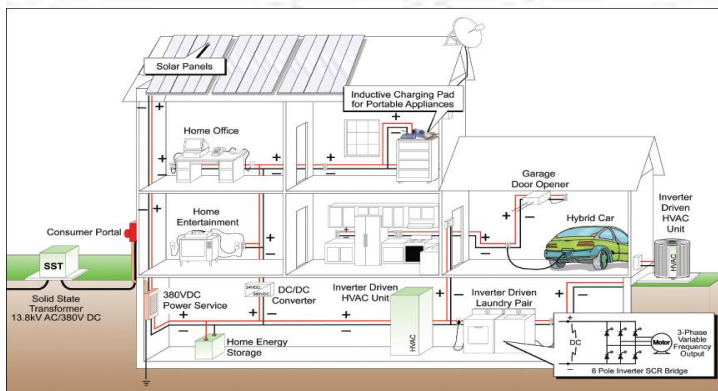


Klaster dan Roadmap Penelitian Ilmu dan Teknologi Energi



Masyarakat Energi UNPAD

Oktober 2012

Dikompilasi Oleh

Tim Penjamin Mutu Penelitian

Bidang Energi

Dr. Eng. I Made Joni, M.Sc.

Dr. Eng. Camellia Panatarani, M.Si.

LPPM UNPAD

Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21

Jatinangor, 45363

Ph: (202) 785-4426

Fax: (202) 785-4428

Web: <http://www.lppm.unpad.ac.id/>

© 2012 Masyarakat Energi UNPAD

Dipublikasi oleh:

LPPM UNPAD

Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21

Jatinangor 45363

Ph: (202) 785-4426

Fax: (202) 785-4428

Web: <http://www.lppm.unpad.ac.id/>

Dikompilasi Oleh:

Tim Penjamin Mutu Penelitian

RIP Bidang Energi

1. Dr. Eng. I Made Joni, M.Sc.

2. Dr. Eng. Camellia Panatarani, M.Si

E-mail: imadejoni@phys.unpad.ac.id dan c.panatarani@phys.unpad.ac.id

Kontributor:

Lab. Sistem Instrumentasi dan Pemrosesan Material Fungsional, FMIPA

Dr. Eng. I Made Joni, M.Sc

Dr. Eng. Camellia Panatarani, M.Si

Dr. Eng. Darmawan Hidayat, MT

Lab. Material Maju Untuk Energi Terbarukan, FMIPA

Dr. Risdiana, M.Eng.

Dr. Fitrilawati, M.Sc.

Dr. rer. nat. Ayi Bahtiar

Lab. Energi Terbarukan dan Sistem, FMIPA

Dr. M. Taufik, M.Si

Lab. Pasca Panen dan Teknologi Proses, FTIP

Dr. Sarifah

Dr. Mimin Muhaemin

Lab Ilmu dan Teknologi Kelautan , FPIK

Dr. rer. nat. Yudi N. Ihsan

Noir Primadona Purba, S.Pi., M.Si

Daftar Isi

<i>Daftar Isi</i>	3
<i>Executive Summary</i>	4
1. Pendahuluan	7
2. Solid State Lighting (SSL).....	16
3. Solar Sel.....	37
4. Mikro Hidro	55
5. Biomassa: Bioetanol & Biogas.....	74
6. Energi Arus, Angin dan Gelombang Laut	93
7. Geotermal.....	102
8. Teknologi Penyimpan.....	111
9. Transmisi Energi	123
10. Analisis dan Kebijakan Energi Terbarukan	139
11. Ucapan Terima Kasih.....	146
Lampiran.....	147

Executive Summary

Para peneliti bidang energi Universitas Padjadajaran yang berkolaborasi dalam wadah Masyarakat Energi Universitas Padjadajaran membuat Klaster dan Roadmap Ilmu dan Teknologi Energi dibawah koordinasi Tim Penjamin Mutu Penelitian Universitas Padjadajaran, LPPM UNPAD. Tujuan kolaborasi ini adalah untuk mempercepat peningkatan kualitas penelitian bidang energi, sehingga berpeluang besar untuk bermitra dengan industri dalam mewujudkan aplikasi teknologi dalam bidang konservasi dan diversifikasi energi.

Tujuan dari pembuatan klaster dan roadmap Ilmu dan Teknologi Energi adalah untuk menentukan pengelompokan bidang kajian energi agar semua sumberdaya manusia dan sumber daya pendukung (fasilitas) dapat digunakan secara optimal untuk mencapai luaran penelitian yang telah ditargetkan. Tujuan umum Rencana Induk Penelitian (RIP) bidang energi adalah:

1. Membuat metode atau teknologi untuk mengetahui potensi sumber energi baru dan terbarukan.
2. Mengembangkan ilmu dan teknologi untuk mendukung diversifikasi energi yang bersumber dari energi arus (gelombang laut dan angin), air, matahari dan geothermal.
3. Mewujudkan teknologi yang diperlukan untuk konservasi dan diversifikasi energi baru dan terbarukan.
4. Menemukan teknologi baru dalam membuat produk yang efisien dalam penggunaan energi dalam rangka konservasi energi.
5. Membuat teknologi fabrikasi produk dan infrastruktur yang efisien dalam penggunaan energi.
6. Membangun kerjasama dengan industri untuk terwujudnya proses produksi atau komersialisasi dari protipe produk hasil penelitian.

Kemajuan penelitian pada bidang energi telah dicapai oleh peneliti pada bidang *solid state lamp* (lampu zat padat) berbasis LED, solar sel, mikrohidro, biomassa, dan teknologi penyimpan & transmisi energi, dan potensi pengembangan energi geothermal. Bentuk kemajuan yang dihasilkan baik dari segi perolehan pendanaan penelitian dan publikasi hasil penelitian tersebut. Oleh karena itu, tujuh bidang tersebut dijadikan sebagai *klaster* penelitian pada bidang ilmu dan teknologi energi.

Hasil akhir dari seluruh *klaster* bidang energi yang ditargetkan pada tahun 2016 adalah untuk menghasilkan produk UNGGULAN yaitu RUMAH DC yang akan dibangun dari hasil-hasil produk integrasi dari beberapa *klaster*.

Rumah DC adalah rumah yang bersumber pada sumber listrik DC yang berasal dari hybrid energi solar-sel, gas, mikro-hidro dan angin. Disamping itu, Rumah DC akan dilengkapi dengan teknologi penyimpanan, transmisi dan pencahayaan SSL yang efisien dalam penggunaan energi listrik.

Produk gabungan dari beberapa *klaster* adalah:

1. Sistem SSL-Penyimpan Energi-Solar Sel

Sistem SSL-solar sel adalah aplikasi Sistem Lampu Berbasis SSL terintegrasi dengan solar-sel yang hemat energi. Potensi aplikasinya adalah untuk pencahayaan rumah di daerah tertinggal, pencahayaan untuk tower, pencahayaan untuk jalan raya, dan lainnya.

2. Mikro Hidro Portable-SSL

Mikro hidro portable yang digabung dengan aplikasi SSL yaitu sistem pembangkit daya listrik dari sumber energi air yang dapat digunakan dipindahkan layaknya sumber energi listrik dari diesel, sepanjang lokasi tersebut memiliki potensi sumber energi air.

3. Biomassa-SSL

Lampu SSL yang diaplikasikan dari sumber energi Biomasa

Sumber dana penelitian untuk mewujudkan target luaran penelitian tersebut adalah dari penelitian kompetitif. Luaran dalam bentuk prototipe ditargetkan dapat diselesaikan secara keseluruhan pada tahun 2016.

1. Pendahuluan

Dokumen ini merupakan penjelasan mengenai *Klaster* dan Roadmap penelitian pada Rencana Induk Penelitian (RIP) Universitas Padjadjaran bidang Energi. Pertama akan dibahas roadmap secara keseluruhan untuk bidang energi yang disertai mekanisme alih teknologi hasil penelitian. Selanjutnya, latar belakang, *benchmarking*, roadmap, fasilitas, dan kerjasama yang telah dibina oleh masing-masing *klaster* yang dijelaskan dalam pokok bahasan tersendiri.

1.1. Latar Belakang

Ekspor minyak dan kondensat cenderung semakin menurun sejalan dengan produksi minyak dalam negeri yang cenderung terus menurun karena penuaan sumur yang ada dan juga keterlambatan investasi untuk eksplorasi dan eksploitasi sumber minyak baru. Bilamana tidak segera ditemukan sumber minyak baru, Indonesia akan semakin menjadi negara “*net oil importer country*” seperti yang terjadi saat ini. Suatu gejala yang cukup merisaukan bagi keberlanjutan penyediaan energi jangka panjang, apalagi ditengah harga minyak internasional yang semakin tinggi seperti sekarang ini.

Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Republik Indonesia, penggunaan energi terbarukan masih sangat kecil (Tabel 1), kecuali tenaga air, karena biaya produksinya belum kompetitif dibandingkan dengan energi konvensional. Pada umumnya, harga listrik yang dibangkitkan dari PLTS, PLTB, Geothermal dan PLT energi terbarukan lainnya masih lebih tinggi daripada harga listrik yang dibangkitkan dengan BBM (bersubsidi) kecuali PLTMH.

Kapasitas pembangkit listrik terpasang hingga 2011 (DESDM) adalah dari PLTS sebesar 13.5 MW, dari PLTB sebesar 1,96 MW, dari PLTMH sebesar 229 MW dan dari PLT terbarukan lainnya (biomassa) sebesar 1628 MW.

Sedangkan energi nuklir belum dapat dimanfaatkan walaupun harga listrik dari sumber nuklir sudah dapat mencapai nilai keekonomian. Hal tersebut karena adanya hambatan dari aspek penerimaan masyarakat dan aspek besarnya investasi awal yang dibutuhkan.

Letak Indonesia yang berada di antara 6° Lintang Selatan dan 11° Lintang Utara membentang di sepanjang garis khatulistiwa memberikan intensitas sinar matahari yang cukup besar dan stabil sepanjang tahun. Energi matahari semacam ini merupakan modal dasar untuk pengembangan sumber energi, khususnya energi surya. Indonesia dengan iklim tropisnya menjadikan suatu rahmat dengan tumbuh suburnya tanaman yang dapat menjadi sumber energi terbarukan yang potensial.

Tabel 1. Perkembangan energi baru dan terbarukan 2005-2010

URAIAN	SATUAN	2005	2006	2007	2008	2009	2010 **
LISTRIK							
- Panas Bumi	MW	852	852	982	1.052	1.189	1.189
- PLTS	MW	1,23	2,91	5,63	8,67	13,5	13,5
- PLT Bayu/Angin	MW	1,03	1,19	1,67	1,87	1,87	1,96
- PLTA	MW	3.224,32	3.532,47	3.512,90	4.200,00	5.711,29	5.711,29
- PLTMH	MW	215	215	216	218	218	229
- PLT Biomass	MW	935,51	935,51	935,51	935,51	1.628,00	1.628,00
TOTAL LISTRIK		5.228,69	5.538,91	5.654,08	6.415,78	8.761,55	8.772,50
BBN							
- Bio diesel	Ribu KL	120,00	456,60	1.550,00	2.329,10	2.521,50	2.647,57
- Bio etanol	Ribu KL	2,50	12,50	135,00	192,40	212,50	223,12
- Bio oil	Ribu KL		2,40	37,20	37,20	40,00	42,00
TOTAL BBN		122,500	471,500	1.722,200	2.558,700	2.774,000	2.912,690

Sumber : Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi
Keterangan
Data PLTA Tahun 2005-2007 bersumber dari Statistik PT. PLN (Persero)
Status Update : 17 Maret 2011

Indonesia memiliki potensi sumber energi seperti batu bara, gas, minyak bumi, panas bumi yang berlimpah. Sumber energi tersebut sebagian sudah sekian lama dieksploitasi, sehingga sudah mulai menyusut jumlah cadangannya kecuali panas bumi. Oleh karena itu, hasil eksplorasi sumber panas

bumi (geothermal) masih terbuka peluang untuk dijadikan sumber energi baru.

Indonesia terdiri atas 17 ribu lebih pulau besar dan kecil. Kondisi alam demikian membuat sistem transportasi dan distribusi energi memerlukan perencanaan dan penanganan yang cermat serta efisien. Kondisi geografis Indonesia yang spesifik memungkinkan terjadinya pola angin yang bermacam-macam, yang diantaranya mempunyai prospek pengembangan Energi Bayu.

Indonesia yang tergolong negara berpenduduk padat memerlukan pasokan energi yang besar sesuai dengan tingkat sosial ekonomi masyarakat. Indonesia ke depan akan memerlukan ketersediaan energi yang cukup tinggi. Dengan kondisi ketersediaan energi sekarang tidak memungkinkan kebutuhan tersebut dapat tercapai. Oleh karena itu diperlukan kebijakan dan strategi yang mantap yang dapat digunakan sebagai acuan dalam litbang IPTEK yang mampu mendukung ketersediaan energi berkelanjutan. Dengan memperhatikan jumlah dan angka pertambahan penduduk, pertumbuhan ekonomi, meningkatnya standar hidup, dan isu lingkungan, maka perencanaan energi jangka panjang harus dilakukan secara arif dan bijaksana. Dengan keterbatasan sumber energi tak terbarukan, maka untuk memenuhi kebutuhan energi di tahun mendatang harus diterapkan konsep bauran energi (energy mix) serta harus lebih mengarah kepada energi berbasis teknologi (technology base), dibandingkan dengan energi berbasis sumber daya (resource base) yang bersifat tidak terbarukan. Oleh karena itu, peranan litbang IPTEK untuk energi menjadi semakin jelas dalam mendukung kebijakan energi ke depan yang berbasis teknologi. Dengan penerapan IPTEK, skenario terburuk di bidang penyediaan energi dapat diantisipasi lebih dini agar tidak terjadi.

Oleh karena itu, perguruan tinggi sebagai pengemban tugas pokok dalam pendidikan, penelitian dan pengabdian pada masyarakat wajib mendukung agenda riset nasional dan pengkajian penerapan ilmu dan teknologi

guna pengoptimalan pemanfaatan sumber daya manusia dan sumber daya alam.

1.2. Klaster dan Roadmap RIP bidang Energi

Tujuan dari pembuatan *klaster* dan roadmap Ilmu dan Teknologi Energi adalah untuk menentukan pengelompokan bidang kajian agar semua **sumberdaya manusia** dan **sumber daya pendukung (fasilitas)** dapat digunakan secara optimal untuk mencapai target-target luaran penelitian yang telah ditentukan.

Klaster RIP dibuat berdasarkan rantai suplai energi ([Gambar 1](#)) dan rekam jejak peneliti yang ada di Universitas Padjadjaran. *Klaster* tersebut adalah:

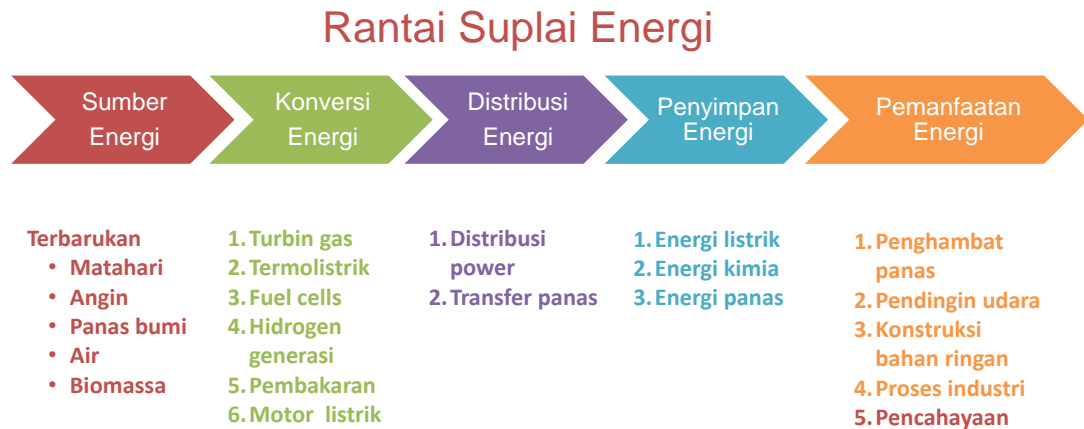
1. Solid State Lighting (SSL)
2. Solar Sel
3. Mikro Hidro
4. Biomasa
5. Energi Arus, Angin dan Gelombang Laut
6. Geotermal
7. Teknologi Penyimpan Energi
8. Transmisi Energi
9. Analisis dan Kebijakan Energi Terbarukan

Target UNGGULAN hasil luaran penelitian RIP bidang energi secara terpadu yang diharapkan selesai pada tahun 2016 yaitu **RUMAH DC** ([Gambar 2](#)) yang akan didukung oleh produk gabungan sebagai berikut:

1. Sistem terintegrasi SSL-Solar Sel untuk aplikasi pencahayaan yang efisien dalam konsumsi energi
2. Aplikasi hibrid energi terbarukan diaplikasikan pada Rumah DC yang efisien dalam konsumsi energi

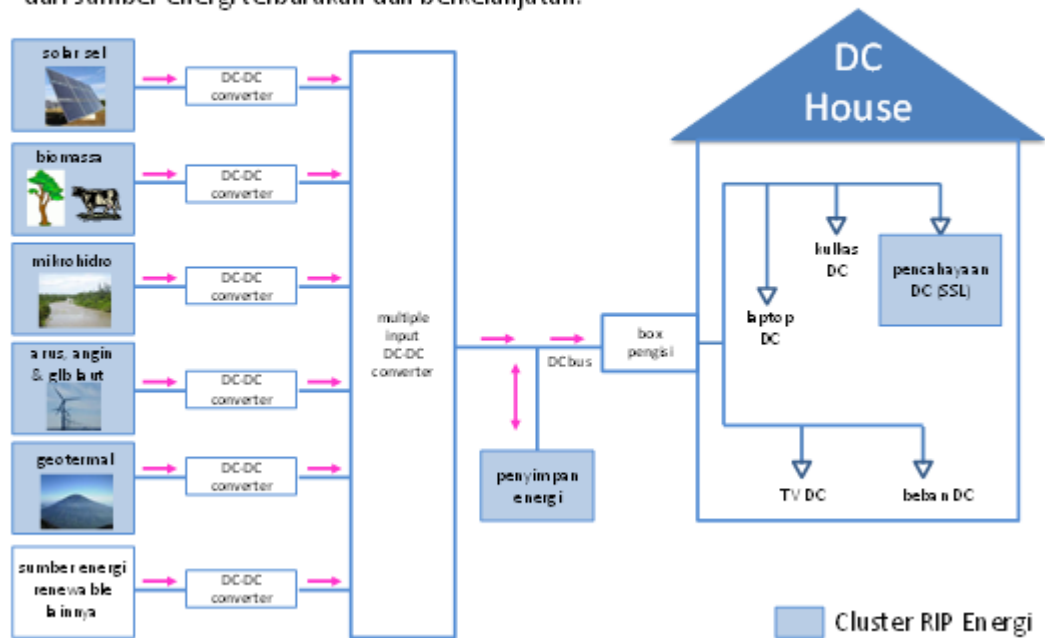
3. Implementasi Mikrohidro portable untuk daerah tertinggal

Untuk mewujudkan target unggulan ditentukan kajian-kajian yang berkaitan dengan *klaster* dalam RIP bidang energi untuk mengkaji ilmu dan teknologi secara lebih spesifik (Gambar 2) dan kemudian hasil-hasil kanjai tersebut dapat diaplikasikan secara terpisah ataupun menjadi suatu sistem yang terintegrasi yang merupakan kontribusi dari seluruh *klaster* seperti pada Gambar 3.

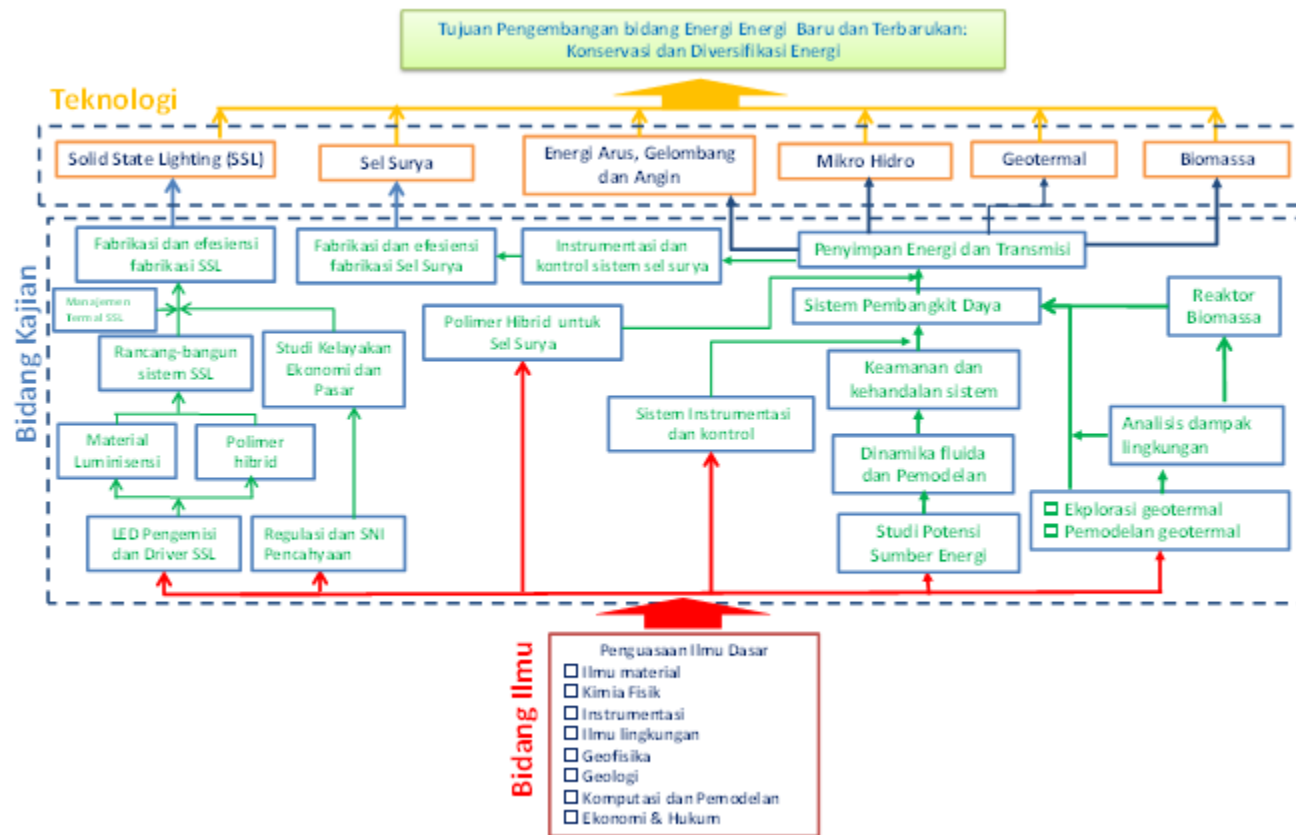


Gambar 1. Rantai Suplai Energi dan Teknologinya

DC house (rumah DC): rumah yang dioperasikan hanya pada daya DC dari sumber energi terbarukan dan berkelanjutan.



Gambar 2. Skema Rumah DC dan *Klaster* Pendukung

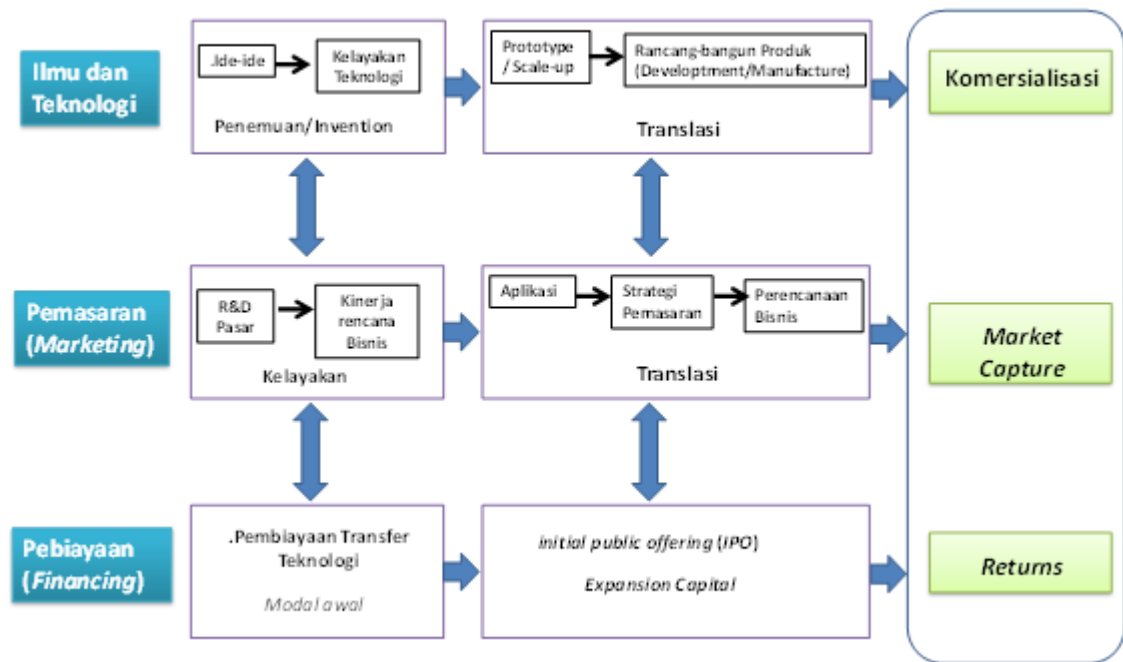


Gambar 3. Roadmap Bidang Energi

1.3. Mekanisme Alih Teknologi/Diseminasi Bidang Energi

Kendala yang dihadapi dalam komersialisasi atau implementasi produk hasil pengembangan ilmu dan teknologi energi adalah terjadinya *gap* antara lembaga penelitian dan industri di Indonesia, yang umumnya mempunyai tingkat kepercayaan yang rendah pada institusi yang menawarkan hasil R&D. Oleh karena itu, untuk menghadapi kendala tersebut diperlukan suatu mekanisme yaitu dengan membangun kemitraan dengan industri yang bertugas khusus merencanakan strategi pemasaran dan pembiayaan.

Metode dan mekanisme alih teknologi hingga mencapai komersialisasi produk hasil-hasil penelitian pada bidang energi diilustrasikan dengan skema pada **Gambar 4**. Keberhasilan proses komersialisasi produk-produk hasil penelitian tidak hanya ditentukan oleh kelayakan teknologi yang dihasilkan. Proses lain yang sangat penting adalah aspek pemasaran dan pembiayaan alih teknologi yang meliputi kelayakan pasar (keekonomian produk dan penerimaan masyarakat) dan strategi pemasaran. Oleh karena itu, agar hasil-hasil produk pada bidang energi dapat dikomersialisasikan, maka kemitraan dengan pemerintah dan industri adalah mutlak diperlukan. Dengan demikian, langkah-langkah yang digunakan untuk keberhasilan alih teknologi ini adalah mensinergikan antara keberhasilan pengembangan ilmu dan teknologi, pemasaran dan pembiayaan. Mekanisme lainnya untuk alih teknologi dan diseminasi dilakukan antara lain melalui kegiatan berbagai workshop, seminar dan pameran yang ditujukan kepada pengguna produk baik yang berasal dari kalangan industri, pemerintah dan masyarakat.



Gambar 4. Skema Alih Teknologi

2. Solid State Lighting (SSL)

2.2. Latar Belakang

Dalam suatu sistem pencahayaan ada dua aspek penting yaitu sistem lampu dan sistem kontrol elektronik. Khusus pada sistem lampu hemat energi, selain lampu flouresen gas CFL (*Cathode Fluoresence Lamp*) terdapat sistem lampu padat SSL (*Solid State Lighting*) yang berbasis LED (*Light Emitting Diode*). Sistem lampu padat SSL biasa dikenal sebagai lampu SSL atau lampu LED. Pada sistem tersebut telah dikembangkan beberapa konfigurasi LED sehingga dapat mengemisikan cahaya putih. Ada dua pendekatan yang dapat dilakukan agar LED dapat mengemisikan cahaya putih, yaitu mencampurkan emisi dari tiga warna LED tunggal (*color mixing*) dan menggabungkan LED dengan bahan konversi warna emisi (*color conversion*).

Pendekatan yang digunakan dalam pengembangan lampu SSL di unpad adalah *color conversion*. Pada pendekatan tersebut komponen yang menghasilkan emisi cahaya putih dikelompokkan sebagai *pump* dan *lumophore*. *Pump* adalah sumber cahaya eksitasi dengan panjang gelombang pendek : *near-UV*, violet, atau biru. *Lumophore* adalah bahan konversi dengan panjang gelombang paling panjang: merah, hijau, dan biru - RGB. Sistem lampu SSL yang dikembangkan di Unpad adalah Bahan yang digunakan sebagai *pump* dan *lumophore* dapat berupa bahan anorganik atau bahan organik. Bahan *lumophore* dikenal juga sebagai *phosphor*. Jika kedua bahan *pump* dan *phosphor* merupakan bahan anorganik, maka lampu SSL yang dihasilkan disebut lampu SSL anorganik, jika bahan *pump* adalah bahan anorganik dan *phosphor* yang digunakan berupa bahan organik, maka lampu SSL yang dihasilkan disebut lampu SSL hibrid, jika bahan *pump* adalah bahan organik dan *phosphor* yang adalah bahan organik, maka lampu SSL yang dihasilkan disebut lampu SSL organik.

Sesuai dengan pengempokkan tersebut, *klaster* SSL pada masyarakat energi unpad memiliki dua bagian yaitu lampu SSL berbasis bahan anorganik dan lampu SSL berbasis bahan organik. Pengembangan lampu SSL berbasis bahan anorganik dilakukan di labortorium Sistem Instrumentasi dan Pemrosesan Material Fungsional dan pengembangan lampu SSL berbasis bahan organik dilakukan di Laboratorium Material Maju untuk Energi Terbarukan (LAMRE).

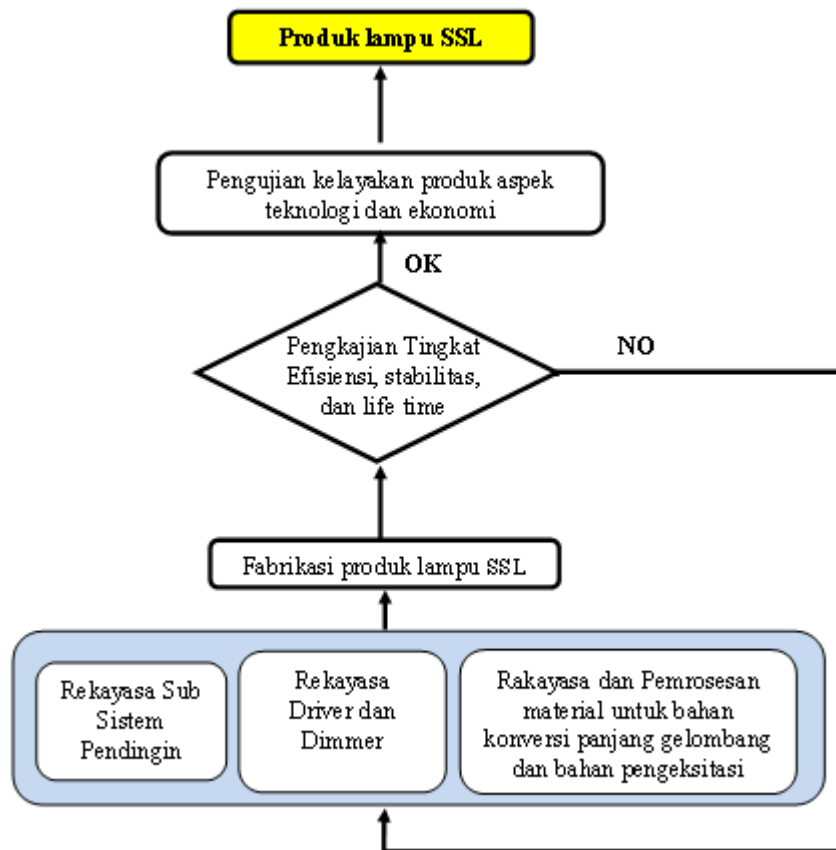
Pengembangan Lampu SSL berbasis bahan anorganik dimulai dengan sintesis berbagai bahan luminisensi/phosphor[1-8]. Fokus penelitian saat ini adalah sintesis dan rekayasa bahan melalui pendopingan untuk meningkatkan luminisensi bahan hasil sintesis. Untuk keperluan rekayasa dan karakterisasi SSL, pengembangan alat-alat pembuatan devais LED dan SSL, dan karakterisasi juga dilakukan [1-13]. Pengembangan sistem instrumentasi dan kontrol untuk sintesis dan fabrikasi SSL juga dikembangkan untuk keperluan komersialisasi produk SSL.

Pada saat ini kelompok pengembangan lampu SSL berbasis bahan organik masih berfokus pada pengembangan lampu SSL hibrid yang mana sistem *pump* yang berfungsi sebagai sumber pengeksitasi masih menggunakan LED anorganik dan bahan konversi berupa *phosphor* organik. Bahan phosphor organik dikembangkan dengan menggunakan kombinasi matriks polimer hidrid anorganik-organik dan kromofor luminesen organik. Pada tahap selanjutnya kelompok ini akan mengembangkan lampu SSL organik setelah melakukan pengembangan sumber pengeksitasi berupa LED organik. Secara keseluruhan penelitian dasar kelompok SSL organik pengembangan material polimer hibrid, pengembangan jenis phosphor organik, dan pengembangan bahan pengeksitasi organik.

2.3. *Benchmarking*

Beberapa aspek dikaji yang diperlukan dalam *klaster* SSL seperti skema yang dimuat pada **Gambar 5** antara lain kanjian mengenai:

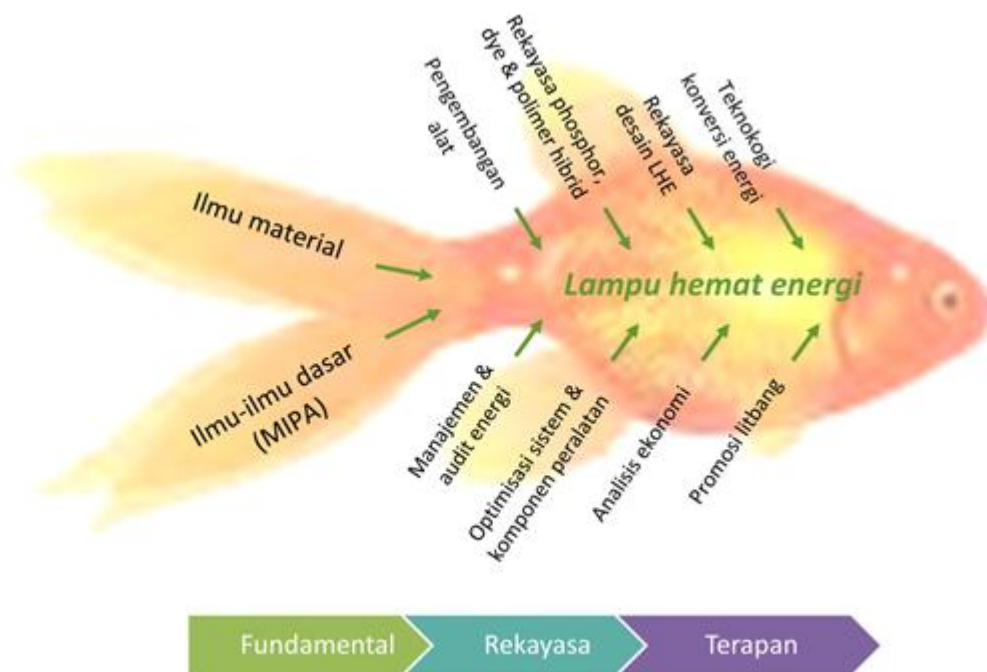
1. Pemrosesan material untuk bahan konversi panjang gelombang dan bahan pengeksitasi
2. Instrumentasi kontrol elektronika untuk mengintegrasikan bahan pengkonversi, pumping cahaya, dan sumber listrik
3. Manajemen termal sistem SSL
4. Pengujian kelayakan produk yang dihasilkan secara kualitas dan aspek ekonomi
5. Kajian tingkat efisiensi dan stabilitas, serta lifetime produk SSL yang dihasilkan
6. Disain produk



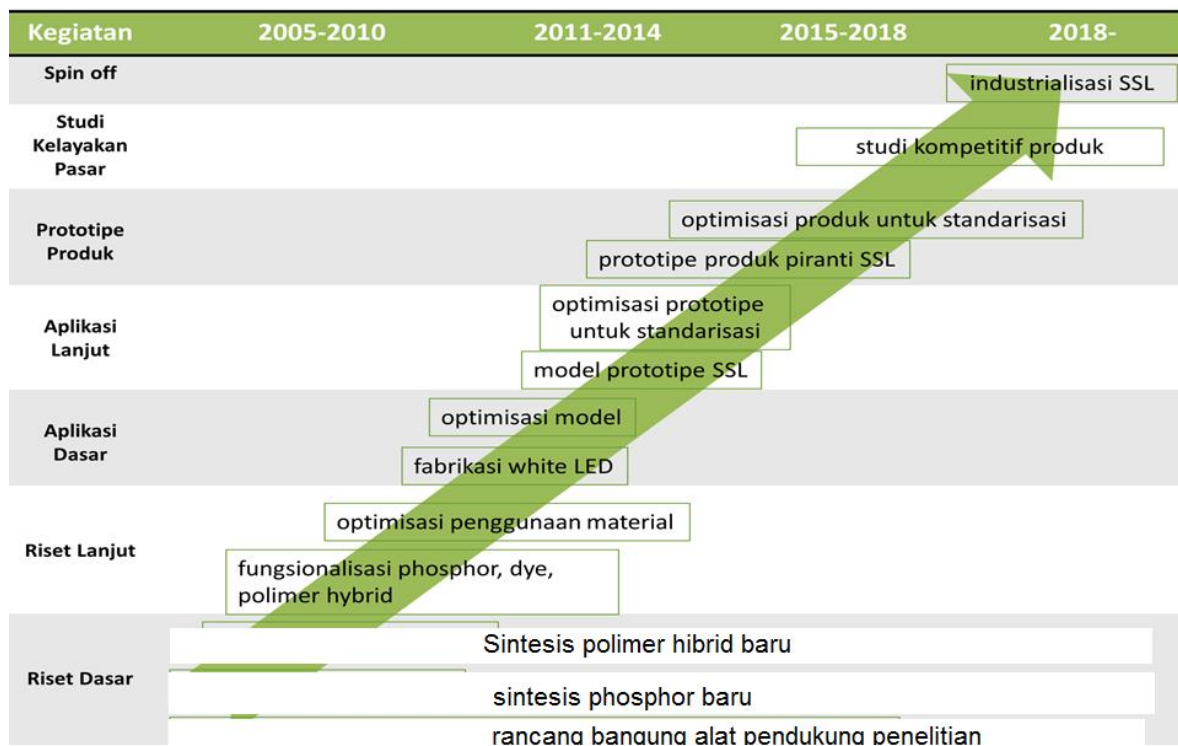
Gambar 5. Benchmarking kajian SSL

2.4. Roadmap dan Target Hasil Penelitian

Penelitian lampu hemat energi di Universitas Padjadjaran dimulai sejak tahun 2005 melalui penelitian dasar sintesis phosphor dan polimer hibrid. Penelitian lanjutan dilakukan dengan fungsionalisasi material-material yang disintesis menuju industrialisasi produk. Roadmap penelitian SSL dimuat pada **Gambar 6** dan target penelitian SSL lengkap dimuat pada **Gambar 7**.



Gambar 6. Roadmap Kluster Solid State Lighting (SSL)



Gambar 7. Roadmap KlasterKlaster Solid State Lighting (SSL)

Tabel 2. Rencana aktivitas dan pengembangan kelompok SSL berbasis bahan organik

KEGIATAN	2007 - 2010	2011 - 2012	2013 - 2014	2015 - 2016	2017 - 2018
STUDI KELAYAKAN PASAR				Studi kompetitif produk SSL hibrid	Industrialisasi produk SSL hibrid
PROTOTIPE PRODUK			Prototipe produk piranti SSL hibrid	Optimalisasi produk SSL hibrid untuk standarisasi	
APLIKASI LANJUT		Model prototipe piranti SSLhibrid dan karakteristiknya	Optimalisasi prototipe SSL hibrid untuk standarisasi		
APLIKASI DASAR	Model dasar piranti SSL hibrid dan karanteristiknya	Optimalisasi model untuk peningkatan efisiensi			Model dasar piranti SSL organik dan karanteristiknya
RISET LANJUT	Fungsionalisasi PH dgn kromofor luminesen (Rhoudamin, DCM, Rare-Eu) dan karakteristiknya Fungsionalisasi PH dgn kromofor luminesen (Coumarin -1, Coumarin-6, Nile Red) dan karakteristiknya	Optimalisasi rasio kandungan kromofor dalam PH untuk peningkatan lumen dan stabilitas		Pengembangan LED organik	
RISET DASAR	Sintesis Polimer Hibrid dan karakteristiknya Optimalisasi kualitas proses sintesis		Pengembangan bahan pengeksitasi organik		

Tabel 3. Rencana aktivitas dan pengembangan kelompok SSL berbasis bahan anorganik

KEGIATAN	2005 - 2012	2013 - 2014	2014 - 2015	2016 - 2017	2017 - 2018
STUDI KELAYAKAN PASAR				Studi kompetitif produk SSL	Industrialisasi produk SSL dan Inovasi Produk
PROTOTYPE PRODUK			Prototipe produk piranti SSL	Optimalisasi produk SSL	
APLIKASI LANJUT		- Alat karakterisasi foto metri SSL dan Scale-up alat sintesis fosfor			
APLIKASI DASAR		Optimalisasi dome untuk peningkatan efisiensi Pembuatan sistem kontrol SSL (Driver)	Aplikasi Fosfor untuk bahan elektro luminisensi sebagai emoter biru pada SSL		
RISET LANJUT	Pembuatan alat karakterisasi SSL Pengujian Temperatur Junction pada SSL				
RISET DASAR	Pembuatan Rekator Spray Pyrolysis dan Sintesis Fosfor		Pengembangan bahan alternatif untuk efisiensi produksi SSL		Inovasi Pemilihan Bahan fosfor yang efisien

2.5. Sumber Daya Manusia

Kluster SSL merupakan kelompok penelitian yang ada di Lab. Sistem Instrumentasi dan Pemrosesan Material Fungsional dan Lab. Material Maju dan Energi Terbarukan (Laboratory for Advanced Materials and Renewable Energy, LAMRE), Jurusan Fisika Universitas Padjadjaran. Table 4 adalah SDM yang terlibat dalam penelitian dan pengembangan sel-surya polimer.

