

PENGGUNAAN ENERGI

DI UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG (UNNES)



Tim Penyusun:

Dewi Liesnoor Setyowati

Tri Marhaeni Pudji Astuti

Subiyanto

Puji Hardati

ISBN: 978-602-14696-9-9



Diterbitkan Oleh:
Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Semarang
2020

PENGGUNAAN ENERGI DI UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG (UNNES)

Tim Penyusun:

**Dewi Liesnoor Setyowati
Tri Marhaeni Pudji Astuti
Puji Hardati
Subiyanto**

TAHUN 2020

PENGGUNAAN ENERGI DI UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG (UNNES)

Dewi Liesnoor Setyowati, dkk.

Hak Cipta © 2020 pada penulis dan dilindungi Undang-Undang
Penerbitan. Hak Penerbitan Fakultas Ilmu Sosial UNNES

Editor : Nana Kariada Tri Martuti

Setting : Shaiba

Desain Cover : Basuki S.I.Kom.

Korektor : Mulkan

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam atau dengan system penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penulis.

ISBN 978-602-14696-9-9

Penerbit: Fakultas Ilmu Sosial UNNES



PRAKATA

Pertama-tama penulis panjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya penulisan buku monografi yang berjudul Penggunaan Energi di Kampus UNNES. Penulis mengucapkan terima kasih kepada para pembaca yang berkenan mempelajari, mengamati dan menggunakan buku ini untuk berbagai keperluan.

Penulisan buku berdasarkan pada hasil penelitian Penggunaan Energi di Universitas Negeri Semarang yang telah dilakukan oleh tim penulis. Isi buku memaparkan tentang pendahuluan, kampus UNNES kampus konservasi, energi karbon dari kendaraan dan gensek, konsumsi listrik kampus UNNES, kemampuan pohon untuk menyerap emisi karbon kampus UNNES, kepedulian dan perilaku hemat energi warga kampus UNNES.

Buku dilengkapi dengan gambar dan tabel yang berisi data. Data-data terkait penggunaan energi di kampus UNNES dapat membantu memberikan informasi yang untuk dipelajari dan dipergunakan lebih lanjut. Akhir kata, semoga buku ini bermanfaat. Salam.

Semarang, Oktober 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Cover Buku	ii
Halaman Judul	ii
Prakata	iv
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	vi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. PENGGUNAAN LAHAN DAN SEBARAN POHON.....	9
2.1. Kampus Konservasi UNNES	9
2.2. Penggunaan Lahan	13
BAB 3. EMISI KARBON KENDARAAN BERMOTOR	25
3.1. Jumlah Mahasiswa di UNNES	25
3.2. Pencemaran dan Emisi Karbon.....	29
3.3. Pengoperasian Transportasi	31
3.4. Jumlah Emisi Karbon Oleh Kendaraan Bermotor	36
3.5. Emisi Karbondioksida Bahan Bakar Bensin dari Mobil	37
3.6. Emisi Karbondioksida Bahan Bakar Solar dari Mobil.....	39
3.7. Emisi Karbondioksida Bahan Bakar Solar dari Genset.....	41
3.8. Total Emisi Karbondioksida	44
BAB 4 KONSUMSI LISTRIK DI KAMPUS UNNES	47
1.1. Konsumsi Listrik di Kampus UNNES	48
1.2. Konsumsi Listrik Tiap Fakultas.....	50
1.3. Konsumsi Listrik Tiap Sarana dan Prasarana Per Fakultas	64
1.4. Konsumsi Listrik Tiap Gedung di UNNES	70
BAB 5 KEMAMPUAN POHON MENYERAP EMISI KARBON DAN DI KAMPUS UNNES	73
5.1. Daya Serap Emisi Karbondioksida oleh Pohon	73
5.2. Daya Serap Karbondioksida oleh Pohon	87
BAB 6 KEPEDULIAN DAN PERILAKU HEMAT ENERGI WARGA KAMPUS UNNES.....	95
Daftar Pustaka	112
Glosarium	112
Indeks.....	112

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Jumlah mahasiswa, Dosen dan Tendik Tahun 2018	12
Tabel 2. 2. Tata Guna Lahan Kampus UNNES per Unit Fakultas.....	14
Tabel 2. 3. Jumlah Pohon di Fakultas Ilmu Pendidikan.....	17
Tabel 2. 4. Jumlah Pohon di Fakultas Bahasa dan Seni	18
Tabel 2. 5. Jumlah Pohon di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.....	19
Tabel 2. 6. Jumlah Pohon di Fakultas Teknik	21
Tabel 2. 7. Jumlah Pohon di Fakultas Ilmu Keolahragaan	21
Tabel 2. 8. Jumlah Pohon di Fakultas Ilmu Sosial	23
Tabel 2. 9. Jumlah Pohon di Kawasan Rektorat	23
Tabel 3. 1. Jumlah Mahasiswa UNNES Tahun 2016-2018	26
Tabel 3. 2. Jumlah Dosen dan Tenaga Kependidikan UNNES.....	26
Tabel 3. 3. Faktor Emisi Kendaraan Berdasarkan Bahan Bakar	31
Tabel 3. 4. Emisi CO ₂ Beberapa Macam Bahan Bakar.....	32
Tabel 3. 5. Konsumsi Energi Spesifik	33
Tabel 3. 6. Emisi Karbondioksida Bahan Bakar Bensin dari Sepeda Motor	35
Tabel 3. 7. Konsumsi Bahan Bakar Bensin dari Mobil	37
Tabel 3. 8. Emisi Karbondioksida Bahan Bakar Bensin dari Mobil.....	37
Tabel 3. 9. Konsumsi Bahan Bakar Solar dari Mobil.....	38
Tabel 3. 10. Emisi Karbondioksida Bahan Bakar Solar dari Mobil.....	40
Tabel 3. 11. Konsumsi Bahan Bakar Solar dari Genset.....	42
Tabel 3. 12. Emisi Karbondioksida Bahan Bakar Solar dari Genset	43
Tabel 3. 13. Total Emisi Karbondioksida di UNNES.....	43
Tabel 4. 1. Emisi Karbondioksida dari Konsumsi Listrik.....	46
Tabel 4. 2. Intensitas Konsumsi Listrik FIP	48
Tabel 4. 3. Intensitas Konsumsi Listrik FBS	50
Tabel 4. 4. Intensitas Konsumsi Listrik FIS	52
Tabel 4. 5. Intensitas Konsumsi Listrik FMIPA.....	53

Tabel 4. 6. Intensitas Konsumsi Listrik FT	55
Tabel 4. 7. Intensitas Konsumsi Listrik FIK.....	57
Tabel 4. 8. Intensitas Konsumsi Listrik FE	58
Tabel 4. 9. Intensitas Konsumsi Listrik FH.....	59
Tabel 4.10 Intensitas Konsumsi Listrik Rektorat	61
Tabel 4.11 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana Fakultas Ilmu Pendidikan	63
Tabel 4.12 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana Fakultas Bahasa dan Seni	63
Tabel 4.13 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana Fakultas Ilmu Sosial	64
Tabel 4.14 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan (FMIPA).....	65
Tabel 4.15 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana di Fakultas Teknik (FT)	66
Tabel 4.16 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK)	66
Tabel 4.17 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana Fakultas Hukum (FH).....	67
Tabel 4.18 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana Fakultas Ekonomi (FE).....	68
Tabel 4.19 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana Kawasan Rektorat.....	68
Tabel 4.20 Penggunaan Listrik Tiap Gedung Kampus UNNES Tahun 2018	69
Tabel 5. 1. Daya Serap Emisi CO2 oleh Pohon di FIP	71
Tabel 5. 2. Daya Serap Emisi CO2 oleh Pohon di FBS.....	73
Tabel 5. 3. Daya Serap Emisi Karbondioksida Pohon di FIS, FE, FH	75
Tabel 5. 4. Daya Serap Emisi Karbondioksida oleh Pohon di FMIPA	77
Tabel 5. 5. Daya Serap Emisi Karbondioksida oleh Pohon di FT	79
Tabel 5. 6. Daya Serap Emisi Karbondioksida oleh Pohon di FIK.....	81
Tabel 5. 7. Daya Serap Emisi Karbondioksida oleh Pohon Kawasan Rektorat	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Deklarasi UNNES sebagai Universitas Konservasi	11
Gambar 2. 2. Peta Penggunaan Lahan Kampus UNNES	15
Gambar 3. 1. Persentase Emisi Karbondioksida dari Kendaraan Bermotor di Universitas Negeri Semarang.....	36
Gambar 3. 2. Persentase Emisi Karbondioksida dari Genset di Universitas Negeri Semarang.....	41
Gambar 3. 3. Total Emisi Karbondioksida di UNNES.....	44
Gambar 4. 1. Persentase Emisi Karbondioksida dari Konsumsi Listrik di Universitas Negeri Semarang	49
Gambar 4. 2. Intensitas Penggunaan Energi FIP	51
Gambar 4. 3. Intensitas Penggunaan Listrik di FBS	50
Gambar 4. 4. Intensitas Penggunaan Listrik di FIS	54
Gambar 4. 5. Intensitas Penggunaan Listrik di FMIPA.....	56
Gambar 4. 6. Intensitas Penggunaan Listrik di FT	58
Gambar 4. 7. Intensitas Penggunaan Listrik di FIK.....	59
Gambar 4. 8. Intensitas Penggunaan listrik di FE.....	61
Gambar 4. 9. Intensitas Penggunaan Listrik di FH.....	60
Gambar 4. 10. Intensitas Penggunaan Listrik di Rektorat	62
Gambar 5. 1. Persentase Daya Serap Karbondioksida oleh Pohon di UNNES.....	88
Gambar 6. 1. Persentase Tingkat Kepedulian Penggunaan Energi Dosen di Kampus.....	96
Gambar 6. 2. Persentase Tingkat Kepedulian Penggunaan Energi Dosen di Rumah.....	97
Gambar 6. 3. Persentase Kepedulian Penggunaan Energi Mahasiswa di Kampus	97
Gambar 6. 4. Persentase Kepedulian Penggunaan Energi Mahasiswa di Kos	97

BAB 1. PENDAHULUAN

Universitas Negeri Semarang (UNNES) merupakan lembaga pendidikan tinggi yang memiliki visi berwawasan konservasi dan bereputasi internasional. LPPM UNNES sebagai salah satu institusi bagian dari UNNES melaksanakan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat dengan prioritas pengembangan penelitian unggulan yang mendukung konservasi.

Renstra LP2M UNNES tahun 2015-2019 menetapkan tentang riset unggulan perguruan tinggi yang mendukung visi UNNES. Rencana Induk Penelitian (RIP) telah ditetapkan sebagai arah kebijakan dan pengambilan keputusan pengelolaan penelitian meliputi lima bidang penelitian yaitu: bidang (1) Inovasi Pendidikan Berkualitas dan berkarakter, (2) konservasi, (3) Sains dan Teknologi, (4) Sumber daya dan Peningkatan Kualitas Hidup, dan (5) Seni Budaya dan Sosial Humaniora. Informasi buku ini terkait dengan Renstra LP2M UNNES bidang konservasi, lebih spesifik lagi terkait dengan energi bersih (*clean energy*) di Kampus UNNES. Energi bersih berhubungan dengan aspek kenyamanan udara, keberadaan pohon yang mampu menyerap polutan dari transportasi, penggunaan listrik, dan pengelolaan energi di kampus UNNES.

Kampus menjadi tempat untuk belajar mahasiswa, sehingga kenyamanan lingkungan kampus merupakan salah satu faktor utama

penunjang keberhasilan studi mahasiswa. Kenyamanan kampus tidak hanya ditentukan oleh megahnya gedung, tetapi juga dipengaruhi oleh tata ruang kampus, termasuk di dalamnya adalah tata ruang hijau dengan pohon-pohon yang rindang. Hal ini menjadi faktor penting di dalam kampus mengingat kebutuhan akan Ruang Terbuka Hijau (RTH) akan menjadikan kampus tidak hanya indah dan sejuk tetapi menjadi lebih asri dan lestari. Meningkatnya jumlah mahasiswa diikuti akan sejalan dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor, mengakibatkan terjadi polusi dengan polutan yang mencemari udara. Polutan merupakan zat atau bahan yang dapat mengakibatkan pencemaran. Semakin tinggi nilai kepadatan kendaraan bermotor, maka semakin tinggi tingkat polusi CO₂ di udara, bensin menghasilkan 2,31 kg/l emisi karbondioksida dan solar menghasilkan 2,63 kg/l emisi karbondioksida (Hopkins, et al., 2007). menjelaskan manusia sebagai makhluk hidup juga menghasilkan gas CO₂ Jumlah gas CO₂ yang dihasilkan dari pernafasan manusia dalam 1 jam sebanyak 39,6 gram CO₂ (Goth & Booth, 2005).

Peningkatan jumlah penduduk berkaitan dengan peningkatan kebutuhan energi. Hampir semua kebutuhan energi manusia diperoleh dari konversi sumber energi fosil, misalnya pembangkit listrik dan alat transportasi yang menggunakan energi fosil sebagai sumber energinya. Terdapat dua kelompok sumber energi yaitu sumber energi tak terbarukan (berasal dari fosil atau mineral alam) dan sumber energi terbarukan atau dapat diperbaharui (matahari,

panas bumi, angin, biomassa, gas alam, energi air, pasang surut air laut). Energi berasal dari Bahasa Yunani, *energia* yang berarti kemampuan untuk melakukan usaha. Energi merupakan ukuran dari kesanggupan suatu benda untuk melakukan usaha. Beberapa bentuk energi menurut ilmu fisika yaitu: energi kinetik, energi panas, energi kimia, energi nuklir, energi listrik. Fokus buku ini mengkaji bentuk energi listrik, energi yang ditimbulkan oleh benda bermuatan listrik.

Energi listrik menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat dan termasuk juga di dunia pendidikan seperti perguruan tinggi. Perguruan Tinggi dalam melaksanakan kegiatan akademis dan perkuliahan tentunya listrik memegang peranan penting, dikarenakan segala aktivitas bergantung pada listrik. Kebutuhan listrik terus meningkat sesuai kebutuhannya. Namun, sebenarnya pola perilaku pengguna dapat diidentifikasi sebagai faktor penyebab penggunaan listrik terus meningkat. Evaluasi penggunaan listrik pada setiap unit di UNNES harus dipantau keberadaannya. Selanjutnya dapat dilakukan evaluasi dan penghematan-penghematan dalam menggunakan listrik di lingkungan kampus UNNES.

Kampus UNNES ikut berperan dalam pengelolaan RTH Kota Semarang. UNNES merupakan Universitas Konservasi sejak ditetapkan menjadi visi UNNES pada tahun 2012, maka UNNES memikul beban untuk mewujudkan slogan tersebut yang salah satunya dengan penguatan berbagai kegiatan internal kampus. Tata kelola ruang yang baik dengan menyeimbangkan antara lingkungan

biotik dan abiotik akan memunculkan keseimbangan ekosistem (Setyowati, 2015). Terlebih lagi sebagai pusat pendidikan tinggi yang letaknya di kawasan penyangga dalam tata ruang kota dan terdiri dari ribuan sivitas akademik, maka beban lingkungan sangat berat yang salah satunya dari kualitas udaranya. Jumlah luasan RTH yang ada di kampus UNNES jumlahnya semakin berkurang karena perubahan penggunaan lahan. Lahan yang awalnya merupakan RTH yang berfungsi menyerap polutan, telah beralih fungsi menjadi gedung-gedung baru sebagai penunjang kegiatan perkuliahan. Berkurangnya RTH di kampus UNNES maka jumlah tanaman yang ada di dalamnya juga ikut berkurang, termasuk jumlah pohon di kampus UNNES terus berkurang.

Permasalahan ketersediaan RTH dan emisi karbondioksida menjadi masalah bagi semua wilayah yang ada di muka bumi, termasuk kampus UNNES yang disebut sebagai Universitas Konservasi. Permasalahannya adalah terkait dengan jumlah pohon di Kampus UNNES yang berada di Kelurahan Sekaran Kecamatan Gunungpati Kota Semarang semakin hari jumlahnya semakin berkurang. Selain itu permasalahan yang lain adalah tidak berjalannya sistem transportasi hijau di kampus, ribuan kendaraan bermotor setiap harinya bebas melintas di sepanjang jalan kampus hal ini menimbulkan keprihatinan karena jumlah jumlah emisi karbon yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor jumlahnya semakin meningkat. Berdasarkan fakta tersebut maka kajian mengenai emisi

di kampus UNNES sangat penting untuk dilakukan karena kampus UNNES merupakan kampus konservasi.

Konservasi energi dapat dilakukan dengan meningkatkan perilaku hemat energi bagi pengguna dan pengelola energi di kampus UNNES. Perilaku hemat energi, khususnya energi listrik mesti terus didorong dengan berbagai cara. Diperlukan sebuah rancangan strategi komunikasi yang tepat untuk meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai hemat listrik. Upaya penghematan energi harus sekaligus didukung dengan menggunakan alternative sumber energi terbarukan yang efisien dan ramah lingkungan.

Konservasi energi bukan hanya bermanfaat untuk menekan konsumsi dan biaya konsumsi energi, namun juga memberikan dampak yang lebih baik terhadap lingkungan (Kurdi, 2016). Konservasi energi, yang mana listrik termasuk didalamnya, dapat dilakukan melalui dua pendekatan yaitu pendekatan teknologi dan behavioral (Choong dkk, 2006). Secara teknologi, konservasi listrik dilakukan dengan menyediakan teknologi tambahan untuk melakukan konservasi atau efisiensi listrik secara otomatis. Pendekatan behavioral dicapai dengan melakukan motivasi, peningkatan kesadaran (*awareness*) dan peningkatan skill terkait konservasi atau penghematan penggunaan energi listrik. Konservasi energi merupakan suatu upaya yang perlu dilakukan karena adanya peningkatan penggunaan listrik dari tahun ke tahun (pertumbuhan rata-rata per tahun 7%) dan rasio elektrifikasi yang masih 65%

(artinya masih 35% penduduk Indonesia yang belum menikmati listrik), serta adanya keterbatasan penyediaan sumber daya listrik oleh PLN.

Tujuan utama penulisan buku mendokumentasikan dan menganalisis penggunaan energi di kampus UNNES. Dokumentasi data penggunaan listrik pada setiap unit gedung belum ada dan belum dikelola dengan baik. Keberadaan data transportasi dan kualitas udara di kampus UNNES terdokumentasi pada beberapa kajian yang terdokumentasi sebagai tulisan karya ilmiah dosen dan mahasiswa.

Manfaat penulisan buku ini: 1) menambah database tentang jumlah pohon, emisi karbon, kualitas udara di kampus UNNES, penggunaan listrik, daya serap pohon terhadap emisi karbon di kampus UNNES, 2) Unit kerja di UNNES dapat mengetahui tentang penggunaan listrik dan jumlah emisi yang dikeluarkan, sehingga dapat melakukan penghematan sebagai tindaklanjut dalam melakukan konservasi energi di setiap unit kerja, 3) pengelola Rumah Tangga di kampus UNNES dapat menindaklanjuti supaya pelaksanaan konservasi energi di kampus UNNES dapat berjalan dengan baik menjadikan kampus yang nyaman.

Kajian dalam buku ini hanya mengungkap data-data yang berada di Kampus UNNES Kelurahan Sekaran Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. Objek kajian penelitian mencakup RTH (jenis, jumlah, sebaran pohon), konsumsi listrik, emisi karbondioksida (CO₂) dari kegiatan transportasi dan genset, daya

serap pohon terhadap emisi karbondioksida pada setiap unit kerja di kampus UNNE Sekaran (Setyowati & Martuti, 2014).

Analisis yang diterapkan untuk menghitung emisi karbondioksida menggunakan rumus sebagai berikut.

1. Perhitungan Emisi Bahan Bakar Bensin

$$Q + n \times FE \times K$$

Keterangan:

- Q : Jumlah Emisi (g/jam.km)
- n : Jumlah Kendaraan (kendaraan/jam)
- FE : Faktor Emisi (g/liter)
- K : Konsumsi Bahan Bakar (liter/100km)

2. Perhitungan Emisi Bahan Bakar Solar

$$Q + n \times FE \times K$$

Keterangan:

- Q : Jumlah Emisi (g/jam.km)
- n : Jumlah Kendaraan (kendaraan/jam)
- FE : Faktor Emisi (g/liter)
- K : Konsumsi Bahan Bakar (liter/100km)

3. Perhitungan Emisi Konsumsi Listrik

$$\text{Emisi} = \Sigma \text{Pemakaian Listrik} \times \text{Faktor Konversi}$$

Keterangan:

- Emisi = Emisi CO₂
- Pemakaian Listrik= Konsumsi Energi Listrik (kWH)
- Faktor Konversi= *Baseline* Faktor Emisi CO₂ untuk sistem ketenagalistrikan Jawa Tengah

4. Perhitungan laju serapan emisi oleh pohon

$$\text{Serapan Emisi} = \Sigma \text{pohon} \times \text{Kemampuan Serapan Emisi}$$

Keterangan:

Serapan Emisi= Kemampuan pohon menyerap emisi CO₂

Jumlah Pohon= Jumlah Pohon (satuan)

Kemampuan Serapan= Kemampuan setiap pohon dalam menyerap emisi CO₂

BAB 2. PENGGUNAAN LAHAN DAN SEBARAN POHON

2.1. Kampus Konservasi Universitas Negeri Semarang

Universitas Negeri Semarang (UNNES) secara astronomis terletak pada $7^{\circ}2'52.396''$ LS sampai $7^{\circ}3'12.103''$ LS dan $110^{\circ}23'23.194''$ BT sampai $110^{\circ}24'11,81''$ BT. Secara administratif UNNES berada di Kelurahan Sekaran, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang. Secara geografis, kawasan ini memiliki topografi pegunungan dan dataran yang beragam, berperan sebagai kawasan penyangga bagi kawasan-kawasan lain di bawahnya. Menurut Prihanto (2018), gedung bangunan pada saat ini cenderung alamiah dan tidak terintegrasi satu sama lain, sehingga setiap bangunan cenderung melayani sendiri serta penggunaan lahan terbangun yang tidak efektif. Kondisi tersebut menyebabkan permasalahan pada ruang terbuka (RTH), tidak optimalnya catchment area sampai terganggunya sistem drainase, termasuk tidak optimalnya sistem pencahayaan dan penghawaan alami gedung.

UNNES merupakan PTN yang diselenggarakan oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) Republik Indonesia untuk melaksanakan pendidikan akademik dan profesional dalam sejumlah disiplin ilmu, teknologi, olahraga, seni, dan budaya. UNNES merupakan perguruan tinggi negeri di Semarang, berdiri sejak tahun 1965. UNNES

memiliki delapan fakultas dan satu program pascasarjana yang melaksanakan pendidikan akademik dan profesional dalam sejumlah disiplin ilmu, teknologi, olah raga, seni, dan budaya. Unnes yang sebelumnya bernama IKIP Semarang telah dimulai dengan berdirinya berbagai lembaga pendidikan guru di atas SMTA.

Terbitnya Keputusan presiden Nomor 124 Tahun 1999 tentang perubahan IKIP Semarang, Bandung dan Medan menjadi Universitas, maka IKIP Semarang kemudian bernama Universitas Negeri Semarang. Seiring perkembangan Universitas Negeri Semarang yang begitu pesat sehingga pada tahun 2008 Universitas Negeri Semarang berstatus sebagai Perguruan Tinggi Negeri yang menerapkan Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum (PK-BLU).

Visi UNNES adalah menjadi universitas berwawasan konservasi dan bereputasi internasional. Berkaitan dengan visi konservasi, UNNES ingin menunjukkan peran dalam menjaga dan melestarikan sumberdaya alam, lingkungan, dan warisan budaya leluhur Bangsa Indonesia. Untuk tujuan inilah UNNES telah menetapkan diri menjadi Universitas Konservasi pada tanggal 12 Maret 2010, yang disaksikan Menteri Pendidikan Prof. Dr. Muh. Nuh (Rahayuningsih et al., 2009) (Gambar 2.1). Komitmen untuk menjadi sebuah "Universitas Konservasi" dalam jangka panjang terus dikembangkan.



