



PROSIDING



SEMIMAR NASIONAL 2018

RENEWABLE & SMART ENERGY SYSTEMS

Jakarta, 18 Oktober 2018
Auditorium Grha William Soeryadjaya
Gedung FK UKI, Cawang, Jakarta

Diselenggarakan oleh :
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

Seminar Nasional
Renewable & Smart Energy Systems

Reviewer Makalah:

Prof. Atmonobudi Soebagio, Ph.D
Prof. Dr. Ir. Charles O.P. Marpaung, MS
Dr. Ir. Qamaruzzaman, MT

Penerbitan Artikel:

Prof. Atmonobudi Soebagio, Ph.D
Ir. Robinson Purba, MT
Ir. Bambang Widodo, MT
Susilo, S.Kom, MT

Editor:

Jalius Salebbay, S.Pd.
Stepanus, S.T., M.T.
Eva Magdalena Silalahi, S.T., M.T.

ISBN: 978-979-8148-78-1

Penerbit
UKI Press
Jl. Mayjen Sutoyo No.2 Cawang Jakarta 13630
Telp.(021)8092425, ukipress@uki.ac.id
Cetakan 1, 2018

**UKI Press
2018**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan atas perkenanNya Seminar Nasional dan *Call for Papers* dengan tema ***Renewable & Smart Energy Systems*** yang diselenggarakan dalam rangkaian perayaan 65 tahun UKI dan 55 tahun FT-UKI, dapat terlaksana dengan baik dan Prosiding ini dapat diterbitkan.

Tema tersebut dipilih dengan alasan yang pertama untuk mengembangkan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) sebagai sumber energi di Indonesia dengan menargetkan 23 persen dari bauran energi primer, yang kedua untuk menghimpun berbagai pemikiran dan pengalaman praktik yang dapat digunakan sebagai wawasan, pengetahuan, dan pedoman dalam rangka mewujudkan alasan pertama serta menjaga lingkungan berkelanjutan dan alasan yang ketiga untuk mendorong *smart energy system* di Indonesia sehingga tercipta suatu sistem energy yang efisien dan berkelanjutan, infrastruktur, serta pengendalian konsumsi energy yang terintegrasi melalui aplikasi layanan energi, pengguna aktif, dan teknologi yang memungkinkan.

Seminar Nasional ini dihadiri oleh Bapak Ignasius Jonan, Menteri ESDM RI, sebagai Keynote Speaker, dan Prof. Eduard Muljadi, Ph.D dari Auburn University USA, serta Prof. Atmonobudi Soebagio, Ph.D dosen tetap Program Studi Magister Teknik Elektro FT-UKI sebagai Nara Sumber dan para akademisi, peneliti dan praktisi untuk mempresentasikan penelitiannya, sekaligus bertukar informasi dan memperdalam masalah penelitian, serta mengembangkan kerjasama yang berkelanjutan.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada *Keynote Speaker*, Pimpinan Universitas Kristen Indonesia, Nara Sumber, pemakalah, moderator, peserta, panitia, para alumni, para mahasiswa, sponsor dan donatur yang telah berupaya mensukseskan Seminar Nasional ini.

