

**RAMLI SITANGGANG**

*R&D Review of Sustainable and Renewable Energy based on hydrogen as an energy carriers and Path Way for Transition to Hydrogen Energy in the world*

# **DRIVING FORCES**

**TEKNOLOGI ENERGI**

**Masa Depan Basis Hidrogen**



**Pengantar**

**Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti Kusumayudha, M.Sc.**  
**Rektor UPN "Veteran" Yogyakarta**

## Pengantar

Penerbitan buku ini akan menjelaskan suatu kemajuan teknologi energi berkelanjutan yang merupakan salah satu ukuran posisi tawar dalam persaingan energi global pada masa yang akan datang. Meskipun teknologi ini masih relatif baru di Indonesia, akan tetapi, sangat diperlukan penyebaran perkembangannya, baik pada institusi pendidikan, perusahaan swasta, perusahaan negara, *stacholder* industri maupun masyarakat pada umumnya. Dalam buku perdana ini mengenalkan *driving forces* teknologi energi masa depan berbasis hidrogen yang cukup terkenal dengan *zero* emisi dan sangat kuat pengaruhnya terhadap pembangunan energy berkelanjutan setiap negara di dunia. Ini terjadi setelah munculnya kesepakatan *Kyoto Protokol* yang mendorong semua negara termasuk Indonesia untuk berkomitmen menghindari emisi. Dalam buku ini juga diterangkan konsep *energy carrier* hidrogen sesuai dengan Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau. Adapun manfaat yang dapat diambil dari buku ini adalah sebagai buku referensi tentang perkembangan teknologi penyediaan energi berbasis hidrogen *diseluruh dunia* yang mungkin diperlukan para penentu kebijakan energi Indonesia, dan sekaligus bermanfaat bagi peneliti agar inovasi teknologinya dapat bergerak menuju ke ekonomian yang berdaya saing dengan import teknologi sesuai program Menristekdikti.

**Rektor**

**Dr.Ir.**

**UPN"Veteran" Yogyakarta**

## Biodata

Tenaga pengajar tetap bidang teknik kimia 26 pada Departemen Teknik Kimia UPN Yogyakarta, 16 tahun menekuni *training and Consulting* untuk bidang MIGAS, Industri Petrokimia. Pernah menjadi kepala production di industri timah (1986-1987), *Research Officer at Institute of Fuel Cell Technology*, UKM, Malaysia (2002- 2006). Pejabat bidang Proses dan Fellow (Tenaga Profesional), Institut Teknologi Fuel Cell UKM (2008), Jabatan Hubungan Internasional, Institut Fuel UKM (2008), Reviewer Hibah Bersaing bidang Rekayasa di Ditjen Dikti sejak 2010, Plant designer for LPG filling station and piping system (1987-1988), Plant designer for blending petroleum station (1995-1998), Plant designer for petroleum station (1995-1998), PT. Sigma Rancang Perdana. Research and Plant Design Experience on producing high performance MEA for PEM fuel cell focusing on manufacturing ink for gas diffusion



layer and electrode layer, manufacturing of gas diffusion layers for anode and cathode, manufacturing catalyst layers for anode and cathode, and membrane electrode assembly. Long term performance of MEA for PEM fuel cell is also studied. Internasional Journal: Fabrication PEM Fuel Cell based on X-Y robotic Spraying Technique, Innovative Membrane Electrode Assembly (MEA) Design for Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC). Patent Engineering No. Patent : PI 20072279 ( 2007), Process for making catalyst by impregnation of platinum on activated carbon. No. Patent : PI 20071902 ( 2007), An Electrochemical Power Generator. No. Patent : PI

20072055 ( 2007), An Air-Cooled Electrochemical Power Generator. No. Patent : PI 20082673 ( 2008), Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell Stack with open Cathode. No. Patent : PI 20084371 ( 2008), A fuel cell System for vehicle Power Generation. No. Patent : PI 20092917 (2009), Water-Cooled Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell Stack. No. Patent : PI 20093256 ( 2009), A Method Of Formulating An Ink Composition. No. Patent : PI 20093256 ( 2009). List of Awards Perak (Award), Serindit-Zero Emission Vehicle International Invention, Innovation, Industrial Design & Technology (I.TEX) Event Organizer (2005). Perak (Award), Innovative Robotic Spraying Machine Formembrane Electrode Assembly In Pem Fuel Cell International Invention, Innovation, Industrial Design & Technology (I.TEX) Event organizer (2005). Perak (Award), 1 Kw Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell Prototype Expo



