

## KECEKAPAN SEL SURIA POLIABLUR DI BAWAH PENGARUH CUACA TEMPATAN

Mohamad Awang, W. Mariam W.M., Masznie Salleh dan Asmadi A.M.

Jabatan Sains Kejuruteraan, Fakulti Sains dan Teknologi, Kolej Universiti Sains dan Teknologi  
Malaysia, Mengabang Telipot, 21030 Kuala Terengganu, Terengganu

*Abstrak:* Satu kajian telah dijalankan untuk memperolehi tahap kecekapan sel suria polihablur di bawah pengaruh cuaca tempatan. Panel suria yang mengandungi sel polihablur telah dibina, dipasang dan diuji di kawasan lapang yang terdapat di Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia di bawah perubahan cuaca. Penilaian dan analisa kecekapan sel suria memerlukan pengukuran arus, voltan, dan parameter-parameter cuaca berkaitan. Hubungkait di antara kecekapan sel suria dengan perubahan suhu, kelembapan, halaju angin dan intensiti sinaran matahari juga telah dikenalpasti. Di bawah pengaruh cuaca tempatan, sel suria polihablur berfungsi pada tahap kecekapan yang lebih rendah dari kecekapan di makmal iaitu di antara 0% hingga 12.97%.

Kata kunci: Sel polihablur, Kecekapan

### PENGENALAN

Pembangunan dan pertumbuhan ekonomi sesebuah negara memberi kesan kepada keperluan semasa tenaga. Malaysia salah sebuah negara yang pesat membangun kini mengalami peningkatan tahunan dari segi penggunaan tenaga sebanyak 86% dan ini sedikit sebanyak menyebabkan pengurangan dalam jumlah sumber tenaga [6]. Oleh itu, sumber tenaga perlu dipelbagaikan bukan sekadar untuk memenuhi permintaan tetapi juga mengurangkan pergantungan kepada sumber-sumber tertentu. Bagi mengurangkan kesan negatif terhadap alam sekitar pula, sesebuah negara perlu mengurangkan pergantungan kepada fosil sebagai sumber tenaga dan mempertingkatkan lagi tenaga yang boleh diperbaharui. Sumber tenaga yang boleh diperbaharui menyumbang sebanyak 20% daripada jumlah tenaga dunia [7].

Sel suria adalah salah satu pilihan untuk menjana tenaga yang boleh diperbaharui kerana sifat-sifatnya yang unik. Sifatnya yang paling utama adalah sumbernya yang mudah diperolehi. Antara sifat-sifatnya yang lain ialah ia tidak menghasilkan bunyi bising, tidak menyebabkan pencemaran kepada alam sekitar serta tidak menghasilkan sisa-sisa merbahaya selepas digunakan. Terdapat beberapa jenis bahan yang dijadikan semikonduktor dan setiap bahan ini mempunyai kebaikan dan kelemahannya yang tersendiri. Di samping itu, teknologi penghasilan semikonduktor juga mempengaruhi kecekapan sel suria. Sebagai contoh, silikon amorfus menunjukkan 20% lebih penghasilan tenaga berbanding silikon polihablur [4].

Malaysia, sebuah negara yang dikelilingi laut dan terletak berhampiran khatulistiwa secara semulajadinya menerima cahaya matahari yang banyak. Negara ini adalah antara negara yang menerima kadar pancaran matahari terbanyak di dunia. Secara purata, Malaysia menerima sebanyak 7 jam cahaya matahari sehari. Berdasarkan kepada tempoh pancaran matahari, negara ini mempunyai potensi yang baik untuk menghasilkan tenaga suria. Walaubagaimanapun, keadaan cuaca di Malaysia boleh mempengaruhi tahap kecekapan penghasilan tenaga suria. Sebagai contoh, walaupun tempoh penerimaan pancaran cahaya matahari adalah agak lama, keadaan langitnya yang sentiasa diliputi awan sepanjang hari memberi kesan kepada tahap kecekapan. Variasi iklim memberi kesan kepada kecekapan sel suria [2].

Satu kajian ini telah dijalankan untuk mengetahui tahap kecekapan semikonduktor sel suria silikon polihablur di bawah pengaruh cuaca tempatan khususnya di pantai timur Semenanjung Malaysia. Kesan perubahan cuaca seperti perubahan suhu, halaju angin, intensiti cahaya dan kelembapan terhadap kecekapan sel suria polihablur turut dikaji.

## BAHAN DAN KAEDAH

Lokasi yang dipilih sebagai kawasan pensampelan adalah dalam kawasan kampus Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia. (KUSTEM) di Terengganu. Pemilihan ini adalah berdasarkan kepada aspek keluasan kawasan lapang yang bebas bayangan. Selain dari lokasi ini, sistem suria boleh diletakkan pada hampir semua permukaan bangunan yang mendapat cahaya matahari sepanjang hari [10].