Gambar 2.1. Deklarasi UNNES sebagai Universitas Konservasi

Wawasan konservasi adalah model yang harus diikuti dan ditiru, merupakan keyakinan yang melandasi sudut pandang dan memperlakukan persoalannya menjadi fokus perhatian (konservasi). Wawasan konservasi menjadi rujukan yang disepakati dan digunakan sivitas akademika UNNES sebagai komunitas akademik. Wawasan konservasi merupakan sistem yang memberi arah dan memandu sikap serta perilaku dalam mengerjakan sesuatu; yaitu sesuatu yang layak dipilih dengan sikap dan komitmen untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan membangun manusia serta kemanusiaannya (Hardati, dkk., 2016; Setyowati, 2015).

Selain untuk menjaga keseimbangan lingkungan juga mengarah pada terwujudnya kelestarian sumberdaya alam hayati, warisan budaya serta keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu setelah deklarasi diperlukan jaminan dan komitmen yang kuat bagi keberlanjutan program-program kerja universitas dan unit kerja di UNNES. Pada awalnya untuk mendukung visi UNNES, ditetapkan

tujuh pilar konservasi untuk mendukung terlaksananya program, yaitu: 1) Konservasi Biodiversitas, 2) Arsitektur Hijau dan Transportasi ramah lingkungan, 3) Kebijakan Nir Kertas, 4) Energi Bersih, 5). Pengelolaan Limbah, 6).Konservasi seni dan budaya, 7) Kaderisasi Konservasi. Pada tahun 2017 pilar konservasi UNNES disederhanakan menjadi tiga pilar, yaitu 1) nilai dan karakter unggul, 2) seni dan budaya luhur, serta 3) pengelolaan SDA dan lingkungan (Wibowo, 2017).

Pengelolaan energi yang dibahas dalam buku ini merupakan bentuk kepedulian tim penulis dalam mewujudkan pilar ke 3 yaitu pengelolaan SDA dan lingkungan, lebih spesifik lagi terkait dengan pengelolaan energi di kampus UNNES. Pelaksanaan kebijakan *green energy* di kampus UNNES diperlukan komitmen yang kuat dari semua pihak, dimulai dari cara yang paling sederhana yakni sosialisasi terhadap masyarakat, civitas akademika kampus dan lingkungan sekitar kampus.

Tabel 2.1. Jumlah mahasiswa, Dosen dan Tendik Tahun 2018

Fakultas	Jumlah Mahasiswa	Jumlah Dosen	Tendik
FIP	5.311	151	62
FBS	5.893	171	45
FIS	3.486	94	41
FMIPA	4.452	176	52
FT	3.970	153	62
FIK	3.966	107	48
FE	4.232	92	36
FH	1.740	41	28
Pascasarjana	3.608	0	36
	36.658	985	410

Sumber: Basis Data UNNES, 2018

Data sivitas akademika kampus UNNES pada tahun 2018 disajikan pada Tabel 2.1. Jumlah mahasiswa pada delapan Fakultas dan satu Pascasarjana sebesar 36.658 orang. Jumlah dosen sebanyak 985 dosen, dan tenaga pendidik sejumlah 410 orang.

2.2. Penggunaan Lahan

Kampus UNNES yang dikelilingi beberapa tipe habitat seperti hutan, sawah, ladang, kebun campuran, dan pemukiman, memiliki tingkat keanekaragaman hayati (*biodiversity*) berupa flora maupun fauna yang relatif tinggi. Manfaat utama keanekaragaman hayati adalah fungsi ekologis dan fungsi produktif. Fungsi ekologis ini harus dikonservasi. Pertumbuhan gedung-gedung baru tidak terelakkan, sebagai konsekuensi pelayanan terhadap mahasiswa yang diterima setiap tahunnya sebagai subyek utama fungsi kampus. Tidak kurang dari 7500 orang mahasiswa baru yang diterima UNNES, dengan jumlah total mahasiswa aktif sekitar 36.600 orang (Prihanto, 2018).

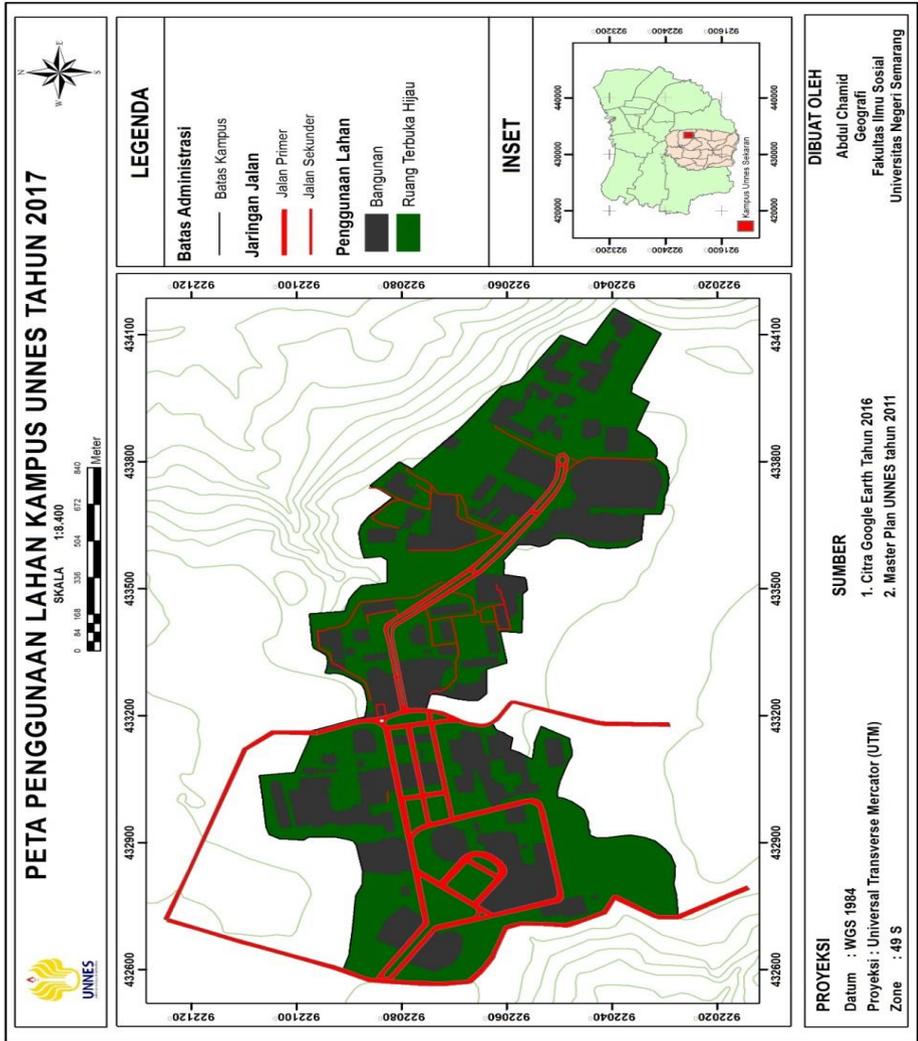
UNNES merupakan wilayah pendidikan, sehingga penggunaan lahannya tidak terlalu bervariasi seperti daerah perkotaan, pedesaan, atau daerah-daerah lainnya. Luas lahan pada setiap unit Fakultas di kampus Sekaran disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 . Tata Guna Lahan Kampus UNNES per Unit Fakultas

Sub Zona	Pengelola	Luas Lahan (m²)	Luas Area Terbangun (m²)	KDB (%)
A	Fakultas Ilmu Pendidikan	17.967,40	4.149,22	23,1
B	Fakultas Bahasa dan Seni	23.495,47	6.398,77	27,2
C	Fakultas Ilmu Sosial	21.745,12	5.879,49	27,0
D	Fakultas Matematika & Ilmu Pengetahuan Alam	28.719,66	7.561,56	26,3
E	Fakultas Teknik	37.245,03	9.095,27	24,4
F	Fakultas Ilmu Keolahragaan	18.736,77	5.212,54	27,8
G	LP3 dan LP2M	30.276,81	2.770,40	9,2
H	Rektor dan Biro	42.171,64	7.967,39	18,9
I	Fakultas Ekonomi	5.352,20	2.080,92	38,9
J	Kewirausahaan dan Perpustakaan	13.662,28	2.127,03	15,6
K	Fakultas Hukum	7.656,27	2.282,41	29,8
	Jumlah =	247,028.65	55,525.00	268.2

Sumber: Prihanto, 2018

Terdapat dua jenis penggunaan lahan di kampus UNNES, berupa ruang terbuka hijau (RTH) dan bangunan. Penggunaan lahan berupa RTH seluas 383.633,55 m² atau 71,98% dari luas penggunaan lahan yang ada di UNNES. Penggunaan lahan berupa bangunan memiliki luas 149.302,21 m² atau 28,01% dari total luas penggunaan lahan yang ada. Penggunaan lahan di kampus UNNES disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 2. Peta Penggunaan Lahan Kampus UNNES

2.3. Sebaran Pohon dan Proporsi Lahan Hijau

Luas gedung secara keseluruhan di kampus UNNES sebesar 196.675 m² dan terdiri dari 8 fakultas serta 5 unit kerja. Kampus UNNES dibagi menjadi kampus barat dan kampus timur. Berdasarkan peta penggunaan lahan (Gambar 2.2), dihitung proporsi luas lahan bervegetasi dan RTH dengan lahan bangunan. Penggunaan lahan berupa RTH seluas 383.633,55 m² atau 71,98% dari luas penggunaan lahan yang ada di UNNES. Penggunaan lahan berupa bangunan memiliki luas sebesar 149.302,21 m² atau 28,01%. Masih banyak lahan bervegetasi hijau di kampus UNNES Sekaran Gunungpati.

Berbagai jenis pohon ditanam di area kampus UNNES. Mayoritas pohon yang ditanam di sekitar kampus UNNES adalah jenis tanaman keras seperti jati, sengon, mahoni, akasia, ketapang, trembesi dan lain sebagainya. Selain itu di kampus UNNES juga ditanami berbagai jenis pohon buah seperti mangga, nangka, rambutan, sawo, kelengkeng, jeruk, jambu air, jambu biji, jambu monyet dan lain sebagainya. Pohon yang ditanam di kampus UNNES tersebut bukan hanya berfungsi sebagai perindang ataupun penyerap karbondioksida melainkan juga sebagai perwujudan dari misi kampus UNNES menjadi kampus yang mengedepankan konservasi. Penanaman pohon menjadi salah satu agenda tahunan di kampus UNNES, setiap mahasiswa diwajibkan menanam pohon minimal satu

jenis pohon di sekitar lingkungan kampus UNNES. Budaya penanaman pohon tersebut diharapkan mampu menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungan sekitar. Setiap fakultas memiliki jumlah dan jenis pohon yang berbeda-beda.

a. Sebaran Pohon di Fakultas Ilmu Pendidikan

Jenis pohon yang ada di Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) sejumlah 34 jenis pohon. Pohon-pohon yang ditanam mayoritas pohon keras digunakan sebagai salah satu penyerap karbondioksida kendaraan bermotor, untuk mengurangi pencemaran udara. Nama dan jenis pohon yang ada di FIP disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3. Jumlah Pohon di FIP

Nama Pohon	Jumlah	Nama Pohon	Jumlah
Akasia	15	Kupu-kupu	6
Angsana	3	Mahoni	178
Alpukat	4	Mangga	24
Beringin	2	Melinjo	1
Cemara	3	Nangka	1
Cempaka	30	Palem	24
Glodogan	183	Pandan duri	3
Jambu air	9	Petai	9
Jambu biji	3	Pucuk merah	105
Jambu monyet	3	Rambutan	12
Jati	422	Salam	1
Jeruk	3	Sawo	8
Kedondong	1	Sengon	8
Kelapa sawit	6	Suji	4
Kelengkeng	1	Sukun	2
Kersem	33	Tanjung	4
Ketapang	26	Trembesi	16

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2017

Secara berurutan jenis pohon dominan (lebih dari 100 pohon) di Kampus FIP adalah Jati, Glodogan, Mahoni, Pucuk Merah, Jenis pohon yang lain berkisar puluhan dan satuan. Pohon buah yang dominan berupa mangga, rambutan, sawo, jambu, alpukat, sukun.

b. Sebaran Pohon Fakultas Bahasa dan Seni

Jenis pohon di Fakultas Bahasa dan Seni (FBS) UNNES ada 44 jenis. Pohon yang ditanam di FBS didominasi pohon yang mampu menyerap karbondioksida sehingga dapat mengurangi pencemaran udara. Jenis pohon di FBS disajikan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Jumlah Pohon di FBS

Nama Pohon	Jumlah	Nama Pohon	Jumlah
Angsana	37	Ketapang	95
Aren	7	Ketapang kencono	3
Asem	22	Kupu-kupu	18
Batavia	11	Mahoni	245
Belimbing	3	Mangga	20
Belimbing wuluh	2	Nangka	16
Beringin	11	Nyamplung	1
Bintaro	1	Palem	129
Biola cantik	1	Pandan melingkar	8
Bungur	2	Petai	2
Cemara	20	Pucuk merah	144
Damar	1	Randu	2
Glodogan	115	Salam	5
Jambe	1	Sawo kecil	22
Jambu air	3	Sengon	1
Jambu biji	3	Sirsak	4
Jati	80	Spatodea	1
Kantil	3	Sukun	1
Kelapa	12	Tabebuaya	5
Kelapa sawit	14	Tanjung	17
Kelengkeng	2	Trembesi	8
Kersem	4	Waru	1

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2017

Jenis pohon dominan (ratusan pohon) yang terdapat di Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) adalah: mahoni, pucuk merah, palem, glodogan, ketapang dan jati.

c. Sebaran Pohon Fakultas Matematika & Ilmu Pengetahuan

Jenis pohon di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) UNNES sejumlah 64 jenis pohon. FMIPA merupakan fakultas dengan jumlah pohon terbanyak dan FMIPA merupakan lahan pembibitan berbagai jenis pohon di kampus UNNES khususnya dilakukan di Laboratorium Biologi. Pohon yang ditanam di FMIPA merupakan pohon-pohon yang didominasi pohon yang mampu menyerap karbondioksida sehingga dapat mengurangi pencemaran udara. Jenis pohon yang ada di FMIPA dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Jumlah Pohon di FMIPA

Nama Pohon	Jumlah	Nama Pohon	Jumlah
Akasia	8	Kenanga	2
Angsana	27	Kersem	13
Asem	16	Ketapang	9
Bintaro	4	Kupu-kupu	2
Bisbul	1	Mahkota dewa	3
Bauhinia	7	Mahoni	110
Belimbing	1	Mangga	58
Belimbing wuluh	5	Mimba	1
Beringin	6	Matoa	3
Calopilium	3	Mindi	1
Cemara	6	Nangka	7
Cempedak	1	Palem	27
Cermai	2	Pahang	3
Coklat	3	Pandan laut	3

Dadap merah	10	Pandan melingkar	1
Dadap ungu	2	Petai	9
Daun ungu	2	Pinus	4
Duwet	5	Pucuk merah	5
Flamboyan	2	Rambutan	6
Glodogan	46	Saga	4
Jambu biji	3	Sawo	18
Jambu Air	4	Sapu tangan	2
Jambu monyet	1	Sengon	1
Jarak	9	Sono keling	1
Jati	31	Sirsak	10
Johar	1	Spatodea	5
Karet bulu	3	Sukun	1
Karet kebo	1	Suren	2
Kayu Putih	2	Tape buya	3
Kemuning	5	Tanjung	10
Kelapa	8	Trembesi	4
Kelengkeng	2	Wuni	1

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2017

Pohon yang ditaman di FMIPA merupakan pohon-pohon yang didominasi pohon yang mampu menyerap karbondioksida sehingga dapat mengurangi pencemaran udara.

d. Sebaran Pohon Fakultas Teknik

Fakultas Teknik (FT) terdapat sejumlah 28 jenis pohon. Pohon- pohon yang ditanam mayoritas pohon keras yang digunakan sebagai salah satu penyerap karbondioksida dari kendaraan bermotor yang ada untuk mengurangi pencemaran udara. Nama dan jenis pohon di FT disajikan pada Tabel 2.6.

Pohon yang berada di FT didominasi oleh pohon mahoni, glodogan, akasia, jati, dan ketapang. Pohon jenis buah-buahan berupa mangga, jambu, rambutan, dan sawo.

Tabel 2.6. Jumlah Pohon di FT

Nama Pohon	Jumlah	Nama Pohon	Jumlah
Akasia	110	Mangga	55
Angsana	7	Melinjo	1
Asem	11	Mindi	3
Belimbing	1	Nangka	6
Beringin	10	Palem	10
Glodogan	175	Pepaya	7
Jambu biji	2	Petai	2
Jati	53	Petai cina	3
Johar	4	Pucuk merah	14
Kersem	4	Rambutan	7
Ketapang	51	Sawo	6
Ketapang kencono	5	Sengon	16
Kopi	1	Tanjung	7
Mahoni	284	Trembesi	9

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2017

e. Sebaran Pohon Fakultas Ilmu Keolahragaan

Jenis pohon yang ada di Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK) sejumlah 32 jenis pohon. Pohon-pohon yang ditanam mayoritas pohon keras yang digunakan sebagai salah satu penyerap karbondioksida dari kendaraan bermotor yang ada untuk mengurangi pencemaran udara. Nama dan jenis pohon yang ada di FIK dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Dominasi jenis pohon di kampus FIK adalah pucuk merah, mahoni, glodogan, trembesi, manga, palem, dan jati. Hanya ada beberapa jenis pohon buah seperti manga, rambutan, sawo, dan jambu.

Tabel 2.7. Jumlah Pohon di FIK

Nama Pohon	Jumlah	Nama Pohon	Jumlah
Angsana	12	Mangga	48
Alpukat	2	Mindi	4
Belimbing	2	Nangka	12
Beringin	15	Palem	25
Cemara	4	Pandan duri	13
Cempaka	5	Petai	24
Durian	4	Pinus	3
Glodogan	157	Pucuk merah	383
Jambu air	1	Rambutan	4
Jambu biji	7	Sawo	7
Jambu monyet	2	Sirsak	1
Jati	26	Sengon	16
Kersem	5	Sukun	5
Johar	3	Tanjung	7
Ketapang	12	Trembesi	85
Mahoni	200	Waru	3

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2017

f. Sebaran Pohon Fakultas Ilmu Sosial, Ekonomi, dan Hukum

Kampus FIS, FE, dan FH dulunya bergabung menjadi satu, karena kampus tersebut menyatu maka dalam uraian ini di satukan. Jenis pohon pada ketiga Fakultas tersebut sebanyak 30 jenis pohon. Pohon yang ditaman di FIS, FE, FH merupakan pohon yang didominasi pohon yang mampu menyerap karbondioksida, sehingga dapat mengurangi pencemaran udara. Jenis pohon yang ada di FIS dapat dilihat pada Tabel 2.8. Jenis pohon dominan (ratusan pohon) yang terdapat di FIS adalah pucuk merah dan mahoni.

Tabel 2.8. Jumlah Pohon di FIS

Nama Pohon	Jumlah	Nama Pohon	Jumlah
Angsana	16	Mahoni	298
Asem	4	Mangga	30
Belimbing	1	Nangka	8
Beringin	7	Pakis haji	2
Cemara	16	Palem	62
Duwet	3	Petai	7
Glodogan	63	Pucuk merah	300
Jambu biji	2	Rambutan	3
Jati	53	Sawo	5
Johar	1	Sirsak	2
Kelapa	2	Sengon	3
Kelengkeng	7	Sukun	4
Kemuning	5	Tanjung	4
Kersem	10	Trembesi	15
Ketapang	19	Waru	5

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2017

g. Sebaran Pohon Kawasan Rektorat

Jenis pohon yang ada di Kawasan Rektorat, sejumlah 54 jenis pohon. Pohon-pohon yang ditanam mayoritas pohon keras yang digunakan sebagai salah satu penyerap karbondioksida dari kendaraan bermotor yang ada untuk mengurangi pencemaran udara. Nama dan jenis pohon di Kawasan Rektorat ada pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9. Jumlah Pohon di Kawasan Rektorat

Nama Pohon	Jumlah	Nama Pohon	Jumlah
Akasia	775	Kelengkeng	14
Angsana	60	Kersen	7
Alpukat	6	Ketapang	119
Asam	4	Ketapang Kencana	3
Belimbing	2	Kopi	8
Belimbing Wuluh	1	Mahkota Dewa	2

Beringin	9	Mahoni	1980
Biola Cantik	9	Mangga	109
Calopilium	12	Mimba	10
Cemara	106	Matoa	2
Cermai	2	Melinjo	18
Coklat	1	Nangka	4
Dadap Merah	1	Palem	115
Damar	1	Petai	7
Durian	2	Pucuk Merah	206
Duwet	9	Randu	20
Felicism	16	Rambutan	10
Glodogan	204	Sawo	22
Jambu Air	1	Sapu tangan	8
Jambu Biji	22	Sengon	102
Jati	334	Sirsak	7
Joko Rondo	1	Sukun	3
Kemiri	1	Tanjung	9
Kantil	19	Tabe buya	7
Kayu Putih	1	Trembesi	14
Kelapa	7	Walisongo	2
Kelapa Sawit	67	Waru	53

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2017

BAB 3. EMISI KARBON KENDARAAN BERMOTOR

3.1. Jumlah Mahasiswa di UNNES

Kondisi emisi karbon yang ada di UNNES walaupun tidak terkait secara langsung dengan jumlah dan aktivitas manusia, diperlukan gambaran jumlah manusia yang ada dan beraktivitas di kampus UNNES. Untuk menjelaskan jumlah manusia yang beraktivitas, dipaparkan jumlah mahasiswa, dosen dan tenaga kependidikan yang ada di UNNES (Tabel 3.1).

Tabel 3.1. Jumlah Mahasiswa UNNES Tahun 2016-2018

Fakultas	Jumlah Mahasiswa Tahun		
	2016	2017	2018
FIP	5.089	4.825	4.698
FBS	5.894	5.841	5.818
FIS	3.174	3.137	3.311
FMIPA	3.876	3.849	4.138
FT	4.081	4.232	4.190
FIK	3.918	4.036	3.982
FE	4.617	5.602	4.470
FH	1.717	1.703	1.790
Jumlah	35.720	36.908	36.077

Sumber: <http://www.unnes.ac.id>.

Jumlah mahasiswa UNNES selama tiga tahun, 2016 sampai dengan tahun 2018 fluktuatif, naik dari tahun 2016 ke tahun 2017 dan turun pada tahun 2018. Jumlah mahasiswa didukung oleh dosen dan

tenaga kependidikan. Jumlah dosen dan tenaga kependidikan di UNNES dapat diketahui dari Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Jumlah Dosen dan Tenaga Kependidikan UNNES

Fakultas	Tenaga UNNES	
	Tenaga Pendidik (Dosen)	Tenaga Kependidikan
FIP	151	62
FBS	177	45
FIS	94	41
FMIPA	98	52
FT	176	62
FIK	153	48
FE	92	36
FH	92	28
UPT dll	41	395
Jumlah	989	802

Sumber: <http://www.unnes.ac.id>, 2019

Jumlah dosen dan tenaga kependidikan ada 1.791 orang, terdiri dari 55,22% dosen dan 44,78% adalah tenaga kependidikan. Jumlah tersebut tersebar di semua gedung yang ada di UNNES, mulai dari gedung yang ada di lokasi kawasan kampus FIP, FPBS, FIS, FMIPA, FT, FIK, FE dan FH. Jumlah di masing-masing fakultas tidak sama, tergantung dari jumlah mahasiswa.

Di kampus UNNES, selain secara kuantitas (jumlah mahasiswa, dosen dan tenaga kependidikan) yang semakin bertambah, juga diikuti oleh tuntutan akademis yang semua harus berbasis tenaga listrik, seperti semua pelayanan di UNNES

menggunakan internet dengan kapasitas tinggi, memungkinkan kebutuhan energi listrik semakin bertambah banyak.