Tabel 4. Sumber Daya Manusia Kluster Sel-Surya Polimer

No.	Nama	Bidang Riset
1.	Dr. Eng. I Made Joni, M.Sc.	Sistem instrumentasi untuk pemrosesan material fungsional: Dispersi dan Pulse combustion dalam pemrosesan nano partikel
2.	Dr. Camellia Panatarani, M.Si.	Material Luminisensi
3.	Dr. Eng. Daramawan Hidayat, M.T.	Sistem instrumentasi untuk pemrosesan material fungsional: flame spray pyrolysis
4.	Setianto, S.Si, M.Si.	Pemodelan dan simulasi bahan luminisensi
5.	Drs. Bambang Mukti Wibawa, M.S.	Pengujian dan Karakterisasi SSL
6.	Dra. Tuti Aryati Demen, M.S.	Sistem Instrumentasi untuk pemrosesan material
7.	Drs. Doy Hardoyo, M.Eng. Sc.	Sistem Instrumentasi dan kontrol
8.	Drs. Jajat Yuda Mindara, M.S.	Alat Karakterisasi dan sistem deposisi
9.	Liu Kin Men, S.Si., M.S.	Kajian Teori Bahan Luminisensi
9.	Dr. Fitriawati, M.Sc.	Bahan Luminisensi organik
10.	Drs. Normal Syakir, M. Sc.	Bahan Luminisensi organik

2.6. Fasilitas

Tabel 5. Fasilitas yang tersedia di LAMRE

Sintesis	
Jenis Peralatan	Penggunaan
❖ Balance	Pengembangan bahan matriks polimer, phosphor organik dan bahan pengeksitasi organik
❖ Magnetic Stirrer	Pengembangan bahan matriks polimer, phosphor organik dan bahan pengeksitasi organik
❖ Oven (200C)	Pengembangan bahan matriks polimer, phosphor organik dan bahan pengeksitasi organik
❖ Pompa Vakum	Pendukung alat spincoater dan oven vakum
❖ Oven vakum	
❖ Alat destilasi	Purifikasi bahan
❖ Sistem Reflux	Sintesis bahan
❖ Soxlett extractor	Sintesis bahan
❖ Rotary evaporator	Sintesis bahan
❖ Perlengkapan fotopolimerisasi (UV source, flowing nitrogen chamber)	fotopolimerisasi
❖ Spincoater	Pembuatan lapisan tipis
❖ Ultrasonic Bath	Pembuatan lapisan tipis
❖ Centrifuge	Penyiapan larutan untuk pembuatan lapisan tipis
❖ Desiccators	Penyimpanan sampel
❖ Drying box	Penyimpanan sampel
❖ Cooling box	Penyimpanan sampel
❖ Sistem RO water	Penyediaan suplai akuades
Karakterisasi	
➤ Spectrometer Ocean optik dan beberapa komponen untuk pengukuran karakteristik emisi berupa spektrum emisi, koordinat warna, CCT,	Pengukuran karateristik emisi

➤ Reflektrometer	Pengukuran konstanta optik
➤ UV-Vis Spectrometer 190 nm – 900 nm	Pengukuran karakteristik absorpsi
➤ Chromameter	Pengukuran karakteristik warna emisi
➤ Digital Current Voltage Source (yokogawa)	Pengujian karakteristik emisi
➤ Digital multimeter (yokogawa)	Pengujian karakteristik emisi
➤ Digital thermometer infrared	Pengukuran suhu
➤ Digital mikrometer	Pengukuran ketebalan dalam skala mikro
Analisis	
✓ Software spectrasuite	Alat analisis dalam pengukuran karakteristik emisi

Tabel 6. Fasilitas lain yang dibutuhkan untuk pengembangan LAMRE

Sintesis	
Jenis Peralatan	Penggunaan
❖ Evaporator Vakum untuk metalisasi	Pembuatan devais LED
❖ Laminar flowing box	Pembuatan devais lampu
❖ Doctor blade	Pembuatan lapisan tipis
❖ Sistem pengujian stabilitas lampu (laser, detector, dan sistem pendukung)	
Karakterisasi	
Jenis Peralatan	Penggunaan
➤ Spectrometer FTIR	Pengukuran struktur bahan
➤ Spectrometer UV-NIR dengan range panjang gelombang 190 nm – 3500 nm	Pengukuran karakteristik optik bahan
➤ TGA & DTA system	Pengukuran karakteristik termal bahan
➤ Sistem pengujian efisiensi, stabilitas, dan <i>lifetime</i> produk lampu SSL	Pengukuran performans produk yang dihasilkan

Tabel 7. Fasilitas yang tersedia di Lab. Sistem Instrumentasi dan Pemrosesan Material Fungsional

NO	FASILITAS	KEGUNAAN
1	Reaktor Spray Pyrolysis Temperatur Tinggi ($T > 1000^{\circ}\text{C}$)	Sintesis material luminisensi (furnace)
2	Reaktor Spray Pyrolysis Temperatur Rendah ($T < 1000^{\circ}\text{C}$)	Sintesis material luminisensi (furnace)
3	Muffle furnace ($T < 1200^{\circ}\text{C}$)	Sintesis material luminisensi (furnace)
4	Ruang asam	Sintesis material luminisensi
5	Ultrasonic homogenizer	Sintesis komposit
6	Balance ($\sim 0,001\text{ g}$)	Sintesis (timbangan bahan)
7	Magnetic stirrer	Sintesis (pengaduk)
8	Hot plate magnetic stirrer	Sintesis (pengaduk)
9	Ultrasonic nebulizer	Sintesis teknik spray pyrolysis (pembentukan droplet)
10	High voltage electrostatic precipitator	Sintesis teknik spray pyrolysis (pengkoleksi partikel)
11	Flow meter	Sintesis teknik spray pyrolysis (pengontrol flow nebula)
12	CNC dan Bengkel Mekanik (mesin bubut, bor duduk dan beridir, kompresor, mesin las, mesin gerinda, potong pelat)	Pendukung penelitian
13	Spektroskopi Fotoluminisensi (PL), LS-55	Karakterisasi PL dan PLE
14	Osiloskop Digital dan generator sinyal	Karakterisasi sinyal elektronik
15	Instrumentasi virtual (LabView) untuk simulasi proses Reaktor furnace elektrik	Simulasi pemrosesan material
16	Alat Uji Ray Tracer	Karakterisasi LED dan SSL

Tabel 8. Fasilitas lain yang dibutuhkan di Lab. Sistem Instrumentasi dan Pemrosesan Material Fungsional

NO	FASILITAS	KEGUNAAN
1	XRD	Karakterisasi struktur kristal material luminisensi
2	FE-SEM	Karakterisasi ukuran partikel material luminisensi
3	Alat Deposisi: Inkjet printing dan sputtering	Deposisi film tipis material luminisensi
4	Quantum yield measurement system	Alat ukur efisiensi Kuantum (diagram CIE)
5	Combustion spray pyrolysis	Reaktor pensintesis material luminisensi
6	Flame Spray Pyrolysis produksi tinggi	Reaktor pensintesis material luminisensi
7	Alat ukur Zeta Potensial	Karakterisasi potensial Zeta
8	Particle size analyzer	Alat ukur partikel terdispersi skala nano
9	Alat karakterisasi IV-meter	Alat ukur sifat listrik film tipis
10	Bag filter	Sistem pengumpul partikel elektrik dan filter kantong untuk pembuatan partikel
11	Spectrometer UV-NIR dengan range panjang gelombang 190 nm – 3500 nm	Pengukuran karakteristik optik bahan
12	TGA & DTA system	Pengukuran karakteristik termal bahan
13	Sistem pengujian efisiensi, stabilitas, dan lifetime produk lampu SSL	Pengukuran performans produk yang dihasilkan
14	Paralel computer	Pemodelan pemrosesan material

2.7. Kerjasama

Tabel 9. Kerjasama dalam pengembangan SSL berbasis bahan organik

No.	Lembaga Rekanan
1	ITB
2	Pudak Scientific
3	Supertech Internusa

Tabel 10. Kerjasama dalam Pengembangan SSL berbasis bahan anorganik

No	LEMBAGA/INSTITUSI/PERUSAHAAN	Bidang Kerjasam
1	Thermal Fluid Engineering and Material Processing Laboratory, Hiroshima University, Japan	Karakterisasi Material
2	Lab. WL, Faculty of BASE, TUAT, Tokyo, Japan	Karakterisasi Material
3	PT. Multi Teknindo Infotronika	Alat Spektroskopi
4	PT. Smart Technology Solusiondo	Alih teknologi
5	PT Control System	Pembuatan Pulse Combustion

2.8. Rencana Penelitian Tahun 2013-2016

Tabel 11. Rencana Penelitian Tahun 2013-2016 sub klaster SSL-Organik

PENANGGUNG JAWAB PENELITIAN : Dr. Fitrilawati, M.Sc.

No	Tahun	Judul Penelitian	Jumlah Dana yang Dibutuhkan (Rp)	Peneliti	Output								
					J. Int.	J. Nas. Ak.	J. Nas.	Proc. Int.	Proc. Nas.	HKI	Prototipe	Produk	
1	2013	Pembuatan Modul Lampu SSL Berbasis Phosphor Organik Tunggal Sebagai Lampu Hemat Energi untuk Penerangan pada Sistem Rumah Listrik DC Mandiri (Tahun 1, Norman Syakir)	150.000.000,- (Penelitian Andalan)			1							1
2	2013	Teknologi Lampu Bahan Padat Berbasis Polimer Hibrid dan Kromofor Organik Merah/ Hijau/ Biru Yang Hemat Energi dan Ramah Lingkungan (Tahun 3)	700.000.000,- (Unggulan Strategis Nasional)		1					1	1		
3	2013	Pembuatan Model Prototipe Lampu SSL Panel Lebar Menggunakan Phosphor Organik (tahun 1)	150.000.000,- (Penelitian Ristek/ Penelitian Andalan)			1						1	

4	2013	Pembuatan Displai Alat Peraga Visual Menggunakan Bahan Flouresence Berbasis Polimer Hibrid (Tahun 1)	150.000.000,- (Penelitian BOPTN)			1						1	
5	2014	Pembuatan Modul Lampu SSL Berbasis Phosphor Organik Tunggal Sebagai Lampu Hemat Energi untuk Penerangan pada Sistem Rumah Listrik DC Mandiri (Tahun 2)	150.000.000,- (Penelitian Andalan)	1. Norman Syakir		1						1	
6	2014	Pembuatan Model Prototipe Lampu SSL Panel Lebar Menggunakan Phosphor Organik (tahun 2)	150.000.000,- (Penelitian Ristek/ Penelitian Andalan)			1						1	
7	2014	Pembuatan Displai Alat Peraga Visual Menggunakan Bahan Flouresence Berbasis Polimer Hibrid (Tahun 2)	150.000.000,- (Penelitian BOPTN)			1						1	
8	2014	Sintesis kopolimer hibrid untuk matriks phosphor organik dan scale-up pembuatannya (Tahun 1)	200.000.000,- (penelitian stranas)	Fitrilawati		1						1	
9	2015	Sintesis kopolimer hibrid untuk matriks phosphor organik dan scale-up pembuatannya (Tahun 2)	200.000.000,- (penelitian stranas)	Fitrilawati		1						1	
10	2015	Sintesis Bahan Emisi Cahaya Biru-Merah untuk Aplikasi Fotosintesis pada Klorofil (Tahun 1)	150.000.000,- (Ristek/penelitian Andalan)	Norman Syakir		1						1	

11	2015	Aplikasi Bahan Aktif Pengkonversi Panjang (<i>Down-Conversion</i>) Gelombang Berbasis Polimer Hibrid dan Coumarin 1 untuk Peningkatan Absorpsi Sel Surya (Tahun 1)	150.000.000,- (Penelitian BOPTN)	2. Yayah Yuliah)		1						1	
12	2015	Pembuatan Model Prototipe Lampu SSL Panel Lebar Menggunakan Phosphor Organik Tunggal	150.000.000,- (Penelitian BOPTN)	3.		1						1	
13	2016	Sintesis Bahan Emisi Cahaya Biru-Merah untuk Aplikasi Fotosintesis pada Klorofil (Tahun 2)	150.000.000,- (Ristek/penelitian Andalan)	4. Norman Syakir		1						1	
14	2016	Aplikasi Bahan Aktif Pengkonversi Panjang (<i>Down-Conversion</i>) Gelombang Berbasis Polimer Hibrid dan Coumarin 1 untuk Peningkatan Absorpsi Sel Surya (tahun 2)	150.000.000,- (Penelitian BOPTN)	5. Yayah Yuliah		1							
15	2016	Pembuatan Model Prototipe Lampu SSL Panel Lebar Menggunakan Phosphor Organik Tunggal	150.000.000,- (Penelitian BOPTN)	6.		1						1	
16	2016	Pembuatan Prototipe Lampu SSL untuk Pertumbuhan Tanaman (Plant Growth) (Tahun 1)	800.000.000,- (Unggulan Stranas/unggulan Unpad)	7. Fitrilawati	1	1						1	

Tabel 12. Rencana Penelitian Tahun 2013-2016 sub klaster SSL-Anorganik

PENANGGUNG JAWAB PENELITIAN : Dr. Eng. Camellia Panatarani, M.Si.

No	Tahun	Judul Penelitian	Jumlah Dana yang Dibutuhkan (Rp)	Alat yang Digunakan	Output Penelitian*							
					J. Int	J. Nas. Ak.	J. Nas	Proc. Int	Proc. Nas	HKI	Prototipe	Produk
1	2013	Pembuatan LED pengemisi cahaya untuk lampu hemat energi (Lanjutan Tahun ke 2)	150'000'000	Reaktor Spray pyrolysis, Inkjet printing					1			
2	2013	Rancang bangun alat karakterisasi IV untuk film tipis	70'000'000	Peralatan Bengkel Fisika			1					
3	2013	Rancang Bangun Reaktor Pemroses Partikel Halus dan Suspensi Three Band Phosphor Skala Industri (Tahun ke 1)	1'000'000'000	Peralatan Bengkel Fisika					1			1
4	2013	Rancang bangun alat karakterisasi elektroluminisensi	70'000'000	Peralatan Bengkel Fisika					1			1
5	2013	Rancang bangun two fluid nozzle	150'000'000	Peralatan Bengkel Fisika							1	
6	2013	Simulasi XRD ZnO	70'000'000	Komputer		1						
7	2013	Simulasi PL ZnO	70'000'000	Komputer		1						

8	2013	Alat karakterisasi foto metri SSL	70'000'000	Peralatan Bengkel Fisika				1				1
9	2014	Pembuatan LED pengemisi cahaya untuk lampu hemat energi (Lanjutan Tahun ke 3)	150'000'000	Reaktor Spray pyrolysis, Inkjet printing	1							
10	2014	Rancang Bangun Reaktor Pemroses Partikel Halus dan Suspensi Three Band Phosphor Skala Industri (Lanjutan Tahun ke 2)	1'000'000'000	Peralatan Bengkel Fisika				1				1
11	2014	Rancang bangun flame burner	100'000'000	Peralatan Bengkel Fisika				1				1
12	2014	Aerosol assisted CVD	150'000'000	Peralatan Bengkel Fisika				1				1
13	2014	Pembuatan Sistem Kontrol SSL (Driver)	70'000'000	Peralatan Bengkel Fisika				1				1
14	2014	Fundamental band gap effect ZnO	70'000'000	Komputer	1							
15	2014	CFD Flame	70'000'000	Komputer		1						1
16	2015	Fabrikasi SSL	150'000'000	Peralatan Bengkel Fisika				1			1	
17	2015	Alat pengujian SSL terintegrasi	100'000'000	Peralatan Bengkel Fisika								1
18	2015	Pengontrol flow gas	100'000'000	Peralatan Bengkel Fisika				1			1	
19	2015	Alat pengukur ketebalan film untuk divais optik	100'000'000	Peralatan Bengkel Fisika				1				1

20	2015	Pengembangan desktop superkomputer	70'000'000	Komputer				1				
21	2015	Optimisasi bahan semikonduktor dengan density functional theory	70'000'000	Komputer								
22	2015	Sintesis bahan sensor gas	150'000'000	Peralatan Bengkel Fisika		1						
23	2015	Sintesis bahan luminisensi baru	150'000'000	Peralatan Bengkel Fisika				1				
24	2016	Desain Hambatan Termal High Power LED	70'000'000	Peralatan Bengkel Fisika			1					
25	2016	Sintesis bahan luminisensi baru (Tahun ke 2)	150'000'000	Peralatan Bengkel Fisika	1							
26	2016	Sintesis bahan sensor gas (Tahun ke 2)	150'000'000	Peralatan Bengkel Fisika	1							
27	2016	NEFC Code	70'000'000	Peralatan Bengkel Fisika		1						
28	2016	Theoretical IV Characterization	70'000'000	Peralatan Bengkel Fisika		1						
29	2016	Zeta potensial	150'000'000	Peralatan Bengkel Fisika				1				1
30	2016	Solid particles disperser	70'000'000	Peralatan Bengkel Fisika				1			1	

2.9. Ringkasan

Klaster SSL adalah klaster penelitian yang akan melakukan penelitian pada bidang sistem pencahayaan berupa lampu SSL yang hemat energi dan ramah lingkungan. Keberadaan klaster ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap efisiensi penggunaan energi nasional

2.10. Referensi

1. **Panatarani C.**, I. W. Lenggoro and K. Okuyama, 2004, *The crystallinity and the photoluminescent properties of spray pyrolyzed ZnO phosphor containing Eu^{2+} and Eu^{3+} ions*, Journal of Physics and Chemistry of Solids, 65, 1843-1847.
2. **Panatarani C.**, I. W. Lenggoro and K. Okuyama, 2004, *Synthesis of ZnO nanoparticles and luminescent doped ZnO phosphor by spray pyrolysis*, The 10th Asia Pacific Confederation of Chemical Engineering, Kitakyushu-Japan, October.
3. **Panatarani C.**, I. W. Lenggoro and K. Okuyama, 2005, *Size control of ZnO Nanoparticle by Variation of Residence Time in Lithium Nitrate Assisted Spray Pyrolysis Method*, Proceeding of Asian Physics Symposium, December.
4. **Panatarani C.**, I. W. Lenggoro, N. Itoh, H. Yoden, K. Okuyama, 2005, *Polymer-supported solution synthesis of blue luminescent $\text{BaMg}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ particles*, Materials Science and Engineering B 122, 188-195.
5. **Panatarani C.**, I. W. Lenggoro and Kikuo Okuyama, 2008, *Morphological control of Red Phosphor Strontium Titanate Particles by Spray Pyrolysis Method*, Proceeding of International Seminar on Chemistry.
6. **Panatarani C.**, D. Anggoro, F. Faizal dan B. M. Wibawa, 2010, *Pengaruh Konsentrasi Eu^{3+} terhadap sifat luminisensi nanopartikel Y_2O_3 yang disintesis melalui metode larutan sederhana*, Seminar Nasional Energi, Jatinangor, Indonesia
7. **Panatarani C.**, D. Anggoro and F. Faizal, 2010, *Solution Phase Synthesis and Photoluminescent Properties of Nanocrystal $\text{LaPO}_4:\text{Eu}^{3+}$* , Conference Proceedings of American Institute of Physics Vol 1284, 77-79.
8. **Panatarani C.**, D. Anggoro, and F. Faizal, 2010, *Luminescent Properties of*

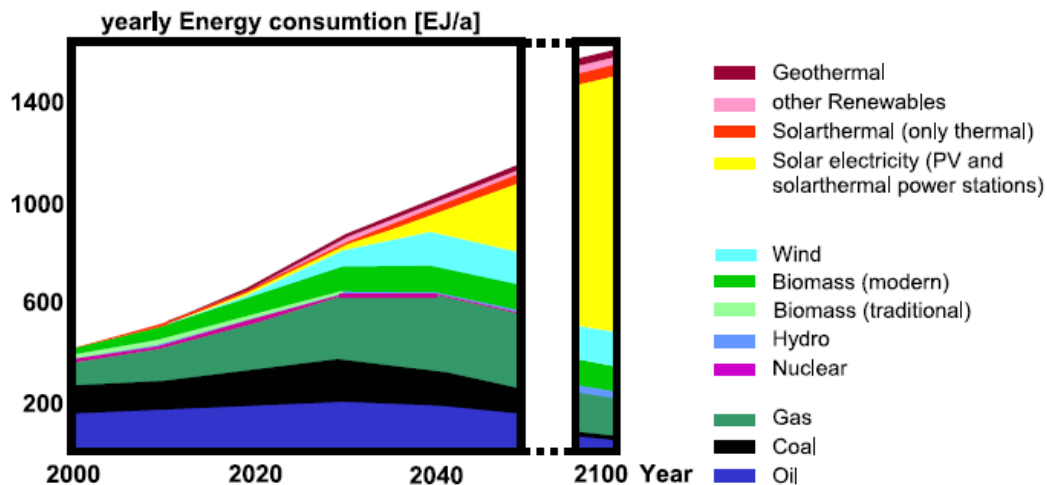
Europium Activated Y_2O_3 and $LaPO_4$ by Solution Phase Method, The 1st International Seminar on Fundamental & Application of Chemical Engineering, Bali.

9. I Made Joni, Agus Purwanto, Ferry Iskandar, Manabu Hazata and Kikuo Okuyama: Intense UV-light absorption of ZnO nanoparticles prepared using a pulse combustion-spray pyrolysis method, *Chemical Engineering Journal*, 155(1-2), 433-441 (2009).
10. I Made Joni, Agus Purwanto, Ferry Iskandar and Kikuo Okuyama: Dispersion stability enhancement of titania nanoparticles in organic solvent using a bead mill process, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 48(15), 6916-6922 (2009).
11. I Made Joni, Takashi Ogi, Agus Purwanto, Kikuo Okuyama, Terunobu Saitoh and Kazutaka Takeuchi; *Decolorization of beads-milled TiO_2 nanoparticles suspension in an organic solvent*, *Advanced Powder Technol.*, 23 (2012) 55-63
12. I Made Joni, Ratna Balgis, Takashi Ogi, Toru Iwaki, Kikuo Okuyama; *Surface functionalization for dispersing and stabilizing hexagonal boron nitride nanoparticle by bead milling*, *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 388 (2011) 49- 58.
13. I Made Joni, Takuya Nishiwaki, Kikuo Okuyama, Shuuji Isoi and Ryotaro Kuribayashi; *Enhancement of the thermal stability and the mechanical properties of a PMMA/aluminum trihydroxide composite synthesized via bead milling*, *Powder Technology*, 204, (2010) 145-153.

3. Solar Sel

3.1. Latar Belakang

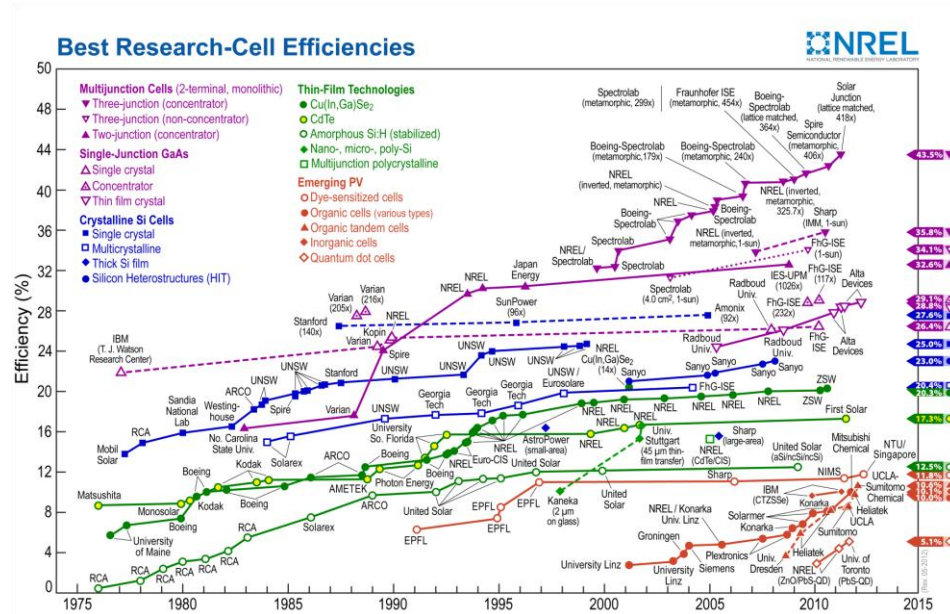
Perkembangan jumlah penduduk dan industri mengakibatkan meningkatnya konsumsi dan permintaan energi listrik di dunia. Di lain pihak sumber energi dari fosil semakin berkurang, seperti diperlihatkan pada Gambar 8 [1], sehingga pemenuhan kebutuhan energi listrik dari sumber energi terbarukan, seperti panas bumi, angin, biomasa, air, nuklir dan matahari memerlukan perhatian yang serius. Sel-surya merupakan piranti elektronik yang mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Indonesia merupakan negara yang terletak di garis khatulistiwa, dimana sinar matahari tersedia melimpah sepanjang tahun, sehingga sel-surya merupakan piranti yang paling efektif sebagai sumber energi listrik massal yang berbiaya murah. Oleh karena itu, penelitian sel-surya efisiensi tinggi dan berbiaya murah sangat penting untuk dikembangkan di Indonesia.



Gambar 8. Kontribusi berbagai sumber energi untuk pemenuhan kebutuhan energi global (Hoffmann et al, 2009)

Saat ini, sel-surya komersial terbuat dari bahan semikonduktor inorganik, seperti Silikon (Si), Galium Arsenida (GaAs), Kadmiumselenium (CdSe) dan masih banyak

lagi sebagai bahan aktifnya dan mampu menngkonversi energi matahari menjadi energi listrik dengan Power Conversion Efficiency (PCE) antara 10 – 40%, seperti ditunjukkan pada Gambar 9 [2]. Walaupun sel-surya anorganik memiliki PCE yang tinggi, namun teknik pembuatannya memerlukan peralatan yang khusus dan kompleks, sehingga biaya produksi menjadi mahal. Akibatnya pemanfaatan sel-surya anorganik, khususnya di Indonesia masih sangat minim. Salah satu cara untuk mengurangi biaya produksi dan instalasi adalah mencari material lain yang menawarkan biaya produksi yang murah dan mudah.



Gambar 9. Perkembangan efisiensi sel-surya inorganik dan organik [2].

Tren penelitian sel-surya saat ini adalah menggunakan material organik sebagai material aktif sel-surya berupa campuran antara polimer terkonjugasi sebagai material donor elektron dan fuleren (C60) atau turunannya (PCBM) sebagai material akseptor elektron. Keuntungan dari campuran polimer terkonjugasi dan fuleren adalah sifat optoelektroniknya dapat dikontrol melalui proses sintesis, relatif tidak beracun, ringan dan yang lebih penting adalah dapat dibuat menjadi sel-surya dengan teknik yang sederhana dan murah seperti spin-coating, inkjet printing, doctor bladding, dan roll-to-roll (R2R) printing,

sehingga biaya produksi sel-surya organik ini menjadi murah. bahan aktif sel-surya. Penelitian sel-surya berbahan aktif polimer terkonjugasi dan fuleren berkembang sangat pesat. Saheen dkk [3], berhasil membuat sel-surya sambungan tunggal, berbahan aktif polimer MDMO-PPV dengan efisiensi konversi 2,5%. Wienk dkk [4] melaporkan efisiensi 3% dengan menggunakan campuran MDMO-PPV dan turunan C70 sebagai bahan aktif sel-surya. Polimer semikonduktor lain seperti poli(3-alkiltiofen) atau P3AT banyak dikaji saat ini sebagai material donor sel-surya polimer, karena P3AT memiliki struktur regio-reguler (RR) yang mampu menghasilkan konduktivitas listrik yang tinggi, memiliki kestabilan terhadap lingkungan, relatif mudah diproses, memiliki kestabilan suhu yang baik, dan memiliki kekuatan mekanik yang baik [5]. Reyes dkk [6], melaporkan sel-surya dengan efisiensi 5% menggunakan struktur sambungan tunggal berbahan campuran C70 atau PCBM dan polimer poli(heksiltiofen), poli(3-oktiltiofen), poli(3-dodesiltiofen). PCE tertinggi saat ini adalah 8% menggunakan polimer semikonduktor energi gap rendah (low bandgap polimer) [7]. Namun efisiensi tersebut belum cukup untuk diproduksi dan digunakan secara komersial dan masal. Diperlukan minimal PCE 15% untuk produksi komersial dan masal [8]. Beberapa strategi untuk meningkatkan PCE adalah penggunaan low-bandgap polymer [9], kontrol morfologi lapisan aktif [10], variasi stuktur sel-surya/tandem [11], sel-surya hibrid [12], dan pemahaman sifat-sifat transport muatan pembawa di dalam lapisan aktif sel-surya.

Penelitian sel-surya organik menggunakan campuran material polimer semikonduktor P3HT dan turunan fuleren (PCBM) sebagai material lapisan aktif, dimulai pada tahun 2009 yang didanai dari Penelitian Hibah Bersaing (PHB) DIKTI dan Program Insentif Terapan Kementerian Negara Riset dan Teknologi (KNRT). Penelitian difokuskan pada pembuatan sel-surya Bulk-Heterojunction (BHJ) berbahan aktif P3HT dan PCBM. PCE yang dihasilkan masih rendah (< 1%). Pada tahun 2010, dengan dana PHB dilakukan penelitian dengan fokus pada optimasi morfologi lapisan aktif menggunakan pelarut tambahan. Hasilnya, PCE

sel-surya meningkat walaupun masih kecil ($< 1\%$). Rendahnya PCE sel-surya yang dihasilkan karena proses pembuatannya dalam ruangan normal, sehingga terjadi proses fotooksidasi dan degradasi selama pembuatan sel-surya yang seharusnya dilakukan dalam glove-box dan kondisi inert. Karena kendala peralatan pembuatan sel-surya yang tidak tersedia di Unpad, maka penelitian berikutnya difokuskan pada kajian sifat transpor muatan pembawa di dalam lapisan aktif sel-surya baik sel-surya organik maupun hibrid (RIKI 2012), yang bekerjasama dengan RIKEN Nishina Center for Accelerator Based Sciences Japan (Dr. I. Watanabe) dan Waseda University Japan (Prof. Y. Furukawa).

3.2. Benchmarking

Penelitian sel-surya organik saat ini difokuskan pada beberapa strategi untuk peningkatan PCE sel-surya yaitu : penggunaan *low-bandgap polymer* untuk menyerap cahaya matahari sebanyak mungkin, menggunakan berbagai macam geometri dan struktur sel-surya, sel-surya hibrid yaitu campuran polimer semikonduktor dan nanopartikel oksida logam, sel surya plasmonik, kontrol morfologi lapisan aktif dan pemahaman sifat transport muatan-muatan pembawa dalam lapisan aktif sel-surya.

Beberapa aspek penelitian yang merupakan fokus kajian kluster sel-surya polimer di Unpad adalah sebagai berikut, seperti ditunjukkan pada Gambar 10 :

1. Penggunaan material baru (*low bandgap polymer*)
2. Kontrol morfologi lapisan aktif melalui proses aniling pelarut, aniling termal dan penggunaan molekul aditif.
3. Sel-surya hibrid
4. Sel-surya plasmonik
5. Studi sifat transpor muatan-muatan pembawa dalam lapisan aktif sel-surya

6. Penggunaan lapisan *optical spacer*
7. Simulasi sel-surya struktur tunggal, tandem
8. Pengembangan peralatan standar untuk pembuatan sel-surya seperti *glove-box, thermal evaporator dual source*, pengukuran PCE sel-surya.
9. Protipe sel surya skala mini/lab.
10. Penggunaan sel-surya dalam produk rumah-tangga, elektronik dan robotik

Penelitian yang sudah dan sedang dilakukan meliputi :

1. Kontrol morfologi lapisan aktif (PHB 2009-2010, Insentif Terapan KNRT 2009)
2. Penggunaan lapisan *optical spacer* TiO_x (PHB 2010)
3. Simulasi sel-surya struktur tunggal dan tandem (2011)
4. Studi sifat transport muatan pembawa dalam polimer P3AT (2009-2010 melalui kerjasama penelitian dengan RIKEN Jepang)
5. Studi sifat transport muatan pembawa dalam sel-surya hibrid P3HT :nanopartikel ZnO (RIKI 2012).
6. Studi morfologi lapisan tipis hibrid P3HT :ZnO (Hibah Kompetitif 2012).

Sel-surya hibrid merupakan gabungan antara polimer semikonduktor sebagai donor dan nanopartikel anorganik sebagai material akseptor. Perpaduan antara kemudahan polimer semikonduktor diproses dalam larutan dengan teknik sederhana dan material organik yang memiliki mobilitas elektron, stabilitas mekanik dan termal yang tinggi, menjadikan sel-surya hibrid saat ini banyak dikaji dan dikembangkan untuk sel-surya efisiensi tinggi dengan biaya murah. Berbagai nanopartikel anorganik, seperti CdSe [13], TiO_2 [14] dan ZnO [15-17], telah digunakan sebagai material akseptor dalam sel-surya hibrid. Nanopartikel ZnO dan TiO_2 merupakan material tak-beracun dan ramah lingkungan sehingga cocok sebagai material akseptor hibrid yang akan dikembangkan di Unpad.

Namun, material TiO_2 memerlukan suhu yang tinggi, yaitu diatas 350°C [18], agar dapat membentuk kristal, sehingga tidak cocok untuk pembuatan sel-surya suhu rendah. Baru-baru ini, beberapa grup telah secara intensif mengkaji sel-surya hibrid menggunakan P3AT:ZnO sebagai material aktif [16-21]. Walaupun berbagai upaya telah dilakukan, namun PCE masih rendah, yaitu dibawah 2%, jauh lebih rendah daripada sel-surya organik murni. Oosterhout dkk [19,20] melaporkan PCE 2% sel-surya hibrid P3HT :ZnOP nanopartikel dengan mengontrol morfologi lapisan aktifnya. Masalah utama rendahnya PCE ini adalah sulitnya mengontrol lapisan aktif dan sifat agregasi nanopartikel oksida logam serta kurangnya pemahaman sifat transpor muatan pembawa di dalam lapisan aktif [21].

Beberapa proses yang terlibat dalam konversi cahaya matahari menjadi listrik dalam sel-surya hibrid adalah pembentukan muatan tereksitasi atau eksiton, difusi eksiton ke bidang batas polimer dan nanopartikel oksida logam, transfer elektron dari polimer ke nanopartikel oksida logam yang membentuk pasangan polaron (polaron pairs), pemisahan muatan atau eksiton menjadi muatan-muatan bebas (free-polaron) dan pengumpulan polaron bebas oleh masing-masing elektroda. Semua proses diatas sangat menentukan PCE dari sel-surya, karena itu pemahaman transport muatan-muatan pembawa di dalam lapisan aktif sel-surya hibrid merupakan kunci utama untuk menghasilkan sel-surya hibrid dengan PCE yang tinggi.

3.3. Roadmap dan Target Hasil Penelitian

Kluster sel-surya polimer di Unpad memfokuskan pada studi dinamika muatan-muatan pembawa, baik elektron (polaron negatif) maupun *hole* (polaron positif) di dalam lapisan hibrid P3HT :ZnO nanopartikel untuk menggunakan *Photoinduced Infrared Absorption Spectroscopy* dan *Zero-Field (ZF) dan Longitudinal-Field (LF) Muon Spin Rotation Spectroscopy* (μSR). Nanopartikel ZnO disintesis menggunakan metode sol-gel. Pengukuran *Photoinduced Infrared*

Absorption Spectroscopy dilakukan di Waseda University Jepang (Prof. Y. Furukawa), sedangkan *Muon Spin Rotation Spectroscopy* (μ SR) dilakukan di RIKEN-RAL Muon Facility di Oxford, United Kingdom. μ SR telah berhasil digunakan untuk mengkaji sifat-sifat keadaan dasar material magnet, superkonduktor [22] polimer semikonduktor P3AT [23-25]. Sedangkan *Photoinduced Infrared Absorption Spectroscopy* digunakan untuk mengkaji rekombinasi intra- and inter-chain dari polaron dalam film tipis polymer [26] dan P3AT:PCBM [27]. Kontrol morfologi lapisan hibrid dilakukan menggunakan capping nanopartikel ZnO menggunakan berbagai polimer baik isolator maupun semikonduktif, untuk mencegah agregasi atau penggumpalan nanopartikel yang akan mengganggu proses transpor elektron dari polimer ke katoda. Morfologi lapisan P3HT:ZnO nanopartikel dikaji menggunakan SEM, TEM dan SANS (*Small Angle Neutron Scattering*).

ROADMAP PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SEL-SURYA POLIMER (2009-2025)

DI JURUSAN FISIKA FMIPA UNPAD



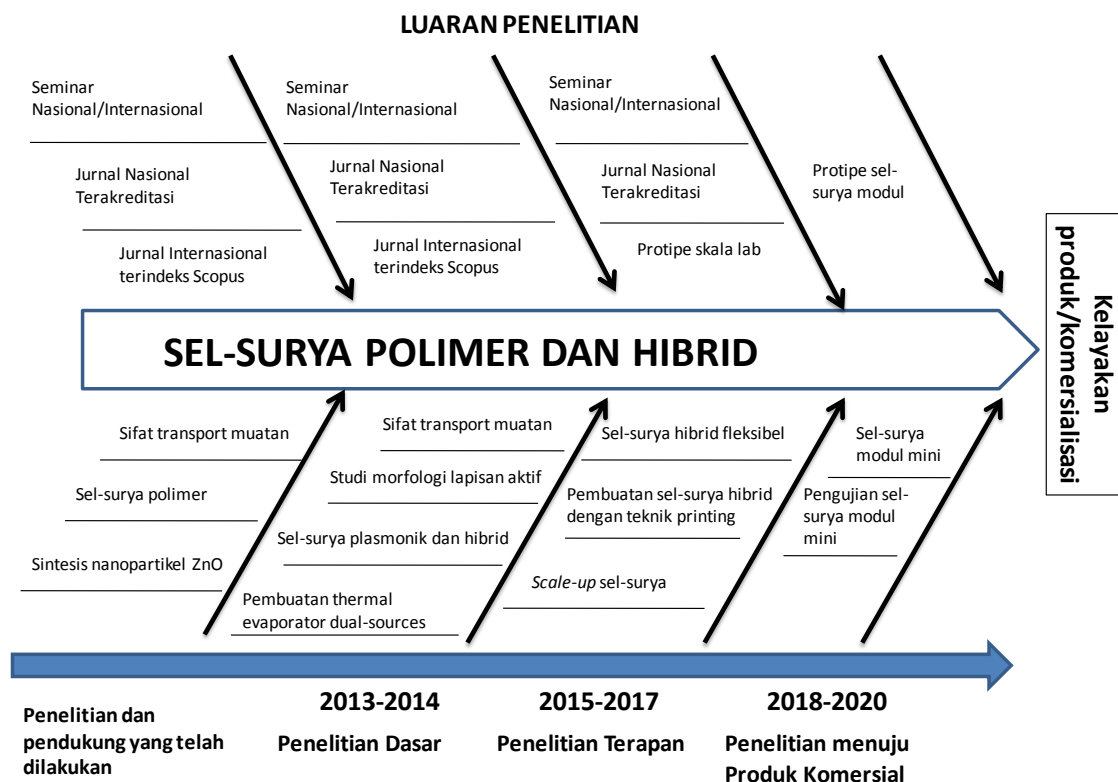
Gambar 10. Roadmap penelitian sel-surya polimer di Unpad

Sel-surya plasmonik, saat ini banyak dikembangkan untuk meningkatkan PCE sel-surya organik, melalui penambahan nanopartikel logam seperti emas [28] dan perak [29] yang berfungsi untuk meningkatkan penyerapan cahaya oleh lapisan aktif sel-surya dan meningkatkan efisiensi pemisahan eksiton menjadi pembawa muatan bebas. Penelitian difokuskan pada pengaruh geometri dan ukuran nanopartikel logam serta posisi nanopartikel logam di dalam lapisan aktif yang mampu menghasilkan PCE sel-surya yang tinggi. Penelitian sel-surya plasmonik di kluster ini akan

difokuskan pada pemodelan dan eksperimen. Pemodelan akan dilakukan pada tahun 2013 di Unpad, yang akan dilanjutkan pada eksperimen di Max-Planck Institute for Polymer Research Germany (Prof. C. Bubeck dan Prof. P.W.M. Blom) melalui skim kerjasama internasional.

Disamping kajian teoretik dan eksperimen sel-surya baik organik maupun hibrid, kluster sel-surya polimer Unpad juga akan mengembangkan peralatan standar untuk pembuatan sel-surya berupa *glove-box*, pengukuran I-V standar dan pembuatan thermal evaporator dual-sources untuk metalisasi sel-surya. Pada tahun 2013, pengembangan peralatan difokuskan pada pembuatan *thermal evaporator dual-sources*.

Roadmap lengkap, target luaran penelitian dan rencana aktivitas kluster sel-surya polimer ditunjukkan pada Gambar 10-11 dan Tabel 13.



Gambar 11. Roadmap dan target luaran kluster sel-surya polimer

Tabel 13. Rencana aktivitas kluster sel-surya polimer

Kegiatan	<2013	2013	2014	2015-2017	2018-2020
Penelitian menuju produk komersial					Sel-surya modul mini dan pengujiannya
Penelitian terapan			<ul style="list-style-type: none"> • Optimasi pembuatan sel-surya hibrid • Pembuatan <i>thermal evaporator dual-source</i> 	Protipe sel-surya diatas substrat fleksibel	
Penelitian dasar	<ul style="list-style-type: none"> • Sel-surya BHJ • Sel-surya hibrid • Sifat transport muatan pembawa 	<ul style="list-style-type: none"> • Sel-surya plasmonik • Studi sifat transport muatan pembawa • Morfologi lapisan aktif sel-surya hibrid P3HT:ZnO • Sel-surya hibrid P3HT:ZnO 			

3.4. Sumber Daya Manusia dan Bidang Penelitian

Kluster sel-surya polimer merupakan kelompok penelitian yang ada di Laboratorium Material maju dan Energi Terbarukan (Laboratory for Advanced Materials and Renewable Energy, LAMRE), Jurusan Fisika Universitas Padjadjaran. Table 14 adalah SDM yang terlibat dalam penelitian dan pengembangan sel-surya polimer.

