

ISBN : 9 786025 247705



Prosiding

# **SEMNASKIM-1** *Seminar Nasional Kimia*

***"Inovasi Riset Kimia dan Pendidikan Kimia  
untuk Kemajuan Bangsa"***



ISBN 978-602-52477-0-5



**Sabtu, 7 Juli 2018**

**Auditorium FMIPA Universitas Negeri Padang**

<http://www.semnskimia1.fmipa.unp.ac.id>

ISBN 978-602-52477-0-5

2018. Dipublikasikan oleh Program Studi S2 Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang

**Prosiding**

**Seminar Nasional Kimia  
SEMNASKIM-1 Tahun 2018**

**Editor:**

**Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D**

**Dr. Rahadian Zainul, M.Si**

**Lay Out:**

**Adli Hadiyan Munif, S.Pd**

**Elfi Rahmi, S.Si**

**Diterbitkan Oleh:**

**Program Studi S2 Pendidikan Kimia FMIPA**

**Universitas Negeri Padang**

# **Seminar Nasional Kimia (SEMNASKIM-1) Tahun 2018**

*Editor: Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D, Dr. Rahadian Zainul, M.Si*

## **Disclaimer**

This proceeding book represents information obtained from authentic and highly regarded sources. Reprinted material is quoted with permission, and sources are indicated. A wide variety of references are listed. Every reasonable effort has been made to give reliable data and information, but the author(s) and the publisher can not assume responsibility for the validity of all materials or for the consequences of their use.

*All right reserved. No part of this publication may be translated, produced, stored in a retrieval system or transmitted in any form by other any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without written consent from the publisher.*

*Direct all inquiries to Chemistry Education Post-Graduate Study Program, Faculty of Mathematic and Science, State University of Padang, Jalan Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang Utara 25132.*

*@2018 by Chemistry Education Post-Graduate Study Program, Faculty of Mathematic and Science, State University of Padang.*

# SEMINAR NASIONAL KIMIA (SEMNASKIM-1)

## TAHUN 2018

Pengarah : Prof. Ganefri, Ph.D

Penanggung Jawab : Prof. Dr. Lufri, M.S

### **Panitia Pelaksana**

Penanggung Jawab Program : Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D

Ketua Panitia : Dr. Rahadian Zainul, M.Si

Sekretaris : Umar Kalmar Nizar, M.Si, Ph.D

Bendahara : Prof. Dr. Minda Azhar, M.Si

### **Reviewer:**

Dr. rer. nat. Jon Efendi, M.Si

Dr. Indang Dewata, M.Si

Miftahul Khair, M.Sc, Ph.D

Dr. Desy Kurniawati, M.Si

Ananda Putra, M.Si, Ph.D

Dr. Latisma Dj, M.Si

ISBN 978-602-52477-0-5



## **Sekretariat**

Kantor Program Studi Pendidikan Kimia S2

Gedung Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNP Lantai 2

Universitas Negeri Padang

Jalan Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang Utara 25132

Email: [semnaskimia@fmipa.unp.ac.id](mailto:semnaskimia@fmipa.unp.ac.id)

Web: <http://semnaskimia1.fmipa.unp.ac.id>

## KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW. Berkat limpahan dan rahmat-Nya sehingga dapat terlaksana kegiatan Seminar Nasional Kimia 1 (SEMNASKIM-1). Dengan diadakannya kegiatan SEMNASKIM-1 diharapkan dapat menjadi momentum kemajuan bagi insan akademik. Aamiin....

Kegiatan SEMNASKIM-1 ini merupakan kegiatan tahunan dari Program Studi Magister Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA). Pada tahun 2018 ini, SEMNASKIM-1 adalah kegiatan pertama dan diharapkan selanjutnya tiap tahun akan berkelanjutan mejadi seminar tahunan bagi dosen, mahasiswa dan praktisi pendidikan bidang kimia, IPA dan pendidikan secara umum. SEMNASKIM-1 2018 memiliki tema sebagai berikut “inovasi riset kimia dan pendidikan kimia untuk kemajuan bangsa”.