Espacenet search results on 25-11-2013 08:45

3 results found in the Worldwide database for:  
 (a) = rank and (b) = keyword using Smart search  
 Displaying selected publications:

Publication	Title	Date
WO/2009/09291 (A)	WATER-COOLED POLYMER ELECTROLYTE MEMB	2009
WO/2009/09292 (A)	PROCESS FOR MAKING CATALYST BY IMPREGN	2009
WO/2009/09293 (A)	AN ELECTRO-CHEMICAL POWER GENERATOR	2009
WO/2007/1902 (A)	INNOVATIVE MEMBRANE ELECTRODE ASSEMBL	2007

Science, Technology & Innovation, PWTC, Kuala Lumpur Event organizer (2004). Perunggu (Award), Inovative Spraying Technique For Fabrication Of Gas Diffusion Electrode In Fuel Cell Expo Science, Technology & Innovation 2004, PWTC, Kuala Lumpur Event organizer (2004). Emas (Award), Serindit li - Fuel Vehicle (Submitted Project Title), Penelitian dan Pengembangan (R&D) IPTA, Pwtc Kuala Lumpur, Event Organizer (2005). Perunggu (Award), Membranc Electrode Assembly Design, Pameran Penyelidikan dan Pembangunan (R&D) IPTA, PWTC Kuala Lumpur, Event Organizer (2005). Emas (Award), Sel Bahan Bakar Membran Polimer Elektrolit Berkuasa 1 Kw-, Ekspo Penyelidikan dan Inovasi UKM Sektor Tenaga dan Mineral, Event Organizer (2004). Anugerah Istimewa & Emas (Award), Membrane Electrode Assembly Design, Ekspo Penyelidikan dan Inovasi UKM, Sektor Bahan Bakar, Tenaga dan Alam Sekitar, Event organizer (2005). Emas (Award), Bahan Bakar Serindit li Fuel Cell Vehicle, Ekspo Ekspo Penyelidikan dan Inovasi UKM, Sektor Bahan, Tenaga dan Alam Sekitar, Event Organizer (2005). Emas dan Anugerah Istimewa dari Croatia (Award), Serindit li - Zero Emission Vehicle, International Exhibition of Invention New Techniques And Products, Geneva 5-9 April 2006, Event Organizer (2006). Emas (Award), Portable Fuel Back -Up Power Generator, Keputusan Pameran I.TEX ( 19-21mei 2006) KLCC, Event organizer (2006). Emas (Award), Portable

Fuel Power Generator Generator LESTARI 1000 (Submitted Project Title), Keputusan Pameran I.TEX, KLCC, Event organizer (2006). Emas (Award), Innovative Open Cathode 500 W Polymer Electrolyte Membrane Air-cooled Fuel Stack, Keputusan Pameran I.TEX KLCC, Event organizer (2007). Emas (Award), Innovative 5 kW Polymer Electrolyte Membrane Water-Cooled Fuel Stack, Portable Fuel Cell Back –Up Power , Keputusan Pameran I.TEX, KLCC, Event organizer (2007). Emas (Award), Portable Fuel Power Generator, Portable Fuel Back –Up Power, LESTARI 5000, Keputusan Pameran I.TEX (19-21Mei 2006) KLCC, Event organizer (2006). Perak (Award), Portable Fuel Power Generator, Direct Methanol Fuel Cell MTE, Event Organizer (2008). Perak (Award), Design Advisor tool for Direct Methanol Fuel Cell (DMFC), Portable Fuel Cell Power Generator, Direct Methanol Fuel Cell MTE, Event organizer (2008). Emas dan Anugerah Istimewa (Award), Multi stack DMFC, Portable, Direct Methanol Fuel Cell MTE, Event Organizer USA(2008). Emas dan Anugerah Istimewa (Award), Fuel Cell Portable, International Exhibition of Inventions New Techniques And Products, ASEAN, Singapore, Direct Methanol Fuel Cell MTE, Event organizer USA(2008).

