

# MODEL PEMBANGKIT LISTRIK ELEMEN GANDA DENGAN PANEL SURYA DAN TURBIN BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Agus Ismangil<sup>1,\*</sup>, Febriansyah Ardyahadistia<sup>2</sup>)

<sup>1,2</sup>) Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Pakuan

Jalan Pakuan Po.Box 452 Bogor 16143 Jawa Barat Indonesia

\*Corresponding Author: a.ismangil.physics@gmail.com

## Abstrak

*Kebutuhan akan sumber daya listrik sangat meningkat setiap tahunnya bagi seluruh aspek. Tetapi tidak dibarengi dengan penyediaan cadangan energi listrik untuk digunakan. Berdasarkan masalah yang ada dibuatlah alat penghasil energi listrik yang memanfaatkan dua sumber energi alam yang tidak akan habis, yaitu angin dan matahari. Dimana alat yang dibuat menggabungkan turbin angin dengan panel surya sehingga dapat menghasilkan energi listrik sebagai cadangan energi yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Alat yang dibuat mengubah cahaya matahari dan angin yang diterima oleh alat dan dirubah menjadi energi listrik yang kemudian energi listrik tersebut akan disimpan di dalam sebuah aki kering 12V yang ketika dibutuhkan akan bisa kapan saja digunakan dengan bantuan power inverter 70W untuk keperluan listrik sehari-hari. Alat yang dibuat menggunakan penyimpanan data melalui sistem Internet of Things.*

**Kata kunci:** panel surya; turbin angina; hybrid; IoT

## Abstract

*The need for electrical resources is increasing every year for all aspects. But it is not accompanied by the provision of electrical energy reserves to be used. Based on the existing problems, a tool that produces electrical energy is made that utilizes two natural energy sources that will not run out, namely wind and solar. Where the tool is made to combine wind turbines with solar panels so that they can produce energy electricity as an energy reserve that can be used in everyday life. The tool is made to change the sunlight and wind received by the tool and converted into electrical energy which then the electrical energy will be stored in a 12V dry battery which when needed can be used anytime with the help of a 70W power inverter for daily electricity needs. A tool created using data storage via the Internet of Things system.*

**Keywords:** solar panel; wind turbine; hybrid; IoT

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan akan listrik sudah menjadi suatu hal yang sangat penting bagi manusia. Kebutuhan masyarakat terkait energi listrik semakin meningkat seiring peningkatan jumlah penduduk, pertumbuhan bisnis, industri, dan lainnya. Kekurangan energi listrik dapat mengganggu aktifitas manusia di dalam menyelesaikan pekerjaannya [1]. Oleh karena itu keseimbangan antara kebutuhan listrik dengan ketersediaan listrik harus dipertahankan. Oleh karena itu dilakukan upaya dengan memanfaatkan energi alam yang melimpah.

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki energi surya dan angin yang melimpah. Kedua energi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai energi terbarukan untuk ketersediaan listrik. Sumber energi terbarukan diharapkan memiliki peran aktif di masa yang akan datang. Karena energi ini bersifat ramah lingkungan dan memiliki cadangan yang tidak pernah habis.

