



UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

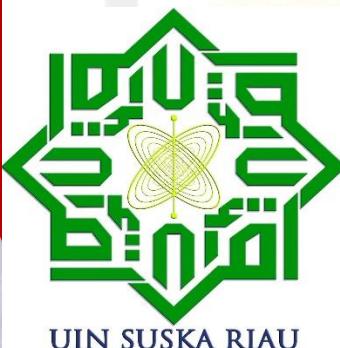
ANALISIS JEJAK KARBON KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN SUSKA RIAU MENGGUNAKAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT*

TUGAS AKHIR

**Diujukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Industri**

Disusun oleh :

PUTRI BUNGSU
12250220378



State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2026**



UIN SUSKA RIAU

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS JEJAK KARBON KONSUMSI ENERGI LISTRIK
PADA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN SUSKA
RIAU MENGGUNAKAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT***

TUGAS AKHIR

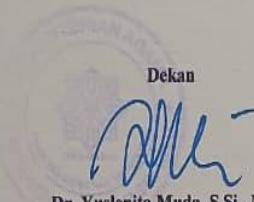
Oleh:

PUTRI BUNGSA
12250220378

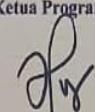
Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada Tanggal 12 Januari 2026

Pekanbaru, 12 Januari 2026
Mengesahkan,

Dekan

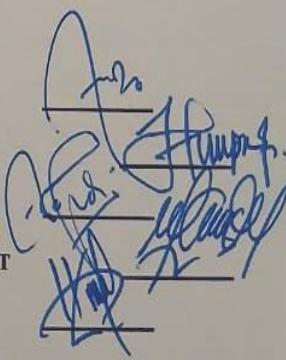

Dr. Yuslenita Muda, S.Si., M.Sc
NIP. 197701032007102001

Ketua Program Studi


Dr. Muhammad Isnaini Hadiyul Umam, S.T., M.T
NIP. 199112302019031013

DEWAN PENGUJI :

Ketua	: Nofirza, S.T., M.Sc.
Sekretaris I	: Harpito, S.T., M.T.
Sekretaris II	: Anwardi, S.T., M.T
Anggota I	: Muhammad Ihsan Hamdy, S.T., M.T
Anggota II	: Misra Hartati, S.T., M.T





UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN JURUSAN

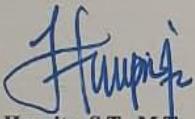
**ANALISIS JEJAK KARBON KONSUMSI ENERGI LISTRIK
PADA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN SUSKA
RIAU MENGGUNAKAN METODE LIFE CYCLE ASSESSMENT**

TUGAS AKHIR

Oleh:

PUTRI BUNGSU
12250220378

Telah Diperiksa dan Disetujui Sebagai Tugas Akhir
pada Tanggal 12 Januari 2026

Pembimbing I

Harpito, S.T., M.T.
NIP. 198205302015031001

Pembimbing II

Anwardi, S.T., M.T.
NIP. 198210272015031001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau


Dr. Muhammad Isnaini Hadiyul Umam, S.T., M.T.
NIP. 199112302019031013



UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Putri Bungsu
NIM : 12250220378
Tempat/Tgl. Lahir : Lubuk Basung / 11 oktober 2009
Fakultas/Pascasarjana : Sains dan Teknologi
Prodi : Teknik Industri

Judul Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya*:

Analisis Jejak Karbon Konservasi Energi Listrik pada fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau menggunakan Metode Life Cycle Assessment

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Penulisan Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya* dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya* saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apa bila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Disertasi/Thesis/Skripsi/(Karya Ilmiah lainnya)* saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesua peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 17 Januari 2026
Yang membuat pernyataan


Putri Bungsu
NIM : 12250220378

*pilih salah satu sesuai jenis karya tulis



UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum, dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan atas izin penulis dan harus dilakukan mengikut kaedah dan kebiasaan ilmiah serta menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh tugas akhir ini harus memperoleh izin tertulis dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan dapat meminjamkan tugas akhir ini untuk anggotanya dengan mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam pada form peminjaman.