Untuk informasi lebih lanjut mengenai penulis, kunjungi kompas.com dengan mengetikkan kata kunci "Sigit Purwanto". Selama ini buku sesuai bidang kefarmasian penulis dengan bahan hasil penelitian yang selama ini dipelajari dengan 6 chapter dan sekaligus memiliki ISBN sesuai format UNESCO. Buku diterbitkan oleh penerbit Badan Ilmiah Perguruan Tinggi UPN "Veteran" Yogyakarta. Isi buku mengembangk masalah yang memiliki nilai kebaruan, metodologi pemecahan masalah energi di Indonesia dengan dukungan data berbagai sumber, serta ada kesimpulan dan daftar pustaka. Buku ini merupakan produk LPPM dan Laboratorium Terpadu Kestelidika UPN "Veteran" Yogyakarta.

Mengetahui LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta

Kesua

Dr. Ir. Hery Sigit Purwanto, MT

## **Katagori Buku Referensi**

Karya ilmiah edisi pertama ini berbentuk buku referensi dari hasil penelitian dan sekaligus pemikiran-pemikiran yang berkembang. Dalam buku referensi ini memiliki substansi yang fokus pembahasannya pada kerangka bidang energi yang berbasis teknologi hidrogen dimasa yang akan datang. Karya ilmiah ini diusulkan penulis menjadi komponen penelitian dengan angka kredit 6 x 20 sampai 40. Sedang, isi buku sesuai bidang keilmuan penulis dengan bahasan hasil pemikiran yang selama ini digeluti dengan 6 chapter dan sekaligus memiliki ISBN sesuai format UNESCO. Buku diterbitkan oleh penerbit Badan Ilmiah Perguruan Tinggi UPN"Veteran" Yogyakarta. Isi buku mengandung masalah yang memiliki nilai kebaruan, metodologi pemecahan masalah energi di Indoneaia dengan dukungan data berbagai sumber, serta ada kesimpulan dan daftar pustaka. Buku ini merupakan produk LPPM dan Laboratorium Terpadu Ristekdikti UPN "Veteran" Yogyakarta.

Mengetahui LPPM UPN"Veteran" Yogyakarta

Ketua

Dr.Ir. Heru Sigit Purwanto, MT

## Daftar Singkatan

ASEAN	: Association of Southeast Asian Nations
BaU	: Business as Usual
BBG	: Bahan Bakar Gas
BBM	: Bahan Bakar Minyak
BBN	: Bahan Bakar Nabati
bcm	: Billion Cubic Metres
BOPD	: Barrels of Oil per Day
CO <sub>2</sub>	: Carbon Dioxide
EB	: Energi Berkelanjutan
EBT	: Energi Baru Terbarukan
GW	: Giga Watt
IDO	: Industrial Diesel Oil
IEA	: International Energy Agency
KEN	: Kebijakan Energi Nasional
KWh	: Kilo watt hour
LNG	: Liquefied Natural Gas
LH	: Liquefied Hydrogen
MW	: Mega Watt
Mb/d	: Million Barrel per Day
MMSCF	: Million Standard Cubic Feet
MMSCFD	: Million Standard Cubic Feet per Day
OEI	: Outlook Energi Indonesia
OE CD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
OPEC	: Organisation of the Petroleum Exporting Countries
PDB	: Produk Domestik Bruto
PLTA	: Pembangkit Listrik Tenaga Air
PLTB	: Pembangkit Listrik Tenaga Bayu
PLTD	: Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTG	: Pembangkit Listrik Tenaga Gas
PLTGU	: Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap
PLTL	: Pembangkit Listrik Tenaga Laut
PLTMH	: Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro
PLTN	: Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir

PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PLTP	: Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi
PLTU	: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
RAN-GRK	: Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca
RON	: Research Octane Number
TOE	: Tonnes oil equivalent
TCM	: Trillion cubic meters
TWh	: Tera Watt Hour
TSCF	: Trillion Standard Cubic Feet

