UJI RASIO KINERJA BERBAGAI MERK MODUL SURYA 100 WP JENIS MONOCRYSTALLINE

Audi R. Rumalesin[1)], A. Simanjuntak[2)], J. Latuny[3)]

[1)]S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik,Universitas Pattimura
Email:yokohama.ar@gmail.com
[2)]Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: antoni.simanjuntak.s15@gmail.com
[3)]Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: jonny.latuny@staff.unpatti.ac.id,

Abstrak Energi surya menjadi solusi energi terbarukan yang efisien, terutama dalam wilayah dengan intensitas matahari tinggi. Penelitian ini menganalisis performa empat merk modul surya yaitu ST Solar, Solana, Greencell, dan Caltech berdasarkan berbagai parameter utama, yaitu tegangan *open circuit* (VOC), arus *short circuit* (ISC), luas modul, *Fill Factor* (FF), daya masuk, daya keluaran, serta efisiensi konversi energi. Hasil analisis menunjukkan bahwa Solana memiliki efisiensi konversi energi tertinggi (hingga 19%) tetapi mengalami fluktuasi yang signifikan, yang dapat dipengaruhi oleh perubahan intensitas matahari. Greencell menunjukkan keseimbangan antara daya keluaran dan kestabilan, didukung oleh luas modul yang lebih besar (0,62 m^2), yang memungkinkan daya tangkap cahaya lebih optimal. ST Solar dan Caltech memiliki daya keluaran yang lebih stabil dibandingkan dua merk lainnya, tetapi dengan efisiensi yang lebih rendah. Caltech memiliki nilai *Fill Factor* (FF) tertinggi (0,79), yang mengindikasikan efisiensi konversi daya yang lebih baik dibandingkan modul lainnya. Berdasarkan hasil penelitian, pemilihan modul surya harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik. Jika efisiensi energi maksimum diperlukan, Solana adalah pilihan terbaik, sedangkan Greencell lebih cocok untuk aplikasi yang membutuhkan keseimbangan antara efisiensi dan kestabilan daya. ST Solar dan Caltech lebih direkomendasikan untuk penggunaan yang membutuhkan kestabilan daya dalam jangka panjang. Dengan demikian, pemilihan modul surya tidak hanya bergantung pada satu parameter saja, tetapi juga harus mempertimbangkan stabilitas daya, ketahanan terhadap fluktuasi cuaca, dan efisiensi konversi energi dalam kondisi nyata.

Kata Kunci: Modul surya, efisiensi konversi energi, daya keluaran, *Fill Factor*, fluktuasi radiasi matahari.

1. PENDAHULUAN

Energi listrik sebagai sumber energi sekunder merupakan kebutuhan vital bagi kehidupan manusia (Simanjuntak, 2018) dan menjadi salah satu faktor penting pencapaian pembangunan berkelanjutan (Setyono, 2021). Pada era perkembangan teknologi saat ini, permintaan energi di dunia terus meningkat (ESDM, 2008). Adapun konsumsi energi di Indonesia didominasi oleh energi fosil (Afriyanti, 2019) yang ketersediaannya akan menipis dan habis (Setyono, 2019). Dengan demikian untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil, energi terbarukan menjadi solusi yang baik (ESDM, 2016). Salah satu sumber energi terbarukan yang perkembangannya cukup pesat di dunia termasuk Indonesia yaitu energi surya. Posisi Indonesia sebagai negara beriklim tropis yang mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun dan kekayaan alam pasir silika merupakan anugerah yang harus dioptimalkan. Potensi pengembangan energi surya sangat besar, tercatat Indonesia memiliki potensi energi surya

sebesar 207.898 MW (4,80 kWh/m2/hari) (Simanjuntak, 2019), sehingga sangat berpotensi untuk pemasangan modul surya.