Tabel 14. Sumber Daya Manusia Kluster Sel-Surya Polimer

No.	Nama	Bidang Riset
1.	Dr.rer.nat. Ayi Bahtiar	Pemodelan sel-surya, eksperimen pembuatan sel-surya, pengukuran sifat transport muatan pembawa menggunakan μ SR dan <i>Photoinduced Absorption Spectroscopy</i>
2.	Dr. Lusi Safriani	Sintesis nanopartikel dan pengukuran sifat transport muatan pembawa menggunakan μ SR dan <i>Photoinduced Absorption Spectroscopy</i>
3.	Dr. Risdiana	Pengukuran sifat transport muatan pembawa menggunakan μ SR
4.	Dr. Irwan Ary Dharmawan	Pemodelan sel-surya
5.	Dr. Togar Saragi	Eksperimen pembuatan <i>thermal evaporator dual-sources</i> , metalisasi dan pembuatan nanopartikel oksida logam
6.	Yayah Yuliah, MS	Studi morfologi lapisan aktif sel-surya
7.	Annisa Aprilia, M.Si	Eksperimen pembuatan nanopartikel dan karakterisasinya

3.5. Fasilitas

Tabel 15. Fasilitas yang tersedia di LAMRE

Pembuatan film tipis sel-surya dan sintesis nanopartikel	
Jenis Peralatan	Penggunaan
<input type="checkbox"/> Balance	Menimbang bahan
<input type="checkbox"/> Magnetic Stirrer	Mecampur larutan
<input type="checkbox"/> Oven (200°C)	Aniling sel-surya
<input type="checkbox"/> Furnace F-1404P 1100°C	
<input type="checkbox"/> Alumina crucible SSA-H B2 50 ml	
<input type="checkbox"/> Pompa Vakum	
<input type="checkbox"/> Oven vakum	
<input type="checkbox"/> Alat destilasi	
<input type="checkbox"/> Sistem Reflux	
<input type="checkbox"/> Soxlett extractor	
<input type="checkbox"/> Rotary evaporator	
<input type="checkbox"/> UV source	
<input type="checkbox"/> Spincoater	Pembuatan film tipis
<input type="checkbox"/> Ultrasonic Bath	Pencampuran bahan

<input type="checkbox"/> Centrifuge	Sintesis nanopartikel
<input type="checkbox"/> Desiccators	Penyimpanan sampel
<input type="checkbox"/> Drying box	Penyimpanan sampel
<input type="checkbox"/> Cooling box	Penyimpanan sampel
<input type="checkbox"/> Sistem RO water	Sintesis bahan
Karakterisasi	
<input type="checkbox"/> Spectrometer Ocean optik	
<input type="checkbox"/> Reflektrometer	
<input type="checkbox"/> UV-Vis Spectrometer 190-900 nm	Pengukuran spektrum absorbansi
<input type="checkbox"/> Chromameter	
<input type="checkbox"/> Digital Current Voltage Source (yokogawa)	Karakterisasi prototipe sel-surya
<input type="checkbox"/> Digital multimeter (yokogawa)	Karakterisasi prototipe sel-surya
<input type="checkbox"/> Digital thermometer infrared	
<input type="checkbox"/> Digital mikrometer	

Tabel 16. Fasilitas lain yang dibutuhkan dalam penelitian Kluster Sel-Surya Polimer

No	FASILITAS	KEGUNAAN
1	XRD	Karakterisasi struktur kristal material
2	SEM/TEM	Karakterisasi ukuran partikel material
3	Solar simulator dan I-V meter	Karakteristik sel-surya/pengukuran <i>Power Conversion Efficiency</i> (PCE) sel surya
4	<i>Glove-box</i>	Pembuatan sel-surya
5	<i>Thermal evaporator dual-sources</i>	Metalisasi sel-surya/pembuatan elektroda
6	Impedance Spectrometer	Karakterisasi sel-surya
7	External Quantum Efficiency equipment	Pengukuran efisiensi kuantum eksternal sel-surya

3.6. Kerjasama

Kerjasama yang dilakukan untuk pembuatan sel-surya dan karakterisasinya melibatkan beberapa institusi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 17.

Tabel 17. Institusi kerjasama pembuatan sel-surya dan karakterisasinya

No.	Nama Institusi	Jenis kerjasama
1.	ITB (Dr. Rahmat Hidayat)	Pembuatan sel-surya
2.	BATAN (Dr. Edy Giri Rachman Putra)	Pengukuran SANS
3.	RIKEN, Jepang (Dr. Isao Watanabe)	Pengukuran μ SR
4.	Waseda University Jepang (Prof. Yukio Furukawa)	Pengukuran <i>Photoinduced Infrared Absorption Spectroscopy</i>
5.	Max-Planck Institute for Polymer Research (Prof. Christoph Bubeck dan Prof. Paul W. M. Blom)	Eksperimen sel-surya plasmonik

3.7. Rencana Penelitian Tahun 2013-2016

Tabel 18. Rencana penelitian Kluster Sel-Surya Polimer dan kandidat penelitiannya beserta sumber dana untuk tahun 2013

No.	Judul Penelitian	Peneliti Utama	Jumlah dan Sumber Dana
1.	μ SR study of charge carrier motion in active layer P3HT:ZnO:PCBM hybrid solar cells	Dr. Lusi Safriani	JPY. 4.000.000 RIKEN (disetujui)
2.	Study of microscopic charge carrier dynamics in active layer bulk-heterojunction regioregular P3HT:PCBM solar cells using μ SR	Dr. Ayi Bahtiar	JPY. 4.000.000 RIKEN (disetujui)
3.	Pemodelan dan eksperimen sel-surya plasmonik menggunakan penambahan nanopartikel perak di dalam lapisan aktif campuran P3HT:PCBM	Dr. Ayi Bahtiar	Rp. 200.000.000 Desentralisasi Unpad atau HKLN DIKTI
4.	Studi morfologi lapisan hibrid P3HT:ZnO menggunakan SANS	Yayah Yuliah	Rp. 50.000.000 Hibah Kompetitif Unpad
5.	Pembuatan dan karakterisasi pembuatan sel-surya hibrid berbahan aktif P3HT:ZnO yang telah dioptimasi	Dr. Lusi Safriani	Rp. 150.000.000 Desentralisasi Unpad
6.	Pembuatan <i>thermal evaporator dual-sources</i> untuk metalisasi	Dr. Togar Saragi	Rp. 300.000.000 Desentralisasi

	sel-surya		Unpad
--	-----------	--	-------

Tabel 19. Rencana penelitian Kluster Sel-Surya Polimer dan kandidat penelitiannya beserta sumber dana untuk tahun 2014

No.	Judul Penelitian	Peneliti Utama	Jumlah dan Sumber Dana
1.	Fabrikasi dan karakterisasi sel-surya plasmonik menggunakan penambahan nanopartikel perak di dalam lapisan aktif campuran P3HT:PCBM	Dr. Ayi Bahtiar	Rp. 200.000.000 Desentralisasi Unpad atau HKLN DIKTI
2.	Pembuatan dan karakterisasi pembuatan sel-surya hibrid berbahan aktif P3HT:ZnO yang telah dioptimasi	Dr. Lusi Safriani	Rp. 150.000.000 Desentralisasi Unpad
3.	Pembuatan <i>thermal evaporator dual-sources</i> untuk metalisasi sel-surya	Dr. Togar Saragi	Rp. 300.000.000 Desentralisasi Unpad

Tabel 20. Rencana penelitian Kluster Sel-Surya Polimer dan kandidat penelitiannya beserta sumber dana untuk tahun 2015

No.	Judul Penelitian	Peneliti Utama	Jumlah dan Sumber Dana
1.	Pembuatan dan karakterisasi protipe pembuatan sel-surya hibrid berbahan aktif P3HT:ZnO diatas substrat fleksibel	Dr. Ayi Bahtiar	Rp. 200.000.000 Desentralisasi Unpad
2.	Studi pembuatan sel-surya hibrid menggunakan teknik printing	Dr. Lusi Safriani	Rp. 300.000.000 Desentralisasi Unpad
3.	<i>Scale-up</i> pembuatan sel-surya hibrid dan karakterisasinya	Annisa Aprilia, M.Si	Rp. 300.000.000 Desentralisasi Unpad

Tabel 21. Rencana penelitian Kluster Sel-Surya Polimer dan kandidat penelitiannya beserta sumber dana untuk tahun 2016

No.	Judul Penelitian	Peneliti Utama	Jumlah dan Sumber Dana
1.	Pembuatan dan karakterisasi protipe pembuatan sel-surya hybrid berbahan aktif P3HT:ZnO diatas substrat fleksibel	Dr. Ayi Bahtiar	Rp. 200.000.000 Desentralisasi Unpad
2.	Studi pembuatan sel-surya hibrid menggunakan teknik printing	Dr. Lusi Safriani	Rp. 300.000.000 Desentralisasi Unpad
3.	<i>Scale-up</i> pembuatan sel-surya hibrid dan karakterisasinya	Annisa Aprilia, M.Si	Rp. 300.000.000 Desentralisasi Unpad

3.8. Ringkasan

Kluster Sel-surya polimer memiliki fokus penelitian pada kajian teoretik dan eksperimen sel-surya polimer, sel-surya hibrid dan sel-surya plasmonik. Penelitian merupakan gabungan dari studi sifat transpor muatan pembawa dalam lapisan aktif, optimasi divais sel-surya dan scale-up protipe sel-surya. Luaran penelitian berupa artikel ilmiah yang dipublikasikan baik di jurnal nasional terakreditasi maupun jurnal internasional terindeks Scopus atau yang setara. Disamping itu, penelitian juga akan menghasilkan protipe produk sel-surya fleksibel yang nantinya dapat digunakan sebagai sumber energi listrik pada barang-barang rumah tangga, elektronika dan robotik yang memerlukan konsumsi energi rendah. Hasil penelitian kluster ini diharapkan dapat mengurangi beban penggunaan energi listrik nasional berbahan bakar fosil dan menjadi sumber energi listrik murah dan ramah lingkungan (green energy).

3.9. Referensi

1. W. Hoffmann, and L. Waldmann, 2009, *PV Solar Electricity: From a Niche Market to One of the Most Mainstream Markets for Electricity, High-Efficient*

- Low-Cost Photovoltaics ; Recent Development* (Eds. Petrova-Koch, R. Hezel, and A. Goetzberger, Springer Verlag GmbH, Berlin, 29-43.
2. G. Dennler, N. S. Sariciftci, and C. J. Brabec, 2006, *Conjugated Polymer-Based Organic Solar Cells, Semiconducting Polymers: Chemistry, Physics and Engineering*, Vol I Second Edition (Eds. G. Hadziioannou and G.G. Malliaras), Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 455 – 530.
 3. S. Saheen, C. J. Brabec, N. S. Sariciftci, F. Padinger, T. Fromherz, and J.C. Hummelen, 2001, *2.5% Efficient Organic Plastic Solar Cells*, Applied Physics Letters Vol. 78, 841.
 4. M. Wienk, J. M. Kroon, W. J. H. Verhees, J. C. Hummelen, P. A. Van Hal, and J. Jansen, 2003, *Efficient Methano[70]fullerene/MDMO-PPV Bulk Heterojunction Photovoltaic Cells*, Angewandte Chemie International Edition Vol. 42, 3371.
 5. R. D. McCullough, 1998, *The Chemistry of Conducting Polythiophene*, Advanced Materials Vol. 10, 93 - 98.
 6. R. R. Reyes, K. Kim, and D. L. Carroll, 2005, *High-efficiency Photovoltaic Devices Based on Annealed Poly(3,hexylthiophene) and 1-(3-methoxycarbonyl)-propyl-1-phenyl-(6,6)C61 Blends*, Applied Physics Letters Vol. 87, 083506.
 7. S. H. Park, A. Roy, S. Beaupre, S. Cho, N. Coates, J. S. Moon, D. Moses, M. Leclerc, K. Lee and A. J. Heeger 2009, “*Bulk heterojunction solar cells with internal quantum efficiency approaching 100%*”, Nature Photonics vol. 3, 297.
 8. Z. Zhu, D. Muehlbacher, M. Morana, M. Koppe, M.C. Scharber, D. Waller, G. Dennler, and C. J. Brabec, 2009, *Design Ruled for Efficient Organic Solar Cells, High-Efficient Low-Cost Photovoltaics ; Recent Development* (Eds. Petrova-Koch, R. Hezel, and A. Goetzberger, Springer Verlag GmbH, Berlin, 195-221.
 9. Y. Liang, Z. Xu , J. Xia, S-T. Tsai , Y. Wu , G. Li, C. Ray, L. Yu, 2010, “*For the bright future - bulk heterojunction polymer solar cells with power conversion efficiency of 7.4%* ”, Advanced Materials Vol. 22, E135.
 10. X. Yang, J. Loos, 2007, *Toward High-Performance Polymer Solar Cells: The Importance of Morphology Control*, Macromolecules Vol. 40, 1353.
 11. J. Y. Kim, K. Lee, N. E. Coates, D. Moses, T.-Q. Nguyen, M. Dante, and A. J. Heeger, 2007, *Efficient Tandem Polymer Solar Cells Fabricated by All-Solution Processing*, Science Vol. 317, 222.
 12. T. Xu, and Q. Qiao, 2011, “*Conjugated polymer–inorganic semiconductor hybrid solar cells*”, *Energy Environmental Science*; DOI: 10.1039/c0ee00632g
 13. W. U. Huynh, J. J. Dittmer and A. P. Alivisatos, 2002, “*Hybrid nanorod-polymer solar cells*”, Science Vol. 295, 2425.
 14. C. Y. Kuo, W. C. Tang, C. Gau, T. F. Guo and D. Z. Jeng, 2008, “*Ordered bulk heterojunction solar cells with vertically aligned TiO₂ nanorods embedded in a conjugated polymer*”, Applied Physics Letters Vol. 93, 033307.
 15. W. J. E. Beek, M. M. Wienk and R. A. J. Janssen, 2004, “*Efficient hybrid solar cells from zinc oxide and a conjugated polymer*”, Advanced Materials Vol. 16, 1009.

16. W. J. E. Beek, M. M. Wienk, M. Kemerink, X. Yang, R. A. J. Janssen, 2005, "*Hybrid zinc oxide conjugated polymer bulk heterojunction solar cells*", *Journal of Physical Chemistry B* Vol. 109, 9505.
17. W. J. E. Beek, M. M. Wienk and R. A. J. Janssen, 2006 "*Hybrid solar cells from regioregular polythiophene and ZnO nanoparticles*", *Advanced Functional Materials* Vol. 16, 1112.
18. D. J. D. Moet, L. J. A. Koster, B. de Boer and P. W. M. Blom, 2007, "*Hybrid polymer solar cells from highly reactive diethylzinc: MDMO-PPV versus P3HT*", *Chemical Materials* Vol. 19, 5856.
19. S. D. Oosterhout, M. M. Wienk, S. S. van Bavel, R. Thiedmann, L. J. A. Koster, J. Gilot, J. Loos, V. Schmidt and R. A. J. Janssen, 2009, "*The effect of three-dimensional morphology on the efficiency of hybrid polymer solar cells*", *Nature Materials* Vol. 8, 818.
20. S. D. Oosterhout, L. J. A. Koster, S. S. van Bavel, J. Loos, O. Stenzel, R. Thiedmann, V. Schmidt, B. Campo, T. J. Cleij, L. Lutzen, D. Vanderzande, M. M. Wienk, and R. A. J. Janssen, 2011, "*Controlling the Morphology and Efficiency of Hybrid ZnO:Polythiophene Solar Cells Via Side Chain Functionalization*", *Advanced Energy Materials* Vol. 1, 90.
21. S. V. Bhat, A. Govindaraj, C.N.R. Rao, 2011, "*Hybrid Solar Cell Based on P3HT-ZnO Nanoparticle Blend in the Inverted Device Configuration*", *Solar Energy Materials & Solar Cells* (in press), doi:10.1016/j.solmat.2011.03.047.
22. Risdiana, T. Adachi, N. Oki, Y. Koike, T. Suzuki and I. Watanabe, 2010, "*Muon spin relaxation study of the Cu spin dynamics in electron-doped high-Tc superconductor $Pr_{0.86}LaCe_{0.14}Cu_{1-y}Zn_yO_4$* ", *Physical Review B* Vol. 82, 014506-1.
23. Risdiana, Fitrilawati, R. E. Siregar, R. Hidayat, A. A. Nugroho, M. O Tjia, and I. Wanatabe, 2010, "*Intra and inter-chain polaron diffusion in regio-random polythiophene studied by muon spin relaxation*", *Physica B* Vol. 405, S381.
24. Risdiana, Fitrilawati, R. Hidayat, R. E. Siregar, M. O Tjia, and I. Watanabe, 2010, " *μ SR study of electron radical dynamics in regio-regular polythiophene*", *Journal of Physics* Vol. 200, 052024.
25. Risdiana, Fitrilawati, R. E. Siregar, R. Hidayat, A. A. Nugroho, M. O Tjia, Y. Ishii, and I. Wanatabe, 2010, "*Field and temperature dependence charge transport characteristic in regio-regular poly(3-octylthiophene-2,5-diyl) studied by muon spin relaxation*", *Journal of Physics* Vol. 225, 012003.
26. Y. Furukawa, 2007, "*Vibrational spectroscopy of conducting polymers: Fundamentals and Applications*", in *Vibrational Spectroscopy of Polymers: Principles and Practice*, Edited by N. J. Everall, J. M. Chalmers and P. R. Griffiths, John Wiley and Sons, 537.
27. Y. Furukawa, K. Seto, K. Nakajima, Y. Itoh, J. Eguchi, T. Sugiyama, and H. Fujimura, 2012, "*Infrared and Raman spectroscopy of organic thin films used for electronic devices*", *Vibrational Spectroscopy* Vol. 60, 5.

28. J. H. Lee, J. H. Park, J. S. Kim, D. Y. Lee, and K. Cho, 2009, "*High efficiency polymer solar cells with wet deposited plasmonic gold nanodots*", Organic Electronics Vol. 10, 416.
29. J.-L. Wu, F.-C. Chen, Y.-S. Hsiao, F.-C. Chien, P. Chen, C.-H. Kuo, M. H. Huang, and C.-S. Hsu, 2010, "*Surface plasmonic effects of metallic nanoparticles on the performance of polymer bulk heterojunction solar cells*", ACS Nano Vol. 5, 959.

4. Mikro Hidro

4.1. Latar Belakang

Dengan kapasitas produksi sebesar 0,346 miliar barrel per tahun, maka cadangan minyak Indonesia yang 8 miliar barrel akan habis dalam jangka waktu 23 tahun. Dengan konsumsi energi yang senantiasa meningkat, tingkat eksplorasi yang tetap, dan tidak ditemukan lagi lapangan minyak yang baru, maka Indonesia akan menjadi negara *net importer* minyak.

Selain minyak, cadangan gas bumi dan batubara juga tidak tak terbatas. Dengan tingkat ekstraksi sebanyak 2,9 TSCF per tahun, cadangan gas alam sebanyak 159,64 TSCF akan habis dalam waktu 55 tahun. Dengan tingkat ekstraksi sebanyak 0,254 miliar ton per tahun, cadangan batubara sebanyak 20,98 miliar ton akan habis dalam waktu 83 tahun. Ini semua dengan asumsi tingkat ekstraksi yang konstan. Padahal, tingkat ekstraksi ketiga jenis sumber daya energi ini selalu meningkat.

Pemenuhan kebutuhan energi pada umumnya masih berasal dari energi fosil. Pemakaian energi fosil secara nasional memperlihatkan ketergantungan terhadap energi fosil yang sangat besar yaitu 95,8%, dengan rincian minyak bumi 48,4%; gas bumi 28,6%; dan batubara 18,8% (KESDM, 2010).

Perlindungan penyediaan energi sangatlah penting untuk menjamin keberlanjutan pembangunan nasional. Walaupun demikian, selain manfaat ekonominya, penggunaan energi fosil di Indonesia juga memiliki dampak negatif, antara lain :

- a. Permasalahan lingkungan. Kegiatan penyediaan dan pemanfaatan energi tidak dapat dilepaskan dari permasalahan lingkungan. Sejak dari hulu hingga hilir dan pengguna akhir, sektor energi memberikan dampak

terhadap kualitas udara, kualitas air dan laut, kualitas tanah serta dampak terhadap lingkungan global. Pemakaian energi fosil bertanggung jawab atas setengah dari emisi gas rumah kaca -yang merupakan penyebab terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim- di Indonesia. Laju pemakaian energi fosil yang tinggi akan mengakibatkan laju emisi CO₂ yang tinggi. Pada tahun 2010, emisi CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran energi fosil diperkirakan sekitar 460 juta ton dan tahun 2030 meningkat menjadi 2.160 juta ton menurut skenario dasar, 1.709 juta ton menurut skenario iklim 1, dan 1.387 juta ton menurut skenario iklim 2. Berdasarkan sektor pengguna energi fosil selama periode 2010 - 2030 dari ketiga skenario itu, sektor pembangkit tenaga listrik merupakan sektor penyumbang emisi CO₂ terbesar diikuti sektor industri, transportasi, rumah tangga, dan komersial (KESDM, 2009). Sektor pembangkit listrik sebagai penyumbang emisi CO₂ terbesar karena banyak pembangkit listrik yang beroperasi menggunakan energi fosil (minyak bumi dan batubara) seperti Pembangkit Listrik Tenaga Uap.

- b. Penggunaan yang boros. Setidaknya ada dua parameter untuk mengetahui tingkat penggunaan energi, boros atau tidak dalam mengkonsumsi energi, yaitu elastisitas dan intensitas energi. Dari kedua parameter tersebut, pemakaian energi Indonesia termasuk dalam kategori boros. Pertama, elastisitas energi Indonesia berada pada kisaran 1,04 - 1,35 dalam kurun 1985 - 2000. Angka tersebut cukup tinggi jika dibandingkan elastisitas energi negara-negara maju yang berada pada kisaran 0,55 - 0,65 pada kurun yang sama. Kedua adalah intensitas energi Indonesia sekitar empat kali intensitas energi Jepang (Index Jepang=100, Indonesia=400). Angka tersebut juga di atas intensitas energi negara Amerika Utara (sekitar 300) dan negara-negara OECD (sekitar 200) (DESDM, 2005).
- c. Permasalahan sosial. Sebagian besar kegiatan yang terkait dengan sumber daya energi fosil -terutama dalam hal eksploitasi dan konversi- merupakan

kegiatan yang sifatnya eksklusif. Di banyak tempat, justru masyarakat lokal termarginalkan dan tidak mendapatkan manfaat langsung dari hasil kegiatan, misalnya kegiatan pengilangan minyak bumi. Keberadaan kilang tidak berarti bahwa masyarakat lokal merupakan pihak pertama yang mendapatkan manfaat, justru mereka tidak memiliki akses akan hasil kilang tersebut.

Dalam sistem penyediaan dan pemanfaatan energi nasional, terdapat beberapa permasalahan energi listrik, antara lain :

- a. Konsumsi energi listrik terus meningkat yaitu sebesar 7% per tahun. Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan energi listrik ternyata tidak diimbangi dengan produksi listrik yang memadai. Sejak krisis ekonomi 1998 - 2003, pertumbuhan listrik menunjukkan angka negatif. Setelah periode itu (2003 - 2008), secara rata-rata permintaan listrik tumbuh 6,7% per tahun serta pemakaian listrik pada saat beban puncak tumbuh 4,8% per tahun. Sementara kapasitas pembangkit hanya tumbuh 3,5% per tahun. Pada tahun 2008 total kapasitas pembangkit listrik baru mencapai 30 GW. Akibat yang ditimbulkan adalah tidak seimbangnya antara *supply* dan *demand* karena pembangunan pembangkit listrik tidak dapat mengejar permintaan pasar.
- b. Rasio elektrifikasi tahun 2008 baru mencapai 65%. Pelayanan listrik baru menjangkau pemukiman di perkotaan, sementara wilayah pedesaan masih banyak yang belum terjangkau listrik. Dengan jumlah penduduk 240 juta jiwa, berarti masih ada sekira 84 juta penduduk yang tidak mendapat pelayanan energi listrik. Khusus di wilayah Jawa Barat, masih ada sekira 36% masyarakat yang belum menikmati terangnya listrik di rumah mereka. Faktor sulitnya akses serta rendahnya kelayakan pemasangan jaringan ke pelosok terpencil adalah salah satu penyebabnya. Kondisi ini masih jauh di bawah angka rata-rata penggunaan listrik di Asia, seperti di Jepang, Singapura, dan Korea yang rasio elektrifikasinya sudah di atas 90%.

Setiap daerah di Indonesia memiliki potensi sumber daya alam dalam bentuk

“Sumber Energi Setempat (SES)”. Potensi SES ini umumnya berskala kecil dan tersebar. Setiap daerah mempunyai karakteristik SES yang berbeda, ada yang memiliki sumber daya energi air, energi angin, maupun energi surya. Potensi sumber daya Energi Baru Terbarukan (EBT) yang dimiliki Indonesia cukup besar akan tetapi pemanfaatan sumber daya EBT tersebut sangat minim. Mikrohidro, misalnya, baru dimanfaatkan kurang dari 20 persen dari potensinya, panas bumi baru dimanfaatkan sekira 4 persen, sementara biomassa kurang dari satu persen, hal ini diperlihatkan pada Tabel 22.

Tabel 22. Potensi EBT Indonesia (KESDM, 2010)

No	Energi Terbarukan	Sumber Daya (SD)	Kapasitas Terpasang (KT)	Rasio KT/SD (%)
1	2	3	4	5 = 4/3
1	Tenaga Air	75.670 MW	4.200 MW	5,55
2	Panas Bumi	28,53 GW	1.189 MW	4,2
3	Mini/Mikro Hidro	500 MW	86,1 MW	17,56
4	Biomass	49.810 MW	445 MW	0,89
5	Tenaga Surya	4,80 kWh/m ² /hari	14,1 MW	
6	Tenaga Angin	3 – 6 m/s	1,4 MW	0,015
7	Uranium	3.000 MW (e.q. 24.112 ton) untuk 11 tahun*)	30 MW	1,00

*) Hanya di Kalan - Kalimantan Barat

Energi Baru Terbarukan merupakan sumber energi alternatif yang dapat menggantikan energi fosil yang jumlahnya semakin berkurang. Pemanfaatan EBT bertujuan sebagai upaya mitigasi dampak emisi karbon yang menyebabkan pemanasan global, upaya mitigasi resiko gejolak kenaikan harga minyak dunia, dan upaya untuk sekuriti penyediaan listrik bagi generasi mendatang. EBT lebih

secure dan lebih tinggi *environmental sustainability*nya. Selain itu, pengembangan EBT juga merupakan amanat dari Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi. Dengan salah satu agenda pengembangan EBT adalah Program Pemanfaatan Tenaga Air *Low Head High Quantity* (LHHQ) (KESDM, 2010).

Pembangkit Listrik Tenaga Air (*Hydro Power*) adalah sistem pembangkit yang memanfaatkan energi mekanik (energi kinetik dan energi potensial) yang dimiliki air untuk diubah menjadi energi listrik.

Dengan adanya isu lingkungan, variasi kebutuhan, dan prinsip pembangunan berkelanjutan semakin mendorong pengembangan dan pemanfaatan EBT berupa *hydro power* dalam berbagai skala. Penskalaan berhubungan dengan kapasitas daya listrik yang dihasilkan dan juga bergantung kepada kapasitas potensi sumber daya yang dimiliki. *Hydro Power* skala besar (*large*) menghasilkan daya listrik lebih besar dari 100 MW, *medium* 10 - 100 MW, *small* 1 - 10 MW, *mini* 100 kW - 1 MW, *micro* 10 - 100 kW, *nano* 0,1 - 10 kW (Furukawa, 2006). Renewable Energy Vocabulary (2011) mendefinisikan bahwa *micro* 100 – 2.000 W, sedangkan *nano* \leq 100 W.

Indonesia telah memiliki *hydro power* skala besar seperti Jatiluhur (175 MW), Asahan (180 MW), Saguling (700 MW), dan Cirata (1.008 MW). Sedangkan skala mikro yang sudah dibangun sekira 70 buah yang berada di lokasi antara lain Desa Jayamukti Garut Jawa Barat (5 kW), Desa Lubuk Beringin Jambi (5 kW), Desa Tanjung Lokang Kapuas Hulu Kalimantan Barat (9 kW), Kemukiman Lhoong NAD (23 kW), Desa Melong Subang Jawa Barat (100 kW), dan Kampus UMM (100 kW).

Hydro Power skala besar belum sepenuhnya dapat memenuhi kebutuhan energi listrik di perkotaan dan pedesaan, karena kesulitan distribusinya secara merata yang membutuhkan jaringan kabel puluhan bahkan ratusan kilometer sehingga menjadikannya tidak ekonomis dan efisien. Sementara itu *hydro power* skala kecil dapat menjadi alternatif solusi terhadap permasalahan keterbatasan

sistem jaringan, akses transportasi, dan biaya. Pembangkit inipun dapat diterapkan di sepanjang daerah aliran sungai di berbagai wilayah Nusantara.

Hydro Power skala kecil (Mikro Hidro maupun Nano Hidro) memiliki beberapa kelebihan antara lain tidak memerlukan waduk/dam, bebas emisi, bersih lingkungan, tidak konsumtif terhadap pemakaian air, besar energi dapat diperhitungkan, energi bersifat terbarukan, mudah dioperasikan, biaya operasi murah, tahan lama (sekira 30 tahun), dan sesuai untuk daerah terpencil.

Berdasarkan latar belakang dan isue-isue yang telah diuraikan, maka perlu dikembangkan suatu inovasi pembangkit listrik tenaga air skala kecil. Pembangkit listrik ini memanfaatkan aliran sungai langsung atau irigasi yang memiliki *debit* kecil dan berubah-ubah, serta tidak memerlukan pekerjaan konstruksi sipil (bendungan, bak penampung, saluran pembawa, pipa pesat). Pembangkit listrik ini berbentuk *portable* sehingga dapat dipindah-pindahkan. Pembangkit listrik tenaga air skala kecil ini bersifat baru dan orisinal, yang memiliki keutamaan : (1) Tidak memerlukan waduk/dam atau bak penenang (*no dam*), (2) Tidak memerlukan *head* (*no head*), (3) Dapat memanfaatkan *debit* yang kecil (*low debit*) dan berubah-ubah yang berasal dari aliran sungai atau irigasi, (4) Berbentuk *portable*, (5) Praktis/mudah dalam pengoperasian (*easy operating*), dan (6) Biaya investasi yang kecil. Pembangkit listrik tenaga air tersebut diberi nama "*Portable Micro Hydro Generator* (PMHG)" dan "*Portable Nano Hydro Generator* (PNHG)".

4.2. Benchmarking

Penelitian tentang *hydro power* sudah banyak dilakukan di dunia, baik untuk *hydro power* skala besar maupun skala kecil. Fokus penelitian berupa analisis sistem, desain sistem, pemodelan, simulasi, studi optimasi, studi keekonomian, studi geologi, studi hidrologi, maupun *country report*.

Penelitian yang fokus pada analisis sistem antara lain dilakukan oleh Xianlin Liu dan Chu Liu yang mengkaji tentang analisis *eigen* untuk ketidakstabilan sistem *hydro power plant* (Liu, 2007). Jianxu Zhou, Ming Hu, Fulin Cai, dan Rong Hu

melakukan penelitian eksperimental untuk menganalisis kestabilan sistem *hydro-mechanic-electrical* dalam *hydro power station* (Zhou, 2009). Zhang Qiling dan Wu Hegao telah mengembangkan analisis Modal untuk *hydro power house* dengan menggunakan metoda *finite element* (Qiling, 2009).

Penelitian yang membuat desain sistem antara lain telah dilakukan oleh Ghanashyam Ranjitkar, Jinxing Huang dan Tony Tung yang mendesain *micro-hydro power* untuk diterapkan di daerah-daerah terpencil (Ranjitkar, 2006). Liu Suyi dan Wang Shuqing telah membuat multi sensor untuk mendeteksi *cavitation* yang terjadi di dalam turbin *hydro power* (Suyi, 2007). Jiaping Liao, Li He, Xiaohui Yuan, dan Hui Li berhasil membuat aplikasi sistem pendukung keputusan untuk *hydro power station* (Liao, 2008).

Penelitian yang mengembangkan model *hydro power* antara lain telah dilakukan oleh Deependra Kumar Jha, Naoto Yorino, dan Yoshifumi Zoka yang mengembangkan modifikasi model DEA (*Data Envelopment Analysis*) untuk *benchmarking hydro power plants* (Jha, 2007). Haiyan Bao, Jiandong Yang, dan Liang Fu mengembangkan model dinamik non linear dan strategi kontrol proses transien di dalam *hydro power station* yang menggunakan turbin Francis (Bao, 2009). Monica S. Zambelli, Ivette Luna, dan Secundino Soares mengembangkan model perkiraan aliran air untuk mengoperasikan *hydro power* dalam waktu jangka panjang berdasarkan optimasi non linear deterministik (Zambelli, 2009).

Penelitian yang bertujuan untuk mensimulasikan sistem *hydro power* antara lain dilakukan oleh Fang Hong-qing dan Shen Zu-yi yang mensimulasikan fenomena transien hidraulik untuk *hydro power plants* (Hong-qing, 2005). Nian Shi dan Xianshan Li yang membuat program simulasi untuk mempelajari sistem proteksi yang terjadi di dalam *hydro power plants* (Shi, 2008). Wei Luo, Quan Liu, Zhigen Hu, dan Yafeng Qiu membuat program simulasi untuk melakukan optimasi dinamika *hydro power plants* berbasis jaringan petri (Luo, 2008). Dan Wang, Hongguang Cheng, Fanghua Hao, Ayan Zeng, Jiayu Wu, dan Li Gong membuat program simulasi dinamik untuk mengkonstruksi *hydro power station* (Wang,

2008).

Penelitian yang mengkaji optimasi sistem *hydro power plants* antara lain dilakukan oleh S. Ali A. Moosavian, A. Ghafari, A. Salimi, dan N. Abdi yang membuat studi optimasi non linear multi obyektif untuk mengontrol *hydro power plants network* (Moosavian, 2008). Tinghong Zhao, Zibin Man, dan Xueyi Qi mengembangkan sistem operasi terpadu yang optimal untuk *hydro power stations* berbasiskan *Multi-Agent* (Zhao, 2008). Wenping Chang, Xianjue Luo, dan Hai Yu mengembangkan sistem optimasi berbasis *Fuzzy* untuk mengoperasikan *hydro power station* dalam jangka panjang (Chang, 2009).

Penelitian yang mengkaji tentang aspek keekonomian dari *hydro power plants* antara lain dilakukan oleh K. Kusakana, J.L. Munda, dan A.A Jimoh yang melakukan perhitungan untuk membandingkan biaya yang terjadi dari pemakaian *hydro power* (5,68 kW) dan Generator Diesel (10 kW) (Kusakana, 2008). Xiaoqiang Xue, Jingwei Zhang, Jianhua Zhang, Zifa Liu, Peiwei Liu, dan Hui Zhao melakukan penelitian untuk mengetahui partisipasi *hydro power* dalam pasar kelistrikan berdasarkan teori *Game* (Xue, 2008). Gao Tian-peng mengembangkan sebuah infrastruktur manajemen proses bisnis untuk perusahaan *hydro power* (Tian-peng, 2009).

Penelitian yang mengkaji aspek geologi untuk *hydro power plants* antara lain dilakukan oleh Ming-Yuan Yang, Yan Lu, dan Yong-Jun Lu yang meneliti tentang instabilitas batuan di sekitar *hydro power station* (Yang, 2009). Shouyun Liang dan Xiumei Yang mengembangkan metode penilaian bencana longsor berbasiskan GIS (*Geographical Information Systems*) di sekitar *hydro power station*, dengan studi kasus di China (Liang, 2008).

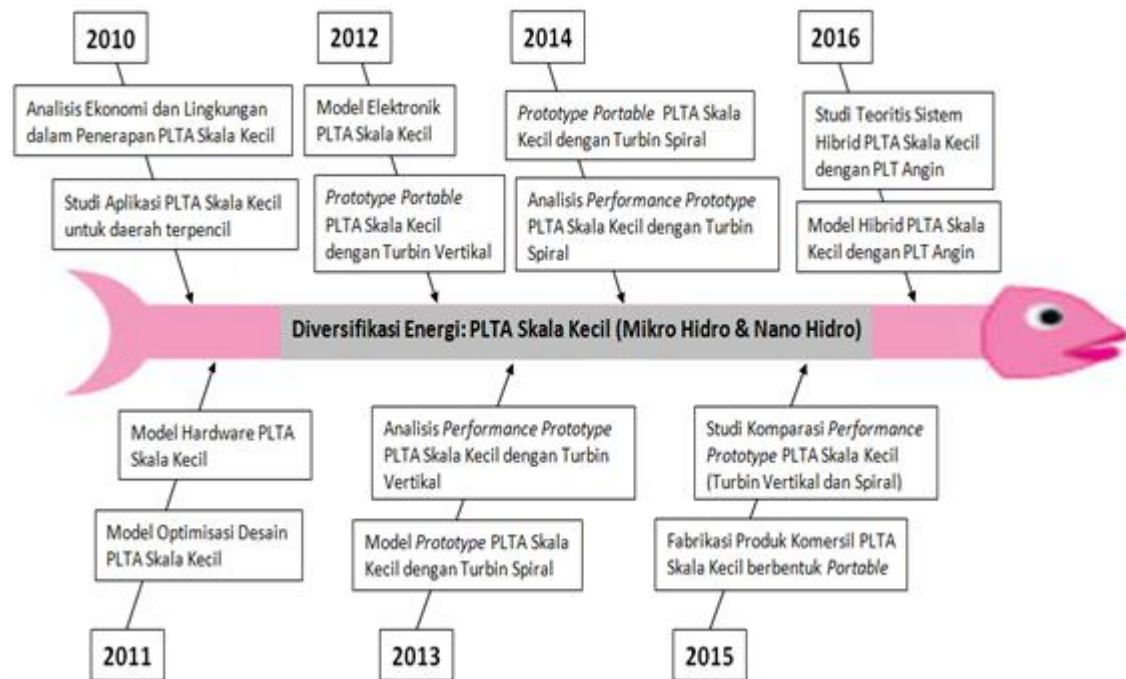
Penelitian yang mengkaji aspek hidrologi antara lain dilakukan oleh Deependra Kumar Jha, Naoto Yorinoa, Yoshifumi Zokaa, Yutaka Sasakia, Yuki Hayashia, Kazunoni Iwatab dan Ryuji Oe yang mengembangkan pendekatan berbasiskan SDP (*Stochastic Dynamics Programming*) dalam sistem reservoir untuk *hydro power plants* (Jha, 2009). Gao Tian-peng, Ren Pei-yu, dan Peng

Qing-feng melakukan studi untuk mengembangkan manajemen pengembangan sungai untuk *hydro power plants* (Tian-peng, 2009).

Penelitian yang mengkaji tentang kinerja *hydro power plants* di suatu negara antara lain dilakukan oleh Saiyed Abid Hussain yang meneliti tentang *hydro power plants* di Pakistan (Hussain, 1993). Fabian Acker meneliti tentang *hydro power plants* di China (Acker, 1997). Shuti Fu dan Jin Zhong meneliti tentang *hydro power plants* di China (Fu, 2008).

4.3. Roadmap dan Target Hasil Penelitian

Roadmap penelitian dalam Klaster Mikro Hidro yang dilaksanakan oleh Group Riset Rekayasa Energi Terbarukan - Laboratorium Riset Energi dan Sistem - Jurusan Fisika FMIPA Universitas Padjadjaran dalam kurun waktu tahun 2010 – 2016 diperlihatkan pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Roadmap Penelitian Klaster Mikro Hidro

Target hasil akhir dari penelitian ini adalah dihasilkannya suatu Produk Teknologi berupa "*Portable Micro Hidro Generator*" pada tahun 2015, yang dapat

langsung digunakan oleh masyarakat umum. Hasil akhir ini diharapkan dapat menjadi Produk Unggulan yang dihasilkan oleh Universitas Padjadjaran.

Untuk mencapai target hasil akhir tersebut, beberapa hasil yang diperoleh, ialah :

1. Artikel Ilmiah yang dipresentasikan pada Seminar Nasional dan Internasional.
2. Artikel Ilmiah yang dipublikasikan dalam Jurnal Nasional Terakreditasi dan Jurnal Internasional.
3. Buku yang diterbitkan oleh Unpad Press.
4. Prototype Produk.
5. Paten/HKI.

Hasil yang telah dicapai pada tahun 2010, ialah :

- a. Artikel Ilmiah, berjudul “Analisis Ekonomi dan Lingkungan Penerapan *Nano Hydro Power Generation*”, yang dipresentasikan pada Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA, di FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, Mei 2010.
- b. Artikel Ilmiah, berjudul “Aplikasi *Nano Hydro Power* untuk daerah terpencil”, yang dipresentasikan pada Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA, di FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, Mei 2010.

Hasil yang telah dicapai pada tahun 2011, ialah :

- a. Artikel Ilmiah, berjudul “Model *Hardware* Pembangkit Listrik Tenaga Air Skala Kecil”, yang dipresentasikan pada Seminar Nasional Fisika 2011, di Pusat Penelitian Fisika-LIPI, Juli 2011.
- b. Artikel Ilmiah, berjudul “*Optimization Model of Nano-Hydropower Generation Design*”, yang dipresentasikan pada Seminar Nasional Fisika 2011, di Pusat Penelitian Fisika-LIPI, Juli 2011.
- c. Artikel Ilmiah, berjudul “*Modeling of Paralleled Series-Loaded-Resonant Converter with Phase Shifting Control*”, yang dipublikasi dalam *International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computation*, Vol. 2 No. 3 (2011) 259-275.