Kebutuhan energi listrik ditentukan oleh jumlah penduduk atau manusia yang mengkonsumsi atau menggunakan. Keadaan ini sesuai dengan yang pernah dilakukan bahwa jumlah penduduk dan jumlah rumah tangga mempengaruhi kebutuhan energi listrik (Nurjanah, 2016).

Kebutuhan energi listrik di UNNES meningkat sejalan dengan kebutuhan energi listrik nasional. Hal ini disebabkan semakin meningkatnya jumlah manusia dan semakin kompleks kebutuhan hidup yang harus dipenuhi dari listrik. Secara umum kebutuhan manusia akan sumber energi terutama energi listrik semakin meningkat. Beberapa daerah tidak dapat terjangkau oleh suplai listrik dari PLN karena kondisi geografis daerah yang tidak memungkinkan untuk dijangkau oleh PLN.

Setiap daerah memiliki potensi yang berbeda, dan sangat kompleks. Pemanfaatan potensi sumber daya alam yang ada di daerah sebagai sumber penghasil listrik menjadi salah satu solusinya. Potensi sumber daya alam setiap daerah sangat banyak berpeluang. Potensi alam yang berupa aliran sungai atau air terjun dapat dimanfaatkan menjadi pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH).

3.2. Pencemaran dan Emisi Karbon

Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup (BPLH) Jawa Tengah menyebut Kota Semarang sebagai kota dengan kualitas udara terburuk se-Jawa Tengah. Pencemaran udara terbanyak berasal dari gas buang kendaraan bermotor (Riani, 2011). Berdasarkan data dari Kepolisian Wilayah Kota Besar Semarang, jumlah kendaraan bermotor di Kota Semarang hingga akhir tahun 2008 mencapai 919.699 unit, yang terdiri atas 763.748 kendaraan roda dua dan 155.951 kendaraan roda empat. Jumlah itu terus bertambah dibandingkan sebelumnya, yaitu 867.901 unit kendaraan (2007), 810.034 unit (2006) (Kariada, 2011). Hartatik dan R.A. Kurniawan (2011) menyampaikan bahwa pada tahun 2010 populasi kendaraan mencapai 1.086.890 unit. Jumlah tersebut didominasi motor yang mencapai 907.373 kendaraan, disusul mobil pribadi 179.517 unit.

Kotornya udara Kota Semarang dibenarkan Kepala Bidang Pengendalian Pencemaran Udara, Limbah Padat dan Bahan Berbahaya serta Beracun, BPLH Jawa Tengah, Adiyanto. Hal tersebut merujuk hasil pengukuran kualitas udara yang dilakukan pertengahan tahun lalu di kawasan padat Semarang. Pada kawasan padat di Jalan Kali Gawe, lalu Terminal Terboyo itu menunjukkan 299,8 per-gram nano kubik. Padahal ambang batas normalnya 230. Ambang batas itu sesuai Keputusan Gubernur Nomor 8 tahun 2001 terkait kualitas udara di Provinsi Jawa Tengah. Artinya kualitas udara

di Semarang tergolong kotor. Dampaknya bisa kena ISPA, kalau terkena bahan beracun berbahaya, logam berat. Kelamaan bisa pusing dan keracunan, upaya membersihkan kualitas udara di Semarang terus dilakukan. Misalnya dengan mewajibkan menanam pohon dimulai dari lingkungan keluarga. Termasuk program *car free day* yang diterapkan setiap sepekan sekali (Riani, 2011).

Asisten Deputi Urusan Pengendalian Pencemaran Emisi Sumber Bergerak KLH, Ade Palguna di Semarang menyebutkan ‘‘Kondisi pencemaran di Kota Semarang sudah parah yang secara angka mencapai 70 sampai 80%. Selain Kota Semarang ada lagi 26 kota metropolitan yang mendapatkan perhatian serius KLH’’. Pemantauan udara oleh KLH, hanya dibatasi untuk parameter dari kendaraan bermotor yakni karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂) dan hidrokarbon (HC). Pengukuran emisi buang mulai dari jumlah kendaraan hingga ketebalan asap yang keluar dari kendaraan (Kariada, 2011).

Pada udara yang tercemar oleh asap dan gas hasil pembakaran bahan bakar fosil, menambah jenis gas seperti NO, NO₂, CO, SO₂, dan meningkatnya jumlah CO₂. Pengurangan gas-gas pencemar udara ini hanya dapat dilakukan dengan memperbanyak tanaman penghijauan, karena tanaman mampu membersihkan gas-gas tersebut. Fotosintesis tanaman akan menyerap CO₂ dari udara, dan memberikan oksigen murni sebagai hasil sampingan fotosintesis ke

udara di sekitarnya, sehingga selain jumlah CO dan CO₂ berkurang, udara terasa segar karena banyak mengandung oksigen.

3.3. Pengoperasian Transportasi

Transportasi dapat mendukung kegiatan sosial, ekonomi, politik. Namun transportasi juga menimbulkan dampak terhadap masyarakat misalnya pencemaran udara dan suara, pemborosan energi, konsumsi lahan, serta masalah keamanan dan ketertiban masyarakat seperti penodongan, pembajakan, kecelakaan, dan lain-lain (Miro, 2012).

Dampak yang pertama ialah polusi udara dan suara. Pada daerah-daerah yang tingkat kepadatan lalu lintasnya tinggi, tingkat pencemaran udara dan kebisingan sudah merupakan masalah masyarakat yang sukar diatasi, karena pencemaran udara dan suara sudah mencapai ambang batas normal. Polusi udara sudah menjadi masalah serius di kota-kota besar yang padat penduduk seperti Jakarta, Surabaya, Bandung, Semarang, dan Medan.

Karbondioksida merupakan salah satu gas rumah kaca penyebab utama pemanasan global yang mengakibatkan dampak perubahan iklim. Banyak penelitian menyebutkan bahwa laut dan vegetasi diduga dapat menyerap karbondioksida di atmosfer. Tantangan penting dalam bidang sains iklim adalah bagaimana

mengembangkan secara kuantitatif dan prediksi dari penyerapan karbondioksida (Ramawijaya dkk, 2012).

Tabel 3. 3. Faktor Emisi Kendaraan Berdasarkan Bahan Bakar

Tipe Kendaraan Berdasarkan Bahan Bakar	Faktor Emisi (gram/liter)						Catatan (km/l)
	Nox	CH4	NM VOC	CO	N2O	CO2	
Bensin :							
Kendaraan Penumpang	21,35	0,71	53,38	462,63	0,04	2597,86	Ass 8,9
Kendaraan Niaga Kecil	24,91	0,71	49,82	295,37	0,04	2597,86	Ass 7,4
Kendaraan Niaga Besar	32,03	0,71	28,47	281,14	0,04	2597,86	Ass 4,4
Sepeda Motor	7,12	0,71	85,41	427,05	0,04	2597,86	Ass 19,6
Solar :							
Kendaraan Penumpang	11,86	0,08	2,77	11,86	0,16	2924,9	
Kendaraan Niaga Kecil	15,81	0,04	3,95	15,81	0,16	2924,9	Ass 13,7
Kendaraan Niaga Besar	39,53	0,24	7,91	35,57	0,12	2924,9	Ass 9,2
Sepeda Motor	71,15	0,24	5,14	24,11	0,08	2924,9	Ass 3,3

Sumber: IPCC dalam Sumber: Sihotang, Samuel Ray et all. (2009) dalam (Adillasintani, 2012)

Udara yang normal mengandung gas yang terdiri dari 78% nitrogen, 20% oksigen, 0,93% argon, 0,03% (300 ppm) karbondioksida, dan sisanya terdiri dari neon, helium, metan, dan hidrogen. Komposisi ini dapat mendukung kehidupan manusia. Karbondioksida, metana, nitrogen oksida merupakan gas rumah kaca (GRK) yang menyebabkan terjadinya efek rumah kaca (ERK). Efek

rumah kaca berguna bagi makhluk hidup di bumi. Jika tidak ada gas rumah kaca, suhu di bumi rerata hanya 18°C. Suhu ini terlalu rendah bagi sebagian makhluk hidup, termasuk manusia. Tetapi dengan adanya efek rumah kaca suhu rata-rata di bumi menjadi 33°C lebih tinggi, yaitu 15°C. Suhu ini sesuai bagi kehidupan makhluk hidup (Gratimah, 2009). Nilai emisi kabon dari beberapa bahan bakar disajikan pada Tabel 3.4. Solar memiliki potensi emisi terbesar disusul minyak tanah dan bensin, sedangkan penggunaan LPG memiliki nilai emisi CO₂ paling rendah.

Tabel 3. 4 Emisi CO₂ Beberapa Macam Bahan Bakar

No	Jenis Bahan Bakar	Jumlah Emisi	Satuan
1	Bensin	2,31	Kg/lt
2	Solar	2,68	Kg/l
3	Minyak tanah	2,52	Kg/lt
4	LPG	1,51	Kg/lt

Sumber: DEFRA (2005) dan The National Energi (2005) dalam (Gratimah, 2009)

Salah satu upaya manusia untuk mengurangi emisi karbondioksida agar tidak terjadi pemanasan global selain dengan protokol Kyoto, menyuntikkan gas karbondioksida ke dalam tanah atau laut bisa menjadi alternatif. Mengubah gas karbondioksida menjadi cair, kemudian dipakai untuk karbonasi minuman adalah bisa mengurangi emisi karbondioksida. Kemudian penghematan pemakaian energi fosil, misalnya mengganti kendaraan pribadi

dengan transportasi massal atau mengganti pemakaian energi fosil dengan energi yang ramah lingkungan seperti tenaga nuklir, tenaga air, tenaga angin untuk energi listrik untuk kendaraan bermotor, kereta api atau mengganti kendaraan berbahan bakar fosil untuk jarak dekat dengan kendaraan bertenaga manusia, hewan seperti andong, becak, sepeda, atau menjadikan sungai sebagai sarana angkutan dengan menggunakan rakit atau perahu dayung merupakan upaya yang perlu dilakukan. Upaya lain adalah penambahan sarana penyerapan karbondioksida di atmosfer seperti penanaman hutan gundul, penghijauan di berbagai kota dan sebagainya (Samiaji, 2009).

Tabel 3. 5. Konsumsi Energi Spesifik

Jenis Kendaraan	Jenis Bahan Bakar Minyak	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100km)
Sepeda Motor	Premium	2,66
Sedan	Premium	10,88
Mini Bus	Premium	11,35
Truck Kecil/Pick Up	Premium	8,11
Bus Besar	Solar	16,89
Truk Besar	Solar	15,82

Sumber: Diadaptasi dari BPPT *dalam* Rawung (2015)

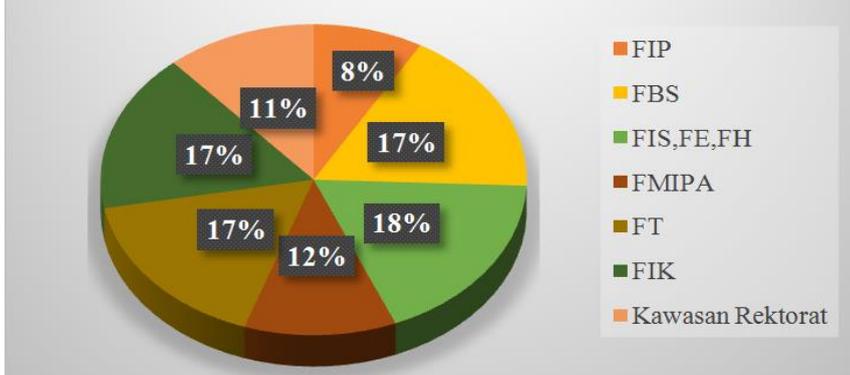
Perhitungan emisi karbondioksida yang dilakukan, ada 3 jenis sumber penghasil emisi karbondioksida di Univeristas Negeri Semarang, yaitu emisi dari kendaraan bermotor (emisi bahan bakar bensin dari sepeda motor, emisi bahan bakar bensin dari mobil, emisi bahan bakar solar dari mobil), dari penggunaan solar untuk genset, serta dari konsumsi listrik. Emisi dari kendaraan bermotor dalam

setahun dihitung 8 bulan karena dalam satu tahun bulan aktif perkuliahan hanya 8 bulan atau 32 pertemuan dalam satu tahun. Emisi dari genset dan konsumsi listrik dalam setahun dihitung 12 bulan karena genset dan listrik tetap digunakan pada saat libur perkuliahan untuk menunjang aktivitas perkantoran yang ada. Berikut ini adalah besaran emisi yang dihasilkan berdasarkan sumber penghasil emisi yang ada di UNNES.

Emisi karbondioksida dari kendaraan bermotor merupakan emisi yang dihasilkan dari kendaraan yang menggunakan Bahan Bakar Minyak (BBM) untuk dapat digunakan atau dioperasikan. Emisi dari kendaraan bermotor ini merupakan emisi yang berasal dari sepeda motor, mobil dengan bahan bakar bensin serta mobil dengan bahan bakar solar. Ketiga jenis kendaraan tersebut merupakan tiga jenis kendaraan bermotor yang umumnya digunakan serta kendaraan bermotor yang ditemukan di lokasi penelitian.

Jumlah emisi yang bersumber dari kendaraan bermotor paling tinggi berasal dari Fakultas Ilmu Sosial, Fakultas Ekonomi, dan Fakultas Hukum yaitu dengan persentase sebesar 18% atau sebesar 245.055,84 kg/tahun. Emisi paling rendah berasal dari Fakultas Ilmu Pendidikan dengan persentase sebesar 8% atau 113.121,44 kg/tahun (Gambar 3.1). Tingginya emisi kendaraan bermotor yang dihasilkan berbanding lurus dengan jumlah kendaraan bermotor yang terhitung serta dengan konsumsi bahan bakar yang digunakan.

Emisi Karbondioksida dari Kendaraan Bermotor



Gambar 3. 1. Persentase Emisi Karbondioksida dari Kendaraan Bermotor di Universitas Negeri Semarang
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018)

3.4. Jumlah Emisi Karbon Oleh Kendaraan Bermotor

Emisi karbondioksida bahan bakar bensin dari sepeda motor dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 6. Emisi Karbondioksida Bahan Bakar Bensin dari Sepeda Motor

Fakultas	Konsumsi Energi (Tj/Bln)	Faktor Emisi (Kg/Tj)	Emisi	
			Kg CO ₂ /Bln	Ton CO ₂ /Thn
1	2	3	4=2x3	5=(4x8)
FIP	0,17897022	69300	12402,64	99,22
FBS	0,3265218	69300	22627,96	181,02
FIS,FE,FH	0,30543876	69300	21166,91	169,34
FMIPA	0,17843034	69300	12365,22	98,92
FT	0,2759229	69300	19121,46	152,97
FIK	0,33041778	69300	22897,95	183,18

Kawasan Rektorat	0,09240198	69300	6403,46	51,23
	Jumlah =		116985,59	935,88

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018.

Tabel 3.6 menunjukkan bahwa total emisi karbondioksida yang dihasilkan bahan bakar bensin dari sepeda motor di Universitas Negeri Semarang adalah sebesar 116.985,59 kg/bulan atau 935,88 ton/tahun. Dengan rincian Fakultas Ilmu Pendidikan sebesar 12.402,64 kg/bulan atau 99,22 ton/tahun, Fakultas Bahasa dan Seni 22.627,96 kg/bulan atau 181,02 ton/tahun, Fakultas Ilmu Sosial, Fakultas Ekonomi dan Fakultas Hukum 21.116,91 kg/bulan atau 169,34 ton/tahun, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam 12.365,22 kg/bulan atau 98,92 ton/tahun, Fakultas Teknik 19.121,46 kg/bulan atau 152,97 ton/tahun, Fakultas Ilmu Keolahragaan 22.897,95 kg/bulan atau 183,18 ton/tahun, serta Kawasan Rektorat sebesar 6.403,46 kg/bulan atau 51,23 ton/tahun.

3.5. Emisi Karbondioksida Bahan Bakar Bensin dari Mobil

Emisi karbondioksida bahan bakar bensin untuk mobil dihitung dari seluruh fakultas termasuk kawasan rektorat dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3. 7. Konsumsi Bahan Bakar Bensin dari Mobil

Fakultas	Jumlah Kendaraan	Rata-rata BBM (Lt/Bln)	Nilai Kalor (Tj/Lt)	Konsumsi Energi (Tj/Bln)
1	2	3	4	5=2x3x4
FIP	9	84,42	0,000033	0,02507274
FBS	34	84,42	0,000033	0,09471924
FIS,FE,FH	47	84,42	0,000033	0,13093542
FMIPA	35	84,42	0,000033	0,09750510
FT	45	84,42	0,000033	0,12536370
FIK	24	84,42	0,000033	0,06686064
Kawasan Rektorat	63	84,42	0,000033	0,17550918

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018.

Berdasarkan Tabel 3.7, diketahui bahwa rata-rata penggunaan bahan bakar bensin untuk mobil setiap bulannya adalah sama yaitu sebesar 84,42 Liter/Bulan. Teknik pengabilan sampel untuk konsumsi bahan bakar bensin mobil dilakukan dengan teknik *purposive sampling* hal tersebut dilakukan karena keterbatasan waktu penelitin dan keterbatasan jumlah sampel sehingga pengambilan sampel dilakukan secara global tidak setiap fakultas atau unit kerja.

Berdasarkan Tabel 3.8, dapat diketahui bahwa FIP menghasilkan emisi karbondioksida dari Mobil sebesar 1.737,54 kg/bulan atau 13,90 ton/tahun, FBS 6.564,04 kg/bulan atau 52,51 ton/tahun, FIS-FE-FH sebesar 9.073,82 kg/bulan atau 72,59 ton/tahun, FMIPA menghasilkan emisi sebesar 6.757,10 kg/bulan atau 54,06 ton/tahun, FT sebesar 8.687,70 kg/bulan atau 69,50 ton/tahun, FIK sebesar 4.633,44 kg/bulan atau 37,07 ton/tahun, dan

Kawasan Rektorat sebesar 12.162,79 kg/bulan atau 97,30 ton/tahun. Total emisi karbondioksida yang dihasilkan bahan bakar bensin untuk mobil sebesar 49.616,45 kg/bulan atau 396,93 ton/tahun.

Tabel 3. 8. Emisi Karbondioksida Bahan Bakar Bensin dari Mobil

Fakultas	Konsumsi Energi (Tj/Bln)	Faktor Emisi (Kg/Tj)	Emisi	
			Kg CO2/Bln	Ton CO2/Thn
1	2	3	4=2x3	5=(4x8)
FIP	0,02507274	69300	1.737,54	13,90
FBS	0,09471924	69300	6.564,04	52,51
FIS,FE,FH	0,13093542	69300	9.073,82	72,59
FMIPA	0,09750510	69300	6.757,10	54,06
FT	0,12536370	69300	8.687,70	69,50
FIK	0,06686064	69300	4.633,44	37,07
Kawasan Rektorat	0,17550918	69300	12.162,79	97,30
			49.616,45	396,93

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018.

3.6. Emisi Karbondioksida Bahan Bakar Solar dari Mobil

Emisi karbondioksida bahan bakar solar untuk kendaraan mobil dapat dihitung dari seluruh fakultas disajikan pada Tabel 3.9. Rata-rata penggunaan bahan bakar solar untuk mobil setiap bulannya adalah sebesar 80 liter/bulan. Teknik pengambilan sampel untuk konsumsi bahan bakar solar mobil dilakukan dengan teknik *purposive sampling* hal tersebut dilakukan karena keterbatasan waktu penelitian dan keterbatasan jumlah sampel sehingga pengambilan

sampel dilakukan secara global tidak setiap fakultas atau unit kerja (Tabel 3.9).

Tabel 3. 9. Konsumsi Bahan Bakar Solar dari Mobil

Fakultas	Jumlah Kendaraan	Rata-rata BBM (Lt/Bln)	Nilai Kalor (Tj/Lt)	Konsumsi Energi (Tj/Bln)
1	2	3	4	5=2x3x4
FIP	0	80	0,000033	0
FBS	0	80	0,000033	0
FIS,FE,FH	2	80	0,000033	0,00528
FMIPA	2	80	0,000033	0,00528
FT	3	80	0,000033	0,00792
FIK	2	80	0,000033	0,00528
Kawasan Rektorat	4	80	0,000033	0,01056

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018.

Emisi karbondioksida bahan bakar solar dari mobil adalah sebesar 2.543,11 kg/bulan atau 20,34 ton/tahun. Kawasan Rektorat merupakan wilayah yang memiliki emisi karbondioksida dari bahan bakar solar tertinggi yaitu sebesar 782,50 kg/bulan atau 6,26 ton/tahun, kemudian pada kawasan FT sebesar 586,87 kg/bulan atau 4,669 ton/tahun, dan FIS, FE, FH, FMIPA, dan FIK sebesar 391,25 kg/bulan atau 3,13 ton/ tahun. Pada kawasan FIP dan FBS sebesar 0,00 kg/bulan karena selama penelitian dilakukan tidak ada mobil yang menggunakan bahan bakar solar melintas (Tabel 3.10).

Tabel 3. 10. Emisi Karbondioksida Bahan Bakar Solar dari Mobil

Fakultas	Konsumsi Energi (Tj/Bln)	Faktor Emisi (Kg/Tj)	Emisi	
			Kg CO2/Bln	Ton CO2/Th
1	2	3	4=2x3	5=(4x8)
FIP	0	74100	0,00	0,00
FBS	0	74100	0,00	0,00
FIS,FE,FH	0,00528	74100	391,25	3,13
FMIPA	0,00528	74100	391,25	3,13
FT	0,00792	74100	586,87	4,69
FIK	0,00528	74100	391,25	3,13
Kawasan Rektorat	0,01056	74100	782,50	6,26
			2543,11	20,34

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018.

3.7. Emisi Karbondioksida Bahan Bakar Solar dari Genset

Emisi karbondioksida dari genset merupakan emisi karbondioksida yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar solar untuk genset yang digunakan pada saat terjadi pemadaman listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Pemadaman listrik dari PLN setiap bulannya tidak menentu tergantung pada musim dan kerusakan yang tidak dapat diprediksi. Berdasarkan data yang diperoleh selama penelitian maka pemadaman listrik yang terjadi setiap bulan diasumsikan selama 5 jam dengan konsumsi bahan bakar solar untuk genset yang berbeda, tergantung kapasitas genset yang digunakan.



Gambar 3. 2. Persentase Emisi Karbondioksida dari Genset di Universitas Negeri Semarang. (Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018)

Jumlah emisi yang bersumber dari Genset paling tinggi berasal dari, Kawasan Rektorat yang meliputi Gedung G dan H, Auditorium, UPT TIK, LP2M serta LP3, yaitu dengan persentase sebesar 28% atau sebesar 11.737,44 kg/tahun. Sementara itu jumlah emisi dari genset yang paling rendah berasal dari Fakultas Ilmu Keolahragaan dengan persentase sebesar 3% atau sebesar 1.467,24 kg/tahun. Tingginya emisi karbondioksida dari genset di kawasan rektorat terjadi karena konsumsi bahan bakar solar di kawasan rektorat merupakan konsumsi bahan bakar solar tertinggi diantara wilayah-wilayah lainnya, maka dari itu emisi yang dihasilkan juga berbanding lurus dengan konsumsi bahan bakar yang digunakan (Gambar 3.2).

Tabel 3. 11. Konsumsi Bahan Bakar Solar dari Genset

Fakultas	Rata-rata BBM (Lt/Bln)	Nilai Kalor (Tj/Lt)	Konsumsi Energi (Tj/Bln)
1	2	3	4=2x3
FIP	100	0,000033	0,00330
FBS	150	0,000033	0,00495
FIS,FE,FH	350	0,000033	0,01155
FMIPA	200	0,000033	0,00660
FT	200	0,000033	0,00660
FIK	50	0,000033	0,00165
Kawasan Rektorat	400	0,000033	0,01320

Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan, 2018

Pada Tabel 3.11 menyajikan tentang konsumsi solar untuk genset, tertinggi berada di Kawasan Rektorat sebesar 400 liter/bulan, dan terendah berada di Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK) sebesar 50 liter/bulan. Sedangkan untuk Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) 100 liter/bulan, Fakultas Bahasa dan Seni (FBS) 150 liter/bulan, Fakultas Ilmu Sosial, Fakultas Ekonomi dan Fakultas Hukum (FIS, FE, FH) 350 liter/bulan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) 200 liter/bulan serta Fakultas Teknik (FT) sebesar 200 liter/bulan.