Sistem berkuasa suria yang terdiri satu panel suria polihablur 80W, satu beban bersama-sama meter berbilang dan meter ampere dibangunkan. Susunan panel suria secara mengiring menerima lebih banyak cahaya berbanding menegak. Panel suria dihadap ke arah selatan pada sudut  $15^{\circ}$  keadaan melintang. Sudut kecondongan panel suria boleh ditentukan mengikut nilai latitud sesuatu tempat. Jadual 1 menunjukkan nilai kecondongan sudut berdasarkan nilai latitud sesuatu tempat. Nilai latitud bagi lokasi panel suria ialah  $05^{\circ} 23'$ . Sudut minima  $15^{\circ}$  melintang juga disyorkan untuk membolehkan hujan membersihkan habuk daripada susunan sel suria.

Jadual 1: Sudut Kecondongan Panel Suria (5)

Latitud	Sudut Kecondongan
0 - $15^{\circ}$	$15^{\circ}$
15 - $25^{\circ}$	Sama seperti latitud
25 - $30^{\circ}$	Tambah $5^{\circ}$ pada latitud tempatan
30 - $35^{\circ}$	Tambah $10^{\circ}$ pada latitud tempatan
35 - $40^{\circ}$	Tambah $15^{\circ}$ pada latitud tempatan
$40^{\circ}$	Tambah $20^{\circ}$ pada latitud tempatan

Pengumpulan data berkaitan untuk selang masa satu jam melibatkan beberapa penggunaan peralatan. Voltan dan arus diperolehi dari meter berbilang dan meter ampere. Pengumpulan data bermula pada jam 8.00 pagi dan berakhir pada jam 6.00 petang selama 19 hari. Maklumat tentang intensiti, kelembapan, halaju angin dan suhu direkodkan melalui penggunaan meter stesen cuaca. Dua meter stesen kajucaua telah digunakan di dalam kajian ini. Meter stesen cuaca pertama ialah *LI-COR Terrestrial Radiation Sensors, Type SA*. Meter ini digunakan untuk memperolehi data suhu, halaju angin dan kelembapan. Meter stesen kedua pula ialah *NRG System Data Retriever*. Meter ini digunakan untuk memperolehi data intensiti.

Berdasarkan nilai-nilai parameter yang diperolehi, kecekapan sel suria polihablur ditentukan berdasarkan rumus yang berikut:

$$\text{Kecekapan, } \eta (\%) = \frac{\text{kuasa sel suria (Miliwatt)}}{\text{kuasa kejadian (kW/m}^2) \times S(\text{cm}^2)}$$

di mana kuasa kejadian dikira berdasarkan intensiti radiasi suria global dan  $S$  mewakili keluasan permukaan sel suria polihablur. Luas panel suria yang digunakan adalah bersamaan  $6360 \text{ cm}^2$ .

Untuk menganalisa kesan perubahan cuaca terhadap kecekapan, ujian korelasi telah dijalankan terhadap kecekapan dengan parameter yang telah dikumpul nilainya. Ujian korelasi dilakukan melalui penggunaan perisian SPSS 11.0.

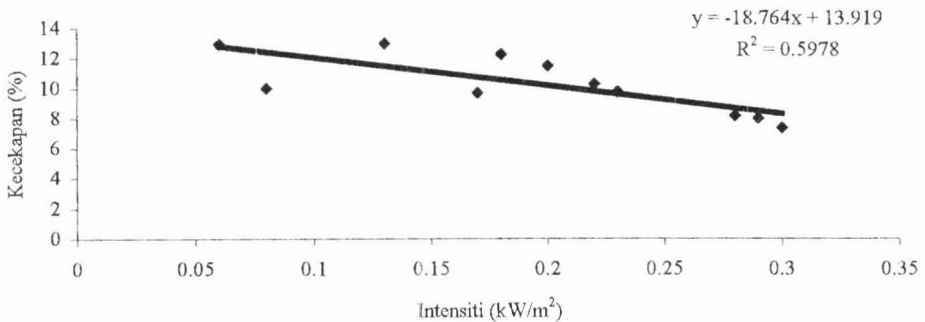
## KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Beberapa julat parameter telah diperolehi sepanjang 19 hari pensampelan yang dijalankan dalam bulan Disember 2004. Nilai voltan terendah adalah 3V dan tertinggi ialah 20.5V sementara nilai arus yang terendah adalah 0A dan tertinggi ialah 0.76A. Julat untuk kuasa adalah dalam 0 sehingga 15022 mWatt.