Buku ini merupakan prosiding pemakalah yang berpartisipasi dalam SEMNASKIM-1. Peserta yang lolos seleksi untuk presentasi berasal dari seluruh Indonesia. Para peserta berasal dari kalangan akademik, dosen, guru dan praktisi pendidikan. Peserta juga berasal dari kalangan mahasiswa mulai dari jenjang S1, S2 dan S3 dari berbagai bidang ilmu yang masih relevan dengan tema seminar.

Demikianlah atas keterlibatan seluruh panitia dan kerja sama proaktif Tim dan peserta, atas partisipasinya kami ucapkan terimakasih. Semoga buku ini bermanfaat sebagaimana mestinya.

Hormat kami,  
Ketua Panitia SEMNASKIM-1 2018

ttd

Dr. Rahadian Zainul, M.Si  
NIP. 19740121 200012 1 001

## DAFTAR ISI

BUKU PROSIDING .....	i
DISCLAIMER.....	ii
SUSUN PANITIA .....	iii
SEKRETARIAT .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi

### PEMAKALAH

ANALISIS DISAIN GEOMETRI SEL FOTOVOLTAIK PLANAR DAN FAKTOR KONTAKNYA .....	1
Rahadian Zainul, Firmansyah Khairul Kamal	
<i>PROBLEM BASED LEARNING, KONSEP IDEAL MODEL PEMBELAJARAN KIMIA MASA KINI :A REVIEW</i> .....	5
Inelda Yulita, Sariana	
EFEKTIFITAS PENUNTUN PRAKTIKUM KIMIA BERORIENTASI <i>CHEMOENTRE-PRENEURSHIP</i> UNTUK MENINGKATKAN MINAT WIRUSAHA PESERTA DIDIK KELAS X SMA/MA .....	13
Yani Pinta, Latisma, Ananda Putra	
PENGARUH MODEL KOOPERATIF <i>TWO STAY TWO STRAY</i> DENGAN MEDIA <i>CROSSWORD PUZZLE</i> TERHADAP HASIL BELAJAR KIMIA .....	19
Rifkatul Jannah, Pangoloan Soleman Ritonga	
PENGARUH PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN <i>STUDENT TEAMS ACHIEVEMENT DIVISIONS</i> DENGAN PETA KONSEP TERHADAP HASIL BELAJARSISWA SMA NEGERI 10 PEKANBARU .....	29
Repdayani, Zona Octarya	
PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT BUAH RAMBUTAN ( <i>NEPHELIUM LAPPACEUM</i> ) SEBAGAI ALTERNATIF INDIKATOR ALAMI TITRASI ASAM BASA .....	35
Sowel Ilhami, Fitri Refelita	

PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF <i>TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION (TAI)</i> TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA DALAM MATERI STOIKIOMETRI.....	41
Siti Aisyah, Usman Bakar, Hardeli	
PENGEMBANGAN PENUNTUN PRAKTIKUM KIMIA BERORIENTASI <i>CHEMOENTREPRENEURSHIP</i> UNTUK SMA/MA KELAS XII SEMESTERGANJIL.....	48
Hutdia Putri Murni, Latisma Dj, Rahadian Z	
PENGARUH PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN <i>DISCOVERY LEARNING</i> DENGAN PENDEKATAN <i>SCIENTIFIC</i> TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA.....	59
Rika Julita, Yuni Fatisa	
PENGEMBANGAN <i>E-MODUL</i> BERBASIS <i>3D PAGEFLIP PROFESSIONAL</i> UNTUK PEMBELAJARAN HUKUM DASAR KIMIA KELAS X SMA ISLAM AL FALAHKOTA JAMBI.....	66
Fefri Perrianty, Rayandra Asyhar, Afrida	
PENGARUH PENERAPAN STRATEGI PEMBELAJARAN <i>ACTIVE KNOWLEDGE SHARING</i> TERHADAP MOTIVASI BELAJAR SISWA KIMIA KELAS X .....	71
Thariqul Husna, Elvi Yenti	
PENGARUH PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN <i>PROBLEM BASED LEARNING (PBL)</i> MENGGUNAKAN <i>HANDOUT</i> TERHADAP HASIL BELAJAR .....	79
Siti Raudhah Gusri Dwidinda Arfa, Yuni Fatisa	
PENUNTUN PRAKTIKUM KIMIA SEDERHANA DAN PENERAPANNYA PADA SISWA SMA/MA.....	88
Hardeli, Bayharti, Yermadesi, Andromeda, Nadya Utami P, Shelvy Wellmida A	
PENGARUH JENIS BATANG KATODA TERHADAP KINERJA SEL FOTOVOLTAIK SEMIKONDUKTOR $Cu_2O$ DALAM ELEKTROLIT GEL $Na_2SO_4$ .....	97
Muthia Septiayuni, Admin Alif, Olly Norita Tetra	
PENGEMBANGAN MODUL GEOMETRI MOLEKUL BERBASIS <i>DISCOVERY LEARNING</i> KELAS X SMA/MA .....	104
Natia Afriana Suri, Bayharti, Iswendy	
PENGARUH PELLET BUATAN SENDIRI TERHADAP PERTAMBAHAN BERAT IKAN LELE.....	119
Armen	



ANALISIS KESESUAIAN TUJUAN DAN KEAKURATAN MATERI SENYAWA TURUNAN ALKANA PADA BUKU TEKS PELAJARAN KIMIA KELAS XII SMA/MA.....	122
Nailul Husni Asfar, Jon Effendi, Sri Benti Etika	
PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA CD (COMPACT DISC) PROGRAM TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA PADA POKOK BAHASAN KELARUTAN DAN HASIL KALI KELARUTAN (KSP) DI KELAS XI SMAN 1 ENAM LINGKUNG.....	131
Meli Suryani, Irma Mon	
STUDI PENGARUH MODIFIKASI PELARUT TERHADAP DEGRADASI METILEN BIRU MENGGUANKAN NANOKRISTALIN CERIUM OKSIDA (Subjudul penelitian; Fotokatalisis).....	139
Gusliani Eka Putri, Syukri Arief, Novesar Jamarun, Feni Rahayu Gusti	
PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN OTENTIK RANAH PSIKOMOTOR PADA MATERI LARUTAN ELEKTROLIT DAN NON-ELEKTROLIT.....	144
Tiara Viodelf, Rayandra Asyhar, Fuldiaratman	
THOTSIC SEBAGAI TOLAK UKUR KEMAMPUAN PESERTA DIDIK DALAM MENGHADAPI UJIAN NASIONAL .....	149
Siti Imroatu Sa'adah, Manju Andika Putri, Nurhasanah, Roza Linda	
ANALISIS GEOMETRI MODEL ELEKTRODA TRAPPING PADA REAKTOR HIDROGEN SISTEM ALIR TERPADU .....	154
Rahadian Zainul, Exsa Rahmah Novianti	
PENERAPAN <i>LESSON STUDY</i> PADA KULIAH KIMIA ANALITIK 2 TERHADAP KOMPETENSI KOGNITIF MAHASISWA KIMIA UNP .....	154
Budhi Oktavia, Dessy Kurniawati, Edi Nasra	