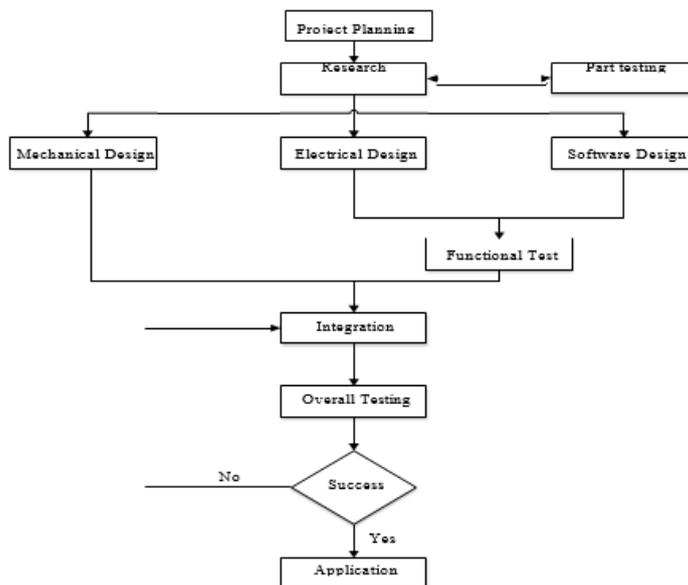
Beberapa permasalahan dalam energi listrik yaitu keterbatasan sumber energi fosil yang merupakan sumber utama penghasil energi listrik. Data menunjukkan bahwa cadangan batu bara saat ini sekitar 7,3-8,3 miliar ton yang diprediksi akan habis pada 2036, stok minyak saat ini sebesar 3,7 miliar barrel diprediksi akan habis pada 2028 [2], untuk Gas cadangannya sebesar 151,33 *trillion cubic feet* (TFC) diperkirakan habis pada 2067 (Kementerian ESDM Rida Mulyana 2019). Dan juga alat panel surya yang ada saat ini hanya dapat bekerja di siang hari dalam menghasilkan energi listrik. Dikarenakan hanya mengandalkan sinar matahari saja belum digabungkan dengan energi angin yang dapat menghasilkan energi listrik yang lebih banyak [3].

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan ini pertama membuat *system* pembangkit listrik gabungan angin dan surya kapasitas 385 watt. Pada penelitiannya panel surya masih belum dapat mengikuti arah matahari sehingga daya yang diperoleh belum maksimal. Penelitian lainnya membuat model *system* solar *tracker* dengan sensor Idr berbasis mikrokontroler atmega 328. Pada penelitiannya daya listrik yang dihasilkan hanya mengandalkan dari panas matahari saja dan hanya bekerja di siang hari [4,5].

Untuk mengatasi permasalahan yang ada maka dilakukan penelitian untuk membuat alat yang mampu menghasilkan energi listrik alternatif seperti “model *system* pembangkit listrik elemen ganda dengan panel surya dan turbin berbasis *internet of things*.” Energi yang dihasilkan dari alat ini merupakan pemanfaatan dari energi terbarukan yaitu matahari dan angin. Serta *Internet of Things* digunakan untuk mempermudah pemantauan terhadap pembangkit listrik yang ada [6].

## 2. Metode Penelitian

Perancangan secara keseluruhan dari alat ini adalah menggunakan metode penelitian bidang *Hardware Programming* yang ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Metode *Hardware Programming*

### 1.1 Perencanaan Rancangan Penelitian (*Project Planning*)

Pada tahap ini beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain :

1. Penentuan topik Penelitian yang akan dilakukan.
2. Perkiraan kebutuhan alat dan bahan.
3. Perkiraan anggaran biaya yang dibutuhkan.
4. Kemungkinan penerapan dari *hardware* yang akan dirancang

## 1.2 Penelitian (*Research*)

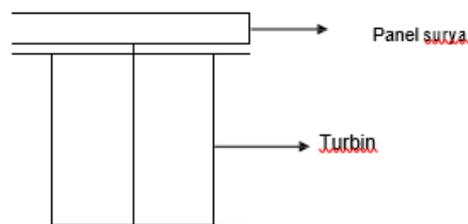
Setelah perencanaan telah matang, dilanjutkan dengan tahapan penelitian, penelitian awal dari aplikasi atau proyek yang akan dibuat, mulai dari pemilihan dan pengetesan komponen yang dibutuhkan, dan kemungkinan rancangan awal dan akhir dari "Model Sistem Pemantauan Pembangkit Listrik Elemen Ganda dengan Panel Surya dan Turbin Berbasis *Internet of Things*" dan dirancang sesuai pada Gambar 1 [7].

## 1.3 Uji Coba Komponen (*Part Testing*)

Pada tahap ini dilakukan pengetesan alat-alat terhadap fungsi kerja komponen berdasarkan kebutuhan dari proyek yang dibuat, pengetesan pengujian berdasarkan kebutuhannya.

## 1.4 Desain Sistem Mekanik (*Mechanical Design*)

Pada desain sistem mekanik ini diperlukan perancangan perangkat keras yang perlu didesain secara matang agar apa yang nanti dalam pembuatan alat sesuai apa yang kita inginkan [8,9].