Jakarta, 25 Oktober 2018

Program Studi Teknik Elektro FT-UKI
Ketua

Ir. Bambang Widodo, M.T.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar		ii
Daftar Isi		iii
Makalah Utama		
MU-01	Renewable Energy Generation Challenges and Opportunities , Eduard Muljadi J.J. (Danaher Distinguished Professor Dept. of <i>Electrical and Computer Engineering</i> Auburn University Auburn, AL 36849, USA)	1
MU-02	Manfaat Perkembangan <i>TIK</i> Bagi Pendidikan Tinggi: Tinjauan Tentang Arah Pendidikan Teknik Elektro di Indonesia. Prof. Atmonobudi Soebagio, Ph.D. (Universitas Kristen Indonesia)	17
Energi Panas Bumi		
EPB-01	Pemanfaatan Ladang Minyak Tua untuk Energi Panas Bumi Komersial: Studi Pendahuluan untuk Aplikasi di Indonesia, Dorman P. Purba, Daniel W. Adityatama Mukhamad Faeshol Umam, Farhan Muhammad ; (Master of Energy Program, University of Auckland, Auckland; PPSDM-Migas, Cepu; Rigsis Energi Indonesia)	28
EPB-02	Manajemen Resiko Dalam Dalam Pemboran Eksplorasi Panas Bumi di Indonesia, Daniel W. Adityatama, Mukhamad Faeshol Umam, Dorman P. Purba, Farhan Muhammad (Master of Energy Program, University of Auckland, Auckland; PPSDM-Migas, Cepu; Rigsis Energi Indonesia.)	37
EPB-03	Tantangan Pengembangan Energi Panas Bumi Dalam Perannya Terhadap Ketahanan Energi di Indonesia, Mukhamad F. Umam, Farhan Muhammad, Daniel W. Adityatama, Dorman P. Purba (PPSDM-Migas, Cepu; Rigsis Energi Indonesia, Jakarta; Program Master of Energy, University of Auckland, New Zealand)	54
Energi Surya, Angin,Air, dan Biomasa		
SAB-01	Perancangan Pembangkit Listrik Hibrida PLTS-Generator Berkapasitas 3.000 VA, Nasrun Hariyanto dan Decy Nataliana (Teknik Elektro, Itenas, Bandung)	68
SAB-02	Perencanaan Suplai Energi Listrik Untuk Mencapai Zero Energy Building Pada Rencana Pusat Kegiatan Kemahasiswaan dan Olahraga di Kampus Universitas Kristen Indonesia, Kennedy Yosua Agustian, Charles OP Marpaung, Stepanus, Robinson Purba (Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro FT UKI, Dosen Program Studi Magister Teknik Elektro PPs UKI, Dosen Program Studi Teknik Elektro FT UKI)	75
SAB-03	Analisis Probabilistik Terhadap Energi Yang Dibangkitkan Oleh Solar Photovoltaic Pada Daerah Berbeda Iklim, Nazaroni Parapat, Charles OP Marpaung, Eva Magdalena Silalahi, Robinson Purba (Program Studi Teknik Elektro	80

	FT UKI; Dosen Program Studi Magister Teknik Elektro PPs UKI; Dosen Program Studi Teknik Elektro FT UKI)	
SAB-04	Desalinasi Air Laut Menjadi Air Tawar Menggunakan Tenaga Surya Tipe Kolektor Tabung Vakum Solar Desalinationusing Evacuated Tube Collector, Sari Farah Dina, Ilmi Abdullah, dan Siti Masriani Rambe (Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan, dan Program Studi Teknik Mesin - Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Medan)	89
SAB-05	Energi Angin Sebagai Sumber Daya Listrik Data Recovery Center, Iskandar Zulkarnaen, Arya Mirza, Fendy Mugni (Program Studi Magister Teknik Elektro UKI)	98
SAB-06	Potency of Wind Energy In District Haharu-Sumba Island-Ntt Province, Fandy Marpaung, Judo Nempung, Djonli (Program Studi Magister Teknik Elektro Program Pascasarjana UKI)	102
SAB-07	Teknologi Energi Terbarukan Turbin Air Head Rendah Pikohidro Mendukung Pertanian Indonesia, Henny Sudibyo (Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bandung)	106
SAB-08	Studi Pengelolaan Sampah Kota Jakarta Dengan Teknologi Thermochemical Di PLTSa Bantar Gebang Sebagai Sumber Energi Terbarukan, Benny Tuahta Bangun, Samuel, Albertus Endry (Program Studi Magister Teknik Elektro, Program Pascasarjana UKI)	112
Ketahanan Energi di Indonesia		
KEI-01	Kedaulatan dan Ketahanan Energi di Era SDGs, Sahat Marojahan Doloksaribu (Universitas Kristen Indonesia)	118
KEI-02	Peranan Rantai Pasokan Energi dalam Upaya Pengelolaan Ketahanan Energi Nasional, Nana Heryana, Boy Bachter, Bambang Widodo, Robinson Purba Nana (Program Magister Teknik Elektro, Program Pascasarjana UKI)	123
KEI-03	Analisis Ketahanan Energi dalam Elektrifikasi Fasilitas Umum di Pulau Sabira- Kepulauan Seribu dengan Hybrid Power Source - PV Grid Connected, Nana Heryana, Bambang Widodo, Qamaruzzaman, Robinson Purba, Atmonobudi Soebagio (Program Magister Teknik Elektro, Program Pascasarjana UKI) dan, Agus Purwadi, Handoko Rusiana (Laboratorium Penelitian Konversi Energi Elektrik Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, ITB)	130
KEI-04	Analisis Dekomposisi untuk Mengetahui Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perubahan Emisi di Negara-Negara ASEAN, Nana Heryana, Moses Morisca, Oliver Hutagalung, Bambang Widodo, Robinson Purba (Program Magister Teknik Elektro, Program Pascasarjana UKI)	137
KEI-05	Analisis Potensi Daya Listrik pada Feasibility Study Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro-Aries-Banjarnegara-Jawa Tengah, Nana Heryana, Robinson Purba, Qamaruzzaman (Program Magister Teknik Elektro,	148