Meningkatnya minat penggunaan pembangkit listrik tenaga surya untuk pemenuhan kebutuhan listrik di Indonesia semakin hari semakin mengalami trend peningkatan yang sangat baik. Di Indonesia sendiri, penggunaan PLTS Atap semakin meningkat karena dipengaruhi oleh sumber energi tenaga surya yang dapat digunakan sebagai alternatif dan sangat cocok untuk digunakan sebagai sumber energi listrik dengan berbagai kelebihan. Teknologi tenaga surya telah muncul sebagai inovasi besar di sektor energi terbarukan, yang menawarkan solusi signifikan untuk mengurangi emisi karbon dan meningkatkan keberlanjutan energi. Dalam tata surya, modul surya memainkan peran penting, yang secara langsung menentukan jumlah energi yang dihasilkan. Oleh karena itu, pemilihan modul surya yang tepat merupakan langkah penting untuk memastikan kinerja sistem yang optimal.

2. METODE PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian menggunakan teknik Studi literatur dan survey data, Perancangan konsep konfigurasi perlatan penelitian dan Perhitungan.

B. Variabel Penelitian

a. *Independent Variable* (Variabel Bebas)

Independent Variable atau Variabel Bebas adalah Variabel Yang menjadi variabel bebas dalam penelitian ini adalah merk modul surya daya 100 Wp jenis *monocrystalline* (x).

b. *Dependent Variable* (Variabel Terikat)

Dependent Variable atau Variabel Terikat adalah variabel yang menjadi variabel terikat dalam penelitian ini adalah efisiensi modul surya (y)

Hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dalam penelitian ini dapat ditulis sebagai berikut :

$$y = f(x)$$

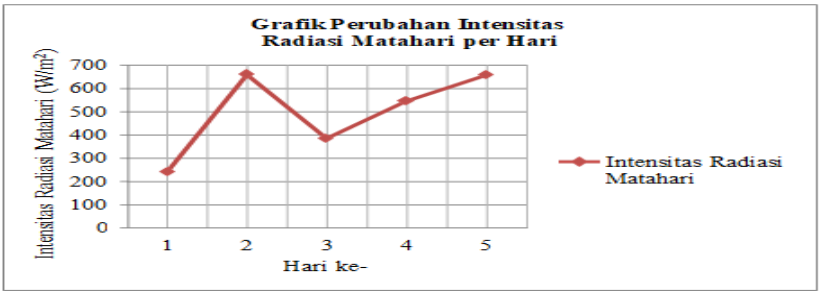
Dimana :

y = Efisiensi modul surya (%)
x = Merk modul surya daya 100 Wp jenis *monocrystalline*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini yaitu data hasil pengukuran yaitu radiasi matahari matahari (E), tegangan modul surya tanpa beban (V_{OC}), arus hubung singkat (I_{sc}) modul surya dan temperatur modul surya..

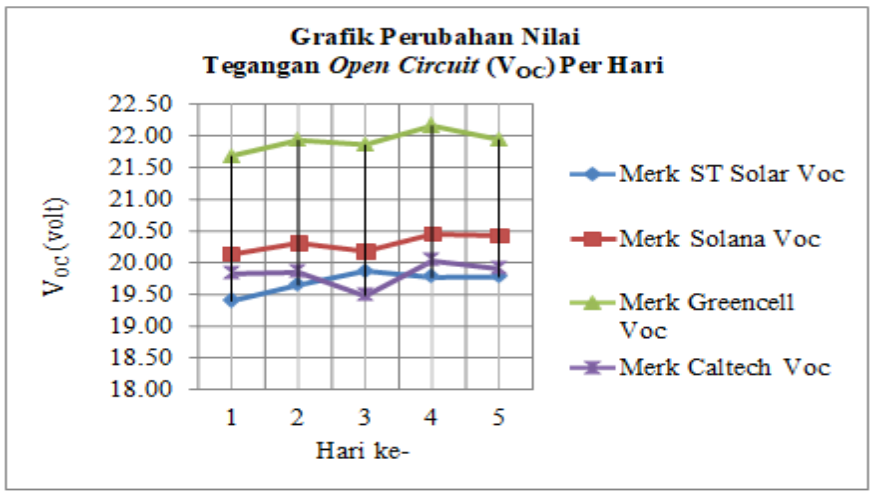
A. Grafik perubahan intensitas radiasi matahari per hari



