.

d. Bahasa Simbolik

Simbol yang digunakan sebagai lambang tiap unsur bersifat internasional, artinya siapapun yang berkecimpung dalam kimia untuk menggunakan simbol yang sama. Bahasa simbol harus dimaknai fisis/pengertiannya dengan benar.

e. *Logical Frame*.

*Logical frame* ialah kemampuan generik untuk berpikir sistematis yang didasarkan pada keteraturan fenomena.

f. Konsistensi Logis

Ilmu kimia pengembangannya didasarkan pada cara induktif, sehingga dituntut untuk melihat adanya konsistensi logis dari hasil pengamatan data. Adanya konsistensi logis dari konfigurasi elektron unsur-unsur segolongan menyebabkan sifat kimia yang mirip.

g. Hukum Sebab Akibat

Kemampuan untuk memahami dan menggunakan hukum sebab-akibat misalnya pada topik pergeseran kesetimbangan.

h. Pemodelan

Dalam mempelajari ilmu kimia beberapa materi harus dipelajari secara abstrak. Hal ini merupakan kesulitan bagi mahasiswa maupun dosen, sehingga dituntut kemampuan pemodelan.

i. *Logical Inference*

Merupakan kemampuan generik untuk dapat mengambil kesimpulan baru sebagai akibat logis dari hukum-hukum terdahulu, tanpa harus melakukan percobaan baru.

j. Abstraksi

Merupakan kemampuan mahasiswa untuk menggambarkan hal-hal abstrak ke dalam bentuk nyata. Kimia Anorganik adalah studi sintesis dan perilaku senyawa-senyawa anorganik dan organologam. Terapannya dalam industri kimia : katalisis,

sains material, pigmen, surfaktan, pelapisan, obat, bahan-bakar minyak dan pertanian.

### **BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT**

#### **1. Tujuan Penelitian**

Tujuan utama dalam penelitian ini yaitu untuk meningkatkan kualitas pembelajaran Kimia Anorganik melalui kegiatan perkuliahan dan praktikum menggunakan berbagai media seperti grafis, animasi dan modul berbasis web guna meningkatkan kemampuan generik mahasiswa. Pemahaman yang benar tentang Struktur Atom dan Ikatan Kimia sangat menentukan keberhasilan mahasiswa dalam menempuh mata kuliah lanjutan, guna mengatasi miskonsepsi kimia dalam diri mahasiswa serta menjadikan proses pembelajaran kimia umum sebagai tahap pembekalan kemampuan generik, maka implementasi multimedia menjadi suatu kegiatan yang vital. Secara rinci tujuan penelitian ini yaitu :

- (1) Meningkatkan keterlibatan proses pembelajaran mahasiswa dalam mata kuliah Kimia Anorganik Non-Logam khususnya melalui perkuliahan dan kegiatan praktikum interaktif yang terintegrasi.
- (2) Meningkatkan kemampuan generik mahasiswa dalam memahami konsep-konsep struktur atom dan ikatan kimia melalui perkuliahan penyelesaian kegiatan praktikum berbasis multimedia.
- (3) Memperoleh pola penerapan tindakan yang efektif dalam kegiatan perkuliahan berbasis multimedia serta praktikum untuk mengungkap berbagai fenomena secara interaktif.

sains material, pigmen, surfaktan, pelapisan, obat, bahan-bakar minyak dan pertanian.

### **BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT**

#### **1. Tujuan Penelitian**

Tujuan utama dalam penelitian ini yaitu untuk meningkatkan kualitas pembelajaran Kimia Anorganik melalui kegiatan perkuliahan dan praktikum menggunakan berbagai media seperti grafis, animasi dan modul berbasis web guna meningkatkan kemampuan generik mahasiswa. Pemahaman yang benar tentang Struktur Atom dan Ikatan Kimia sangat menentukan keberhasilan mahasiswa dalam menempuh mata kuliah lanjutan, guna mengatasi miskonsepsi kimia dalam diri mahasiswa serta menjadikan proses pembelajaran kimia umum sebagai tahap pembekalan kemampuan generik, maka implementasi multimedia menjadi suatu kegiatan yang vital. Secara rinci tujuan penelitian ini yaitu :

- (1) Meningkatkan keterlibatan proses pembelajaran mahasiswa dalam mata kuliah Kimia Anorganik Non-Logam khususnya melalui perkuliahan dan kegiatan praktikum interaktif yang terintegrasi.
- (2) Meningkatkan kemampuan generik mahasiswa dalam memahami konsep-konsep struktur atom dan ikatan kimia melalui perkuliahan penyelesaian kegiatan praktikum berbasis multimedia.
- (3) Memperoleh pola penerapan tindakan yang efektif dalam kegiatan perkuliahan berbasis multimedia serta praktikum untuk mengungkap berbagai fenomena secara interaktif.

(4) Menjaring kemampuan generik kimia mahasiswa serta melihat kontribusi penggunaan praktikum multimedia kimia yang dikemas secara hypertexts dalam pembelajaran kimia umum berbasis web.

(5) Menjaring dan mengatasi miskonsepsi Kimia mahasiswa terkait dengan pemahaman mendasar tentang struktur atom dan Ikatan Kimia.

## 2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini secara sederhana antara lain yaitu (a) bagi dosen, tahap demi tahap dapat diketahui strategi perkuliahan berbasis multimedia dan pola kegiatan praktikum yang “tepat” untuk pokok bahasan Struktur Atom dan Ikatan Kimia yang dapat membekali kemampuan generik maupun hasil belajarnya, dan (b) bagi mahasiswa, akan disadarkan adanya berbagai alternatif media yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang dihadapi dalam penyelesaian tugas maupun dalam visualisasi perangkat peraga serta mengasah kemampuan ruangnya (*knowledge space*)(c). Penanaman kemampuan generic tentang pemodelan molekul serta praktikum berbasis multimedia ini merupakan hal yang essensial dalam pembelajaran kimia lanjutan kelak. **Objek Penelitian :** Implementasi praktikum multimedia struktur atom guna menjaring dan mengatasi miskonsepsi mahasiswa serta pembekalan kemampuan generik melalui Ikatan Kimia

Temuan yang ditargetkan:

- a. Berbagai Media Untuk praktikum Kimia Anorganik Non Logam
- b. CD pembelajaran dan praktikum Kimia Anorganik Non Logam berbasis Web
- c. Miskonsepsi Ikatan kovalen khususnya pada senyawa karbon terjaring melalui praktikum multimedia tersebut
- d. Kemampuan ruang (*knowledge space*) yang berkembang mahasiswa dalam membuat struktur senyawa karbon

sains material, pigmen, surfaktan, pelapisan, obat, bahan-bakar minyak dan pertanian.

### **BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT**

#### **1. Tujuan Penelitian**

Tujuan utama dalam penelitian ini yaitu untuk meningkatkan kualitas pembelajaran Kimia Anorganik melalui kegiatan perkuliahan dan praktikum menggunakan berbagai media seperti grafis, animasi dan modul berbasis web guna meningkatkan kemampuan generik mahasiswa. Pemahaman yang benar tentang Struktur Atom dan Ikatan Kimia sangat menentukan keberhasilan mahasiswa dalam menempuh mata kuliah lanjutan, guna mengatasi miskonsepsi kimia dalam diri mahasiswa serta menjadikan proses pembelajaran kimia umum sebagai tahap pembekalan kemampuan generik, maka implementasi multimedia menjadi suatu kegiatan yang vital. Secara rinci tujuan penelitian ini yaitu :

- (1) Meningkatkan keterlibatan proses pembelajaran mahasiswa dalam mata kuliah Kimia Anorganik Non-Logam khususnya melalui perkuliahan dan kegiatan praktikum interaktif yang terintegrasi.
- (2) Meningkatkan kemampuan generik mahasiswa dalam memahami konsep-konsep struktur atom dan ikatan kimia melalui perkuliahan penyelesaian kegiatan praktikum berbasis multimedia.
- (3) Memperoleh pola penerapan tindakan yang efektif dalam kegiatan perkuliahan berbasis multimedia serta praktikum untuk mengungkap berbagai fenomena secara interaktif.

(4) Menjaring kemampuan generik kimia mahasiswa serta melihat kontribusi penggunaan praktikum multimedia kimia yang dikemas secara hypertexts dalam pembelajaran kimia umum berbasis web.

(5) Menjaring dan mengatasi miskonsepsi Kimia mahasiswa terkait dengan pemahaman mendasar tentang struktur atom dan Ikatan Kimia.

## 2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini secara sederhana antara lain yaitu (a) bagi dosen, tahap demi tahap dapat diketahui strategi perkuliahan berbasis multimedia dan pola kegiatan praktikum yang “tepat” untuk pokok bahasan Struktur Atom dan Ikatan Kimia yang dapat membekali kemampuan generik maupun hasil belajarnya, dan (b) bagi mahasiswa, akan disadarkan adanya berbagai alternatif media yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang dihadapi dalam penyelesaian tugas maupun dalam visualisasi perangkat peraga serta mengasah kemampuan ruangnya (*knowledge space*)(c). Penanaman kemampuan generic tentang pemodelan molekul serta praktikum berbasis multimedia ini merupakan hal yang essensial dalam pembelajaran kimia lanjutan kelak. **Objek Penelitian :** Implementasi praktikum multimedia struktur atom guna menjaring dan mengatasi miskonsepsi mahasiswa serta pembekalan kemampuan generik melalui Ikatan Kimia

Temuan yang ditargetkan:

- a. Berbagai Media Untuk praktikum Kimia Anorganik Non Logam
- b. CD pembelajaran dan praktikum Kimia Anorganik Non Logam berbasis Web
- c. Miskonsepsi Ikatan kovalen khususnya pada senyawa karbon terjaring melalui praktikum multimedia tersebut
- d. Kemampuan ruang (*knowledge space*) yang berkembang mahasiswa dalam membuat struktur senyawa karbon

## BAB IV. METODOLOGI DAN DESAIN PENELITIAN

### 1. Subjek dan Objek Penelitian

Dalam penelitian ini, mahasiswa Jurusan Kimia yang mengambil mata kuliah Kimia Anorganik Non Logam tahun akademik Januari-September 2012 merupakan subjek penelitian. Aspek kualitas perkuliahan dan kegiatan praktikum serta prestasi hasil belajar dalam bentuk nilai akhir dan praktikum untuk pokok bahasan terkait dengan materi perkuliahan serta miskonsepsi yang teratasi merupakan objek penelitian ini.

### 2. Hipotesis

Dalam satu pernyataan umum, penelitian ini mengajukan hipotesis tindakan secara kualitatif sebagai berikut : "Implementasi perkuliahan dan praktikum Struktur Atom dan Ikatan Kimia secara interaktif berbasis multimedia yang mampu mengatasi miskonsepsi dan meningkatkan kemampuan generik kimia mahasiswa.

### 3. Setting Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Jurusan Kimia - FMIPA-UNIMED, dalam semester genap Januari-September 2011 dan Januari - September 2012

Kegiatan dibagi dalam 2 tahap:

- a. Mahasiswa secara kelompok diminta melakukan praktikum multimedia Struktur Atom dan Ikatan Kimia dengan petunjuk dari Dosen peneliti dan diminta menjelaskan setiap fenomena yang diamati berdasarkan reaksi-reaksi kimia. Pekerjaan mahasiswa berkelompok tersebut dinilai dengan dibandingkan buatan tim peneliti.
- b. Hasil pekerjaan mahasiswa setelah dipresentasikan dan dibuat laporannya dinilai dan dianalisis terhadap kemampuan penguasaan materi kimia umum berbasis multimedia serta hasilnya direkam.

#### 4. RANCANGAN PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode quasi eksperimen dengan *normalized gain score comparison group design*. Metode perbandingan ini dimodifikasi dari desain eksperimen pretest post-test kelompok eksperimen. Dengan demikian desain eksperimental penelitian berbentuk :

O	X <sub>1</sub>	O
---	----------------	---

(Sevilla, *et al.*, 1993)

Dengan X<sub>1</sub> adalah model praktikum dan kuliah Kimia Anorganik Non Logam dengan multimedia, O adalah pretest dan post-test. Subyek penelitian ini adalah mahasiswa semester 3 program S1 jurusan Kimia yang sedang mengikuti mata kuliah Kimia Anorganik Non Logam tahun akademik 2011/2012.

#### 5. Desain Tahapan Penelitian

Penelitian ini mengikuti desain tahapan-tahapan sebagai berikut:

- (1) Tahap Persiapan. Tahapan ini mencakup berbagai kegiatan yaitu
  - (a) penyusunan materi praktikum dalam bentuk lembar kerja yang disusun secara sistematis dalam pokok bahasan Struktur Atom dan Karbon dalam hal ini telah selesai ditulis dan siap digandakan. .
  - (b) Pembuatan CD berbasis web dalam bentuk hypertexts untuk perangkat perkuliahan Kimia Anorganik Non Logam.
  - (c) Penyediaan perangkat media grafis seperti kertas foto, plastik printable dan blank cd untuk mendukung pembelajaran.
  - (d) penyusunan lembar observasi untuk keperluan monitoring maupun komentar mahasiswa (sudah disiapkan, satu model dapat diperiksa dalam lampiran)
  - (e) penyusunan jadwal pelaksanaan perkuliahan (lihat lampiran).
- (2) Tahap Pelaksanaan. Tahapan ini (hanya dalam satu siklus) mencakup :
  - (a) Pretes
  - (b) Pelaksanaan pembelajaran Kimia Anorganik Non Logam berbasis multimedia
  - (c) pelaksanaan kegiatan praktikum interaktif yang berupa praktikum multimedia berbagai fenomena, pengisian lembar kerja mahasiswa, dan

lembar “observasi” bagi pemonitor (asisten praktikum) dan bagi mahasiswa ;

(d) kegiatan berikutnya yaitu analisis hasil lembar kerja praktikan, dan lembar observasi.

(e) Postes

(3) Tahap Akhir. Berupa revisi acara praktikum dan perkuliahan berbasis multimedia yang berkaitan dengan jenis material maupun pola pendekatannya untuk keperluan praktikum dan perkuliahan kimia Anorganik Logam tahun-tahun mendatang serta analisis kemampuan generik kimia berdasarkan postes. Mentabulasi miskonsepsi kimia yang terjaring dan teratasi melalui praktikum tanpa bahan kimia ini.

## 6. INSTRUMEN PENELITIAN

Instrumen utama yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu

- (1) Tes Prestasi untuk analisis kemampuan generik.
- (2) Lembar kerja kegiatan praktikum struktur atom dan ikatan kimia pada karbon berbasis multimedia.
- (3) CD pembelajaran yang dikembangkan dengan HTML berbasis web
- (4) Modul Praktikum Struktur Atom dan Ikatan Kimia pada Karbon untuk mendukung Perkuliahan berbasis multimedia
- (5) Lembar observasi / respon mahasiswa dan pengamat / tutor

## 7. Metode Pengumpulan dan Analisis Data

Penelitian ini bersifat deskriptif, yang berusaha memperoleh gambaran pemahaman konsep-konsep struktur atom dan ikatan kimia dalam bentuk prestasi hasil belajar pada diri mahasiswa, dan kualitas pembelajaran kegiatan praktikum berbasis multimedia. Oleh karena itu, metode pengumpulan data (nilai) dilakukan secara dokumentatif dan analisis data berupa perhitungan persentase tingkat capaian nilai pokok bahasan yang bersangkutan, dan analisis data perihal kemampuan generik yang dikembangkan dan respon mahasiswa terhadap pelaksanaan kegiatan praktikum tersebut. Pengolahan data selanjutnya sebagai berikut:

- Analisis kemampuan generik dijaring dari data pretes

- Data hasil observasi selama pembelajaran di kelas dan "praktikum" produksi media dan modeling kemas rapat di jadikan bahan penilaian sebenarnya (*authentic assesment*)
- Analisis kemampuan generik yang teratasi didasarkan pada data postes
- Peningkatan hasil belajar Kimia Anorganik Non Logam di hitung berdasarkan gain ternormalisasi (Meltzer,2002 dalam Suyanti,2006):

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$$

Kategori perolehan skor :

Tinggi :  $g > 0,7$

Sedang :  $0,3 < g < 0,7$

Rendah :  $g < 0,3$

**Pada tahun ke 2** : Acara praktikum berupa penggunaan alat peraga ini akan dilaksanakan dalam kelompok kecil yang terdiri 4 mahasiswa, didukung perkuliahan dengan multimedia dan tampilan berbagai gambar geometri molekul zat padat. Untuk keperluan umpan balik disediakan lembar respon mahasiswa perihal materi, bahan, tampilan dan efektivitas acara ini. Dalam Kimia, sering terdapat banyak asumsi yang salah interpretasi yang menyebabkan salah tentang konsep yang abstrak seperti struktur zat padat. Disamping itu karena kimia bersifat tentative sehingga mengadaptasi metode dan temuan yang baru sehingga beberapa miskonsepsi diakibatkan pendapat kuno yang sudah melegenda. Sejak pembentukan konsep baru didasarkan pada pembentukan fondasi lama, hal berikutnya menimbulkan kesadaran terhadap beberapa miskonsepsi seperti struktur molekul zat padat besar, sementara gas berukuran kecil padahal seharusnya bentuk dan ukuran molekul tidak ditentukan wujud zat. Melalui penelitian ini akan diatasi miskonsepsi yang sering muncul pada konsep Kimia Anorganik. Miskonsepsi ini akan dijarah melalui pretes dan postes serta gain ternormalisasi Kimia Anorganik guna mengetahui prestasi belajar mahasiswa.