# ANALISIS DISAIN GEOMETRI SEL FOTOVOLTAIK PLANAR DAN FAKTOR KONTAKNYA

**Rahadian Zainul\* , Firmansyah Khairul Kamal**

Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Padang

\*Email : rahadianzmsiphd@yahoo.com

## **Abstrak**

Fotovoltaik merupakan sistem pengkonversi energi dalam seperangkat kompartemen. Perancangan terhadap kompartemen fotovoltaik menjadi riset yang prospektif. Riset ini bertujuan merancang secara geometri fotovoltaik planar dengan menghitung permukaan kontak foton dan elektroda. Metodenya dengan melakukan sketsa geometri bangun planar pada komputer dan menghitungnya secara manual dengan kalkulasi matematik. Fotovoltaik Planar yang dibuat memiliki ukuran lebar 9 cm dan tinggi 40 cm, menggunakan material kaca dengan ketebalan 3 mm. Dari hasil kalkulasi matematik, diketahui luas permukaan kontak foton dan permukaan planar mencapai 720 cm<sup>2</sup> dan luas permukaan kontak elektrolit dengan foton mencapai 1.120 cm<sup>2</sup>. Volume panel yang akan menempati reaktor adalah 19.041,48cm<sup>3</sup>.

**Kata kunci** : *Fotovoltaik, Planar, Disain, Geometri*

## **Pendahuluan**

Kebutuhan energi terbarukan bagi peradaban manusia semakin meningkat. Hal ini disebabkan bertambahnya populasi umat manusia. Konsumsi energi yang semakin waktu semakin meningkat, sementara ketersediaan energi belum memadai. Oleh sebab itu, pengembangan teknologi pengkonversi energi menjadi alternatif bagi masa depan energi dunia. Dalam hal inilah peranan ilmuwan dan rekayasawan dalam membuat berbagai analisa dan disain terhadap sistem teknologi diperlukan[1-3].

Salah satu sumber energi terbarukan adalah dari cahaya tampak, terutama pada cahaya yang masuk dalam ruangan dan cahaya dari penyinaran lampu neon atau ruangan[4-7]. Cahaya ini lebih dikenal sebagai cahaya ruang yang berintensitas rendah. Para ilmuwan mulai melakukan kajian bagaimana meningkatkan kemampuan cahaya ruang yang berintensitas rendah tersebut untuk dikonversi menjadi energi listrik. Salah satunya dengan membuat disain dan rancangan terhadap peralatan pengkonversi energi cahaya ruang menjadi energi listrik[8].

Rancangan alat yang dapat dibuat adalah Fotoreaktor planar dengan dinding kaca.[9] Pada penelitian sebelumnya, penerapan fotoreaktor cahaya ruang mulai ditelaah pada tahun 2015, dengan pengembangan sel fotovoltaik dari pelat tembaga melalui proses kalsinasi[4,5]. Pada proses ini, plat tembaga akan bertransformasi menjadi semikonduktor Cu<sub>2</sub>O[10], sehingga dapat menyerap cahaya dengan intensitas rendah dan selanjutnya bisa dikonversi menjadi energi listrik. Pada penelitian lainnya, energi cahaya ruang ini telah dapat dipakai pada pembelahan air untuk memproduksi gas hidrogen[11].

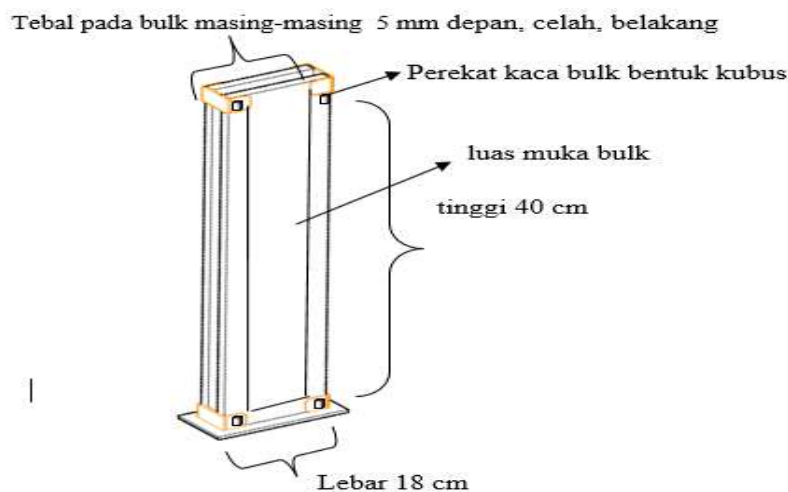
Dalam riset ini, penelitian dilakukan dengan analisis pada fotoreaktor planar yang didisain untuk aplikasi fotoreaktor cahaya ruang. Pada disain yang dibuat, ditelaah ukuran, luas permukaan dan interaksi foton yang terjadi dengan sistem fotovoltaik planar yang dikembangkan.