Hasil yang telah dicapai pada tahun 2012, ialah :

- a. Buku, berjudul “PLTA Kecil : Energi Baru Terbarukan yang Ramah Lingkungan”, yang diterbitkan oleh Unpad Press, dengan nomor ISBN 978-602-8743-98-3.
- b. Artikel Ilmiah, berjudul “Studi Pengembangan Model Fisika Pembangkit Listrik Nano Hidro”, yang dipresentasikan pada Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA, di FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, Mei 2012.
- c. Artikel Ilmiah, berjudul “Model Elektronik Pembangkit Listrik Nano Hidro”, yang dipresentasikan pada Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA, di FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, Mei 2012.
- d. Artikel Ilmiah, berjudul “*A Comparison of Multiple Boost Configurations for Small Renewable Energy Battery Storage System*”, yang akan dipresentasikan pada International Conference on Sustainable Energy Engineering and Application (ICSEEA) 2012, November 2012.

4.4. Sumber Daya Manusia dan Bidang Penelitian

Tim Peneliti yang tergabung dalam Group Riset Rekayasa Energi Terbarukan - Laboratorium Riset Energi dan Sistem - Jurusan Fisika FMIPA Universitas Padjadjaran, sebagai berikut :

- a. Dr. Mohammad Taufik (FMIPA Unpad)
- b. Prof. Dr. Bernard Y. Tumbelaka, M.Eng.Sc. (FMIPA Unpad)
- c. Prof. Dr. H. Adjat Sudrajat, M.Sc. (FTG Unpad)
- d. Dr.rer.nat. Yudi Rosandi (FMIPA Unpad)
- e. H. Aswad Hi. Saad, Drs., M.S. (FMIPA Unpad)
- f. H. Wahyu Alamsyah, Drs., M.S. (FMIPA Unpad)
- g. Otong Nurhilal, S.Si., M.Si. (FMIPA Unpad)

4.5. Fasilitas

4.5.1. Fasilitas yang telah ada

Peralatan yang dimiliki oleh Laboratorium Riset Energi dan Sistem - Jurusan Fisika FMIPA Universitas Padjadjaran, adalah :

1. Digital Power Meter
2. Power Analyzer
3. Digital Multimeter
4. Digital Oscilloscope
5. Scopemeter
6. Adjustable Speed Drive

4.5.2. Fasilitas yang diusulkan

Peralatan yang diusulkan, adalah:

1. Power Generator Machine tipe DC
2. Power Generator Machine tipe AC
3. Power Stabilizer
4. Digital Pulse Meter
5. DC Field Power Component
6. Power Resistor Tools Kit
7. Power - Load Variable
8. Mechanic Tools Set

4.6. Kerjasama

Penelitian yang dilakukan oleh Group Riset Rekayasa Energi Terbarukan - Laboratorium Riset Energi dan Sistem - Jurusan Fisika FMIPA Universitas Padjadjaran, untuk menghasilkan Produk Teknologi berupa *Portable Micro Hydro Generator*, merupakan tindak lanjut dari kerja sama dengan Prof. Dr. Taufik (CalPoly State University, USA) dari *College of Engineering California*

Polytechnic State University (CalPoly) dengan Universitas Padjadjaran, yang naskah kerja samanya diperlihatkan pada Lampiran II.

4.7. Rencana Penelitian Tahun 2013-2016

Tabel 23. Rencana penelitian tahun klaster Mikro Hidro tahun 2013-2016

No	Tahun	Judul Penelitian	Jumlah Dana yang Dibutuhkan (Rp)	Peneliti	Output							
					J. Int.	J. Nas. Ak.	J. Nas.	Proc. Int.	Proc. Nas.	HKI	Prototipe	Produk
1	2013	Pemodelan dan Simulasi <i>DC-DC Converter</i> untuk <i>Portable Micro Hydro Generator</i>	100.000.000,- (PPM Produktif)	1. Dr. M. Taufik 2. Otong Nurhilal, M.S.		√			√			
2	2013	Rancang bangun dan Pengujian <i>DC-DC Converter</i> untuk <i>Portable Micro Hydro Generator</i>	150.000.000,- (PPM Produktif)	1. Dr. Bernard, Y.T 2. Aswad, M.S.	√			√				
3	2014	Pemodelan dan Simulasi Turbin Air bentuk Vertikal untuk <i>Portable Micro Hydro Generator</i>	100.000.000,- (PPM Produktif)	1. Otong Nurhilal, M.S. 2. Aswad, M.S.		√			√			
4	2014	Rancang bangun dan Pengujian Turbin Air bentuk Vertikal untuk <i>Portable Micro Hydro Generator</i>	200.000.000,- Stranas	1. Dr. M. Taufik 2. Dr. Bernard	√			√		√		

5	2015	Pemodelan dan Simulasi Turbin Air bentuk Spiral untuk <i>Portable Micro Hydro Generator</i>	100.000.000,- (PPM Produktif)	1. Dr. Bernard 2. Otong Nurhilal, M.S.		√			√			
6	2015	Rancang bangun dan Pengujian Turbin Air bentuk Spiral untuk <i>Portable Micro Hydro Generator</i>	200.000.000,- Stranas	1. Dr. M. Taufik 2. Aswad, M.S.	√			√		√		
7	2016	Optimasi <i>Performance</i> Sistem <i>Portable Micro Hydro Generator</i>	200.000.000,- Stranas	1. Aswad, M.S. 2. Otong Nurhilal, M.S.	√			√				
8	2016	Rancang bangun <i>Prototype Portable Micro Hydro Generator</i> yang Optimal	250.000.000,- Andalan	1. Dr. Bernard 2. Dr. M. Taufik	√			√		√		
9	2016	Integrasi dan Implementasi <i>Portable Micro Hydro Generator</i> dengan <i>DC House</i>	300.000.000,- Stranas Unggulan	1. Dr. M. Taufik 2. Dr. Bernard	√			√		√		

4.8. Ringkasan

Penelitian bidang Energi dalam klaster Mikro Hidro di Group Riset Rekayasa Energi Terbarukan - Laboratorium Riset Energi dan Sistem - Jurusan Fisika FMIPA Universitas Padjadjaran, telah berlangsung sejak tahun 2010. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi nyata bagi Bangsa Indonesia dalam hal penyediaan Energi Listrik yang bersumber dari energi terbarukan, yaitu energi air. Hasil akhir yang ditargetkan adalah berupa Produk Teknologi yang diproduksi secara massal dan komersil pada tahun 2015 sehingga dapat digunakan oleh seluruh rakyat Indonesia. Produk Teknologi yang dimaksud adalah *Portable Micro Hidro Generator*.

Portable Micro Hidro Generator diharapkan dapat menjadi produk unggulan hasil penelitian yang dihasilkan oleh Universitas Padjadjaran.

4.9. Referensi

1. Acker, F. 1997. ***Electricity in China***. Melalui <<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=586156>> [12/01/2010]
2. Bao, Haiyan *et al.* 2009. ***Study on Nonlinear Dynamical Model and Control Strategy of Transient Process in Hydropower Station with Francis turbine***. Melalui <<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4918827>> [22/02/2010]
3. Bernard Y. Tumbelaka, Mohammad Taufik. 2011. ***Optimization Model of Nano-Hydropower Generation Design***. Prosiding Seminar Nasional Fisika 2011. Serpong: Pusat Penelitian Fisika-LIPI
4. Chang, Wenping *et al.* 2009. ***A Fuzzy Adaptive Particle Swarm Optimization for Long-Term Optimal Scheduling of Cascaded Hydropower Station***. Melalui <<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4839958>> [12/01/2010]
5. DESDM. 2005. ***Blueprint Pengelbaan Energi Nasional 2005 - 2025***. Jakarta: Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral
6. Fu, Shutu and Jin Zhong. 2008. ***Hydro power in China***. Melalui <<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4555728>> [12/01/2010]
7. Furukawa, A. 2006. ***Research and Development in Japan for Micro***

- Hydropower Utilization.** Melalui http://www.pivlab.net/upload_file/Furukawa.pdf> [18/08/2009]
8. Hong-qing, Fang and Shen Zu-yi. 2005. **Modeling and Simulation of Hydraulic Transients for Hydropower Plants.** Melalui <http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1546782>> [12/01/2010]
 9. Hussain, S. A. 1993. **Hydro power for Pakistan.** Melalui <http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=220752>> [12/01/2010]
 10. Jha, D. K *et al.* 2007. **A Modified DEA Model for Benchmarking of Hydropower Plants.** Melalui <http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4538516>> [12/01/2011]
 11. Jha, D. K. *et al.* 2009. **Backward Search Approach to Incorporate Excess Stream Inflows in SDP Based Reservoir Scheduling of Hydropower Plants.** Melalui <http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4840036> [12/01/2010]
 12. K. Kusakana *et al.* 2008. **Economic and Environmental Analysis of Micro Hydropower System for Rural Power Supply.** Melalui <http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4762516>> [12/01/2010]
 13. KESDM. 2009. **Indonesia Energy Outlook 2009.** Melalui http://www.esdm.go.id/publikasi/indonesia-energy-outlook/cat_view/58-publikasi/332-indonesia-energy-outlook/339-ringkasan-eksekutif.html> [02/03/2011]
 14. KESDM. 2010. **Blueprint Pengembangan Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi.** Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
 15. Liang, Shouyun and Xiumei Yang. 2008. **Landslide Hazard Assessment Based on GIS : A Case Study of a Hydropower Station Area in China.** Melalui <http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=arnumber=5070121>> [12/01/2010]
 16. Liao, Jiaping *et al.* 2008. **Application of Decision Support System to Three Gorges Cascade Hydropower Station.** Melalui <http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4637494>> [12/01/2011]
 17. Liu, Xianlin and Chu Liu. 2007. **Eigenanalysis of Oscillatory Instability of a Hydropower Plant Including Water Conduit Dynamics.** IEEE Transactions on Power Systems 22(2):675-681. Melalui <http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4162607>> [12/01/2011]
 18. Luo, Wei *et al.* 2008. **The Simulation Study on Dynamic Optimization of Hydropower Project Earthwork Allocation System Based on Petri Net.** Melalui <http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4680025>

> [12/01/2010]

19. Mohammad Taufik. 2010. ***Analisis Ekonomi dan Lingkungan Penerapan Nano Hydro Power Generation***. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
20. Mohammad Taufik. 2010. ***Aplikasi Nano Hydro Power untuk Daerah Terpencil***. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
21. Mohammad Taufik, Bernard Y. Tumbelaka, 2011. ***Model Hardware Pembangkit Listrik Tenaga Air Skala Kecil***. Prosiding Seminar Nasional Fisika 2011. Serpong: Pusat Penelitian Fisika-LIPI
22. Mohammad Taufik. 2012. ***Studi Pengembangan Model Fisika Pembangkit Listrik Nano Hidro***. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
23. Mohammad Taufik. 2012. ***Model Elektronik Pembangkit Listrik Nano Hidro***. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
24. Mohammad Taufik. 2012. ***PLTA Kecil : Energi Baru Terbarukan yang Ramah Lingkungan***. Penerbit Unpad Press. ISBN 978-602-8743-98-3.
25. Moosavian, S. Ali A. *et al.* 2008. ***Non-Linear Multiobjective Optimization for Control of Hydropower Plants Network***. Melalui
<<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4601846>> [12/01/2010]
26. Qiling, Zhang and Wu Hegao. 2009. ***Modal Analysis of Hydropower House by Using Finite Element Method***. Melalui
<<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4918485>> [12/01/2011]
27. Ranjitkar *et al.* 2006. ***Application of Micro-hydropower Technology for Remote Regions***. Melalui
<<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4057337>> [22/02/2010]
28. Shi, Nian and Xianshan Li. 2008. ***Unified System Simulation of Relay Protection and Its Settings System for Hydropower Plants***. Melalui
<<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4675521>> [12/01/2010]
29. Suyi, Liu and Wang Shuqing. 2007. ***A Multi-sensor Fusion Method for the Detection of Cavitations in the Hydropower Turbine***. Melalui
<<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4347365>> [12/01/2010]
30. Taufik, Angel Alejandro Polleri, Makbul Anwari, Mohammad Taufik. 2011. ***Modeling of Paralleled Series-Loaded-Resonant Converter with Phase Shifting Control***. International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computation, Vol. 2 No. 3 (2011) 259-275
31. Tian-peng, Gao. 2009. ***A Business Process Management Infrastructure of***

- Ertan Hydropower Company.** Melalui
<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5116696> [12/01/2010]
32. Tian-peng, Gao. 2009. ***Study on River Development Management of Hydropower Enterprise Based on BPM : A Case Study of Ertan Company.*** Melalui
<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5138094>
 > [12/01/2010]
 33. Wang, Dan *et al.* 2008. ***Dynamic Simulation on the Spatio-temporal Patterns of Land Use in The Area of Continued Hydropower Station Construction in the Upper Reach of Yellow River.*** Melalui
<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4779821> [12/01/2010]
 34. Xue, Xiaoqiang *et al.* 2008. ***The Research on participation in the Electricity Market of Hydropower Based on Game Theory.*** Melalui
<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4523473> [12/01/2010]
 35. Yang, Ming-Yuan *et al.* 2009. ***Instability of Rock-Fill Spur-Dykes Downstream of***
 36. ***Hydropower Station and Countermeasures.*** Melalui
<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4918437> [12/01/2010]
 37. Zambelli, M. S *et al.* 2009. ***Long-Term Hydropower Scheduling Based on Deterministic Nonlinear Optimization and Annual Inflow Forecasting Models.*** Melalui
<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5281782> [22/02/2010]
 38. Zhao, Tinghong *et al.* 2008. ***The United Optimal Operation System of Cascade Hydropower Stations Based on Multi-Agent.*** Melalui
<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4667901> [12/01/2010]
 39. Zhou, Jianxu *et al.* 2009. ***Experimental Research on Stability of Hydro mechanical-electrical System in Hydropower Station.*** Melalui
<http://www.ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4918356> [12/01/2011]

5. Biomassa: Bioetanol & Biogas

5.1. Latar Belakang

Permintaan energi global diperkirakan akan tumbuh pada tingkat pertumbuhan gabungan tahunan sebesar 1,7%, sampai tahun 2015 peningkatan permintaan energi > 25% (IEA World Energy Outlook 2006). Pertumbuhan produksi minyak jauh lebih rendah dari pertumbuhan konsumsi. Disamping itu, harga minyak dunia meningkat tajam menjadi >USD 70/barel, sedangkan ekonomi di Indonesia masih sangat tergantung pada sumber daya minyak. Oleh karena itu, devisa negara banyak terkuras untuk mengimpor minyak bumi. Biofuels berasal dari bahan biologis terbarukan (termasuk tanaman dan limbah hewan) diproyeksikan menjadi sumber energi alternatif yang berkembang sangat pesat, meningkat 15% per tahun sampai tahun 2015, menghasilkan peningkatan lima kali lipat kapasitas produksi biofuel.

Dengan meningkatnya harga bahan baku Biodiesel (CPO, Jarak Pagar dsb), perlu dicarikan alternatif sumber energi. Salah sumber energi alternatif adalah Minyak Nabati dari Microalgae. Microalgae mempunyai produktivitas tinggi dibandingkan dengan jenis tanaman lainnya seperti pada Tabel 24. Bidang ini akan dikaji oleh Jurusan Kimia, FMIPA.

Alternatif lain untuk sumber energi biomassa adalah bioetanol dari singkong dan biodiesel dari tanaman yang mengandung minyak akan dikerjakan oleh Lab Pasca Panen dan Teknologi Proses FTIP. Sumber energi biomassa lainnya yang potensial adalah pemanfaatan kotoran ternak dan juga sampah.

Alasan mengkaji potensi pemanfaatan singkong sebagai bahan baku pembuatan bioetanol adalah :

1. Tanaman singkong dapat tumbuh pada tanah marginal sekalipun dan tidak membutuhkan perawatan yang sulit.
2. Mempunyai kandungan pati yang tinggi (25 – 31,5%), sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber bioetanol.

3. Teknologi pembuatan bioetanol dari singkong yang tidak terlalu sulit.

Tabel 24. Kapasitas produksi minyak dari berbagai jenis tanaman

Jenis tanaman	Produksi minyak per tahun per Ha lahan
Jagung	172 Liter
Kedelai	446 Liter
Jarak pagar	600 Liter
Kelapa sawit (CPO)	5.830 Liter
Microalgae	136.900 Liter

Sedangkan alasan pengkajian pemanfaatan biji kemiri antara lain :

1. Tanaman kemiri dapat digunakan sebagai tanaman koservasi
2. Penanaman pohon kemiri dapat dilakukan bersamaan dengan tanaman pangan lainnya (tumpangsari)
3. Mempunyai kandungan trigliserida yang tinggi (55-65%) sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel
4. Permasalahan energi dari sumber minyak bumi di Indonesia dan meningkatnya kebutuhan hidup yang memerlukan suplai minyak perlu disolusikan. Untuk mengatasi keadaan ini perlu upaya pencarian sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui sehingga ketergantungan kepada sumber energi minyak bumi dapat dikurangi. Dengan luasnya hutan tropis dan aktivitas pertanian serta peternakan yang relatif besar sehingga limbah hutan, pertanian, dan peternakan tersedia cukup melimpah di Indonesia. Saat ini energy biomassa tersebut belum dimanfaatkan secara optimal. Biobriket merupakan sumber energi alternatif yang memiliki potensi cukup besar di Indonesia.

Biobriket menggunakan arang aktif berasal dari sisa-sisa bahan organik yang dihasilkan dari proses hidrolisi . Bahan baku pembuatan arang briket pada umumnya berasal dari tempurung kelapa, serbuk gergaji dan bungkil sisa

pengepresan biji-bijian, dan lain-lain. Produk biobriket yang dihasilkan diharapkan dapat dipakai di rumah tangga menggantikan energi panas dari bahan bakar minyak dan kayu bakar. Energi panas yang dihasilkan pada pembakaran bio-briket dapat dipakai antara lain untuk memasak.

Benthic Microbial Fuel Cell (BMFC) adalah fokus kajian yang dikelola oleh kelompok penelitian yang ada di Laboratorium Ilmu Kelautan – FPIK, Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Ekologi – jurusan Biologi FMIPA, serta Laboratorium - jurusan Fisika FMIPA.

BMFC memanfaatkan perbedaan potensial alami yang terdapat diantara air dan sedimen. Dengan menekan metabolisme listrik maka proses mikroba akan dihasilkan. Anoda disimpan di dalam sedimen anoxic, dan katoda direndam dalam air beroksigen. Tidak ada kebutuhan energi untuk membran proton-permeabel seperti pada sel bahan bakar umum karena proton yang dipertukarkan diantara oxic-anoxic pada batas air-sedimen. Perbedaan potensi alam 0,7 V antara air dan sedimen memungkinkan aliran arus listrik.

5.2. Benchmarking

Terdapat tiga generasi dalam pembuatan bahan bakar berbasis biomassa yaitu:

Generasi pertama: bahan bakar biomassa dibuat dari gula, pati, minyak nabati atau lemak binatang menggunakan teknologi konvensional.

Generasi kedua: pembuatan bahan bakar biomassa menggunakan biomassa untuk teknologi cairan, dari tanaman non-pangan. Dalam pengembangan biohydrogen, biomethanol, biodiesel, DMF, Bio-DME,.

Generasi ketiga: Bahan bakar biomassa dari ganggang/algae yang tidak perlu lahan darat. Algae adalah rendah masukan, tapi menghasilkan bahan baku untuk bahan bakar bio yang tinggi.

Berikut adalah motivasi pemanfaatan mikroalga sebagai alternatif energi

biomassa terbarukan:

1. Keanekaragaman mikroalga yang tinggi di Indonesia
2. Potensi geografis dengan perairan laut tropis yang luas dan sinar matahari yang melimpah.
3. Kemampuan untuk menfiksasi CO₂.
4. Berpotensi sebagai sumber bioenergy yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kandungan minyak dalam beberapa mikroalga ditampilkan dalam Tabel xx

Tabel 25. Kandungan Minyak berbagai jenis mikroalgae

Jenis Mikroalga	Kandungan Minyak (% berat kering)
<i>Brotycoccus braunii</i>	25-78
<i>Chlorella sp</i>	28-32
<i>Cryptocodinium conhii</i>	20
<i>Cylindrotheca sp</i>	16-27
<i>Danaliela primolecta</i>	23
<i>Isochrysis sp</i>	25-33
<i>Nannochloropsis sp</i>	31-68

Jenis limbah organik yang akan dikembangkan potensinya sebagai bahan baku biobriket adalah hasil penapisan dari kadar lignoselulotik proximat. Proses briketing a melalui proses pirolisis untuk menghasilkan karbon aktif. Penentuan bahan perekat dan daya tekan pembentukan pirolisis akan mempengaruhi kualitas kalor pemmabakaan briket. Paket biobriket akan dilengkapi dengan kompor briket. Implementasi produk biobriket hanya diorientasikan untuk skala rumah tangga.

Pada kajian BMFC, di dalam laboratorium, sel bahan bakar mikroba akan digunakan untuk menunjukkan bahwa kolonisasi preemptive selektif dapat

mengakibatkan kepadatan listrik melebihi $2,5 \text{ W/m}^2$. Saat ini desain mikrobiologi, elektroda, dan sistem benthic microbial fuel cell terus dioptimalkan sehingga memiliki kemampuan densitas daya $> 4 \text{ W/m}^2$. Kinerja jangka panjang dari perangkat prototipe BMFC yang terintegrasi dengan sensor air dan sistem telemetri terus digunakan dalam rangkaian ujicoba untuk menghasilkan energi alternative (Nielsen et al, 2007)

Reimers (2009) Menyebutkan bahwa mikroba ini memetabolisme bahan organik untuk menghasilkan persisten, tenaga listrik AC dengan kepadatan 0.38 W/m^2 area footprint. Sel bahan bakar mikroba memiliki kemampuan untuk mengubah limbah laut menjadi energi berkelanjutan yang bersih. Sel-sel bahan bakar ini tidak memanfaatkan semua katalis reaktif sehingga menjadi ramah lingkungan. BMFC menyediakan energi berkelanjutan karena memanfaatkan senyawa karbon secara alami yang tersedia di lingkungan perairan sebagai bahan bakar. Benthic microbial fuel cell pun menghasilkan listrik dengan pemanenan bahan bakar dan oksidan yang terjadi secara alami. Karena BMFC menggunakan katalis self-maintaining/self-repairing dan tidak memiliki bagian yang bergerak atau habis, maka energi yang dihasilkan oleh BMFC akan terjadi dalam jangka waktu yang panjang. Sejauh ini energi yang dihasilkan oleh proses metabolisme mikroba masih rendah, tetapi dapat ditingkatkan dengan cara memperluas permukaan elektroda.

Beberapa aspek penelitian yang menjadi fokus kajian BMFC adalah:

1. Melakukan isolasi dan uji kemampuan beberapa bakteri yang memiliki potensi sebagai sumber biogas dan listrik
2. Memperbanyak bakteri yang memiliki potensi sebagai sumber biogas dan listrik dengan cara melakukan kultur murni dalam sebuah reaktor
3. Pengembangan alat standar seperti elektroda yang dapat digunakan sebagai penyimpan bioenergi yang dihasilkan oleh BMFC

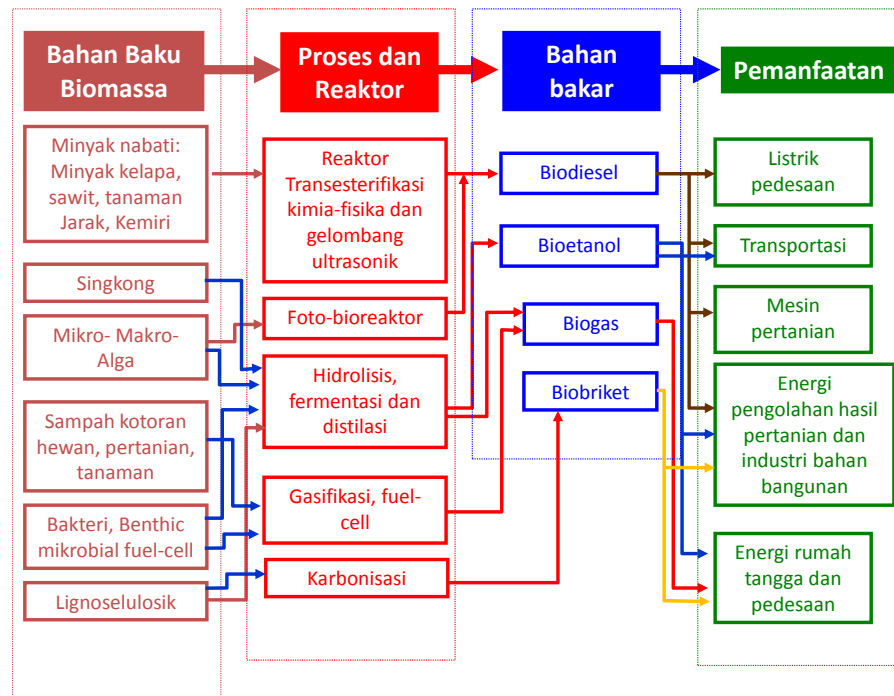


Gambar 13. Lowering the Benthic Microbial Fuel Cell (BMFC) into the water
Image: Oregon State University

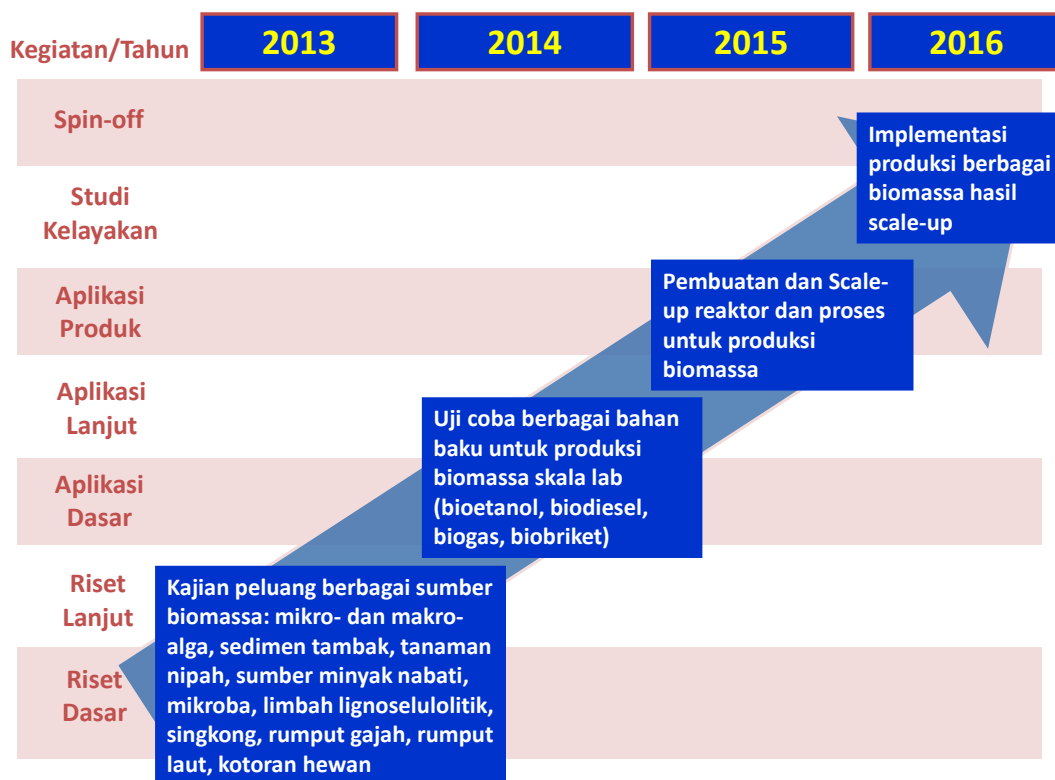
5.3. Roadmap dan Target Hasil Penelitian

Roadmap pengembangan keilmuan dalam Klaster Biomassa yang dilaksanakan oleh Universitas Padjadjaran dalam kurun waktu tahun 2010–2016 diperlihatkan pada **Gambar 14**. Diharapkan hasil-hasil penelitian klaster ini dapat dimanfaatkan untuk proses pengolahan hasil pertanian, listrik pedesaan, operasi mesin pertanian dan transportasi di daerah pedesaan sehingga mengurangi ketergantungan pada suplai bahan bakar dari pemerintah.

Roadmap Penelitian Klaster Biomassa



Gambar 14. Roadmap penelitian Energi Klaster biomassa Universitas Padjadjaran 2012–2016



Gambar 15. Rencana aktivitas penelitian Energi Klaster biomassa Universitas Padjadjaran 2012–2016

5.4. Sumber Daya Manusia

Tabel 26. Sumber daya manusia pada klaster Biomassa

No.	Nama	Prodi/Fak
1	Dr. Eng. Darmawan Hidayat	Fisika/FMIPA
2	Dr. Ruly Budiono	Biologi/MIPA
3	Dr. Sarifah Nurjanah	FTIP
4	Dr. Yudi N. Ihsan	FPIK
5	Dr. Tri Dewi K. Pribadi	Biologi/FMIPA
6	Dr. Ratu Safitri	Biologi/FMIPA
7	Dr. Mimin Muhaemin	FTIP
8	Dr. Iman Rahayu	Kimia/FMIPA
9	Dr. Asry Peni Wulandari	Biologi/FMIPA

5.5. Fasilitas

Terdapat beberapa laboratorium dan bengkel berikut yang menunjang penelitian biomassa.

1. Laboratorium instrumentasi elektronika dan kontrol di Prodi Fisika. Fasilitas ini mendukung dalam pembuatan Sistem kendali elektronik, meliputi:
 - a. Pengontrol-terprogram basis mikrokomputer
 - Mikrokontroler
 - *Programmable Logic Controller* (PLC)
 - b. Sistem akuisisi data basis komputer
2. Bengkel mekanik di Prodi Fisika dan FTIP. Fasilitas ini mendukung dalam pengerjaan sistem kontrol mekanik dan berbagai reaktor biomassa, meliputi:
 - a. Sistem mekanik (Fisika, FTIP)
 - Mesin kerja logam: bubut, bor, las
 - Mesin kerja pelat: mesin lipat, las titik, pengecatan
3. Laboratorium Kimia-Fisika yang berada di Jurusan Kimia. Fasilitas ini mendukung dalam eksperimen dan kajian fisika-kimia bahan biomassa mulai dari proses pembuatan, pengolahan dan uji coba biodiesel hingga pengukuran sifat fisiko-kimia: kadar pH, kandungan energi
4. Laboratorium Pasca Panen dan Teknologi Proses FTIP. Fasilitas yang tersedia diantaranya :
 - a. Mesin pengecilan ukuran
 - b. Peralatan destilasi
 - c. Spectrometer UV-VIS
 - d. pH-meter
 - e. Gas Chromatography
 - f. Atomic Absorption Spectroscopy

Selain itu, terdapat beberapa peralatan yang berkaitan dengan riset biomassa yang dapat digunakan seperti alat karakterisasi photoluminescence, UV-vis dan

FTIR.

Adapun peralatan yang dibutuhkan dan belum tersedia adalah :

1. Bomb calorimeter
2. Gas Chromatography Mass Spectrometer (GCMS)

Wahana Biobriket di Arboretum, drum pirolisis, mesin press briket

Tabel 27. Alat yang tersedia di Laboratorium Ilmu Kelautan

Jenis alat	Fungsi
CTD Pump	Untuk pengambilan sample di perairan anaerob
Autoklave	Sterilisasi
Centrifuge	Ekstraksi / pemisah supernatan
Cooling box	Penyimpanan sampel
Balance	Penimbangan
Magnetic stirer	Pencampuran
Botol Schott Duran	Perbanyakan sel mikroba
Transferpette	Penanganan sampel
Minisart Sartorius	Penyaringan sampel
Wathman filter	Penyaringan mikroba

Alat-alat lain dibutuhkan adalah mediator penyimpanan bioenergi ke dalam batterei.

5.6. Kerjasama

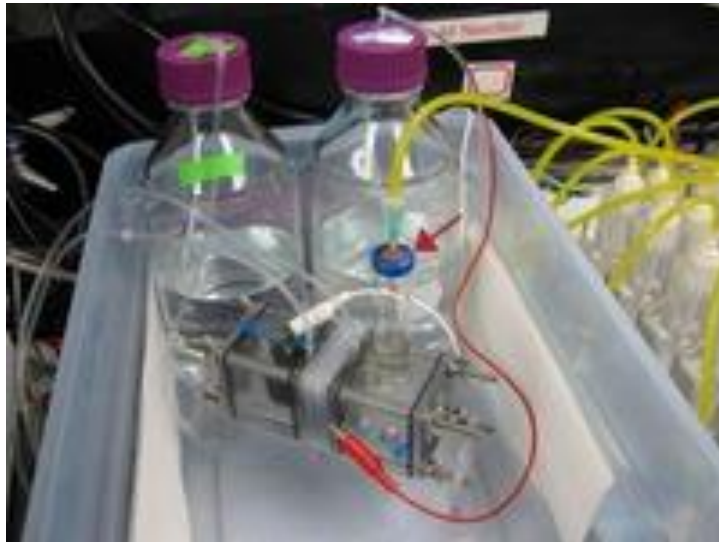
Sejumlah kerjasama telah dibangun dalam rangka riset biomassa antara Unpad dengan pihak lain baik lembaga pemerintah maupun perguruan tinggi yaitu:

- Politeknik Bandung (Polban)
- PT. Pindad
- Universitas Tanjung Pura
- ITM Malaysia

- US Queensland, Australia
- Sentra industri Rami, Garut
- LIPI

Kerjasama yang dilakukan untuk kegiatan Benthic Microbial Fuel Cell (BMFC) akan melibatkan beberapa Institusi di Luar Negeri, diantaranya:

1. Max Planck Institute for Marine Microbiology di Bremen – Germany (Dr. Gaute Lavik dan Dr. Marc Mußmann). Di lembaga ini, para peneliti dapat menggunakan beberapa alat seperti:
 - GCMS untuk mengukur gas seperti N_2 , CO_2 dan H_2 .
 - NanoSIMS untuk mengukur kandungan bahan organik pada mikroba
2. Institut für Physik, Abteilung Energie und Halbleiterforschung, Universität Oldenburg (Dr. cad. Rany Miranti). Di lembaga ini, para peneliti dapat melakukan eksperimen pemindahan energi dari cell ke elektroda.



Gambar 16. Aliran bioenergi ke dalam elektroda, Source: Y.Kim and B.E Logan/PS

5.7. Rencana Penelitian Tahun 2013-2016

Tabel 28. Rencana Penelitian klaster biomassa-biodiesel tahun 2013-2016

PENANGGUNG JAWAB PENELITIAN : Dr. Eng. Darmawan Hidayat

No	Tahun	Judul Penelitian	Jumlah Dana yang Dibutuhkan (Rp)	Peneliti	Output							
					J. Int.	J. Nas. Ak.	J. Nas.	Proc. Int.	Proc. Nas.	HKI	Prototipe	Produk
1	2013	Reaktor batch untuk proses transesterifikasi dan purifikasi biodiesel terkontrol <i>Programmable Logic controller</i> (PLC)	150.000.000	1. Dr. Eng. Darmawan Hidayat 2. Drs. Jajat Yuda Mindra, M.S.			√		√		√	√
2	2014	Produksi biodiesel dari berbagai bahan baku minyak menggunakan reaktor transesterifikasi terprogram otomatis	150.000.000	1. Dr. Eng. Darmawan Hidayat 2. Drs. Jajat Yuda Mindra, M.S.			√		√		√	√
3	2015	<i>Scale-up</i> reaktor transesterifikasi untuk produksi biodiesel	150.000.000	1. Dr. Eng. Darmawan Hidayat 2. Drs. Jajat Yuda Mindra, M.S.			√		√		√	√
4	2016	Implementasi reaktor transesterifikasi untuk produksi biodiesel skala tinggi	150.000.000	8. Dr. Eng. Darmawan Hidayat 9. Drs. Jajat Yuda Mindra, M.S.	√		√		√		√	

Tabel 29. Rencana Penelitian klaster Biomassa (Bioetanol) tahun 2013-2016

PENANGGUNG JAWAB PENELITIAN : Dr. Sarifah Nurjanah

No	Tahun	Judul Penelitian	Jumlah Dana yang Dibutuhkan (Rp)	Peneliti	Output								
					J. Int.	J. Nas. Ak.	J. Nas.	Proc. Int.	Proc. Nas.	HKI	Prototipe	Produk	
1	2013	Bioetanol : Kajian proses pemurnian bioetanol dari singkong yang ramah lingkungan	100.000.000,-	Dr. Sarifah Nurjanah Dr. Ratu Safitri Ruly, M.S.		√			√				
2	2014	Kajian nilai tambah pemanfaatan bioetanol dari pati, onggok dan chip singkong	60.000.000,-	Dr. Sarifah Nurjanah Dr. Ratu Safitri Ruly, M.S.			√		√				
3	2015	Rancang bangun reaktor untuk produksi bioetanol dari singkong	150.000.000,-	Dr. Sarifah Nurjanah Dr. Ratu Safitri Ruly, M.S.					√		√		
4	2016	Scale-up reactor untuk produksi biodiesel	150.000.000	Dr. Sarifah Nurjanah Dr. Ratu Safitri Ruly, M.S.			√		√		√	√	√

Tabel 30. Rencana Penelitian klaster Biomassa (Biodisel) tahun 2013-2016

PENANGGUNG JAWAB PENELITIAN : Dr. Sarifah Nurjanah

No	Tahun	Judul Penelitian	Jumlah Dana yang Dibutuhkan (Rp)	Peneliti	Output							
					J. Int.	J. Nas. Ak.	J. Nas.	Proc. Int.	Proc. Nas.	HKI	Prototipe	Produk
1	2013	Karakterisasi fisik dan kimia beberapa macam biji kemiri	100.000.000,-	1. Dr. Sarifah Nurjanah 2. Dr. Mimin Muahemin 3. Ruly, M.S.		√			√			
2	2014	Optimasi proses ekstraksi dan pemurnian minyak dari biji kemiri	100.000.000,-	1. Dr. Sarifah Nurjanah 2. Dr. Mimin Muahemin 3. Ruly, M.S.			√		√			
3	2015	Optimasi proses transesterifikasi dari minyak kemiri	150.000.000,-	1. Dr. Sarifah Nurjanah 2. Dr. Mimin Muahemin 3. Ruly, M.S.			√		√			
4	2016	Kajian tekno ekonomi biodiesel dari minyak kemiri	60.000.000,-	1. Dr. Sarifah Nurjanah 2. Dr. Mimin Muahemin 3. Ruly, M.S.			√		√			

Tabel 31. Rencana Penelitian klaster Biomassa- BIOBRIKET tahun 2013-2016

PENANGGUNG JAWAB PENELITIAN : Dr. Asri Peni Wulandari

No	Tahun	Judul Penelitian	Jumlah Dana yang Dibutuhkan (Rp)	Peneliti	Output							
					J. Int.	J. Nas. Ak.	J. Nas.	Proc. Int.	Proc. Nas.	HKI	Prototipe	Produk
1	2013	Penapisan jenis limbah biomassa dengan kadar lignin tinggi sebagai bahan baku biobriket	150.000.000	Dr. Asri Peni Wulandari		√			√			
2	2014	Proses Briketing dan uji kalor bakar Biobriket dan Teknoekonomi produksi Biobriket	150.000.000	Dr. Asri Peni Wulandari		√			√			√
3	2015	Support Instrumentasi Biobriket :Desain Preessing Mechine, dan kompor biobriket	150.000.000	Dr. Asri Peni Wulandari						√	√	
4	2016	Implementas Produk Biobriket untuk mengatasi energi skala rumah tangga dan tekno ekonomi Bioenergi alternatif skala Rumah tangga	150.000.000	Dr. Asri Peni Wulandari	√			√				

Tabel 32. Rencana Penelitian klaster Biomassa (Gasifikasi) tahun 2013-2016

PENANGGUNG JAWAB PENELITIAN : Dr. Mimin Muhaemin

No	Tahun	Judul Penelitian	Jumlah Dana yang Dibutuhkan (Rp)	Peneliti	Output							
					J. Int.	J. Nas. Ak.	J. Nas.	Proc. Int.	Proc. Nas.	HKI	Prototipe	Model
1	2013	Rancang bangun dan uji kinerja reaktor gasifikasi kontinyu skala laboratorium	100.000.000	Dr. Mimi Muhaemin					√			√
2	2014	Studi pemanfaatan hasil gasifikasi untuk motor bakar	150.000.000	Dr. Mimi Muhaemin			√		√			√
3	2015	Rancang bangun dan uji kinerja stasiun pemompaan air dengan energi biomassa di laboratorium dan lapangan	130.000.000	Dr. Mimi Muhaemin		√	√		√		√	
4	2016	Implementasi penerapan teknologi gasifikasi untuk pemompaan air di perkebunan atau pesawahan	150.000.000	Dr. Mimi Muhaemin		√	√		√		√	

Tabel 33. Rencana Penelitian klaster Biomassa - Biogas tahun 2013-2016

PENANGGUNG JAWAB PENELITIAN : Dr. rer. nat. Yudi N. Ihsan

No	Tahun	Judul Penelitian	Jumlah Dana yang Dibutuhkan (Rp)	Peneliti	Output							
					J. Int.	J. Nas. Ak.	J. Nas.	Proc. Int.	Proc. Nas.	HKI	Prototipe	Produk
1	2013	Isolasi dan Uji Kemampuan Bakteri NRSOB dari Sedimen Tambak Sebagai Sumber Biogas	250.000.000	Dr. rer. nat. Yudi N. Ihsan		√			√			√
2	2014	Optimasi Produksi Bakteri NRSOB yang berasal dari Sediment Tambak	200.000.000	Dr. rer. nat. Yudi N. Ihsan	√			√				√
3	2015	Reaktor Bioenergi yang Bersumber dari Bakteri NRSOB skala lab	300.000.000	Dr. rer. nat. Yudi N. Ihsan	√			√			√	√
4	2016	Dampak Ecologi dan Ekonomi Pemanfaatan Bakteri NRSOB sebagai bahan Alternatif Bioenergi	200.000.000	Dr. rer. nat. Yudi N. Ihsan			√		√		√	

5.8. Ringkasan

Berdasarkan uraian di atas, fokus klaster ini adalah pada pencarian sumber energi terbarukan dari biomassa seperti biodiesel, bioetanol dan biomassa dari hewan. Sumber bahan baku dan bahan mentah yang potensi menjadi biomassa terus dieksplorasi dan dikaji seperti pemanfaatan minyak-minyak nabati (tanaman Jarak Pagar, minyak kemiri, singkong dan sejenisnya), sumber tanaman bioetanol yang tidak berkompetisi dengan pangan manusia dan pemanfaatan berbagai kotoran hewan ternak yang berpotensi menjadi biogas. Disamping itu, juga akan dikembangkan teknologi pengolah sampah yang mampu menghasilkan energi biomassa. Pada tahun 2016 diharapkan Unpad memiliki keunggulan produk riset dalam bidang biomassa secara nasional dan menjadi riset unggulan universitas.