**Tabel 4.1. Angket Respon mahasiswa terhadap Praktikum Multimedia**

Beri tanda cek, V, pada kolom yang Anda nilai  
(1 = kurang, 2 = cukup, 3 = baik / memuaskan, 4 = sangat baik / sangat memuaskan)

No	Aspek yang dinilai	Skor
----	--------------------	------

		1	2	3	4
1	Tampilan bahan modeling				
2	Ukuran bola modeling				
3	Bentuk modeling				
4	Relevansi / kesesuaian modeling dengan materi pokok bahasan				
	Indikator/Aspek yang dinilai	Skor			
5	Kejelasan hubungan modeling dengan pemahaman Anda terhadap materi Pokok bahasan				
6	Peran dosen /asisten dalam pelaksanaan praktikum modeling				
7	Respon mahasiswa terhadap penggunaan modeling dalam kegiatan praktikum				
8	Aktivitas mahasiswa				

## BAB V. HASIL PENELITIAN

Target Tahun ke 2: Peningkatan kemampuan generik kimia mahasiswa melalui praktikum Ikatan Kimia khususnya Senyawa Karbon. Produk Akhir dari penelitian ini adalah CD Interaktif praktikum Multimedia Struktur Atom dan Senyawa Karbon dan Buku teks Kimia Anorganik Non Logam terkait kedua pokok bahasan.

## BAB V. HASIL PENELITIAN

Target Tahun ke 2: Peningkatan kemampuan generik kimia mahasiswa melalui praktikum Ikatan Kimia khususnya Senyawa Karbon. Produk Akhir dari penelitian ini adalah CD Interaktif praktikum Multimedia Struktur Atom dan Senyawa Karbon dan Buku teks Kimia Anorganik Non Logam terkait kedua pokok bahasan.

### A. Peningkatan Kemampuan Generik Kimia Melalui praktikum Ikatan Kimia

Berikut adalah kemampuan inferensi logika dalam memahami senyawa karbon Fullenera:

Merupakan struktur jaringan atom karbon yang membentuk bangun bola; kebundaran struktur bola yang dibangun bergantung jumlah anggotanya, yang paling umum yaitu  $C_{60}$  (*buckminsterfullerena*),  $C_{70}$ , dan  $C_{80}$ .  $C_{60}$  tersusun oleh atom-atom karbon yang membangun 12 *pentagon* (lingkar -5 anggota) dan 5 *heksagon* (lingkar -6 anggota).

Dalam  $C_{60}$  dipertimbangkan membentuk orbital *hibrida sp<sup>2</sup>*.

Senyawa Fullerena merupakan alotrop dari senyawa karbon bersama dua senyawa lain yaitu intan dan grafit. Mahasiswa mampu membandingkan ketiga alotrop tersebut secara teoritis: Dalam intan tiap atom karbon membentuk bangun struktur tetrahedral dengan empat atom karbon yang lain dengan panjang ikatan  $C-C \sim 1,54 \text{ \AA}$ . Unit tetrahedral ini tersebar secara berkelanjutan membentuk suatu jaringan yang sangat kuat, dimana tiap atom karbon tidak dapat bergerak secara bebas.

Membentuk orbital *hibrida sp<sup>3</sup>*. Sedangkan Grafit disusun oleh lapisan-lapisan atom karbon yang membentuk lingkaran-6 datar (*heksagon*) dan tiap-tiap atom karbon membentuk struktur trigonal datar dengan tiga atom karbon yang lain. Panjang ikatan  $C-C$  dalam tiap lapisan yaitu  $\sim 1,42 \text{ \AA}$  (mirip dengan panjang ikatan  $C-C$  dalam benzena,  $1,40 \text{ \AA}$ ), sedangkan jarak antar lapisan yaitu  $\sim 3,35 \text{ \AA}$ .

Membentuk orbital *hibrida sp<sup>2</sup>*.

Ditinjau dari bentuk molekulnya perbandingan ketiga allotrop tersebut sebagai berikut:

## A. Peningkatan Kemampuan Generik Kimia Melalui praktikum Ikatan Kimia

Berikut adalah kemampuan inferensi logika dalam memahami senyawa karbon Fullerenena:

Merupakan struktur jaringan atom karbon yang membentuk bangun bola; kebundaran struktur bola yang dibangun bergantung jumlah anggotanya, yang paling umum yaitu  $C_{60}$  (*buckminsterfullerena*),  $C_{70}$ , dan  $C_{80}$ .  $C_{60}$ , tersusun oleh atom-atom karbon yang membangun 12 *pentagon* (lingkar -5 anggota) dan 5 *heksagon* (lingkar -6 anggota).

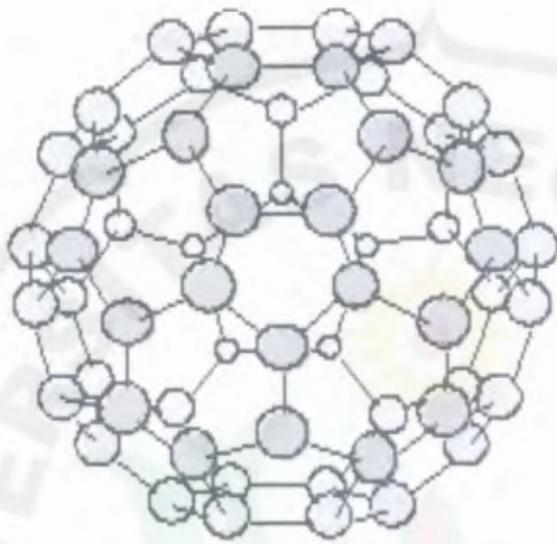
Dalam  $C_{60}$  dipertimbangkan membentuk orbital *hibrida*  $sp^2$ .

Senyawa Fullerena merupakan alotrop dari senyawa karbon bersama dua senyawa lain yaitu intan dan grafit. Mahasiswa mampu membandingkan ketiga alotrop tersebut secara teoritis: Dalam intan tiap atom karbon membentuk bangun struktur tetrahedral dengan empat atom karbon yang lain dengan panjang ikatan  $C-C \sim 1,54 \text{ \AA}$ . Unit tetrahedral ini tersebar secara berkelanjutan membentuk suatu jaringan yang sangat kuat, dimana tiap atom karbon tidak dapat bergerak secara bebas.

Membentuk orbital *hibrida*  $sp^3$ . Sedangkan Grafit disusun oleh lapisan-lapisan atom karbon yang membentuk lingkaran-6 datar (*heksagon*) dan tiap-tiap atom karbon membentuk struktur trigonal datar dengan tiga atom karbon yang lain. Panjang ikatan  $C-C$  dalam tiap lapisan yaitu  $\sim 1,42 \text{ \AA}$  (mirip dengan panjang ikatan  $C-C$  dalam benzena,  $1,40 \text{ \AA}$ ), sedangkan jarak antar lapisan yaitu  $\sim 3,35 \text{ \AA}$ .

Membentuk orbital *hibrida*  $sp^2$ .

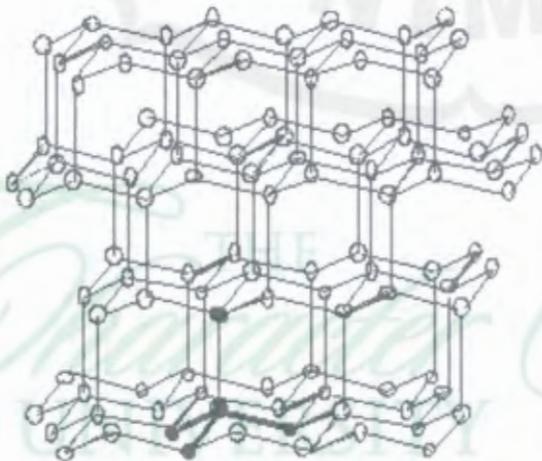
Ditinjau dari bentuk molekulnya perbandingan ketiga allotrop tersebut sebagai berikut:



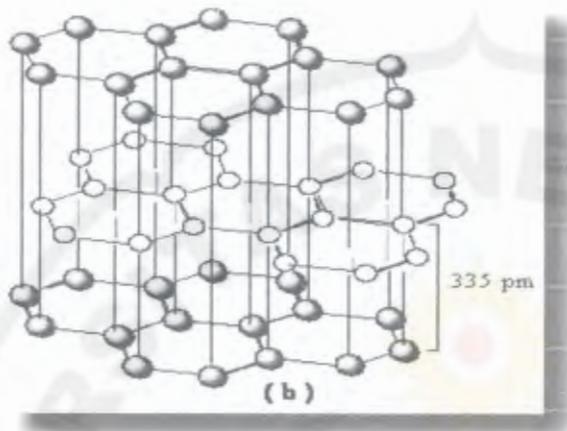
(c)

Bukminsterfullerena, C<sub>60</sub>

Sedangkan Intan dan Grafit dapat dilihat pada gambar berikut:



(a)



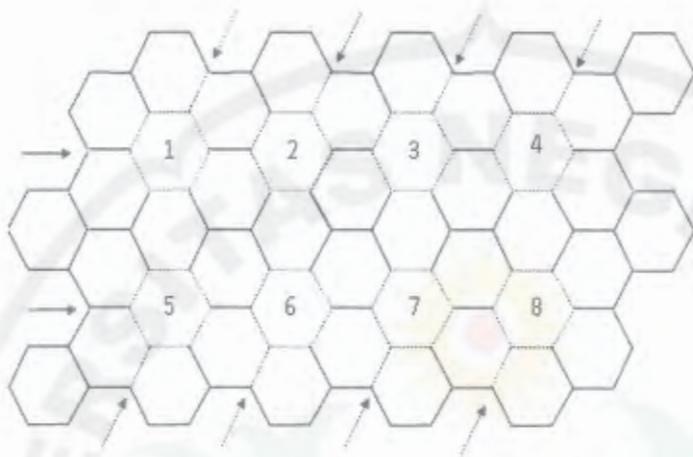
Gb 2. Struktur Intan dan Grafit

Perbandingan kestabilan struktur  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  dan  $C_{80}$ :



POLA  $C_{60}$

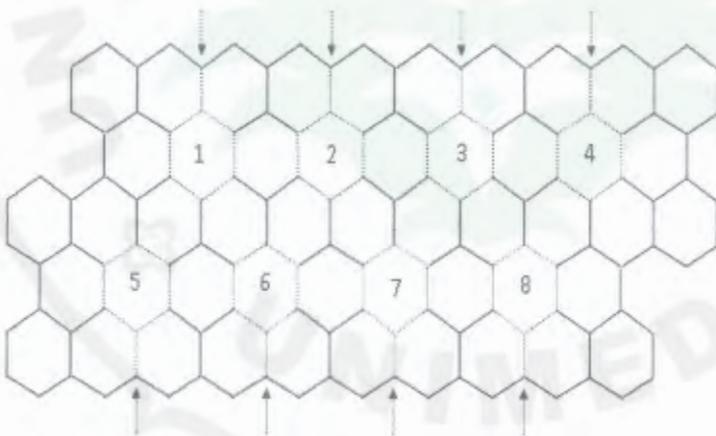
UNIVERSITY



→ = Gunting di sini      → = Arah lipat

1,2,3,4,5,6,7, dan 8 = bidang heksagon yang harus dilubang / dibuang

**POLA C<sub>70</sub>**



→ = Gunting di sini dan arah lipat

1,2,3,4,5,6,7, dan 8 = bidang heksagon yang harus dilubang / dibuang

**POLA C<sub>80</sub>**

THE

*Character Building*

UNIVERSITY

## PEMBAHASAN

### Analisis perbandingan kestabilan

Perbandingan Kestabilan antara Fullerena  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  dan  $C_{80}$  dinyatakan dalam Tabel berikut:

Tabel 4.1. Hasil Perbandingan Kestabilan Fullerena  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  dan  $C_{80}$

No	Aspek Analisis geometri	$C_{60}$	$C_{70}$	$C_{80}$
1	Jumlah bidang <i>heksagon</i> dan (lubang) <i>pentagon</i>	20 <i>heksagon</i> 12 <i>pentagon</i> .	25 <i>heksagon</i> 12 <i>pentagon</i>	30 <i>heksagon</i> 12 <i>pentagon</i>
2	Jumlah bidang pengeliling <i>pentagon</i>	5 <i>heksagonal</i>	5 <i>heksagon</i>	5 <i>heksagon</i>
3	Jumlah bidang pengeliling <i>heksagon</i>	3 <i>heksagon</i> 3 <i>pentagon</i>	<i>Tidak dapat ditentukan</i>	<i>Tidak dapat ditentukan</i>
4	Setiap atom C (titik sudut bidang) selalu merupakan titik persekutuan dari sejumlah ..... Bidang <i>pentagon</i> dan ..... Bidang <i>heksagon</i>	1 <i>pentagon</i> 2 <i>heksagon</i>	<i>Tidak dapat ditentukan</i>	<i>Tidak dapat ditentukan</i>
5	Setiap atom C (titik sudut bidang) ini selalu membentuk ikatan dengan sejumlah ..... Atom C lainnya.	3 Atom C lain	3 Atom C lain	3 Atom C lain
6	Jumlah atom C penyusun bola <i>soccer</i>	60	70	80

7	Jumlah total ikatan total	90 ikatan	105 ikatan	120 ikatan
8	Jumlah Ikatan rangkap	30 C=C	35 C=C	40 C=C
9	Jumlah Ikatan tunggal	60 C-C	70 C-C	80 C-C



Bangun yang mendekati bentuk bola *soccer* ini terdiri dari sejumlah : Setiap bidang *pentagon* selalu dikelilingi oleh **5 bidang heksagon** dan setiap bidang *heksagon* selalu dikelilingi oleh **3 bidang heksagon dan 3 bidang pentagon**.

Setiap atom C (titik sudut bidang) selalu merupakan titik persekutuan dari sejumlah **1(satu)** bidang *pentagon* dan **2(dua)** bidang *heksagon* ; jadi setiap atom c ini selalu membentuk ikatan dengan sejumlah **3(tiga)** atom c lainnya.

Keteraturan struktur yang sempurna ini menyebabkan kristal fullerena  $c_{60}$  bersifat kristalin dan hal ini tidak terjadi pada  $c_{70}$  dan  $c_{80}$ .

*C<sub>60</sub>: 3 heksagon dan 3 pentagon, alasan: dapat dilihat dari bentuk yang telah dibuat.*

*C<sub>70</sub>: tidak dapat ditentukan, alasan: karena dalam bentuk fullerena  $c_{70}$  yang telah dibentuk tidak semua heksagon dikelilingi oleh bentuk yang sama, artinya 1 heksagon dikelilingi oleh 3 pentagon dan 3 heksagon akan tetapi ada juga heksagon yang dikelilingi oleh 4 heksagon dan 2 pentagon.*

*C<sub>80</sub>: tidak dapat ditentukan, alasan: karena dalam bentuk fullerena  $c_{80}$  yang telah dibentuk tidak semua heksagon dikelilingi oleh bentuk yang sama, artinya 1*

heksagon dikelilingi oleh 3 pentagon dan 3 heksagon akan tetapi ada juga heksagon yang dikelilingi oleh 4 heksagon dan 2 pentagon.