Gambar 2. Desain Alat

## 1.5 Desain Sistem Listrik (*Electrical Design*)

Pada desain system listrik perlu adanya beberapa komponen yang terintegrasi dengan desain mekanik sesuai dalam gambar 2, adanya sensor cahaya untuk panel surya dan motor driver untuk memutar turbin, serta komponen listrik yang lainnya.[10,11].

## 1.6 Desain Perangkat Lunak

Pada desain perangkat lunak atau software yang diperlukan dalam penelitian ini model pembangkit listrik elemen ganda dengan panel surya dan turbin berbasis iot ini menggunakan perangkat lunak Arduino IDE, MS Office, *Fritzing Graph Editor*, *Things peak* [12,13].

## 1.7 Karakteristik

Karakteristik yang diperlukan dalam penelitian alat ini dari mulai tes mekanik, tes panel surya dan tes turbin apakah berfungsi atau tidaknya, dan komponen listrik yang lainnya seperti sensor cahaya, motor driver, dan Arduino serta software yang digunakan didalam penelitian ini [14,15]. Bagian yang kami tes yaitu tes structural, lalu tes fungsional, kemudian tes validasi dan optimasi, apakah alat yang kami rancang dan kami buat ini apa sudah sesuai standar dan bisa digunakan untuk halayak.[16-18].

## 3. Hasil dan Pembahasan

Rangka alat yang dibuat menggunakan kayu triplek dan ditopamh dengan ash drat M6 4 buah. Model alat yang dibuat memiliki ukuran panjang 31cm, lebar 33cm, tinggi 70cm, dan berat kurang lebih 6 kg. Model Pembangkit Listrik ini menggunakan Panel Surya dan Motor DC yang terhubung dengan contoler, lalu terhubung dengan relay yang telah terhubung dengan accu12V dan terhubung dengan ESP32 yang terhubung ke *website*.

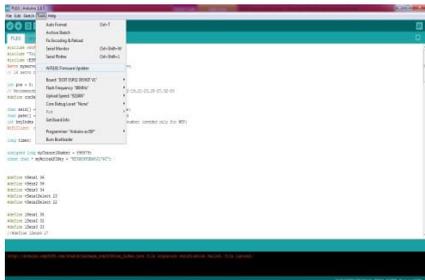


Gambar 3. Tampilan Alat

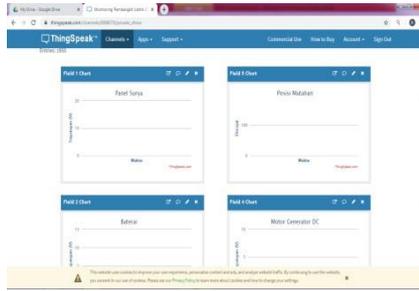
Tabel 1. Pengujian Struktural

No	Komponen Sistem	Terhubung Dengan	Keterangan	
1	ESP 32	Solar Panel	Solar Panel Controler	Terhubung
		Motor DC	Step Up USB	Terhubung
		Relay 4C	Sensor Tegangan, Solar Panel Controler	Terhubung
		ACCU	Solar Panel Controler, Power Inverter, USB Step Up	Terhubung

Tabel 2. Pengujian ESP 32

Komponen Sistem	Terhubung Dengan	Keterangan
Prosesor ESP 32 Dual Core 32, merupakan Prosesor yang sudah ada modul <i>bluetooth</i>		Berfungsi

Prosesor ESP 32 Dual Core 32, merupakan Prosesor yang sudah ada modul *bluetooth*



Berfungsi

Tabel 3. Pengujian Motor DC

Komponen Sistem	Terhubung Dengan	Kondisi	Hasil
Motor DC	Multimeter dan mesin Bor 3600 Rpm		7,04 V

Tabel 4. Pengujian Panel Surya

Komponen Sistem	Terhubung Dengan	Kondisi	Hasil
Panel Surya	Multimeter	 Matahari Penuh	21,3 V

Panel Surya	Multimeter		13,8 V
Matahari Sebagian			
Panel Surya	Multimeter		0,39 V
Didalam Ruang			