## Metode Penelitian

### Disain dan Pembuatan Model SelPV

Sebelum kami melakukan perancangan desain pada bidang planar, terlebih dahulu kami jelaskan apa yang dimaksud bidang planar. Bidang planar adalah bidang datar dengan sisi yang tidak saling memotong (bersilangan) sudut satu dengan sudut yang lain[6].

Rancangan sel fotovoltaik (PV) dibuat dengan model sketsa gambar reaktor geometri pada bidang ruang planar. Pada Rancangan ini bagian dalam nya terdapat celah kecil dengan jarak 5 mm ke arah sisi luar dan sisi dalam. Elektrolit akan dimasukkan kedalam celah tersebut yang dinamakan dengan *bulk* atau *reaktor*. Pada satu sisi planar terdapat 2 buah *bulk* yang bersisian. Design atau rancangan sel PV dibuat dengan model planar dapat dilihat pada Gambar 1.



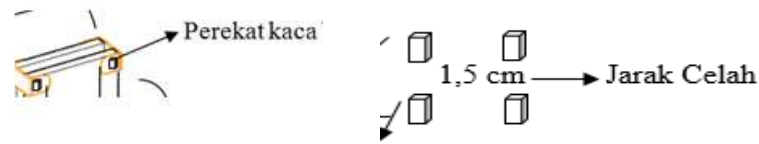
Gambar 1. Skema dan design sel fotoreaktor planar

## Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan sketsa yang dibuat, perhitungan dilakukan dengan mengkalkulasikan berapa permukaan yang akan berinteraksi dengan foton. Dari gambar 1, volume dari ruang Fotoreaktor Planar dapat dikalkulasi dengan menggunakan rumus trigonometri serta aturan cosinus untuk menghitung luas permukaan. Pada posisi ini, di tengah ruang ditempatkan satu titik sumber cahaya, yang berhadapan langsung dengan fotoreaktor planar, dan sinar akan menabrak ke seluruh permukaan.

Perhitungan dilakukan dengan ukuran tinggi bangun ruang planar 40 cm, dan lebar 18 cm (9 cm x 2 bulk) serta ketebalan 15 mm (5 mm depan, 5 mm celah dan 5 mm belakang). Dengan formula, luas bangun Lempeng Kaca dalam (1 Lempeng Bulk), yakni  $2(p \times l + p \times t + l \times t)$ , maka  $2(18 \times 1,5 + 18 \times 40 + 1,5 \times 40)$ , sehingga diperoleh luas sebesar  $1.614 \text{ cm}^2$ . Dengan demikian, maka luas total Lempeng bulk menjadi  $2 \times 1.614 \text{ cm}^2$  atau sebesar  $= 3.228$ .

Kompartemen yang dipakai pada Fotoreaktor antara lain, perekat kaca bulk bentuk kubus, seperti terlihat pada gambar 2 a. Penyangga balok berbentuk kubus seperti terlihat pada gambar 2 b, yang memiliki jarak celah 1.5 cm. Pada rancangan ini luas kubus (lk) dan luas kubus penyangga dapat dihitung dengan operator 6 luas sisi ( $6 s^2$ ). Luas kubus menjadi  $6(2,25) \text{ cm}$  atau seluas  $13.5 \text{ cm}^2$  dan luas kubus (penyangga)  $= 4(LK) = 4(13.5 \text{ cm}^2) = 54 \text{ cm}^2$ .