Setiap atom C (titik sudut bidang) selalu merupakan titik persekutuan dari sejumlah ..... Bidang pentagon dan ..... Bidang heksagon

JAWAB:

- C60: 1 dan 2, alasan: dapat dilihat dari bentuk yang telah dibuat
- C70: tidak dapat ditentukan, alasan: karena ada atom c yang merupakan titik persekutuan dari 1 bidang pentagon dan 2 bidang heksagon, akan tetapi ada juga atom c yang merupakan persekutuan dari 3 bidang heksagon.
- C80: tidak dapat ditentukan, alasan: karena ada atom c yang merupakan titik persekutuan dari 1 bidang pentagon dan 2 bidang heksagon, akan tetapi ada juga atom c yang merupakan persekutuan dari 3 bidang heksagon.

Setiap atom c (titik sudut bidang) ini selalu membentuk ikatan dengan sejumlah ..... Atom c lainnya.

Jawab:

- C60: 3 atom,
- C70: 3 atom
- C80: 3 atom,

Alasan: dapat dilihat dari struktur yang telah dibuat. Dengan mengingat bahwa bangun pentagon terdiri dari 5 atom c dan bangun heksagon terdiri dari 6 atom C, sehingga bila saling berhimpit baik heksagon maupun pentagon, maka setiap atom c akan selalu membentuk ikatan dengan 3 atom C lainnya.

. Jumlah atom C penyusun bola soccer ini yaitu sebanyak .....

Atom . Berdasarkan data (1) dan (3), jumlah atom c ini dapat dihitung menurut cara perhitungan sebagai berikut = ..... Atom . Dimana :  $n$  =

jumlah bidang heksagon,  $h$  = jumlah atom C tiap bidang heksagon ,  $m$  =

jumlah bidang *pentagon*,  $p$  = jumlah atom C tiap bidang *pentagon*, dan  $z$  = jumlah ikatan untuk tiap atom C.

Jawab:

- C60: 60 (enam puluh) atom,
- C70: 70 (tujuh puluh) atom,
- C80: 80 (delapan puluh) atom,

Alasan: penentuan jumlah atom c dapat dilakukan dengan menggunakan rumus  $c20 + 2h$ , dengan  $h$  : jumlah bidang heksagon yang ada pada bentuk yang dibuat,

Perlu diingat bahwa c60 mempunyai 20 heksagon, c70 mempunyai 25 heksagon, c80 mempunyai 30 heksagon,

Maka:

- C60 =  $C20 + 2.20$   
=  $c20 + 40$   
= 60 atom c
- C70 =  $C20 + 2.25$   
=  $c20 + 50$   
= 70 atom c
- C80 =  $C20 + 2.30$   
=  $c20 + 60$   
= 80 atom c

8. Jumlah total ikatan C—C yaitu ..... Ikatan. Hal ini dapat diperoleh menurut cara perhitungan sebagai berikut : jumlah ikatan C—C =  $\frac{1}{2} (q \times z)$  =  $\frac{1}{2} ( \dots \times \dots )$  = ..... Ikatan, di mana angka  $\frac{1}{2}$  diperoleh dari kenyataan bahwa setiap ikatan C—C selalu merupakan sisi persekutuan antara dua bidang (baik *heksagon-heksagon* ataupun *heksagon-pentagon*),  $q$  = jumlah atom C total, dan  $z$  = jumlah ikatan tiap atom C.

JAWAB:

- C60: 90 ikatan
- C70: 105 ikatan
- C80: 120 ikatan

Alasan: jumlah ikatan pada fullerena  $C_{60}$ ,  $C_{70}$ ,  $C_{80}$  dapat ditentukan dengan rumus:  $\frac{1}{2} \times (q \times z)$ , maka:

- $C_{60}$ :  $\frac{1}{2} \times (60 \times 3) = \frac{1}{2} \times 180 = 90$  ikatan
- $C_{70}$ :  $\frac{1}{2} \times (70 \times 3) = \frac{1}{2} \times 210 = 105$  ikatan
- $C_{80}$ :  $\frac{1}{2} \times (80 \times 3) = \frac{1}{2} \times 240 = 120$  ikatan

9. Jumlah ikatan rangkap dua  $C=C$  (yang ditandai dengan garis spidol merah) yaitu sebanyak ..... Ikatan, hal ini juga dapat dilakukan dengan cara perhitungan berikut :(a) jumlah ikatan tunggal  $C-C = \frac{1}{3} \times$  jumlah ikatan total  $= \frac{1}{3} \times \dots = \dots$  Ikatan. Penyelesaian:

- $C_{60} = 30$  ikatan rangkap
- $C_{70} = 35$  ikatan rangkap
- $C_{80} = 40$  ikatan rangkap
- Alasannya : jumlah ikatan rangkap pada senyawa fullerena  $C_{60}, C_{70}, C_{80}$  dapat dihitung dengan menggunakan rumus  $\frac{1}{3} \times$  jumlah ikatan total. Maka,  $C_{60} = \frac{1}{3} \times 90 = 30$  ikatan rangkap
- $C_{70} = \frac{1}{3} \times 105 = 35$  ikatan rangkap
- $C_{80} = \frac{1}{3} \times 120 = 40$  ikatan rangkap

10. Jumlah ikatan tunggal  $C-C$  (yang tidak ditandai apapun) yaitu ..... Ikatan. Hal ini juga dapat dilakukan dengan cara perhitungan berikut (b) jumlah ikatan rangkap  $C=C = \frac{2}{3} \times$  jumlah ikatan total  $= \frac{2}{3} \times \dots = \dots$  Ikatan.

Jawab :

- $C_{60} = 60$  ikatan tunggal
- $C_{70} = 70$  ikatan tunggal
- $C_{80} = 80$  ikatan tunggal
- Alasannya, jumlah ikatan rangkap pada senyawa fullerena  $C_{60}, C_{70}, C_{80}$  dapat dihitung dengan menggunakan rumus  $\frac{2}{3} \times$  jumlah ikatan total. Maka,
- $C_{60} = \frac{2}{3} \times 90 = 60$  ikatan tunggal;  $C_{70} = \frac{2}{3} \times 105 = 70$  ikatan tunggal
- $C_{80} = \frac{2}{3} \times 120 = 80$  ikatan tunggal

Diantara ketiga jenis Fullerenena maka diperoleh senyawa fullerene dengan struktur terkuat  $C_{60}$  dengan karakteristik sebagai berikut:

- 1). Struktur bola bulat (*European foot ball*), tersusun oleh 12 *pentagon* dan 20 *heksagon*. Tiap *pentagon* dikelilingi oleh 5 *heksagon*, dan tiap *heksagon* dikelilingi oleh 3 *pentagon* dan 3 *heksagon* yang lain.
- (2). Tiap atom C terikat oleh 3 atom C yang lain secara *trigonal* ( $sp^2$ ) dengan 2 *ikatan tunggal* ( $1,43\text{\AA}$ ) dan satu *ikatan rangkap dua* ( $1,39\text{\AA}$ ); ikatan rangkap ini merupakan *persekutuan* antara dua *heksagon*
- (3). Struktur unit sel *fcc* (*kubus pusat muka*) dengan panjang rusuk  $14,2\text{\AA}$  sehingga menghasilkan massa jenis (hitungan)  $\sim 1,67\text{ g/cm}^3$

Miskonsepsi dalam ikatan kimia senyawa karbon teratasi dengan praktikum multimedia pada pembuatan fullerene  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  dan  $C_{80}$  ini karena mahasiswa terlibat langsung dalam pembuatan struktur sesuai pola ketiga senyawa karbon tersebut.

Adapun miskonsepsi yang dapat teratasi dari praktikum multimedia senyawa karbon ini dinyatakan pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Miskonsepsi pada Ikatan Kimia dalam Senyawa Karbon Fullerenena

No	Jenis Miskonsepsi	Miskonsepsi	Seharusnya
1	Sifat Simetrik Fullerenena	Sifat simetrik fullerene hanya bisa diobservasi dari sintesa fullerene di laboratorium	Sifat simetrik fullerene dapat dianalisis dari strukturnya melalui praktikum multimedia
2	Sifat kovalensi senyawa karbon	Semua senyawa karbon lemah karena sifat kovalensinya	Terdapat senyawa karbon dengan struktur yang simetrik dan kuat sehingga diadopsi sebagai bola soccer yaitu Fullerenena $C_{60}$
3	Perbandingan Kestabilan Fullerenena	Ketiga jenis Fullerenena mempunyai kestabilan	Berdasarkan sifat simetrik dan kovalensinya maka Fullerenena

		yang sama	$C_{60}$ memiliki struktur paling kuat
4	Uji kestabilan	Uji kestabilan hanya dapat dilakukan di lab	Uji kestabilan dpt dilakukan melalui praktikum multimedia

Dengan teratasinya miskonsepsi maka prestasi mahasiswa meningkat dari rerata pretes 33 menjadi rerata postes 87,10 dengan simpangan baku 1,6 untuk postes dengan rerata gain ternormalisasi 0,8 yang termasuk kategori tinggi.

Persepsi mahasiswa terhadap praktikum multimedia ini sangat positif dengan rerata 92%.

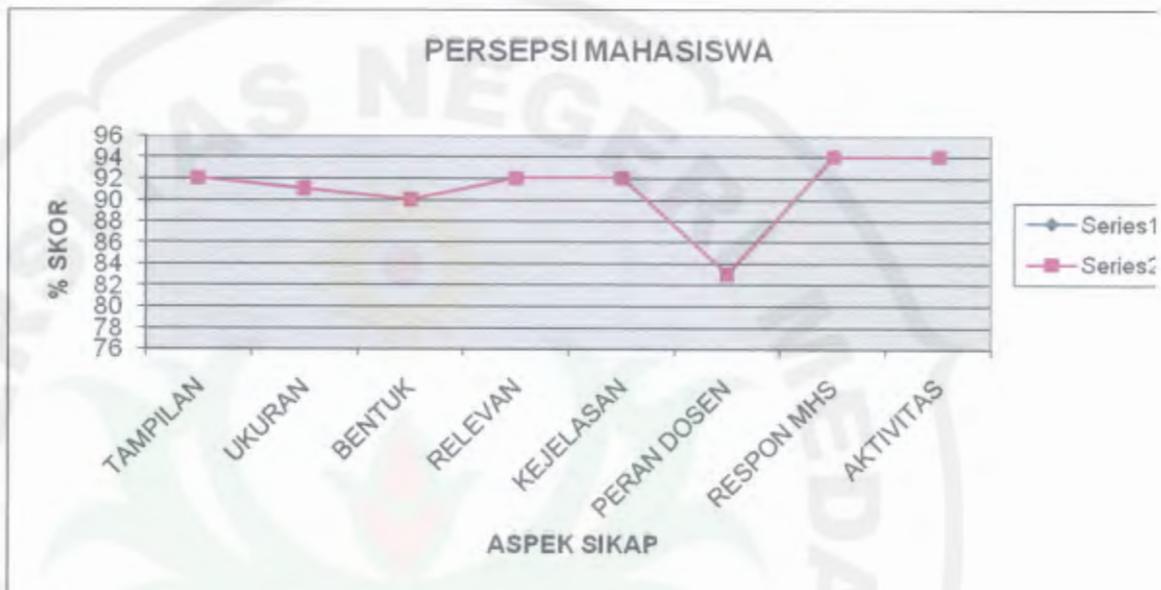
Persepsi mahasiswa terhadap praktikum multimedia senyawa karbon

Jika dinyatakan dalam table maka persepsi mahasiswa sbb:

**Tabel 4.3. Persepsi mahasiswa terhadap praktikum multimedia senyawa karbon**

No	Aspek Persepsi	% tingkat respon siswa
1	Tampilan multimedia	92
2	Ukuran	91
3	Bentuk	90
4	Relevansi dengan Ikatan Kimia	92
5	Kejelasan prosedur	92
6	Peran Dosen	83
7	Respon terhadap praktikum	94
8	Kontribusi terhadap keaktifan mahasiswa	94

Jika dinyatakan dalam grafik maka persepsi tersebut sebagai berikut:



GB.4.1 persepsi mahasiswa terhadap praktikum multimedia

Dari data pada tabel dan grafik diatas diketahui bahwa peran dosen paling rendah karena perkuliahan berbasis project ini mengutamakan student centered

## BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

1. Praktikum multimedia pembuatan senyawa karbon berbagai jenis fullerene dapat mengatasi miskonsepsi ikatan mahasiswa dalam hal Sifat Simetrik Fullerena, Sifat kovalensi senyawa karbon, Perbandingan Kestabilan Fullerena dan uji kestabilan Fullerena.
2. Kemampuan generik kimia yang dikembangkan melalui praktikum multimedia Ikatan kimia pada senyawa karbon fullerene adalah *logical inference*, pengamatan, dan pemodelan.
3. Dengan teratasinya miskonsepsi maka prestasi mahasiswa meningkat dari rerata pretes 33 menjadi 87,10 untuk postes dengan rerata gain ternormalisasi 0,8 yang termasuk kategori tinggi. Persepsi mahasiswa terhadap praktikum multimedia ini sangat positif dengan rerata 92%.

### SARAN

1. Praktikum multimedia pembuatan senyawa karbon berbagai jenis fullerene ini sebaiknya menjadi inspirasi guna mengembangkan pembelajaran berbasis project pada topic kimia yang lain sehingga dapat mengatasi miskonsepsi kimia Anorganik mahasiswa
2. Setiap pengembangan kegiatan praktikum multimedia diharapkan dapat mengembangkan kemampuan generik mahasiswa sehingga dapat menjadi bekal kariernya kelak.

## J. DAFTAR PUSTAKA

Alderdice, D (1981), *Energy Level and Atomic Spectra*, Department of Physical Chemistry, The University of New South Wales, Australia.

Bowyer, (2003), *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia* 12 (2), 135-161, USA

Bodner, G. M., "Constructivism : A Theory of Knowledge", *Journal of Chemical Education*, 1986, **63**, 873 - 878

Pickering, M., "Further Study on Concept Learning versus Problem Solving", *Journal of Chemical Education*, 1990, **67**, 254 - 255

Sawrey, B. A., "Concept Learning versus Problem Solving", *Journal of Chemical Education*, 1990, **67**, 253 - 254

Towns, M.H., Kreke, K., and Fields, A., "An Action Research Project : Student Perspectives on Small-Group Learning in Chemistry", *Journal of Chemical Education*, 2000, **77**, 111-115

Arizona State University. 2001. *Students Preconceptions and Misconceptions in Chemistry*. Visited April 2002.

<<http://www.daisley.net/hellevator/misconceptions/misconceptions.pdf>

Suyanti D Retno, (2006), *Pembekalan Kemampuan Generik Bagi Calon Guru Melalui Pembelajaran Kimia Anorganik Berbasis Multimedia Komputer*, Disertasi, SPS UPI, tidak diterbitkan.