	Program Pascasarjana UKI) dan, Agus Purwadi, Handoko Rusiana (Laboratorium Penelitian Konversi Energi Elektrik Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, ITB)	
Teknologi Material		
TM-01	Karakterisasi Superkapasitor Melalui Scanning Electron Microscope dan Fourier Transform Infrared Spectroscopy, Stepanus, Nes Yandri Kahar, Qamaruzzaman (Program Magister Teknik Elektro, Program Pascasarjana UKI)	155
TM-02	Ekstraksi Lipid Microalga Jenis Chlorella Vulgaris Melalui Reaksi Esterifikasi Dan Transesterifikasi Untuk Biodiesel, Jalius Salebbay, Teddy Gama Ucok, Futung Mustari (Program Studi Magister Teknik Elektro Program Pascasarjana UKI)	164
TM-03	Pengaruh Karakteristik Bahan Pendingin Hidrokarbon pada Unit AC Kapasitas 9000 Btuh Terhadap Penghematan Konsumsi Listrik, Widodo, Ade Irvan Tauvana (Teknik Mesin, Politeknik Enjinereng Indorama, Purwakarta)	174
TM-04	Analisis Penghematan Bahan Bakar Menggunakan Elektrolisis Air Dibanding Dengan Elektromagnet Dan Ignition Booster Pada Motor MIO 110 CC, Dalil Phytagoras Panjaitan (Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta)	182
TM-05	Penentuan Batu Pasir Menggunakan Ekstraksi Data Log Pada Reservoir Sumur SS-4, Radita Arindya (Program Studi Teknik Elektro, Universitas Satyagama, Jakarta)	189
TM-06	Analisis Aliran Udara Dingin Sistem Penghilang Embun Kaca Depan Mobil Berbasis Thermoelectric Cooling Dengan CFD, Lukman Nulhakim, Fatkur Rachmanu Lukman Nulhakim, Fatkur Rachmanu (Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Enjinereng Indorama, Purwakarta)	197
Smart Energy dan Sistem Daya Listrik		
SES-01	Rancang Bangun Sistem Pembatas Daya Dan Pengatur Prioritas Beban Listrik Secara Otomatis Untuk Efisiensi Catuan Listrik, Ir. Sofyan Achmad Basuki (Kaprodi Teknik Elektro STT Bina Tunggal Bekasi) dan Ir. Lela Nurpulaela, MT (Prodi Teknik Elektro, Universitas Singa Perbangsa Karawang)	204
SES-02	Sistem Kendali Digital Buck And Boost Converter Pada Sistem Charging Dan Discharging Baterai Lithium-Ion, Zaini, Hendriano Dwi Putra dan Rizka Hadelina(Teknik Elektro, Universitas Andalas, Padang)	215
SES-03	Analisis Pembebanan Transformator Sisipan Pada Penyulang DSNM di Gardu SDB Ujung Berung Bandung, Noviadi Arief Rachman (Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Kampus LIPI, Bandung) dan Peri Heryanto (Jurusan Teknik Elektro, Sub. Teknik Tenaga Listrik, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala Bandung)	222
SES-04	Pengaruh Pengaturan Sistem Pengaman Untuk Reduksi Energi Insiden Arc-Flash pada Main Distribution Panel,	231

	Noviadi Arief Rachman dan Agus Risdiyanto (Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Kampus LIPI, Bandung)	
SES-05	Aplikasi Clamp Soldering Untuk Perbaikan Stator Generator Di Hazardous Area Di Anjungan Lepas Pantai, Andrias Atmoko, Stepanus, Eva Magdalena Silalahi (Program Studi Teknik Elektro FT-UKI)	242

Renewable Energy Machines and Systems

E. Muljadi, *FIEEE*, J. Kim, *Member, IEEE*, R. Nelms, *FIEEE*
Auburn University, Auburn, AL, USA

A. Soebagio, *Senior Member, IEEE*
Universitas Kristen Indonesia

S. Meor-Danial, *Member, IEEE*
National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, USA



PERENCANAAN SUPLAI ENERGI LISTRIK UNTUK MENCAPAI *ZERO ENERGY BUILDING* PADA RENCANA PUSAT KEGIATAN KEMAHASISWAAN DAN OLAHRAGA DI KAMPUS UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