Tabel 5. Pengujian ACCU

Komponen Sistem	Terhubung Dengan	Kondisi	Hasil
ACCU	Multimeter		12,77 V

Tabel 6. Tabel Power Inverter

Komponen Sistem	Terhubung Dengan	Kondisi	Hasil
Power Inverter	Multimeter dan ACCU		214 V

Tabel 7. Validasi Panel Surya

No	Waktu	Tegangan Yang Diperoleh	Intensitas Cahaya
1	08.00	12,55 V	421.5 w/m <sup>2</sup>
2	09.00	13,23 V	637.5 w/m <sup>2</sup>
3	10.00	13,52 V	843.5 w/m <sup>2</sup>
4	11.00	13,77 V	947.6 w/m <sup>2</sup>
5	12.00	13,87 V	273.6 w/m <sup>2</sup>
6	13.00	13,55 V	242.3 w/m <sup>2</sup>
7	14.00	12,91 V	147.5 w/m <sup>2</sup>
8	15.00	13,03 V	46.4 w/m <sup>2</sup>
9	16.00	12,89 V	81.6 w/m <sup>2</sup>
10	17.00	12,66 V	27.8 w/m <sup>2</sup>

Pengambilan data diperoleh mulai pada pukul 08.00 pagi sampai dengan pukul 17.00 sore. Tempat pengambilan data yaitu di taman alat BMKG Bogor. Pada saat itu alat diletakan berdampingan dengan alat yang ada di BMKG untuk mendapatkan data intensitas cahaya, alat diletakan berdampingan agar cahaya yang diperoleh sama antara kedua alat.pada saat proses pengambilan data kondisi langit cerah dan cukup terik di pagi sampai siang hari sehingga menghasilkan daya rata rata 13,42 V, pada siang sampai sore hari matahari tertutupi awan dan sedikit mendung sehingga daya yang dihasilkan tidak begitu besar yaitu 12,87 V. Data yang diperoleh dengan menghidupkan accu.

Tabel 8. Validasi Panel Surya 2

No	Waktu	Tegangan (Volt) Yang Diperoleh				
		1	2	3	4	5
		Kondisi ACCU Hidup			Kondisi ACCU Mati	
1	08.00	12,55 V	12,57 V	12,37 V	Hujan	19,48 V
2	09.00	13,23 V	12,56 V	12,56 V	Hujan	20,98 V
3	10.00	13,52 V	12,68 V	12,41 V	20,96 V	19,76 V
4	11.00	13,77 V	12,59 V	12,66 V	21,90 V	19,02 V
5	12.00	13,87 V	12,44 V	13,72 V	20,25 V	20,82 V
6	13.00	13,55 V	12,12 V	13,22 V	19,84 V	21,24 V
7	14.00	12,91 V	12,72	13,27 V	19,92 V	21,74 V
8	15.00	13,03 V	13,01 V	12,52 V	21,00 V	21,86 V
9	16.00	12,89 V	12,92 V	12,8 V	12,62 V	19,66 V

10	17.00	12,66 V	12,63 V	12,6 V	Hujan	19,50 V
----	-------	---------	---------	--------	-------	---------

Pengambilan data diperoleh mulai pada pukul 08.00 pagi sampai dengan pukul 17.00 sore. Tempat pengambilan data yaitu di lapangan dekat rumah. pada saat proses pengambilan data kondisi yang diperoleh yaitu pendataan tiap satu jam sekali. Data yang diperoleh adalah data tanpa menghidupkan accu dan yang menghidupkan accu.

**Uji Coba Validasi Turbin Savonius**

Tabel 9. Validasi Turbin Savonius

Putaran Maksimal Kipas	Kecepatan Angin	Tegangan Yang Diperoleh (V)	ACCU
16.800 RPM	1.50 m/s	0,57 V	11,66 V
	9.04 m/s	1,73 V	11,61 V
	14.56 m/s	2,3 V	11,59 V
	18.08 m/s	2,64 V	11,57 V

Proses pengambilan data pada tabel 9 dilakukan dengan menggunakan bantuan kipas yang memiliki kekuatan maksimal 16.800 RPM. Dimana proses pengambilan data dilakukan dengan mengarahkan kipas ke arah turbin generator selama 5 menit untuk dapat mengetahui berapa tegangan yang dapat diperoleh oleh turbin generator. Berdasarkan hasil pengujian dapat diperoleh tegangan terbesar yaitu 2,64 V.