Total emisi karbondioksida dari bahan bakar solar untuk genset adalah sebesar 3.545,69 kg/bulan atau 42.55 ton/tahun. Fakultas Ilmu Pendidikan menghasilkan emisi sebesar 244.53 kg/bulan atau 2,93

ton/tahun, Fakultas Bahasa dan Seni 366,80 kg/bulan atau 4.40 ton/tahun, Fakultas Ilmu Sosial, Fakultas Ekonomi dan Fakultas Hukum 855,86 kg/bulan atau 10,27 ton/tahun, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam 489,06 kg/bulan atau 5,87 ton/tahun, Fakultas Teknik 489,06 kg/bulan atau 5,87 ton/tahun, Fakultas Ilmu Keolahragaan 122,27 kg/bulan atau 1,47 ton/tahun, serta Kawasan Rektorat sebesar 978,12 kg/bulan atau 11,74 ton/tahun (Tabel 3.12).

Tabel 3. 1. Emisi Karbondioksida Bahan Bakar Solar dari Genset

Fakultas	Konsumsi Energi (Tj/Bln)	Faktor Emisi (Kg/Tj)	Emisi	
			Kg CO2/Bln	Ton CO2/Thn
1	2	3	4=2x3	5=(4x8)
FIP	0,0033	74100	244,53	2,93
FBS	0,00495	74100	366,80	4,40
FIS,FE,FH	0,01155	74100	855,86	10,27
FMIPA	0,0066	74100	489,06	5,87
FT	0,0066	74100	489,06	5,87
FIK	0,00165	74100	122,27	1,47
Kawasan Rektorat	0,0132	74100	978,12	11,74
Jumlah			3545,69	42,55

Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan, 2018

3.8. Total Emisi Karbondioksida

Total emisi karbondioksida di Universitas Negeri Semarang dihitung untuk seluruh fakultas dapat dilihat pada Tabel 3.13. Berdasarkan Tabel 3.13 dan Gambar 3.3, dapat diketahui bahwa jumlah total emisi karbondioksida yang dihasilkan dari kendaraan

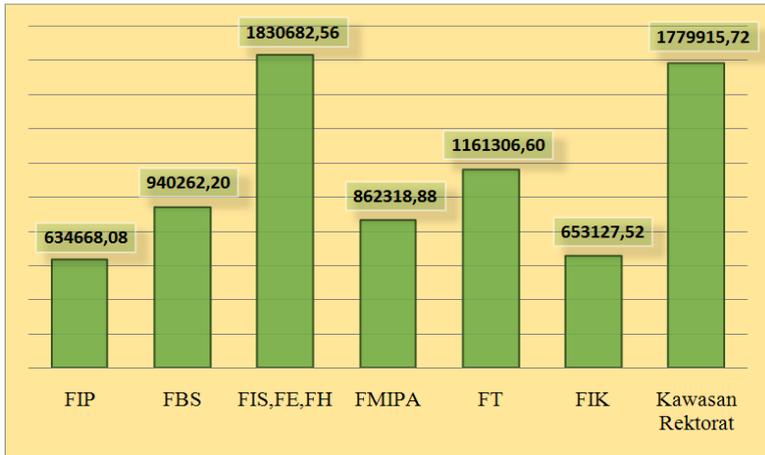
bermotor, genset, serta listrik di Universitas Negeri Semarang adalah 7.862.281,52 Kg/tahun.

Tabel 3. 13. Total Emisi Karbondioksida di UNNES

Fakultas	Emisi (Kg/tahun)			Total Emisi
	Kend. Bermotor	Genset	Listrik	
FIP	113.121,44	2.934,36	518.612,3	634.668,08
FBS	233.536,00	4401,6	702.324,6	940.262,20
FIS,FE,FH	245.055,84	10.270,32	157.535,6	1.830.682,56
FMIPA	156.108,56	5.868,72	700.341,6	862.318,88
FT	227.168,24	5.868,72	928.269,6	116.1306,6
FIK	223.381,12	1.467,24	428.279,2	653.127,52
Kawasan Rektorat	154.789,92	11.737,44	161.338,8	1.779.915,72
	1.353.161,12	42.548,40	6.466.572,0	7.862.281,52

Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan, 2018

Wilayah penghasil emisi karbondioksida terbesar adalah pada Fakultas Ilmu Sosial, Fakultas Ekonomi, dan Fakultas Hukum yaitu sebesar 1.830.682,56 kg/tahun. Sedangkan wilayah penghasil emisi karbondi-oksida terendah adalah Fakultas Ilmu Pendidikan yaitu sebesar 634.668,08 kg/tahun.



Gambar 3. 3. Total Emisi Karbondioksida di UNNES
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018)

BAB 4 KONSUMSI LISTRIK DI KAMPUS UNNES

Konsumsi dapat dikaitkan dengan makanan dan minuman yang diperlukan untuk melakukan kegiatan tertentu. Pengertian konsumsi tidak hanya terbatas pada persoalan makan dan minum, tetapi juga menyangkut semua kebutuhan hidup di masyarakat, baik kebutuhan jasmani maupun rohani. Setiap makhluk hidup pasti melakukan aktivitas konsumsi termasuk manusia. Konsumsi adalah setiap perilaku seseorang untuk menggunakan dan memanfaatkan barang dan jasa untuk memenuhi kebutuhan hidupnya (Yuliadi, 2001:282). Konsumsi listrik merupakan intensitas penggunaan listrik untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari sivitas akademika di Kampus Universitas Negeri Semarang.

Jumlah emisi karbondioksida yang dihasilkan dari konsumsi listrik di UNNES adalah 538.881,06 Kg/bulan atau sebesar 6.466,57 Ton/tahun. Wilayah penghasil emisi karbondioksida terbesar adalah pada Kawasan Rektorat yaitu sebesar 134.449,03 Kg/bulan atau 1.613,39 ton/tahun. Sedangkan untuk wilayah lainnya seperti FIP sebesar 43.217,69 Kg/bulan atau 518,61 Ton/tahun, FBS 58.527,05 Kg/bulan atau 702,32 Ton/tahun, FIS, FE, FH sebesar 131.279,70 Kg/bulan atau 1.575,36 ton/tahun, FMIPA 58.361,80 Kg/bulan atau 700,34 Ton/tahun, FT 77.355,80 Kg/bulan atau 928,27 Ton/tahun serta FIK sebesar 35.689,93 Kg/bulan atau 428,28 Ton/tahun.

Rincian tentang jumlah peralatan yang menggunakan listrik (Tabel 4.1).

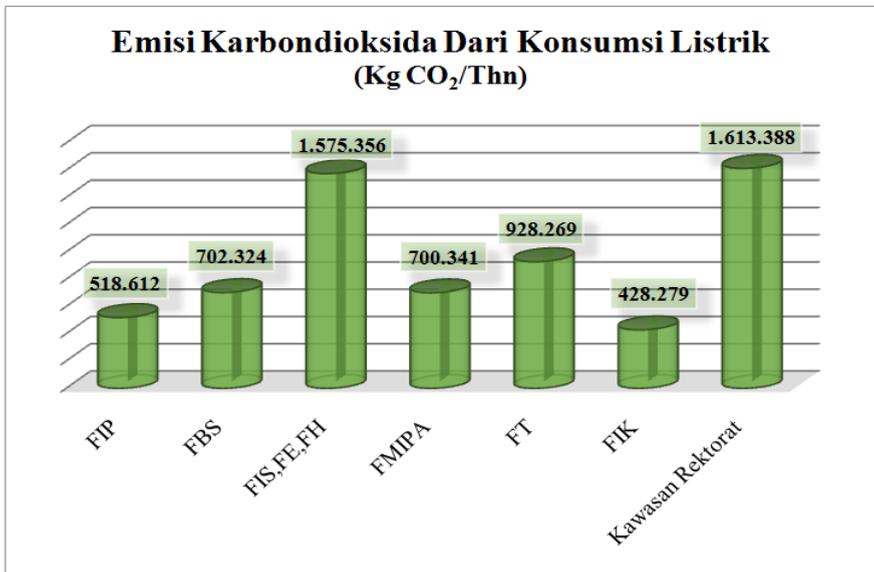
Tabel 4. 1. Emisi Karbondioksida dari Konsumsi Listrik

Fakultas	Σ Per bulan (Kwh)	Faktor Emisi (Ton/Kwh)	Emisi	
			Kg CO ₂ /Bln	Ton CO ₂ /Thn
1	2	3	4=2x3x1000	5=2x3
FIP	73.750,32	0,000586	43.217,69	518,61
FBS	99.875,52	0,000586	58.527,05	702,32
FIS,FE,FH	22.4026,8	0,000586	131.279,70	1.575,36
FMIPA	99.593,52	0,000586	58.361,80	700,34
FT	132.006,48	0,000586	77.355,80	928,27
FIK	60.904,32	0,000586	35.689,93	428,28
Kawasan Rektorat	22.9435,2	0,000586	134.449,03	1.613,39
			538.881,01	6.466,57

Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan, 2018

1.1. Konsumsi Listrik di Kampus UNNES

Emisi karbondioksida dari konsumsi listrik merupakan emisi sekunder atau emisi tidak langsung yang dihasilkan di lokasi penelitian melainkan emisi yang dihasilkan pada tempat produksinya listrik tersebut yaitu di lokasi pembangkit listrik. Emisi dari konsumsi listrik ini penting untuk dikaji tetapi tidak dikatakan sebagai emisi yang dihasilkan di lokasi penelitian artinya emisi dari listrik ini tidak berdampak langsung pada lokasi penelitian tetapi berdampak pada lokasi tempat listrik tersebut diproduksi.



Gambar 4. 1. Persentase Emisi Karbondioksida dari Konsumsi Listrik di Universitas Negeri Semarang
(Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan, 2018)

Berdasarkan Gambar 4.1, dapat diketahui bahwa jumlah emisi yang bersumber dari konsumsi listrik paling tinggi berasal dari, Kawasan Rektorat yang meliputi Gedung G dan H, Auditorium, UPT TIK, LP2M serta LP3, yaitu dengan Persentase sebesar 25% atau sebesar 1.613.388,36 kg/tahun. Fakultas yang memiliki emisi paling rendah adalah Fakultas Ilmu Keolahraagaan, sebesar 7% atau 428.280,00 kg/tahun.

Faktor yang mempengaruhi besarnya konsumsi listrik di kampus Universitas Negeri Semarang adalah banyaknya peralatan elektronik yang menggunakan listrik untuk dapat dioperasikan. Konsumsi listrik terbesar di setiap fakultas dan unit kerja yang ada di Universitas Negeri Semarang adalah konsumsi listrik untuk AC.

1.2. Konsumsi Listrik Tiap Fakultas

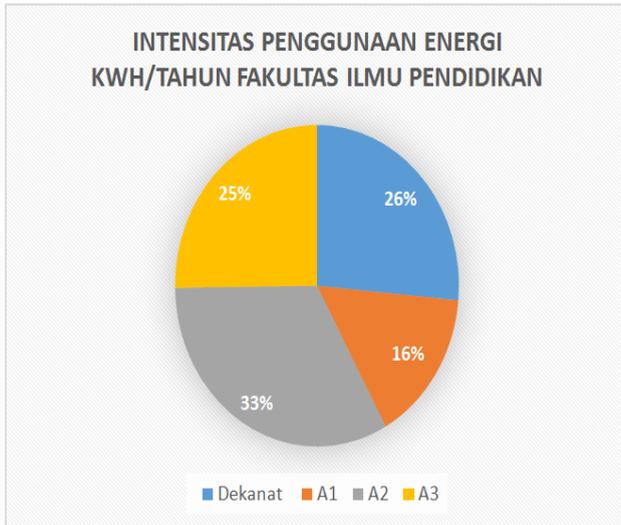
Intensitas konsumsi listrik di UNNES tersebar di semua fakultas, besaran penggunaan di setiap gedung tidak sama, mulai dari FIP, FBS, FIS, FT, FIK, FE, FH dan Rektorat.

a. Fakultas Ilmu Pendidikan

Tabel 4. 2. Intensitas Konsumsi Listrik FIP

Gedung	Total Kwh/Tahun
Dekanat	115,702.08
A1	67,836.29
A2	143,719.68
A3	110,238.34

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019



Gambar 4. 2. Intensitas Penggunaan Energi FIP

Penggunaan energi Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) di kampus UNNES disumbang oleh empat gedung, yakni gedung Dekanar, gedung A1, gedung A2 dan gedung A3. Penggunaan listrik di FIP bila diurutkan dari terbesar hingga terkecil sebagai berikut:

1. Gedung A2 sebesar 33% atau 143.719,68 Kwh/Tahun.
2. Gedung Dekanar sebesar 26% atau 115.702,08 Kwh/Tahun.
3. Gedung A3 sebesar 25% atau 110.238,34 Kwh/Tahun.
4. Gedung A1 sebesar 16% atau 67.836,29 Kwh/Tahun.

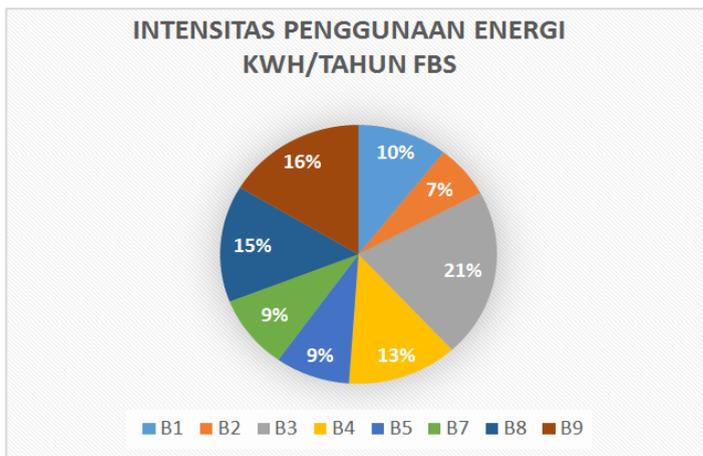
b. Fakultas Bahasa dan Seni

Intensitas konsumsi listrik di FBS berasal dari 8 gedung, besaran penggunaan di setiap gedung tidak sama, paling besar di gedung B2 dan paling sedikit di Gedung 2.

Tabel 4. 3. Intensitas Konsumsi Listrik FBS

Gedung	Total Kwh/Tahun
B1	57.333,12
B2	35.889,98
B3	114.691,20
B4	70.222,46
B5	47.598,72
B7	50.044,80
B8	79.317,89
B9	89.094,72

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019



Gambar 4. 3. Intensitas Penggunaan Listrik di FBS

Penggunaan listrik di Fakultas Bahasa dan Seni di sumbang oleh delapan gedung yakni, gedung B1, B2, B3, B4, B5, B7, B8, dan B9. Penggunaan listrik di FBS bila diurutkan dari terbesar hingga terkecil sebagai berikut:

1. Gedung B3 sebesar 21% atau 114.691,20 Kwh/Tahun.
2. Gedung B9 sebesar 16% atau 89.094,72 Kwh/Tahun.
3. Gedung B8 sebesar 15% atau 79.317,89 Kwh/Tahun;
4. Gedung B4 sebesar 13% atau 70.222,46 Kwh/Tahun.
5. Gedung B1 sebesar 10% atau 57.333,12 Kwh/Tahun.
6. Gedung B7 sebesar 9% atau 50.044,80 Kwh/Tahun.
7. Gedung B5 sebesar 9% atau 47.598,72 Kwh/Tahun.
8. Gedung B2 sebesar 7% atau 35.889,98 Kwh/Tahun.

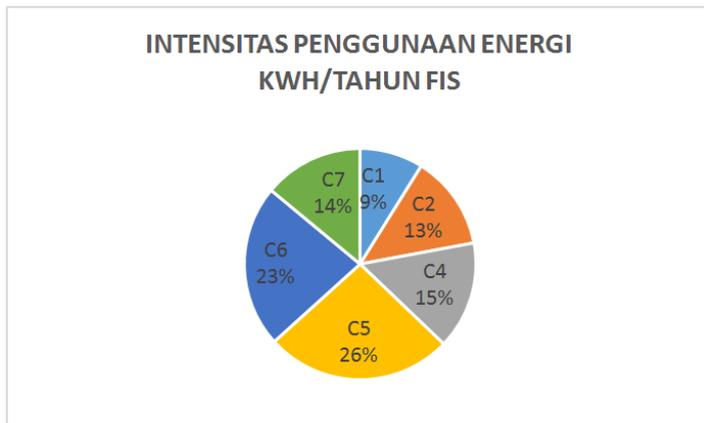
c. Fakultas Ilmu Sosial

Intensitas konsumsi listrik di Kampus Fakultas Ilmu Sosial (FIS), disumbang dari 6 gedung, yaitu di Gedung C1, C2, C3, C4, C5, dan C6. Maaing-masing besarnya tidak sama, dan paling ebsar dari gedung C5. Gedung C5 merupakan gedung ayng fungsinya adalah laboratorium dari jurusan yang ada di FIS (Tabel 4.4).

Tabel 4. 4. Intensitas Konsumsi Listrik FIS

Gedung	Total Kwh/Tahun
C1	66.633,22
C2	99.665,28
C4	114.147,07
C5	196.876,99
C6	171.966,91
C7	105.089,09

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019



Gambar 4. 4. Intensitas Penggunaan Listrik di FIS

Penggunaan listrik di Fakultas Ilmu Sosial disumbang oleh enam Gedung yakni Gedung C1, C2, C4, C5, C6, dan C7. Penggunaan listrik di Fakultas Ilmu Sosial diurutkan dari penggunaan terbesar hingga terendah sebagai berikut.

1. Gedung C5 sebesar 26% atau 196.875,99 Kwh/Tahun;

2. Gedung C6 sebesar 23% atau 171.966,91 Kwh/Tahun;
3. Gedung C4 sebesar 15% atau 114.147,07 Kwh/tahun;
4. Gedung C7 sebesar 14% atau 105.089,09 Kwh/Tahun;
5. Gedung C2 sebesar 13% atau 99.665,28 Kwh/Tahun;
6. Gedung C1 sebesar 9% atau 66.633,22 Kwh/Tahun.

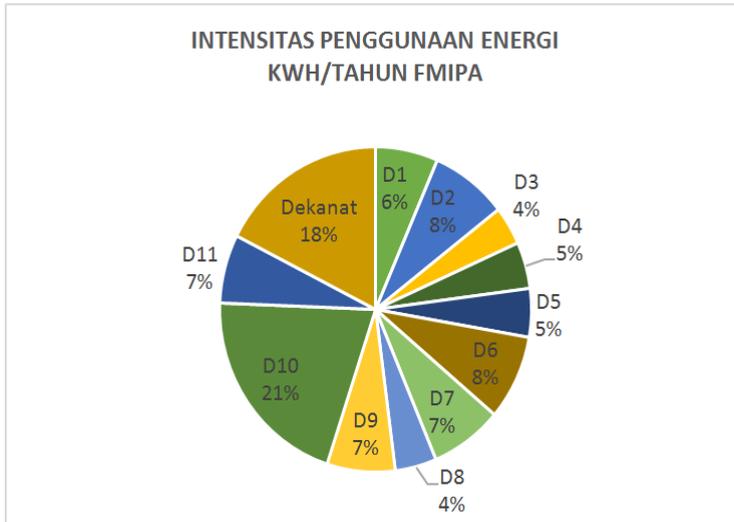
d. Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam

Intensitas konsumsi listrik di FMIPA disumbang dari 12 gedung yaitu D1 sampai dengan Dekanat. Masing-masing memberikan sumbangan tidak sama, paling besar Gedung Dekanat.

Tabel 4. 5. Intensitas Konsumsi Listrik FMIPA

Gedung	Total Kwh/Tahun	Gedung	Total Kwh/Tahun
D1	57.128,45	D7	65.884,42
D2	70.234,94	D8	37.849,34
D3	33.718,46	D9	62.305,15
D4	40.784,64	D10	181.321,92
D5	42.546,82	D11	60.270,91
D6	74.395,78	Dekanat	154.287,74

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019



Gambar 4. 5. Intensitas Penggunaan Listrik di FMIPA

Penggunaan listrik di Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam disumbang oleh 12 gedung yakni gedung D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, dan Dekanat. Penggunaan listrik di FMIPA diurutkan dari penggunaan terbesar hingga terkecil sebagai berikut.

1. Gedung D10 sebesar 21% atau 181.321,92 Kwh/Tahun;
2. Gedung Dekanat sebesar 18% atau 154.287,74 Kwh/Tahun;
3. Gedung D6 sebesar 8% atau 74.395,78 Kwh/Tahun;
4. Gedung D2 sebesar 8% atau 70.234,94 Kwh/Tahun;
5. Gedung D7 sebesar 7% atau 65.884,42 Kwh/Tahun;
6. Gedung D9 sebesar 7% atau 62.305,15 Kwh/Tahun;
7. Gedung D11 sebesar 7% atau 60.270,91 Kwh/Tahun;
8. Gedung D1 sebesar 6% atau 57.128,45 Kwh/Tahun;
9. Gedung D5 sebesar 5% atau 42.546,82 Kwh/Tahun;
10. Gedung D4 sebesar 5% atau 40.783,64 Kwh/Tahun;
11. Gedung D8 sebesar 4% atau 37.849,34 Kwh/Tahun;
12. Gedung D3 sebesar 4% atau 33.718,46 Kwh/Tahun.

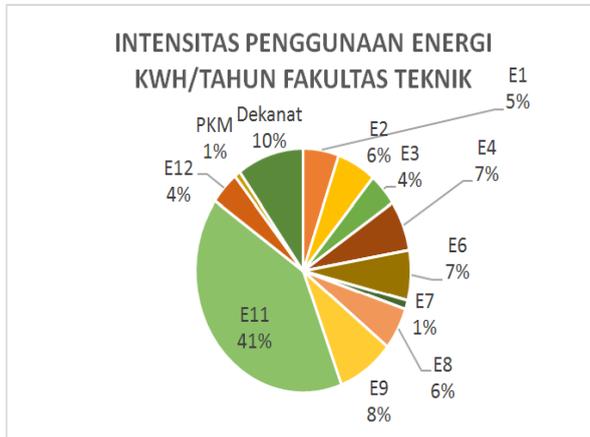
e. Fakultas Teknik

Intensitas konsumsi listrik di Fakultas Teknik disumbang dari 13 gedung, yaitu gedung E1, E2, E3, E4, E5, E6, E8, E9, E11, E12, PKM, dan Dekanat. Masing-masing gedung menyumbang tidak sama, dan paling banyak dari gedung E11 dan paling sedikit dari gedung PKM (Tabel 4.6).

Tabel 4. 6. Intensitas Konsumsi Listrik FT

Gedung	Total Kwh/Tahun
E1	42.067,58
E2	46.036,22
E3	34.280,06
E4	52.386,05
E6	52.386,05
E7	9.424,90
E8	43.919,62
E9	66.842,88
E11	318.225,02
E12	34.190,21
PKM	7.066,18
Dekanat	78.636,48

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019



Gambar 4. 6. Intensitas Penggunaan Listrik di FT

Penggunaan listrik di Fakultas Teknik dsumbang oleh 12 gedung yakni gedung E1, E2, E3, E4, E6, E7, E8, E9, E11, E12, PKM, dan Dekanat. Penggunaan listrik di FT bila diurutkan dari penggunaan terbesar hingga terkecil sebagai berikut:

1. Gedung E11 sebesar 41% atau 318.225,02 Kwh/Tahun;
2. Gedung Dekanat sebesar 10% atau 78.636,48 Kwh/Tahun;
3. Gedung E9 sebesar 8% atau 66.842,88 Kwh/Tahun;
4. Gedung E4 dan E6 sebesar 7% atau 52,386,05 Kwh/Tahun;
5. Gedung E2 sebesar 6% atau 46.036,22 Kwh/Tahun;
6. Gedung E8 sebesar 6% atau 43.919,62 Kwh/Tahun;
7. Gedung E1 sebesar 5% atau 42.067,58 Kwh/Tahun;
8. Gedung E12 sebesar 4% atau 34.190, 21 Kwh/Tahun;
9. Gedung E7 sebesar 1% atau 9.424,90 Kwh/Tahun;
10. Gedung PKM sebesar 1% atau 7.066,18 Kwh/Tahun.