(a) (b)

Gambar 2. Kompartemen Fotoreaktor Planar

### Analisis Kontak Foton

Interaksi cahaya ruang pada fotoreaktor sangat ditentukan oleh kontak antara permukaan panel reaktor pada Fotoreaktor Planar dengan foton yang berasal cahaya ruang. Cahaya ruang bersumber dari cahaya yang datang dari cahaya matahari yang terdifraksi dan terpantulkan oleh berbagai media dan batas pada permukaan. Cahaya ruang juga bisa bersumber dari iluminasi lampu neon dan sumber penerangan dalam ruangan[6,7,12,13].

Analisis yang paling penting adalah luas permukaan elektron untuk reaksi foton, yang dikalkulasikan dengan  $(s - 8) (t - 4) \cdot n$ . Berdasarkan formula ini, maka  $(18 \text{ cm} - 8) (40 \text{ cm} - 4) \cdot 2$  sehingga diperoleh hasil kalkulasinya sebesar  $720 \text{ cm}^2$ . Sementara, luas permukaan untuk reaksi elektrolit

$= (s - 4) \cdot 40 \text{ cm} \cdot n$ , maka diperoleh  $1.120 \text{ cm}^2$ . Pada analisis fotoreaktor planar, permukaan reaktor dapat dianalisis dengan perhitungan berikut :

$$\text{Luas Permukaan Reaktor} = \frac{1}{2} \times r^2 \times \sin \frac{360^\circ}{n}$$

Berdasarkan analisis ini, maka luas permukaan fotoreaktor adalah  $238,01 \text{ cm}^2$ . Sedangkan, luas permukaan planar  $476,03 \text{ cm}^2$ . Volume bidang planar dikalkulasikan dengan luas planar x tinggi,

sehingga dengan formula  $= \frac{ns^2}{4} \times \frac{\sin \frac{360^\circ}{n}}{1 - \cos \frac{360^\circ}{n}} \times t$  maka diperoleh volume  $19.041,48 \text{ cm}^3$

Pada fotoreaktor dengan sketsa model planar kedua yang memiliki tinggi  $36,4 \text{ cm}$  dan lebar  $4 \text{ cm}$  serta ketebalan  $(0,2 \text{ mm} + 0,28 \text{ mm} + 0,4 \text{ mm})$ . Di tengah tuang ditempatkan satu titik sumber cahaya yang akan memancarkan sinarnya ke seluruh bagian permukaan. lebar  $4 \text{ cm}$ , maka dengan dua bulk, menjadi  $8 \text{ cm}$ . Ketebalan  $(0,2 \text{ mm} + 0,28 \text{ mm} + 0,4 \text{ mm})$  sebesar  $0,88 \text{ mm}$  atau  $0,088 \text{ cm}$ . Berdasarkan ini maka analisis disainnya menghasilkan luas bangun Lempeng Kaca dalam (1 Lempeng Bulk) sebesar  $648,454 \text{ cm}^2$ .

Analisis lanjutan, luas total Lempeng bulk adalah  $2 \times$  Luas lempeng Kaca, yakni  $2 \times 1.296,908 \text{ cm}^2$  atau  $2.593,816$ . Luas kubus  $6 \text{ s}^2$  yakni sebesar  $0,046 \text{ cm}^2$ . L.Kubus (penyangga)  $= 4 \times L_k$  menjadi  $4 \times 0,046 \text{ cm}^2$  atau sebesar  $0,184 \text{ cm}^2$ . Luas permukaan elektron untuk reaksi foton

$(s - 8) (t - 4) \cdot n = (8 \text{ cm} - 8) (36,4 \text{ cm} - 4) \cdot 2$  atau sebesar  $64,8 \text{ cm}^2$ . Luas permukaan untuk reaksi elektrolit  $(s - 4) \cdot 36,4 \text{ cm}$ .  $n = (8 \text{ cm} - 4) \cdot 36,4 \text{ cm} \cdot 2$  atau sebesar  $291,2 \text{ cm}^2$ . Luas permukaan reaktor  $1,88064 \text{ cm}^2$ , dan Luas Bidang Planar sebesar  $376.128 \text{ cm}^2$  serta Volume Bidang Planar  $13.69159,2 \text{ cm}^3$ .