Gambar 1. Grafik perubahan intensitas radiasi matahari per hari

Grafik intensitas radiasi matahari, VOC dan ISC. dapat digambarkan grafik yang sajikan pada gambar 1

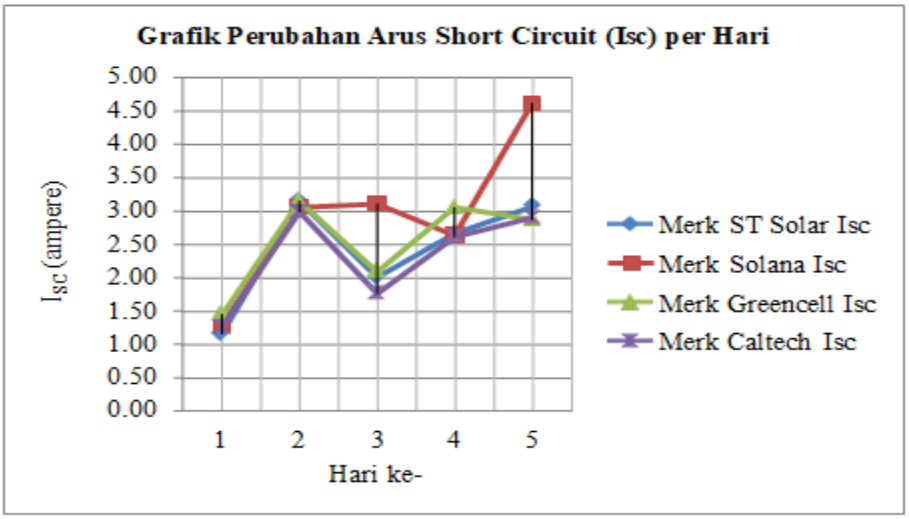
B. Grafik perubahan nilai tegangan *open circuit* (V_{OC}) per hari



Gambar 2. Grafik perubahan nilai tegangan *open circuit* (VOC) per hari

Grafik data perubahan nilai tegangan *open circuit* (V_{OC}) dari hari pertama sampai hari kelima seperti yang disajikan dapat digambarkan dalam bentuk grafik yang ditampilkan pada gambar 2. Grafik tersebut adalah gambaran perubahan nilai tegangan *open circuit* (V_{OC}) untuk empat merk modul surya yaitu ST Solar, Solana, Greencell dan Caltech

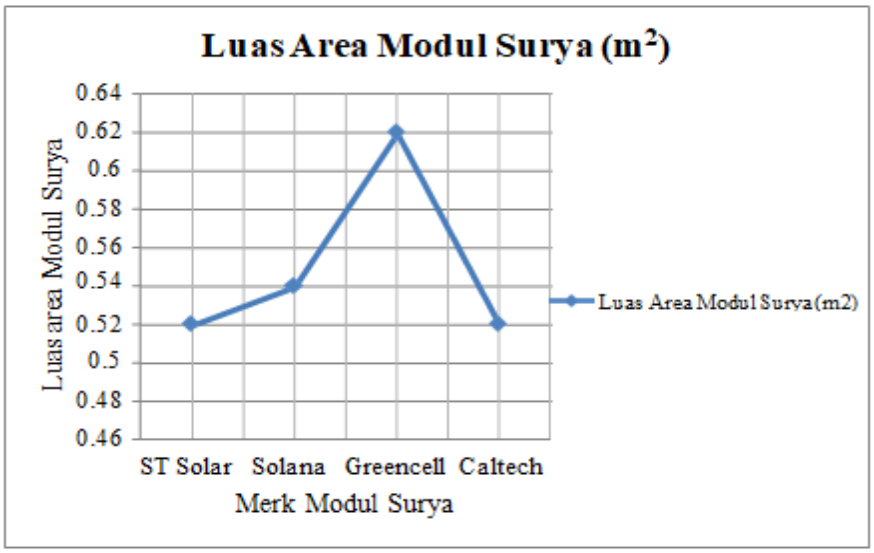
C. Grafik perubahan nilai arus short circuit (I_{SC}) per hari