## BAB 2

### LANDASAN DRIVING FORCES TEKNOLOGI ENERGI

2.1	Proyeksi Kebutuhan Energi Jangka Panjang	9
2.1.1	Dunia	9
2.1.2	ASEAN	10
2.1.3	Indonesia	11
2.1	Sumber dan Ketersediaan Energi Indonesia	12
2.1.1	Sumber Energi	12
2.1.2	Kebutuhan Energi Final	14
2.2	Perkembangan Bahan Bakar	16
2.2.1	Bahan Bakar Reformulasi Gasolin (RFG)	17
2.2.2	Bahan bakar Gasohol	19
2.2.2.1	Amerika Serikat	19
2.2.2.2	Korea	19
2.2.2.3	Uni Eropa	19
2.2.2.4	India	19
2.2.2.5	Cina	20
2.2.2.6	Jepang	20
2.2.2.7	Indonesia	21
2.2.3	Bahan Bakar Etanol	23
2.3	Permasalahan Gasolin menjadi Gasohol	24
2.4	Permasalahan Pengurangan Emisi	26
2.4.1	Dampak Ekstraksi Minyak Fosil	26
2.4.2	Emisi dan Pemutaran Global	28
2.4.3	Carbon Capture and storage CO <sub>2</sub> (CCS)	30
2.4.4	CO <sub>2</sub> Capture based on Micro Algae	34

## Daftar Isi

Prakata

Daftar Singkatan

Daftar isi

### BAB 1.

#### PENGENALAN DRIVING FORCES ENERGI

- 1.1. Energi Masa Depan ..... 1
- 1.2. Maksud dan Tujuan ..... 8

### BAB 2.

#### LANDASAN DRIVING FORCES TEKNOLOGI ENERGI

- 2.1. Proyeksi Kebutuhan Energi Jangka Panjang..... 9
  - 2.1.1. Dunia ..... 9
  - 2.1.2. ASEAN ..... 10
  - 2.1.3. Indonesia ..... 11
- 2.1. Sumber dan Kebutuhan Energi Indonesia ..... 12
  - 2.1.1 Sumber Energi ..... 12
  - 2.1.2 Kebutuhan Energi Final ..... 14
- 2.2. Perkembangan Bahan Bakar ..... 16
  - 2.2.1. Bahan Bakar Reformulasi Gasolin (RFG) ..... 17
  - 2.2.2. Bahan bakar Gasohol ..... 19
    - 2.2.2.1. Amerika Serikat ..... 19
    - 2.2.2.2. Kanada ..... 19
    - 2.2.2.3. Uni Eropa ..... 19
    - 2.2.2.4. India ..... 19
    - 2.2.2.5. Cina ..... 20
    - 2.2.2.6. Jepang ..... 20
    - 2.2.2.7. Indonesia ..... 21
  - 2.2.3. Bahan Bakar Etanol ..... 23
- 2.3. Permasalahan Gasolin menjadi Gasohol ..... 24
- 2.4. Permasalahan Pengurangan Emisi ..... 26
  - 2.4.1. Dampak Ekstraksi Minyak Fosil ..... 26
  - 2.4.2. Emisi dan Pemanasan Global ..... 29
  - 2.4.3. *Carbon Capture and storage* CO<sub>2</sub> (CCS) ..... 30
  - 2.4.4. *CO<sub>2</sub> Capture based on Micro Algae* ..... 36



2.4.5.	Pengurangan Emisi Basis Bahan Bakar Alternatifi ..	37
2.4.6.	<i>Zero Emission</i> Berbasis Hidrogen .....	40
2.4.7.	Perdebatan Hidrogen sebagai Sumber Energi .....	43
2.4.8.	Perkembangan Peralihan Bahan Bakar .....	46

### **BAB 3**

#### **METODOLOGI ENERGI BERBASIS HIDROGEN**

3.1.	Hidrogen sebagai Basis Energi .....	51
3.2.	Analisis Driving forces Teknologi Hidrogen .....	54
3.2.1.	Islandia .....	54
3.2.2.	Komisi Eropa .....	58
3.2.3.	Amerika Serikat (AS) .....	64
3.2.4.	Kanada .....	68
3.2.5.	Jepang .....	71
3.2.6.	Indonesia .....	74
3.2.6.1.	Australia .....	77
3.2.6.2.	Brazil .....	78
3.2.6.3.	India .....	79
3.2.6.4.	Korea Selatan .....	80
3.2.6.5.	Selandia Baru .....	81