Kennedy Yosua Agustian¹, Stepanus², Charles OP Marpaung³, Robinson Purba⁴

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro FT UKI, ²Dosen Program Studi Magister Teknik Elektro PPs UKI, ³Dosen Program Studi Teknik Elektro FT UKI

*Alamat korespondensi: yosuakennedy@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini merencanakan suplai energi yang akan digunakan pada rencana pusat kegiatan kemahasiswaan dan olahraga di Kampus Universitas Kristen Indonesia. Ada 3 opsi suplai energi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sistem off-grid yang hanya menggunakan panel surya, sistem off-grid yang mengandalkan hybrid yaitu panel surya dan generator diesel, serta sistem on-grid dengan menggunakan panel surya yang terhubung ke sistem. Metode yang digunakan adalah studi kelayakan secara teknis dan finansial untuk masing masing opsi. Aspek finansial yang diperhitungkan adalah biaya perawatan, biaya operasi, biaya pengadaan barang serta biaya lain lain. Aspek teknis dipengaruhi oleh jenis panel surya, jumlah beban, jenis baterai, serta variabel lain. Aplikasi yang digunakan untuk melakukan analisa teknis dan finansial adalah RETScreen. Analisa teknis dan finansial dilakukan setelah mengetahui jumlah bebannya.

Setelah melakukan studi kelayakan menggunakan aplikasi RETScreen didapatkan hasil bahwa dari sisi emisi yang terbaik adalah opsi menggunakan panel surya saja dengan hasil 0 ton CO₂/tahun, selanjutnya adalah opsi jika panel surya dengan sistem on-grid memanfaatkan rooftop solar yang menghasilkan 559 ton CO₂/tahun dan pada opsi hybrid dengan hasil 1874 ton CO₂/tahun adalah opsi terburuk. Hasil perhitungan biaya yang terbaik adalah opsi pertama yaitu dengan panel surya saja mendapatkan sisi positif lebih cepat yaitu saat pemakaian selama 11 tahun 6 bulan, perbandingan biaya opsi kedua dengan opsi pertama adalah 1:1,02 dan sistem hybrid sebagai opsi terakhir dengan hasil tidak pernah ada pada sisi positifnya (selalu rugi) selama 25 tahun masa proyek. Dapat disimpulkan bahwa pilihan terbaik adalah sistem off-grid namun lahan yang digunakan sangat luas, sehingga pilihan alternatif lain adalah sistem on-grid dengan memasang rooftop solar.

Kata kunci: sel surya, energi listrik, emisi, perhitungan energi listrik, RETScreen

ABSTRACT

This research plans the energy supply will be used for The main of students and sports's program in Universitas Kristen Indonesia. There are three kind of energy supply alternative which available in this research, the first is Off-grid system which only applied by solar panel, and then Off-grid system which lean on a hybrid like a solar panel and diesel generator, and the other system is on-grid system activated by solar panel which already linked to the system. The method used is a technical and financial feasibility study for each option. The financial aspects that are taken into account are maintenance costs, operating costs, procurement costs and other costs. Technical aspects are influenced by the



type of solar panel, the amount of load, type of battery, and other variables The application used to perform technical and financial analysis is RETScreen.

Technical and financial analysis is done after knowing the sum of the load.

While an appropriate selection has finished by RETScreen application, there will show the result like the great emission is using a solar panel alternative with 0 tons CO₂/year, the next is an alternative by using a solar panel gather with on-grid system to utilize solar rooftop, the result is 559 tons CO₂/year and the hybrid option with a yield of 1874 tons of CO₂ / year is the worst option. The best cost calculation result is the first option, that is, with solar panels, the positive side is faster when using for 11 years and 6 months, the comparison of the cost of the second option with the first option is 1: 1.02 and the hybrid system as the last option with never results. there is on the positive side (always loss) for 25 years of the project. It can be concluded that the best choice is an off-grid system but the land used is very wide, so another alternative option is the on-grid system by installing rooftop solar.

Keywords: solar cells, electrical energy, emissions, calculation of electrical energy, RETScreen

PENDAHULUAN

Di masa sekarang perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah menghasilkan berbagai macam penemuan baru, antara lain peralatan-peralatan elektronik dan alat-alat listrik yang modern. Penggunaan peralatan-peralatan elektronik dan alat-alat listrik tersebut pada kehidupan kita sehari-hari tentulah dapat membuat kenaikan permintaan energi listrik meningkat. Contohnya adalah konsumsi energi listrik akan meningkat terus menerus dikarenakan banyaknya peralatan yang menggunakan energi listrik[1,2].