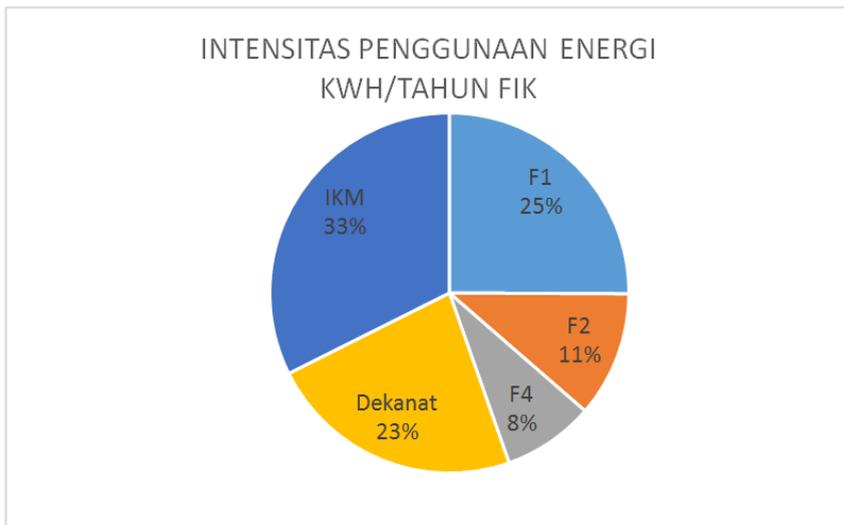
f. Fakultas Ilmu Keolahragaan

Penggunaan listrik di FIK disumbang oleh lima gedung yakni gedung F1, F2, F4, Dekanat dan IKM (Tabel 4.7). Masing-masing menyumbang bervariasi, paling tinggi gedung IKM dan paling rendah di gedung F4

Tabel 4. 7. Intensitas Konsumsi Listrik FIK

Gedung	Total Kwh/Tahun
F1	98.307,46
F2	44.279,04
F4	32.298,24
Dekanat	90.290,30
IKM	126.894,14

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019



Gambar 4. 7. Intensitas Penggunaan Listrik di FIK

Penggunaan listrik di FIK disumbang oleh lima gedung yakni gedung F1, F2, F4, Dekanat dan IKM. Penggunaan listrik di FIK bila diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil sebagai berikut:

1. Gedung IKM sebesar 33% atau 126.894,14 Kwh/Tahun;
2. Gedung F1 sebesar 25% atau 98.307,46 Kwh/tahun;
3. Gedung Dekanat sebesar 23% atau 90.290,30 Kwh/Tahun;
4. Gedung F2 sebesar 11% atau 44.279,04 Kwh/Tahun;
5. Gedung F4 sebesar 8% atau 32.290,24 Kwh/Tahun.

g. Fakultas Ekonomi

Penggunaan listrik di Fakultas Ekonomi disumbang oleh empat gedung yaitu gedung Dekanat, Timur, Barat dan C3. Masing-masing memberikan sumbangan berbeda, paling tinggi dari gedung Barat dan terendah dari gedung C3.

Tabel 4. 8. Intensitas Konsumsi Listrik FE

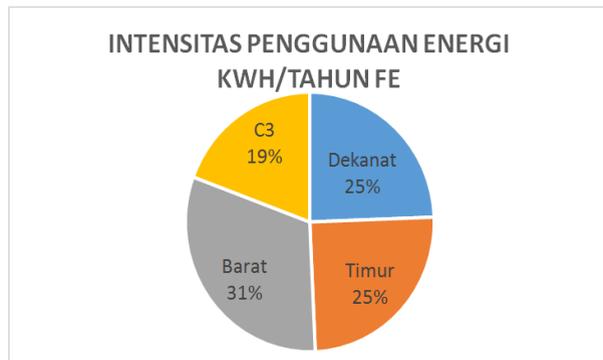
Gedung	Total Kwh/Tahun
Dekanat	222.812,93
Timur	227.445,50
Barat	286.423,49
C3	176.629,44

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019

Penggunaan listrik di Fakultas Ekonomi disumbang oleh empat gedung yaitu gedung Dekanat, Timur, Barat dan C3 (Tabel 4.8).

Penggunaan listrik di FE bila diurutkan dari terbesar hingga terkecil sebagai berikut:

1. Gedung Barat sebesar 31% atau 286.423,49 Kwh/Tahun;
2. Gedung Timur sebesar 25% atau 227.445,50 Kwh/Tahun;
3. Gedung Dekanat sebesar 25% atau 222.812,93 Kwh/Tahun;
4. Gedung C3 sebesar 19% atau 176.629,44 Kwh/Tahun.



Gambar 4. 8. Intensitas Penggunaan listrik di FE

h. Fakultas Hukum

Intensitas konsumsi listrik di FH data sama dengan tabel sebelumnya (Tabel 4.8).

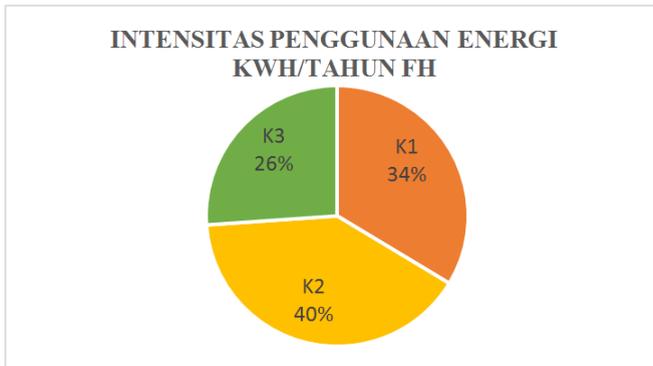
Tabel 4. 9. Intensitas Konsumsi Listrik FH

Gedung	Total Kwh/Tahun
Dekanat	222.812,93
Timur	227.445,50
Barat	286.423,49
C3	176.629,44

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019

Penggunaan listrik di Fakultas Hukum disumbang oleh 3 gedung yakni gedung K1, K2, dan K3. Penggunaan listrik di FH bila diurutkan dari terbesar hingga terkecil sebagai berikut:

1. Gedung K2 sebesar 40% atau 145.392 Kwh/Tahun;
2. Gedung K1 sebesar 34% atau 121.680 Kwh/Tahun;
3. Gedung K3 sebesar 26% atau 94.318,85 Kwh/Tahun.



Gambar 4. 9. Intensitas Penggunaan Listrik di FH

i. Rektorat

Intensitas konsumsi listrik di kawasan rektorat meliputi gedung rektorat, LP2M, LP3, Perpustakaan Pusat, PKMU, Gedung UKM, dan gedung IP. Keenam gedung tersebut merupakan aktivitas puncak yang ada di Kampus UNNES, sehingga konsumsi listrik tinggi. Masing-masing gedung memberikan sumbangan berbeda, paling tinggi di gedung IT dan paling rendah di gedung PKMU.

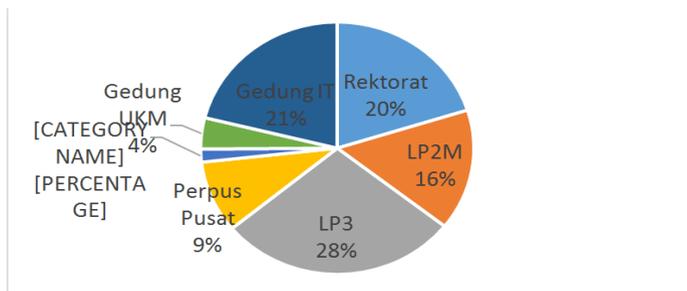
Penggunaan listrik di Rektorat disumbang oleh tujuh gedung yakni Rektorat, LP2M, LP3, Perpustakaan Pusat, PKMU, UKM, dan IT. Penggunaan listrik di lingkungan Rektorat bila diurutkan dari terbesar hingga terkecil sebagai berikut (Tabel 4.10).

1. Gedung LP3 sebesar 28% atau 474.826,56 Kwh/Tahun;
2. Gedung IT sebesar 21% atau 353.311,30 Kwh/Tahun;
3. Gedung Rektorat sebesar 20% atau 336.742,85 Kwh/Tahun;
4. Gedung LP2M sebesar 16% atau 260.352,77 Kwh/Tahun;
5. Gedung Perpustakaan Pusat sebesar 9% atau 154.527,36 Kwh/Tahun;
6. Gedung UKM sebesar 4% atau 67.072,51 Kwh/Tahun;
7. Gedung PKMU sebesar 2% atau 28.167,36 Kwh/Tahun.

Tabel 4. 10. Intensitas Konsumsi Listrik Rektorat

Gedung	Total Kwh/Tahun
Rektorat	336,742.85
LP2M	260.352,77
LP3	474.826,56
Perpus Pusat	154.527,36
PKMU	28.167,36
Gedung UKM	67.072,51
Gedung IT	353.311,30

Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan, 2018



Gambar 4. 10. Intensitas Penggunaan Listrik di Rektorat

1.3. Konsumsi Listrik Tiap Sarana dan Prasarana Per Fakultas

Penggunaan listrik per sarana dan prasarana yang digunakan di setiap fakultas mempengaruhi jumlah penggunaan dan konsumsi listrik secara keseluruhan. Sarana dan prasarana yang digunakan di setiap fakultas kebanyakan menggunakan listrik seperti penggunaan AC, lampu, komputer, dispenser, kipas angin, kulkas, LCD Proyektor dan TV. Penggunaan sarana dan prasarana tersebut berpengaruh terhadap besaran listrik yang digunakan.

a. Penggunaan Listrik Per Sarana dan Prasarana di Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP)

Penggunaan listrik di FIP untuk kegunaan sarana prasarana pendukung kegiatan. Jenis sarana prasarana yang menggunakan listrik yaitu AC, dispenser, kipas angin, komputer, kulkas, lampu, LCD, dan TV (Tabel 4.11).

Tabel 4.11 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana di FIP

Gedung	AC (Watt)		Dispenser (Watt)	Kipas Angin (Watt)	Komputer (Watt)	Kulkas (Watt)	Lampu (W)			LCD Proyektor	TV (Watt)	Jumlah Daya (Watt)
	1 PK	2 PK					TL 20	TL 40	SL			
	840	1920					350	103	500			
Dekanat	12.600	23.040	-	-	5.000	400	1.420	-	1.845	1.000	1.050	46.355
A1	10.080	-	1.750	2.678	6.500	800	820	-	1.350	2.500	700	27.178
A2	38.640	-	-	1.030	8.500	1.200	880	-	1.380	3.500	2.450	57.580
A3	23.520	-	2.100	2.781	5.000	800	120	-	3.345	4.750	1.750	44.166

Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan, 2018

Penggunaan listrik terbesar pada Fakultas Ilmu Pendidikan berada di gedung A2 dengan penggunaan sebesar 57.580 watt. Sedangkan penggunaan terendah berada di gedung A1 sebesar 27.178 watt. Penggunaan listrik terbesar didominasi oleh penggunaan sarana komputer dan AC pada setiap gedungnya.

b. Penggunaan Listrik Per Sarana dan Prasarana Setiap Gedung di Fakultas Bahasa dan Seni (FBS)

Penggunaan listrik di FBS untuk kegunaan sarana prasarana pendukung kegiatan. Jenis sarana prasarana yang menggunakan listrik yaitu AC, dispenser, kipas angin, komputer, kulkas, lampu, LCD, dan TV.

Tabel 4.12 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana di FBS

Gedung	AC (Watt)		Dispenser (Watt)	Kipas Angin (Watt)	Komputer (Watt)	Kulkas (Watt)	Lampu (W)			LCD Proyektor	TV (Watt)	Jumlah Daya (Watt)
	1 PK	2 PK					TL 20	TL 40	SL			
	840	1920					350	103	500			
Dekanat	25.740	-	1.400	721	8.000	-	-	2.960	375	500	1.400	41.096
B1	10.530	-	700	1.545	500	400	-	5.040	705	2.500	1.050	22.970
B2	1.170	-	350	824	2.000	-	-	6.000	585	2.750	700	14.379
B3	22.230	7.680	1.050	-	6.500	400	-	4.760	630	2.000	700	45.950
B4	22.230	-	350	824	1.000	220	-	-	810	2.000	700	28.134
B5	3.510	3.840	-	1.545	-	-	-	6.720	705	2.750	-	19.070
B7	-	15.360	-	-	2.000	-	-	-	1.140	500	1.050	20.050
B8	22.230	-	-	103	5.000	-	-	2.320	525	1.250	350	31.778
B9	26.910	-	700	-	3.000	-	1.200	-	3.285	250	350	35.695

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018

Penggunaan listrik terbesar pada FBS berada di gedung B3 dengan penggunaan sebesar 45.950 watt. Sedangkan penggunaan terendah berada di gedung B2 dengan jumlah sebesar 14.397 watt. Penggunaan listrik terbesar didominasi oleh penggunaan sarana AC dan komputer pada setiap gedungnya.

c. Penggunaan Listrik Per Sarana dan Prasarana Setiap Gedung di Fakultas Ilmu Sosial (FIS)

Penggunaan listrik terbesar pada Fakultas Ilmu Sosial berada di gedung C5 dengan penggunaan sebesar 78.877 watt. Sedangkan

penggunaan terendah berada di gedung C1 sebesar 26.696 watt. Penggunaan listrik terbesar didominasi oleh penggunaan sarana AC dan komputer pada setiap gedungnya.

Tabel 4.13 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana di Fakultas Ilmu Sosial (FIS)

Gedung	AC (Watt)		Dispenser (Watt)	Kipas Angin (Watt)	Komputer (Watt)	Kulkas (Watt)	Lampu (W)			LCD Proyektor	TV (Watt)	Jumlah Daya (Watt)
	1 PK	2 PK					TL 20	TL 40	SL 15			
	840	1920	350	103	500	400	20	40	15	250	350	
C1	14.280	-	1.050	1.236	3.000	1.200	2.140	-	1.440	2.000	350	26.696
C2	13.440	-	1.400	3.090	12.000	-	4.360	-	540	3.000	2.100	39.930
C4	26.040	-	700	927	12.000	400	2.000	-	765	1.500	1.400	45.732
C5	15.960	13.440	1.050	927	39.500	400	3.140	-	1.560	1.500	1.400	78.877
C6	43.680	-	1.400	1.957	15.500	400	920	-	1.890	1.750	1.400	68.897
C7	26.880	-	-	618	7.000	800	1.240	-	2.415	1.750	1.400	42.103

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018

d. Penggunaan Listrik Per Sarana dan Prasarana Setiap Gedung di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan (FMIPA)

Penggunaan listrik terbesar pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan berada di gedung D10 dengan penggunaan sebesar 72.645 watt. Sedangkan penggunaan terendah berada di gedung D3 dengan jumlah sebesar 13.509 watt. Penggunaan listrik terbesar didominasi oleh penggunaan sarana AC dan komputer pada setiap gedungnya.

Tabel 4.14 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan (FMIPA)

Gedung	AC (Watt)		Dispenser (Watt)	Kipas Angin (Watt)	Komputer (Watt)	Kulkas (Watt)	Lampu (W)			LCD Proyektor	TV (Watt)	Jumlah Daya (Watt)
	1 PK	2 PK					TL 20	TL 40	SL			
	840	1920										
Dekanat	16.800	24.960	1.050	309	13.500	400	1.740	-	1.005	1.000	1.050	61.814
D1	1.680	-	-	2.678	10.000	-	3.640	-	1.140	3.750	-	22.888
D2	5.880	-	350	2.884	11.000	-	4.140	-	135	3.750	-	28.139
D3	3.360	-	350	1.854	1.000	-	3.400	-	195	3.000	350	13.509
D4	8.400	-	-	1.275	1.500	-	2.440	-	225	2.500	-	16.340
D5	6.720	-	350	206	7.500	-	1.240	-	180	500	350	17.046
D6	20.160	-	-	206	4.000	-	3.600	-	90	-	1.750	29.806
D7	16.800	-	700	206	3.000	400	2.880	-	210	1.500	700	26.396
D8	9.240	-	350	309	1.000	800	2.420	-	345	-	700	15.164
D9	6.720	-	1.050	412	13.500	1.200	220	-	1.110	750	-	24.962
D10	26.880	-	700	-	40.500	400	680	-	885	2.250	350	72.645
D11	5.040	-	1.050	3.502	6.500	2.000	2.740	-	765	1.500	1.050	24.147

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018

e. Penggunaan Listrik Per Sarana dan Prasarana Setiap Gedung di Fakultas Teknik (FT)

Penggunaan listrik terbesar pada Fakultas Teknik berada di gedung E11 dengan penggunaan sebesar 127.498 watt.

Tabel 4.15 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana di FT

Gedung	AC (Watt)		Dispense (Watt)	Kipas Angin (Watt)	Komputer (Watt)	Kulkas (Watt)	Lampu (W)			LCD Proyektor	TV (Watt)	Jumlah Daya (Watt)
	1 PK	2 PK					TL 20	TL 40	SL			
	840	1920										
Dekanat	-	12.870	700	-	7.000	800	20	3.920	1.395	2.000	2.800	31.505
E1	3.510	-	350	3.139	-	1.200	-	6.800	855	1.000	-	16.854
E2	9.360	-	-	2.884	1.000	-	-	960	1.740	2.500	-	18.444
E3	4.680	-	350	309	-	400	1.280	6.240	225	250	-	13.734
E4	4.321	-	210	120	-	200	1.280	6.240	225	250	-	11.345
E6	8.190	1.920	-	1.133	2.500	-	120	5.360	915	500	350	20.988
E7	-	-	-	721	-	400	-	800	1.605	250	-	3.776
E8	5.850	3.840	-	1.236	3.500	-	240	1.520	660	750	-	17.596
E9	4.680	5.760	-	-	3.000	-	560	10.480	600	1.000	700	26.780
E11	2.340	55.680	700	1.339	51.000	1.600	220	10.720	2.145	1.750	-	127.494
E12	1.170	-	350	1.648	1.000	-	40	4.560	2.580	2.000	350	13.698
PKM	-	-	700	721	-	-	-	-	210	500	700	2.831

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018

Penggunaan terendah berada di gedung PKM sebesar 2.831 watt. Penggunaan listrik terbesar didominasi oleh penggunaan sarana AC dan komputer pada setiap gedungnya.

f. Penggunaan Listrik Per Sarana dan Prasarana Setiap Gedung di Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK)

Penggunaan listrik terbesar pada Fakultas Ilmu Keolahragaan berada di gedung IKM dengan penggunaan sebesar 50.839 watt.

Tabel 4.16 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana di FIK

Gedung	AC (Watt)		Dispen ser (Watt)	Kipas Angin (Watt)	Komp uter (Watt)	Kulkas (Watt)	Lampu (W)			LCD Proy ektor	TV (Watt)	Jumla h Daya (Watt)
	1 PK	2 PK					TL 20	TL 40	SL			
	840	1920					350	103	500			
Dekanat	9.360	17.280	700	309	3.500	-	2.600	-	1.575	500	350	36.174
F1	22.230	5.760	350	206	3.500	-	40	6.720	330	250	-	39.386
F2	8.190	-	-	3.090	1.000	-	-	-	1.710	3.750	-	17.740
F4	1.170	-	1.400	-	-	-	780	6.000	840	1.000	1.750	12.940
IKM	-	17.280	350	2.884	23.000	400	3.840	-	735	2.000	350	50.839

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018

Sedangkan penggunaan terendah berada di gedung F4 dengan jumlah sebesar 12.940 watt. Penggunaan listrik terbesar didominasi oleh penggunaan sarana AC dan komputer pada setiap gedungnya.

g. Penggunaan Listrik Per Sarana dan Prasarana Setiap Gedung di Fakultas Hukum (FH)

Penggunaan listrik terbesar pada Fakultas Hukum berada di gedung K2 dengan penggunaan sebesar 58.250 watt. Sedangkan penggunaan terendah berada di gedung K3 dengan jumlah sebesar 37.788 watt. Penggunaan listrik terbesar didominasi oleh penggunaan sarana AC dan komputer pada setiap gedungnya.

Tabel 4.17 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana di FH

Gedung	AC (Watt)		Dispen ser (Watt)	Kipas Angin (Watt)	Komp uter (Watt)	Kulka s (Watt)	Lampu (W)			LCD Proye ktor	TV (Watt)	Jumlah Daya (Watt)
	1 PK	2 PK					TL 20	TL 40	SL			
	840	1920					350	103	500			
K1	15.960	15.360	700	-	8.500	800	-	3.800	1.830	750	1.050	48.750
K2	10.080	30.720	-	1.545	2.000	-	-	9.440	1.515	2.250	700	58.250
K3	12.600	13.440	-	1.133	-	-	-	7.080	1.185	2.000	350	37.788

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018

h. Penggunaan Listrik Per Sarana dan Prasarana Setiap Gedung di Fakultas Ekonomi (FE)

Penggunaan listrik terbesar pada Fakultas Ekonomi berada di gedung Kampus Barat dengan penggunaan sebesar 114.753 watt. Sedangkan penggunaan terendah berada di gedung C3 sebesar 70.765 watt. Penggunaan listrik terbesar didominasi oleh penggunaan sarana AC dan komputer pada setiap gedungnya.

Tabel 4.18 Penggunaan Listrik Per Sarana Prasarana di FE

Gedung	AC (Watt)		Dispen ser (Watt)	Kipas Angin (Watt)	Komp uter (Watt)	Kulkas (Watt)	Lampu (W)			LCD Proye ktor	TV (Watt)	Jumlah Daya (Watt)
	1 PK	2 PK					TL 20	TL 40	SL			
	840	1920					350	103	500			
Dekanat	4.200	65.280	700	103	8.500	-	5.160	400	1.875	250	2.800	89.268
Timur	57.960	-	1.750	309	5.000	800	18.720	-	1.635	2.500	2.450	91.124

Barat	23.520	-	1.050	103	66.000	-	19.180	-	1.200	3.000	700	114.753
C3	35.280	26.880	-	-	-	-	3.980	-	1.125	3.500	-	70.765

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018

i. Penggunaan Listrik Per Sarana dan Prasarana Setiap Gedung di Kawasan Rektorat

Penggunaan listrik terbesar pada Fakultas Bahasa dan Seni berada di gedung LP3M dengan penggunaan sebesar 190.235 watt. Sedangkan penggunaan terendah berada di gedung PKMU dengan jumlah sebesar 11.285 watt. Penggunaan listrik terbesar didominasi oleh penggunaan sarana AC dan komputer pada setiap gedungnya.