Ellis, A. *et al.* Teaching General Chemistry: A Material Science Companion, 1993 **page**: 37

Shakhashiri, B. Z. Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry, **page**: 96

*Journal of Chemical Education* - Vol. 53, 1976 **page**: 233

## LAMPIRAN

### CURRICULUM VITAE

#### **Ketua Peneliti**

1. Nama lengkap : Dr. Retno Dwi Suyanti MSi  
2. NIP : 131 966 877  
3. Tempat/Tgl. Lahir : Solo, 26 Januari 1967  
4. Pangkat/Golongan : IVb  
5. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
6. Alamat : Jl. A.Sani Muthalib No 86, Psr 2 Barat, Lingk 2,  
Terjun, Medan Marelan 20256

Telp./Ponsel : (061)76851086 / 08157016034

7. Pendidikan dan Asal Universitas :  
S1: Pendidikan Kimia Tahun Lulus : 1990 Asal PT: Universitas Negeri Yogyakarta (UNY)  
S2: Kimia Fisika : 1997 Asal PT: Institute Teknologi Bandung (ITB)  
S3: Pendidikan IPA : 2006 Asal PT: Universitas Pendidikan Indonesia
8. Bidang Keahlian/Kajian : Pembelajaran Kimia Anorganik Berbasis Multimedia
9. Pengajaran 2 Tahun Terakhir :

Semester Ganjil T.A 2006/2007

Mata Kuliah	SKS	Dik Angk/Kl	D3 Transfer	Ext Angk/Kls	Fak/Jur lain
Komputasi Kimia	4			2005	
Praktikum Kimia Anorganik	2	2005			
Jumlah 6 SKS					

Semester Genap T.A 2006/2007

Mata Kuliah	SKS	Dik Angk/Kl	D3 Transfer	Ext Angk/Kls	Fak/Jur lain
Metodologi Penelitian Pendidikan	3			2005	
Kimia Anorganik Fisik	3	04/A			
Dasar-dasar Kwantum	3			2005	

## Semester Ganjil T.A 2007/2008

Mata Kuliah	SKS	Dik Angk/Kls	D3 Transfer	Ext Angk/Kls	Fak/Jur lain
Komputasi Kimia	4			2005	
Pengembangan Program Pembelajaran Kimia	2		2006		
Kapita Selektif Pembelajaran Kimia	3	2006			Pasca Sarjana/Prodi Pend.Kimia
Produksi Media	3	2006			Pasca Sarjana/Prodi Pend.Kimia
Jumlah 12 SKS					

## Semester Genap T.A 2007/2008

Mata Kuliah	SKS	Dik Angk/Kls	D3 Transfer	Ext Angk/Kls	Fak/Jur lain
Metodologi Penelitian Pendidikan	3			2005	
Kimia Anorganik Fisik	2	04/A			
SBM dan Model Pembelajaran	3			2007/B	Pasca Sarjana/Prodi Pend.Kimia
Desain Kurikulum dan PHB	3			2007/B	Pasca Sarjana/Prodi Pend.Kimia
Jumlah 11 SKS					

10. Kegiatan Seminar Mulai Tahun 2003 s.d 2008 (5 tahun terakhir)  
Semester Ganjil T.A 2006/2007

No	Nama Seminar	Penyelenggara	Lama/waktu	Kedudukan
1	Seminar Nasional Pendidikan IPA	SPS UPI	1 hari/2004	Pemakalah
2	Seminar Nasional Strategi Pencapaian Kompetensi dan Uji Sertifikasi	SPS UPI	1 hari/2007	Peserta
3	Seminar Nasional MIPA dan Pembelajarannya	SPS UPI	1 hari/2005	Pemakalah
4	Semnas Implementasi Kur 2004	SPS UPI	1 hari/2004	Peserta
5	Semnas Implikasi UU Guru Dan Dosen	IKA UPI	1 hari/2006	Peserta

11. Kegiatan Pelatihan Mulai 2003 s.d 2008

No	Nama Pelatihan	Penyelenggara	Lama/waktu	Kedudukan
1	Audit Mutu Akademik Internal 2007	Rektor Unimed-KJM UGM	3 hari/2007	Tim Audit MAI
2	Workshop Jur Kimia FMIPA UNIMED Topik Penelitian Kualitatif dan PTK	Dekan FMIPA Unimed	1 hari/2007	PEMAKALAH
3	Lokakarya Perumusan Materi Kegiatan Praktikum Kimia Yang Relevan dan Menunjang Teori Perkuliahan	Prodi Magister Pend Kimia PPS Unimed	2 hari/007	PEMAKALAH
4	Lokakarya Kimia Komputasi dan Pelatihan Internet HMJ Kimia FMIPA Unimed	PD III FMIPA UNIMED	1 hari/2007	PEMATERI
5				

12. Kegiatan Penelitian Mulai 2003 sd sekarang

No	Nama Penelitian	Sumber Dana	Lama/waktu	Kedudukan
1	Modifikasi Zeolit Sintetis Sebagai Katalis Dalam Reaksi Oksidasi Alkena Pada Industri Kimia	Dikti Dosen Muda	2004	Ketua
2	Pembuatan Katalisator Reaksi Oksidasi Olefin Untuk pengendalian produk pada industri Kimia Dengan Enkapsulasi Zeolit-Kompleks	Dana Rutin Unimed	2003	Ketua
3	Pembuatan Katalis Kompleks Mn(II)-Zeolit CaNa-A dengan Metode Enkapsulasi dan Karakterisasinya	PPD HEDS	2003	Anggota
4	Enkapsulasi Kompleks kedalam Zeolit melalui polimerisasi	PPD HEDS	2004	Ketua
5	Pembekalan Kemampuan Generik Bagi Calon Guru Melalui Pembelajaran Kimia Anorganik Berbasis Multimedia	BPPS-Dikti	2006	Peneliti
5	Pengembangan KDBI IPA Melalui berbagai Model Pembelajaran	Hibah Pasca	2003-2006	Tim Peneliti
6	Pembelajaran Kimia Dasar Terintegrasi Berbasis	Dana PR 1 Unimed	2007	Ketua

	Multimedia			
7	Efektifitas multimedia Kemas Rapat Geometri	Penelitian Hibbah Fundamental	2009	Ketua
8	Pembelajaran Kimia SMA Berbasis Web	Potensi Daerah	2009	Anggota
9	Analisis Kompetensi Guru Kimia di Sumut	PHKI UNIMED	2008	Anggota

### 13. Publikasi Hasil Penelitian Tingkat Lokal

No	Judul Karya Ilmiah/Tulisan	Nama Penerbit	Tahun Terbit
1	Peningkatan Penguasaan Konsep Kimia Koordinasi Melalui Media Interaktif	Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains FMIPA Unimed ISSN: 1907-7157	2007
2	Pengembangan KDBI IPA Melalui berbagai Model Pembelajaran	Pasca Sarjana UNIMED	2007

### 17. Publikasi Hasil Penelitian Tingkat Nasional

No	Judul Karya Ilmiah/Tulisan	Nama Penerbit	Tahun Terbit
1	Pembekalan kemampuan generic bagi calon guru melalui perkuliahan kimia anorganik berbasis multimedia	Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains (JPMS) terakreditasi, Edisi 2, Th XI, Nopember 2006 ISSN: 1410 - 1866	2007
2	Pengembangan KDBI IPA Melalui Pembelajaran Berbasis Multimedia	Pasca Sarjana UNNES	2006

### 14. Publikasi Hasil Penelitian Tingkat Internasional

No	Judul Karya Ilmiah/Tulisan	Nama Penerbit	Tahun Terbit
1	The Role of Modeling and Interactive to Improvement Student's Conceptual Mastery in Coordination Chemistry	Bandung Institute of Technology	2006
2	Pembekalan Kemampuan Generik Praktikum Melalui Praktikum Berbasis Multimedia	Indonesia University of Education (UPI)	2006
	Pengembangan KDBI Melalui Pembekalan Kemampuan Generik Kimia Calon Guru	Faculty of Tarbiyah and Teachers Training UIN Jakarta	2007

15. Karya Ilmiah/Tulisan Mulai 2005 sd 2008

No	Judul Karya Ilmiah/Tulisan	Nama Penerbit	Tahun Terbit
1	Peran Multimedia Pada Pembelajaran Inkuiri Kimia Anorganik	Semnas Pend IPA	2005
2	Pengembangan KDBI Melalui Pembelajaran IPA Berbasis Multimedia	Semnas MIPA dan Pend MIPA	2006
3	Pengembangan Kemampuan Generik Pemodelan, Abstraksi dan Konsistensi Logis Melalui Pembelajaran Kimia Anorganik	Semnas Pend IPA Ke-3	2006
4	Pembelajaran Kooperatif Hidrokarbon pada Piloting UPI	Semnas Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA	2005

16. Karya Inovatif/Paten Mulai 2005 sd 2008 (3 tahun terakhir)

No	Judul Karya Inovatif/Paten	Badan Legislatif	Tahun
1	CD Kimia Koordinasi	CV. Graha Ilmu	2008
2			

17. Kegiatan Menulis Buku yang diterbitkan mulai 2003 sd 2005

No	Judul Buku	Nama Penerbit	Tahun
1	Kimia Koordinasi	CV. Graha Ilmu Yogyakarta	2008
2	Strategi Pembelajaran Kimia	PPS Unimed	2009
3	Kimia Anorganik Logam	CV. Graha Ilmu Yogyakarta	2010

Medan, 13 November 2012

Hormat Saya,

Dr. Retno Dwi Suyanti MSi  
NIP.196601261991032003



Curriculum Vitae Anggota Penelitian

**CURICULUM VITAE**



1. Nama lengkap : Kristian Handoyo Sugiyarto  
Tempat & Tanggal lahir: Sukoharjo, Solo, 15  
September 1948.

Agama : Kristen Protestan

2. Pekerjaan : Guru Besar Kimia  
Anorganik Transisi pada  
Jurusan Pendidikan Kimia, UNY, Yogyakarta

3. Alamat Rumah: Jl. Belimbing A 20, Perumahan Sidoarum II,  
Yogyakarta - 55564, Tlp. (0274) 798214.HP.08157935534

*e-mail* : [kristiansugiyarto@yahoo.com](mailto:kristiansugiyarto@yahoo.com)

Alamat Kantor : Jurusan Pendidikan Kimia

FMIPA, UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA,

Yogyakarta - 55281, Tlp. (0274) 586168 Pswt. 217.

4. Riwayat Pendidikan :

(1). PGSLP Ilmu Pasti (D1), Sukoharjo, 1967

(2). Sarjana Muda Dik. Kimia, IKIP SURAKARTA, 1972

(3). Sarjana Dik. Kimia, IKIP - YOGYAKARTA - 1978

(4). Chemistry Research Technique, UNSW - 1984

(5). Master of Science (in Inorganic Chemistry),

The School of Chemistry, UNSW, Australia -1987

- (6).
- Philosophy of Doctor ( in Inorganic Chemistry),  
The School of Chemistry, UNSW, Australia -1993
- (7).
- Lemhanas XXXVII (9 Januari-24 Februari 1995)
5. Pengalaman Pekerjaan :
- (1). Guru Ilmu Pasti pada STN X Surakarta (1968-1978)
  - (2). Guru Kimia pada SMU St. Yosef, Santa Ursulin, SMU Negeri III, Surakarta (1972-1974)
  - (3). Dosen pada Jurdik Kimia UNY, 1979- Sekarang
6. Mata Pelajaran yang Diampu:
- (1) Kimia SMA, 1979-1983
  - (2) Kimia Dasar-Umum (General Chemistry), 1979-1983
  - (3) Teknologi Pembelajaran Kimia , 1980-1983
  - (4) Kimia Anorganik I, (1987-sekarang), II (1987-2001), III (1987-sekarang), IV (2000-  
Sekarang), Kimia Anorganik Sintesis (2000-2002), Kimia Organometalik (2000-2002)
  - (5) Bahasa Inggris untuk Kimia (1994-sekarang)
  - (6) Kewiraan/Kewarganegaraan (1996-sekarang)
7. Penelitian yang pernah dilakukan dengan sponsor yang membiayai:

No	Judul Penelitian	Tahun	Sponsor (dan status)
1	" Sifat Elektronik Garam Bis-[2-(2-Piridilamino)-4-(2-piridil)tiazol]besi(II) Triflat dan Bis-[2-(2-Piridilamino)-4-(2-piridil)tiazol]besi(II) Nitroprusid"	1997	Bantuan Visiting Academic UNSW-Australia, 1995 (Mandiri)
2	" Sifat Elektronik dan Kinetika Laju Transformasi Quintet → Singlet dalam Bis[2,6-bis(pirazol-3-il)piridin]besi(II) Bis(trifluorometanasulfonat) Monohidrat"	1997	Bantuan Visiting Academic UNSW-Australia, 1995 (Mandiri)
3	"Sifat Elektronik Garam tris[2-(5-metil-1,2,4-triazol-3-il)piridina]besi(II) nitroprusid"	1998	DIK dan bantuan Visiting Academic UNSW-Australia, 1996 (Kelompok - Ketua)
4	" Sifat Elektronik Garam Bis(1,2,4-triazola) triazolotobesi(II) Triflat"	1998	DIKS dan Bantuan Visiting Academic UNSW-Australia, 1996 (Mandiri)
5	"Sifat Elektronik Garam Tembaga(II) Klorida dengan Ligan 3,5-bis(Piridin-2-il)-1,2,4- triazola"	1999	DIKS dan Bantuan Visiting Academic UNSW-Australia, 1997 (Mandiri)

6	"Sifat Elektronik Garam Kompleks Besi(II) dengan Ligan 1,2,4-Triazola-Piridina dan Turunannya dan Garam Kompleks Nikel(II) Analog"	2000	DPPM dan Bantuan Visiting Academic UNSW-Australia, 1997 (Mandiri)
7	"Pembelajaran Kimia Anorganik I dengan Pola Pemberian Tugas Berjenjang"	2000	DUE-Like (Kelompok- Ketua)
8	"Karakterisasi Sifat Elektronik Senyawa Tembaga(II) dan Nikel(II)"	2000	DUE-Like (Kelompok-Anggota)
9	"Pembelajaran Kimia Anorganik II dengan Pemberian Tugas Berjenjang dan Penggunaan Alat Peraga"	2001	DUE-Like (Kelompok- Ketua)
10	"Senyawa Koordinasi Kobalt(II) dan Kobalt(III)"	2001	DUE-Like (Kelompok-Anggota)
11	Miskonsepsi dalam Kimia Anorganik I pada Mahasiswa Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA, UNY.	2001	Diks. FMIPA UNY
12	Miskonsepsi dalam Kimia Anorganik II pada Mahasiswa Jurusan Kimia, FMIPA, UNY.	2002	Diks. FMIPA UNY

8. Daftar tulisan yang diterbitkan dalam majalah ilmiah

8.1. Majalah dalam Negeri

- (1). *Majalah Pendidikan IPA, Bandung*, No. 53/V/1982, hal. 8-13. "Tinjauan sebagian materi termokimia di SMA secara kualitatif". (Mandiri)
- (2). *Majalah Pendidikan IPA, Bandung*, No. 57/V/1982, hal. 2-8. "Mempelajari cara penyetaraan reaksi redoks". (Mandiri)
- (3). *Majalah Pendidikan IPA, Bandung*, No. 92/VIII/1987, hal.2-11. "Perkembangan Sistem Periodik Unsur". (Mandiri)
- (4). *Majalah Pendidikan IPA, Bandung*, No. 93/VIII/1987, hal.2-8, "Perkembangan Sistem Periodik Unsur" (lanjutan). (Mandiri)
- (5). *Cakrawala Pendidikan, IKIP YOGYAKARTA*, No. 3/VII/1988, hal.16-28. "Mengenal Term Spektroskopik dan Cara Penurunannya". (Mandiri)
- (6). *Jurnal Kependidikan, IKIP YOGYAKARTA*, No. 1/18/1988, hal.31-46. "Transisi Spin dalam Kompleks Besi(II) dengan Ligan 2(Pyridin-2-yl)benzoxazol". (Mandiri)
- (7). *Cakrawala Pendidikan, IKIP YOGYAKARTA*, Edisi Khusus, Agustus/VIII/1989, hal.33-45. "Identifikasi Energi Vibrasi Gugus-gugus Atom dalam Metanol dan turunannya". (Mandiri)
- (8). *Jurnal Kependidikan, IKIP YOGYAKARTA*, Edisi Khusus, Mei 1995, hal.121-135. "Aspek termodinamika pada Kesetimbangan Kationik Bis[2,6-bis(pyrazol-3-yl)pyridine]besi(II)". (Mandiri)

(9). *Jurnal Nusantara Kimia, Yogyakarta*, No. JNK 94.II.1-B, hal. 67-81. "Transisi Termal Spin State ( $^1A_1$ ) - ( $^5T_2$ ) dalam Garam Bis[(2-Triazol-3-yl) Phenanthroline] besi(II)". (Mandiri)

(10) *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains, FMIPA, Yogyakarta*, No. 1-2. TH. III/1998. "Sifat Elektronik Senyawa Garam Kompleks Tris[2-(1-Metil-1,2,4-Triazol-3-il)piridina]besi(II) nitrat dan Garam Kompleks Nikel(II) Analog". (Mandiri)

(11) *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains, FMIPA, Yogyakarta*, No. 1. TH. V/2000. " Sifat Magnetik, Sppektrum Elektronik dan Spektrum Mössbauer Garam Tris[2-(5-metil-1,2,4-triazol-3-il) piridina]besi(II) nitroprusid". (Mandiri)