Biobriket adalah alternative bioenergi murah yang dihasilkan dari *renewable resources* bahan organik. Tahapan penelitian dirancang untuk empat tahun penelitian sejak 2013-2016. Dalam tahun ke-1 akan dilakukan kajian awal analisis jenis limbah organik dengan yang berpotensi dengan kadar lignin tinggi yang selanjutnya akan dikembangkan sebagai bahan baku biobriket. Penelitian tahun ke-2 bertujuan untuk mengembangkan teknologi biobriket dengan optimisasi penentuan jenis perekat dan daya tekan pada saat pengepresan. Tekno ekonomi produksi biobriket dilakukan untuk melihat kelayakan teknologi dalam konteks aplikasi di masyarakat. Penelitian tahun ke-3 adalah kegiatan riset untuk mendapatkan kompor briket dan desain alat pengepresan yang dapat digunakan untuk produksi skala besar. Tahun terakhir pelaksanaan riset adalah produksi biobriket skala besar dan untuk analisis kelayakan produk agar dapat diaplikasikan dengan segmen pasar Rumah tangga.

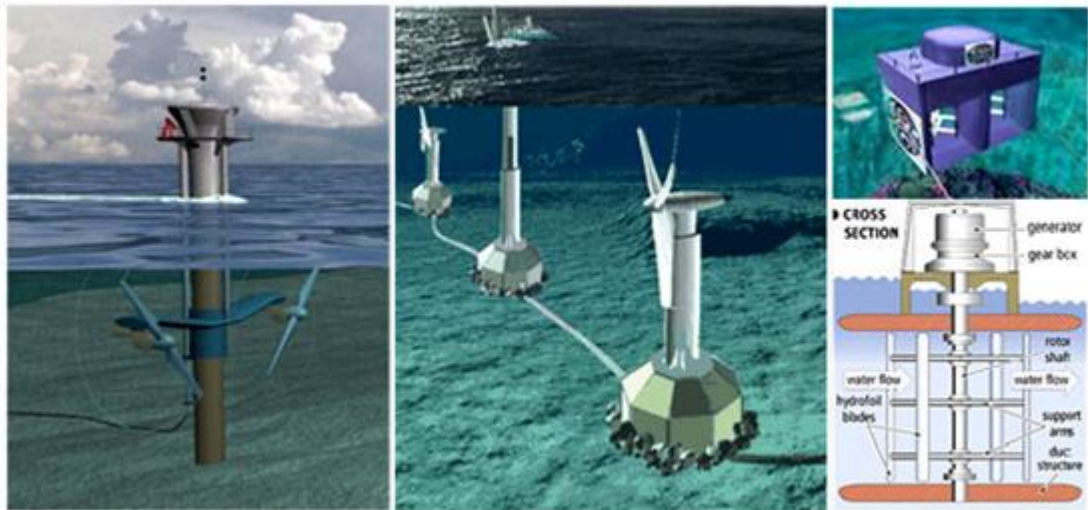
5.9. Referensi

1. [Mark Nielsen's Web page](#)
2. [Clare Reimers Web page](#)
3. Nielsen, M.E., Reimers, C.E., White, H.K., Sharma, S. and Girguis, P.R. 2008. [Sustainable energy from Deep Ocean Cold Seeps](#). *Energy and Environmental Science*.
4. Nielsen, M.E., Reimers, C.E. and Stecher, H.A. 2007. [Enhanced Power from Chambered Benthic Microbial Fuel Cells](#). *Environmental Science and Technology*, 41 (22); 7895-7900.

6. Energi Arus, Angin dan Gelombang Laut

6.1. Latar Belakang

Energi baru dan terbarukan menjadi isu yang utama pada abad ini mengingat fakta berkurangnya sangat cepat energi fosil. Dalam rangka mengatasi hal ini, pencarian energi lain sangat diperlukan untuk memberikan pilihan pemenuhan energi untuk kebutuhan manusia. Sumber energi yang dicari dan dikembangkanpun berasal dari sumber yang ramah lingkungan seperti air, udara, dan dari daratan. Salah satu energi yang sedang dikaji pada saat ini adalah yang berasal dari laut. Laut dapat memberikan potensi energi karena dinamikanya yang berlangsung terus menerus. Secara regional, Indonesia mempunyai $\frac{3}{4}$ luas lautan dari daratan. Energi laut sendiri yang memungkinkan adalah arus, gelombang, pasang surut, angin, dan perbedaan densitas.



Gambar 17. Pemanfaatan energi laut (Gunawan, 2012)

Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh asosiasi tersebut, secara teoritis, total sumberdaya energi laut nasional sangat melimpah, meliputi energi dari jenis panas laut, gelombang laut dan arus laut, yaitu mencapai 727.000 MW. Namun demikian, potensi energi laut yang dapat dimanfaatkan dengan menggunakan

teknologi sekarang dan secara praktis memungkinkan untuk dikembangkan, berkisar antara 49.000 MW. Di antara potensi sedemikian besar tersebut, industri energi laut yang paling siap adalah industri berbasis teknologi gelombang dan teknologi arus pasang surut, dengan potensi praktis sebesar 6.000 MW (Lubis, 2011).

Pengamatan primer yang telah dikaji adalah beberapa perairan di Indonesia mempunyai potensi untuk dikembangkan. Berkaitan dengan itu pula, salah satu fokus kajian yang implementatif adalah pemenuhan energi listrik untuk pulau-pulau kecil terutama yang terdapat mercu suar. Hal ini dilatarbelakangi oleh hampir terdapat 14.500 pulau kecil yang saat ini sedang dikembangkan untuk wisata bahari. Wisata dengan segala sarana dan prasarananya membutuhkan ruang untuk menghasilkan energi yang tidak mungkin dipasok dari pulau besar. Selain itu, hampir semua mercu suar yang ada di pulau kecil masih dipasok dari pulau besar (bukan dengan kabel tetapi solar yang dikirim secara rutin). Pemenuhan pulau kecil apabila bersumber dari pulau besar dengan menggunakan kabel bawah laut tidak sebanding dengan biaya yang dikeluarkan.

Untuk itu, kalau dilihat dari sumber energi tadi sangat memungkinkan untuk dikaji lebih jauh. Studi kasus yang telah kami lakukan di pulau Biawak, Indramayu menunjukkan bahwa energi angin sangat cocok untuk digunakan dikombinasikan dengan energi matahari. Wilayah selatan Jawa, Sumatera, Bali dsb sangat cocok dikembangkan untuk energi arus karena energi ini akan stabil jika mempunyai kecepatan diatas 3 m/s.

6.2. Benchmarking

Terbentuknya lembaga energi seperti ESDM dsb menjadikan sudah banyak pihak yang terlibat dalam bidang ini. Lembaga Negara seperti LIPI, ESDM, BPPT, dan PPPGL sudah melakukan kajian di beberapa wilayah. Namun, banyak kajian diarahkan pada mikrohidro, energi angin, dan sel surya. Beberapa Universitas dan lembaga swasta masih dalam pengkajian potensi. Namun, energi laut ini masih

sangat terbatas karena besarnya biaya dan kompleksnya dinamika laut yang dikaji. Indonesia sebagai Negara yang potensial karena dinamika arus yang kompleks dan kontinu sepanjang tahun. Beberapa aplikasi sudah ada seperti di selat Ombai untuk pembangkit tenaga arus, dan selatan Jawa Tengah untuk pembangkit tenaga gelombang.

Tantangan pada penelitian bidang ini adalah teknologi turbin untuk pembangkit daya yang spesifik dari sumber energi laut. Diperlukan simulasi untuk desain bilah dan juga aspek rekayasa bahannya.

6.3. Roadmap dan Target Hasil Penelitian

Laboratorium Ilmu dan Teknologi Kelautan FPIK mempunyai kajian di bidang Bioteknologi, Konservasi, dan Hidro-Oseanografi. Salah satu kajian energi laut berada pada bidang Hidro-Oseanografi. Kajian dasar telah dilakukan sejak tahun 2007 sejak mulai berdiri, namun secara individu sudah sejak tahun 2004. Kajian awal yang telah dilakukan adalah dengan menginventarisir karakteristik parameter fisis perairan di beberapa lokasi di Indonesia.

Tabel 34. Rencana dan Aktivitas Pengembangan Energi Laut

Kegiatan	2007-2011	2012-2017	2017-
Riset Dasar	Karakteristik kolom air (Arus, angin, pasut, densitas, dan gelombang)	Permodelan	
	Konsep purwarupa		
Riset Lanjut		Pemilihan lokasi dan Pengembangan aplikasi	
		Purwarupa	
		Studi Kelayakan	
Aplikasi		Optimaliasi kombinasi parameter	
		Model Pengembangan	
Aplikasi Lanjut			Industrialisasi dan pemenuhan kebutuhan

Kegiatan diatas merupakan rangkaian kegiatan yang sudah ada berdasarkan kajian ilmiah yang telah dilakukan dan akan diselenggarakan bersamaan sehingga menghasilkan produk yang diinginkan.



Gambar 18. Roadmap Kluster Arus, Angin dan Gelombang Laut

Dalam 2 tahun ini, melalui dana PHB dan Hibah Kompetitif, penelitian tentang kajian energi laut sudah dilaksanakan dan hasilnya sudah mendapatkan konsep tentang penggunaan energi laut yang tepat di salah satu pulau di Indramayu. Untuk mendukung kegiatan tersebut, target hasil yang diharapkan adalah :

1. Pada tahun 2012-2014, kami akan menargetkan hasil lokasi yang tepat (spesifik) untuk mooring instrumen dan konsep kombinasi instrumen,
2. 2014-2016, purwarupa alat dan proyek percontohan di salah satu pulau yang ada di Jawa Barat (Pulau Biawak-Mercu Suar).
3. 2016-2020, produk instrumen

4. Selain itu, setiap tahun akan menghasilkan artikel/jurnal/makalah.

6.4. Sumber Daya Manusia

Tabel 35. Sumber daya manusia pada klaster Arus, Angin dan Gelombang Laut

No.	Nama	Prodi/Fak
1	Noir P. Purba	Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelutan (FPIK)
2	Dr. rer.nat. Yudi Rosandi	Fiska/MIPA
3	Drs Doy Hardoyo, M.Eng.Sc	Fiska/MIPA
4	Ankiq Taofiqurohman, S.Si, M.Sc.	Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelutan (FPIK)
5	Yusuf Awaludin, S.Kel, M.Sc.	Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelutan (FPIK)

6.5. Fasilitas

Tabel 36. Peralatan yang dimiliki

Sudah Ada	Kegunaan
CTD	Pengukuran suhu
Anemoter manual	Angin
Current meter manual	Arus

Tabel 37. Peralatan yang diusulkan

Pengusulan	Kegunaan
ADCP	Arus 3 dimensi
Wave gauge	Gelombang
Anemoter digital	Angin
Echosounder	Bathimetri
SMS 11 dan MIKE 21	Software model

6.6. Kerjasama

Saat ini kerjasama sudah dilakukan dengan PT BORHAND yang bekerja dalam design dan mekanikal instrumen. Selanjutnya, kami juga sudah masuk dalam Masyarakat Energi UNPAD dan masyarakat Energi Terbarukan Indonesia (METI) yang didalamnya terdapat perusahaan penunjang METI. Saat ini komunikasi pribadi sudah terjalin dan diharapkan kedepannya dapat melakukan joint research.

6.7. Rencana Penelitian Tahun 2013-2016

Tabel 38. Rencana Penelitian klaster energi arus, angin dan gelombang laut

Penanggung Jawab Penelitian: Noir P. Purba, M.T.

No	Tahun	Judul Penelitian	Jumlah Dana yang Dibutuhkan (Rp)	Peneliti	Output							
					J. Int.	J. Nas. Ak.	J. Nas.	Proc. Int.	Proc. Nas.	HKI	Prototipe	Produk
1	2013	Pemetaan Potensi fisis perairan di pulau kecil terpilih	100.000.000	1. Noir P. Purba, M.T. 2. Ankiq Taofiqurohman, S.Si, M.Sc.		√			√			
2	2013	Karakterisasi arus laut di pantai Selatan jawa	150.000.000	1. Ankiq Taofiqurohman, S.Si, M.Sc. 2. Noir P. Purba			√		√		√	√
3	2013	Pemetaan kesesuaian perairan potensi energi laut di Indonesia	70.000.000				√		√		√	√
4	2013	Hubungan dinamika oseanografi dengan lingkup ekosistem	100.000.000		√		√		√		√	

No	Tahun	Judul Penelitian	Jumlah Dana yang Dibutuhkan (Rp)	Peneliti	Output							
					J. Int.	J. Nas. Ak.	J. Nas.	Proc. Int.	Proc. Nas.	HKI	Prototipe	Produk
5	2014	Pengembangan bahan Magnetik untuk supply Stator Magnet dari energi angin	150.000.000	1. Noir P. Purba 2. Ankiq Taofiqurohman, S.Si, M.Sc.			√		√		√	√
6	2014	Rancang Bangun pengukuran pasang-surut dan gelombang portabel	150.000.000	1. Drs Doy Hardoyo, M.Eng.Sc 2. Dr. rer.nat. Yudi Rosandi			√		√		√	√
8	2015	Permodelan sirkulasi angin, arus, gelombang dan pasut	100.000.000	1. Noir P. Purb 2. Ankiq Taofiqurohman, S.Si, M.Sc.	√		√		√		√	
9	2015	Pengembangan bentuk baling-baling penggerak rotor untuk arus dan angin	70.000.000	1. Dr. rer.nat. Yudi Rosandi 2. Noir P. Purb, M.T.								
11	2016	Pengembangan bahan dasar sistem	150.000.000	1. Noir P. Purb 2. Ankiq Taofiqurohman, S.Si, M.Sc.								
12	2016	Desain instrumen pengukur energi	150.000.000	1. Dr. rer.nat. Yudi Rosandi 2. Noir P. Purb, M.T.								

6.8. Ringkasan

Pulau pulau kecil menjadi prioritas dalam bidang kajian energi laut karena potensi pulau yang sangat baik, susahnya untuk mengalirkan energi dari pulau besar, dan pulau ini memang membutuhkan energi. Tahap awal adalah wilayah pulau mercu suar karena kebanyakan mercu suar hanya ditinggali <5 orang ditambah dengan mercu suar itu sendiri. Artinya, konsep energi yang dipakai adalah tidak terlalu besar sehingga diharapkan lebih cepat digunakan dan dirasakan manfaatnya. Dalam jangka panjang, efisiensi instrumen dan kombinasi energi menjadi fokus kajian .

6.9. Referensi

1. Gunawan, T. 2012. Pemanfaatan Energi Laut 2 : Pasang Surut
2. Lubis, S. 2011. Potensi Arus Laut di Indonesia. PPPGL

7. Geothermal

7.1. Latar Belakang

Energi panas Bumi adalah energi yang diekstraksi dari panas yang tersimpan di dalam bumi. Energi panas Bumi ini berasal dari aktivitas tektonik di dalam bumi yang terjadi sejak planet ini diciptakan. Panas ini juga berasal dari panas matahari yang diserap oleh permukaan Bumi. Energi ini telah dipergunakan untuk memanaskan (ruangan ketika musim dingin atau air) sejak peradaban Romawi, namun sekarang lebih populer untuk menghasilkan energi listrik. Sekitar 10 Giga Watt pembangkit listrik tenaga panas Bumi telah dipasang di seluruh dunia pada tahun 2007, dan menyumbang sekitar 0.3% total energi listrik dunia.

Energi panas Bumi cukup ekonomis dan ramah lingkungan, namun terbatas hanya pada dekat area perbatasan lapisan tektonik. Pangeran Piero Ginori Conti mencoba generator panas Bumi pertama pada 4 July 1904 di area panas Bumi Larderello di Italia. Grup area sumber panas Bumi terbesar di dunia, disebut *The Geyser*, berada di Islandia, kutub utara. Pada tahun 2004, lima negara (El Salvador, Kenya, Filipina, Islandia, dan Kostarika) telah menggunakan panas Bumi untuk menghasilkan lebih dari 15% kebutuhan listriknya.

Energi panas Bumi adalah energi yang diekstraksi dari panas yang tersimpan di dalam Bumi. Energi panas Bumi ini berasal dari aktivitas tektonik di dalam Bumi yang terjadi sejak planet ini diciptakan. Panas ini juga berasal dari panas matahari yang diserap oleh permukaan Bumi. Energi ini telah dipergunakan untuk memanaskan (ruangan ketika musim dingin atau air) sejak peradaban Romawi, namun sekarang lebih populer untuk menghasilkan energi listrik. Sekitar 10 Giga Watt pembangkit listrik tenaga panas Bumi telah dipasang di seluruh dunia pada tahun 2007, dan menyumbang sekitar 0.3% total energi listrik dunia.

Pembangkit listrik tenaga panas Bumi hanya dapat dibangun di sekitar

lempeng tektonik di mana temperatur tinggi dari sumber panas Bumi tersedia di dekat permukaan. Pengembangan dan penyempurnaan dalam teknologi pengeboran dan ekstraksi telah memperluas jangkauan pembangunan pembangkit listrik tenaga panas Bumi dari lempeng tektonik terdekat. Efisiensi termal dari pembangkit listrik tenaga panas Bumi cenderung rendah karena fluida panas Bumi berada pada temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan uap atau air mendidih. Berdasarkan hukum termodinamika, rendahnya temperatur membatasi efisiensi dari mesin kalor dalam mengambil energi selama menghasilkan listrik. Sisa panas terbuang, kecuali jika bisa dimanfaatkan secara lokal dan langsung, misalnya untuk pemanas ruangan. Efisiensi sistem tidak memengaruhi biaya operasional seperti pembangkit listrik tenaga bahan bakar fosil.

Indonesia sebagai negeri vulkanik memiliki 217 tempat yang diperkirakan potensial sebagai sumber energi panas bumi. Berdasarkan perkiraan data tahun 1997 potensi energi panas bumi di Indonesia adalah sebagai yang tertera pada Tabel 39.

Tabel 39. Potensi energi panas bumi di Indonesia

Daerah sumber energi panas bumi	Potensi energi panas bumi (MW)
Sumatera	9.562
Jawa	5.331
Sulawesi	1.300
Nusa Tenggara	200
Maluku	100
Irian Jaya	165
Jumlah Keseluruhannya	16.658

Apabila dilihat dari Tabel 23 tampak bahwa pemanfaatan energi panas bumi di Indonesia pada tahun 1985 baru 32,3 MW, sedangkan menurut data terakhir sampai dengan tahun 1997 energi panas bumi yang sudah dimanfaatkan mencapai 305 MW. Dalam waktu sekitar 10 tahun telah terjadi kenaikan kurang

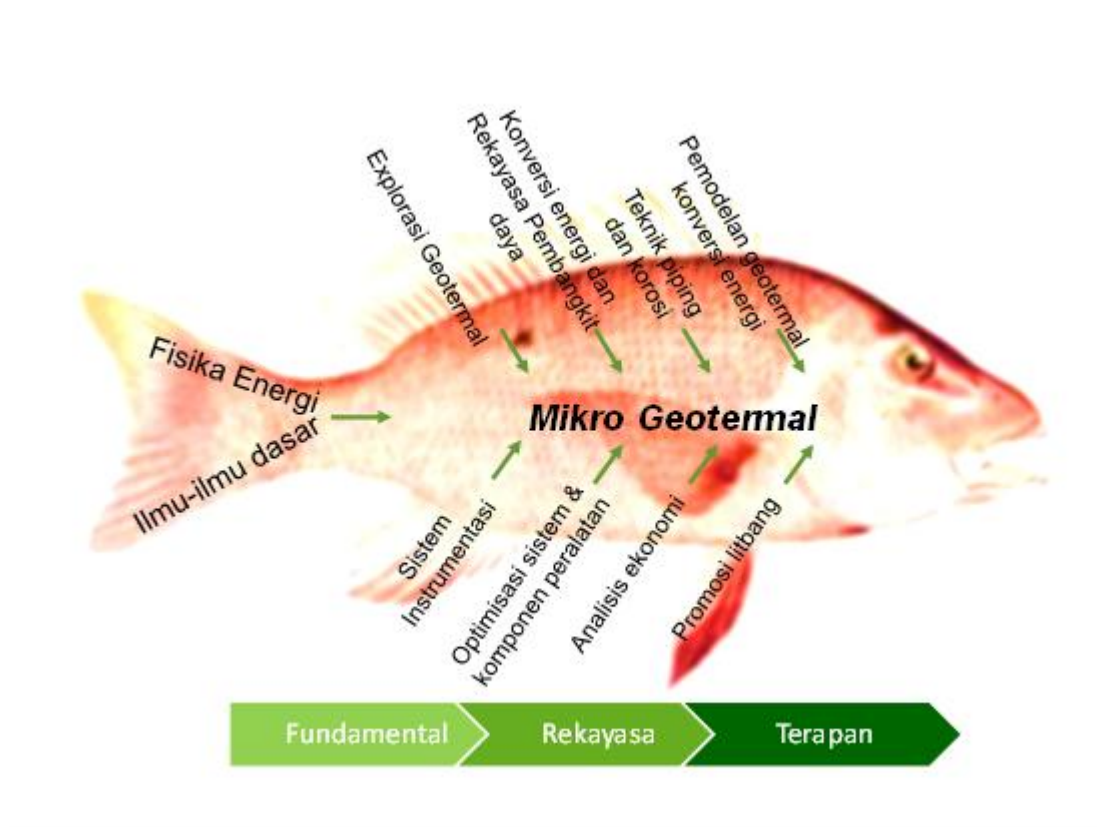
lebih 10 kali, suatu kenaikan yang cukup optimis dalam hal pemanfaatan energi panas bumi. Padahal pemanfaatan yang mencapai 305 MW pada tahun 1997 tersebut baru 1,83 % dari potensi energi panas bumi yang ada.

Pangsa pemanfaatan energi panas bumi 1,83 % dari total potensi yang tersedia sudah barang tentu masih sangat kecil. Oleh karena itu kemungkinan untuk menaikkan pangsa pemanfaatan energi panas bumi masih sangat terbuka lebar, dengan kata lain bahwa prospek pemanfaatan energi panas bumi di Indonesia masih sangat menguntungkan bagi para penanam modal yang akan bergerak dalam bidang energi panas bumi. Hal ini terbukti dengan akan dibangunnya lagi 4 unit berkekuatan 55 MW di Gunung Salak Jawa Barat, suatu proyek patungan antara Pertamina dan PT Unocoal Geothermnl Indonesia. Proyek-proyek berikutnya sudah barang akan segera disusul oleh penanam modal lainnya, mengingat bahwa kebutuhan energi di Indonesia yang terus meningkat.

7.2. Benchmarking

Berdasarkan uraian tersebut di atas, kiranya dapat disimpulkan bahwa prospek pemanfaatan energi panas bumi di Indonesia cukup menjanjikan. Permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan pemanfaatan energi panas bumi sebagai sumber penyedia tenaga listrik adalah termasuk teknologinya. Aspek teknologi yang perlu mendapat perhatian adalah dalam hal eksplorasi potensi secara menyeluruh sehingga kita dapat mengetahui aspek cadangan dan juga jenis sumber energi panas bumi yang ada. Untuk mendukung hal tersebut, perlu juga dikembangkan pemodelan geotermal berdasarkan data geofisika terintegrasi. Dalam hal pembangkit daya skala mikro, teknologi turbin memegang peranan utama, sehingga pengembangan dari aspek modeling dan bahan perlu dilakukan. Untuk mendukung proses transmisi dalam sistem pembangkit daya, sistem pemipaan (piping) juga merupakan komponen penentu dalam efisiensi. Selain itu, kajian tentang kehandalan sistem dalam optimasi sumber energi

7.3. Roadmap dan Target Hasil Penelitian



Gambar 19. Roadmap keilmuan Klaster Geotermal

Tabel 40. Rencana aktivitas dan pengembangan

	2009-2012	2013-2014	2015-2016	2016-2017	2018-2019
Produk Pasar					Kerjasama dengan industri
Riset Terapan (Prototipe)				Rancang bangun Pembangkit daya skala mikro dan uji kelayakan ekonomi	
Pengembangan (Teknologi)			Pembangkit daya, karakteristik dan efesiensinya		
Riset Dasar	Inhibitor korosi Matriks polimer hibrid	Bahan proteksi korosi Bahan turbin simulasi dan rekayasa bahan			

7.4. Sumber Daya Manusia

Tabel 41. Sumber daya manusia pada klaster geotermal

No.	Nama	Prodi/Fak
1	Dr. Imran Hilman	Pemodelan geotermal
2	Dr. Irwan Ary Darmawan	Pemodelan Aliran geotermal
3	Drs. Cukup Mulayana, M.S.	Analisis kehandalan system
4	Dr.rer.nat. Yudi Rosandi	Pemodelan turbin dan pembangkit daya
5	Otong Nurhilal, S.Si. M.Sc.	Fisika FMIPA
6	Tuti Susilawati, M.S.	Korosi

7.5. Fasilitas

Peralatan survey yang dimiliki adalah: Resistivitymeter SuperStings R8/IP, Naniura Magnetometer, Self Potential, Seismograph, Conductivitymeter, Combometer/ magnetometer, dan Gravitymeter.

7.6. Rencana Penelitian Tahun 2013-2016

Tabel 42. Rencana penelitian klaster geothermal tahun 2013-2016

No	Tahun	Judul Penelitian	S Dana Alokasi (Rp)	Peneliti	Output Penelitian*							
					J. Int	J. Nas. Ak.	J. Nas	Proc. Int	Proc. Nas	HKI	Prototype	Produk
1	2013	Pembuatan dan Karakterisasi Poli (Glimo) untuk Bahan Proteksi Korosi Pipa Baja Karbon	70.000.000	Drs. Cukup Mulyana Dra. Tuti Susilawati		V						
2	2013	Convective flow simulation in geothermal reservoir (1st year)	150.000.000	Dr. Imran Hilman Dr. Irwan Ary Darmawan			V	V				
3	2013	Analisa Kegagalan akibat Korosi di Pembangkit Geothermal	70.000.000	Drs. Cukup Mulyana Dra. Tuti Susilawati		V						
4	2013	Desain Turbin / Simulasi	70.000.000	Dr. rer.nat. Yudi Rosandi,M.Si Drs. Cukup Mulyana		V						
5	2014	Pembuatan dan Karakterisasi Poli (Glimo) untuk Bahan Proteksi Korosi Pipa Baja Karbon + Inhibitor	70.000.000	Drs. Cukup Mulyana Dra. Tuti Susilawati		V						
6	2014	Rekayasa Turbin	150.000.000	Dr. rer.nat. Yudi Rosandi,M.Si		V					V	

7	2014	Karakterisasi Pembangkit Daya	70.000.000	Otong Nurhilal, M.Si Drs. Cukup Mulyana		V							
8	2014	Convective flow simulation in geothermal reservoir (2nd year)	150.000.000	Dr. Imran Hilman Dr. Irwan Ary Darmawan	V							V	
9	2015	Scale-up Bahan Proteksi Korosi Pipa Baja Karbon berbasis Polimer Hybrid Organik-Anorganik	70.000.000	Drs. Cukup Mulyana Dra. Tuti Susilawati		V							
10	2015	Software development for flow in geothermal reservoir (tahun I)	150.000.000	Dr. Imran Hilman Dr. Irwan Ary Darmawan			V	V					
11	2015	Integrasi Sistem Pembangkit Daya	150.000.000	Dr. rer.nat. Yudi Rosandi, M.Si Drs. Cukup Mulyana		V						V	
12	2016	Efisiensi Fabrikasi Pembangkit daya Mikrogeotermal	300.000.000	Dr. rer.nat. Yudi Rosandi, M.Si Drs. Cukup Mulyana		V							
13	2016	Software development for flow in geothermal reservoir (tahun 2)	150.000.000	Dr. Imran Hilman Dr. Irwan Ary Darmawan	V								V
14	2016	Scale-up Bahan Proteksi Korosi Pipa Baja Karbon berbasis Polimer Hybrid Organik-Anorganik	70.000.000	Dra. Tuti Susilawati Drs. Cukup Mulyana		V						V	

7.7. Kerjasama

Kerjasama dalam penelitian dilakukan dengan Kementrian ESDM, Pusat Survey Geologi (PSG), PSDG, Pusat Penelitian Geologi Kelautan (PPGL), ITB, Universitas Lampung dan Pertamina.

7.8. Ringkasan

Berdasarkan uraian tersebut di atas, kiranya dapat disimpulkan bahwa prospek pemanfaatan energi panas bumi di Indonesia cukup menjanjikan. Apalagi kalau diingat bahwa pemanfaatan energi panas bumi sebagai sumber penyedia tenaga listrik adalah termasuk teknologi yang tidak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan, suatu hal yang dewasa ini sangat diperhatikan dalam setiap pembangunan dan pemanfaatan teknologi, agar alam masih dapat memberikan daya dukungnya bagi kehidupan umat manusia. Bila pemanfaatan energi panas bumi dapat berkembang dengan baik, maka kota-kota di sekitar daerah sumber energi panas bumi yang pada umumnya terletak di daerah pegunungan, kebutuhan tenaga listriknya dapat dipenuhi dari pusat listrik tenaga panas bumi. Apabila masih terdapat sisa daya tenaga listrik dari pemanfaatan energi panas bumi, dapat disalurkan ke daerah lain sehingga ikut mengurangi beban yang harus dibangkitkan oleh pusat listrik tenaga uap, baik yang dibangkitkan oleh batubara maupun oleh tenaga diesel yang keduanya menimbulkan pencemaran udara.

8. Teknologi Penyimpan

8.1. Latar Belakang

Salah satu kunci keberhasilan aplikasi energi terbarukan yang ramah lingkungan adalah sistem penyimpanan energi. Pada saat ini terdapat dua jenis teknologi penyimpanan energi listrik yaitu baterai dan *fuel cell*. Baterai yang digunakan sebagai media penyimpanan energi adalah jenis yang dapat diisi ulang, seperti baterai asam timbal, baterai alkalin (NiMH), dan baterai berbasis lithium. Sedangkan jenis *fuel cell* yang dapat digunakan sebagai penyimpanan energi antara lain terdiri dari *polymer electrolyte fuel cell* (PEFC), *alkaline fuel cell* (AFC), *phosphoric fuel cell* (PAFC), *molten carbonate fuel cell* (MCFC), dan *solid oxide fuel cell* (SOFC). Dalam penelitian dan pengembangan sistem penyimpanan energi, terdapat beberapa hal yang harus dipertimbangkan diantaranya adalah kapasitas energi, ketahanan (*lifetime*), keamanan penyimpanan/penggunaan, limbahnya tidak berbahaya, dan biaya produksinya murah. Untuk penyimpanan energi dalam bentuk baterai, jenis lithium merupakan teknologi penyimpanan energi yang memiliki kapasitas energi besar, aman dalam penggunaan, dan tidak mengandung logam berbahaya, sehingga sangat berpotensi untuk dikembangkan. Sedangkan penyimpanan energi dalam bentuk *fuel cell*, jenis PEMFC merupakan jenis yang paling efisien karena bekerja pada suhu relatif rendah (25°C - 80°C).

Baterai lithium ion beroperasi melalui perpindahan ion Li⁺ antara katoda dan anoda melalui media elektrolit. Tegangan operasional baterai lithium ion bervariasi antara 2 sampai 5 Volt bergantung pada pemilihan elektroda pasangannya. Dengan memiliki tegangan operasional yang tinggi dan merupakan unsur logam paling ringan, maka baterai lithium memiliki kapasitas energi yang lebih tinggi dibandingkan baterai jenis lainnya. Lithium dalam bentuk logam tidak dapat dipakai langsung sebagai bahan anoda, karena sangat reaktif dan dapat menimbulkan ledakan yang sangat berbahaya. Sebagai jalan keluarnya, digunakan

bahan oksida logam lithium sebagai katoda dan pasangan logam lain sebagai anoda. Pada saat ini, baterai lithium ion yang terdapat dipasaran terbuat dari karbon sebagai bahan anoda dan lithium kobal dioksida (LiCoO_2) sebagai katoda. Sedangkan untuk *fuel cell* jenis PEMFC, secara umum terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu MEA (*Membrane Electrode Assembly*) yang berfungsi sebagai penukar ion, anoda dan katoda yang berfungsi sebagai katalis serta media difusi gas, dan bipolar plate yang berfungsi sebagai interface antara bahan bakar dengan membran. Jantung utama dari PEMFC adalah MEA (*Membrane Electrode Assembly*) yang berfungsi sebagai media transfer proton dari anoda ke katoda. MEA terbuat dari membran polimer yang memiliki gugus sulfonik sehingga dapat berfungsi sebagai media transfer proton.

Di Unpad, penelitian untuk pengembangan sistem penyimpanan energi telah dimulai sejak tahun 1997, dengan membuat baterai yang dapat diisi ulang dari bahan polimer konduktif sebagai katoda dan seng (Zn) sebagai anoda. Pengembangan terus dilakukan sampai tahun 2002 dengan membuat sistem baterai padat dari bahan Polianilin sebagai katoda dan lithium sebagai anoda. Pada saat itu telah berhasil dibuat prototipe baterai dengan tegangan operasional 3 Volt dan dapat didemonstrasikan untuk menggerakkan jam dinding. Setelah tahun 2002, penelitian mengenai baterai terhenti karena terkendala penanganan logam lithium yang sulit, sehingga pengembangan untuk menghasilkan prototipe komersial belum tercapai.

Seiring dengan kebijakan pengembangan energi di Indonesia yang mendorong penggunaan energi terbarukan, penelitian mengenai teknologi penyimpanan energi menjadi bagian strategis untuk mewujudkan sumber energi yang bersih dan ramah lingkungan. Pada saat ini, penelitian sistem penyimpanan energi di Unpad, dikembangkan untuk mewujudkan kemandirian teknologi produksi baterai lithium ion dan *fuel cell*. Sistem baterai yang dikembangkan berbasis bahan LiFePO_4 sebagai katoda dan Karbon sebagai bahan anoda dengan

media elektrolit padat. Bahan LiFePO_4 telah diketahui memiliki kapasitas energi yang lebih besar dibandingkan bahan LiCoO_2 yang dipakai pada produk komersial saat ini. Selain itu LiFePO_4 memiliki umur siklus dua kali lebih lama dibandingkan bahan LiCoO_2 . Kelemahan yang dimiliki bahan LiFePO_4 adalah konduktivitasnya masih rendah, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkannya. Pendekatan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan konduktivitas bahan tersebut adalah dengan metode *doping* atau metode deposisi dalam bentuk nano partikel. Sedangkan fokus penelitian *fuel cell* akan diarahkan untuk mengembangkan membran yang memiliki efisiensi konversi energi tinggi dan produksi hidrogen dengan metode elektrolisis. Kedua bidang tersebut akan menjadi fokus kajian dari penelitian pilar energi untuk cluster teknologi penyimpanan energi di Unpad.

8.2. Benchmarking

Pada saat ini penelitian baterai lithium ion mendapat banyak perhatian para peneliti karena memiliki kapasitas penyimpanan energi yang tinggi, umur pakai yang panjang, dan ramah terhadap lingkungan. Bahan baterai lithium ion yang dipakai dalam produk komersial saat ini adalah LiCoO_2 dengan kapasitas energi sekitar 145 mAh/g dan tegangan operasional 3 sampai 4 Volt. Penelitian berkembang untuk mencari material dengan kapasitas energi lebih besar dan umur pakai lebih lama. Bahan elektroda lithium ion yang sedang banyak diteliti saat ini adalah LiFePO_4 . Bahan tersebut memiliki kapasitas energi 170 mAh/g, tegangan operasional 3,4 Volt (pasangan Karbon), stabil terhadap suhu tinggi, dan biaya sintesis lebih murah (Rahman M., 2012). Disamping kelebihan tersebut, bahan LiFePO_4 memiliki kelemahan dari sisi konduktivitasnya yang rendah, yaitu 10^{-9} S/cm, sehingga laju pengisian/pengosongannya lambat. Jalan keluar untuk meningkatkan konduktivitasnya adalah melalui proses doping dengan material konduktif atau optimasi ukuran partikel (Rahman M., 2012; Hamid N.A., 2012).

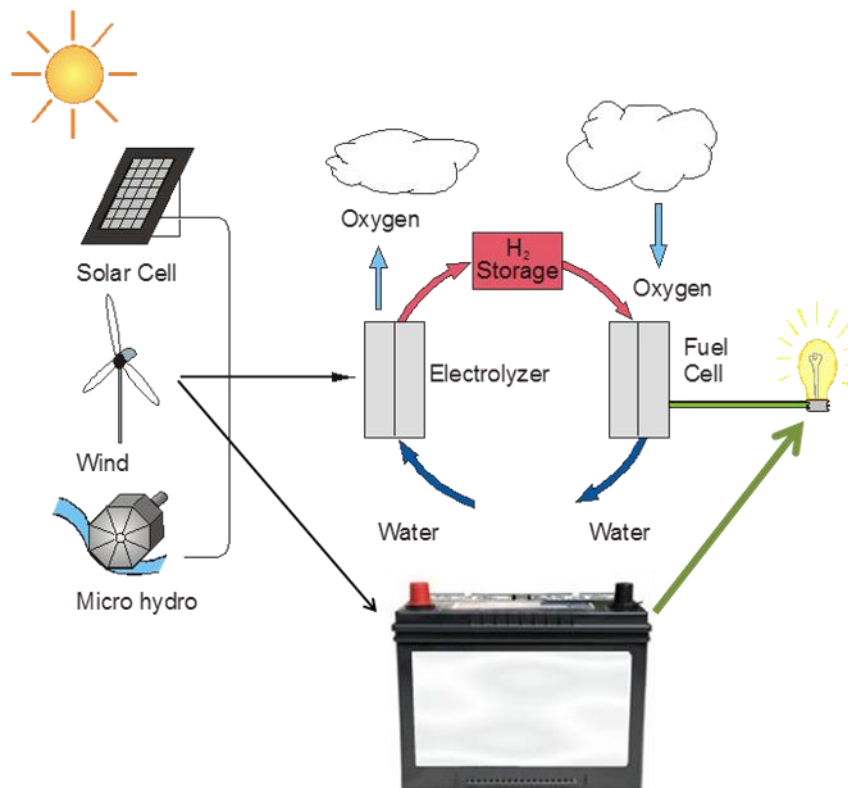
Beberapa aspek penelitian yang menjadi fokus kajian pada kluster penyimpanan energi Unpad untuk bidang baterai adalah sebagai berikut:

1. Sintesis Material baterai lithium ion (LiCoO_2 dan LiFePO_4)
2. Karakterisasi struktur kristal bahan meliputi (SEM, XRD dan TG-DSC)
3. Pembuatan sel baterai lithium ion dengan beberapa konfigurasi
4. Karakterisasi sel baterai (Uji siklus pengisian pengosongan)
5. Pembuatan prototipe dalam skala lab
6. Pengujian kinerja prototipe baterai (kestabilan tegangan kerja, kapasitas energi, siklibilitas/life time, dan pengaruh termal)
7. Pengujian kualitas produk dan kajian aspek ekonomi
8. Desain produk komersial

Untuk bidang kajian *fuel cell*, bahan polimer perfluorinasi seperti jenis nafion, telah digunakan secara luas sebagai membran PEM fuel cell, karena mempunyai kestabilan secara kimia dan secara mekanik. Nafion telah digunakan sebagai membran pada jenis fuel cell yang berbahan bakar hidrogen atau methanol sejak 20 tahun yang lalu. Salah satu kelemahan dari membran bahan polimer perfluorinasi adalah konduktivitas ioniknya menurun pada suhu tinggi diatas 80°C (Eniya 2011). Selain itu, bahan nafion harganya sangat mahal sekitar \$360 untuk ukuran 33 cm x 33 cm (<http://nuvant.com>). Jalan keluar yang diusulkan para peneliti diantaranya adalah mencampur bahan nafion dengan polianilin untuk memperoleh nilai konduktivitas proton yang baik dan dapat beroperasi pada nilai kelembaban yang rendah (Yang 2009). Polianilin yang didoping dengan gugus sulfonik juga telah dilaporkan memiliki ketahanan operasi pada suhu 80°C dan juga beroperasi baik pada nilai kelembaban yang rendah (Cindrella 2009).