Tabel 4.19 Penggunaan Listrik di Kawasan Rektorat

Gedung	AC (Watt)		Dispen ser (Watt)	Kipas Angin (Watt)	Komp uter (Watt)	Kulkas (Watt)	Lampu (W)			LCD Proy ektor	TV (Watt)	Jumlah Daya (Watt)
	1 PK	2 PK					TL 20	TL 40	SL			
	840	1920					350	103	500			
Rektorat	78.120	-	3.150	1.133	28.500	1.600	180	3.320	13.760	2.750	2.400	134.913
LP2M	22.680	53.760	700	103	14.000	-	7.340	-	2.175	750	2.800	104.308
LP3M	16.800	40.320	1.400	-	114.500	800	5.880	-	1.785	1.750	7.000	190.235
Perpus Pusat	7.560	19.200	2.450	5.765	16.000	1.200	3.560	-	3.225	500	2.450	61.910
PKMU	-	7.680	700	-	1.500	-	-	-	555	500	350	11.285
Gedung UKM	-	3.840	5.250	2.472	11.000	-	-	-	1.860	-	2.450	26.872
Gedung IT	8.400	48.000	2.800	206	48.500	800	-	-	14.800	45	18.000	141.551

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019

j. Konsumsi Listrik Tiap Gedung di UNNES

Penggunaan listrik di UNNES diperinci pada setiap gedung yang memerlukan atau menggunakan daya listrik. Penggunaan listrik di UNNES meliputi keseluruhan gedung yang termasuk

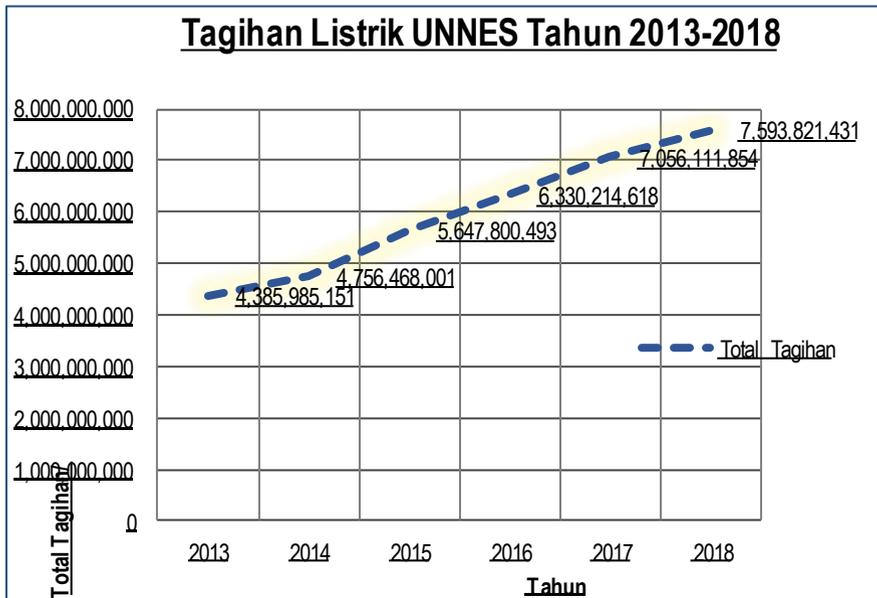
dalam kampus UNNES baik yang ada di Semarang maupun di kampus UNNES yang di Tegal.

Tabel 4.20 Penggunaan Listrik dan Tagihan Listri Tiap Gedung di Kampus UNNES Tahun 2018

No	Nama	Daya	Total Penggunaan Listrik (kWh)	Total Tagihan (Rp/tahun)
1	PGSD Tegal	22.000	17.916	12.250.800
2	PGSD UPP 4 Tegal	11.000	7.065	4.801.500
3	PGSD Tegal B	66.000	41.835	30.448.920
4	Universitas Negeri Semarang	2.200	5.305	5.775.957
5	Kantor IKIP	900	4.164	2.070.480
6	Kampus IKIP	23.000	30.139	16.772.700
7	UNNES (Wisma Tamu)	4.400	10.523	14.183.706
8	UPBJJ UT	22.000	35.348	33.167.835
9	G.LRC sub P3G IKIP	13.200	8.985	5.738.400
10	Lab FKIK IKIP	7.700	12.882	14.864.724
11	Lab Biologi/FMIPA	1.300	3.384	1.913.724
12	Kampus IKIP Negeri Semarang	164.000	191.109	167.683.500
13	IKIP Semarang Press	41.500	38.252	56.172.890
14	Universitas Negeri Semarang	147.000	141.822	107.880.300
15	UNNES Semarang Gedung Fasum B	147.000	127.927	94.367.700
16	UNNES Semarang Gedung Fasum A	147.000	415.688	298.865.100
17	Gedung Serba Guna UNNES	555.000	256.169	361.495.571
18	GSG Training Center	345.000	230.518	236.031.101
19	GSG Training UNNES II (Pasca)	555.000	636.091	759.629.526
20	Asrama Mahasiswa 1	2.200	4.324	6.079.637
21	Asrama Mahsiswa 2	2.200	1.799	2.667.777
22	Asrama Mahasiswa 3	2.200	2.372	3.504.257
23	Asrama Mahasiswa 4	2.200	4.657	5.580.852
24	Asrama Mahasiswa 5	2.200	1.256	1.549.452
25	Asrama Mahasiswa 6	2.200	1.257	1.549.452
26	Gedung Asrama Mahasiswa UNNES	131.000	98.519	81.115.560
27	SPG Negeri/ Kampus	23.000	25.433	22.967.100
28	Gedung B PGSD UNNES Semarang	164.000	132.813	106.996.050
29	Universitas Negeri Semarang	1.385.000	2.342.749	2.327.104.344
30	Universitas Negeri Semarang	105.000	269.068	197.117.040
31	Universitas Negeri Semarang	2.200	1.351	802.560
32	Bengkel dan Garasi UNNES	1.300	2.426	2.196.606
33	Universitas Negeri Semarang	105.000	75.393	57.622.680
34	Gedung IT UNNES	147.000	579.818	452.682.450

35	Gedung Serba Guna UNNES	131.000	336.586	265.348.080
36	Gedung UNNES Bagian Timur	1.730.000	2.617.836	1.834.823.100

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019



Gambar 4.11. Peningkatan Tagihan Listrik UNNES Tahun 2013-2018

BAB 5 KEMAMPUAN POHON MENYERAP EMISI KARBON DAN DI KAMPUS UNNES

5.1. Daya Serap Emisi Karbondioksida oleh Pohon

Ruang terbuka hijau (RTH) memiliki peranan yang penting dalam mengurangi dampak terjadinya pemanasan global. Pada proses fotosintesis, tumbuhan menyerap CO₂ dan air yang kemudian diubah menjadi glukosa dan oksigen dengan bantuan sinar matahari. Peran tumbuhan dalam daur CO₂ perlu dimanfaatkan dengan maksimal. Kemampuan RTH dalam penyerapan CO₂ ini didukung dengan adanya peraturan bahwa wilayah perkotaan wajib memiliki ruang terbuka hijau minimal memiliki 30% dari wilayahnya. Keberadaan Pohon di Kampus UNNES dan kemampuan dalam menyerap karbon (CO₂), diuraikan sebagai berikut.

a. Fakultas Ilmu Pendidikan

Jenis pohon yang ada di Fakultas Ilmu Pendidikan sejumlah 34 jenis pohon, sedangkan untuk jumlah serapan emisi oleh pohon yang berada di Fakultas Ilmu Pendidikan adalah sebesar 637.972,02 Kg/tahun. Serapan terbesar berasal dari pohon trembesi yaitu sebesar 455.814,24 Kg/tahun (Tabel 5.1).

Tabel 5. 1. Daya Serap Emisi CO₂ oleh Pohon di FIP

No.	Nama Pohon	Jumlah	Daya Serap (Kg/pohon/tahun)	Total Serapan (Kg/thn)
1	2	3	4	5=3x4
1.	Akasia	15	48,86	732,9
2.	Angsana	3	11,12	33,36
3.	Alpukat	4	756,59	3026,36
4.	Beringin	2	535,9	1071,8
5.	Cemara	3	221,18	663,54
6.	Cempaka	30	42,2	1266
7.	Glodogan	183	11,12	2034,96
8.	Jambu air	9	329,76	2967,84
9.	Jambu biji	3	329,76	989,28
10.	Jambu monyet	3	329,76	989,28
11.	Jati	422	135,27	57083,94
12.	Jeruk	3	756,59	2269,77
13.	Kedondong	1	756,59	756,59
14.	Kelapa sawit	6	126,51	759,06
15.	Kelengkeng	1	126,51	126,51
16.	Kersem	33	2,19	72,27
17.	Ketapang	26	329,76	8573,76
18.	Kupu-kupu	6	295,73	1774,38
19.	Mahoni	178	295,73	52639,94
20.	Mangga	24	329,76	7914,24
21.	Melinjo	1	126,51	126,51
22.	Nangka	1	126,51	126,51
23.	Palem	24	11,12	266,88
24.	Pandan duri	3	11,12	33,36
25.	Petai	9	42,2	379,8
26.	Pucuk merah	105	295,73	31051,65
27.	Rambutan	12	2,19	26,28
28.	Salam	1	36,19	36,19
29.	Sawo	8	36,19	289,52
30.	Sengon	8	295,76	2366,08
31.	Suji	4	329,76	1319,04
32.	Sukun	2	126,51	253,02
33.	Tanjung	4	34,29	137,16
34.	Trembesi	16	28.488,39	455814,24
		Jumlah		637972,02

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019.

b. Fakultas Bahasa dan Seni

Jumlah serapan emisi oleh pohon yang ada di Fakultas Bahasa dan Seni adalah sebesar 428.422,64 Kg/tahun, jumlah serapan terbesar berasal dari pohon trembesi yaitu sebesar 227.906,32 Kg/tahun. Sedangkan jenis pohon yang ada di Fakultas Bahasa dan Seni sejumlah 44 jenis pohon (Tabel 5.2).

Tabel 5. 2. Daya Serap Emisi CO₂ oleh Pohon di FBS

No.	Nama Pohon	Jumlah	Daya Serap (Kg/pohon/tahun)	Total Serapan (Kg/thn)
1	2	3	4	5=3x4
1.	Angsana	37	11,12	411,44
2.	Aren	7	15,19	106,33
3.	Asem	22	1,49	32,78
4.	Batavia	11	42,2	464,2
5.	Belimbing	3	756,59	2269,77
6.	Belimbing wuluh	2	756,59	1513,18
7.	Beringin	11	535,9	5894,9
8.	Bintaro	1	160,14	160,14
9.	Biola cantik	1	4,55	4,55
10.	Bungur	2	160,14	320,28
11.	Cemara	20	221,18	4423,6
12.	Damar	1	48,68	48,68
13.	Glodogan	115	11,12	1278,8
14.	Jambe	1	126,51	126,51
15.	Jambu air	3	329,76	989,28
16.	Jambu biji	3	329,76	989,28
17.	Jati	80	135,27	10821,6
18.	Kantil	3	75,29	225,87
19.	Kelapa	12	126,51	1518,12

20.	Kelapa sawit	14	126,51	1771,14
21.	Kelengkeng	2	126,51	253,02
22.	Kersem	4	2,19	8,76
23.	Ketapang	95	329,76	31327,2
24.	Ketapang kencono	3	329,76	989,28
25.	Kupu-kupu	18	295,73	5323,14
26.	Mahoni	245	295,73	72453,85
27.	Mangga	20	329,76	6595,2
28.	Nangka	16	126,51	2024,16
29.	Nyamplung	1	75,29	75,29
30.	Palem	129	11,12	1434,48
31.	Pandan melingkar	8	11,12	88,96
32.	Petai	2	42,2	84,4
33.	Pucuk merah	144	295,73	42585,12
34.	Randu	2	160,14	320,28
35.	Salam	5	36,19	180,95
36.	Sawo kecil	22	36,19	796,18
37.	Sengon	1	295,76	295,76
38.	Sirsak	4	75,29	301,16
39.	Spatodea	1	75,29	75,29
40.	Sukun	1	126,51	126,51
41.	Tabe Buya	5	221,54	1107,7
42.	Tanjung	17	34,29	582,93
43.	Trembesi	8	28.488,29	227906,32
44.	Waru	1	116,25	116,25
	Jumlah			428422,64

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019.

c. Fakultas Ilmu Sosial, Fakultas Ekonomi dan Fakultas Hukum

Jenis pohon yang ada di Fakultas Ilmu Sosial, Fakultas Ekonomi dan Fakultas Hukum sebanyak 30 jenis pohon dengan jumlah total serapan sebesar 644.114,94 kg/tahun, jumlah serapan terbesar berasal dari pohon trembesi yaitu sebesar 427.325,85 kg/tahun (Tabel 5.3).

Tabel 5. 3. Daya Serap Emisi Karbondioksida di FIS, FE, FH

No.	Nama Pohon	Jumlah	Daya Serap (Kg/pohon/tahun)	Total Serapan (Kg/thn)
1	2	3	4	5=3x4
1.	Angsana	16	11,12	177,92
2.	Asem	4	1,49	5,96
3.	Belimbing	1	756,59	756,59
4.	Beringin	7	535,9	3751,3
5.	Cemara	16	221,18	3538,88
6.	Duwet	3	75,29	225,87
7.	Glodogan	63	11,12	700,56
8.	Jambu biji	2	329,76	659,52
9.	Jati	53	135,27	7169,31
10.	Johar	1	116,25	116,25
11.	Kelapa	2	126,51	253,02
12.	Kelengkeng	7	126,51	885,57
13.	Kemuning	5	126,51	632,55
14.	Kersem	10	2,19	21,9
15.	Ketapang	19	329,76	6265,44
16.	Mahoni	298	295,73	88127,54
17.	Mangga	30	329,76	9892,8
18.	Nangka	8	126,51	1012,08
19.	Pakis haji	2	221,18	442,36

20.	Palem	62	11,12	689,44
21.	Petai	7	42,2	295,4
22.	Pucuk merah	300	295,73	88719
23.	Rambutan	3	2,19	6,57
24.	Sawo	5	36,19	180,95
25.	Sirsak	2	75,29	150,58
26.	Sengon	3	295,76	887,28
27.	Sukun	4	126,51	506,04
28.	Tanjung	4	34,29	137,16
29.	Trembesi	15	28.488,39	427325,85
30.	Waru	5	116,25	581,25
	Jumlah			644114,94

Sumber: Hasil Pengolahan Data,2019.

d. Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam

Tabel 5.4, menunjukkan bahwa ada 64 jenis pohon yang ada di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, sedangkan serapan emisi oleh pohon di Fakultas ini adalah sebesar 204.248,05 kg/tahun, pohon trembesi di Fakultas ini memiliki jumlah serapan terbesar, yaitu sebesar 113.953,56 kg/tahun.

Tabel 5. 4. Daya Serap Emisi Karbondioksida oleh Pohon di FMIPA

No.	Nama Pohon	Jumlah	Daya Serap (Kg/pohon/tahun)	Total Serapan (Kg/thn)
1	2	3	4	5=3x4
1.	Akasia	8	48,68	389,44
2.	Angsana	27	11,12	300,24
3.	Asem	16	1,49	23,84
4.	Bintaro	4	160,14	640,56
5.	Bisbul	1	160,14	160,14
6.	Bauhinia	7	42,2	295,4
7.	Belimbing	1	756,59	756,59
8.	Belimbing wuluh	5	756,59	3782,95
9.	Beringin	6	535,9	3215,4
10.	Calopilium	3	42,2	126,6
11.	Cemara	6	221,18	1327,08
12.	Cempedak	1	42,2	42,2
13.	Cermai	2	30,95	61,9
14.	Coklat	3	329,76	989,28
15.	Dadap merah	10	4,55	45,5
16.	Dadap ungu	2	4,55	9,1
17.	Daun ungu	2	2,19	4,38
18.	Duwet	5	75,29	376,45
19.	Flamboyan	2	42,2	84,4
20.	Glodogan	46	11,12	511,52
21.	Jambu biji	3	329,76	989,28
22.	Jambu Air	4	329,76	1319,04
23.	Jambu monyet	1	329,76	329,76
24.	Jarak	9	4,55	40,95
25.	Jati	31	135,27	4193,37
26.	Johar	1	116,25	116,25
27.	Karet bulu	3	19,25	57,75
28.	Karet kebo	1	19,25	19,25
29.	Kayu Putih	2	2,19	4,38
30.	Kemuning	5	126,51	632,55
31.	Kelapa	8	126,51	1012,08
32.	Kelengkeng	2	126,51	253,02
33.	Kenanga	2	756,59	1513,18
34.	Kersem	13	2,19	28,47
35.	Ketapang	9	329,76	2967,84
36.	Kupu-kupu	2	295,73	591,46
37.	Mahkota dewa	3	36,19	108,57
38.	Mahoni	110	295,73	32530,3
39.	Mangga	58	329,76	19126,08

40.	Mimba	1	126,51	126,51
41.	Matoa	3	329,76	989,28
42.	Mindi	1	42,2	42,2
43.	Nangka	7	126,51	885,57
44.	Palem	27	11,12	300,24
45.	Pahang	3	36,19	108,57
46.	Pandan laut	3	11,12	33,36
47.	Pandan melingkar	1	11,12	11,12
48.	Petai	9	42,2	379,8
49.	Pinus	4	535,9	2143,6
50.	Pucuk merah	5	295,73	1478,65
51.	Rambutan	6	2,19	13,14
52.	Saga	4	221,18	884,72
53.	Sawo	18	36,19	651,42
54.	Sapu tangan	2	8,26	16,52
55.	Sengon	1	295,76	295,76
56.	Sono keling	1	295,76	295,76
57.	Sirsak	10	75,29	752,9
58.	Spatodea	5	75,29	376,45
59.	Sukun	1	126,51	126,51
60.	Suren	2	34,29	68,58
61.	Tape buya	3	221,54	664,62
62.	Tanjung	10	34,29	342,9
63.	Trembesi	4	28488,39	113953,56
64.	Wuni	1	329,76	329,76
			Jumlah	204248,05

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019.

e. Fakultas Teknik

Jumlah serapan emisi oleh pohon yang ada di Fakultas Teknik adalah sebesar 409.928,93 kg/tahun, serapan tersebut didapatkan dari 28 jenis pohon yang ada di Fakultas Teknik, pohon yang memiliki jumlah serapan tertinggi di Fakultas Teknik adalah pohon trembesi dengan jumlah serapan sebesar 256.395 kg/tahun (Tabel 5.5).

Tabel 5. 5. Daya Serap Emisi Karbondioksida oleh Pohon di FT

No.	Nama Pohon	Jumlah	Daya Serap (kg/pohon/tahun)	Total Serapan (Kg/thn)
1	2	3	4	5=3x4
1.	Akasia	110	48,86	5374,6
2.	Angsana	7	11,12	77,84
3.	Asem	11	1,49	16,39
4.	Belimbing	1	756,59	756,59
5.	Beringin	10	535,90	5359
6.	Glodogan	175	11,12	1946
7.	Jambu biji	2	329,76	659,52
8.	Jati	53	135,27	7169,31
9.	Johar	4	116,25	465
10.	Kersem	4	2,19	8,76
11.	Ketapang	51	329,76	16817,76
12.	Ketapang kencono	5	329,76	1648,8
13.	Kopi	1	295,73	295,73
14.	Mahoni	284	295,73	83987,32
15.	Mangga	55	329,76	18136,8
16.	Melinjo	1	126,51	126,51
17.	Mindi	3	42,20	126,6
18.	Nangka	6	126,51	759,06
19.	Palem	10	11,12	111,2
20.	Pepaya	7	19,25	134,75
21.	Petai	2	42,20	84,4
22.	Petai cina	3	42,20	126,6
23.	Pucuk merah	14	295,73	4140,22
24.	Rambutan	7	2,19	15,33
25.	Sawo	6	36,19	217,14
26.	Sengon	16	295,76	4732,16
27.	Tanjung	7	34,29	240,03
28.	Trembesi	9	28488,39	256395,51
	Jumlah			409928,93

Sumber: Hasil Pengolahan Data,2019.

f. Fakultas Ilmu Keolahragaan

Tabel 5.6 menunjukkan bahwa jumlah serapan emisi oleh pohon yang ada di Fakultas Ilmu Keolahragaan adalah sebesar 2.646.523,41 kg/tahun, serapan tersebut didapatkan dari 32 jenis pohon yang ada di Fakultas Ilmu Keolahragaan, jumlah serapan pohon tertinggi dihasilkan oleh 85 pohon trembesi dengan total serapan sebesar 2.421.513,15 kg/tahun.

Tabel 5. 6. Daya Serap Emisi CO₂ oleh Pohon di FIK

No.	Nama Pohon	Jumlah	Daya Serap (Kg/pohon/tahun)	Total Serapan (Kg/thn)
1	2	3	4	5=3x4
1.	Angsana	12	11,12	133,44
2.	Alpukat	2	756,59	1513,18
3.	Belimbing	2	756,59	1513,18
4.	Beringin	15	535,9	8038,5
5.	Cemara	4	221,18	884,72
6.	cempaka	5	42,2	211
7.	Durian	4	144,76	579,04
8.	Glodogan	157	11,12	1745,84
9.	Jambu air	1	329,76	329,76
10.	Jambu biji	7	329,76	2308,32
11.	Jambu monyet	2	329,76	659,52
12.	Jati	26	135,27	3517,02
13.	Kersem	5	2,19	10,95
14.	Johar	3	116,25	348,75
15.	Ketapang	12	329,76	3957,12
16.	Mahoni	200	295,73	59146
17.	Mangga	48	329,76	15828,48
18.	Mindi	4	42,2	168,8

19.	Nangka	12	126,51	1518,12
20.	Palem	25	11,12	278
21.	Pandan duri	13	11,12	144,56
22.	Petai	24	42,2	1012,8
23.	Pinus	3	535,9	1607,7
24.	Pucuk merah	383	295,73	113264,59
25.	Rambutan	4	2,19	8,76
26.	Sawo	7	36,19	253,33
27.	Sirsak	1	75,29	75,29
28.	Sengon	16	295,76	4732,16
29.	Sukun	5	126,51	632,55
30.	Tanjung	7	34,29	240,03
31.	Trembesi	85	28488,39	2421513,15
32.	Waru	3	116,25	348,75
	Jumlah			2646523,41

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019.

g. Kawasan Rektorat

Berdasarkan Tabel 5.7, dapat dilihat bahwa jumlah serapan emisi oleh pohon yang ada di Kawasan Rektorat yang meliputi Hutan Kampus, Belakang LP2M, Belakang LP3, dan taman-taman di sekitar gedung G dan H adalah sebesar 1.348.592,78 kg/tahun dengan jenis pohon sejumlah 54 jenis dengan serapan terbesar berasal dari pohon mahoni sebesar 585.545,4 kg/pohon.

Tabel 5. 7. Daya Serap Emisi Karbondioksida oleh Pohon di Kawasan Rektorat

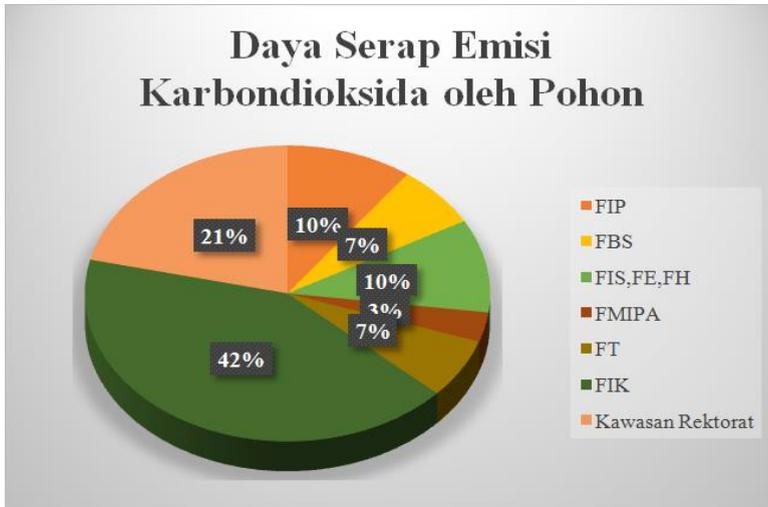
No.	Nama Pohon	Jumlah	Daya Serap (Kg/pohon/tahun)	Total Serapan (Kg/thn)
1	2	3	4	5=3x4
1.	Akasia	775	48,68	37727
2.	Angsana	60	11,12	667,2
3.	Alpukat	6	756,59	4539,54
4.	Asam	4	1,49	5,96
5.	Belimbing	2	756,59	1513,18
6.	Belimbing Wuluh	1	756,59	756,59
7.	Beringin	9	535,9	4823,1
8.	Biola Cantik	9	4,55	40,95
9.	Calopilium	12	42,2	506,4
10.	Cemara	106	221,18	23445,08
11.	Cermai	2	30,95	61,9
12.	Coklat	1	329,76	329,76
13.	Dadap Merah	1	4,55	4,55
14.	Damar	1	48,68	48,68
15.	Durian	2	144,76	289,52
16.	Duwet	9	75,29	677,61
17.	Felicium	16	36,19	579,04
18.	Glodogan	204	11,12	2268,48
19.	Jambu Air	1	329,76	329,76
20.	Jambu Biji	22	329,76	7254,72
21.	Jati	334	135,27	45180,18
22.	Joko Rondo	1	295,73	295,73
23.	Kemiri	1	75,29	75,29
24.	Kantil	19	75,29	1430,51
25.	Kayu Putih	1	2,19	2,19
26.	Kelapa	7	126,51	885,57

27.	Kelapa Sawit	67	126,51	8476,17
28.	Kelengkeng	14	126,51	1771,14
29.	Kersen	7	2,19	15,33
30.	Ketapang	119	329,76	39241,44
31.	Ketapang Kencana	3	329,76	989,28
32.	Kopi	8	295,73	2365,84
33.	Mahkota Dewa	2	36,19	72,38
34.	Mahoni	1980	295,73	585545,4
35.	Mangga	109	329,76	35943,84
36.	Mimba	10	126,51	1265,1
37.	Matoa	2	329,76	659,52
38.	Melinjo	18	126,51	2277,18
39.	Nangka	4	126,51	506,04
40.	Palem	115	11,12	1278,8
41.	Petai	7	42,2	295,4
42.	Pucuk Merah	206	295,73	60920,38
43.	Randu	20	160,14	3202,8
44.	Rambutan	10	2,19	21,9
45.	Sawo	22	36,19	796,18
46.	Sapu tangan	8	8,26	66,08
47.	Sengon	102	295,76	30167,52
48.	Sirsak	7	75,29	527,03
49.	Sukun	3	126,51	379,53
50.	Tanjung	9	3429	30861
51.	Tabe buya	7	221,54	1550,78
52.	Trembesi	14	28488,39	398837,46
53.	Walisongo	2	329,76	659,52
54.	Waru	53	116,25	6161,25
	Jumlah			1348592,78

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019.