Berdasarkan hasil pengujian turbin akan bisa berputar dan menghasilkan tegangan ketika terkena angin 1.50 m/s. dan semakin tinggi kecepatan angin yang berhembus maka akan semakin cepat perputaran turbin sehingga menghasilkan tegangan yang semakin besar.

**Uji Validasi ACCU**

Tabel 10. Validasi ACCU

	Perhitungan	Lama Pengisian ACCU	Output ACCU
Kapasitas ACCU	$WH=AH \times V = 4AH \times 12V = 48WH$		
Panel Surya	$48WH/10W$ $P = 4,8$	4,8 Jam	220 V
Turbin	$48WH/4W = 12$	12 Jam	220V
Bersamaan	$10W+4W=14W$ $48WH/14W = 3,42$	3,42 Jam	220V

**Uji Validasi Solar Tracker**

Tabel 11. Tabel Validasi Solar Tracker

Skenario Pengujian	Posisi(derajat)	Tampilan Web	Keterangan
Sensor LDR 1	45°		Ketika sensor LDR 1 menerima resistansi cahaya maka motor servo bergerak 45°
Sensor LDR 2	90°		Ketika sensor LDR 2 menerima resistansi cahaya maka motor servo bergerak 90°
Sensor LDR 3	135°		Ketika sensor LDR 3 menerima resistansi cahaya maka motor servo bergerak 135°

**Uji Validasi Daya Output 220 V**

Proses pengujian *output* 220 v yang dilakukan pada alat dilakukan pemasangan charger handphone ke power inverter yang ada pada alat untuk mengetahui apakah berfungsi dengan baik.



Gambar 4. Validasi *Output* 220 V

**Uji Validasi Tampilan Web**

Proses pengujian yang dilakukan adalah dengan melakukan pengecekan apakah kesesuaian data yang ada dengan apa yang di tampilkan pada website, baik dari segi tegangan, Hari, waktu, tanggal. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 12.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pelaksanaan perancangan alat “Pembangkit Listrik Elemen Ganda Dengan Sistem Pemantauan Berbasis Web” hingga pengujian dan pembahasan sistem maka dapat ditarik kesimpulan, yaitu: Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan diketahui bahwa alat dapat menghasilkan energi listrik sebagai alternative yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari – hari. Listrik yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai cadangan energi untuk kebutuhan. Energi listrik yang diperoleh dari panel surya lebih besar dari energi listrik yang dihasilkan oleh turbin generator.

Setelah melakukan penelitian ini, diperoleh beberapa hal yang dapat dijadikan saran untuk dapat melakukan penelitian lebih lanjut, yaitu: Jika model alat akan di implementasikan disarankan untuk menggunakan ACCU yang kapasitasnya lebih besar. Untuk membuat perputaran turbin menjadi lebih ringan untuk berputar maka sebaiknya menggunakan perbandingan motor dc yang lebih besar. Jika model alat akan di implementasikan disarankan untuk menggunakan power inverter yang lebih besar, sehingga daya yang dapat diterimanya semakin besar.