Daripada kajian yang dijalankan, didapati kecekapan sel silikon polihablur adalah dalam julat 0% sehingga 12.97%. Sel polihablur didapati sangat sensitif kepada hujan lebat. Ini boleh dilihat pada 10 haribulan Disember 2004 iaitu pada pukul 12 tengah hari di mana nilai arus adalah 0A. Dalam keadaan cuaca mendung atau hujan lebat, output kuasa untuk silikon polihablur boleh jatuh sehingga 0 [9].

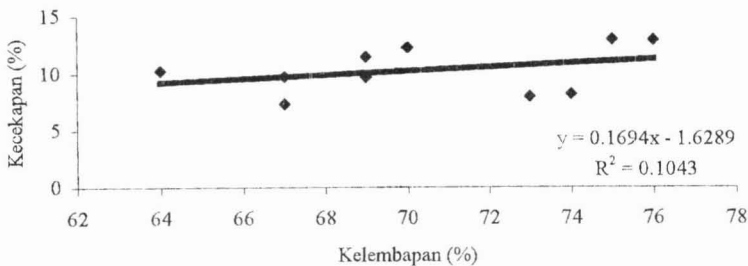
Kaitan antara kecekapan dengan parameter-parameter seperti kelembapan, intensiti, halaju angin dan suhu telah dikaji oleh penyelidik. Belum dapat dipastikan kepulan awan dan wap air (kelembapan) adalah tindakbalas yang berlaku dari peningkatan suhu global, tetapi kehadiran kedua-duanya boleh merendahkan tahap radiasi cahaya yang diterima oleh permukaan bumi sekaligus merendahkan output dari sel suria [8]. Disebabkan jumlah intensiti dan pengalihan cahaya matahari berbeza mengikut keadaan atmosfera seperti berawan dan sebagainya, kecekapan sel yang dipasang dan beroperasi akan berfungsi dengan pengaruh faktor-faktor tersebut. Faktor yang paling penting menyebabkan perbezaan dalam kecekapan adalah suhu persekitaran dan jumlah radiasi intensiti [1].

Rajah 1 menunjukkan graf kecekapan (%) melawan intensiti ( $\text{kW/m}^2$ ). Daripada graf ini didapati kecekapan akan berkurangan jika intensiti semakin meningkat. Kelakuan yang sama telah diperolehi dalam kajian terdahulu [3]. Dalam kajian ini, hubungkait di antara kecekapan dan intensiti agak kukuh dengan nilai pekali penentu,  $r^2$  hampir 0.60.



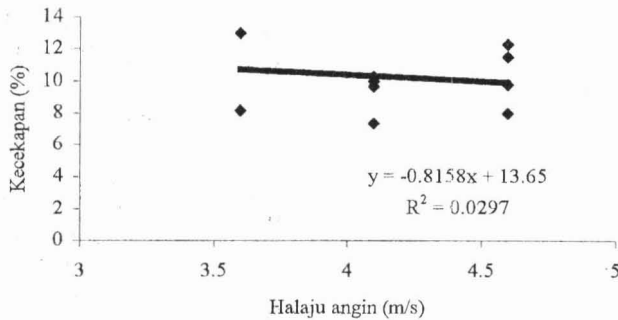
Rajah 1: Graf kecekapan (%) melawan intensiti ( $\text{kW/m}^2$ )

Rajah 2 menunjukkan graf kecekapan (%) melawan kelembapan (%). Daripada graf ini didapati kecekapan tidak banyak dipengaruhi oleh kelembapan dengan nilai  $r^2$  hanyalah 0.10. Kolerasi kecekapan dengan kelembapan adalah lemah. Garis linear menunjukkan hanya terdapat sedikit peningkatan kecekapan jika kelembapan meningkat.



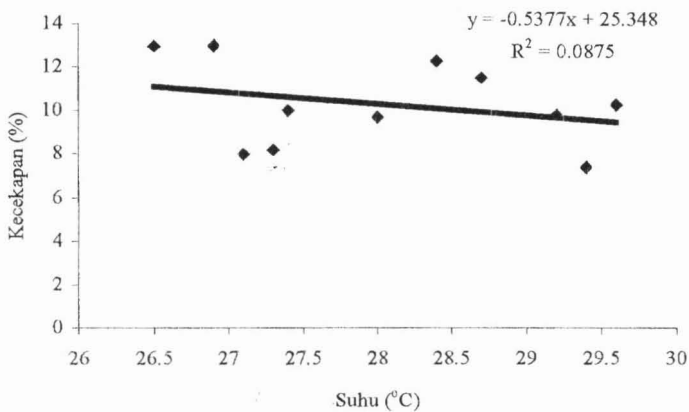
Rajah 2: Graf kecekapan (%) melawan kelembapan (%)

Rajah 3 menunjukkan graf kecekapan (%) melawan halaju angin (m/s). Daripada graf ini didapati kecekapan menurun jika halaju angin meningkat dengan nilai pekali korelasi,  $r^2$  yang sangat rendah iaitu 0.0297.