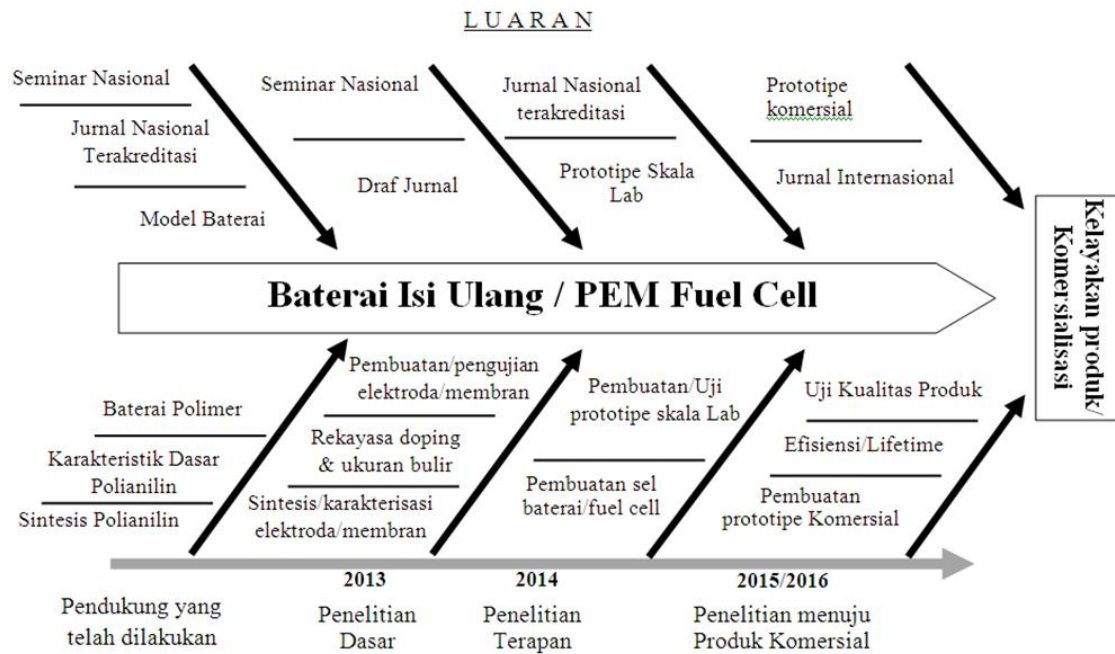
Fokus kajian *fuel cell* yang akan dilakukan di Cluster penyimpan energi Unpad adalah membuat membran *fuel cell* dari bahan polimer konduktif dan produksi hidrogen dengan metode elektrolisis. Pada penelitian ini diusulkan penggantian bahan nafion dengan bahan polianilin yang harganya relatif lebih

murah. Polianilin termasuk bahan polimer konduktif yang memiliki karakteristik kimia dan fisika yang fleksibel melalui rekayasa dopan. Dengan menambahkan gugus fungsional tertentu pada rantai cabangnya, polianilin dapat direkayasa sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Grup penelitian di Lab Material Maju dan Energi Terbarukan Jurusan Fisika FMIPA Unpad, telah berpengalaman dalam sintesis polianilin, dan mengaplikasikannya sebagai bahan pada sistem baterai isi ulang, *smart windows*, dan sensor gas (Hidayat 2010). Berdasarkan pengalaman tersebut, rekayasa polianilin untuk diaplikasikan sebagai bahan membran *fuel cell* sangat dimungkinkan.



Gambar 20. Ilustrasi Pemanfaatan Energi Terbarukan

8.3. Roadmap dan Target Hasil Penelitian



Gambar 21. Roadmap Cluster Teknologi Penyimpan Energi

Tabel 43. Rencana Aktifitas Kluster Teknologi Penyimpan Energi

Kegiatan	< 2013	2013	2014	2015	2016	2017
Studi kelayakan pasar						Studi kompetitif, Industrialisasi
Prototipe Produk				Pembuatan prototipe skala lab	Pembuatan prototipe skala komersial	
Penelitian Terapan	Pembuatan baterai polimer		Pembuatan/Uji Sel baterai dan Fuel Cell			
Penelitian Dasar	Sintesis polimer konduktif	Sintesis Material				

8.4. Sumber Daya Manusia dan Bidang Penelitian

Kluster Penyimpan Energi merupakan kelompok penelitian gabungan dari beberapa Lab penelitian antara lain: Laboratorium Material maju dan Energi Terbarukan (Laboratory for Advanced Materials and Renewable Energy, LAMRE), Jurusan Fisika Universitas Padjadjaran, Lab. Kimia Anorganik, dan Lab Kimia Fisika, Jurusan Kimia Universitas Padjadjaran. Table 44 adalah SDM yang terlibat dalam penelitian dan pengembangan penyimpanan energi.

Tabel 44. Sumber Daya Manusia Kluster Penyimpan Energi

No.	Nama/Lab	Bidang Riset
1.	Dr. Sahrul Hidayat, M.Si. <i>Lab Material Maju untuk Energi Terbarukan</i>	Material elektroda Baterai, Transport muatan dalam elektrolit
2.	Dr Juliandri <i>Lab Kimia Anorganik</i>	Model Polimer Elektrolit Membran Fuel Cell (PEMFC)
3	Rukiah, M.S <i>Lab Kimia Fisika</i>	Sistem Membran dari bahan polimer konduktif
4.	Dr. Atiek Rostika <i>Lab Kimia Anorganik</i>	Produksi Hidrogen

8.5. Fasilitas

Tabel 45. Fasilitas yang tersedia di LAMRE

Sintesis	
Jenis Peralatan	Penggunaan
<input type="checkbox"/> Balance	Menimbang sampel
<input type="checkbox"/> Magnetic Stirrer	Sintesis bahan elektroda/membran
<input type="checkbox"/> Oven (200°C)	Sintesis bahan elektroda/membran
<input type="checkbox"/> Furnace F-1404P 1100 °C	Sintesis bahan elektroda/membran
<input type="checkbox"/> Alumina crucible SSA-H B2 50 ml	Sintesis bahan elektroda/membran
<input type="checkbox"/> Pompa Vakum	Sintesis bahan elektroda/membran
<input type="checkbox"/> Oven vakum	Sintesis bahan elektroda/membran
<input type="checkbox"/> Alat destilasi	

<input type="checkbox"/> Sistem Reflux	
<input type="checkbox"/> Soxhlett extractor	
<input type="checkbox"/> Rotary evaporator	
<input type="checkbox"/> UV source	
<input type="checkbox"/> Spincoater	Sintesis bahan elektroda/membran
<input type="checkbox"/> Ultrasonic Bath	Sintesis bahan elektroda/membran
<input type="checkbox"/> Centrifuge	
<input type="checkbox"/> Desiccators	Penyimpanan sampel
<input type="checkbox"/> Drying box	Penyimpanan sampel
<input type="checkbox"/> Cooling box	Penyimpanan sampel
<input type="checkbox"/> Sistem RO water	Sintesis bahan
Karakterisasi	
<input type="checkbox"/> Spectrometer Ocean optik	
<input type="checkbox"/> Reflektrometer	
<input type="checkbox"/> UV-Vis Spectrometer 190 nm –900 nm	
<input type="checkbox"/> Chromameter	
<input type="checkbox"/> Digital Current Voltage Source (yokogawa)	Karakterisasi Pototipe baterai/fuel cell
<input type="checkbox"/> Digital multimeter (yokogawa)	Karakterisasi Pototipe baterai/feul cell
<input type="checkbox"/> Digital thermometer infrared	
<input type="checkbox"/> Digital mikrometer	Karakterisasi material elektroda/membran

Tabel 46. Fasilitas lain yang dibutuhkan dalam penelitian Kluster Teknologi Penyimpan Energi

NO	FASILITAS	KEGUNAAN
1	XRD	Karakterisasi struktur kristal material ekektroda
2	SEM	Karakterisasi ukuran partikel material elektroda
3	Alat karakterisasi IV-meter	Alat ukur sifat listrik film tipis
4	Siklik Voltamogram	Menguji Siklibilitas/ lifetime
5	TGA & DTA system	Pengukuran karakteristik termal bahan
6	Impedance Spectrometer	Karakterisasi Elektroda/membran

8.6. Kerjasama

Kerjasama dilakukan untuk kebutuhan karakterisasi/pengujian kinerja baterai.

Kerjasama yang telah dilakukan adalah dengan BATAN dan ITB

8.7. Rencana Penelitian Tahun 2013-2016

Tabel 47. Rencana penelitian klaster Teknologi Penyimpan Energi

No	Tahun	Judul Penelitian	Jumlah Dana yang Dibutuhkan (Rp)	Peneliti	Output							
					J. Int.	J. Nas. Ak.	J. Nas.	Proc. Int.	Proc. Nas.	HKI	Prototipe	Produk
1	2013-2014	Pembuatan Prototipe Fuel Cell berbasis Membran Polimer Konduktif Polianilin yang Direkayasa Melalui Doping	300.000.000,- (PPM Produktif)	3. Dr. Yuliandri 4. Dra Rukiah, M.S.		√			√		√	
2	2013-2014	Sintesis dan Doping LiFePO ₄ untuk Aplikasi Elektroda Baterai Isi Ulang	300.000.000,- (PPM Produktif)	3. Dr. Sahrul Hidayat 4. Dr. Atik Rostika		√			√		√	
3	2015-2016	Optimasi Kinerja Fuel Cell berbasis Membran Polimer Konduktif Sebagai Media Penyimpan Energi	200.000.000,- Stranas	1. Dr. Yuliandri 2. Dra Rukiah, M.S.	√			√				√
4	2015-2016	Pembuatan dan Pengujian Kinerja Baterai Isi Ulang dengan Elektroda Lithium dan Elektrolit Padat	200.000.000,- Stranas	3. Dr. Sahrul Hidayat 4. Dr. Atik Rostika	√			√				√

8.8. Ringkasan

Cluster Teknologi Penyimpan Energi memiliki fokus penelitian pada pengembangan material elektroda untuk baterai dan membran untuk *fuel cell*. Baterai yang dikembangkan adalah jenis baterai isi ulang berbasis lithium ion dan untuk *fuel cell* jenis yang dikembangkan adalah PEMFC. Target dari penelitian yang dilakukan adalah menghasilkan prototipe produk yang dapat dikomersialkan. Baterai/*fuel cell* sebagai penyimpan energi listrik merupakan bagian dari sistem energi listrik terbarukan yang ramah lingkungan. Dengan demikian, penelitian yang dilakukan diharapkan membantu mengatasi penyediaan energi listrik nasional.

8.9. Referensi

- Cindrella L. and Kannan A.M. 2009. *Membrane Electrode assembly with doped polyaniline interlayer for proton exchange membrane fuel cells under low relative humidity conditions*. Journal of Power Source 193, pp 447-453.
- Eniya L. D. 2011 *Potensi Hidrogen sebagai Bahan Bakar untuk Kelistrikan Nasional*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” ISSN 1693 – 4393. Yogyakarta,
- Hidayat S. 2010. *Pengujian Kualitas Elektroda Baterai Berbahan Dasar Polianilin Dengan Spektroskopi Infra Merah*. Seminar Nasional Energi. Jatinangor, 3 November 2010.
- <http://www.nuvant.com>, *Fuel Cell Electrode Frabrication Equipment*, akses tanggal 25 Februari 2012
- Md. Mokhlesur Rahman, Jia-Zhao Wang, Rong Zeng, David Wexler, Hua Kun Liu. 2012. *LiFePO₄-Fe₂P-C composite cathode: An environmentally friendly promising electrode material for lithium-ion battery*. Journal of Power Sources, Volume 206, 259–266.
- N.A. Hamid, S. Wennig, S. Hardt, A. Heinzl, C. Schulz, H. Wiggers. 2012. *High-capacity cathodes for lithium-ion batteries from nanostructured LiFePO₄ synthesized by highly-flexible and scalable flame spray pyrolysis*. Journal of Power Sources, Volume 216, 76–83
- Ren Y.J. and Zeng C.L. 2008. *Effect of conducting compsite polypyrrole/polyaniline coatings on the corrosion resistance of stainless steel for bipolar plates of proton exchange membrane fuel cell*. Journal of Power Source 182, pp 524-530.
- Yang J., Shen P.K., Varcoe J., Wei Z. 2009. *Nafion/Polyaniline composite membrane*

specifically designed to allow proton exchange membrane fuel cells operation at low humidity. Journal of Power Source 189, pp 1016-1019.

9. Transmisi Energi

9.1. Latar Belakang

Kebutuhan dan konsumsi energi listrik di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Berbagai sumber energi telah digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi global seperti energi fosil dan sumber energi alternatif, seperti panas bumi, angin, biomasa, air, nuklir dan matahari. Namun demikian untuk meningkatkan jumlah ketersediaan energi listrik di Indonesia, pengembangan dan penelitian pemanfaatan berbagai sumber energi alternatif tidaklah cukup. Terdapat hal penting lain yang perlu mendapatkan perhatian serius untuk dikembangkan yaitu masalah spesifikasi kabel transmisi yang digunakan untuk menyalurkan energi listrik dari sumber pembangkit energi ke pemakai. Sebagai contoh, kabel transmisi yang sekarang banyak digunakan adalah kabel dengan bahan dasar Copper (Cu). Jumlah energi dan efisiensi energi listrik yang dialirkan melalui kabel ini sangatlah terbatas. International Electrotechnical Commission melaporkan bahwa sekitar 8 - 15 % energi listrik hilang pada saat penyaluran energi ini dari sumber pembangkit energi ke pemakai disebabkan karena adanya hambatan (resistance) dari bahan kabel transmisi yang digunakan [1]. Sebagai contoh 10 power plants yang rencananya akan beroperasi tahun 2012 di Jawa-Bali akan menghasilkan sekitar 6,900,000,000 Watt. Energi yang hilang pada saat transmisi diperkirakan minimal sekitar 552,000,000 Watt. Nilai kehilangan energi ini akan bertambah besar jika nilai tegangan dan arus yang akan di salurkan meningkat.

Pada klaster ini, penelitian-penelitian yang akan dilakukan mengacu pada pengembangan teknologi transmisi energi serta aspek-aspek penting yang mendukung tersedianya peralatan yang memiliki efisiensi tinggi sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan padat erlaksananya kemandirian energi nasional.

9.2. *Benchmarking*

Teknologi *smart grids*

Smart grid adalah jaringan listrik yang menggunakan teknologi digital dan teknologi maju untuk memonitor dan mengelola transportasi listrik dari seluruh pembangkit listrik untuk memenuhi berbagai jenis kebutuhan pengguna [2]. *Smart grids* menselaraskan antara kebutuhan dan kemampuan seluruh pembangkit listrik, operator pendistribusian, pengguna, pengguna dan seluruh pemangku kepentingan sehingga dapat mengoperasikan sistem secara efisien seperti meminimalkan biaya, handal, fleksibel dan stabil.

Dalam hal pembangkitan energi dari sumber energi terbarukan, *smart grids* meliputi kabel, transformer, jaringan listrik (sistem transmisi dan distribusi) dan antarmuka dengan pembangkit, penyimpan dan pengguna. Dalam dunia perlistrikan, beberapa tantangan yang dihadapi adalah penuaan infrastruktur, pertumbuhan kebutuhan listrik, integrasi tambahan dari sumber energi terbarukan yang terus akan meningkat, kebutuhan akan keamanan pasokan dan kebutuhan akan kandungan karbon yang rendah. Teknologi *Smart grid* memberikan solusi tidak hanya menjawab tantangan yang ada, tetapi membangun sistem pemasok energi yang bersih dan ramah lingkungan, terjangkau, efisien dan berkelanjutan.

Beberapa pokok kaji yang berkaitan dengan smart grid adalah sebagai berikut:

1. Mengoptimalkan pemanfaatan dan mengefisiensikan pengoperasian

Smart grid menerapkan teknologi terkini untuk mengoptimalkan penggunaan aset. Sebagai contoh, mengoptimalkan kapasitas yang dapat dipenuhi dengan laju kebutuhan yang dinamis yang memungkinkan penggunaan aset dengan beban yang lebih besar dan secara kontinu memantau perubahan kapasitasnya. Dengan sistem ini, efisiensi perawatan dapat dioptimasi berdasarkan kondisi yang dipantau melalui sinyal secara otomatis dan pemenuhan peralatan

perawatan pada waktu yang tepat.

Sistem kontrol dapat diatur untuk mengurangi kerugian daya dan menghindari pemadaman aliran listrik. Dengan sistem kontrol efisiensi pendistribusian dapat terus ditingkatkan.

2. Menyediakan sistem yang handal terhadap gangguan dan bencana alam

Kehandalan sistem melibatkan kemampuan sistem untuk bereaksi terhadap gangguan yang tak terduga dengan mengisolasi elemen sistem yang terkena gangguan sementara yang lain masih dapat bekerja secara normal.

Aksi kemampuan sistem secara mandiri (*self-healing*) akan menghasilkan pelayanan kepada konsumen tanpa terinterupsi dan menyediakan layanan infrastruktur dengan pengelolaan yang lebih baik.

3. Integrasi pembangkit daya baru dan distribusinya

Mengintegrasikan pembangkit listrik baru dan mendistribusikan sumber listrik dengan kapasitas transmisi skala besar, menengah dan kecil seperti rumah atau gedung-gedung yang dapat dikontrol dan dipantau. Tugas utama sistem ini adalah menselaraskan antara pasokan dan kebutuhan dengan menerapkan kontrol otomatis.

4. Aplikasi Penguatan dan efisiensi transmisi

Terdapat beberapa teknologi dan aplikasi sistem transmisi. *Flexible AC transmission systems* (FACTS) adalah sistem yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan pengaturan jaringan transmisi dan meningkatkan daya transmisi. Teknologi *High voltage DC* (HVDC) digunakan untuk menghubungkan PLTB dan PLTS pada jangkauan distribusi yang luas dan jauh dengan kehilangan daya yang kecil dan beban pemakain yang terkontrol.

Dynamic line rating (DLR), menggunakan sensor untuk mengidentifikasi jaringan secara insitu untuk menghindari kelebihan beban. *High-temperature*

superconductors (HTS) dapat secara signifikan mengurangi kerugian daya pada transmisi dengan kinerja baik. Instalasi permanen di long island telah mampu menyalurkan listrik tanpa hambatan sebesar 574 MVA dengan voltase sebesar 138 kV [3]. Penelitian berbagai sifat superkonduktor yang dapat mendukung terrealisasinya pemanfaatan bahan ini terus dikembangkan meliputi penelitian sifat-sifat dasar [4-7] serta penelitian kehandalan produk pada saat bahan mendapatkan pengotor [8-14].

5. Manajemen pendistribusian daya

Dengan penggunaan sensor dan sistem otomasi akan mendapatkan kemudahan dalam mendeteksi lokasi gangguan dan menggunakan seluruh aset secara efisien.

Teknologi yang berkaitan dengan pengembangan smart Grid adalah:

1. *Wide-area monitoring and control*
 - ✧ *Phasor measurement units* (PMU) dan alat-alat sensor
 - ✧ *Supervisory control and data acquisition* (SCADA), *wide-area monitoring systems* (WAMS), *wide-area adaptive protection, control and automation* (WAAPCA), *wide area situational awareness* (WASA)
2. Integrasi teknologi komunikasi dan informasi
 - ✧ Alat-alat komunikasi (*Powerline carrier*, WIMAX, LTE, *RF mesh network*, *cellular*), *routers*, *relays*, *switches*, *gateway*, *computers* (servers),
 - ✧ *Enterprise resource planning software* (ERP), *customer information system* (CIS)
3. Integrasi sumber energi baru dan distribusinya
 - ✧ Alat-alat kontrol daya dan pendukung pembangkit dan penyimpan energi, komunikasi dan perangkat keras kontrol pembangkit daya, *Energy management system* (EMS), *distribution management system* (DMS), SCADA, *geographic information system* (GIS)
4. Peningkatan kualitas transmisi

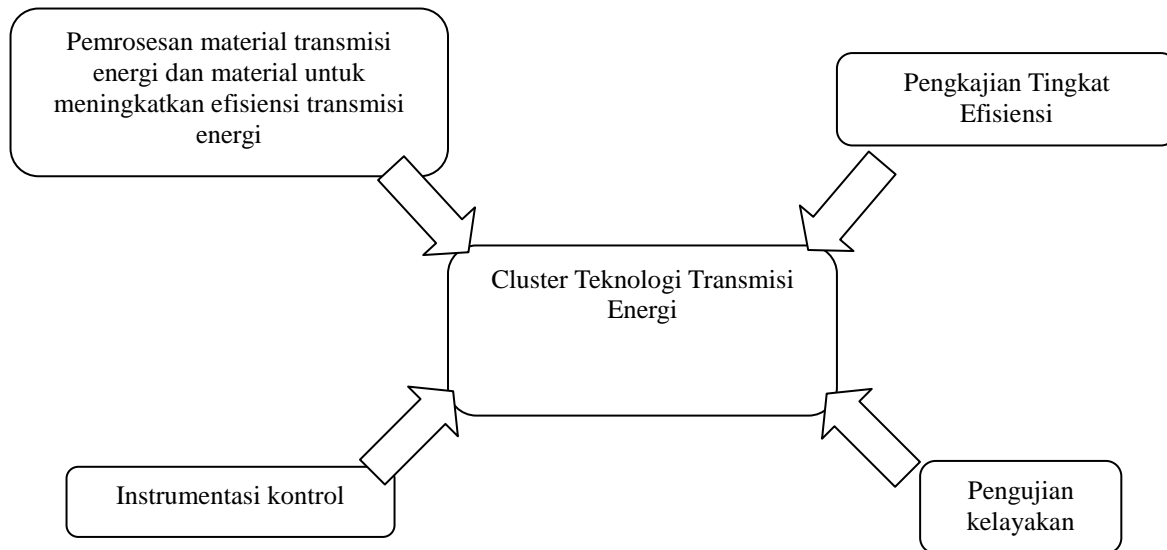
- ✧ Super konduktor, FACTS, HVDC
 - ✧ Analisis Stabilitas Jaringan dan otmasi pemulihan sistem
5. Distribusi daya dan manajemen
- ✧ *Automated re-closers, switches and capacitors, remote controlled distributed generation and storage, transformer sensors, wire and cable sensors*
 - ✧ *Geographic information system (GIS), distribution management system (DMS), outage management system (OMS), workforce management system (WMS)*
6. Fasilitas alat ukur meteran listrik
- ✧ *Smart meter, in-home displays, servers, relays*
 - ✧ *Meter data management system (MDMS)*
7. Fasilitas pengisian modbil listrik
- ✧ *Charging infrastructure, batteries, inverters*
 - ✧ *Energy billing, smart grid-to-vehicle charging (G2V) and discharging vehicle-to-grid (V2G) methodologies*
8. Sistem Pelayanan
- ✧ *Smart appliances, routers, in-home display, building automation systems, thermal accumulators, smart thermostat*
 - ✧ *Energy dashboards, energy managementsystems, energy applications for smartphones and tablets*

9.3. Roadmap dan Target Hasil Penelitian

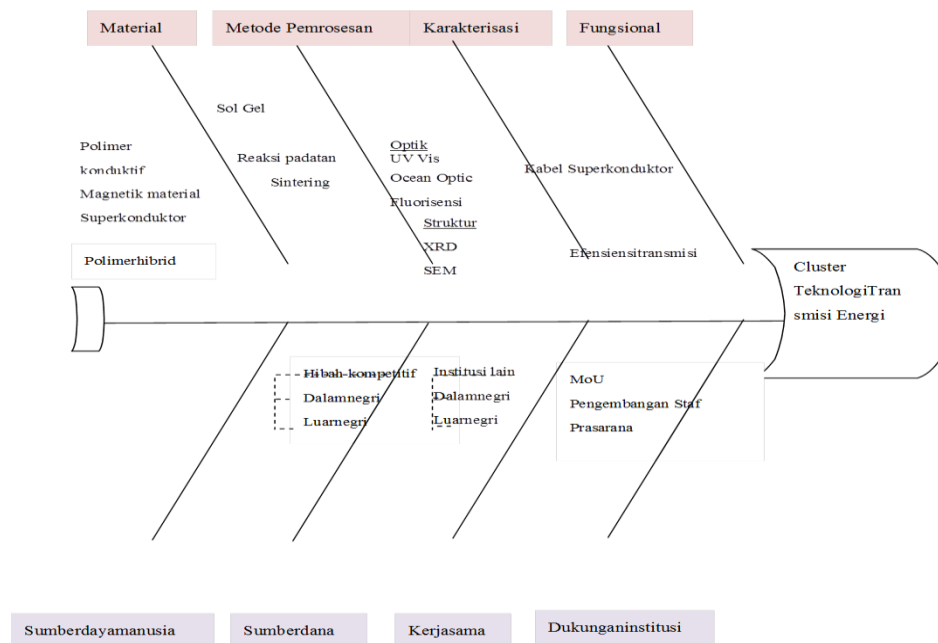
Klaster Transmisi Energi memiliki beberapa bagian yang akan di kaji yaitu :

1. Pemrosesan material untuk transmisi energi dan material untuk meningkatkan efisiensi transmisi energi
2. Instrumentasi control ntuk mengintegrasikan material hasil pemrosesan dengan komponen lain yang diperlukan dalam rantai energi

3. Pengujian kelayakan secara kualiatas benda dan aspek ekonomi
4. Kajian tingkat efisiensi alat yang telah dihasilkan



Gambar 22. Roadmap Keilmuan



Gambar 23. Fishbone klaster Teknologi transmisi energi

Tabel 48. Rencana aktivitas dan pengembangan

	2012	2013	2014	2015	2016
Produk Pasar					Produk
Riset Terapan (Prototipe)				Modul mini	
Pengembangan (Teknologi)			Lab fabrikasi & karakterisasi		
Riset Dasar	Optimasi material, struktur, sifat transport				
<div>Teknologi Transmisi</div>	Kajian dasar Bahan transmisi Arus DC	Optimasi material, struktur, sifat transport Kajian dasar Bahan transmisi Arus DC Konduktivitas, efisiensi	Lab fabrikasi & karakterisasi Prototipe Kabel transmisi DC Uji kehandalan	Modul mini uji konduktivitas dan efisiensi, magnetisasi	Produk Labelisasi Integrasi dengan barang elektronik,
	Superkonduktor Hole-doped Elektron-doped Organik Superkonduktor	Optimasi material, struktur, sifat transport Serbuk YBCO Serbuk ECCO	Optimasi material, struktur, sifat transport Serbuk YBCO Serbuk ECCO	Lab fabrikasi & karakterisasi Pembuatan kabel Uji konduktivitas dan efisiensi, magnetisasi	Lab fabrikasi & karakterisasi kabel Uji konduktivitas dan efisiensi, magnetisasi
	2012	2013	2014	2015	2016

9.4. Sumber Daya Manusia dan Bidang Penelitian

Table 49 adalah SDM yang terlibat dalam penelitian dan pengembangan transmisi energi.

Tabel 49. Sumber Daya Manusia Kluster Sel-Surya Polimer

No.	Nama	Bidang Riset
1.	Dr. Risdiana, M.Sc	Super konduktor
2.	Dr. Togar Saragi	Bahan Transmisi
3.	Drs. Whyu Alamsyah, M.S.	Pengukuran sifat transport muatan pembawa menggunakan μ SR
4	Drs. Bamabang Mukti Wibawa	Smart Grid Untuk Energi Terbarukan
5	Drs. Tuti Aryati Demen, M.S.	Instrumentasi Kontrol

9.5. Fasilitas

Tabel 50. Fasilitas yang tersedia

Sintesis	
JenisPeralatan	JenisPenelitian
❖ Balance	Solar Cells, Bahan Magnet, PenyimpanEnergi, SolidState Lamp
❖ Magnetic Stirrer	Solar Cells, Bahan Magnet, PenyimpanEnergi, SolidState Lamp
❖ Oven (200C)	Solar Cells, PenyimpanEnergi, SolidState Lamp

❖ Alumina crucible SSA-H B2 50 ml	Bahan Magnet, PenyimpanEnergi
❖ Mortal set	Bahan Magnet, PenyimpanEnergi
❖ Furnace F-1404P 1100 °C	Bahan Magnet, PenyimpanEnergi
❖ Ultrasonic Bath	Solar Cells, SolidState Lamp
❖ Centrifuge	Solar Cells, PenyimpanEnergi, SolidState Lamp
❖ Desiccators	Solar Cells, PenyimpanEnergi, SolidState Lamp
❖ Rotary evaporator	Solar Cells, PenyimpanEnergi, SolidState Lamp
❖ Pemanas (300 °C)	Solar Cells, PenyimpanEnergi, SolidState Lamp
Karakterisis	
➤ Ocean optic equipment	Solar Cells, PenyimpanEnergi, SolidState Lamp
➤ UV-Vis Spectrometer	Solar Cells, SolidState Lamp
➤ Fluorisensi	Solar Cells, SolidState Lamp
➤ Chromameter	Solar Cells, SolidState Lamp
➤ Current Voltage Source	Solar Cells, Bahan Magnet, PenyimpanEnergi, SolidState Lamp
Analisis	
✓ SoftwareCell Calculation	Solar Cells, Bahan Magnet, Penyimpan

(XRD)	Energi
✓ 4 desktop komputer	Solar Cells, Bahan Magnet, PenyimpanEnergi, SolidState Lamp
✓ Small klaster	Solar Cells, Bahan Magnet, PenyimpanEnergi, SolidState Lamp

Tabel 51. Fasilitas lain yang dibutuhkan untuk pengembangan

Sintesis	
JenisPeralatan	JenisPenelitian
❖ Furnace F-1404P 1100 °C	Bahan Magnet, PenyimpanEnergi
❖ Cryostat	Bahan Magnet, PenyimpanEnergi
❖ Hydrothermal Lab Reactor TCGF-200ml	Solar Cells, PenyimpanEnergi, SolidState Lamp
❖ Laser NdYAG	Solar Cells, PenyimpanEnergi, SolidState Lamp
Karakterisis	
➤ XRD	Solar Cells, Bahan Magnet, PenyimpanEnergi, SolidState Lamp
➤ Impedance Spectroscopy	Solar Cells, SolidState Lamp
➤ Potensiostat	Solar Cells, SolidState Lamp, PenyimpanEnergi
➤ Solar Simulator	Solar Cells, SolidState Lamp
➤ Current Voltage Source	Solar Cells, Bahan Magnet, PenyimpanEnergi, SolidState Lamp

Analisis				
✓	VASP	4.6	(Vienna	Solar Cells, Bahan Magnet, Penyimpan Energi
	Ab-initio		Simulation	
	Package)			

9.6. Kerjasama

Tabel 52. Lembaga Rekanan

No.	LembagaRekanan
1	The Physical and Chemical Research Institute (RIKEN) Japan
2	Waseda University, Japan
3	Tohoku University, Japan
4	Saitama university, japan
5	The University of Kaiserslautern, Germany
6	University of Alberta, Canada
7	South Korea
8	ITB
9	Industri

9.7. Rencana Penelitian Tahun 2013-2016

Tabel 53. Rencana Penelitian Klaster Transmisi Energi tahun 2013-2016

Penagung Jawab Peneltian: Dr. Risdiana

No	Tahun	Judul Penelitian	Jumlah Dana yang Dibutuhkan (Rp)	Peneliti	Output						
					1	2	3	4	5	6	7
1.	2013	Crystal Growth and Spin Dynamics Study of Electron-doped High- T_c Superconducting Cuprates $\text{Eu}_{2-x}\text{Ce}_x\text{Cu}_{1-y}\text{Zn}_y\text{O}_4$	200.000.000 (Penelitian berbasis kerjasama Internasional (RIKI))	5. Dr. Risdiana 6. Dr. Togar Saragi 7. Drs. Wahyu A.	√			√			
2.	2013	<i>Multiple Input Single Output Boost</i> Konverter DC to DC Untuk Rumah DC	100.000.000	1. Drs. Bambang M. W., M.S 2. Dra. Tuti Aryati			√		√		
3	2013	Dipole field calculation for Muon Estimation of La_2CuO_4	150.000.000	1. Dr. Irwan Ary D. 2. Dr. Risdiana	V						

4.	2014	Pembuatan dan kajian sifat fisis bahan superkonduktor YBa_2CuO_4 (YBCO) dan $\text{Eu}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_4$ sebagai bahan dasar kabel superkonduktor	150.000.000	1. Dr. Risdiana 2. Dr. Togar Saragi	√	√						
5.	2014	Pembuatan prototipe transmisi arus DC	100.000.000	1. Dra. Mariah K., MS.							√	
6.	2014	Potential field calculation of La_2CuO_4 using Ab initio method		1. Dr. Irwan Ary D. 2. Dr. Risdiana	V							
7.	2015	Pembuatan prototipe kabel superkonduktor YBCO dan ECCO	200.000.000	1. Dr. Risdiana 2. Drs. Wahyu A.							√	
8.	2015	Pembuatan modul transmisi arus DC	100.000.000	1. Dr. Togar Saragi								√
9.	2015	Software development for muon estimation of Magnetic Materials using Ab initio and Dipole Field method (1st year)	150.000.000.	2. Dr. Irwan Ary D. 3. Dr. Risdiana	V							

10.	2016	Kajian sifat fisis dan magnetik prototipe kabel superkonduktor serta oprtimasi bahan superkonduktor	150.000.000	4. Dr. Risdiana 5. Dr. Togar Saragi	√			√				
11.	2016	Pembuatan produk kabel transmisi arus DC serta pengintegrasiannya dengan alat elektronik lainnya	100.000.000	1. Dr. Togar Saragi 2. Dr. Risdiana				√				√
12	2016	Software development for muon estimation of Magnetic Materials using Ab initio and Dipole Field method (2nd year)	150.000.000	3. Dr. Irwan Ary D. 4. Dr. Risdiana	V							V

9.8. Ringkasan

Klaster teknologi transmisi energi adalah klaster penelitian yang akan melakukan penelitian pada bidang teknologi transmisi energi serta aspek-aspek penting yang mendukung tersedianya peralatan yang memiliki efisiensi tinggi. Keberadaan klaster ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan pada terlaksananya kemandirian energi nasional.

9.9. Referensi

1. Inteenational Electrical Commission, "Efficient Electrical Energy Transmission and Distribution" 2007.
2. A. S. Massoud, B. F. Wollenberg, IEEE Power and Energy Magazine 3 (2005) 34
3. J. F. Maquire, J. Yuan, Physica C 469 (2009) 874.
4. J. M. Tranquada, B. J. Sternlieb, J. D. Axe, Y. Nakamura, S. Uchida, Nature 375 (1995) 561.
5. K. Yamada, C. H. Lee, K. Kurahashi, Phys. Rev. B 57 (1998) 6165.
6. K. Yamada, K. Kurahashi, T. Uefuji, M. Fujita, S. Park, S. H. Lee, Y. Endoh, Phys. Rev. Lett 90 (2003) 137004.
7. M. Fujita, J. Phys. Chem. Solids 68 (2007) 2035.
8. Y. Koike, A. Kobayashi, T. Kawaguchi, M. Kato, T. Noji, Y. Ono, T. Hikita, Y. Saito, Solid State Commun. 82 (1996) 889.
9. Risdiana, T. Adachi, Y. Koike, I. Watanabe, and K. Nagamine, Physica C 426-431 (2005) 355.

10. Risdiana, T. Adachi, Y. Koike, and I. Watanabe, *Physica B* 374-375 (2006) 218.
11. Y. Koike, A. Kakimoto, M. Mochida, H. Sato, T. Noji, M. Kato and Y. Saito, *Jpn., J. Appl. Phys.* 31 (1992) 2721.
12. Risdiana, T. Adachi, N. Oki, Y. Koike, T. Suzuki, I. Watanabe, *Physical Review B* 82, 014506 (2010).
13. T. Adachi, S. Yairi, Y. Koike, I. Watanabe, K. Nagamine, *Phys. Rev. B* 70 (2004) 060504(R).
14. T. Adachi, S. Yairi, K. Takahashi, Y. Koike, I. Watanabe, K. Nagamine, *Phys. Rev. B* 69 (2004) 184507.

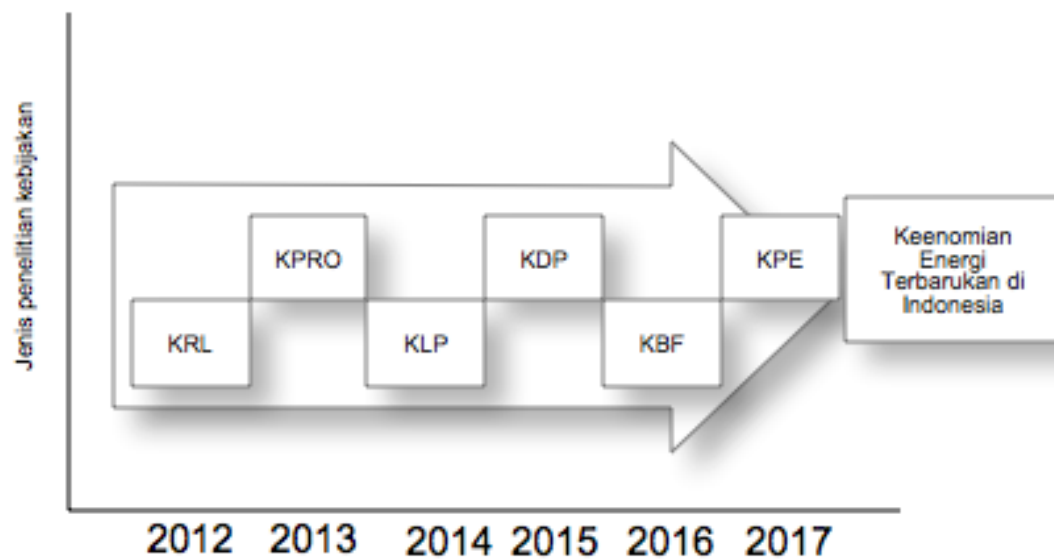
10. Analisis dan Kebijakan Energi Terbarukan

10.1. Latar Belakang

Penelitian ini akan mengklasterkan pada topik kebijakan energi yang akan memberikan roadmap bagi pengembangan kebijakan energi terbarukan di Indonesia. Sampai saat ini analisis kebijakan ini relatif jarang dan di tataran kebijakan masih berupa “jargon-jargon” politik. Diharapkan dengan adanya klaster ini dapat memberikan sumbangan bagi pilar kebijakan penelitian Universitas Padjadjaran dalam pilar Energi.

10.2. *Benchmarking, Roadmap dan Target Hasil Penelitian*

Lebih jelasnya roadmap penelitian klaster ekonomi energi terbarukan dapat dilihat pada Roadmap klaster ekonomi energi terbarukan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 terlihat roadmap sub klaster jenis penelitian yang menunjang terhadap pencapaian keekonomian energi terbarukan di Indonesia. Diharapkan dengan klaster penelitian ini, penelitian yang sehubungan klaster ini dapat memberikan kontribusi nyata terhadap economic viable dari energi terbarukan sebagai energi alternatif di Indonesia.



Gambar 24. Roadmap penelitian kluster penelitian Ekonomi Energi Terbarukan

Tabel 54. Kluster penelitian kebijakan ekonomi energi terbarukan

Kluster Ekonomi Energi Terbarukan	Sasaran analisis	Keluaran
Kebijakan promosi (KPRO)	Penetapan harga dan kuantitas Kebijakan pengurangan biaya Kebijakan fasilitasi Investasi Kebijakan akses ketenagalistrikan	Kemanfaatan energi baru dan terbarukan dalam sektor listrik
Kebijakan biofuel (KBF)	Mandat biofuel Kebijakan pajak	Mandat biofuel pada sektor transportasi
Kebijakan pengurangan emisi (KPE)	Kontribusi energi baru terbarukan dalam pengurangan emisi Kebijakan mitigasi greenhouse gases (GhGs)	Alokasi pengurangan emisi yang akan dicapai dari energi terbarukan
Kebijakan restrukturisasi sektor kelistrikan (KRL)	Kompetisi pasar sektor tenaga listrik Pembangkitan Privatisasi dan komersialisasi sektor kelistrikan	Keekonomian harga listrik sektor energi terbarukan di

	Sistem alokasi pembangkit, transmisi dan distribusi kelistrikan Harga eceran listrik yang competitive	Indonesia
Kebijakan distribusi pembangkitan (KDP)	Penentuan harga meter energi baru dan terbarukan di masyarakat Penentuan harga actual energi baru terbarukan untuk menghindari pembangkit listrik bertenaga fosil Penyediaan melalui fasilitas kredit Kebijakan antarkoneksi	Penilaian keekonomisan harga energi terbarukan berdasarkan biaya actual
Kebijakan listrik perdesaan (KLP)	Kebijakan kelistrikan perdesaan dan konsesi jasa energi Kredit mikro untuk pengembangan bisnis perdesaan berbasis energi baru dan terbarukan Analisis perbandingan biaya antara biaya bahan bakar fosil dan terbarukan	Pengembangan energi terbarukan di lingkungan energi terbarukan

10.3. Sumber Daya Manusia dan Bidang Penelitian

Table 55 adalah SDM yang terlibat dalam penelitian dan pengembangan Analisis dan kebijakan energi terbarukan.

Tabel 55. Sumber Daya Manusia Analisis dan kebijakan energi terbarukan

No.	Nama	Bidang Riset
1.	Yayan, Ph.D.,	Kebijakan Ekonomi untuk energi terbarukan
2	Budiono, Ph.D.	Kebijakan Ekonomi untuk energi terbarukan
3	Anshory Yusuf, Ph.D.	Kebijakan Energi Terbarukan dan Lingkungan
3	Dr. Yadi Supriyadi.,DEA	Analisis Statistika untuk energi terbarukan
4.	Zulhanif.,S.Si.,M.Sc.	Analisis Statistika energi terbarukan

10.4. Kerjasama

Tabel 56. Lembaga Kerjasama

No.	LembagaRekanan
1	UN-ESCAP,
2	CSIRO
3	Bappenas
4	BPPS

10.5. Rencana Penelitian Tahun 2013-2016

Tabel 57. Rencana Penelitian Kalster Analisis dan Kebijakan Energi Terbarukan tahun 2013-2016

Penanggung Jawab Penelitian : Yayan Satyakti, Ph.D.

No	Tahun	Judul Penelitian	Jumlah Dana yang Dibutuhkan (Rp)	Peneliti	Output							
					J. Int.	J. Nas. Ak.	J. Nas.	Proc. Int.	Proc. Nas.	HKI	Prototipe	Produk
1.	2013	Fiscal analysis Scenario of Low Carbon Growth through Poverty Alleviation in Indonesia (Method: TD-CGE-MHH Decomposition)	500.000.000,00 UN-ESCAP, CSIRO, Bappenas	1. Yayan Satyakti, Ph.D. 2. Heinz Schandl, Ph.D., 3. Prof. Steeve Keen, Ph.D.	√							
2	2013	Studi infrastruktur dan pengembangan sistem Competitive Technical Intelligence (CTI) untuk energi terbarukan	50.000.000,- PPM Produktif	1. Dr. Yadi Supriyadi, DEA 2. Zulhanif., S.Si., M.Sc.			√		√			
3.	2014	<i>Analisis Electricity Reform in Indonesia</i>	Rp 150.000.000,00 PPM Produktif	1. Yayan, Ph.D. , 2. Budiono, Ph.D.	√				√			

4	2014	Tipology dan sumber informasi dalam Competitive Technical Intelligence (CTI) bidang energy terbarukan	100.000.000,- Stranas	1. Dr. Yadi Supriyadi,DEA 2. Zulhanif.,S.Si.,M.Sc .		√			√			
5	2015	Renewable energy and poverty alleviation how does it linkage	300.000,00 Hibah Kompetitif	1. Yayan, Ph.D., 2. Arief Anshory Yusuf, Ph.D	√						√	
6	2015	Competitive Technical Intelligence (CTI) dalam bidang energy terbarukan	100.000.000,- Stranas	1. Dr. Yadi Supriyadi,DEA 2. Zulhanif.,S.Si.,M.Sc		√				√		
7	2016	Model Desa Mandiri Energi berbasis Local Economic Resource Technology Development	Rp.1 M UNIDO-CULS-BOKU	1. Yayan, Ph.D. , 2. Bohumil Havrland, Ph.D., 3. Vladimir Verner, Ph.D.	√							√
7	2016	Dari Competitive Technical Intelligence (CTI) kepada pengembangan inovasi dalam bidang energy terbarukan	100.000.000,- Andalan	3. Dr. Yadi Supriyadi,DEA 4. Zulhanif.,S.Si.,M.Sc .		√			√			

10.6. Ringkasan

Diharapkan dengan adanya klaster ini dapat memberikan sumbangan bagi pilar kebijakan penelitian Universitas Padjadjaran dalam pilar Energi. Roadmap klaster kebijakan ekonomi energi dapat disajikan dalam tabel sebagai berikut.