5.2. Daya Serap Karbondioksida oleh Pohon

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa tidak semua pohon yang ada di setiap Fakultas dan Unit Kerja yang ada di Universitas Negeri Semarang mampu menyerap emisi yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, genset, dan listrik. Hanya ada 2 fakultas saja yang mampu menyerap emisi yang dihasilkannya, yaitu Fakultas Ilmu Pendidikan dan Fakultas Ilmu Keolahragaan. Ketidakmampuan pohon yang ada di setiap fakultas dan unit kerja di Universitas Negeri Semarang dikarenakan besarnya emisi tidak langsung yang berasal dari konsumsi listrik, apabila yang dihitung serapannya hanya emisi langsung yang berasal dari kendaraan bermotor dan genset, semua fakultas dan unit kerja di Universitas Negeri Semarang mampu menyerap emisi.



Gambar 5. 1. Persentase Daya Serap Karbondioksida oleh Pohon di UNNES (Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019)

Berdasarkan Gambar 5.1 dapat dilihat bahwa daya serap emisi karbondioksida tertinggi di Universitas Negeri Semarang adalah di Fakultas Ilmu Keolahragaan, yaitu sebesar 42% atau sebesar 2.646.253,41 kg/tahun. Tingginya daya serap emisi oleh pohon di Fakultas Ilmu Keolahragaan dikarenakan banyaknya pohon yang memiliki daya serap yang tinggi seperti pohon trembesi, mangga dan mahoni. sedangkan untuk fakultas yang memiliki serapan emisi terendah adalah di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yaitu sebesar 3% atau sebesar 204.248,05, rendahnya daya serap emisi oleh pohon di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ini disebabkan oleh jenis pohon yang berada di fakultas ini merupakan jenis pohon yang memiliki daya serap yang rendah terhadap emisi.

Berdasarkan data yang telah didapatkan dapat diketahui bahwa dari semua fakultas dan unit kerja yang ada di Universitas Negeri Semarang, total daya serap emisi oleh pohon yang ada di setiap fakultas dan unit kerja yang ada di Universitas Negeri Semarang adalah sebesar 6.319.802,77 kg/tahun atau sebesar 6.319,80 ton/tahun. Artinya dengan jumlah serapan emisi sebesar 6.319.802,77 kg/tahun atau sebesar 6.319,80 ton/tahun, pohon yang ada di Universitas Negeri Semarang tidak mampu menyerap total emisi yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, genset, dan listrik setiap fakultas dan unit kerja yang ada di Universitas Negeri Semarang sebesar 7.862.281,52 kg/tahun atau sebesar 7.862,28 ton/tahun. Artinya masih ada emisi sebesar 1.542.478,8 kg/tahun atau sebesar 1.542,48 ton/tahun yang belum terserap oleh pohon yang ada di Universitas Negeri Semarang. Berikut ini adalah daya serap pohon terhadap emisi yang dihasilkan di setiap fakultas atau unit kerja yang ada di Universitas Negeri Semarang.

a. Fakultas Ilmu Pendidikan

Berdasarkan Tabel 5.1, dapat dilihat bahwa dari berbagai jenis pohon yang terdapat di Fakultas Ilmu Pendidikan memiliki total serapan emisi karbondioksida sebesar 697.972,02 kg/tahun. Sedangkan emisi karbondioksida yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, dari genset serta dari konsumsi listrik di Fakultas Ilmu

Pendidikan adalah sebesar 634.668,08 kg/tahun. Sehingga apabila dibandingkan antara kemampuan serapan pohon di Fakultas Ilmu Pendidikan dengan jumlah emisi yang dihasilkan di Fakultas Ilmu Pendidikan, maka didapatkan hasil bahwa pohon di Fakultas Ilmu Pendidikan mampu menyerap semua emisi yang dihasilkan di Fakultas Ilmu Pendidikan dengan sisa serapan emisi sebesar 63.303,94 kg/tahun.

b. Fakultas Bahasa dan Seni

Berdasarkan Tabel 5.2, dapat dilihat bahwa dari berbagai jenis pohon yang terdapat di Fakultas Bahasa dan Seni memiliki total serapan emisi karbondioksida sebesar 428.422,64 kg/tahun. Sedangkan emisi karbondioksida yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, dari genset serta dari konsumsi listrik di Fakultas Bahasa dan Seni adalah sebesar 940.262,20 kg/tahun. Sehingga apabila dibandingkan antara kemampuan serapan pohon dengan jumlah emisi yang dihasilkan di Fakultas Bahasa dan Seni, maka didapatkan hasil bahwa pohon di Fakultas Bahasa dan Seni tidak mampu menyerap emisi yang dihasilkan, yaitu masih tersisa emisi sebesar 511.839,56 kg/tahun yang belum terserap oleh pohon.

c. Fakultas Ilmu Sosial, Fakultas Ekonomi, Fakultas Hukum

Berdasarkan Tabel 5.3, dapat dilihat bahwa dari berbagai jenis pohon yang terdapat di Fakultas Ilmu Sosial, Fakultas Ekonomi dan Fakultas Hukum memiliki total serapan emisi karbondioksida sebesar 644.144,94 kg/tahun. Sedangkan emisi karbondioksida yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, dari genset serta dari konsumsi listrik di Fakultas Ilmu Sosial, Fakultas Ekonomi dan Fakultas Hukum adalah sebesar 1.830.682,56 kg/tahun. Sehingga apabila dibandingkan antara kemampuan serapan pohon dengan jumlah emisi yang dihasilkan di Fakultas Ilmu Sosial, Fakultas Ekonomi dan Fakultas Hukum maka didapatkan hasil bahwa pohon di Fakultas Ilmu Sosial, Fakultas Ekonomi dan Fakultas Hukum tidak mampu menyerap emisi yang dihasilkan, yaitu masih tersisa emisi sebesar 1.186.541,22 kg/tahun yang belum terserap oleh pohon.

d. Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam

Berdasarkan Tabel 5.4, dapat dilihat bahwa dari berbagai jenis pohon yang terdapat di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam memiliki total serapan emisi karbondioksida sebesar 204.248,05 kg/tahun. Sedangkan emisi karbondioksida yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, dari genset serta dari konsumsi listrik di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam adalah sebesar 862.318,88 kg/tahun. Sehingga apabila dibandingkan antara kemampuan serapan pohon dengan jumlah emisi yang dihasilkan di

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, maka didapatkan hasil bahwa pohon di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam tidak mampu menyerap emisi yang dihasilkan, yaitu masih tersisa emisi sebesar 658.070,83 kg/tahun yang belum terserap oleh pohon.

e. Fakultas Teknik

Berdasarkan Tabel 5.5, dapat dilihat bahwa dari berbagai jenis pohon yang terdapat di Fakultas Teknik memiliki total serapan emisi karbondioksida sebesar 409.928,93 kg/tahun. Sedangkan emisi karbondioksida yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, dari genset serta dari konsumsi listrik di Fakultas Teknik adalah sebesar 1.161.306,56 kg/tahun. Sehingga apabila dibandingkan antara kemampuan serapan pohon dengan jumlah emisi yang dihasilkan di Fakultas Teknik, maka didapatkan hasil bahwa pohon di Fakultas Teknik tidak mampu menyerap emisi yang dihasilkan, yaitu masih tersisa emisi sebesar 751.378,03 kg/tahun yang belum terserap oleh pohon.

f. Fakultas Ilmu Keolahragaan

Berdasarkan Tabel 5.6, dapat dilihat bahwa dari berbagai jenis pohon yang terdapat di Fakultas Ilmu Keolahragaan memiliki total serapan emisi karbondioksida sebesar 2.646.523,41 kg/tahun. Sedangkan emisi karbondioksida yang dihasilkan dari kendaraan

bermotor, dari genset serta dari konsumsi listrik di Fakultas Ilmu Keolahragaan adalah sebesar 653.127,52 kg/tahun. Sehingga apabila dibandingkan antara kemampuan serapan pohon dengan jumlah emisi yang dihasilkan di Fakultas Ilmu Keolahragaan, maka didapatkan hasil bahwa pohon di Fakultas Ilmu Keolahragaan mampu menyerap semua emisi yang dihasilkan di Fakultas Ilmu Keolahragaan dengan sisa serapan emisi sebesar 1.993.395,05 kg/tahun.

g. Kawasan Rektorat

Berdasarkan Tabel 5.7, dapat dilihat bahwa dari berbagai jenis pohon yang terdapat di Kawasan Rektorat memiliki total serapan emisi karbondioksida sebesar 1.348.592,78 kg/tahun. Sedangkan emisi karbondioksida yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, dari genset serta dari konsumsi listrik di Kawasan Rektorat adalah sebesar 1.779.915,72 kg/tahun. Sehingga apabila dibandingkan antara kemampuan serapan pohon dengan jumlah emisi yang dihasilkan di Kawasan Rektorat, maka didapatkan hasil bahwa pohon di Kawasan Rektorat tidak mampu menyerap emisi yang dihasilkan, yaitu masih tersisa emisi sebesar 431.323,02 kg/tahun yang belum terserap oleh pohon.

Simpulannya adalah hanya Fakultas Ilmu Pendidikan dan Fakultas Ilmu Keolahragaan yang mampu menyerap emisi yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, genset, serta konsumsi listrik

oleh pohon yang ada di wilayah fakultas tersebut. Sedangkan untuk pohon yang ada Fakultas dan Unit kerja yang lain tidak mampu menyerap emisi yang dihasilkan karena emisi yang dihasilkan lebih besar dari kemampuan serapan yang ada.

BAB 6 KEPEDULIAN DAN PERILAKU HEMAT ENERGI WARGA KAMPUS UNNES

Universitas Negeri Semarang sebagai Perguruan Tinggi yang memiliki visi berwawasan konservasi dan bereputasi internasional tentunya harus didukung oleh seluruh warga kampus. Warga kampus yang dimaksud disini adalah Dosen, Mahasiswa, dan Tenaga Kependidikan yang ada di lingkungan kampus. Apabila tidak adanya dukungan dari warga kampus maka akan lebih sulit untuk menciptakan kampus yang berwawasan konservasi dan bereputasi internasional. Berbagai program telah dilakukan untuk mendukung upaya hemat energi. Hemat energi tentunya harus didukung oleh kepedulian dan perilaku warga kampus.

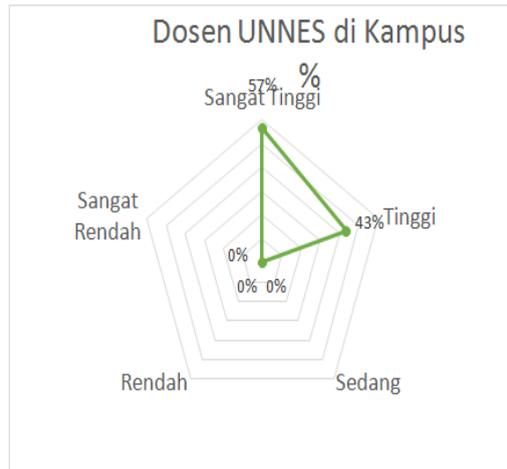
Kepedulian dan perilaku hemat energi warga kampus dibahas sesuai dengan golongannya. Kepedulian dan perilaku hemat energi dibandingkan perilaku ketika di kampus dengan di kos atau rumah.

6.1. Kepedulian Penggunaan Energi Warga Kampus UNNES

a. Kepedulian Penggunaan Energi Dosen UNNES

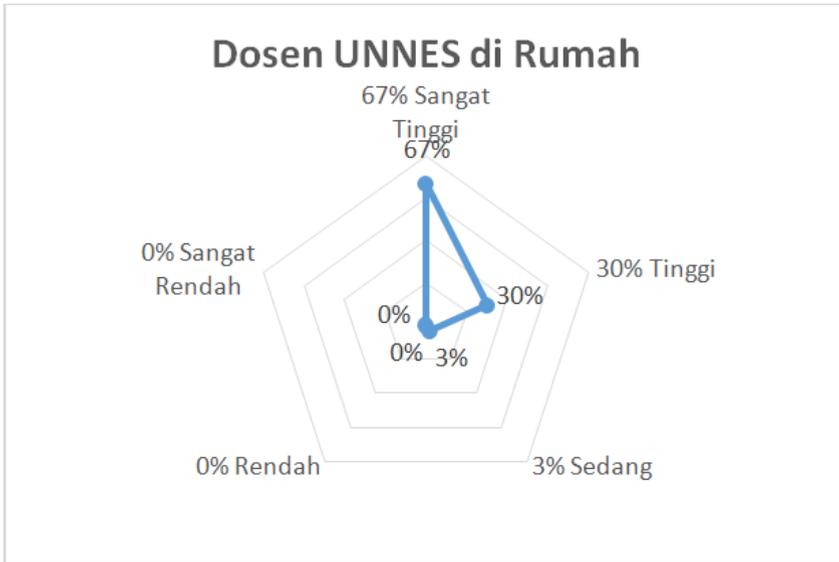
Kepedulian dan perilaku hemat energi Dosen UNNES terbagi menjadi dua yakni di kampus dan di rumah. Sampel Dosen diambil dari seluruh fakultas di lingkungan UNNES. Hasil angket kemudian

dikategorikan menjadi lima kategori kepedulian penggunaan energi. Persentasi kategori kepedulian penggunaan energi dosen di kampus dapat dilihat pada Gambar 6.1.



Gambar 6. 1. Persentase Tingkat Kepedulian Penggunaan Energi Dosen di Kampus

Berdasarkan Gambar 6.1 diketahui persentase tingkat kepedulian penggunaan energi dosen di kampus. 57% dosen UNNES memiliki tingkat kepedulian penggunaan energi berada pada kategori Sangat Tinggi dan 43% berada pada kategori Tinggi. Hal ini menjelaskan bahwa dosen UNNES memiliki kepedulian dan perilaku hemat energi di kampus pada kategori Sangat Tinggi dan Tinggi. Dosen UNNES mengetahui upaya yang dapat dilakukan untuk menghemat penggunaan energi ketika di kampus. Tingkat kepedulian penggunaan energi dosen UNNES juga di ambil ketika di Rumah (Gambar 6.2).



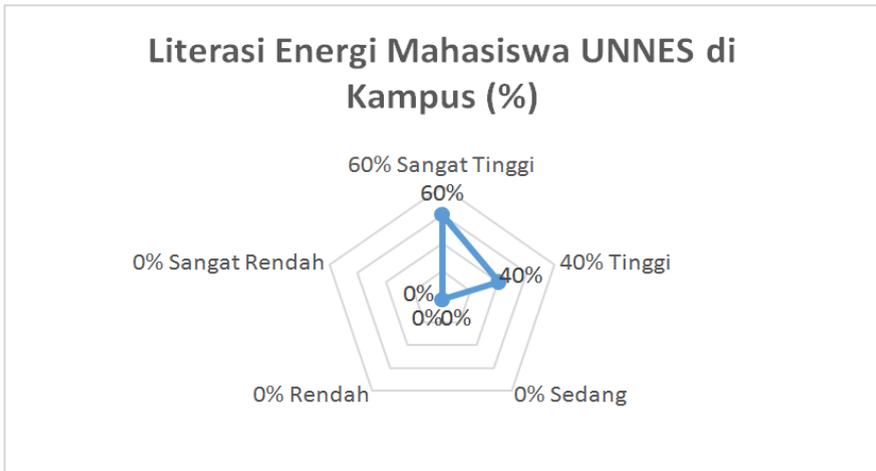
Gambar 6. 2. Persentase Tingkat Kepedulian Penggunaan Energi Dosen di Rumah

Persentase kategori kepedulian penggunaan energi dosen UNNES di Rumah berbeda dengan ketika di Kampus. Ditemukan tingkat kepedulian penggunaan energi dosen pada kategori Sedang sebesar 3%. Walaupun ditemukan 3% pada kategori sedang, tingkat kepedulian penggunaan energi dosen ketika di rumah condong pada tingkatan Sangat Tinggi sebesar 67% dan sisanya 30% pada kategori Tinggi.

b. Kepedulian Penggunaan Energi Mahasiswa

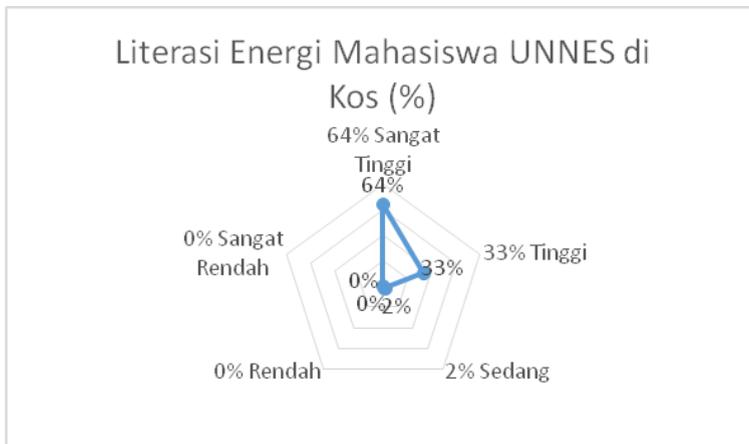
Persentase kepedulian penggunaan energi Mahasiswa UNNES dilihat ketika di Kampus dan di Kos/Rumah. Sampel mahasiswa diambil dari seluruh fakultas di lingkungan UNNES. Persentase

kepedulian penggunaan energi mahasiswa ketika di kampus dapat dilihat di Gambar 6.3.



Gambar 6.3. Persentase Kepedulian penggunaan Energi Mahasiswa di Kampus

Berdasarkan Gambar 6.3 diketahui bahwa tingkat kepedulian penggunaan energi mahasiswa UNNES ketika di kampus condong pada kategori Sangat Tinggi sebesar 60%. Sebanyak 40% berada pada kategori Tinggi. Persentase kepedulian penggunaan energi oleh mahasiswa di Kos dapat dilihat pada Gambar 6.4. Persentase kepedulian penggunaan energi mahasiswa di kos condong pada kategori Sangat Tinggi sebesar 64%, Tinggi sebesar 33% dan Sedang sebesar 2%.



Gambar 6.4. Persentase Kepedulian penggunaan Energi Mahasiswa di Kos

Berdasarkan perbandingan kepedulian penggunaan energi mahasiswa saat di kampus dan di kos dapat disimpulkan adanya perbedaan literasi hemat energi mahasiswa ketika di kampus dan di kos. Kepedulian penggunaan energi mahasiswa pada kategori Sangat Tinggi lebih baik saat berada di kos dibandingkan saat di kampus.

6.2. Perilaku Hemat Energi Warga Kampus UNNES

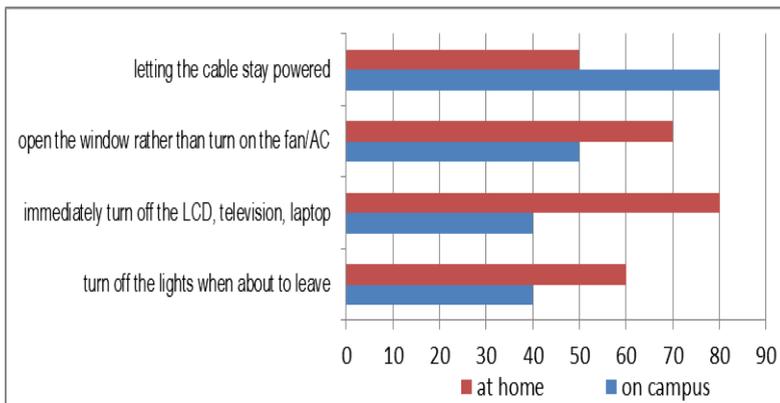
Pengelolaan dan pemanfaatan energi secara efisien dan rasional adalah mutlak tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan. Pemerintah melalui Instruksi Presiden No. 10 tahun 2005 dan Peraturan Presiden No.5 tahun 2006 mengeluarkan ketentuan/peraturan tentang konservasi energi, yang bertujuan supaya lembaga atau institusi pemerintah dan swasta untuk

melakukan pengelolaan energi listrik secara efisien dan efektif. Untuk mengawasi pemakaian energi di lingkungan lembaga pendidikan, Kemdiknas menggalakkan program konservasi energi yang implementasinya secara intensif dimulai pada tahun 1991.

Kesadaran siswa di kelas atas adalah kesadaran tentang bagaimana siswa berperilaku dalam penggunaan lampu di kelas dan faucet air di toilet. Sementara itu, untuk kesadaran penggunaan AC, penggunaan wifi, dan penggunaan kipas di kampus masih termasuk dalam kategori kelas rendah. Kebiasaan karyawan di FIS, FE dan FH, FIK dan di rektorat memiliki kesadaran terendah dalam penggunaan listrik, FMIPA dan LP2M memiliki kesadaran yang moderat dalam menggunakan listrik, sementara karyawan memiliki kesadaran dalam menggunakan listrik tertinggi di FBS, dan Teknik Fakultas.

Mahasiswa FIP dan FMIPA memiliki kesadaran rendah dalam menggunakan listrik, kesadaran siswa FIS, FE, FH termasuk moderat, dan siswa dari FBS, FT, dan FIK memiliki kesadaran tertinggi dalam menggunakan listrik di rumah kost atau di tempat tinggal mereka. Analisis kebiasaan para dosen, karyawan, dan mahasiswa kampus UNNES digambarkan sebagai berikut. Dosen di FIP dan FIS, FE, dan FH adalah dosen yang memiliki kebiasaan dalam menggunakan energi listrik terendah, dosen FMIPA memiliki kebiasaan dalam penggunaan tenaga listrik, dosen di FBS, FT, dan FIK adalah dosen yang memiliki kebiasaan penggunaan listrik atau dapat dikatakan paling hemat energi.

Sikap afektif dosen dalam penggunaan energi listrik terbagi menjadi 3 kelas, yaitu dosen dari FIS, FE, dan FH, FMIPA termasuk kelas rendah, FIP termasuk dalam kelas menengah, Sementara termasuk dalam sikap afektif kelas tinggi adalah dosen dari FBS, FT dan dosen dari FIK. Karyawan FIS, LP2M, dan Rektorat adalah tendon sadar terendah dalam menggunakan listrik. Karyawan FIP, FMIPA, FT, dan FIK adalah karyawan dengan kesadaran moderat dalam penggunaan listrik. Karyawan dengan kesadaran tertinggi dalam menggunakan listrik adalah FBS dan LP2M. Sikap afektif siswa FMIPA dalam menggunakan listrik masih rendah, mahasiswa FIP, FT, FIK memiliki sikap kesadaran sedang tentang penggunaan energi, dan siswa dengan kesadaran penggunaan energi tinggi adalah mahasiswa dari FBS dan FIS, FE, FH. Ilustrasinya, dengan lampu dan peralatan elektronik di rumah Anda selama satu jam per hari akan menghemat listrik dengan 600 watt.