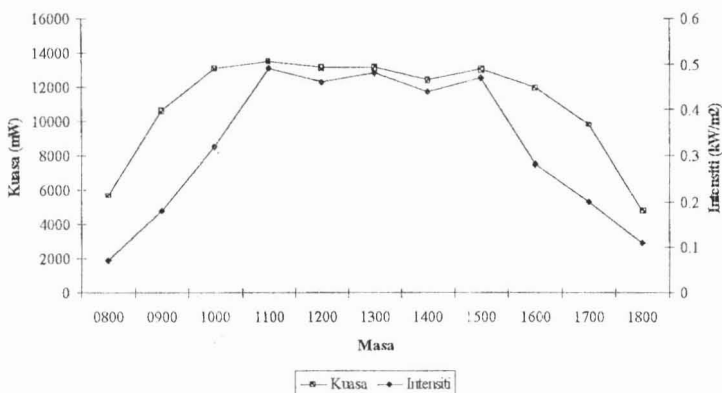
Rajah 3: Graf kecekapan (%) melawan halaju angin (m/s)

Rajah 4 menunjukkan graf kecekapan (%) melawan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ). Daripada graf ini didapati kecekapan menurun jika suhu meningkat dan korelasi amat lemah dengan nilai  $r^2$  sekitar 0.09.



Rajah 4: Graf kecekapan (%) melawan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Rajah 5 menunjukkan graf kuasa melawan intensiti. Peningkatan dan penurunan nilai-nilai kuasa dan intensiti adalah hampir sama. Ini menunjukkan semakin tinggi intensiti, semakin banyak kuasa yang dihasilkan.



Rajah 5: Graf kuasa (mW) dan Intensiti ( $\text{kW}/\text{m}^2$ ) melawan masa

Daripada ujian yang dilaksanakan, sel suria polihablur secara keseluruhannya menunjukkan kecekapan yang baik. Di bawah pengaruh cuaca tempatan, kecekapan tertinggi yang dicapai adalah 12.97% iaitu hampir dengan kecekapan yang diperolehi di makmal. Ujian korelasi menunjukkan intensiti mempunyai hubungan yang kukuh dengan kecekapan manakala faktor sekitaran yang lain iaitu suhu, kelembapan dan halaju angin menunjukkan hubungan yang lemah dengan kecekapan.

### PENGHARGAAN

Setinggi penghargaan kepada pihak Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia (KUSTEM) di atas peruntukan kewangan yang diluluskan bagi menyempurnakan kajian ini.

### RUJUKAN

1. Gonzalez, M. C. & Carroll, J. J. 1994. Solar Cells Efficiency Variations With Varying Atmospheric Conditions. *Solar Energy*. 53 (5) : 395-402
2. Hirata, Y. Inasaka, T & Tani, T. 1998. Output Variation of Photovoltaic Modules With Environmental Factors-II: Seasonal Variation. [Online] [www.elsevier.com/locate/solener](http://www.elsevier.com/locate/solener) [Accessed 28 May 2003]
3. Malik, A. Q. & Salmi Jan, H. D. 2002. Outdoor Testing Of Single Crystal Silicon Solar Cells. *Renewable Energy*. 28 (2003): 1433-1445
4. Mieke, W. 1998. Hot Climate Performance Comparison Between Poly-Crystalline And Amorphous Silicon Cells Connected To An Utility Mini-Grid. In: Proceedings of Solar 98, 36th Annual Conference of the Australian and New Zealand Solar Energy Society, Christchurch, New Zealand, pp. 464-470
5. OkSolar.com. 2003. Angle of Orientation for Solar Panels and Photovoltaic Modules. <http://www.oksolar.com/technical/angle-orientation.html> [Accessed 15 April 2003]
6. Omar, A. R. & Ow, C. S. 2000. Energy Audit in UiTM Building: A Mechanical Engineering Perspective. Universiti Teknologi Mara, Malaysia.
7. Ralph, E. H. 2000. The Future Of Renewable Energy Technologies To Mitigate For Climate Change *Proceeding Regional Conference On Energy And Environment*, 15-16 February 2000. Malaysia.
8. Sims, R. E. H. 2004. Renewable Energy: A Response To Climate Change. *Solar Energy*. 76(1-3) 9-17
9. Solar Voltaic (Malaysia). 2002. The Solar Panels [online]. Malaysia. <http://www.solarvoltaic.com/sbasics.htm> [Accessed 31 March 2003]
10. U.S.Department of Energy, 1997. Energy Efficiency and Renewable Energy: Solar Energy-Photovoltaic [http://www.eren.doe.gov/RE/solar\\_photovoltaics.html](http://www.eren.doe.gov/RE/solar_photovoltaics.html) [Accessed 17 Feb 2003]