Konsumsi energi listrik yang meningkat itu membuat perusahaan penyedia listrik harus berusaha untuk menjaga ketersediaan energi listrik nasional dengan berbagai cara diantara lain membuat pembangkit listrik baru dengan memanfaatkan potensi-potensi alam, membangkitkan listrik dengan energi baru terbarukan, membuat kampanye dan sosialisasi tentang hidup hemat energi dan lain sebagainya[3,4]. Jika tidak terpenuhi maka akan ada pemadaman bergilir di beberapa tempat atau bahkan pemadaman listrik permanen untuk beberapa tempat yang jauh dari titik pembangkitan. Sedangkan dampak dari pembangunan pembangkit listrik yang menggunakan energi fosil adalah berkurangnya ketersediaan energi fosil yang semakin menipis dan dapat merusak alam karena emisi saat pembangkit listrik beroperasi.

Oleh karena itu pembangkitan energi baru terbarukan serta pembangunan Zero Energy Building dan Low Energy Building mampu

mengurangi beban penyedia listrik untuk memenuhi kebutuhan listrik nasional. Zero Energy Building (ZEB) berarti bangunan yang menciptakan nol emisi karbon dan mengonsumsi nol energi per tahun. Cara ini dianggap paling mutakhir untuk mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan hidup[5]. Pada penulisan ini, penulis akan membuat perencanaan suplai energi gedung menjadi Zero Energy Building jika sesuai dengan kemampuan lahan untuk panel surya jika tidak akan ada alternatif lain yaitu Low Energy Building dengan hybrid atau Low Energy Building dengan panel surya di atas gedung tersebut (rooftop). Maka penulis akan meletakkan panel surya di rooftop gedung tersebut. Untuk itu, dalam penelitian ini, penulis ingin menganalisa berbagai penggunaan energi yang digunakan pada gedung dan luas rooftop tersebut kemudian memberikan bentuk rekomendasi dengan memanfaatkan pembangkit listrik tenaga surya dengan pendekatan off-grid dan on-grid dan menjadikan bangunan menjadi Zero Energy Building atau Low Energy Building.

TINJAUAN PUSTAKA

Dari tinjauan pustaka, didapat beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya yaitu pada jurnal dan tugas akhir. Dalam tugas akhir yang dibuat oleh Saut Hamonangan Munthe, berjudul "PUSAT KEGIATAN KEMAHASISWAAN DAN OLAHRAGA DI KAMPUS UKI CAWANG"[6] yang membahas sampai tahapan pembuatan desain perencanaan pusat kegiatan mahasiswa dan olahraga yang direncanakan oleh Universitas Kristen Indonesia. Kajian pustaka selanjutnya adalah tugas akhir yang dilakukan oleh Cheyenne Gabrielle Betharia



(2017), dengan judul “PERENCANAAN ROOFTOP PHOTOVOLTAIC MENUJU LOW ENERGY BUILDING PADA GEDUNG FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA”[7] yang membahas tentang pembuatan perencanaan Low Energy Building pada gedung Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia dengan sistem kelistrikan on-grid. Dari tugas akhir tersebut didapat nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dari gedung tersebut, emisi Green House Gas (GHG) yang dapat dikurangi dan juga total beban listrik yang dapat dikurangi dengan memasang Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada atap gedung tersebut.

METODE PENELITIAN

Metode yang di gunakan penulisan tugas akhir ini yaitu metode observasi, pernyataan alternatif dan penggunaan multi media.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Gambar Bangunan

Perencanaan pembuatan gedung Pusat Kegiatan Kemahasiswaan dan Olahraga di Kampus Universitas Kristen Indonesia yang dibuat oleh Saut Hamonangan Munthe tidak menampilkan beban listrik apa saja yang dibutuhkan oleh gedung Pusat Kegiatan Kemahasiswaan dan Olahraga di Kampus Universitas Kristen Indonesia yang direncanakan. Sehingga jika menghitung pemakaian daya listrik maka beban listrik yang digunakan harus diperhitungkan dari awal.

Perhitungan beban listrik akan dihitung secara bertahap tiap lantai kemudian didapatkan keseluruhan beban listrik pada gedung Pusat Kegiatan Kemahasiswaan dan Olahraga di Kampus Universitas Kristen Indonesia.