10.7. Referensi

Satyakti, Y., Harrland, B., Ackermann-Blazkova, L., Mazancova, J., Kandakov, A., Ivanova, T., *Renewable Energy Economics In Dveloping Countries*, Bohumil Harvland, 2011.

11. Ucapan Terima Kasih

Sebagai Tim Penjamin Mutu Peneleitian yang ditugaskan dalam penyusunan dokumen ini mengucapkan terima kasih kepada seluruh kontributor peneliti dan juga pihak LPPM dan Wakil Rektor 3.

Lampiran

Surat Keterangan atau Nota Kesepahaman Kerjasama



NOTA KESEPAHAMAN

Nomor : 002/SP/MoU-DN/2012
001/JTK/EL/2012



Dengan rahmat Tuhan yang Maha Esa
dan didasari keinginan untuk saling menunjang
dalam melaksanakan pembangunan Bangsa dan Negara Republik Indonesia,
yang bertanda tangan di bawah ini

KEPALA LABORATORIUM SISTEM INSTRUMENTASI DAN PEMROSESAN MATERIAL FUNGSIONAL,
JURUSAN FISIKA, FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM,
UNIVERSITAS PADJADJARAN

dan

KEPALA LABORATORIUM ELEKTROKIMIA DAN KOROSI
JURUSAN TEKNIK KIMIA, FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Sepakat mengadakan kerjasama dan saling menunjang dalam melaksanakan tugas kedua belah pihak,
sesuai dengan fungsi dan kewenangan masing-masing.

Hal-hal yang menyangkut tindak lanjut kerjasama, diatur dalam perjanjian tersendiri
yang dilaksanakan oleh pejabat yang memberikan tugas/kuasa oleh masing-masing pihak dan dituangkan
dalam perjanjian serta merupakan bagian dari satu kesatuan yang tidak terpisahkan dari Nota
Kesepahaman ini.

Kerjasama ini akan berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun, sejak Piagam Kerjasama ini ditandatangani
dan dapat diperbaharui dengan persetujuan kedua belah pihak.

Ditandatangani di Bandung pada Tanggal 7 Agustus 2012.

Dibuat rangkap 2 (dua) masing-masing bermaterai cukup dan memiliki kekuatan hukum yang sama.

Lab. Sistem Instrumentasi dan Pemrosesan
Material Fungsional, Jurusan Fisika, FMIPA,
Universitas Padjadjaran
Kepala,

Dr. Eng. I Made Joni, M.Sc
NIP. 19720601 200112 1 001

Lab. Elektrokimia dan Korosi,
Jurusan Teknik Kimia FTI,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kepala,



Prof. Dr. Heru Setyawan
NIP. 196702031991021001



NOTA KESEPAHAMAN

Nomor : 003/SP/MoU-DN/2012
530/MGT/VIII/12

Dengan rahmat Tuhan yang Maha Esa
dan didasari keinginan untuk saling menunjang
dalam melaksanakan pembangunan Bangsa dan Negara Republik Indonesia,
yang bertanda tangan di bawah ini

KEPALA LABORATORIUM SISTEM INSTRUMENTASI DAN PEMROSESAN MATERIAL FUNGSIONAL, JURUSAN
FISIKA, FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM,
UNIVERSITAS PADJADJARAN

dan

DIREKTUR PT. CONTROL SYSTEMS

Sepakat mengadakan kerjasama dan saling menunjang dalam melaksanakan tugas kedua belah pihak,
sesuai dengan fungsi dan kewenangan masing-masing.

Hal-hal yang menyangkut tindak lanjut kerjasama, diatur dalam perjanjian tersendiri
yang dilaksanakan oleh pejabat yang memberikan tugas/kuasa oleh masing-masing pihak dan dituangkan
dalam perjanjian serta merupakan bagian dari satu kesatuan yang tidak terpisahkan dari
Nota Kesepahaman ini.

Kerjasama ini akan berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun, sejak Piagam Kerjasama ini ditandatangani
dan dapat diperbaharui dengan persetujuan kedua belah pihak.

Ditandatangani di Jakarta pada Tanggal 8 Agustus 2012.

Dibuat rangkap 2 (dua) masing-masing bermaterai cukup dan memiliki kekuatan hukum yang sama.

Lab. Sistem Instrumentasi dan Pemrosesan
Material Fungsional, Jurusan Fisika, FMIPA,
Universitas Padjadjaran
Kepala,

Dr. Eng. I Made Joni, M.Sc

PT. Control Systems
Direktur



Djoni Lukman



NOTA KESEPAHAMAN

Nomor : 001/SP/MoU-DN/2012
005/PKS/STI-UNPAD/VIII/2012



Dengan rahmat Tuhan yang Maha Esa
dan didasari keinginan untuk saling menunjang
dalam melaksanakan pembangunan Bangsa dan Negara Republik Indonesia,
yang bertanda tangan di bawah ini

KEPALA LABORATORIUM SISTEM INSTRUMENTASI DAN PEMROSESAN MATERIAL FUNGSIONAL
JURUSAN FISIKA, FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PADJADJARAN

dan

DIREKTUR UTAMA PT. SEMESTA TEKNOLOGI INDONESIA

Sepakat mengadakan kerjasama dan saling menunjang dalam melaksanakan tugas kedua belah
pihak, sesuai dengan fungsi dan kewenangan masing-masing.

Hal-hal yang menyangkut tindak lanjut kerjasama, diatur dalam perjanjian tersendiri
yang dilaksanakan oleh pejabat yang memberikan tugas/kuasa oleh masing-masing pihak dan
dituangkan dalam perjanjian serta merupakan bagian dari satu kesatuan yang tidak terpisahkan dari
Piagam Kerjasama ini.

Kerjasama ini akan berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun, sejak Piagam Kerjasama ini
ditandatangani dan dapat diperbaharui dengan persetujuan kedua belah pihak.

Ditandatangani di Jakarta pada Tanggal 8 Agustus 2012.

Dibuat rangkap 2 (dua) masing-masing bermaterai cukup dan memiliki kekuatan hukum yang sama.

Lab. Sistem Instrumentasi dan Pemrosesan
Material Fungsional, Jurusan Fisika, FMIPA
Universitas Padjadjaran
Kepala,

Dr. Eng. I Made Joni, M.Sc

PT. Semesta Teknologi Indonesia
Direktur Utama,



Ir. Budi Mulyono

MEMORANDUM OF UNDERSTANDING FOR MATERIAL SCIENCES USING MUONS AT THE RIKEN-RAL MUON FACILITY

This memorandum of understanding (“MOU”) serves as an agreement between

1. The Institut Teknologi Bandung, established at Bandung, Republic of Indonesia hereinafter referred to as “ITB”, which represents the three Indonesian Universities including ITB, Universitas Padjadjaran established at Bandung hereinafter referred to as “UNPAD” and Institut Teknologi Sepuluh Nopember established at Surabaya hereinafter referred to as “ITS”

and

2. RIKEN Nishina Center for Accelerator-Based Science, hereinafter referred to as “RNC”, established at Wako-shi, Japan hereinafter referred to as RIKEN Nishina Center,

which are hereinafter called as the “Parties” collectively, or as the “Party” individually, and is aimed to promote research cooperation between the Parties as determined below.

ARTICLE 1: Purpose of MOU

The purpose of this MOU is to promote and advance the collaborative research activities between the RNC and Indonesia parties (ITB, UNPAD and ITS) for material sciences using the RIKEN-RAL Muon Facility includes, but is not limited to conduct following collaborative research activities (hereinafter referred to as “Collaborative Activities”):

1. development of collaborative research projects involving the use of the RIKEN-RAL Muon Facility;
2. organization of joint academic and scientific activities, such as conferences, symposia, workshops and technical meetings;
3. exchange of researchers and graduate students;
4. joint supervision of graduate students and fostering of young scientists,

in the field of material sciences or related researches using muons at the RIKEN-RAL Muon Facility.

ARTICLE 2: Organization of Parties

The Parties agree to formulate the following specific organizations for the smooth implementation of MOU.

1. Indonesian parties will create a joint committee in order to organize Indonesian parties and facilitate Collaborative Activities. ITB is responsible to act as a coordinator for research activities involving UNPAD and ITS in the collaboration scheme, for which a coordinator will be appointed by ITB.

2. Specific research projects and the detailed planning for their implementation will be formulated and determined jointly by all the Indonesian universities in the committee.
3. ITB may invite Indonesian researchers to the committee from UNPAD and ITS in the collaboration.
4. The joint committee involves a researcher from RNC as its representative.
5. Specific research projects determined in the joint committee will be proposed to and judged by the RIKEN Program Advisory Committee for the RIKEN-RAL Muon Facility.
6. The researcher appointed by the RNC will conduct technical discussions, evaluations of research progress and the fostering of young scientist in Indonesia.
7. The researcher from RNC will join the supervision and review of Indonesian graduate student. A number of Indonesian researchers, including graduate students are expected to perform researches at the RIKEN-RAL Muon Facility, and at least one researcher from RNC will be appointed and responsible to conduct technical discussions.
8. A research workshop/seminar will be held annually at an Indonesian university or at RNC.

ARTICLE 3: Budgetary Scheme

The Indonesia parties (ITB, UNPAD and ITS) are responsible for seeking support for the execution of Collaborative Activities in Indonesia and RNC including the RIKEN-RAL Muon Facility. RNC is responsible for providing the RIKEN-RAL Muon Facility and its operating expenses for Collaborative Activities conducted at RNC.

ARTICLE 4: Implementation of Collaborative Activities

In order to carry out and fulfill the specific Collaborative Activities, the details of following activities will be set forth and discussed between Parties;

1. specific nature of Collaboration Activities;
2. elaboration of the responsibilities of each party for the Collaborative Activities agreed upon;
3. schedules for the specific Collaborative Activities;
4. budgets and sources of financing for each Collaborative Activity; and
5. any other items necessary for smooth and efficient management of each activity.

The implementation of the Collaborative Activities at the RIKEN-RAL Muon Facility should follow the operation rule of the RIKEN-RAL Muon Facility.

ARTICLE 5: Confidentiality

All information held by Party or an organization prior to the commencement of or outside the scope of this MOU or the Collaborative Activities between Parties and provided for Party in the course of this collaboration or a specific collaborative activity between Parties, shall be kept confidential by the receiving Party, and shall not be disclosed to any

third party or used for any purpose other than the collaborations hereunder or without prior to written approval from the providing Party or the relevant organization. Publications or scientific achievements of the Collaborative Activities have to be released on the basis of the collaboration with RNC and should follow the operation rule of the RIKEN-RAL Muon Facility.

ARTICLE 6: Duration of the Agreement

This MOU shall remain effective for a period of three (3) years from the date of signing by both parties and may be extended by the mutual written agreement of parties, and may be similarly renewed thereafter. Termination of this MOU shall not affect any projects that are active at the time of notification under an appropriate written agreement, except as mutually agreed.

ARTICLE 7: Modification

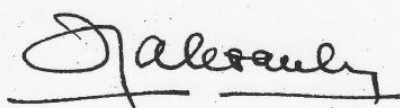
Any modifications or amendment of this MOU shall be made in writing on the basis of mutual understanding.

ARTICLE 8: Striving and Engagement

ITB and RNC will strive to enhance the co-operation into a strategic alliance, implying that both institutes will support initiatives from each other in order to engage in respective networks in Indonesia and South East Asia. While the initial research area is focused on condensed matter physics, this collaboration is deemed necessary to expand in a long term to other mutually beneficial research areas involving other universities in Indonesia.

Drawn up and signed in duplicate and retain one copy.

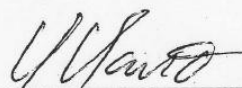
For ITB



Prof. Dr. Djoko Santoso
Rector of Institut Teknologi Bandung

Date: June 17, 2008

For RNC



Dr. Yasushige Yano
Director of RIKEN Nishina Center

Date: Jan. 17, 2008



**Memorandum of Understanding
Between
Department of Mechanical Engineering, Yonsei University
And
Department of Physics, Universitas Padjadjaran**

In accordance with a mutual desire to continue scientific and technical interaction and collaboration between Department of Mechanical Engineering, Yonsei University and Department of Physics, Universitas Padjadjaran, the two institutions agree to enter into this formal Memorandum of Understanding (MoU) for the purpose of scientific exchange.

Article 1

The two institutions have found it mutually beneficial to initiate cooperative activities in areas of mutual interest for the following purposes:

1. Exchange the faculty, scholars and graduate students for lecturing, advanced studies and research
2. Exchange of information, theses, teaching materials and other technological and scientific literature
3. Cooperation on scientific and technological research and instruction
4. Organization of bilateral joint symposia, workshops and conferences
5. Exchange visits by members of Faculty of the two institutions
6. Conducting joint and integrated programs for graduate students
7. Exchange of scientific/technical publications and information
8. Executing Research and Development towards conferelements

Article 2

The cooperation will initially cover the following scientific and technical areas : Fluid Dynamics (Computational Fluid Dynamics), Thermodynamical Engineering, Nanotechnology, Robotics and Optics.

Article 3

By signing this memorandum, neither of the universities accepts any kind of obligation to finance any activities of the exchange and cooperation out of their own budget funds, unless special funds are being made available for this purpose. Both contracting parties will do their best to find national and international financing possibilities for the envisaged activities.

Article 4

This memorandum will become effective immediately upon the signature of both Department of Mechanical Engineering, Yonsei University and Department of Physics, Universitas Padjadjaran representatives and will remain in force for a period of five years. An extension beyond this date will require consultations between, and written approval by Department of Mechanical Engineering, Yonsei University and Department of Physics, Universitas Padjadjaran at least six month prior to the expiration of this Memorandum of Understanding

For and behalf of Department of Mechanical Engineering
Yonsei University, Korea

Head of Department : Dr. Yang Hyunseok
Date : 12.04.2010

For and behalf of Department of Physics
Universitas Padjadjaran, Indonesia

Head of Department : Dr. rer. nat. Aji Bahtiar
Date : 12.04.2010



Memorandum of Understanding
Between
Department of Mechanical Engineering, Yonsei University
And
Department of Physics, Universitas Padjadjaran

In accordance with a mutual desire to continue scientific and technical interaction and collaboration between Department of Mechanical Engineering, Yonsei University and Department of Physics, Universitas Padjadjaran, the two institutions agree to enter into this formal Memorandum of Understanding (MoU) for the purpose of scientific exchange.

Article 1

The two institutions have found it mutually beneficial to initiate cooperative activities in areas of mutual interest for the following purposes

1. Exchange the faculty, scholars and graduate students for lecturing, advanced studies and research
2. Exchange of information, theses, teaching materials and other technological and scientific literature
3. Cooperation on scientific and technological research and instruction
4. Organization of bilateral joint symposia, workshops and conferences
5. Exchange visits by members of faculty of the two institutions
6. Conducting joint and integrated programs for graduate students
7. Exchange of scientific/technical publications and information
8. Executing Research and Development towards conferelements

Article 2

The cooperation will initially cover the following scientific and technical areas : Fluid Dynamics (Computational Fluid Dynamics), Thermodynamical Engineering, Nanotechnology, Robotics and Optics.

Article 3

By signing this memorandum, neither of the universities accepts any kind of obligation to finance any activities of the exchange and cooperation out of their own budget funds, unless special funds are being made available for this purpose. Both contracting parties will do their best to find national and international financing possibilities for the envisaged activities.

Article 4

This memorandum will become effective immediately upon the signature of both Department of Mechanical Engineering, Yonsei University and Department of Physics, Universitas Padjadjaran representatives and will remain in force for a period of five years. An extension beyond this date will require consultations between, and written approval by Department of Mechanical Engineering, Yonsei University and Department of Physics, Universitas Padjadjaran at least six month prior to the expiration of this Memorandum of Understanding

For and behalf of Department of Mechanical Engineering
Yonsei University, Korea

Head of Department : Dr. Yang Hyunseok
Date : 12.04.2010

For and behalf of Department of Physics
Universitas Padjadjaran, Indonesia

Head of Department : Dr.rer.nat. Aji Bahdjar
Date : 12.04.2010



MEMORANDUM

PERSEFAHAMAN

ANTARA

UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA

DENGAN

UNIVERSITAS PADJADJARAN,
INDONESIA

MEMORANDUM PERSEFAHAMAN
ANTARA
UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
DENGAN
UNIVERSITAS PADJADJARAN, INDONESIA

MEMORANDUM PERSEFAHAMAN ini telah dibuat pada 28 Februari 2011

ANTARA

UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA (selepas ini dirujuk sebagai "**UKM**"), sebuah institusi pengajian tinggi yang ditubuhkan di bawah Akta Universiti dan Kolej Universiti 1971 dan mempunyai alamat berdaftar di 43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan, MALAYSIA di satu pihak,

DENGAN

UNIVERSITAS PADJADJARAN, INDONESIA (selepas ini dirujuk sebagai "**UNPAD**"), sebuah universiti awam yang didirikan 11 September 1957 dan mempunyai alamat di Jalan Dipati Ukur, No. 35, Bandung 40132, INDONESIA di satu pihak yang lain.

UKM dan **UNPAD** selepas ini akan dirujuk sebagai "**Pihak**" secara berasingan dan "**Pihak-pihak**" secara kolektif.

BAHAWASANYA

- A. **UKM** ialah salah sebuah universiti penyelidikan di Malaysia yang sentiasa berusaha untuk memperkukuhkan keupayaan dan kecemerlangannya di dalam bidang penyelidikan, akademik dan klinikal. Dalam usaha tersebut **UKM** telah menjalin hubungan pintar dengan institusi tertentu untuk menjayakan program akademik dan projek penyelidikan yang berkaitan.
- B. **UKM**, bagi tujuan Memorandum Persefahaman ini diwakili oleh Pusat Perubatan **UKM** (selepas ini dirujuk sebagai "**PPUKM**"), Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan (selepas ini dirujuk sebagai "**FSSK**") dan Institut Kejuruteraan Mikro dan Nanoelektronik (selepas ini dirujuk sebagai "**IMEN**"). Walaubagaimanapun, Pihak-pihak menggalakkan penambahan kerjasama secara menyeluruh antara fakulti/jabatan di **UKM** dengan fakulti/jabatan di **UNPAD**.

- C. **PPUKM**, melalui Fakulti Perubatan yang beralamat di Jalan Yaacob Latif, 56000 Cheras, Kuala Lumpur, berhasrat untuk:
- i. meneruskan kerjasama akademik dan klinikal Program Pengajian Tinggi Bidang Doktor Perubatan yang dilaksanakan dalam bentuk Program Berkembar yang telah berlangsung dengan baik; dan
 - ii. menambahbaik komitmen dan jaringan kerjasama dengan **Fakultas Kedokteran UNPAD** di dalam bidang penyelidikan perubatan dan latihan pakar.
- D. **FSSK**, berhasrat meneruskan kerjasama dengan **Fakultas Psikologi dan Fakultas Ilmu Komunikasi, UNPAD** di dalam bidang Sains Sosial dan Kemanusiaan dan bidang lain yang berkaitan.
- E. **IMEN**, berhasrat meneruskan kerjasama dengan **Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (Physics Department), UNPAD** di dalam bidang *Photonics, Organic Electronics, System Design* dan *MEMS* dan bidang lain yang berkaitan.
- F. Pihak-pihak dengan ini akan pada setiap masa untuk kepentingan bersama berusaha untuk memastikan kejayaan Memorandum Persefahaman ini.

ADALAH DENGAN INI PIHAK-PIHAK BERSETUJU SEPERTI BERIKUT:-

ARTIKEL 1 **OBJEKTIF**

1. Pihak-pihak dengan ini tertakluk kepada undang-undang dan polisi-polisi negara masing-masing dari masa ke semasa, dan dalam usaha untuk menggalakkan usahasama, bersetuju bahawa Memorandum Persefahaman ini akan bertindak sebagai rangka kerja am bagi usahasama di dalam bidang-bidang seperti berikut :
 - a) aktiviti penyelidikan secara bersama dan program akademik;
 - b) pertukaran maklumat, tidak terhad kepada pertukaran bahan perpustakaan dan penerbitan penyelidikan;
 - c) program pertukaran ahli akademik bagi pembangunan modal insan masing-masing Pihak;
 - d) program pertukaran pelajar pra-siswazah dan siswazah bagi tujuan pembelajaran dan penyelidikan;
 - e) penganjuran seminar atau persidangan secara bersama;
 - f) lawatan kerja oleh pegawai untuk membangunkan mekanisma kerjasama antara Pihak-Pihak; dan
 - g) mengenalpasti bidang-bidang lain yang berkemungkinan dapat dimajukan secara bersama.

- C. **PPUKM**, melalui Fakulti Perubatan yang beralamat di Jalan Yaacob Latif, 56000 Cheras, Kuala Lumpur, berhasrat untuk:
 - i. meneruskan kerjasama akademik dan klinikal Program Pengajian Tinggi Bidang Doktor Perubatan yang dilaksanakan dalam bentuk Program Berkembar yang telah berlangsung dengan baik; dan
 - ii. menambahbaik komitmen dan jaringan kerjasama dengan **Fakultas Kedokteran UNPAD** di dalam bidang penyelidikan perubatan dan latihan pakar.
- D. **FSSK**, berhasrat meneruskan kerjasama dengan **Fakultas Psikologi dan Fakultas Ilmu Komunikasi, UNPAD** di dalam bidang Sains Sosial dan Kemanusiaan dan bidang lain yang berkaitan.
- E. **IMEN**, berhasrat meneruskan kerjasama dengan **Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (Physics Department), UNPAD** di dalam bidang *Photonics, Organic Electronics, System Design* dan *MEMS* dan bidang lain yang berkaitan.
- F. Pihak-pihak dengan ini akan pada setiap masa untuk kepentingan bersama berusaha untuk memastikan kejayaan Memorandum Persefahaman ini.

ADALAH DENGAN INI PIHAK-PIHAK BERSETUJU SEPerti BERIKUT:-

ARTIKEL 1 **OBJEKTIF**

1. Pihak-pihak dengan ini tertakluk kepada undang-undang dan polisi-polisi negara masing-masing dari masa ke semasa, dan dalam usaha untuk menggalakkan usahasama, bersetuju bahawa Memorandum Persefahaman ini akan bertindak sebagai rangka kerja am bagi usahasama di dalam bidang-bidang seperti berikut :
 - a) aktiviti penyelidikan secara bersama dan program akademik;
 - b) pertukaran maklumat, tidak terhad kepada pertukaran bahan perpustakaan dan penerbitan penyelidikan;
 - c) program pertukaran ahli akademik bagi pembangunan modal insan masing-masing Pihak;
 - d) program pertukaran pelajar pra-siswazah dan siswazah bagi tujuan pembelajaran dan penyelidikan;
 - e) penganjuran seminar atau persidangan secara bersama;
 - f) lawatan kerja oleh pegawai untuk membangunkan mekanisma kerjasama antara Pihak-Pihak; dan
 - g) mengenalpasti bidang-bidang lain yang berkemungkinan dapat dimajukan secara bersama.

- 1.2 Senarai aktiviti yang dipersetujui dan akan dilaksanakan oleh Pihak-pihak dilampirkan sebagai **Lampiran A** kepada Memorandum Persefahaman ini dan boleh ditambah baik dari semasa ke semasa dengan persetujuan bersama Pihak-pihak.
- 1.3 Pihak-pihak memahami bahawa sekiranya aktiviti-aktiviti di **Lampiran A** tersebut hendak dilaksanakan, butiran pelaksanaan setiap projek perlulah diperincikan dan dipersetujui secara bersama.

ARTIKEL 2 **DANA BAGI AKTIVITI**

- 2.1 Pemeteraian Memorandum Persefahaman ini tidak mewujudkan obligasi kewangan oleh satu Pihak ke atas Pihak yang satu lagi.
- 2.2 Bagi melaksanakan aktiviti-aktiviti di bawah Memorandum Persefahaman ini, setiap Pihak hendaklah menanggung sendiri segala kos dan perbelanjaan melainkan dipersetujui sebaliknya secara bersama oleh Pihak-pihak.

ARTIKEL 3 **PERLINDUNGAN HAK HARTA INTELEK**

Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual yang lahir dari Memorandum Persefahaman ini, akan diatur dalam suatu perjanjian terpisah oleh Pihak-pihak dengan dilandasi semangat kerja sama dan saling menguntungkan.

ARTIKEL 4 **KERAHSIAAN**

- 4.1 Pihak-pihak hendaklah berakujaji untuk menjaga kerahsiaan dokumen, maklumat dan lain-lain data yang diterima atau disalurkan kepada pihak lain sepanjang tempoh masa berkuatkuasanya Memorandum Persefahaman ini atau lain-lain perjanjian yang dibuat menurut Memorandum Persefahaman ini.
- 4.2 Pihak-pihak bersetuju agar peruntukan Artikel ini hendaklah mengikat sepanjang tempoh masa yang telah dipersetujui antara Pihak-pihak meskipun Memorandum Persefahaman ini ditamatkan.

ARTIKEL 5 **PINDAAN**

- 5.1 Salah satu Pihak adalah dibolehkan untuk memohon secara bertulis untuk semakan semula, pindaan atau ubah suaian kandungan Memorandum Persefahaman ini.
- 5.2 Sebarang semakan semula, pindaan atau ubah suaian dan hendaklah dipersetujui bersama oleh Pihak-pihak dan persetujuan tersebut hendaklah dibuat dalam bentuk bertulis dan selepas dari ini akan menjadi sebahagian daripada Memorandum Persefahaman ini.
- 5.3 Setiap semakan semula, pindaan atau ubah suaian hendaklah berkuatkuasa dari tarikh yang dipersetujui oleh Pihak-pihak yang terlibat.
- 5.4 Sebarang semakan semula, pindaan atau ubah suaian hendaklah tidak memprejudiskan hak-hak dan obligasi-obligasi yang wujud daripada atau berdasarkan kepada Memorandum Persefahaman ini sebelum atau pada tarikh semakan semula, pindaan atau ubah suaian dibuat.

ARTIKEL 6 **IMPLIKASI MEMORANDUM PERSEFAHAMAN**

Pemeteraian Memorandum Persefahaman ini hanya merekodkan hasrat Pihak-Pihak untuk bekerjasama dan tidak bertujuan untuk mewujudkan obligasi di bawah undang-undang kebangsaan atau undang-undang antarabangsa dan tidak akan mewujudkan proses undang-undang serta tidak mewujudkan obligasi yang mengikat antara Pihak-Pihak, sama ada secara tersurat atau tersirat.

ARTIKEL 7 **PENYELESAIAN PERTIKAIAN**

Sebarang perbezaan atau pertikaian di antara Pihak-pihak yang wujud akibat interpretasi atau pelaksanaan atau pemakaian mana-mana peruntukan Memorandum Persefahaman ini hendaklah diselesaikan secara baik melalui penasihat atau perbincangan di antara Pihak-pihak tanpa perlu merujuk kepada pihak ketiga.

ARTIKEL 8 **TIADA AGENSI**

Tiada peruntukan di dalam Memorandum Persefahaman ini yang mewujudkan perkongsian secara bersama atau organisasi perniagaan secara rasmi antara Pihak-pihak dan juga tiada mewujudkan sebarang hubungan sebagai ejen oleh satu Pihak ke atas Pihak yang satu lagi.

ARTIKEL 9
TEMPOH MASA

- 9.1 Memorandum Persefahaman ini akan berkuatkuasa selama LIMA (5) tahun dari tarikh Memorandum Persefahaman ini ditandatangani.
- 9.2 Memorandum Persefahaman ini boleh dilanjutkan tempohnya tertakluk kepada kajian semula dan ubah suaian seperti yang telah dipersetujui Pihak-Pihak secara bersama.

ARTIKEL 10
NOTIS

Sebarang notis dan bentuk komunikasi di bawah Memorandum Persefahaman ini hendaklah disampaikan kepada Pihak-pihak menggunakan bahasa Inggeris dan dihantar kepada UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA atau UNIVERSITAS PADJADJARAN ke alamat yang dinyatakan di bawah ini sama ada secara pos, faks atau melalui tangan dan notis tersebut hendaklah disifatkan telah diterima oleh penerima setelah notis tersebut diakuterima oleh Pihak-pihak:

Alamat UKM :-

Pendaftar
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi
Selangor Darul Ehsan
MALAYSIA
Tel : +603-8921 4888
Faksimili: +603-8925 2882

Wakil sah :

1. Dekan, Fakulti Perubatan dan Pengarah, Pusat Perubatan UKM
2. Dekan, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, UKM
3. Pengarah, Institut Kejuruteraan Mikro dan Nanoelektronik (IMEN), UKM

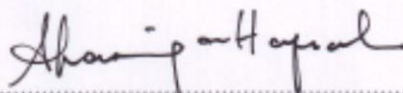
Alamat UNPAD:

Rektor
Universitas Padjadjaran
Jalan Dipati Ukur
No. 35, Bandung 40132
INDONESIA
Tel : +62-22-2507428
Faksimili : +62-22-2501977

Bagi menyaksikan Memorandum Persefahaman antara UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA dan UNIVERSITAS PADJADJARAN ini, Pihak-pihak dengan ini melalui wakil-wakil yang dibenarkan menurunkan tandatangan pada Memorandum Persefahaman ini.

BAGI
UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA

BAGI
UNIVERSITAS PADJADJARAN



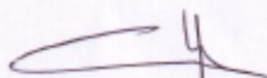
.....
PROF. TAN SRI DATO' WIRA DR.
SHARIFAH HAPSAH SYED HASAN
SHAHABUDIN
Naib Canselor



.....
PROF. GANJAR KURNIA
Rector

Di hadapan:-

Di hadapan:-



.....
PROF. DATO' IR. DR. HASSAN BASRI
Timbalan Naib Canselor
(Hal Ehwal Akademik dan Antarabangsa)



.....
PROF. DR. TB. ZULRIZKA ISKANDAR
Pembantu Rektor Bidang Kerja Sama

LAMPIRAN A

- A. Senarai aktiviti antara Fakulti Perubatan dan Pusat Perubatan UKM dengan Fakultas Kedokteran, UNPAD**
1. Kerjasama akademik dan klinikal Program Pengajian Tinggi Bidang Doktor Perubatan, Doktor Spesialis dan Post Graduate Program;
 2. Kerjasama penyelenggaraan akademik kembar program bidang Doktor Perubatan;
 3. Seminar/Bengkel/Simposium Bersama dalam bidang yang berkaitan;
 4. Program sangkutan/sabatical pensyarah, penyelidik dan pelajar;
 5. Penyeliaan pelajar siswazah secara bersama oleh UKM dan UNPAD;
 6. Penerbitan jurnal/makalah/prosiding secara bersama.
- B. Senarai aktiviti antara Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, UKM dan Fakultas Psikologi dan Fakultas Ilmu Komunikasi, UNPAD**
1. Menjadikan Simposium Kebudayaan Indonesia-Malaysia (SKIM) sebagai tonggak jalinan kerja sama UKM - UNPAD yang dibina sejak tahun 1985, dengan menyelenggarakan SKIM secara berterusan antara PSKK - UNPAD, bergantian berselang 2 tahun sekali;
 2. Kerjasama penyelidikan dan pengajaran/penyeliaan berdasarkan bidang Sains Sosial dan Kemanusiaan;
 3. Program pertukaran dan penempatan sabatical ahli akademik;
 4. Program mobiliti pelajar pra-siswazah dan siswazah UKM dan UNPAD;
 5. Seminar/Bengkel/Simposium Bersama dalam bidang yang berkaitan;
 6. Penerbitan jurnal/makalah/prosiding secara bersama;
 7. Pertukaran maklumat/bahan penyelidikan, penerbitan dan maklumat saintifik dari segi penggunaan makmal dan perpustakaan.
- C. Senarai aktiviti antara Institut Kejuruteraan Mikro dan Nanoelektronik UKM dengan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (Physics Department), UNPAD**
1. Kerjasama penyelidikan mengenai *Photonics, Organic Electronics, System Design* dan *MEMS*;
 2. Program pertukaran/mobiliti pelajar dan pegawai untuk kepentingan bersama;
 3. Jaringan kerjasama antarabangsa dan pertukaran maklumat antara UKM dan UNPAD melalui penganjuran seminar, persidangan dan bengkel;
 4. Penerbitan secara bersama.
- * Senarai aktiviti yang dinyatakan di atas boleh ditambah dari semasa ke semasa dengan persetujuan Fakulti/Jabatan UKM dan Fakulti/Jabatan UNPAD yang terlibat.



PIAGAM KERJASAMA



Nomor : 3156 / J06. / TU / 2006
008 / K01 / DN / 2006

Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa
dan didasari oleh keinginan untuk saling menunjang
dalam melaksanakan pembangunan Bangsa dan Negara Republik Indonesia,
maka yang bertandatangan dibawah ini :

REKTOR UNIVERSITAS PADJADJARAN

dan

REKTOR INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Sepakat mengadakan kerjasama dan saling menunjang dalam melaksanakan
tugas kedua belah pihak, sesuai dengan fungsi dan kewenangan masing-masing

Hal-hal yang menyangkut tindak lanjut kerja sama, diatur dalam perjanjian-perjanjian tersendiri yang
dilaksanakan oleh pejabat yang diberi tugas / kuasa oleh masing-masing pihak dan
dituangkan dalam perjanjian dan merupakan bagian dari satu kesatuan yang
tidak terpisahkan dari Piagam Kerjasama ini.

Kerjasama akan berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun, sejak Piagam Kerjasama ini
ditandatangani dan dapat diperpanjang dengan persetujuan kedua belah pihak.

Ditandatangani di Bandung pada tanggal 20 Maret 2006
dibuat dalam rangkap 2 (dua) masing-masing bermaterai cukup
dan mempunyai kekuatan hukum yang sama.

UNIVERSITAS PADJADJARAN
REKTOR,

PROF. H. A. HIMENDRA WARGAHADIBRATA

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
REKTOR,

PROF. DR. IR. DJOKO SANTOSO, MSc



PIAGAM KERJA SAMA



Nomor : 11835/H6.1/TU/2010
W.O.SER.ER 11737

Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa
dan didasari oleh keinginan untuk saling menunjang
dalam melaksanakan pembangunan Bangsa dan Negara Republik Indonesia,
maka yang bertanda tangan di bawah ini:

UNIVERSITAS PADJADJARAN

dan

STAR ENERGY GEOTHERMAL (WAYANG WINDU) LIMITED

Sepakat mengadakan kerja sama dan saling menunjang dalam melaksanakan
tugas kedua belah pihak, sesuai dengan fungsi dan kewenangan masing-masing.

Hal-hal yang menyangkut tindak lanjut kerja sama ini, diatur dan dituangkan dalam
Perjanjian kerja sama tersendiri yang merupakan satu kesatuan dan bagian
yang tidak terpisahkan dari Piagam Kerja Sama ini.

Kerja sama akan berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun, sejak Piagam Kerja Sama ini
ditandatangani dan dapat diperpanjang dengan persetujuan kedua belah pihak.

Piagam Kerja Sama ini ditandatangani di Bandung pada tanggal 22 Juni 2010
dibuat dalam rangkap 2 (dua) asli, masing-masing bermeterai cukup
dan mempunyai kekuatan hukum yang sama.

STAR ENERGY GEOTHERMAL (WAYANG WINDU) LIMITED
Sr. MANAGER EXTERNAL RELATIONS & SECURITY,



ASRUL SALEH AMRU

UNIVERSITAS PADJADJARAN
REKTOR,

PROF. GANJAR KURNIA



PIAGAM KERJASAMA



Nomor : 4659 / J06 / TU / 2006
04/C/DU-KS/MoU/2006

Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa
dan didasari oleh keinginan untuk saling menunjang
dalam melaksanakan pembangunan Bangsa dan Negara Republik Indonesia,
maka yang bertandatangan dibawah ini :

REKTOR UNIVERSITAS PADJADJARAN

dan

DIREKTUR UTAMA PT. KRAKATAU STEEL (PERSERO)

Sepakat mengadakan kerjasama dan saling menunjang dalam melaksanakan
tugas kedua belah pihak, sesuai dengan fungsi dan kewenangan masing-masing

Hal-hal yang menyangkut tindak lanjut kerja sama, diatur dalam perjanjian-perjanjian tersendiri yang
dilaksanakan oleh pejabat yang diberi tugas / kuasa oleh masing-masing pihak dan
dituangkan dalam perjanjian dan merupakan bagian dari satu kesatuan
yang tidak terpisahkan dari Piagam Kerjasama ini.

Kerjasama akan berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun, sejak Piagam Kerjasama ini
ditandatangani dan dapat diperpanjang dengan persetujuan kedua belah pihak.

Ditandatangani di Bandung pada tanggal 8 Mei 2006
dibuat dalam rangkap 2 (dua) masing-masing bermaterai cukup
dan mempunyai kekuatan hukum yang sama.

UNIVERSITAS PADJADJARAN
REKTOR,

PROF. H.A. HIMENDRA WARGAHADIBRATA

PT. KRAKATAU STEEL (PERSERO)
DIREKTUR UTAMA,

IR. DAENULHAY, MM



PIAGAM KERJASAMA



Nomor : 07120/KS 00 01/IV/2008
4881/H6.1/TU/2008

Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa
dan didasari oleh keinginan untuk saling menunjang
dalam melaksanakan pembangunan Bangsa dan Negara Republik Indonesia,
maka yang bertanda tangan di bawah ini:

KEPALA BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL (BATAN)

dan

REKTOR UNIVERSITAS PADJADJARAN

Sepakat mengadakan kerja sama dan saling menunjang dalam melaksanakan
tugas kedua belah pihak, sesuai dengan fungsi dan kewenangan masing-masing.

Hal-hal yang menyangkut tindak lanjut kerja sama, diatur dalam perjanjian-perjanjian tersendiri yang
dilaksanakan oleh pejabat yang diberi tugas/kuasa oleh masing-masing pihak dan
dituangkan dalam perjanjian dan merupakan bagian dari satu kesatuan
yang tidak terpisahkan dari Piagam Kerjasama ini.

Kerja sama akan berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun, sejak Piagam Kerjasama ini
ditandatangani dan dapat diperpanjang dengan persetujuan kedua belah pihak.

Ditandatangani di Bandung pada tanggal 24 April 2008
dibuat dalam rangkap 2 (dua), masing-masing bermaterai cukup
dan mempunyai kekuatan hukum yang sama.

**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
KEPALA,**

DR. HUDI HASTOWO

**UNIVERSITAS PADJADJARAN
REKTOR,**

PROF. GANJAR KURNIA



PERJANJIAN KERJA SAMA
ANTARA
KEMENTERIAN NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI
DAN
UNIVERSITAS PADJADJARAN
TENTANG
PELAKSANAAN TRIDHARMA PERGURUAN TINGGI



Nomor : 10/M/SKB/V/2008
6352/H6.1/TU/2008

Pada hari ini Kamis tanggal dua puluh dua bulan Mei tahun dua ribu delapan, bertempat di Bandung, kami yang bertandatangan dibawah ini:

I. Prof. Dr. Ir. Carunia Mulya Firdausy, M.A, APU

Deputi Menteri Negara Bidang Dinamika Masyarakat, Kementerian Negara Riset dan Teknologi, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Kementerian Negara Riset dan Teknologi berdasarkan Surat Kuasa Menteri Negara Riset dan Teknologi Nomor: 10/M/Sku/V/2008, Tanggal 22 Mei 2008, alamat Jalan M.H. Thamrin Nomor 8 Jakarta, selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**.

II. Prof. Ganjar Kurnia

Rector Universitas Padjadjaran dalam hal ini bertindak dan atas nama Universitas Padjadjaran berkedudukan di Jl. Dipati Ukur No. 35 Bandung, dan diangkat berdasarkan Surat Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor: 14/M Tahun 2007 tanggal 20 Maret 2007, untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

Bahwa **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** yang selanjutnya disebut **PARA PIHAK** sepakat untuk melakukan Kesepakatan Bersama dalam rangka pelaksanaan Tridharma Perguruan Tinggi yang meliputi bidang pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

Pasal 1

TUJUAN KERJASAMA

Maksud dan tujuan kerja sama ini untuk meningkatkan serta membina hubungan kelembagaan antara kedua belah pihak, dalam melaksanakan kegiatan pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.

Pasal 2

RUANG LINGKUP KERJASAMA

Ruang lingkup Kesepakatan Bersama ini meliputi:

- a) Perbantuan tenaga pengajar (fungsional);
- b) Program Pencangkakan/Pemagangan;
- c) Kursus dan penataran dalam berbagai bidang keahlian;
- d) Program pendidikan pascasarjana (S2/S3);
- e) Lokakarya, seminar dan kegiatan lain sejenisnya;
- f) Program penelitian bersama;
- g) Program pengabdian kepada masyarakat bersama;
- h) Perbantuan manajemen secara terpadu di dalam rangka peningkatan mutu akademik;
- i) Bantuan kerjasama dengan lembaga pendidikan luar negeri;
- j) Kegiatan lain yang disepakati bersama.

Pasal 3
PELAKSANAAN KEGIATAN

1. Pelaksanaan kegiatan kerjasama akan diatur kemudian oleh PARA PIHAK dengan mengikutsertakan fakultas-fakultas dan atau unit lain yang terkait di lingkungan PARA PIHAK, dan akan dituangkan dalam perjanjian kerjasama;
2. Terhadap pelaksanaan Kesepakatan Bersama ini akan dilakukan evaluasi dan monitoring secara berkala (per semester) dan hasilnya digunakan untuk laporan dan sarana sistem informasi manajemen pendidikan tinggi, serta perencanaan program kerja sama selanjutnya.