(12) *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains, FMIPA, Yogyakarta*, No. 2. TH. V/2000. "Pemanfaatan Limbah Logam Aluminium untuk Sistesis Tawas ". (Mandiri)

(13) *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains, FMIPA, Yogyakarta*, No. : 1, Th. VI / 2001. " Transisi Spin pada Senyawa Kompleks Besi(II) dengan Ligan Bidentat"

(Djulia Onggo dan K.H. Sugiyarto)

(14) *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains, FMIPA, Yogyakarta*, No. : 2, Th. VI / 2001, 21-28. " Sifat magnetik dan spektrum inframerah senyawa tembaga(II) nitrat-basa". (Penulis Utama)

(15) *Jurnal Matematika & Sains, ITB, Bandung*, No. 2. Vol.4. Oktober, 1999. " Transisi Spin dalam Spesies Turunan Tris[2-(Pirazol-3-il)piridina]besi(II) "(Djulia Onggo dan K.H.Sugiyarto)

(16) *Jurnal MIPA, U N Malang*, Tahun 29, No. 1, Januari 2000. "Sifat Magnetik Senyawa kompleks Bis[1,10 -Fenantrolina-2-karbaldehidfenilhidrazon]"(Mandiri)

(17) *Jurnal MIPA, U N Malang*, Tahun 30, No. 2, Juli 2001. "Sifat Magnetik dan Spektrum Elektronik Garam 3,5-Bis(piridin-2-il)-1,2,4-triazoladiklorotembaga(II)"(Mandiri)

(18) *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Airlangga*, Vol. 6, No.2, Agustus, 2001: "Sifat Magnetik Garam Iodida dan Tetrakloroferat(II)

Turunan Bis[1,10-Fenantrolina-2-karbaldehidfenilhidrazon]besi(II)". (Mandiri)

(19) *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Airlangga*, Vol. 7, No.1, April, 2002. " The Magnetic and Electronic Spectral Properties of Salt of 3,5-bis(Pyridin-2-yl)-1,2,4-triazoledibromocopper(II) ". (Mandiri)

(20) *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Airlangga*, Vol. 8, No.2, Agustus, 2003. " Sifat Magnetik dan Kinetika Laju Transformasi

Termal Quintet ( ${}^5T_{2g}$ )  $\rightarrow$  Singlet ( ${}^1A_{1g}$ ) Bis[2,6-bis(pirazol-3-il)piridina]besi(II) Bis(trifluorometanasulfonat) Monohidrat" (Mandiri)

- (21) *Jurnal Jurnal Matematika & Sains, ITB, Bandung*, No. 2, Vol.8, Juni, 2003. "Magnetic, Mössbauer, and Electronic Spectral Properties of Bis(1,2,4-triazole) triazolatoiron(II) Trifluoromethanesulphonate Monohydrate" (Mandiri)
- (22) *Jurnal Jurnal Matematika & Sains, ITB, Bandung*, No.1, Vol. 9, Maret, 2004. "Structural Study of Bis(2,6-Bis(pyrazol-3-yl)pyridine) nickel(II) by Calorimetry and EXAFS Spectrometry" (Mandiri)
- (23) *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains, FMIPA, Yogyakarta*, No.1: Th. V1/2004, 21-28. "Structural Study of Complex Compound Containing Cobalt(II) and 3,5-bis(pyridin-2-yl)-1,2,4-triazole in DMF by EXAFS Spectrometry". (Mandiri)

## 8.2. Majalah Luar Negeri

- (1) *Australian Journal of Chemistry*, 1987, 40, 775-783. "Spin Crossover in Iron(II) Complexes of 1-Methyl-2-(pyridin-2-yl)imidazole and 1-Methyl-2-(pyridin-2-yl)benzimidazole" (Sugiyarto, K.H., and Goodwin, H.A.)
- (2) *Chemical Physics Letters*, 1987, 139, 470-474. "Lattice Trapping of Metastable Quintet State Bis(2,6-bis(pyrazol-3-yl)pyridine)iron(II) Bis(tetrafluoroborate), a Spin Crossover System, and Kinetics of the Quintet - Singlet Transformation" (Goodwin, H.A., and Sugiyarto, K.H.)
- (3) *Australian Journal of Chemistry*, 1988, 41, 1645-1663: "Coordination of Pyridine-Substituted Pyrazoles and Their Influence on the Spin State of Iron(II)" (Sugiyarto, K.H., and Goodwin, H.A.)
- (4) *Australian Journal of Chemistry*, 1993, 46, 1269-1290. "Structural and Electronic Properties of Iron(II) and Nickel(II) Complexes of 2,6-bis(triazol-3-yl)pyridines" (Sugiyarto, K.H., Craig, D.C., Rae, D., and Goodwin, H.A.)
- (5) *Australian Journal of Chemistry*, 1994, 47, 263-277. "Cooperative Spin Transition in Iron(II) Derivatives of 1,2,4-Triazole". (Sugiyarto, K.H., and Goodwin, H.A.)
- (6) *Australian Journal of Chemistry*, 1994, 47, 869-890: "Structural, Magnetic and Mössbauer Spectral Studies of Salts of Bis(2,6-bis(pyrazol-3-yl)pyridine)iron(II) - a Spin Crossover System" (Sugiyarto, K.H., Craig, D.C., Rae, D., and Goodwin, H.A.)

- (7) *Australian Journal of Chemistry*, **1995**, 48, 35-54. "Structural and Electronic Properties of Iron(II) Complexes of 2-(1,2,4-Triazol-3-yl)pyridine and Substituted Derivatives" (Sugiyarto, K. H., Craig, D.C., Rae, D., and Goodwin, H.A.)
- (8) *Australian Journal of Chemistry*, **1996**, 49, 497-504. "Structural Characterization of Two Crystalline Forms of Bis[2-(1,5-dimethyltriazol-3-yl)-1,10-phenanthroline]iron(II) Perchlorate - a Spin Crossover System" (Sugiyarto, K.H., Craig, D.C., and Goodwin, H.A.)
- (9) *Australian Journal of Chemistry*, **1996**, 49, 505-515. "Structural and Electronic Properties of iron(II) and Nickel(II) Complexes of 2-Triazolyl-1,10-phenanthroline Derivatives". (Sugiyarto, K. H., Craig, D.C., Rae, D., and Goodwin, H.A.)
- (10) *Chemistry a European Journal*, **1996**, 2, 1134-1138. "High-Spin → Low-Spin Relaxation in [Fe(bpp)<sub>2</sub>][CF<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>]<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O after LIESST and Thermal Spin-State Trapping - Dynamics of Spin Transition versus Dynamics of Phase Transition" (Buchen, T, Gütllich, P, Sugiyarto, K. H., and Goodwin, H.A.)
- (11) *Australian Journal of Chemistry*, **1997**, 50, 869-873. "Structural, Magnetic and Mössbauer Studies of Bis(2,6-bis(pyrazol-3-yl)pyridine)iron(II) Triflate and its Hydrates" ( Sugiyarto, K. H., Weitzner, K., Craig, D.C., and Goodwin, H.A.)
- (12) *Australian Journal of Chemistry* , **1999**, 52, 109-122. "Magnetic, Spectral and Structural Aspects of Spin Transitions in Iron(II) Complexes of 2-(Pyrazol-3-yl)-pyridine and 3-(Thiazol-2-yl)pyrazole" (Harimanow, L.S, Sugiyarto, K. H., Craig, D.C., Scudder, M.L., and Goodwin, H. A.)
- (13) *Australian Journal of Chemistry* , **2000**, 53, 755-765. "Electronic and Structural Properties of the Spin Crossover Systems Bis(2,6-bis(pyrazol-3-yl)pyridine) iron(II) Thiocyanate and Selenocyanate" (Kristian H. Sugiyarto, Marcia L. Scudder, Donald C. Craig, and Harold A. Goodwin)
- (14) *Dalton Transactions : An International Journal of Inorganic Chemistry*. Number 12, 21 June **2003**, 2443 – 2448. "Spin transition centres linked by the nitroprusside ion. The cooperative transition in bis(2,6-bis(pyrazol-3-yl)pyridine) iron(II) nitroprusside " (Kristian H. Sugiyarto , Wendy-Anne McHale, Donald C. Craig, A. David Rae, Marcia L. Scudder, and Harold A. Goodwin)

- (15) *Advanced Functional Materials*, Vol.13, No. 11, November 2003, 877-882  
 "Anomalous Spin Transition Observed in Bis(2,6-bis(pyrazol-yl)pyridine)iron(II) Thiocyanate Dihydrate" (Ashis Bhattacharjee, Vadim Ksenofontov, Kristian H. Sugiyarto, Harold A. Goodwin, Philipp Gütlich).
- (16) *Malaysian Journal of Chemistry*, 2003, Vol. 5, No. 1, 092 – 098: "Magnetic, Mössbauer, and Electronic Spectral Studies of Bis[2-(Pyridin-2-ylamino)-4-(pyridin-2-yl)thiazole]iron(II) Triflate and Nitroprusside".  
 (Mandiri)
- (17) *Chemical Physics Letters*, 2006, 431, 72-77. "Lattice Trapping of Metastable Quintet State Bis(2,6-bis(pyrazol-3-yl)pyridine)iron(II) Bis(tetrafluoroborate), a Spin Crossover System, and Kinetics of the Quintet - Singlet Transformation" (A. Bhattacharjee, V. Ksenofontov, K. H. Sugiyarto, H.A. Goodwin, P. Gütlich)
- (18) <http://www.ritsumei.ac.jp/se/d11/nano/12.pdf>. 共同研究 S 立大 H14-012  
 金属錯体の溶液中におけるスピン状態平衡に関する研究 "Structural Study on Solution-State Spin-Equilibrium of Metal Complexes", (Makoto Kurihara and Kristian H. Sugiyarto)

9. Diktat untuk kalangan sendiri (UNY) yang pernah ditulis:

- (1) Teknologi Pengajaran Kimia, 1988
  - (2) Kimia Anorganik I, 1998 (memenangkan hibah penulisan buku teks Dikti 2001,  
 Diterbitan Jica 2003, Rev. 2007 in press)
  - (3) Kimia Anorganik II, 1999 (memenangkan hibah penulisan buku teks Dikti 2003, Diterbitkan Jica, 2005, Rev. 2006)
  - (4) Kimia Anorganik Fisik, 1997
  - (5) Kimia Anorganik III, 2000, Rev. 2002, 2005, 2007 in press.
  - (6) Kimia Anorganik IV, 2000, Rev. 2005, 2007
  - (7) Petunjuk Praktikum Kimia Anorganik I, 1998, Rev. 2001
  - (8) Petunjuk Praktikum Kimia Anorganik II, 1999, Rev. 2001
  - (9) Petunjuk Praktikum Kimia Anorganik III (2002)
10. Pengalaman Kerjasama Luar negeri :  
 Visiting Academic pada The School of Chemistry, UNSW, Australia tahun 1995 (6 bulan), 1996 (6 bulan), dan tahun 1997 (6 bulan) sponsor UNSW.

Penelitian bersama dengan Prof. Kurihara, M. (Shizuoka University), Prof. Ozutsumi, K. & Dr. Handa, K. (Ritsumeikan University), dan Prof. Saito, A. (Tokyo Gakugei University) selama 6 bulan (2002-2003) atas sponsor JICA.

11. Lain-lain

(1) Tim penatar Olimpiade Kimia tingkat provinsi (DIY), 2003- sekarang

(2) Pendampingan Sekolah Unggulan SMA N 8 Yogyakarta

(3) Penatar guru-guru SMA di Atambua 2006.

(4) Penatar SMA SKM, SMA Purworejo, 2008

(5) Pemeriksa dan penguji Disertasi *a.n.* Iis Siti Jahro, Jurusan Kimia, ITB Sept-Oktb 2007

Demikianlah Curriculum Vitae singkat ini saya buat dengan sebenarnya.

Yogyakarta, Maret 2012

Yang membuat



Prof. K. H. Sugiyarto, Ph.D.

NIP 130339482

THE  
Character Building  
UNIVERSITY

## KARBON

### 2.1 Tujuan Umum

Mahasiswa memahami sifat kovalensi atom karbon.

- 2.2 Diberikan diagram kerangka map *heksagon*, mahasiswa mampu (a) mengemas bangun geometri bola- $C_{60}$ , (b) mengidentifikasi posisi ikatan rangkap-dua, (c), menghitung jumlah atom karbon dalam bangun  $C_{60}$ , (d) menghitung jumlah total ikatan atom karbon, (e) menghitung jumlah masing-masing ikatan tunggal maupun ikatan rangkap dua, dan mengemas bangun geometri  $C_{70}$  dan  $C_{80}$ .

### 2.3 Pendahuluan

Alotrop karbon ke tiga yang belum terlalu lama dipelajari secara ekstensif yaitu keluarga **fulerena**, merupakan struktur jaringan atom karbon yang membentuk bangun bola; kebundaran struktur bola yang dibangun bergantung jumlah anggotanya, yang paling umum yaitu  $C_{60}$  (*Buckminsterfullerena*),  $C_{70}$ , dan  $C_{80}$ .

### 2.4 Pembuatan Model

#### Alat dan Bahan (harus disediakan sendiri oleh Praktikan)

- Kertas manila dengan map *heksagon* (hasil fotokopi)
- Penggaris, pisau pemotong atau gunting
- Lem
- spidol warna merah

#### Cara kerja

- (1) Fotokopilah map *heksagon* (lihat lembar map) di atas kertas manila ukuran A4.

- (2) Gunting pada bagian (salah satu sisi *heksagon*) yang sudah ditandai "gunting" (ada 8 sisi yang digunting).
- (3) Gunting bagian *heksagon* secara utuh yang sudah dinomori 1-8, hingga diperoleh lubang-lubang *heksagon* (ada 8 lubang *heksagon*).
- (4) Tumpang tindihkan (dan kemudian rekatkan dengan lem) setiap dua *heksagon* yang digunting satu sisi penghubungnya di sekitar tiap lubang *heksagon* sehingga membentuk lubang *pentagon* hingga memperoleh sebuah bangun bola.

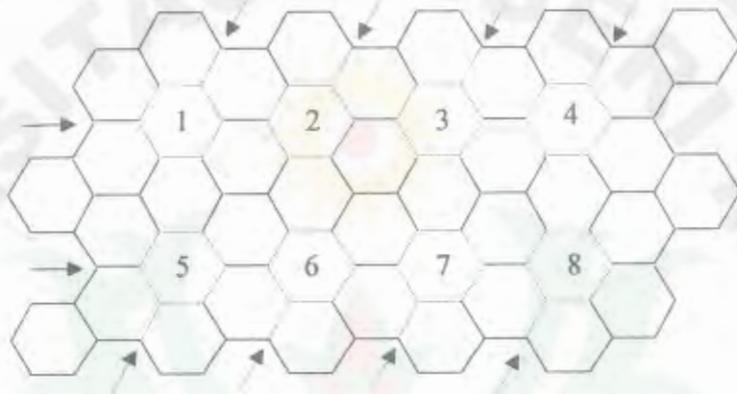


### Tugas

Bentuklah map *heksagon* yang telah digunting tersebut menjadi bangun bola  $C_{60}$ , yang tersusun oleh *heksagon* dan lubang *pentagon*. Jika setiap titik sudut *heksagon* maupun *pentagon* mewakili atom karbon, hitung jumlah *heksagon* dan lubang *pentagon*, jumlah atom C persekutuan antara satu lubang *pentagon* dengan dua *heksagon*, tandai ikatan rangkap dua dengan garis spidol merah (ikatan tunggal tidak usah ditandai), hitung jumlah ikatan tunggal dan ikatan rangkap dua.

Secara sama bentuklah fullerena  $C_{70}$  dari map *heksagon* yang tersedia menurut pola berikut ini.