B. Analisa Data Daya Listrik yang Dibutuhkan

Pada perencanaan pembuatan gedung Pusat Kegiatan Kemahasiswaan dan Olahraga di Kampus Universitas Kristen Indonesia daya listrik yang digunakan antara lain:

1. Sistem penerangan
2. Sistem pengatur suhu pada ruangan

Perhitungan daya yang dibutuhkan dalam sistem penerangan di gedung tersebut menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{E \times L \times W}{k \times \emptyset \times LLF \times Cu \times n}$$

Keterangan:

- N = Jumlah titik lampu
 E = Kuat penerangan (Lux)
 L = Panjang (Length)
 W = Lebar (Width)
 k = Faktor ruangan = $(L \times W) / (H \times (L + W))$

H = Tinggi ruangan

\emptyset = Total nilai pencahayaan lampu (Lumen)

LLF = (Light Loss Factor) atau Faktor kerugian cahaya

CU = (Coeffesien of Utilization)

n = Jumlah Lampu dalam 1 titik

Sesuai dengan perkiraan kebutuhan sistem penerangan pada perencanaan pembuatan gedung Pusat Kegiatan Kemahasiswaan dan Olahraga di Kampus Universitas Kristen Indonesia dengan rumus di atas maka didapatkan hasil bahwa kebutuhan untuk sistem penerangan adalah 270 titik lampu dengan total nilai pencahayaan lampu senilai 5000 lumen dan 40 titik lampu dengan total nilai pencahayaan lampu senilai 45000 lumen. Titik lampu yang total nilai pencahayaan lampunya senilai 5000 lumen adalah lampu led 40 watt dan titik lampu yang total nilai pencahayaan lampunya senilai 45000 lumen adalah lampu led 500 watt. Jadi kebutuhan daya listrik untuk sistem penerangan pada perencanaan pembuatan gedung Pusat Kegiatan Kemahasiswaan dan Olahraga di Kampus Universitas Kristen Indonesia adalah:

$$\text{Daya sistem penerangan} = (270 \times 40 \text{ watt}) + (40 \times 500 \text{ watt}) = 30.8 \text{ kWatt}$$

Sedangkan, perhitungan daya yang akan dibutuhkan dalam sistem pengatur suhu ruangan di gedung tersebut menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{W \times H \times I \times L \times E}{60} = \text{Kebutuhan (BTU)}$$

Keterangan:

W = Panjang Ruang (feet)

H = Tinggi Ruang (feet)

I = Nilai 10 jika ruang berinsulasi (berada di lantai bawah, atau berhimpit dengan ruang lain). Nilai 18 jika ruang tidak berinsulasi (di lantai atas).

L = Lebar Ruang (feet)

E = Nilai 16 jika sisi terpanjang menghadap utara, nilai 17 jika menghadap timur, nilai 18 jika menghadap selatan, dan nilai 20 jika menghadap barat.

Sesuai dengan perhitungan menggunakan rumus di atas maka kebutuhan sistem pengatur suhu pada perencanaan pembuatan gedung Pusat Kegiatan Kemahasiswaan dan Olahraga di Kampus Universitas Kristen Indonesia adalah 11.035.430 BTU/hr atau setara dengan 1.226 PK jika 1 PK = 9000 BTU/hr dan juga setara dengan 915 kWatt apabila 1 PK = 746 watt.

C. Energi Listrik yang Dibutuhkan



Setelah mendapatkan data daya listrik yang dibutuhkan maka kita dapat mencari energi listrik yang dibutuhkan pada perencanaan pembuatan gedung Pusat Kegiatan Mahasiswa dan Olahraga di Kampus Universitas Kristen Indonesia. Data daya listrik yang dibutuhkan dikali dengan pemakaian ruang-ruang pada gedung tersebut.

Sesuai dengan perhitungan dengan cara di atas maka kebutuhan energi listrik yang dibutuhkan pada perencanaan pembuatan gedung Pusat Kegiatan Mahasiswa dan Olahraga di Kampus Universitas Kristen Indonesia adalah 31858 kWh/minggu.

D. Analisa Konsumsi Energi Listrik

Setelah memasukkan data pada aplikasi RETScreen maka didapatkan bahwa besarnya konsumsi energi listrik, pada perencanaan pembuatan gedung Pusat Kegiatan Mahasiswa dan Olahraga di Kampus Universitas Kristen Indonesia yaitu sebesar 1.649.445,4 kWh/tahun dengan rata-rata pemakaian perharinya adalah 4.519,029 kWh/hari dan beban puncaknya sebesar 944,800 kW yaitu didapat saat semua beban hidup bersamaan.