Gambar 3. Grafik perubahan nilai arus short circuit (ISC) per hari

Data perubahan nilai arus *short circuit* (ISC) dari hari pertama sampai hari kelima seperti yang dapat digambarkan dalam bentuk grafik yang ditampilkan pada gambar 3. Grafik tersebut adalah gambaran perubahan nilai arus *short circuit* (ISC) untuk empat merk modul surya yaitu ST Solar, Solana, Greencell dan Caltech.

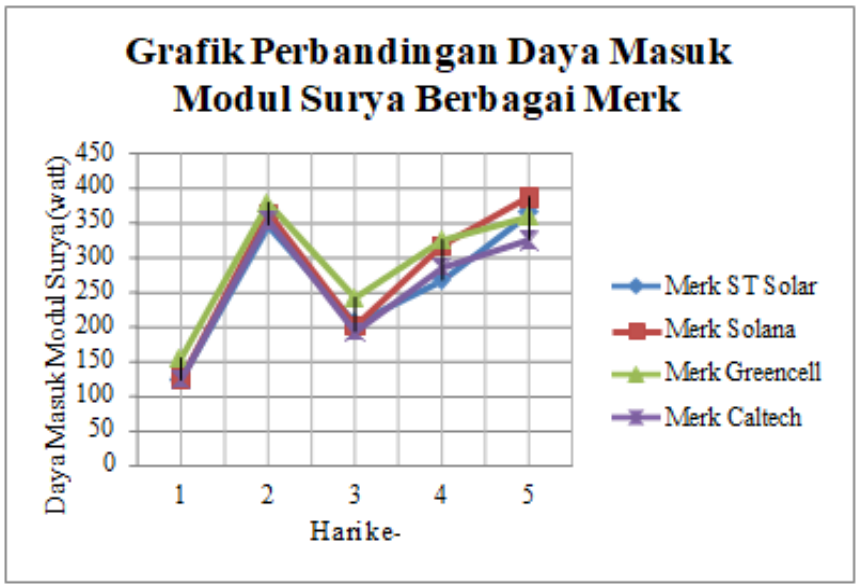
D. Grafik luas area modul surya (m^2) dari empat merk.



Gambar 4. Grafik luas area modul surya (m^2) dari empat merk.

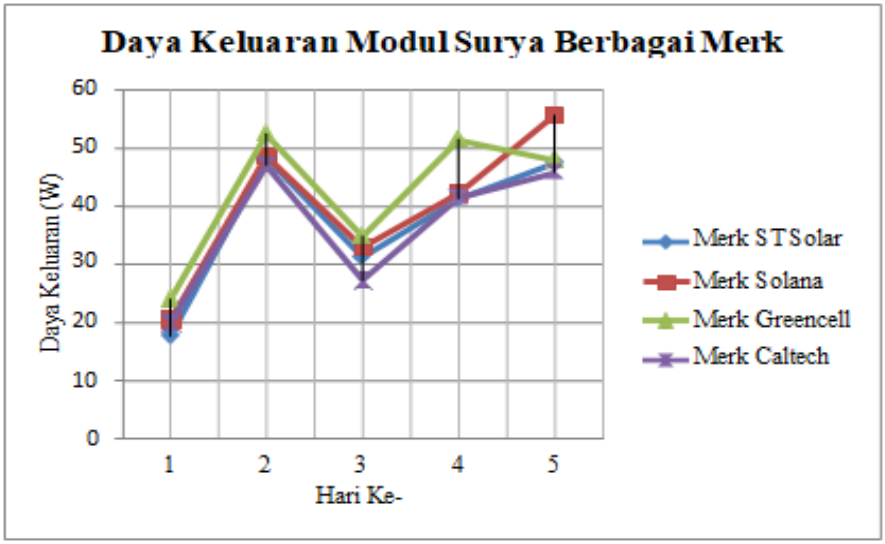
Gambar 4 merupakan grafik luas area modul surya (m^2) dari berbagai merk. Grafik tersebut memperlihatkan perbandingan luas area modul surya (m^2) dari empat merk modul surya yaitu ST Solar, Solana, Greencell dan Caltech.