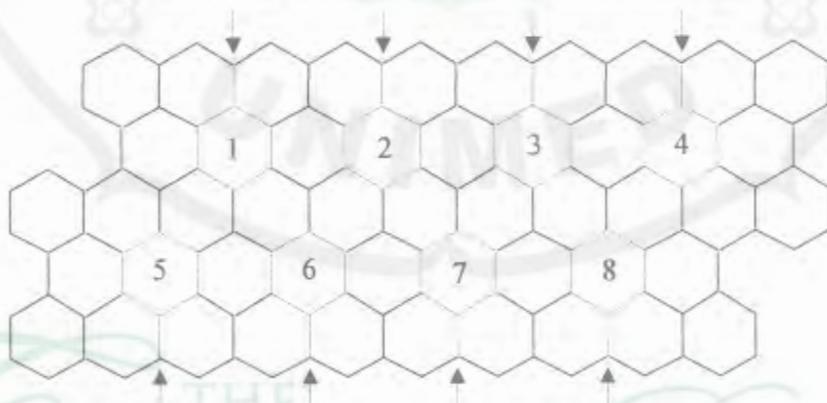
Map heksagon untuk pembentukan fullerena  $C_{70}$



→ = Gunting di sini      → = Arah lipat  
1,2,3,4,5,6,7, dan 8 = bidang heksagon yang harus dilubangi / dibuang

Demikian juga bentuklah *fullerena*  $C_{80}$  dari map *heksagon* yang tersedia menurut pola berikut ini.

Map heksagon untuk pembentukan fullerena  $C_{80}$



▶ = Gunting di sini dan arah lipat  
1,2,3,4,5,6,7, dan 8 = bidang heksagon yang harus dilubangi / dibuang

## 2. KARBON

### LEMBAR KERJA

Nama : ..... No.mahasiswa:

Hari & Tgl. Praktikum ;

Asisten / Dosen :

**Tugas :** Hasil kerja berupa bola kertas  $C_{60}$  yang tersusun oleh bangun *heksagon* dan lubang *pentagon*.

- (1) Bangun yang mendekati bentuk bola *soccer* ini terdiri dari bidang *heksagon* dan (lubang) *pentagon* sejumlah : ..... *heksagon*, dan ..... *pentagon*.
- (2) Setiap bidang *pentagon* selalu dikelilingi oleh .....  
.....  
dan setiap bidang *heksagon* selalu dikelilingi oleh  
.....  
.....
- (3) Setiap atom C (titik sudut bidang) selalu merupakan titik persekutuan dari sejumlah ..... bidang *pentagon* dan ..... bidang *heksagon* ; jadi setiap atom C ini selalu membentuk ikatan dengan sejumlah ..... atom C lainnya.
- (4) Jumlah atom C penyusun bola *soccer* ini yaitu sebanyak ..... atom . Berdasarkan data (1) dan (3), jumlah atom C ini dapat dihitung menurut cara ..... perhitungan sebagai berikut :

$$= = \dots\dots \text{atom}$$

dimana :  $n$  = jumlah bidang *heksagon*,  $h$  = jumlah atom C tiap bidang *heksagon*,  $m$  = jumlah bidang *pentagon*,  $p$  = jumlah atom C tiap bidang *pentagon*, dan  $z$  = jumlah ikatan untuk tiap atom C.

- (5) Jumlah total ikatan C—C yaitu ..... ikatan. Hal ini dapat diperoleh menurut cara perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah ikatan C—C} = \frac{1}{2} (q \times z) = \frac{1}{2} (\dots\dots \times \dots\dots) = \dots\dots$$

ikatan

di mana angka  $\frac{1}{2}$  diperoleh dari kenyataan bahwa setiap ikatan C—C selalu merupakan sisi persekutuan antara dua bidang (baik *heksagon-heksagon* ataupun *heksagon-pentagon*),  $q$  = jumlah atom C total, dan  $z$  = jumlah ikatan tiap atom C.

- (6) Jumlah ikatan rangkap dua C=C (yang ditandai dengan garis spidol merah) yaitu sebanyak ..... ikatan, dan jumlah ikatan tunggal C—C (yang tidak

ditandai apapun) yaitu ..... ikatan. Hal ini juga dapat dilakukan dengan cara perhitungan berikut : (a) jumlah ikatan tunggal C—C =  $\frac{2}{3}$  x jumlah ikatan total =  $\frac{2}{3}$  x ..... = ..... ikatan, (b) jumlah ikatan rangkap C=C =  $\frac{1}{3}$  x jumlah ikatan total =  $\frac{2}{3}$  x ..... = ..... ikatan

Komentar Asisten / Dosen :

Tanda tangan Asisten / Dosen: .....

Nilai : .....



THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

## 2. KARBON

### KUNCI LEMBAR KERJA

Nama : ..... No.mahasiswa :

Hari & Tgl. Praktikum :

Asisten / Dosen :

**Tugas :** Hasil kerja berupa bola kertas  $C_{60}$  yang tersusun oleh bangun *heksagon* dan lubang *pentagon*.

(1) Bangun yang mendekati bentuk bola *soccer* ini terdiri dari bidang *heksagon* dan (lubang) *pentagon* sejumlah : **20 heksagon**, dan **12 pentagon**.

(2) Setiap bidang *pentagon* selalu dikelilingi oleh **..5 bidang heksagon**.....

.....  
dan setiap bidang *heksagon* selalu dikelilingi oleh **3 bidang heksagon dan 3 bidang pentagon**.....

(3) Setiap atom C (titik sudut bidang) selalu merupakan titik persekutuan dari sejumlah **1 (satu)** bidang *pentagon* dan **2 (dua)** bidang *heksagon* ; jadi setiap atom C ini selalu membentuk ikatan dengan sejumlah **3 (tiga)** atom C lainnya.

(4) Jumlah atom C penyusun bola *soccer* ini yaitu sebanyak **60 (enam puluh)** atom . Berdasarkan data (1) dan (3), jumlah atom C ini dapat dihitung menurut cara perhitungan sebagai berikut :

$$= \frac{[20 \times 6] + [12 \times 5]}{3} = \dots\dots 60 \dots \text{atom}$$

dimana :  $n$  = jumlah bidang *heksagon*,  $h$  = jumlah atom C tiap bidang *heksagon*,  $m$  = jumlah bidang *pentagon*,  $p$  = jumlah atom C tiap bidang *pentagon*, dan  $z$  = jumlah atom yang diikat untuk tiap atom C.

(5) Jumlah total ikatan C—C yaitu ..... ikatan. Hal ini dapat diperoleh menurut cara perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah ikatan C—C} = \frac{1}{2} (q \times z) = \frac{1}{2} ( \dots 60 \dots \times \dots 3 \dots ) = \dots 90 \dots$$

ikatan

di mana angka  $\frac{1}{2}$  diperoleh dari kenyataan bahwa setiap ikatan C—C selalu merupakan sisi persekutuan antara dua bidang (baik *heksagon-heksagon* ataupun *heksagon-pentagon*),  $q$  = jumlah atom C total, dan  $z$  = jumlah atom yang diikat untuk tiap atom C.

- (6) Jumlah ikatan rangkap dua  $C=C$  (yang ditandai dengan garis spidol merah) yaitu sebanyak **...60...** ikatan, dan jumlah ikatan tunggal  $C-C$  (yang tidak ditandai apapun) yaitu **...30...** ikatan. Hal ini juga dapat dilakukan dengan cara perhitungan berikut : (a) jumlah ikatan tunggal  $C-C = 2/3 \times$  jumlah ikatan total  $= 2/3 \times$  **...90...** = **...60..** ikatan, (b) jumlah ikatan rangkap  $C=C = 1/3 \times$  jumlah ikatan total  $= 1/3 \times$  **...120..** = **...30..** ikatan

Komentar Asisten / Dosen :

Tanda tangan Asisten / Dosen: .....

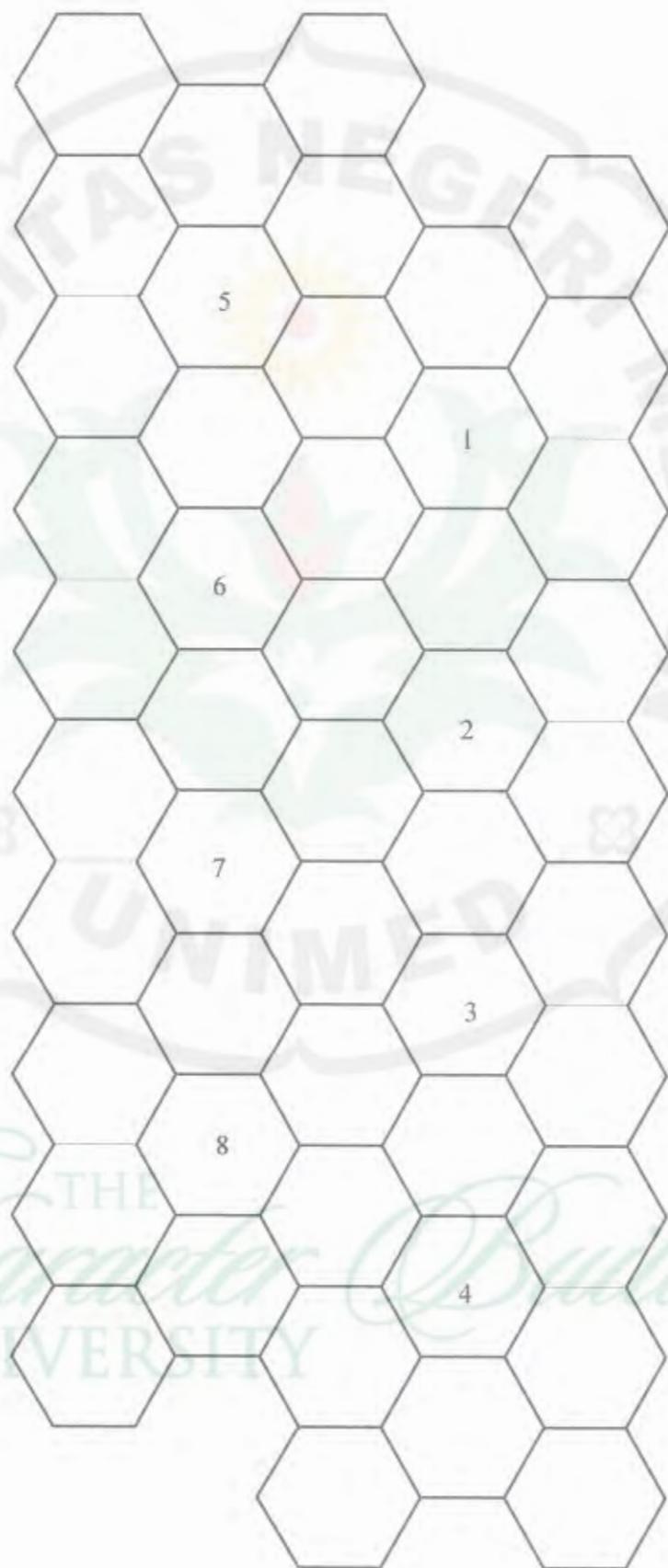
Nilai : .....

UNIVERSITAS PRI MEDAN  
UNIMED  
THE  
Character Building  
UNIVERSITY

C<sub>60</sub>



C<sub>70</sub>

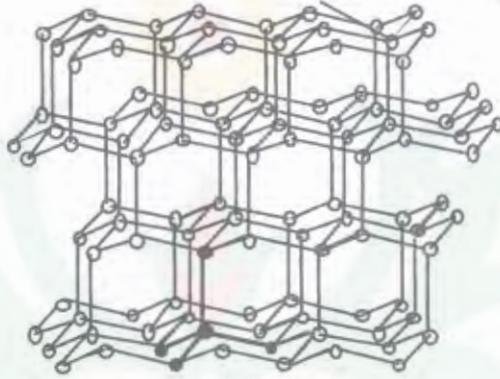


THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

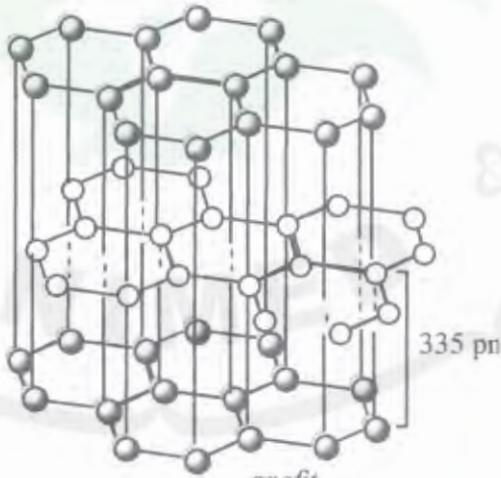
$C_{80}$



# KARBON

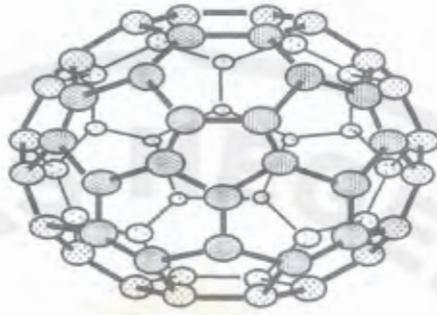


*intan*



*grafit*

THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY



Bukminsterfullerena,  $C_{60}$

**Soal utk  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  dan  $C_{80}$ :**

1. Bangun yang mendekati bentuk bola *soccer* ini terdiri dari bidang *heksagon* sejumlah : ..... *heksagon*

- A. 20
- B. 30
- C. 25

2. Bangun yang mendekati bentuk bola *soccer* ini terdiri dari bidang *pentagon* sejumlah:.....

- A. 12
- B. 14
- C. 10

3. Setiap bidang *pentagon* selalu dikelilingi oleh .....

- A. 5 bidang heksagon
- B. 6 bidang heksagon
- C. 4 bidang heksagon

4. Setiap bidang *heksagon* selalu dikelilingi oleh .....

- A. 3 bidang heksagon dan 3 bidang pentagon

- B. 3 bidang heksagon dan 5 bidang pentagon
- C. 5 pentagon dan 3 bidang heksagon

5. Setiap atom C (titik sudut bidang) selalu merupakan titik persekutuan dari sejumlah ..... bidang *pentagon* dan ..... bidang *heksagon*

- A. 1 (satu) dan 2 (dua)
- B. 2 (dua) dan 1 (satu)
- C. 1 (satu) dan 1(satu)

6. setiap atom C (titik sudut bidang) ini selalu membentuk ikatan dengan sejumlah ..... atom C lainnya.

- A. 3 atom
- B. 4 atom
- C. 5 atom

7. Jumlah atom C penyusun bola *soccer* ini yaitu sebanyak ..... atom ..

Berdasarkan data (1) dan (3), jumlah atom C ini dapat dihitung menurut cara perhitungan sebagai berikut :

= = ..... atom

dimana :  $n$  = jumlah bidang *heksagon*,  $h$  = jumlah atom C tiap bidang *heksagon* ,  
 $m$  = jumlah bidang *pentagon*,  $p$  = jumlah atom C tiap bidang *pentagon*, dan  $z$  =  
 jumlah ikatan untuk tiap atom C.

- A. 60 (enam puluh) atom
- B. 70 (tujuh puluh) atom
- C. 80 (delapan puluh) atom

8. Jumlah total ikatan C—C yaitu ..... ikatan. Hal ini dapat diperoleh menurut cara perhitungan sebagai berikut :

Jumlah ikatan C—C =  $\frac{1}{2} (q \times z) = \frac{1}{2} ( \dots \times \dots ) = \dots$  ikatan

di mana angka  $\frac{1}{2}$  diperoleh dari kenyataan bahwa setiap ikatan C—C selalu merupakan sisi persekutuan antara dua bidang (baik *heksagon-heksagon* ataupun *heksagon-pentagon*),  $q$  = jumlah atom C total, dan  $z$  = jumlah ikatan tiap atom C.