E. Analisa Suplai Energi

Suplai energi akan ditentukan oleh berbagai macam kemungkinan dengan memperhatikan luas lahan yang akan digunakan

- Sistem Off-grid Hanya Menggunakan Panel Surya

Dengan data konsumsi energi diatas dibutuhkan 1,7 Ha luas tanah untuk meletakkan solar panel tersebut jika ingin membuat sistem off-grid dengan pemakaian panel surya saja.

Berikut adalah cara perhitungannya:

Pertama kita harus menghitung berapa kWp yang dibutuhkan untuk memenuhi beban dalam satu hari yaitu 4519 kWh. Diasumsikan jika satu hari panel surya hanya dapat menghasilkan energi 3 kali lipat dari besarnya watt peak dari panel surya tersebut karena dari grafik dibawah yaitu grafik monitoring irradiasi di suatu lokasi di salah satu pulau di NTT mendapatkan hasil bahwa nilai irradiasi berada di puncak hanya 2 jam saja yaitu pukul 11:00 – 13:00.

Dikarenakan ada rugi-rugi sebesar 0,42 maka hasil perhitungan diatas dibagi dengan 0,58 yang didapat dari $1 - 0,42 = 0,58$

Sehingga perhitungannya adalah:

$$4519 / (3 \times 0,58) = 2597 \text{ kWp}$$

Panel surya yang dibutuhkan untuk memenuhi beban adalah 2597 kWp dan dibulatkan menjadi 2600 kWp. Karena di aplikasi RETScreen luas panel surya untuk 180 Wp adalah 1,18 m². Maka perhitungan luasnya sebagai berikut:

$$(2600000 \times 1,18) / 180 = 17.044 \text{ m}^2$$

Sedangkan di sekitar beban tidak ada tanah kosong seluas 1,7 Ha. Sehingga sistem off-grid tidak dapat di buat pada gedung ini karena itu kita harus mencari cara lain yaitu dengan sistem off-grid dengan hybrid panel surya dan genset diesel atau melakukan sistem on-grid untuk gedung ini. Luas yang dapat dipakai adalah 3100 m² yaitu luas pada rooftop. Dengan luas 3100 m² rooftop gedung ini dapat menampung 470 kWp.

- Sistem Off-grid dengan Hybrid Panel Surya dan Genset Diesel

Sistem ini rasanya lebih layak digunakan pada bangunan yang jauh dari sistem kelistrikan karena jika dilihat hasilnya sistem ini tidak baik dalam analisa keuangan dan analisa dampak lingkungannya. Namun dikarenakan terbatasnya lahan untuk panel surya, maka sistem hybrid dengan genset diesel adalah salah satu alternatif dengan menggunakan luas lahan yang dapat digunakan. Luas yang dapat digunakan adalah 3100 m² yaitu luas pada rooftop. Dengan luas 3100 m² rooftop gedung ini dapat menampung 470 kWp.

- Panel Surya dengan Sistem On-grid

Sistem ini sepertinya lebih baik untuk menjadi solusi bisa dilihat dari analisa dampak lingkungan dan analisa keuangan dibawah. Sistem ini juga salah satu alternatif karena keterbatasan lahan. Sama seperti sistem hybrid diatas yaitu luas lahan yang dapat digunakan. Luas yang dapat digunakan adalah 3100 m² yaitu luas pada rooftop. Dengan luas 3100 m² rooftop gedung ini dapat menampung 470 kWp.

F. Analisa Dampak Lingkungan

Besarnya konsumsi energi listrik, pada perencanaan pembuatan gedung Pusat Kegiatan Mahasiswa dan Olahraga di Kampus Universitas Kristen Indonesia yaitu sebesar 1.649.445,4 kWh/tahun. Seperti yang kita lihat pada gambar 4.6. dibawah, gambar tersebut merupakan grafik perbandingan antara instalasi listrik sistem off-grid hanya dengan sel surya, sistem off-grid hybrid panel surya dengan genset diesel dan panel surya di rooftop dengan sistem on-grid yang digunakan pada perencanaan pembuatan gedung Pusat Kegiatan



Kemahasiswaan dan Olahraga di Kampus Universitas Kristen Indonesia.

Pada sistem off-grid dengan panel surya saja emisi yang dihasilkan sebesar 0 ton CO₂/tahun, sistem off-grid hybrid dengan genset menghasilkan emisi sebesar 1.874 ton CO₂/tahun dan dengan panel surya sistem on-grid emisi yang dihasilkan adalah 559 ton CO₂/tahun.