Gambar 6.5. Kesadaran Warga Unnes dalam menggunakan listrik di kampus dan di rumah

Tabel 6.1 Kebiasaan Dosen terhadap Listrik di kampus UNNES

Indikator	Presentase			
	4	3	2	1
Saya lebih memilih membuka jendela saat ruangan panas daripada menyalakan kipas angin/ac	20	0	20	60
Saya menyalakan lampu ruang kelas saat ruangan terasa gelap	40	20	40	0
Saya tidak mematikan layar LCD selesai digunakan karna itu bukan tugas saya	40	20	20	20
Saya tidak mematikan kipas angin/ac ruang kelas yang kosong karna itu bukan tugas saya	60	20	20	0
Saya memanfaatkan wifi kampus dengan semaksimal mungkin	40	0	60	0
Saya lebih memilih menggunakan tangga manual daripada lift saat naik turun lantai	40	20	40	0

Tabel 6.2 Kebiasaan Dosen terhadap Listrik di rumah

Indikator	Presentase			
	4	3	2	1
Saya memastikan lampu mati disetiap ruang rumah, saat hendak pergi	60	40	0	0
Saya mematikan lampu saat sedang tidur	60	20	0	20
Saya tidak menyalakan televisi bersamaan dengan elektronik yanglain (radio/laptop/speaker/sound)	20	20	40	0
Saya menyalakan televisi meskipun sedang tidur	60	40	0	0
Saya mematikan radio saat hendak tidur	80	20	0	0
Saya meninggalkan laptop dalam keadaan mati (<i>shut down</i>) daripada <i>sleep</i>	80	20	0	0
Saya meng <i>charger</i> laptop saat daya sudah rendah dan posisi laptop dimatikan	40	20	20	20
Saya menggunakan setrika sesuai jam peraturan pemerintah yaitu non 17-22	40	0	40	20
Saya meninggalkan <i>charger</i> hp dalam keadaan <i>on</i> meski sedang tidak digunakan	80	20	0	0
Saya mengisi daya saat handphone digunakan	20	0	80	0
Saya memilih menggunakan mesin cuci untuk mempermudah men cuci	20	20	0	60
Saya lebih memilih membuka jendela daripada	60	0	20	20

menyalakan kipas angin				
------------------------	--	--	--	--

6.3. Pengelolaan Energi

Energi adalah suatu kemampuan dari suatu sistem untuk melakukan kerja pada sistem yang lain. Energi adalah daya yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan meliputi listrik, mekanik dan panas.

Penggunaan energi yang efektif dan efisien, sebagai langkah konservasi energi, dikenal sebagai manajemen energi. Manajemen Energi adalah suatu aktifitas manajemen energi yang berdisiplin, terorganisasi dan terstruktur menuju penggunaan energi yang lebih efisien, tanpa mengurangi tingkat produksi, kualitas serta ketentuan keselamatan dan pencemaran lingkungan. Manajemen energi adalah kebijakan dan penggunaan energi yang efektif untuk memperoleh keuntungan yang maksimum (biaya yang minimum) dan mempertinggi posisi yang kompetitif.

Secara umum, hal-hal yang harus diperhatikan dalam menyusun suatu program pengelolaan energi adalah mempertimbangkan beberapa aspek yaitu: perilaku dari pengguna energi, teknologi peralatan yang digunakan, pemasangan atau instalasi peralatan dan pemeliharaan peralatan. Secara teknis penerapan pengelolaan energi akan berhasil bila didukung dengan komitmen dari pimpinan karena dengan komitmen tersebut proses pembuatan rencana aksi, pengimplementasikan rencana aksi, mengevaluasi kemajuan yang telah dicapai dan menghargai kemajuan yang telah dicapai akan dapat dilaksanakan sesuai dengan tahapan dalam pengelolaan energi.

Pengelolaan energi penekanannya lebih mengacu pada Demand Side Management (DSM). DSM adalah kegiatan perencanaan, pelaksanaan dan pemantauan yang dilakukan oleh pengusaha untuk mempengaruhi pola konsumsi pelanggan tenaga listrik yang menyangkut dan waktu penggunaannya tanpa merugikan pengusaha atau konsumen (Setyawan, dkk, 2012). Salah satu bagian yang mendasari manajemen energi adalah audit energi. Laporan audit energy merupakan audit plan yang akan di proses dan di analisis lebih lanjut dalam manajemen energi. Berdasarkan hasil audit energi akan diketahui aliran energi yang memberikan gambaran tentang penggunaan energi. Selanjutnya dapat disusun suatu rancangan strategis untuk mengendalikan penggunaan energi.

Berikut ini akan dibahas terkait pengelolaan energi, meliputi pengkondisian udara, peluang hemat energi, dan rekomendasi pengelolaan energi, yang dapat diterapkan untuk pengelolaan energy di kampus.

6.3.1 Pengkondisian Udara

Tujuan pengadaan suatu sistem pengkondisian udara adalah agar tercapai kondisi temperatur, kelembaban, kebersihan, dan distribusi udara dalam ruangan dapat dipertahankan pada tingkat keadaan yang diharapkan. Suatu sistem pengkondisian udara bisa berupa sebuah sistem pemanasan, pendinginan, dan ventilasi.

Pendingin ini berfungsi untuk menciptakan kondisi nyaman bagi beberapa aktivitas manusia. Berdasarkan SNI 03-6572-2001, daerah kenyamanan termal untuk daerah tropis dapat dibagi menjadi:

- 1) Sejuk nyaman ($20,5^{\circ}\text{C} - 22,8^{\circ}\text{C}$)
- 2) Nyaman optimal ($22,8^{\circ}\text{C} - 25,8^{\circ}\text{C}$)
- 3) Hangat nyaman ($25,8^{\circ}\text{C} - 27,1^{\circ}\text{C}$)

6.3.2 Peluang Hemat Energi (PHE)

Dalam mengidentifikasi peluang hemat energi (PHE), terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan terutamanya pada pemakaian peralatan dan lamanya dioperasikan, dilihat dari sisi teknologi, instalasi, perawatan dan sumber daya manusianya (SDM). Dilihat dari kondisi di lapangan saat ini pada gedung utama belum terdapat adanya program dan manfaat manajemen energi. Adapun hal-hal yang dapat dilakukan terutamanya pada pengkondisian udara dan sistem pencahayaan, meliputi:

1. PHE Sistem Pengkondisian Udara:

- a. Teknologi: AC yang digunakan saat ini di gedung utama merupakan AC tipe split dengan EER rata-rata di atas 10 untuk AC dengan kapasitas di bawah 2,5 PK, untuk AC di atas 2,5 PK masih dalam nilai yang baik untuk ukuran AC dengan kapasitas besar atau dengan pengantian AC yang mengadopsi teknologi inverter atau Eco Patrol.

- b. Instalasi: Untuk instalasi jalur pemipaan AC lantai 3 saat ini masih panjang sehingga penempatannya perlu disesuaikan, agar proses pendinginan ruangan menjadi cepat dan dapat menghemat pemakaian listrik.
- c. Perawatan: Penjadwalan perawatan berkala yang dilakukan utamanya untuk pembersihan saringan udara/filter dan kompresor secara teratur agar kinerja AC tidak berat.
- d. SDM: Perlu dibuatkan SOP pemakaian AC utamanya pada tiap ruangan dimana selama ini belum terdapat pedoman baku tentang pemakaian AC seperti pada pengaturan suhu ruangan disesuaikan dengan kondisi kenyamanan antara 24°C - 25°C ; ketika menyalakan AC diusahakan ruang dalam keadaan tertutup, agar AC tidak bekerja keras mendinginkannya; diusahakan agar jangan terlalu sering mematikan/ menghidupkan AC.

2. PHE Sistem Pencahayaan

- a. Teknologi: Telah mempergunakan lampu tipe SL pada beberapa ruangan, namun masih ada pemakaiannya dengan lampu TL, guna memperoleh standar pencahayaan minimum yang diharapkan atau dengan pengantian lampu TL ke SL atau LED.
- b. Instalasi: Pemasangan saklar pada beberapa tempat dilakukan secara terpusat untuk mempermudah pengontrolan.

- c. Perawatan: Pengantian lampu dilakukan setiap saat dan pengecekan rutin setiap minggunya oleh tenaga teknis terutamanya pengantian lampu yang rusak agar tingkat kenyamanan terpenuhi walaupun belum memenuhi standar yang diharapkan.
- d. SDM: Perlu dibuat SOP pemakaian lampu terutamanya pada tiap ruangan dimana selama ini belum terdapat pedoman baku tentang pemakaian peralatan, seperti halnya pengontrolan lampu dan pemanfaatan cahaya alami terutamanya untuk area yang pencahayaan alaminya cukup guna menghemat pemakaian energi, serta penyesuaian penggunaan lampu dengan media.

6.3.3 Rekomendasi Pengelolaan Energi

Dalam menyusun suatu rekomendasi digunakan suatu kriteria pemakaian energi berdasarkan peluang hemat energi, disesuaikan dengan operasional penggunaan peralatan, penggunaan teknologi hemat energi dan bentuk perawatan peralatan agar dapat ditarik suatu rencana aksi untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Aksi inilah yang dijadikan rekomendasi dalam perumusan manajemen energi. Berikut bentuk rekomendasi yang disarankan diantaranya:

1. Rekomendasi untuk sistem pengkondisian udara antara lain:

- a. Untuk pemasangan unit *outdoor* maupun unit *indoor* agar memenuhi kriteria pemasangan AC yang disarankan pabrik, agar AC dapat bekerja secara optimal.
- b. Bentuk dan rancang SOP yang memuat tentang tata cara pemakaian AC pada tiap ruangan. Bentuk rancangan SOP penggunaan AC dapat berupa prosedur umum maupun penggunaan teknologi yang disertakan dalam teknologi AC. Bentuk SOP dari sisi teknologi yang dapat digunakan adalah pemanfaatan teknologi timer, inverter dan sensor pada AC.
- c. Pada saat melakukan peremajaan AC atau pengisian ulang gas pada AC direkomendasikan agar menggunakan gas dengan karakteristik nilai *Refrigerant Effect* yang lebih baik, dalam kondisi ini beralih penggunaan dari gas tipe R-22 ke gas tipe Musicool MC-22, karena berdasarkan data pertamina penggunaan gas ini dapat menghemat energi 14% - 20%.

2. Rekomendasi yang di sarankan untuk peralatan lampu:

- a. Bentuk dan rancang SOP yang memuat tentang cara pemakaian lampu tiap ruangan. Khusus untuk ruangan yang memiliki akses cahaya alami dapat membuat SOP dengan mengkondisikan pengelompokan saklar lampu seperti

membedakan warna saklar untuk mempermudah pemahaman penerapan SOP.

- b. Perlu dibuatkan daftar inventaris ruangan yang memuat tentang besaran daya lampu dan intensitas kuat pencahayaan yang diperlukan tiap ruangan, sebagai acuan teknisi bila ada penggantian lampu, sehingga tetap memenuhi standar pencahayaan yang direkomendasikan.
- c. Perlu dipertimbangkan pengembangan penggunaan teknologi dimmer lampu khususnya untuk lampu pada koridor. Penggunaan dimmer dapat mengurangi operasional pemakaian lampu, dapat di setting pada pukul 18.00-05.00.

Pemakaian peralatan pada ruangan belum ada aturan dan ketentuan yang terpasang pada tiap ruangan, sehingga perlu dibuatkan pola pemakaian peralatan dengan ketentuan yang mengikat bagi setiap pengguna dari ruangan tersebut. Sebelum membuat SOP terdapat beberapa poin penting yang dijadikan acuan dalam menyusun suatu SOP yaitu pengaturan pola operasi, penggantian alat, perawatan, dan penggunaan teknologi, serta penempatannya pada tempat yang mudah dilihat, mudah dibaca dan mudah dipahami dan harus selalu dievaluasi pelaksanaannya setiap tahun.

Berikut bentuk SOP teknis tentang pemakaian peralatan pada tiap ruangan, yaitu:

1. SOP pengkondisian udara, yaitu:

- a. Pada saat menyalakan AC, usahakan ruang dalam keadaan ruangan tertutup rapat agar AC tidak bekerja keras mendinginkannya.
- b. Operasikan AC pada suhu ruangan disesuaikan dengan kondisi nyaman antara 24°C – 25°C dengan kecepatan kipas terpasang pada level terendah.
- c. Bila ruangan tidak terpakai, matikan AC atau dengan menggunakan settingan sistem timer pada AC atau matikan AC satu jam lebih awal sebelum pulang kerja.
- d. Bila AC dalam ruangan tidak berfungsi segera hubungi teknisi.

2. SOP pencahayaan ruang, yaitu:

- a. Matikan lampu pada saat ruangan tidak digunakan.
- b. Untuk ruangan yang memiliki akses jendela luar, agar tidak menyalakan lampu di siang hari (optimalkan pencahayaan alami di siang hari jika memungkinkan).
- c. Bila lampu ruangan padam segera hubungi teknisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ramawijaya, R., Awaludin, M. Y., & Pranowo, W. S. (2012). Variabilitas Parameter Oseanografi Dan Karbon Laut Di Teluk Banten. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Vol, 3*(3), 339-346.
- Hopkins, J. J., Allison, H. M., Walmsley, C. A., Gaywood, M., & Thurgate, G. (2007). Conserving biodiversity in a changing climate: guidance on building capacity to adapt. *Defra, London, 26*.
- Göth, A., & Booth, D. T. (2005). Temperature-dependent sex ratio in a bird. *Biology letters, 1*(1), 31-33.
- Riani, Dede. 2011. Kotornya Udara Semarang. Suara Merdeka, 16 Januari 2011.
- Yuliadi, M. Z. (2001). A study on the topology of ship plate distortion by neural networks (Doctoral dissertation, University of Newcastle upon Tyne).
- Riani, P. D. (2017). Gambaran Kualitas Udara Ambien (SO₂, NO₂, TSP) terhadap Keluhan Subyektif Gangguan Pernapasan pada Pedagang Tetap di Kawasan Terminal Bus Kampung Rambutan Jakarta Timur Tahun 2017 (Bachelor's thesis, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, 2017).
- Hartatik dan R.A. Kurniawan .2011. Pertumbuhan Kendaraan Pribadi Makin Menggila. Suara Merdeka, 12 Agustus 2011, hal: A dan I
- Kariada, N. (2011). Tingkat Kualitas Udara di Jalan Protokol Kota Semarang. *Saintekno: Jurnal Sains dan Teknologi, 9*(2).
- Adillasintani. 2012. 'Analisis Tingkat Kebutuhan dan Ketersediaan RTH Pada Kawasan Perkantoran di Kota Makasar'. Makasar : Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hanasuddin.
- Choong Weng Wai, Abdul Hakim Mohammed & Buang Alias. (2006). Energi Conservation: A Conceptual Framework of Energi Awareness Development Process. *Malaysia Journal of Real Estate. 1*(1): 58-67
- Gratimah, Ruti. 2009. 'Analisis Kebutuhan Hutan Kota Sebagai Penyerap Gas CO₂ Antropogenik di Pusat Kota Medan'. Tesis. Medan:

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Sumatera Utara.

- Hardati Puji, Dewi Liesnoor Setyowati, Saratri Wilonoyudho., Nana Kariada, Asep Purwo Yudi Utomo. 2016. Pendidikan Konservasi. Semarang. UNNES Press.
- Kurdi, Maslichah. 2016. Hemat Energi Listrik: Studi Kasus di Badan Diklat Provinsi Banten. *Jurnal Lingkar Widya*. Edisi 3, No 1, hal 47-52, Jan-Mar 2016.
- Miro, Fidel. 2012. 'Pengantar Sistem Transportasi'. Jakarta : Erlangga.
- Nurjanah, I., Winardi, B., & Nugroho, A. (2016). Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2016–2020 Pada Pt. Pln (Persero) Unit Area Pelayanan Dan Jaringan (APJ) Tegal Dengan Metode Gabungan. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 5(1), 49-55.
- Prihanto, Teguh. 2018. Pengembangan Kampus UNNES Sekaran Melalui Re-Clustering Bidang Ilmu dan Rekonfigurasi Massa Bangunan (Masterplan 2016-2040). Seminar Ikatan Peneliti Lingkungan Binaan Indonesia (IPLBI) 3, C023-030, Oktober 2018.
- Rahayuningsih, M., Ali, F., Teguh P., M. Abdullah, Sugianto, & Juniadi & Nugroho, E.K. 2009. Naskah Akademis UNNES sebagai Universitas Konservasi. Semarang: UNNES.
- Rawung, Franky Chairly. 2015. 'Efektivitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam Mereduksi Gas Rumah Kaca (GRK) di Kawasan Perkotaan Baroko'. dalam *Media Matrasain*. Vol 12. No.2. Hal. 17-32.
- Rumbang, Nyahu,. 2009. 'Emisi Karbondioksida (CO₂) dari Berbagai Tipe Penggunaan Lahan Gambut di Kalimantan'. Fakultas Pertanian Universitas Palangkaraya, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada dalam *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* Vol 9 No.2 (2009) p: 95-102.
- Sagala, S., Sutrisno, E., Andarani, P. 2017. Kajian Jejak Karbon dari Aktivitas Kampus di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, volume 6, nomor 1 tahun 2017. Penerbit: Universitas Diponegoro
- Samiaji, Toni. 'Upaya Mengurangi CO₂ di Atmosfer. Peneliti Pusfatsaklim, LAPAN dalam *Berita Dirgantara* Vol 10 NO. 3 September 2009 : 92-95.

- Samiaji, Toni. 2011. ' Gas CO₂ di Wilayah Indonesia'. Peneliti Bidang Komposisi Atmosfer, LAPAN dalam Berita Dirgantara Vol 12 No 2. Juni 2011 : 68-75.
- Setyowati, D. L. 2015. The realization of conservation in Semarang state University Campus. Proceeding International iccbl.
- Setyowati, Dewi Liesnoor dan Martuti, NKT. 2014. 'Ruang Terbuka Hijau Potensi Ruang Terbuka Hijau Dalam Meredam Cemaran Udara'. Semarang : CV Sanggar Krida Adhitama
- Wibowo, Mungin Eddy, dkk. 2017. Tiga Pilar Konservasi Penopang Rumah Ilmu Pengembang Peradaban Unggul. Semarang: Unnes Press.
- Yuliadi, Imamudin. 2001. Analisis Perilaku Konsumen: Perspektif Ekonomi Islam. Surabaya. Jurnal Ekonomi dan Studi Pembangunan FE UNAIR.
- Yusuf, M. (2015). Kemampuan penyerapan gas CO₂ beberapa jenis tanaman pada ruang terbuka hijau di Kota Makassar (Doctoral dissertation, Tesis]. Makassar: Universitas Hasanuddin).
- Setyawan, I. P. G. W., Hartati, R. S., & Kumara, I. S. 2012. Pengelolaan Energi Listrik Pada Gedung Fakultas Kedokteran Universitas Udayana Kampus Sudirman Denpasar Teknologi Elektro. Vol. 11 No.2 Juli - Desember 2012.

GLOSARIUM

Emisi: Emisi adalah zat, energi atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk atau dimasukkannya ke dalam udara yang mempunyai atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Namun secara umum, emisi dapat di analogikan sebagai pancaran, misalnya: pancaran sinar, elektron atau ion.

CO₂ (Karbondioksida): Karbendioksida (CO₂) adalah gas cair tidak berwarna, tidak berbau, tidak mudah terbakar, dan sedikit asam. CO₂ lebih berat daripada udara dan larut dalam air.

Daya Serap: Kemampuan untuk mengambil, memahami dan menyerap sesuatu dalam hal ini menyerap karbondioksida di udara.

Trafo: alat listrik yang dapat memindahkan tenaga listrik antar dua rangkaian listrik atau lebih melalui induksi elektromagnetik.

INDEKS

- analisis, 6
belajar, 1
bereputasi internasional, 1, 92
BPLH, 28
CO₂, 2, 6, 7, 8, 29, 31, 32, 35, 38,
40, 43, 46, 72, 73, 80, 108,
109, 110
Dampak, 30
DAS, iv
emisi, 2, 4, 6, 7, 8, 29, 32, 33, 34,
36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 45,
46, 47, 71, 73, 76, 78, 80, 81,
84, 85, 86, 87, 88, 89, 90
energi, 6, 30, 32
evaluasi, 3
faktor, 1, 3
Fakultas Ilmu Sosial, 34
Fakultas Ekonomi, 34, 36, 42, 44,
58, 75, 88
Fakultas Hukum, 34, 36, 37, 39,
42, 43, 44, 59, 75, 88
Fakultas Ilmu Keolahragaan, 36,
38, 41, 42, 43, 45, 47, 57, 80,
84, 85, 89, 90
gas, 2, 28, 29, 30, 31, 32
gedung, 2, 4, 6, 49, 51, 54, 56,
57, 58, 81
geografis, 9
global, 30, 32, 37, 39
Gunungpati, 4, 6, 9
hidrokarbon, 29
Hidup, 1, 28
Inovasi, 1
ISPA, 28
karbondioksida, 2, 4, 6, 7, 30, 31,
32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39,
40, 41, 42, 43, 45, 46, 84, 85,
86, 87, 88, 89, 90
Kebutuhan, 3, 108
kegiatan, 1, 3, 4, 30
kendaraan, 2, 4, 7, 28, 29, 32, 33,
34, 38, 43, 84, 86, 87, 88, 89,
90
KLH, 29
konservasi, 1, 5, 6, 92
lahan, 4, 14, 30
listrik, 1, 3, 6, 33, 34, 40, 43, 45,
46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 56,
57, 58, 59, 84, 86, 87, 88, 89,
90
LP2M, 1, 41, 47, 61, 81
mahasiswa, 1, 94, 95, 96
masyarakat, 1, 3, 30
mobil, 28, 33, 34, 36, 37, 38, 39
motor, 28, 33, 34, 35, 36
Pencemaran, 28, 29
Pendidikan, 1, 9, 17, 34, 36, 37,
39, 42, 44, 45, 48, 49, 71, 84,
86, 90
penelitian, 1, 6, 30, 34, 39, 40, 46
penggunaan, 1, 3, 4, 6, 13, 14, 33,
37, 38, 40, 52, 54, 56, 93
penyerapan, 31, 33
pernafasan, 2
persentase, 34, 93
Peta, 15
polutan, 1, 2
purposive sampling, 37, 38

Renstra, 1
riset, 1
RTH, 2, 3, 4, 108, 109
Saint, 1
Sekaran, 4, 6, 9
solar, 2, 33, 34, 38, 39, 40, 41, 42
suhu, 32
Teknologi, 1, 9

Terboyo, 28
total, 14, 36, 42, 43, 75, 80, 86,
87, 88, 89, 90
transportasi, 1, 4, 30, 33
UNNES, ii, iii, 1, 3, 4, 6, 45, 46,
49, 71, 92, 93, 94, 95
visi, 1, 92
zat, 2

PENGGUNAAN ENERGI

DI UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
(UNNES)

Buku ini disusun berdasarkan pada hasil penelitian Penggunaan Energi di Universitas Negeri Semarang yang telah dilakukan oleh tim penulis. Isi buku memaparkan tentang penggunaan energi di Universitas Negeri Semarang (UNNES), yang meliputi energi karbon dari kendaraan bermotor dan genset, konsumsi listrik kampus UNNES, kemampuan pohon untuk menyerap emisi karbon kampus UNNES, kepedulian dan perilaku hemat energi warga kampus UNNES.

Buku dilengkapi dengan gambar dan tabel yang berisi data-data yang dapat membantu memberikan informasi yang akurat untuk dipelajari. Gambar di dalam buku memperlihatkan keadaan dan situasi lokasi. Akhir kata, semoga buku ini bermanfaat bagi peneliti dan pembaca pada umumnya.

ISBN 978-602-34696-9-9



9 786021 469699