- A. 90 atom
- B. 105 atom
- C. 60 atom

9. Jumlah ikatan rangkap dua C=C (yang ditandai dengan garis spidol merah) yaitu sebanyak ..... ikatan, hal ini juga dapat dilakukan dengan cara perhitungan berikut : (a) jumlah ikatan tunggal C—C =  $\frac{1}{3} \times$  jumlah ikatan total =  $\frac{1}{3} \times \dots = \dots$  ikatan

- A. 40
- B. 35
- C. 50

10. Jumlah ikatan tunggal C—C (yang tidak ditandai apapun) yaitu ..... ikatan. Hal ini juga dapat dilakukan dengan cara perhitungan berikut (b) jumlah ikatan rangkap C=C =  $\frac{2}{3} \times$  jumlah ikatan total =  $\frac{2}{3} \times \dots = \dots$  ikatan

- A. 40
- B. 70
- C. 80



THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

Lampiran Dokumentasi Penelitian

Berikut ini adalah hasil dokumentasi dari pembuatan fulerena C60



THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY



**Presentasi Fullerena**



**Salah satu kelompok mahasiswa praktikum multimedia**



Bolla Soccer untuk FIFA

THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**UNIVERSITAS NEGERI MEDAN**

Jl. Willem Iskandar Psr.V – Kotak Pos No. 1589 – Medan 20221 telp. (061) 6613265, 6613276, 6618754,  
Fax. (061) 6614002 – 6613319, Laman : www.Unimed.ac.id

**SURAT PERINTAH MULAI KERJA (SPMK)**

Nomor : 0953 /UN33.17/SPMK/2012

Tanggal : 12 Maret 2012

hari ini Senin, tanggal dua belas bulan Maret tahun Dua ribu dua belas, kami yang bertandatangan dibawah ini :

Rinaldi, SE, M.Si : Berdasarkan Surat Keputusan Mendiknas R.I. Nomor : 14184/A.A3/KU/2012, tanggal 27 Pebruari 2012 tentang Pengangkatan Pejabat Pembuat Komitmen Belanja Modal, bertindak untuk dan atas nama Rektor untuk selanjutnya dalam SPMK ini disebut sebagai **PIHAK PERTAMA**.

Retno Dwi Suyanti, M.Si : Dosen Fakultas MIPA Universitas Negeri Medan ,dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Ketua Peneliti. Rekening pada Bank BNI Cabang Medan No. A/C : 0057714577 untuk selanjutnya dalam SPMK ini disebut sebagai : **PIHAK KEDUA**.

belah pihak secara bersama-sama telah sepakat mengadakan Perjanjian Kerja dengan ketentuan sebagai

**PASAL 1**  
**JENIS PEKERJAAN**

PIHAK PERTAMA memberi Tugas kepada PIHAK KEDUA, dan PIHAK KEDUA menerima Tugas tersebut untuk melaksanakan Pekerjaan Penelitian Efektifitas Praktikum Multimedia Struktur Atom Dalam Menjaring dan Mekanisme Miskonsepsi Ikatan Kimia Mahasiswa yang menjadi tanggung jawab PIHAK KEDUA.

**PASAL 2**  
**DASAR PELAKSANAAN PEKERJAAN**

Pekerjaan dilaksanakan oleh PIHAK KEDUA atas dasar ketentuan yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, yaitu :

- sesuai dengan proposal yang diajukan
- UU RI No. 17 Tahun 2003, tentang Keuangan Negara.
- UU RI No. 1 Tahun 2004, tentang Perbendaharaan Negara
- UU RI No. 15 Tahun 2004, tentang Pemeriksaan Pengelolaan dan Tanggungjawab Keuangan Negara

**PASAL 3**  
**PENGAWASAN**

Pelaksanaan Pengawasan dan Pengendalian Pekerjaan adalah Tim SPI Unimed dan Pejabat Pembuat Komitmen Dana Eks Pembangunan Unimed.

**PASAL 4**  
**NILAI PEKERJAAN**

PIHAK PERTAMA memberi dana pelaksanaan pekerjaan yang disebut pada pasal 1 tersebut sebesar Rp 40.000.000,- (Empat puluh juta rupiah) termasuk pajak-pajak yang dibebankan kepada dana DIPA Unimed T.A. 2012 Nomor : 0649/023-04.2.01/02/2012, tanggal 09 Desember 2011.



# KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

## UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

Jl. Willem Iskandar Psr.V – Kotak Pos No. 1589 – Medan 20221 telp. (061) 6613265, 6613276, 6618754,  
Fax. (061) 6614002 – 6613319, Laman : [www.Unimed.ac.id](http://www.Unimed.ac.id)

### PASAL 5 CARA PEMBAYARAN

Pembayaran dana pelaksanaan pekerjaan yang tersebut pada pasal 4 dilaksanakan secara bertahap, sebagai berikut:

Tahap I (Pertama) sebesar  $40\% \times 40.000.000 = \text{Rp. } 16.000.000,-$  (Enam belas juta rupiah), dibayar sewaktu penyerahan Proposal dan Penandatanganan Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK) oleh kedua belah pihak.

Tahap II (Kedua) sebesar  $30\% \times 40.000.000 = \text{Rp. } 12.000.000,-$  (Dua belas juta rupiah), dibayar setelah PIHAK KEDUA menyerahkan Laporan Kemajuan Pekerjaan dengan Bobot minimal 75 %. Dan menyerahkan bukti setor pajak (SSP) yang telah divalidasi Bank.

Tahap III (Ketiga) sebesar  $30\% \times 40.000.000 = \text{Rp. } 12.000.000,-$  (Dua belas juta rupiah), dibayar setelah PIHAK KEDUA menyerahkan Laporan Hasil Pekerjaan dengan Bobot 100%. Dan menyerahkan bukti setor pajak (SSP) yang telah divalidasi Bank.

### PASAL 6 JANGKA WAKTU PELAKSANAAN

Jangka waktu pelaksanaan Pekerjaan sampai 100 % yang disebut pada pasal 1 perjanjian ini ditetapkan selama 234 hari kalender terhitung sejak tanggal 12 Maret s/d 31 Oktober 2012.

Waktu Penyelesaian tersebut dalam ayat 1 Pasal ini tidak dapat dirubah oleh PIHAK KEDUA.

### PASAL 7 LAPORAN

PIHAK KEDUA harus menyampaikan naskah artikel hasil penelitian ke Lembaga Penelitian (Lemlit) dalam bentuk Hard Copy dan Sofcopy dalam compact disk (CD) untuk diterbitkan pada Jurnal Nasional terakreditasi dan bukti pengiriman disertakan dalam laporan.

Sebelum laporan akhir penelitian diselesaikan, PIHAK KEDUA melakukan diseminasi hasil penelitian melalui forum yang dikoordinasikan oleh Pusat Penelitian yang sesuai dan pembiayaannya dibebankan kepada PIHAK KEDUA.

Seminar Penelitian dilakukan di jurusan/program studi dengan mengundang dosen dan mahasiswa sebagai peserta seminar serta diketahui oleh Pusat Penelitian.

Hasil dan laporan pelaksanaan Seminar dimaksud disampaikan ke Lembaga Penelitian Unimed sebanyak 2 (dua) eksemplar.

Peserta seminar terbaik dari setiap jurusan wajib menyeminarkan hasil penelitian di Lembaga Penelitian Unimed.

PIHAK KEDUA menyampaikan Laporan Akhir Pelaksanaan Pekerjaan kepada PIHAK PERTAMA sebanyak 4 (empat) eksemplar yang akan didistribusikan kepada :

- i. PIHAK PERTAMA sebanyak 1 (Satu) eksemplar (ASLI)
- ii. Kantor SPI Unimed sebanyak 1 (Satu) eksemplar.
- iii. Kantor LEMLIT 2 (Dua) Eksemplar

PIHAK KEDUA wajib menyampaikan Laporan Realisasi Penggunaan Dana Pelaksanaan Pekerjaan Penelitian kepada PIHAK PERTAMA

### PASAL 8 SANKSI

Jika PIHAK KEDUA tidak dapat menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan jangka waktu pelaksanaan yang ditentukan dalam pasal 6 perjanjian ini, maka untuk setiap hari keterlambatan PIHAK KEDUA wajib membayar



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**UNIVERSITAS NEGERI MEDAN**

Jl. Willem Iskandar Psr.V – Kotak Pos No. 1589 – Medan 20221 telp. (061) 6613265, 6613276, 6618754,  
Fax. (061) 6614002 – 6613319, Laman : [www.Unimed.ac.id](http://www.Unimed.ac.id)

denda keterlambatan sebesar 1 %/00 perhari dengan maksimum denda sebesar 5 % dari nilai pekerjaan yang disebut pada pasal 4 .

Jika pelaksana Pekerjaan melalaikan kewajibannya baik langsung atau tidak langsung yang merugikan keuangan negara diwajibkan mengganti kerugian dimaksud.

**PASAL 9**  
**PENUTUP**

Perintah Mulai Kerja (SPMK) ini dibuat rangkap 4 (Empat) dengan ketentuan sebagai berikut :

- 1) lembar pada : Kantor Dana Eks Pembangunan Unimed.
- 2) lembar pada : Ketua Peneliti
- 3) lembar pada : Kantor Pelayanan dan Perbendaharaan Negara (KPPN) Medan.
- 4) lembar pada : Kantor SPI Unimed.

Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK) ini diperbuat untuk diketahui dan dilaksanakan sebagaimana mestinya.

PIHAK KEDUA :  
Ketua Peneliti

Dr. Retno Dwi Suyanti, M.Hum  
NIP. 196601261991032003

PIHAK PERTAMA :  
Pejabat Pembuat Komitmen  
Belanja Modal

Yon Rinaldi, SE. M.Si  
NIP. 196705111991121001

THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

# KUITANSI

Sudah terima dari : Pejabat Pembuat Komitmen Belanja Modal

Jl. Willem Iskandar Fsr. V Medan

Jang banyaknya : Enam belas juta rupiah

Untuk Pembayaran : Tahap I sebesar 40% x Rp. 40.000.000,- = Rp. 16.000.000,- atas Pelaksanaan Pekerjaan Penelitian Efektifitas Praktikum Multimedia Struktur Atom Dalam Menjaring dan Mengatasi Miskonsepsi Ikatan Kimia Mahasiswa sesuai dengan Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK) Nomor : 0953 /UN33.17/SPMK/2012, tanggal 12 Maret 2012, (2013.002), MAK : 521219

Jumlah Rp. 16.000.000

Medan, 12-Mar-12

Ketua Peneliti



Dr. Retno Dwi Suyanti  
NIP. 196601261991032003

Dibayar Oleh,  
Bendahara Pengeluaran Unimed

Bendahara Pengeluaran Pembantu

Zuhri Efendi  
NIP. 19590228 198112 1 001

Hermadi Saragih, SE  
NIP. 19790803 200604 1 004



Setelah dibayar :  
Pejabat Pembuat Komitmen  
Belanja Modal

Yon Rinaldi, SE, M.Si  
NIP. 196705111991121001

Building

Medan, 12 Maret 2012

: 1 (Satu) Berkas  
: Permohonan Pembayaran

: Bapak Pejabat Pembuat Komitmen  
Belanja Modal  
Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan  
di  
Medan

Dengan hormat,  
Yang bertanda tangan dibawah ini :

✓ Nama : **Dr. Retno Dwi Suyanti, M.Hum**  
Alamat : Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan  
Bank/Rekening : Bank BNI Cabang Medan  
✓ Nomor A/C : 0057714577  
Kegiatan/Output/MAK : (2013.002) MAK 521219

memohon kepada Bapak untuk mendapatkan pembayaran tahap I sebesar 40% x Rp.  
✓ 40.000.000,- = Rp. 16.000.000,- (Enam belas juta rupiah) atas Pelaksanaan Pekerjaan Efektifitas Praktikum Multimedia Struktur Atom Dalam Menjaring dan Mengatasi Miskonsepsi Ikatan Kimia Mahasiswa yang sesuai dengan Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK) Nomor : 0953 /UN33.17/SPMK/2012, tanggal 12 Maret 2012.

Demikian permohonan ini pembayaran ini kami ajukan agar sudilah kiranya Bapak untuk dapat mengabulkannya.

Atas perhatian dan bantuan Bapak diucapkan terima kasih.

Hormat kami :  
Ketua Peneliti



**Dr. Retno Dwi Suyanti, M.Hum**  
NIP. 196601261991032003

THE  
Character  
UNIVERSITY

Building

ARTIKEL PENELITIAN HIBAH FUNDAMENTAL



EFEKTIFITAS PRAKTIKUM MULTIMEDIA STRUKTUR ATOM DAN IKATAN  
KIMIA  
DALAM MENGATASI MISKONSEPSI KIMIA MAHASISWA

Oleh:

Dr. Retno Dwi Suyanti Msi(NIDN: 0026016602)

Prof.Drs.KH.Sugiyarto MSc.PhD(0015094803)

DIBIAYAI oleh Dirjend dikti Kemdiknas th 2012

Nomor: 0953/UN33.17/SPMK/2012

Tanggal: 12 Maret 2012

UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

November, 2012

Efektifitas Praktikum Multimedia Struktur Atom dan Ikatan Kimia dalam Mengatasi Miskonsepsi Kimia Mahasiswa

Oleh

Suyanti DR<sup>1)</sup>, Sugyanto, HK<sup>2)</sup>

Email: dwi\_hanna@yahoo.com

- 1) Staf Dosen Kimia Anorganik FMIPA UNIMED Medan
- 2) Staf Dosen Kimia Anorganik FMIPA UNY Yogyakarta

ABSTRACT

The fundamental research about using multimedia practical work Chemical Bonding for overcoming misconception in Inorganic Chemistry integrated learning have been conducted. The students inquire and discover for analyzing the structure and determine the stability of fullerene  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  and  $C_{80}$ . Work sheets which available for measure the student's comprehend in practical is prepared refer as manual procedure of practical grafis media. The feed back of this activity, the students fill the questioner about student response related discover and inquire the most cristaline and stable among the third \_ullerene. The result of research shows that there is significant average achievement increase with pretest (33) and post test scores (87). The normalized gain score average caused by using the model is 0.80 in high category. Misconceptions in bonding chemistry can be overcome through using this model such as how determine the stability of compound carbon fullerene without lab work. Students joyfull and interest for creating the fullerene media and analyze the map of structure. This research try to present discussion direct material in Inorganic Chemistry include chemical bonding in inorganic carbon compound. In order for understanding of this fullerene covalence compound, student not conduct direct analyzed because is not available of equipments and unavailable chemicals. Through this practicum will be presented the map structure of  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  and  $C_{80}$  that the data represent result of students observe alone. Directional to be more provided spread sheet which must be finished to test the understanding of inquiry items of Practicum usage this interactive multimedia, more than anything else lecturing with Carbon compound. Implementation of hands on practicum of fullerene  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  and  $C_{80}$  shows that the soccer structure of Fullerena- $C_{60}$  more stable compare  $C_{70}$  and  $C_{80}$ . With this lab practicum related misconception atomic structure be overcome and result of learning Inorganic Chemistry shows student average in mentioned high category improvement. Students perception toward this activity very interest (92% responsive). Using this multimedia lab work model will improve students achievement in Inorganic Chemistry especially Atomic Structure and Bonding Chemical.

Keyword: practical work, Fullerene, Multimedia, misconception

1.PENDAHULUAN

## Ringkasan Hasil Penelitian

Penelitian tahun kedua ini mencoba menyajikan materi pokok bahasan dalam Kimia Anorganik mencakup Ikatan kovalen pada Karbon. Untuk pemahaman Ikatan kovalen pada senyawa karbon ini, mahasiswa **tidak perlu** melakukan pengamatan langsung pada berbagai senyawa fullerena karena tidak tersedianya bahan yang mahal. Melalui praktikum ini disajikan pola senyawa fullerena  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  dan  $C_{80}$  yang berdasarkan bentuk geometrinya dibandingkan kestabilannya. Data pendukung penentuan kestabilan tersebut merupakan hasil pengamatan dan analisis praktikan sendiri. Kemampuan interpretasi mahasiswa akan dikembangkan dengan menghubungkan data tersebut untuk menentukan struktur fullerena yang paling kristalin, kuat dan stabil. Untuk lebih terarah disediakan lembar kerja yang harus diselesaikan untuk menguji pemahaman praktikan terhadap materi yang bersangkutan. Acara praktikum berupa penggunaan multimedia interaktif ini belum pernah dilaksanakan, apalagi penkuliahan dengan multimedia ikatan kovalensi pada karbon. Untuk keperluan umpan balik disediakan lembar respon mahasiswa dan dievaluasi efektivitas pembelajaran model ini. Penelitian ini menanamkan pemahaman bahwa Kimia bersifat tentative sehingga mengadaptasi metode dan temuan yang baru sehingga beberapa miskonsepsi diakibatkan pendapat kuno yang sudah melegenda. Dalam kaitannya dengan ikatan kimia selama ini dipahami bahwa ikatan kovalen pada senyawa mengindikasikan bahwa senyawa itu kurang stabil dan kurang kuat seperti pada senyawa-senyawa hidrokarbon. Melalui praktikum multimedia ini maka miskonsepsi itu teratasi karena ternyata terdapat senyawa karbon fullerene dengan struktur yang diadopsi sebagai bola soccer oleh FIFA. Peningkatan kemampuan kimia mahasiswa melalui praktikum Ikatan Kimia khususnya Senyawa Karbon. Kestabilan fullerene tersebut diketahui dengan menganalisis struktur  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  dan  $C_{80}$ . Hasil analisis data menunjukkan  $C_{60}$  memiliki struktur paling kristalin dan paling stabil. Dengan praktikum multimedia ini miskonsepsi terkait dengan ikatan kovalen pada senyawa karbon teratasi dan hasil belajar Kimia Anorganik meningkat dari rerata pretes 33 menjadi 87,10 untuk postes dengan rerata gain ternormalisasi 0,8 yang termasuk kategori tinggi. Persepsi mahasiswa terhadap praktikum multimedia ini sangat positif dengan rerata 92%. Produk Akhir dari penelitian ini adalah CD referensi praktikum Multimedia Struktur Atom dan Senyawa Karbon dan Buku teks Kimia Anorganik Non Logam terkait kedua pokok bahasan.