G. Analisa Biaya

Setelah dilakukan perhitungan dengan aplikasi RETScreen didapatkan hasil pada sistem off-grid dengan panel surya saja biayanya akan berada disisi positif saat pemakaian selama 11 tahun 6 bulan, sistem off-grid hybrid dengan genset biayanya akan berada disisi negative hingga akhir masa proyek dan dengan panel surya sistem on-grid biayanya akan berada disisi positif saat pemakaian selama 11 tahun 9 bulan. Perhitungan biaya ini dilakukan dengan pembayaran lunas semua biaya pembuatan dan dengan harga listrik Rp. 1500/kWh.

KESIMPULAN

1. Penggunaan energi listrik pada perencanaan gedung pusat kegiatan kemahasiswaan dan olahraga di kampus UKI adalah 4.519 kWh/hari atau sama dengan 1.649.445,5 kWh/tahun.
2. Besarnya peluang pengurangan permintaan listrik dari PLN pada gedung pusat kegiatan kemahasiswaan dan olahraga di kampus UKI Cawang adalah 1.649.445 kWh/tahun atau 100% dari permintaan jika dengan sistem off-grid dan sebesar 449.766 kWh/tahun jika dengan sistem on-grid atau sebesar 29% dari permintaan.
3. Emisi Green House Gas paling baik dengan hasil 0 ton CO₂/tahun jika menggunakan panel surya saja namun karena lahan yang dibutuhkan sangat besar maka pada sisi emisi sistem yang terbaik adalah panel surya dengan sistem on-grid dengan nilai 559 ton CO₂/tahun.
4. Perhitungan biaya terbaik adalah dengan panel surya karena mendapatkan sisi positif lebih yaitu saat pemakaian selama 11 tahun 6 bulan dibandingkan dengan yang lain dan karena terbatas dengan lahan maka sistem terbaik adalah dengan panel surya yang menggunakan sistem on-grid yaitu saat pemakaian selama 11 tahun 9 bulan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Outlook Energi Indonesia 2016. Jakarta. 2016
2. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Statistik Ketenagalistrikan 2014. Jakarta. 2015
3. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Statistik EBTKE 2015. Jakarta. 2015

4. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Agency Of Research and Development Of Energy and Mineral Resources. Jakarta. 2017
5. Erawan, Anto. 2013. Zero Energy Building: Gedung Tanpa Energi Dan Emisi. <https://www.rumah.com/berita-properti/2013/2/1060/zero-energy-building-gedung-tanpa-energi-dan-emisi>. Diakses 24 Agustus 2018
6. Saut Hamonangan Munthe. 2015. "PUSAT KEGIATAN KEMAHASISWAAN DAN OLAHRAGA DI KAMPUS UKI CAWANG". Fakultas Teknik. Universitas Kristen Indonesia. Jakarta
7. Cheyenne Gabrielle Betharia. 2017. "PERENCANAAN ROOFTOP PHOTOVOLTAIC MENUJU LOW ENERGY BUILDING PADA GEDUNG FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA". Fakultas Teknik. Universitas Kristen Indonesia. Jakarta
8. Creswell John W, 2016, Research Design Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif, dan Campuran, Pustaka Pelajar, Yogyakarta
9. Suharsaputra Uhar, 2012, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Tindakan, Refika Aditama, Bandung
10. Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6169-2000
11. Minister of Natural Resources Canada. 2005. Clean Energy Project Analysis: RETScreen Engineer & Cases Textbook".
12. Minister of Natural Resources Canada. 2005. RETScreen Software Online User Manual
13. Lighting Consultancy And Design Services limited. 2011. Recommended Lighting Levels For Sports Areas



Disponsori Oleh :



Penerbit UKI Press
Jl. Mayjen Sutoyo No. 2
Cawang 13630

ISBN 978-979-8148-78-1





Sertifikat

diberikan kepada :

Stepanus, ST, MT

atas partisipasinya sebagai :

Pembicara

Dalam Seminar Nasional 2018

"RENEWABLE ENERGY & SMART ENERGY SYSTEM"

Kamis, 18 Oktober 2018

di Auditorium Grha William Soeryadjaya, UKI, Cawang, Jakarta

diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia (UKI)



Fakultas Teknik UKI
Bekas,

Ir. Galuh Widati, MSc



Program Studi Teknik Elektro
Ketua,

Ir. Bambang Widodo, MT

Panitia Seminar
Ketua,

Eva Magdalena Silalahi, ST., MT