### **BAB 4.**

#### **MODEL AKSES ENERGI RIBUAN PULAU**

4.1.	Perkembangan Teknologi .....	83
4.2.	Hidrogen sebagai BB <i>Fuel Cells</i> .....	85
4.3.	<i>Fuel cell</i> sebagai Generator listrik .....	90
4.3.1.	Jenis dan Bahan <i>Fuel Cell</i> .....	91
4.3.2.	<i>Commercialization Status and Trends</i> .....	94
4.4.	Status Potensi Energi Indonesia sampai 2050 .....	97
4.5.	Alur eksekusi ketersediaan teknologi energi .....	102
4.6.	Konsep Akses Energi Ribuan Pulau Indonesia .....	104
4.6.1.	Status Pengembangan Energi Dengan Hidrogen ..	110
4.6.2.	Metode Transfer sumber energi berbasisi Pembawa energi .....	111
4.7.	Teknologi Produksi Hidrogen dari EBT .....	113
4.8.	Pencairan Hidrogen Analog dengan LNG .....	115
4.9.	Metode Penyimpanan Hidrogen .....	116
4.9.1.	Tangki Penyimpan Hidrogen Gas pada Tekanan Tinggi. ....	117
4.9.2.	Tangki Penyimpan Hidrogen Cair .....	118

4.9.3. Penyimpan Hidrogen Padat .....	118
4.10. Resiko Hidrogen .....	119
4.11. Stasiun Pengisian Hidrogen .....	120
4.12. Distribusi Hidrogen .....	122

## **BAB 5.**

### **PENGURANGAN BIAYA TEKNOLOGI ENERGI**

5.1. Tren Global Tahun 2050 .....	127
5.2. Tren Global 2080 .....	128
5.3. Masalah Teknologi .....	130
5.3.1. Pengangkutan Energi .....	130
5.3.1. Teknologi Hidrogen .....	131
5.3.3. Teknologi <i>Fuel Cell</i> .....	133
5.3.3.1. <i>Fuel Cell</i> biaya tinggi .....	134
5.3.3.2. Pengurangan Biaya Teknologi .....	134
5.3.3.3. Alih Teknologi .....	140
5.3.3.4. Roadmap Teknologi .....	141
5.4. Driving forces tahun 2030 untuk Masyarakat .....	143
5.4.1. Aplikasi Hidrogen .....	143
5.4.2. Proyek Demonstrasi Hidrogen .....	144
5.4.3. Inisiatif Transportasi Masa Depan Zero Emission ..	145
5.4.4. Inisiatif Power Generation Zero Emission .....	147

## **BAB 7.**

KESIMPULAN .....	149
SARAN .....	151
DAFTAR PUSTAKA .....	152
LAMPIRAN .....	166

## PRAKATA by Kefrenal

Penulisan ini salah satu bagian yang paling penting dalam pengembangan hidrogen sebagai pembawa energi dari berbagai sumber energi dan Teknologi fuel cell mengubah gas hidrogen menjadi listrik. Dalam tulisan ini ada dua bagian pemetaan, pertama adalah teknologi energi berbasis hidrogen diberbagai negara maju, kedua adalah kerangka penerapan konsep teknologi hidrogen sebagai pembawa energi dari sumber energi ke konsumen yang sangat sesuai di indonesia dan ketiga adalah driving forces untuk masyarakat. Dari hasil pemetaan dan analisis penulis menunjukkan, teknologi energi berbasis hidrogen dan fuel cell sangat menguat menuju kejayaan ekonomi hidrogen. Sedangkan pengembangannya sudah cenderung memasuki tahap infrastruktur. Selain itu, menjelaskan ringkasan berbagai pengembangan konfigurasi untuk menurunkan biaya teknologi. Semua hasil ulasan ini dapat digunakan sebagai salah satu informasi untuk mendukung pengembangan teknologi roadmap berbagai sektor yang berkaitan dengan energi berbasis hidrogen fuel cell yang akan dilakukan para peneliti selanjutnya.