Katakunci: Praktikum multimedia, Fullerena, Miskonsepsi

Model perkuliahan yang mampu membekali sesuatu pengetahuan yang akan terinternalisasi dalam diri mahasiswa (kemampuan generik) merupakan hal yang penting dewasa ini. Untuk dapat menjadi kemampuan generik mahasiswa, maka miskonsepsi mahasiswa dalam ilmu kimia yang mendasar seperti struktur atom dan ikatan kimia harus diatasi. Namun demikian perlu disadari bahwa untuk menanamkan konsep yang benar pada kedua pokok bahasan tersebut tidak dapat diterapkan praktikum dengan alat dan bahan kimia di laboratorium. Oleh karena itu melalui penelitian ini akan dirancang praktikum multimedia tanpa bahan kimia terkait dengan struktur atom dan ikatan kimia yang karakteristik kontennya tergolong abstrak tersebut.

Dengan pemahaman yang kokoh serta kemampuan knowledge space yang tinggi, mahasiswa akan terkembangkan kemampuan generik kimianya baik dalam aspek konsistensi logis, logika inferensial maupun pengamatan tak langsung. Kemampuan generik inilah yang kelak akan mereka miliki untuk digunakan dalam memecahkan persoalan di dunia kerja.

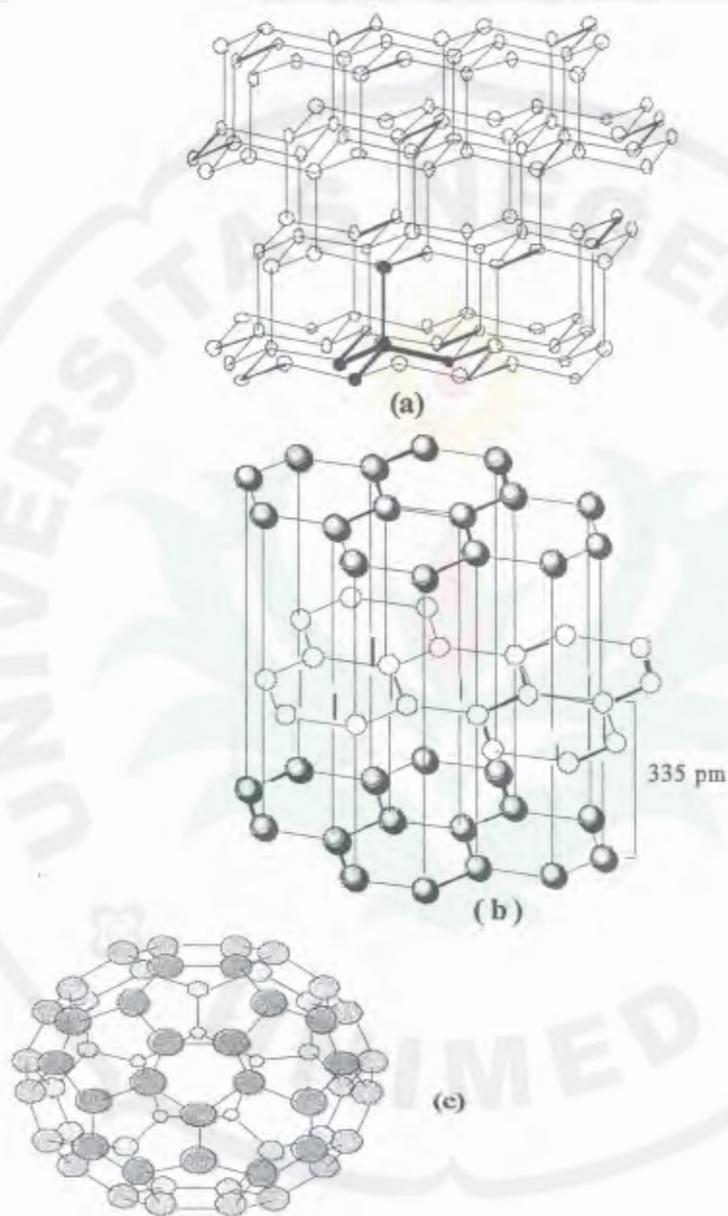
Pemahaman yang benar tentang struktur atom melalui *praktikum media* dan efektifitas media karbon akan meningkatkan kemampuan pengetahuan ruang mahasiswa dan pembelajaran kimia efektif sehingga berbagai miskonsepsi yang terjadi dalam Kimia akan dapat teratasi dan kemampuan generik kimia mahasiswa terkembangkan. Dengan teratasinya miskonsepsi maka pada pengembangan kimia selanjutnya memudahkan mahasiswa memahami konsep yang abstrak dari Kimia tanpa interpretasi yang salah lebih lanjut kemampuan generik mahasiswa terbekali sehingga dapat digunakan dalam kariernya kelak. Penelitian terkait dengan *molecule modelling* dalam bidang Kimia Fisika akhir-akhir ini mengungkap perihal "perspektif mahasiswa dalam kelompok kecil belajar kimia" (Townes, *et al.*, 2000). Temuan menunjukkan pentingnya interaksi antar mahasiswa yang mampu meningkatkan hubungan yang berkaitan dengan baik dalam kegiatan belajar maupun kegiatan sosial. Lebih lanjut dilaporkan bahwa dalam hal ini metode "problem solving" dilaksanakan dalam bentuk kelompok.

"Problem solving" merupakan salah satu bentuk pembelajaran yang menarik banyak ahli pendidikan kimia di perguruan tinggi (Sawrey : 1990). Melalui pendekatan "*problem solving*" kenyataannya dapat ditemukan adanya miskonsepsi pada banyak mahasiswa (Nakhleh and Mitchell : 1993). Dengan kegiatan penyusunan modeling dalam acara praktikum, mahasiswa diharapkan dapat mengingat, menata atau mengkonstruksi pengetahuannya secara "benar" di dalam sel-sel otaknya, karena pada dasarnya menurut

model konstruktivistik, "*knowledge is constructed in the mind of the learner*" (Bodner : 1986).

Alotrop karbon ke tiga yang belum terlalu lama dipelajari secara ekstensif yaitu keluarga **fulerena**, merupakan struktur jaringan atom karbon yang membentuk bangun bola; kebundaran struktur bola yang dibangun bergantung jumlah anggotanya, yang paling umum yaitu  $C_{60}$  (*Buckminsterfullerena*),  $C_{70}$ , dan  $C_{80}$ .  $C_{60}$ , tersusun oleh atom-atom karbon yang membangun 12 *pentagon* (lingkar -5 anggota ) dan 5 *heksagon* (lingkar -6 anggota). Dalam  $C_{60}$ , tiap atom karbon membentuk 3 ikatan dan merupakan persekutuan dari *dua heksagon* dan *satu pentagon* ; tiga ikatan ini terdiri dari satu ikatan rangkap dua ( dengan panjang ikatan  $C-C \sim 1,39\text{\AA}$ ) dan dua ikatan tunggal (dengan panjang ikatan  $C-C \sim 1,43\text{\AA}$ ). Tiap ikatan tunggal ini merupakan persekutuan dari *heksagon-pentagon*, sedangkan tiap ikatan rangkap merupakan persekutuan *heksagon-heksagon*. Dengan demikian tiap atom karbon dalam  $C_{60}$  ini dapat dipertimbangkan membentuk orbital *hibrida  $sp^2$* . Komparasi jaringan ikatan ketiga alotrop ini ditunjukkan pada Gambar 2.1.

THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY



Bukminsterfullerena, C<sub>60</sub>

Gambar 2.1 Struktur intan (a), grafit (b), dan bukminsterfullerena (c)

## 2. METODE PENELITIAN

### 1. Subjek dan Objek Penelitian

Dalam penelitian ini, mahasiswa Jurusan Kimia yang mengambil mata kuliah Kimia Anorganik Non Logam tahun akademik Januari-September 2012 merupakan subjek penelitian. Aspek kualitas perkuliahan dan kegiatan praktikum serta prestasi hasil belajar dalam bentuk nilai akhir dan praktikum untuk pokok bahasan terkait dengan materi perkuliahan serta miskonsepsi yang teratasi merupakan objek penelitian ini.

### 2. Setting Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Jurusan Kimia - FMIPA-UNIMED, dalam semester genap Januari-September 2011 dan Januari - September 2012

Kegiatan dibagi dalam 2 tahap:

- b. Mahasiswa secara kelompok diminta melakukan praktikum multimedia Struktur Atom dan Ikatan Kimia dengan petunjuk dari Dosen peneliti dan diminta menjelaskan setiap fenomena yang diamati berdasarkan reaksi-reaksi kimia. Pekerjaan mahasiswa berkelompok tersebut dinilai dengan dibandingkan buatan tim peneliti.
- b. Hasil pekerjaan mahasiswa setelah dipresentasikan dan dibuat

laporannya dinilai dan dianalisis terhadap kemampuan penguasaan materi kimia umum berbasis multimedia serta hasilnya direkam.

### 4. RANCANGAN PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode quasi eksperimen dengan *normalized gain score comparison group design*. Metode perbandingan ini dimodifikasi dari desain eksperimen pretest post-test kelompok eksperimen. Dengan demikian desain eksperimental penelitian berbentuk :

O	X <sub>1</sub>	O
---	----------------	---

(Sevilla, *et al.*, 1993)

Dengan X<sub>1</sub> adalah model praktikum dan kuliah Kimia Anorganik Non Logam dengan multimedia, O adalah pretest dan post-test. Subyek penelitian ini adalah mahasiswa semester 3 program S1 jurusan Kimia yang sedang mengikuti mata kuliah Kimia Anorganik Non Logam tahun akademik 2011/2012.

### Setting Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Jurusan Kimia - FMIPA-UNIMED, dalam semester genap Januari-

September 2011 dan Januari –  
September 2012

Kegiatan dibagi dalam 2 tahap:

- a. Mahasiswa secara kelompok diminta melakukan praktikum multimedia Struktur Atom dan Ikatan Kimia dengan petunjuk dari Dosen peneliti dan diminta menjelaskan setiap fenomena yang diamati berdasarkan reaksi-reaksi kimia. Pekerjaan mahasiswa berkelompok tersebut dinilai dengan dibandingkan buatan tim peneliti.
- b. Hasil pekerjaan mahasiswa setelah dipresentasikan dan dibuat laporannya dinilai dan dianalisis terhadap kemampuan penguasaan materi kimia umum berbasis multimedia serta hasilnya direkam.

### 3. RANCANGAN PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode quasi eksperimen dengan *normalized gain score comparison group design*. Metode perbandingan ini dimodifikasi dari desain eksperimen pretest post-test kelompok eksperimen. Dengan demikian desain eksperimental penelitian berbentuk :

O	X <sub>1</sub>	O
---	----------------	---

(Sevilla, *et al.*, 1993)

Dengan X<sub>1</sub> adalah model praktikum dan kuliah Kimia Anorganik Non Logam dengan multimedia, O adalah pretest dan post-test. Subyek penelitian ini adalah mahasiswa semester 3 program S1 jurusan Kimia yang sedang mengikuti mata kuliah Kimia Anorganik Non Logam tahun akademik 2011/2012.

Tahap Pelaksanaan. Tahapan ini terintegrasi antara kuliah dan praktikum Kimia Anorganik mencakup :

- (a) Pretes
- (b) Pelaksanaan pembelajaran Kimia Anorganik terintegrasi dengan multimedia dan media grafis.
- (c) pelaksanaan kegiatan praktikum yang berupa Pembuatan bola fullereana, pengisian lembar kerja mahasiswa, dan lembar “observasi” bagi pemonitor (asisten praktikum) dan bagi mahasiswa ;
- (d) kegiatan berikutnya yaitu analisis hasil lembar kerja praktikan, dan lembar observasi.
- (e) Postes

Tahap Akhir. Berupa revisi acara praktikum pokok bahasan Karbon Fullereana yang berkaitan dengan prosedur praktikum dan manual pola pendekatannya untuk keperluan praktikum mendatang.

Dan analisis miskonsepsi berdasarkan postes dan gain ternormalisasi.

**Metode Pengumpulan dan Analisis Data**

Penelitian ini bersifat deskriptif, yang berusaha memperoleh gambaran pemahaman konsep-konsep kemas rapat geometri dalam bentuk prestasi hasil belajar pada diri mahasiswa, dan kualitas pembelajaran kegiatan praktikum. Oleh karena itu, metode pengumpulan data (nilai) dilakukan secara dokumentatif dan analisis data berupa perhitungan gain ternormalisasi, dan analisis data perihal miskonsepsi yang teratasi dan respon mahasiswa terhadap pelaksanaan kegiatan praktikum tersebut. Pengolahan data selanjutnya sebagai berikut:

- Analisis miskonsepsi dijang dari data pretes

- Data hasil observasi selama pembelajaran di kelas dan "praktikum" produksi media dan modeling kemas rapat di jadikan bahan penilaian sebenarnya (*authentic assesment*)

- Analisis miskonsepsi yang teratasi didasarkan pada data postes

- Peningkatan hasil belajar Kimia Anorganik di hitung berdasarkan gain ternormalisasi (Meltzer,2002):

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$$

Kategori perolehan skor :

Tinggi :  $g > 0,7$

Sedang :  $0,3 < g < 0,7$

Rendah :  $g < 0,3$

## 1. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 4. 1. Peningkatan Prestasi Belajar Mahasiswa

Parameter	Pretes	Postes	Gain ternormalisasi
Rerata	33,0	87,10	0,80
SD	5,74	1,26	0,129

Dari Tabel 1 diatas diketahui bahwa terjadi peningkatan yang signifikan antara pretes dengan postes. Besarnya gain ternormalisasi sebesar 0,80 menunjukkan bahwa kategori peningkatan tinggi.

*Chemical Education*, 1986, **63**, 873 - 878

Pickering, M., "Further Study on Concept Learning versus Problem Solving", *Journal of Chemical Education*, 1990, **67**, 254 - 255

Sawrey, B. A., "Concept Learning versus Problem Solving", *Journal of Chemical Education*, 1990, **67**, 253 - 254

Towns, M.H., Kreke, K., and Fields, A., "An Action Research Project : Student Perspectives on Small-Group Learning in Chemistry", *Journal of Chemical Education*, 2000, **77**, 111-115

Arizona State University. 2001.

*Students Preconceptions and Misconceptions in Chemistry*. Visited April 2002.

<<http://www.daisley.net/hellevator/misconceptions/misconceptions.pdf>

Suyanti D Retno, (2006), *Pembekalan Kemampuan Generik Bagi Calon Guru Melalui Pembelajaran Kimia Anorganik Berbasis Multimedia Komputer*, Disertasi, SPS UPI, tidak diterbitkan.

Ellis, A. *et al.* Teaching General Chemistry: A Material Science Companion, 1993 page: 37

Shakhashiri, B.Z. Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry, page: 96

*Journal of Chemical Education* - Vol. 53, 1976 page: 233

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI) Depdiknas Dit.Litabmas yang mendanai PF ini melalui PO DIPA UNIMED untuk tahun 2012