E. Grafik perbandingan daya masuk modul surya berbagai merk.



Gambar 5. Grafik perbandingan daya masuk modul surya berbagai merk.

Gambar 5 merupakan grafik perbandingan daya masuk modul surya berbagai merk. Dari grafik tersebut dapat dilihat variasi daya masuk pada berbagai hari. Pada hari pertama, daya masuk relatif rendah di sekitar 100-150 watt untuk semua merk. Pada hari ketiga, terjadi peningkatan drastis hingga sekitar 350-400 watt, menunjukkan bahwa kondisi cuaca atau intensitas cahaya matahari lebih tinggi dibandingkan hari sebelumnya. Pada hari ketiga, daya masuk turun signifikan kembali ke sekitar 200 watt, yang bisa disebabkan oleh penurunan intensitas matahari, seperti kondisi berawan atau faktor lain. Pada hari keempat dan kelima, daya masuk kembali meningkat secara bertahap hingga mencapai sekitar 300-400 watt.
Grafik 5 perbandingan daya keluaran modul surya berbagai merk.



Gambar 6. Grafik perbandingan daya keluaran modul surya berbagai merk.

Grafik pada gambar 6menunjukkan perbandingan daya keluaran dari modul surya berbagai merek (ST Solar, Solana, Greencell, dan Caltech) selama 5 hari. Sumbu X merepresentasikan hari pengujian dari hari pertama hingga hari kelima, sedangkan sumbu Y menunjukkan daya keluaran dalam satuan watt. Dari grafik pada gambar 6 di atas, dapat dilihat trend an perubahan daya keluaran dari keempat merk modul surya. Hari pertama semua modul memiliki daya keluaran relatif rendah. Modul Solana dan Greencell lebih tinggi dibanding ST Solar dan Caltech. Hari kedua semua modul mengalami peningkatan daya signifikan. Modul Greencell memiliki daya tertinggi, diikuti oleh Solana. ST Solar dan Caltech memiliki daya keluaran yang relatif mirip. Hari tiga semua modul mengalami penurunan daya. Modul Greencell masih tertinggi, tetapi semua modul hampir sejajar, ini disebabkan oleh cuaca mendung. Hari keempat, daya meningkat kembali, mengikuti pola fluktuasi. Modul Greencell kembali unggul, tetapi Solana, ST Solar, dan Caltech menunjukkan peningkatan yang stabil. Hari kelima, modul Solana memiliki daya keluaran tertinggi (~ 60W). Modul lain memiliki daya yang sedikit lebih rendah, dengan Greencell tetap unggul dibanding ST Solar dan Caltech

4. SIMPULAN

1) Solana dan Greencell unggul dalam daya keluaran, terutama pada hari kedua dan kelima. Daya keluaran tertinggi tercatat Solana (~ 60W) pada hari kelima. ST Solar dan Caltech memiliki daya lebih stabil tetapi lebih rendah dibandingkan dua merek lainnya.
2) Solana memiliki efisiensi tertinggi (~19%) tetapi mengalami fluktuasi signifikan. Greencell memiliki efisiensi yang lebih stabil, meskipun lebih rendah (~14-15%). ST Solar dan Caltech lebih stabil tetapi dengan efisiensi lebih rendah (~13-15%).

DAFTAR PUSTAKA

Ab Kadir, M. Z. A., & Rafeeu, Y. (2010). A review on factors for maximizing solar fraction under wet climate environment in Malaysia. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14(8), 2243–2248.

Afriyanti, Y., dkk. (2020), Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Energi Terbarukan Di Indonesia, Dinamic : Directory Journal Of Economic, Vol. 2 No. 3.