## Kesimpulan

Fotovoltaik Planar yang dibuat memiliki ukuran lebar 9 cm dan tinggi 40 cm, menggunakan material kaca dengan ketebalan 3 mm. Dari hasil kalkulasi matematik, diketahui luas permukaan kontak foton dan permukaan planar mencapai  $720 \text{ cm}^2$  dan luas permukaan kontak elektrolit dengan foton mencapai  $1.120 \text{ cm}^2$ . Volume panel yang akan menempati reaktor adalah  $19.041,48 \text{ cm}^3$

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Newman J, Bonino C A, Trainham J A 2018 The Energy Future, *Annual review of chemical and biomolecular engineering* 9 153-174
- [2] Chen J G, Crooks R M, Seefeldt L C, Bren K L, Bullock R M, Darensbourg M Y, Holland P L, Hoffman B, Janik M J, Jones A K, Kanatzidis M G, King P, Lancaster K M, Lyman S V, Pfromm P, Schneider W F, Schrock R R 2018 Beyond fossil fuel-driven nitrogen transformations, *Science* 360
- [3] Artz J, Muller T E, Thenert K, Kleinekorte J, Meys R, Sternberg A, Bardow A, Leitner W 2018 Sustainable Conversion of Carbon Dioxide: An Integrated Review of Catalysis and Life Cycle Assessment, *Chem Rev* 118 434-504
- [4] Zainul R, Alif A, Aziz H, Arief S, Dradjad S, Munaf E 2015 Design of Photovoltaic Cell with Copper Oxide Electrode by Using Indoor Lights, *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* 6(4) pp. 353-361
- [5] Zainul R, Alif A, Aziz H, Arief S, Darajat S 2015 Modifikasi dan Karakteristik I-V Sel Fotovoltaik  $\text{Cu}_2\text{O}/\text{Cu}$ -Gel  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  Melalui Iluminasi Lampu Neon, *Eksakta Berkala Ilmiah Bidang MIPA* 15 50-56
- [6] Zainul R, Alif A, Aziz H, Arief S 2015 Disain Geometri Reaktor Fotosel Cahaya Ruang, *Jurnal Riset Kimia* 8 131-142
- [7] Zainul R 2016 Design and Modification of Copper Oxide Electrodes for Improving Conversion Coefficient Indoor Lights (PV-Cell) Photocells *Der Pharma Chemica* 8 pp. 388-395
- [8] Bard A J 1982 Design of Semiconductor Photoelectrochemical Systems for Solar Energy Conversion, *The Journal of Physical Chemistry* 86 172-177
- [9] Zainul R 2015 Disain dan Modifikasi Kolektor dan Reflektor pada Panel Surya  $\text{Al}/\text{Cu}_2\text{O}$ -Gel  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , *Research Report, LP2M Universitas Negeri Padang*
- [10] Zainul R, Oktavia B, Dewata I, Efendi J 2018 Thermal and Surface Evaluation on The Process of Forming a  $\text{Cu}_2\text{O}/\text{CuO}$  Semiconductor Photocatalyst on a Thin Copper Plate, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 335 012039
- [11] Zainul R, Alif A, Aziz H, Yasthopi A, Arief S, Syukri 2015 Photoelectro-splitting Water for Hydrogen Production Using Illumination of Indoor Lights, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 7(11) pp. 57-67
- [12] Zainul R, Alif A, Aziz H, Arief S, Darajat S 2015 Modifikasi dan Karakteristik I-V Sel Fotovoltaik  $\text{Cu}_2\text{O}/\text{Cu}$ -Gel  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  Melalui Iluminasi Lampu Neon, *Eksakta Berkala Ilmiah Bidang MIPA* 2 50
- [13] Zainul R 2015 Disain dan Modifikasi Kolektor dan Reflektor Cahaya pada Panel Sel Surya  $\text{Al}/\text{Cu}_2\text{O}$ -Gel  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , *Research Report, LP2M Universitas Negeri Padang*