Penyusun

## **Penyusun Buku Referensi**

Dr. Ir. Ramli Sitanggang, MT  
(Ph.D, Produk Teknologi Fuel Cell)

Alamat, Laboratorium Terpadu Ristekdikti UPN"Veteran"  
Yogyakarta

## **Reviewer.**

Ass. Prof. Edy Majlan

Prof. Wan Ramli Wan Daud

Chemical Engineering Department of Chemical & Process  
Engineering, Faculty of Engineering, Universiti Kebangsaan  
Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan, MALAYSIA

# DRIVING FORCES TEKNOLOGI ENERGI Masa Depan Basis Hidrogen

Dalam buku ini dijelaskan mengenai *driving forces*, suatu teknologi energi masa depan berbasis hidrogen dengan *zero* emisi. *Driving forces* sangat kuat pengaruhnya terhadap pembangunan energi berkelanjutan setiap negara di dunia. Hal itu telah diungkap dalam nota kesepahaman *Kyoto Protokol*. Dalam *Kyoto Protokol* semua negara termasuk Indonesia dihimbau untuk memiliki komitmen menghindari adanya emisi energi. Selain hal itu dalam buku ini juga diterangkan mengenai konsep *energy carrier* hidrogen sesuai dengan kondisi Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) yang terdiri dari ribuan pulau terbentang dari Sabang hingga Merauke.

**Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti K., M.Sc.**  
Rektor Universitas Pembangunan  
Nasional  
(UPN) "Veteran" Yogyakarta

Buku ini adalah hasil penelitian dan sekaligus pemikiran-pemikiran yang berkembang. Buku ini memiliki substansi yang berfokus pada pembahasan bidang energi berbasis teknologi hidrogen dimasa yang akan datang. Materi bahasan dalam buku ini memiliki nilai kebaruan dan diulas menggunakan metodologi pemecahan masalah energi di Indonesia. Buku ini sangat layak untuk dijadikan sebagai *buku referensi* bagi peneliti bidang teknologi energi hidrogen (*driving forces*). Buku ini juga penting dibaca oleh para penentu kebijakan energi di Indonesia.

**Dr. Ir. Heru Sigit Purwanto, MT.**  
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada  
Masyarakat (LPPM) UPN "Veteran" Yogyakarta

Dengan diterbitkannya buku ini setidaknya kebutuhan akan buku referensi tentang perkembangan teknologi penyediaan energi berbasis hidrogen dapat dipenuhi. Buku ini penting dibaca oleh mahasiswa yang menggeluti bidang teknologi energi masa depan maupun siapa saja yang berminat mengetahui arti pentingnya *driving forces* dalam kehidupan demi kemajuan sebuah bangsa.

**Ass. Prof. Edy Majlan**  
**Prof. Wan Ramli Wan Daud**  
Chemical Engineering Department of Chemical & Process Engineering,  
Faculty of Engineering, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600  
UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan, MALAYSIA



Dosen Teknik Kimia. Telah menerima 20 penghargaan Internasional dan Patent Engineering No. Patent : PI 20072279, Process for making catalyst by impregnation of platinum on activated carbon. No. Patent : PI 20071902, An Electrochemical Power Generator, No. Patent : PI 20072055, An Air-Cooled Electrochemical Power Generator, . No. Patent : PI 20082673, Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell Stack with open Cathode. No. Patent : PI 20084371, A fuel cell System for vehicle Power Generation . No. Patent : PI 20092917 (2009), Water-Cooled Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell Stack. No. Patent : PI 20093256, A Method of Formulating an Ink Composition. No. Patent : PI 20093256.



Global Pustaka Utama  
Jl. Wonosari Km.6,5, Kompleks Banguntapan Permai,  
Kalangan Baru RT.19, Gang Abimanyu No.03,  
Baturetno, Banguntapan, Yogyakarta  
Telp. (0274) 443352, 0813 9213 6976;  
Email : [globalpustaka@yahoo.com](mailto:globalpustaka@yahoo.com)

ISBN: 978-979-3146-64-5