Akmal., dkk. (2022), Uji Eksperimental Modul Surya 130 Wp Untuk Suplai Listrik Lemari Pendingin Vaksin Di Daerah Terpencil, Vol-1 No.1.

Amna, N., dkk. (2021), Performa Konfigurasi Modul Surya Seri dan Seri Paralel pada Kondisi Mismatch Karakteristik Arus-Tegangan (I-V) terhadap Daya Output, Jurnal Rekayasa

Elektrika, Vol. 17 No. 4, pp 204-211.

Asrori dan Yudiyanto, E., (2019), Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikristal, Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta, Vol. V No. 2, hal. 68 – 73.

Dahliyah., Samsurizal., Pasra, N. (2021), Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu dan Kecepatan Angin, JURNAL ILMIAH SUTET, Vol. 11 No.2.

ESDM, (2008), Hingga 2030, Permintaan Energi Dunia Meningkat 45 %, https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/hingga-2030- permintaan-energi-dunia-meningkat-45-

ESDM, (2016), Prakiraan Penyediaan dan Pemanfataan Energi Skenario Optimalisasi EBT Daerah, Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian ESDM.

Gultom T. T, 2015. Pemanfaatan Photovoltaic Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya, *Jurnal Dunia Ilmu, Vol-1 No. 3*.

Handini, W., 2008. Performa Sel Surya Tersenitasi Zat Pewarna (DSSC) Berbasis ZnO Dengan Variasi Tingkat Pengisian Dan Besar Kristalit TiO_2.

https://www.sanspower.com/sel-surya-thin-film-dalam-kehidupan-sehari- hari.html

Joewono, A., Sitepu, R., Angka, P. R., (2019), Rancang Bangun Sistem Lampu Penerangan Jalan Umum Terintegrasi Dengan *Battery Lithium*, *Jurnal Elektro, Vol.12, No.1*.

Malvino. 1986. *Prinsip-prinsip Elektronika, Jilid I, Edisi Ketiga*, Erlagga. Jakarta.

Mustofa et all., 2016. Komparasi Modul Surya Monocrystalline, Polycrystalline Dan Paralel Poly-Monocrystalline Pada Photovoltaic Thermal, *Jurnal MEKTRIK Vol. 3 No. 2.*

Nyoman S. Kumara, (2010), Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga Urban Dan Ketersediaannya Di Indonesia, *Jurnal Teknik Elektro, Vol.9, No.1.*

Pahlevi, R. 2014. *Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya*. Universitas Muhammadiyah. Surakarta.

Partaonan Harahap (2020), Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya, RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro, Vol. 2, No. 2.

Ponnusamy L, Desappan D., (2014), An investigation of temperature effects on solar photovoltaic cells and modules. International Journal of Engineering.

Ramadhani, B., 2018, Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya, ***Dos & Don'ts.***

Samsurizal., dkk. (2021), Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Cetakan Pertama, September, Penerbit Institut Teknologi PLN.

Setyono, A. E., dkk. (2021), Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050, JEBT: Jurnal Energi Baru & Terbarukan, Vol. 2, No. 3, pp 154 – 162.

Simanjuntak, A. dan Louhenapessy, J., (2018), Penggunaan *DC-AC Converter* Sebagai Alternatif Pengganti Genset Untuk Mensuplai Beban Listrik Saat Terjadi Pemadaman Listrik, Prosiding Seminar Nasional, *Archipelago Engineering.*

Simanjuntak, A. dan Lekalette, J., (2019), Plts Di Pulau Osi Dan Permasalahannya, Prosiding Seminar Nasional, *Archipelago Engineering.*

Sukhatme dan Nayak J. K., 2008, Solar Energy principles of thermal collection and storye", Book, New Delhi.

Thedeby A., 2014, Heating and cooling with solar, powered peltier elements, IISSN 0282-1990, Lund University.

Wenham S. R et al., 2012, Aplied Photovoltaic, 3rd Edition, earthscan, London New York.