#### Referensi

- [1] Ajao, K. R., & Adeniyi, J. S. O. (2009). Comparison of Theoretical and Experimental Power output of Small 3-bladed Horizontal-axis Wind Turbine. *Journal of American Science*, 5(4), 79-90.
- [2] Nasrullah, B. A. H., Permana, A. G., & Ramadan, D. N. (2018). Perancangan Monitoring Stasiun Cuaca Dan Kualitas Udara Berbasis Internet Of Things (iot). *eProceedings of Applied Science*, 4(3).
- [3] Atmajaya, D., Kurniati, N., Salim, Y., Astuti, W., & Purnawansyah, P. (2018). Sistem Kontrol Timbangan Sampah Non Organik Berbasis Load Cell dan ESP32. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SEMNASITIK)* (Vol. 1, No. 1, pp. 434-443).
- [4] Fauzi Daryanto. (2011) Pengertian Sensor Tegangan. Jurusan Teknik Elektro Industri Politeknik Elektro Negeri Surabaya.
- [5] Dinata, I., & Sunanda, W. (2015). Implementasi wireless monitoring energi listrik berbasis web database. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 4(1), 83-88.
- [6] Mariani Eka.P H.,(2018) "Prototype Otomasi Pengendali Dan Penyimpanan Daya Listrik Berbasis Tenaga Surya Dengan Menggunakan Arduino Uno".Universitas Pakuan. Bogor.
- [7] Muhammad, F. H. (2017). Perancangan *Rooftop off Grid Solar Panel* Pada Rumah Tinggal Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik. *Jurnal Dinamika DotCom*. ISSN 2086 – 2652.
- [8] Movanita, A. N. K. (2018). Energi Fosil Tegerus, Konservasi Energi Kian Penting. *Kompas.Com*. <https://ekonomi.kompas.com/read/2018/09/18/132115026/energi-fosil-tergerus-konservasi-energi-kian-penting>
- [9] Melyana Enjelita Girsang, Rozeff Pramana, (2017). Prototipe Hibrid Panel Surya Dan Turbin Angin Untuk Menyediakan Daya Kamera Pemantauan Bawah Laut Di Kepulauan Riau. *Teknik Elektro UMRAH*.
- [10] Syahputra Nanda, *Pembangkit Listrik Elemen Ganda Dengan Sistem Pemantauan Berbasis Web*. Universitas Gunadarma. Depok. 2017
- [11] Subekti Yuliananda, Gede Surya, RA Retno Hastijanti. (2015). Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya Nopember*, Vol. 01, No. 02, hal 193 – 202.
- [12] Trianjaswati, “Aplikasi Sensor Photodiode” *Elektronika dasar.web.id*, Diakses pada tanggal 6 Juni 2019.
- [13] Wudai Liao. *Optimization of PID Control for DC Motor Based On Artificial Bee Colony Algorithm*. 2014.
- [14] Liang, K., Ai, D., Zhang, H., Zhao, Y., Zhang, Y., & Chen, H. (2021). Experimental performance analysis of the concentrated crystalline silicon solar cell——slicing cell. *Solar Energy*, 224, 1008-1016.

- [15] Novoselov, K. S., A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S. V. Dubonos, I. V. Grigorieva, and A. A. Firsov. "Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films." *Science* 306, no. 5696 (October 22, 2004): 666–69. <https://doi.org/10.1126/science.1102896>.
- [16] Ha, Hyung-Wook, In Young Kim, Seong-Ju Hwang, and Rodney S. Ruoff. "One-Pot Synthesis of Platinum Nanoparticles Embedded on Reduced Graphene Oxide for Oxygen Reduction in Methanol Fuel Cells." *Electrochemical and Solid-State Letters* 14, no. 7 (2011): B70. <https://doi.org/10.1149/1.3584092>.
- [17] Balandin, Alexander A., Suchismita Ghosh, Wenzhong Bao, Irene Calizo, Desalegne Teweldebrhan, Feng Miao, and Chun Ning Lau. "Superior Thermal Conductivity of Single-Layer Graphene." *Nano Letters* 8, no. 3 (March 1, 2008): 902–7. <https://doi.org/10.1021/nl0731872>.
- [18] Geim, A. K., & Novoselov, K. S. (2010). The rise of graphene. In *Nanoscience and technology: a collection of reviews from nature journals* (pp. 11-19).
- [19] Xiong, Zhili, Young Soo Yun, and Hyoung-Joon Jin. "Applications of Carbon Nanotubes for Lithium Ion Battery Anodes." *Materials* 6, no. 3 (March 21, 2013): 1138–58. <https://doi.org/10.3390/ma6031138>
- [20] Hou, Junbo, Yuyan Shao, Michael W. Ellis, Robert B. Moore, and Baolian Yi. "Graphene-Based Electrochemical Energy Conversion and Storage: Fuel Cells, Supercapacitors and Lithium Ion Batteries." *Physical Chemistry Chemical Physics* 13, no. 34 (August 16, 2011): 15384–402. <https://doi.org/10.1039/C1CP21915D>.