Pasal 4
PEMBIAYAAN

Semua biaya yang timbul dari Kesepakatan Bersama ini akan diatur lebih lanjut dalam Perjanjian Kerja.

Pasal 5
JANGKA WAKTU

1. Kesepakatan bersama ini mulai berlaku terhitung sejak ditandatangani, untuk jangka waktu 5 (lima) tahun dan dapat diperpanjang atau diubah atas Kesepakatan PARA PIHAK.
2. Perpanjangan atau perubahan terhadap jangka waktu sebagaimana dimaksud pada ayat (1), wajib diberitahukan oleh Pihak Pemrakarsa secara tertulis kepada Pihak lainnya selambat-lambatnya 3 (tiga) bulan sebelum berakhir atau diubah jangka waktu Kesepakatan Bersama ini.

Pasal 6
LAIN-LAIN

1. Hal-hal lain yang belum diatur dalam Kesepakatan Bersama ini akan diatur lebih lanjut dan ditetapkan oleh PARA PIHAK dalam bentuk Addendum dan atau Amandemen yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Kesepakatan Bersama ini;
2. Setiap perbedaan pendapat yang terjadi dalam pelaksanaan Kesepakatan Bersama ini akan diselesaikan bersama-sama dengan sebaik-baiknya dengan cara musyawarah untuk mufakat.

Pasal 7
PENUTUP

Kesepakatan Bersama ini dibuat dan ditandatangani dalam 2 (dua) rangkap, bermaterai cukup masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama setelah ditandatangani oleh PARA PIHAK.

PIHAK PERTAMA DEPUTI MENTERI NEGARA BIDANG DINAMIKA MASYARAKAT	PIHAK KEDUA REKTOR UNIVERSITAS PADJADJARAN
 Prof. Dr. Ir. Carunia Mulya Firdausy, M.A, APU	 Prof. Sanjar Kurnia



MENTERI NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA

SURAT KUASA

Nomor : 10 / M / Sku / V / 2008

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : KUSMAYANTO KADIMAN
Jabatan : MENTERI NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI REPUBLIK INDONESIA

Bahwa sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Riset dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 05/M/PER/VIII/2007 Tahun 2007, tanggal 28 Agustus 2007 tentang Pedoman Penyusunan Naskah Perjanjian di Lingkungan Kementerian Negara Riset dan Teknologi, dengan ini memberi kuasa kepada :

Nama : CARUNIA MULYA FIRDAUSY
NIP : 320003805
Pangkat/Golongan : IV/e PEMBINA UTAMA
Jabatan : DEPUTI BIDANG DINAMIKA MASYARAKAT

Untuk bertindak dan atas nama Kementerian Negara Riset dan Teknologi menandatangani Kesepakatan Bersama dengan Universitas Padjadjaran Bandung tentang Pelaksanaan Tridharma Perguruan Tinggi, tanggal 22 (dua puluh dua) Mei 2008, di Bandung.

Surat Kuasa ini akan berakhir pada saat penandatanganan Kesepakatan Bersama sebagaimana tersebut diatas.

Demikian Surat Kuasa ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dikeluarkan : di Jakarta
Pada tanggal : 22 Mei 2008.

Penerima Kuasa,
Deputi Bidang Dinamika Masyarakat,

CARUNIA MULYA FIRDAUSY

Pemberi Kuasa,
Menteri Negara Riset dan Teknologi,

KUSMAYANTO KADIMAN



PIAGAM KERJA SAMA

No. : 10725/H6.1/TU/2008

No : 32/KB/BPPT - UNPAD/VIII/2008

Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa
dan didasari oleh keinginan untuk saling menunjang
dalam melaksanakan pembangunan Bangsa dan Negara Republik Indonesia,
maka yang bertanda tangan di bawah ini :

UNIVERSITAS PADJADJARAN (UNPAD)

Dengan

BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI

Sepakat mengadakan kerja sama dan saling menunjang dalam melaksanakan
tugas KEDUA BELAH PIHAK, sesuai dengan fungsi dan kewenangan masing-masing

Hal-hal yang menyangkut tindak lanjut kerja sama, diatur dalam perjanjian-perjanjian tersendiri
yang dilaksanakan oleh pejabat yang diberi tugas/ kuasa oleh masing-masing pihak dan
dituangkan dalam perjanjian serta merupakan bagian dari satu kesatuan yang tidak terpisahkan
dari Piagam Kerjasama ini

Kerjasama akan berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun, sejak Piagam Kerjasama ini
ditandatangani dan dapat diperpanjang dengan persetujuan KEDUA BELAH PIHAK.

Ditandatangani di Jakarta pada tanggal 21 Agustus 2008

Dibuat dalam 2 (dua) rangkap, masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama

UNIVERSITAS PADJADJARAN
REKTOR,



Prof. GANJAR KURNIA

BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI
PELAKSANA TUGAS KEPALA,



Prof. Dr. WAHONO SUMARYONO



PERJANJIAN KERJASAMA

Nomor : 38/PKS/BPPT – FPIK-UNPAD/VIII/2008

Nomor : 1529/H6.7/FPIK/KP/2008

ANTARA

BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI

DENGAN

**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS PADJADJARAN (UNPAD)**

TENTANG

PENDIDIKAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI SUMBERDAYA ALAM

Pada hari ini Kamis, tanggal Dua puluh satu, bulan Agustus, tahun Dua ribu delapan yang bertanda tangan di bawah ini :

PROF. DR. JANA T. ANGGADIREDA, MS : Deputi Kepala Bidang Teknologi Pengembangan Sumberdaya Alam (TPSA) Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, berkedudukan di Jalan M.H. Thamrin 8, Jakarta 10340, selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**.

PROF. DR. BACHRULHAJAT KOSWARA, IR., MS. : Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran (UNPAD), dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran (UNPAD), berkedudukan di Jalan Raya Bandung – Sumedang Km. 21, Jatinangor, Bandung UBR, 40600, selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

Dengan terlebih dahulu menerangkan bahwa masing-masing pihak mempunyai kemampuan dan fungsi yang dapat ditingkatkan untuk kepentingan bersama serta dilandasi oleh keinginan bersama untuk saling membantu sesuai kemampuan dan fungsi masing-masing untuk berperan serta didalam pelaksanaan pembangunan Sumberdaya Manusia, maka PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA untuk selanjutnya disebut KEDUA PIHAK sepakat untuk mengadakan kerjasama dan dengan berdasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- Bahwa PIHAK PERTAMA adalah Lembaga Pemerintah Non Departemen yang bergerak dalam bidang pengkajian dan penerapan teknologi di Indonesia dan bertanggungjawab langsung pada Presiden Republik Indonesia.
- Bahwa PIHAK KEDUA memiliki keahlian di bidang penyelenggaraan pendidikan pascasarjana dan riset IPTEK kelautan dan perikanan.

Selanjutnya KEDUA PIHAK sepakat mengadakan kerjasama dalam bidang Pendidikan Dan Pengembangan Teknologi Sumberdaya Alam, dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

Pasal 1 Tujuan

Perjanjian Kerjasama ini bertujuan untuk menjalin kerjasama yang menguntungkan di bidang :

1. Penyelenggaraan pendidikan lanjut (program master dan doktor) bagi karyawan BPPT.
2. Pengembangan teknologi kelautan dan perikanan melalui rekayasa alat ukur (instrumentasi) dan inderaaja.
3. Teknologi budidaya kelautan.

Pasal 2 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup Kerjasama ini meliputi :

1. Kesempatan bagi karyawan BPPT untuk mendapatkan pendidikan lanjut pada Program Master (S2) dan Doktor (S3);
2. Kesempatan bagi staf pengajar dan mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNPAD mengikuti pelatihan lanjutan teknologi inderaaja dan sistem informasi geografi (SIG) di BPPT;
3. Kesempatan bagi Peneliti/ Perekayasa BPPT yang memiliki keahlian yang diperlukan untuk menjadi Tenaga Pengajar/ Dosen Tamu di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNPAD;
4. Mengikuti ekspedisi kelautan dan perikanan menggunakan K/R Baruna Jaya;
5. Pengembangan teknologi kelautan dan perikanan melalui rekayasa alat ukur (instrumentasi) dan inderaaja;
6. Bersama-sama mengembangkan teknologi budidaya kelautan seperti rumput laut;

Pasal 3 Pelaksanaan Kegiatan

Untuk merealisasikan Perjanjian Kerjasama ini, maka KEDUA PIHAK setuju dan sepakat untuk menunjuk wakil-wakil dari masing-masing pihak

Pasal 4
Tugas dan Tanggungjawab

- (1) PIHAK PERTAMA mempunyai tugas dan tanggungjawab sebagai berikut :
- a. Mengirimkan karyawan BPPT untuk mengikuti pendidikan lanjut pada Program Master (S2) dan Doktor (S3);
 - b. Memberikan pelatihan lanjutan teknologi indera dan sistem informasi geografi (SIG) di BPPT;
 - c. Mengirimkan staf Peneliti/ Perekrutan BPPT yang memenuhi kualifikasi UNPAD untuk menjadi Tenaga Pengajar / Dosen Tamu di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNPAD;
 - d. Mengundang PIHAK KEDUA turut berperan serta pada ekspedisi kelautan dan perikanan yang diselenggarakan BPPT;
 - e. Memberikan pelatihan pengembangan teknologi kelautan dan perikanan melalui rekayasa alat ukur (instrumentasi) dan indera.
- (2) PIHAK KEDUA mempunyai tugas dan tanggungjawab sebagai berikut :
- a. Mengadakan pendidikan lanjut pada Program Master (S2) dan Doktor (S3) bagi karyawan BPPT;
 - b. Mendapatkan pelatihan lanjutan teknologi indera dan sistem informasi geografi (SIG) di BPPT;
 - c. Mengikuti Ekspedisi Kelautan dan Perikanan menggunakan K/R Baruna Jaya;
 - d. Mendapatkan pelatihan pengembangan teknologi kelautan dan perikanan melalui rekayasa alat ukur (instrumentasi) dan indera.
- (3) KEDUA PIHAK berhak sebagai berikut :
- a. Menggunakan data untuk pengembangan teknologi indera dan sistem informasi geografi (SIG) di BPPT;
 - b. Bersama-sama mengembangkan teknologi budidaya kelautan seperti rumput laut dan bidang-bidang lain yang dipandang perlu dan disetujui.
- (4) KEDUA PIHAK berkewajiban sebagai berikut :
- a. Memberikan bantuan tenaga yang diperlukan dalam rangka pelaksanaan kegiatan;
 - b. Melakukan koordinasi dengan instansi terkait baik dari PIHAK PERTAMA maupun PIHAK KEDUA;
 - c. Melakukan evaluasi dan membuat laporan secara tertulis sekurang-kurangnya setiap akhir tahun anggaran atas hasil kegiatan yang dilaksanakan.

Pasal 5
Jangka Waktu

- (1) Perjanjian Kerjasama ini berlangsung untuk jangka waktu 3 (tiga) tahun terhitung sejak tanggal ditanda tangannya Perjanjian Kerjasama ini;
- (2) Perjanjian Kerjasama ini dapat diakhiri sebelum masa berlaku yang dinyatakan dalam pasal 5 ayat (1) dan dapat diperpanjang dengan kesepakatan KEDUA PIHAK dengan ketentuan pihak yang ingin mengakhiri atau memperpanjang Perjanjian Kerjasama ini harus memberitahukan maksud tersebut secara tertulis kepada pihak lainnya, paling lambat 3 (tiga) bulan sebelumnya;
- (3) Apabila Perjanjian Kerjasama ini diperpanjang sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka KEDUA PIHAK melakukan konsultasi atas rancangan perpanjangan Perjanjian Kerjasama ini selambat-lambatnya 6 (enam) bulan sebelum berakhirnya Perjanjian Kerjasama ini;
- (4) Perjanjian Kerjasama ini dapat berakhir atau batal dengan sendirinya apabila ada ketentuan perundang-undangan atau kebijaksanaan pemerintah yang tidak memungkinkan berlangsungnya Perjanjian Kerjasama.

Pasal 6
Pembiayaan

Pembiayaan yang timbul dalam pelaksanaan kerjasama ini akan diatur kemudian dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian Kerjasama ini, berdasarkan anggaran dan kemampuan masing-masing, sesuai dengan ketentuan dan perundang-undangan yang berlaku.

Pasal 7
Pemberitahuan

Setiap pemberitahuan, persetujuan, ijin, permintaan atau komunikasi lainnya yang dibuat berdasarkan Perjanjian Kerjasama ini harus disampaikan secara tertulis dan disampaikan melalui alamat atau kontak sebagai berikut :

- Kedeputan TPSA - BPPT
Gedung BPPT II Lantai 19
Jl. MH. Thamrin No. 8 Jakarta Pusat 10340
Telp : (021) 3169703
Fax : (021) 31924255
- Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Padjadjaran Bandung
Jalan Raya Bandung – Sumedang Km. 21, Jatinangor Bandung UBR, 40600
Telp : (022) 7797763
Fax : (022) 7797763

Pasal 8
Hak Kekayaan Intelektual (HKI)

- (1) Hal-hal yang berkenaan dengan Hak Kekayaan Intelektual (HKI) sebagai hasil dan kerja sama ini, akan dibahas dan ditetapkan kemudian oleh KEDUA PIHAK dalam Perjanjian Pelaksanaan;
- (2) Seluruh informasi dan data sehubungan dengan Perjanjian Kerjasama ini harus dijaga kerahasiaannya oleh KEDUA PIHAK, dan masing-masing pihak sepakat untuk tidak memberitahukan dan atau memberi sebagian informasi dan data atau seluruhnya kepada pihak lainnya, kecuali atas persetujuan tertulis dari KEDUA PIHAK;

Pasal 9
Force Majeure

- (1) Apabila terjadi hal-hal di luar kemampuan (*Force Majeure*) sehingga salah satu pihak mengalami hambatan dalam melaksanakan Perjanjian ini, maka KEDUA PIHAK setuju untuk bersama-sama mencari jalan keluar sebaik-baiknya;
- (2) Pengertian *Force Majeure* yang dimaksud adalah hal-hal yang termasuk namun tidak terbatas pada musibah bencana alam, perang, huru hara, tindakan sabotase oleh teroris atau tindak pidana lainnya, makar atau pemberontakan, kebakaran, peledakan, badai, banjir, letusan gunung berapi, kekeringan atau kondisi cuaca yang luar biasa buruk, perubahan kebijaksanaan pemerintah pusat, pemogokan atau sesuatu kejadian mendadak yang berpengaruh secara langsung, dan tidak dapat diatasi oleh KEDUA PIHAK;
- (3) Dalam hal terjadi *Force Majeure* KEDUA PIHAK setuju bahwa pihak yang tidak terkena *Force Majeure* tidak dapat mengajukan tuntutan hukum apapun terhadap pihak yang terkena *Force Majeure*;
- (4) Kelalaian atau keterlambatan salah satu pihak untuk melaksanakan kewajiban berdasarkan Perjanjian Kerjasama ini yang semata-mata disebabkan kahar atau *Force Majeure* tidak dianggap sebagai pelanggaran terhadap ketentuan Perjanjian Kerjasama ini, dengan ketentuan pihak yang mengalami *Force Majeure* tersebut telah melaksanakan usaha yang sebaik-baiknya untuk mengambil tindakan dalam kemampuannya untuk memenuhi syarat dan ketentuan Perjanjian Kerjasama ini;
- (5) Kecuali apabila sifat dari kejadian itu tidak memungkinkan, pihak yang terkena *Force Majeure* harus memberitahukan pihak lainnya secara tertulis dalam jangka waktu 14 (empat belas) hari terjadinya *Force Majeure* tersebut, dan semaksimal mungkin, sepanjang hal tersebut memungkinkan dan sah, untuk menggunakan segala upaya untuk menghilangkan atau memperbaiki penyebab peristiwa tersebut.

Pasal 10
Penyelesaian Perselisihan

- (1) Segala perselisihan atau perbedaan pendapat yang timbul sebagai masalah dalam Implementasi / Pelaksanaan Perjanjian Kerjasama ini, akan diselesaikan secara musyawarah dan mufakat oleh KEDUA PIHAK;
- (2) Dalam hal suatu perselisihan tidak dapat diselesaikan secara musyawarah dan mufakat, maka PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA sepakat untuk meneruskan penyelesaiannya di pengadilan negeri dalam wilayah hukum yang berlaku.

Pasal 11
Lain-Lain

- (1) Apabila dalam pelaksanaan Perjanjian Kerjasama ini terdapat kebijakan pemerintah dan peraturan lain yang mengakibatkan perubahan-perubahan dalam kerjasama ini, selanjutnya akan dibicarakan dan disepakati bersama;
- (2) Hal-hal yang belum diatur serta perubahan yang diperlukan dalam Perjanjian Kerjasama ini akan diatur dan ditetapkan kemudian dalam Adendum dan atau Amandemen yang disepakati oleh KEDUA PIHAK serta merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian Kerjasama ini.

Pasal 12
Penutup

Perjanjian Kerjasama ini dibuat dan ditandatangani di Jakarta, pada hari, tanggal, bulan dan tahun sebagaimana disebutkan pada bagian awal Perjanjian Kerjasama ini, dalam 2 (dua) rangkap, masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama dan dipegang oleh PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA.

Demikian Perjanjian Kerjasama ini dibuat dengan itikad baik oleh KEDUA PIHAK.

PIHAK PERTAMA



PROF. DR. JANA T. ANGGADIREDJA, MS

PIHAK KEDUA



PROF. DR. BACHRULHAJAT OSWARA, IR., MS.



PIAGAM KERJASAMA



Nomor : 1142 / J06. / TU / 2006
811.1 / 113 / BKD

Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa
dan didasari oleh keinginan untuk saling menunjang
dalam melaksanakan pembangunan Bangsa dan Negara Republik Indonesia,
maka yang bertanda tangan dibawah ini :

REKTOR UNIVERSITAS PADJADJARAN

dan

BUPATI GARUT

Sepakat mengadakan kerjasama dan saling menunjang dalam melaksanakan
tugas kedua belah pihak, sesuai dengan fungsi dan kewenangan masing-masing

Hal-hal yang menyangkut tindak lanjut kerja sama, diatur dalam perjanjian-perjanjian tersendiri yang
dilaksanakan oleh pejabat yang diberi tugas / kuasa oleh masing-masing pihak dan
dituangkan dalam perjanjian dan merupakan bagian dari satu kesatuan
yang tidak terpisahkan dari Piagam Kerjasama ini.

Kerjasama akan berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun, sejak Piagam Kerjasama ini
ditandatangani dan dapat diperpanjang dengan persetujuan kedua belah pihak.

Ditandatangani di Bandung pada tanggal 30 Januari 2006
dibuat dalam rangkap 2 (dua) masing-masing bermaterai cukup
dan mempunyai kekuatan hukum yang sama.

UNIVERSITAS PADJADJARAN
REKTOR,


PROF. H. A. HIMENDRA WARGAHADIBRATA

KABUPATEN GARUT
BUPATI


H. AGUS SUPRIADI

**KESEPAKATAN BERSAMA
ANTARA
PEMERINTAH PROVINSI JAWA BARAT
DENGAN
UNIVERSITAS PADJADJARAN
TENTANG
KERJASAMA DI BIDANG PENDIDIKAN, PENELITIAN
DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT**

Nomor : 073/12/Deben
5570/J06/TU/06

Pada hari ini, Rabu tanggal tujuh bulan Juni tahun dua ribu enam (07-06-2006),
yang bertanda tangan di bawah ini :

- I. DANNY SETIAWAN** : Gubernur Jawa Barat,
berkedudukan di Bandung, Jalan
Diponegoro Nomor 22, dalam hal
ini bertindak untuk dan atas nama
Pemerintah Provinsi Jawa Barat,
selanjutnya disebut PIHAK
KESATU.
- II. Prof. H. A. HIMENDRA WARGAHADIBRATA** : Rektor Universitas Padjadjaran,
berkedudukan di Bandung, Jalan
Dipati Ukur Nomor 35, dalam hal
ini bertindak untuk dan atas nama
Universitas Padjadjaran,
selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

PIHAK KESATU dan PIHAK KEDUA sepakat untuk melaksanakan kerjasama di
bidang pendidikan, penelitian dan pengabdian pada masyarakat, dengan ketentuan dan
syarat-syarat sebagai berikut :



Pasal 1
MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dan tujuan kerjasama adalah untuk meningkatkan pengembangan dan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi melalui kegiatan di bidang pendidikan, penelitian dan pengabdian pada masyarakat sebagai kontribusi bagi kegiatan pembangunan di Jawa Barat.

Pasal 2
RUANG LINGKUP

Ruang lingkup kerjasama meliputi :

- a. Pelaksanaan penelitian di berbagai bidang yang dikembangkan oleh PIHAK KEDUA sebagai Lembaga Pendidikan Tinggi yang mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi;
- b. Peningkatan pengabdian PIHAK KEDUA sebagai Lembaga Pendidikan Tinggi terhadap masyarakat dan Pemerintah Provinsi Jawa Barat di berbagai bidang yang dikembangkan oleh PIHAK KEDUA, sesuai fakultas-fakultas serta lembaga-lembaga yang ada di lingkungan PIHAK KEDUA;
- c. Peningkatan kerjasama di bidang lainnya yang dipandang perlu, sesuai dengan kebutuhan.

Pasal 3
PELAKSANAAN

Kerjasama sebagaimana dimaksud pada Pasal 2 Kesepakatan Bersama ini akan ditindaklanjuti dengan Perjanjian Kerjasama yang lebih teknis dan operasional oleh Dinas/Badan/Lembaga dibawah kewenangan PIHAK KESATU dan PIHAK KEDUA sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pasal 4
PEMBIAYAAN

Segala pembiayaan untuk pelaksanaan Kesepakatan Bersama ini bersumber dari anggaran PIHAK KESATU dan/atau PIHAK KEDUA serta sumber lain yang sah dan tidak mengikat.

Pasal 5
JANGKA WAKTU

- (1) Kesepakatan Bersama ini berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun dan dijadikan dasar untuk pelaksanaan Perjanjian Kerjasama yang lebih operasional.
- (2) Jangka waktu sebagaimana dimaksud pada ayat (1) pasal ini dapat diperpanjang sesuai kesepakatan PIHAK KESATU dan PIHAK KEDUA.







Pasal 6
KETENTUAN LAIN-LAIN

PIHAK KESATU dan PIHAK KEDUA akan mematuhi dan menghormati semua ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku di lingkungan masing-masing sehingga tidak mengganggu kelancaran penyelenggaraan tugas pokok.

Pasal 7
KETENTUAN PENUTUP

Hal-hal yang belum cukup diatur dalam Kesepakatan Bersama ini akan dituangkan dalam Perjanjian Tambahan (Addendum) yang merupakan bagian tak terpisahkan dari Kesepakatan Bersama ini.

Demikian Kesepakatan Bersama ini dibuat dan ditandatangani pada hari dan tanggal tersebut di atas dalam rangkap 3 (tiga) bermeterai cukup, masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

  PIHAK KEDUA Prof. H. A. HIMENDRA WARGAHADIBRATA	  PIHAK KESATU DANNY SETIAWAN
--	--

ADDENDUM
KESEPAKATAN BERSAMA
ANTARA
PEMERINTAH PROVINSI JAWA BARAT
DENGAN
UNIVERSITAS PADJADJARAN
TENTANG
KERJASAMA DI BIDANG PENDIDIKAN, PENELITIAN
DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT

NOMOR : 073/05/0-tidak
5570/JO.6/TU/06

Pada hari ini, Senin tanggal dua puluh bulan April tahun dua ribu sembilan (20-06-2009), kami yang bertanda tangan di bawah ini :

- I. AHMAD HERYAWAN** : Gubernur Jawa Barat, berkedudukan di Bandung, Jalan Diponegoro Nomor 22, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Pemerintah Provinsi Jawa Barat, selanjutnya disebut PIHAK KESATU.
- II. GANJAR KURNIA** : Rektor Universitas Padjadjaran, berkedudukan di Bandung, Jalan Dipati Ukur Nomor 35, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Padjadjaran (UNPAD), selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

Selanjutnya PIHAK KESATU dan PIHAK KEDUA disebut PARA PIHAK.

Dalam rangka meningkatkan pengembangan dan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi di Provinsi Jawa Barat, PARA PIHAK telah sepakat untuk melaksanakan kerjasama yang dituangkan dalam Kesepakatan Bersama Nomor 073/12/DESEN
5570/JO.6/TU/06
tentang Kerjasama di Bidang Pendidikan, Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat tanggal 7 Juni 2006.

PIHAK KESATU dan PIHAK KEDUA sepakat untuk mengadakan penyempurnaan dan perubahan terhadap Kesepakatan Bersama Nomor 073/12/DESEN tanggal 5570/JO.6/TU/06

7 Juni 2006, untuk meningkatkan efektivitas pelaksanaan kerjasama dalam rangka peningkatan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Provinsi Jawa Barat, dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut :

Pasal 1 : Diubah sebagai berikut:

Maksud dan tujuan kerjasama adalah untuk meningkatkan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Provinsi Jawa Barat, yang meliputi Indeks Pendidikan, Indeks Kesehatan, dan Indeks Daya Beli melalui kegiatan di bidang pendidikan, penelitian dan pengabdian pada masyarakat sebagai kontribusi bagi kegiatan pembangunan di Jawa Barat.

Pasal 2 : Diubah sebagai berikut:

Ruang lingkup kerjasama meliputi :

- a. Peningkatan kualitas pendidikan, kualitas kesehatan, dan daya beli masyarakat dalam upaya pencapaian target IPM dan peningkatan daya saing Jawa Barat;
- b. Pelaksanaan penelitian di berbagai bidang yang dikembangkan oleh PIHAK KEDUA sebagai Lembaga Pendidikan Tinggi yang mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi;
- c. Peningkatan pengabdian PIHAK KEDUA sebagai Lembaga Pendidikan Tinggi terhadap masyarakat dan Pemerintah Provinsi Jawa Barat di berbagai bidang yang dikembangkan oleh PIHAK KEDUA, sesuai fakultas-fakultas serta lembaga-lembaga yang ada di lingkungan PIHAK KEDUA.

Pasal 3 : Tetap

Pasal 4 : Tetap

Pasal 5 : Diubah sebagai berikut:

- (1) Kesepakatan Bersama ini berlaku selama 4 (empat) tahun, sejak tahun 2009 sampai dengan 2013 dan dijadikan dasar untuk pelaksanaan perjanjian kerjasama yang lebih operasional.
- (2) Jangka waktu sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat diperpanjang sesuai kesepakatan PIHAK KESATU dan PIHAK KEDUA.

Pasal 6 : Tetap
Pasal 7 : Tetap

Demikian Addendum Kesepakatan Bersama ini dibuat dan ditandatangani di Bandung pada hari, tanggal, bulan dan tahun di atas dalam rangkap 4 (empat) bermeterai cukup, masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama dan merupakan bagian tidak terpisahkan dari Kesepakatan Bersama Nomor 073/12/DESEN tanggal 7 Juni 2006.
5570/JO.6/TU/06





PIAGAM KERJASAMA



Nomor : 3776/306/TU/2007
707/PERJ/4-Bapeda/2007

Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa
dan didasari oleh keinginan untuk saling menunjang
dalam melaksanakan pembangunan Bangsa dan Negara Republik Indonesia,
maka yang bertandatangan di bawah ini :

REKTOR UNIVERSITAS PADJADJARAN

dan

BUPATI KABUPATEN TASIKMALAYA

Sepakat mengadakan kerjasama dan saling menunjang dalam melaksanakan
tugas kedua belah pihak, sesuai dengan fungsi dan kewenangan masing-masing.

Hal-hal yang menyangkut tindak lanjut kerjasama, diatur dalam perjanjian-perjanjian tersendiri yang
dilaksanakan oleh pejabat yang diberi tugas / kuasa oleh masing-masing pihak dan
dituangkan dalam perjanjian dan merupakan bagian dari satu kesatuan
yang tidak terpisahkan dari Piagam Kerjasama ini.

Kerjasama akan berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun, sejak Piagam Kerjasama ini
ditandatangani dan dapat diperpanjang dengan persetujuan kedua belah pihak.

Ditandatangani di Tasikmalaya pada tanggal 26 Maret 2007
dibuat dalam rangkap 2 (dua), masing-masing bermaterai cukup
dan mempunyai kekuatan hukum yang sama.

UNIVERSITAS PADJADJARAN
REKTOR,


PROF. H. A. HIMENDRA WARGAHADIBRATA

KABUPATEN TASIKMALAYA
BUPATI,


Drs. H. T. FARHANUL HAKIM, M.Pd



KESEPAKATAN BERSAMA
antara
PEMERINTAH KABUPATEN TASIKMALAYA
dengan
UNIVERSITAS PADJADJARAN
tentang
KERJASAMA PENELITIAN



4620
NOMOR : /106/TU/2007
NOMOR : 70/Perj-4-Bapeda/2007

Pada hari ini Senin, tanggal 26 bulan Maret tahun Dua ribu tujuh, yang bertanda tangan dibawah ini :

1. **Drs.H.T.FARHANUL HAKIM, MPd** : Bupati Tasikmalaya, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Pemerintahan Kabupaten Tasikmalaya, beralamat di Jalan Mayor Utara Nomor 1 Tasikmalaya, selanjutnya disebut **PIHAK KESATU**;
2. **Prof. H. A. HIMENDRA WARGAHADIBRATA** : Rektor Universitas Padjadjaran, dalam hal bertindak untuk dan atas nama Universitas Padjadjaran, beralamat di Jalan Dipati Ukur Nomor 35 Bandung, selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA** ;

Kedua belah pihak sesuai dengan kedudukan dan kewenangan jabatannya telah sepakat untuk mengadakan kerjasama dalam penelitian, di lingkungan Pemerintahan Kabupaten Tasikmalaya, berdasarkan prinsip kerjasama saling menguntungkan serta saling menghormati dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut :

Pasal 1

PERSIAPAN PELAKSANAAN

- (1) Sebelum pelaksanaan Kerjasama berdasarkan Kesepakatan Bersama ini,PIHAK KESATU dan PIHAK KEDUA mengadakan pertemuan dalam rangka penyusunan kerangka kerja dan mempersiapkan segala kebutuhan berkaitan dengan pelaksanaan kerjasama dimaksud;
- (2) Penentuan waktu dan lokasi pertemuan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) Pasal ini, ditentukan lebih lanjut oleh PIHAK KEDUA setelah berkonsultasi dengan PIHAK KESATU.

Pasal 2





PENYUSUNAN NASKAH PERJANJIAN KERJASAMA

Hal-hal yang menyangkut tindak lanjut dari Kesepakatan Bersama ini akan diatur dan dituangkan dalam Naskah Perjanjian Kerjasama yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Kesepakatan Bersama ini

Pasal 3

JANGKA WAKTU KERJASAMA

Kerjasama ini berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun, terhitung sejak tanggal ditandatanganinya Kesepakatan Bersama ini oleh PIHAK KESATU dan PIHAK KEDUA.

<p>PIHAK KEDUA UNIVERSITAS PADJADJARAN, REKTOR</p>   <p>Prof. H.A. HUMENDRA WARGAHADIBRATA</p>	<p>PIHAK KESATU BUPATI TASIKMALAYA,</p>   <p>Drs. H.T. FARHANUL HAKIM, MPd.</p>
--	--



PIAGAM KERJASAMA



Nomor : 6335/H6.1/TU/2008
421/598/Um

Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa
dan didasari oleh keinginan untuk saling menunjang
dalam melaksanakan pembangunan Bangsa dan Negara Republik Indonesia,
maka yang bertanda tangan di bawah ini:

REKTOR UNIVERSITAS PADJADJARAN

dan

BUPATI KABUPATEN SUBANG

Sepakat mengadakan kerja sama dan saling menunjang dalam melaksanakan
tugas kedua belah pihak, sesuai dengan fungsi dan kewenangan masing-masing.

Hal-hal yang menyangkut tindak lanjut kerja sama, diatur dalam perjanjian-perjanjian tersendiri yang
dilaksanakan oleh pejabat yang diberi tugas/kuasa oleh masing-masing pihak dan
dituangkan dalam perjanjian serta merupakan bagian dari satu kesatuan
yang tidak terpisahkan dari Piagam Kerjasama ini.

Kerja sama akan berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun, sejak Piagam Kerjasama ini
ditandatangani dan dapat diperpanjang dengan persetujuan kedua belah pihak.

Ditandatangani di Bandung pada tanggal 21 Mei 2008
dibuat dalam rangkap 2 (dua), masing-masing bermaterai cukup
dan mempunyai kekuatan hukum yang sama.

UNIVERSITAS PADJADJARAN
REKTOR,



2 PROF. GANJAR KURNIA

PEMERINTAH KABUPATEN SUBANG
BUPATI,



EHP HIDAYAT



NOTA KESEPAHAMAN

ANTARA

PEMERINTAH KOTA BANDUNG

DENGAN

UNIVERSITAS PADJADJARAN

Nomor : 415.42/172/PEM.LJ
7597/H6.1/TU/2008

PERIHAL

PELAKSANAAN PENINGKATAN KUALITAS PEMERINTAHAN, PEMBANGUNAN
DAN KEMASYARAKATAN

Pada hari ini, Senin tanggal Enam belas bulan Juni tahun Dua ribu delapan (16 - 06 - 2008), yang bertandatangan di bawah ini :

- I. DADA ROSADA : Walikota Bandung berdasarkan Surat Keputusan Menteri Dalam Negeri Nomor 131.32-533 tanggal 9 Oktober 2003 tentang Pengesahan Pemberhentian dan Pengesahan Pengangkatan Walikota Bandung Propinsi Jawa Barat, oleh karenanya sah bertindak untuk dan atas nama Pemerintah Kota Bandung berkedudukan di Bandung Jalan Wastukencana Nomor 2, selanjutnya disebut sebagai PIHAK PERTAMA.
- II. Prof. GANJAR KURNIA : Rektor Universitas Padjadjaran berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 14/M TAHUN 2007 tanggal 20 Maret 2007, oleh karenanya sah bertindak untuk dan atas nama Universitas Padjadjaran, berkedudukan di Jalan Dipati Ukur Nomor 35 Bandung, selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

Dengan memperhatikan :

1. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah sebagaimana telah diubah untuk kedua kalinya dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2008;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2007 tentang Tata Cara Pelaksanaan Kerja Sama Daerah;
4. Peraturan Daerah Kota Bandung Nomor 20 Tahun 2002 tentang Penyelenggaraan Pendidikan di Kota Bandung;
5. Peraturan Daerah Kota Bandung Nomor 03 Tahun 2004 tentang Penyelenggaraan Kerja Sama;
6. Peraturan ...

6. Peraturan Daerah Kota Bandung Nomor 06 Tahun 2004 tentang Rencana Strategis (Renstra) Kota Bandung Tahun 2004 – 2008;
7. Peraturan Daerah Kota Bandung Nomor 08 Tahun 2007 tentang Urusan Pemerintahan Daerah Kota Bandung;
8. Keputusan Presiden Nomor 14/M Tahun 2007 tanggal 20 Maret 2007 yang menetapkan mengangkat Sdr. Prof. Dr. Ir. Ganjar Kurnia, D. E. A sebagai Rektor Universitas Padjadjaran, masa jabatan tahun 2007-2011;
9. Surat Pembantu Rektor Bidang Kerjasama Nomor 1273/H6.5/TU/2008 tanggal 21 Februari 2008 perihal Perpanjangan Kerja Sama;

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA secara bersama-sama disebut Para Pihak dengan ini menerangkan terlebih dahulu hal-hal sebagai berikut :

1. Bahwa PIHAK PERTAMA dalam rangka meningkatkan kualitas pemerintahan, pembangunan dan kemasyarakatan memerlukan sumbangan tenaga maupun pikiran dari lembaga pendidikan sebagai penunjang peningkatan kualitas pemerintahan, pembangunan dan kemasyarakatan tersebut.
2. Bahwa PIHAK KEDUA sebagai perguruan tinggi mempunyai tugas untuk melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi, yaitu penelitian, pendidikan dan pengabdian kepada masyarakat, berminat berpartisipasi dalam pembangunan di Kota Bandung sebagaimana dalam suratnya Nomor 1273/H6.5/TU/2008 tanggal 21 Februari 2008 perihal Perpanjangan Kerja Sama.
3. Bahwa Para Pihak sesuai dengan kompetensinya mempunyai itikad untuk bersinergi mewujudkan kualitas pemerintahan, pembangunan dan kemasyarakatan yang lebih baik.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka Para Pihak sepakat untuk membuat Nota Kesepahaman mengenai peningkatan kualitas penyelenggaraan pemerintahan, pembangunan dan kemasyarakatan di Kota Bandung, dengan ketentuan sebagai berikut:

Pasal 1

- (1) Para Pihak sepakat bahwa Nota Kesepahaman ini hanya dimaksudkan sebagai pernyataan bersama tentang komitmen moral diantara Para Pihak, untuk dikemudian hari melaksanakan perjanjian tersendiri yang sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
- (2) Perjanjian tersendiri sebagaimana dimaksud pada ayat (1), yaitu kerja sama dalam pelaksanaan peningkatan kualitas pemerintahan, pembangunan dan kemasyarakatan.

Pasal 2

Tujuan Nota Kesepahaman ini yaitu untuk melakukan persiapan dalam rangka mewujudkan pelaksanaan kerja sama secara optimal dan terpadu, dengan menetapkan prinsip-prinsip kerja sama yang saling menguntungkan.

Pasal 3

- (1) Nota Kesepahaman ini berlaku selama 5 (lima) tahun sejak tanggal ditandatanganinya Nota Kesepahaman ini atau sampai dengan tanggal Enam belas bulan Juni tahun Dua ribu tiga belas (16 - 06 - 2013).
- (2) Sekurang-kurangnya setiap 6 (enam) bulan sekali PIHAK PERTAMA c.q. Bagian Pemerintahan Umum pada Sekretariat Daerah Kota Bandung dan PIHAK KEDUA dapat mengadakan evaluasi kinerja pelaksanaan Nota Kesepahaman ini.

(3) Apabila ...

- (3) Apabila dari hasil evaluasi sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dinilai kurang berhasil, dan/atau perjanjian kerja sama sebagai tindak lanjut dari Nota Kesepahaman ini tidak terwujud, maka Nota Kesepahaman ini dapat dibatalkan.
- (4) Pembatalan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) diberitahukan terlebih dahulu kepada pihak lainnya secara tertulis.
- (5) Apabila perjanjian sebagai tindak lanjut dari Nota kesepahaman ini tidak terwujud, Para Pihak tidak akan saling menuntut.
- (6) Nota Kesepahaman ini dapat diperpanjang kembali, apabila Para Pihak menyepakatinya.

Demikian Nota Kesepahaman ini disepakati dan ditandatangani bersama oleh Para Pihak di Bandung, dan dibuat dalam rangkap 4 (empat) bermeterai cukup masing-masing berlaku sebagai aslinya dan mempunyai kekuatan hukum yang sama, selanjutnya 1 (satu) eksemplar untuk PIHAK KEDUA dan selebihnya untuk PIHAK PERTAMA.





PIAGAM KERJA SAMA



Nomor : 12211/H6.1/TU/2008
181/26 - Bnk/2008

Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa
dan didasari oleh keinginan untuk saling menunjang
dalam melaksanakan pembangunan Bangsa dan Negara Republik Indonesia,
maka yang bertanda tangan di bawah ini:

UNIVERSITAS PADJADJARAN

dan

PEMERINTAH KABUPATEN CIAMIS

Sepakat mengadakan kerja sama dan saling menunjang dalam melaksanakan
tugas kedua belah pihak, sesuai dengan fungsi dan kewenangan masing-masing.

Hal-hal yang menyangkut tindak lanjut kerja sama, diatur dalam perjanjian-perjanjian tersendiri yang
dilaksanakan oleh pejabat yang diberi tugas/kuasa oleh masing-masing pihak dan
dituangkan dalam perjanjian serta merupakan bagian dari satu kesatuan
yang tidak terpisahkan dari Piagam Kerja sama ini.

Kerja sama akan berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun, sejak Piagam Kerja sama ini
ditandatangani dan dapat diperpanjang dengan persetujuan kedua belah pihak.

Ditandatangani di Bandung pada tanggal 19 September 2008
dibuat dalam rangkap 2 (dua), masing-masing bermeterai cukup
dan mempunyai kekuatan hukum yang sama.

UNIVERSITAS PADJADJARAN
REKTOR,


PROF. GANJAR KURNIA

PEMERINTAH KABUPATEN CIAMIS
Pih. BUPATI
SEKRETARIS DAERAH


DRS. H.D. HIDAYAT K., MM



PIAGAM KERJA SAMA



Nomor : 13889/H6.1/TU/2009
810/1972/BKD/2009

Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa
dan didasari oleh keinginan untuk saling menunjang
dalam melaksanakan pembangunan Bangsa dan Negara Republik Indonesia,
maka yang bertanda tangan di bawah ini:

UNIVERSITAS PADJADJARAN

Dan

KOTA BENGKULU

Sepakat mengadakan kerjasama dan saling menunjang dalam melaksanakan
tugas kedua belah pihak, sesuai dengan fungsi dan kewenangan masing-masing.

Hal-hal yang menyangkut tindak lanjut kerja sama, diatur dalam perjanjian-perjanjian tersendiri yang
dilaksanakan oleh pejabat yang diberi tugas/kuasa oleh masing-masing pihak dan
dituangkan dalam perjanjian serta merupakan bagian dari suatu kesatuan
yang tidak terpisahkan dari Piagam Kerja Sama ini.

Kerja sama akan dilakukan untuk jangka waktu 5 (lima) tahun, sejak Piagam Kerja Sama ini ditandatangani
dan dapat diperpanjang dengan persetujuan kedua belah pihak.

Ditandatangani di Bandung pada tanggal 7 September 2009
dibuat dalam rangkap 2 (dua), masing-masing bermaterai cukup
dan mempunyai kekuatan hukum yang sama

WALIKOTA BENGKULU,



H. AHMAD KANEDI

UNIVERSITAS PADJADJARAN
REKTOR,



PROF. GANJAR KURNIA