UIN SUSKA RIAU

LEMBAR PERSEMBAHAN

‘Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya’

(Qs. Al-Baqarah 2:286)

“ Ketika aku melibatkan Allah dalam semua rencana dan impianku, dengan penuh keikhlasan dan keyakinan, aku percaya tidak ada yang tidak mungkin untuk diraih”

“Kamu **pikir** bisa, kamu **pasti** bisa”

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**ANALISIS JEJAK KARBON KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN SUSKA RIAU
MENGGUNAKAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT***

**PUTRI BUNGSU
NIM : 12250220378**

Jurusan Teknik Industri
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas Km. 15 No. 155, Pekanbaru

ABSTRAK

Peningkatan emisi Gas Rumah Kaca (GRK), khususnya karbon dioksida (CO_2) telah memicu pemanasan global dan perubahan iklim yang signifikan. Sebagai institusi Pendidikan dengan aktivitas yang padat, Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau berkontribusi terhadap emisi karbon melalui konsumsi energi listrik pada ruang perkuliahan dan laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur besaran jejak karbon, mengidentifikasi faktor utama penyumbang emisi, serta merumuskan strategi mitigasi di lingkungan FST UIN SUSKA Riau. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Life Cycle Assessment* (LCA). Pengolahan data dilakukan menggunakan *Software SimaPro* versi 9.6 dengan metode IPCC 2021 GWP 100 untuk mengevaluasi dampak lingkungan. Ruang lingkup penelitian mencakup penggunaan listrik pada Gedung Laboratorium, Gedung Belajar, dan Gedung Baru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total konsumsi listrik di FST UIN Suska Riau mencapai 10.358 kWh per minggu, yang setara dengan emisi karbon sebesar 9.737,33 kg CO_2e . Seluruh dampak lingkungan terkonsentrasi pada kategori Global Warming Potential (GWP) yang bersumber dari penggunaan listrik berbahan bakar fosil. Faktor utama penyumbang emisi adalah penggunaan *Air Conditioner* (AC) dan lampu, dengan titik panas (hotspot) emisi terbesar berada pada ruang administrasi dan Laboratorium Sistem Produksi. Strategi mitigasi yang diusulkan melalui analisis Impact-Effort Matrix meliputi tindakan jangka pendek (*Quick Wins*) seperti penegakan SOP konservasi energi dan pengaturan suhu AC minimal 24°C. Untuk jangka panjang, direkomendasikan investasi pada instalasi PLTS atap, pemutakhiran AC inverter, penggunaan lampu LED, serta pengembangan Ruang Terbuka Hijau (RTH) guna mendukung terciptanya Green Campus.

Kata Kunci: Life Cycle Assessment (LCA), Jejak Karbon, Energi Listrik, SimaPro, Mitigasi Emisi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan wajar UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

CARBON FOOTPRINT ANALYSIS OF ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION AT THE FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, UIN SUSKA RIAU, USING THE LIFE CYCLE ASSESSMENT METHOD

PUTRI BUNGSU
NIM : 12250220378

Industrial Engineering Department
Faculty Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
HR. Soebrantas Street KM. 15 No. 155 Pekanbaru

ABSTRACT

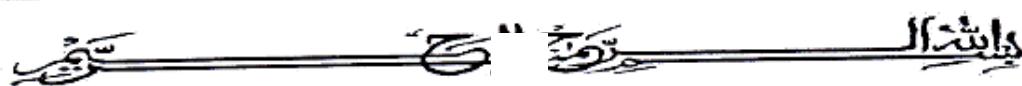
The increase in Greenhouse Gas (GHG) emissions, particularly carbon dioxide (CO_2), has triggered global warming and significant climate change. As an educational institution with intensive activities, the Faculty of Science and Technology (FST) at UIN SUSKA Riau contributes to carbon emissions through electricity consumption in classrooms and laboratories. This study aims to measure the carbon footprint, identify the primary factors contributing to emissions, and formulate mitigation strategies within FST UIN Suska Riau. The method used in this research is Life Cycle Assessment (LCA) with a gate-to-gate approach. Data processing was conducted using SimaPro software version 9.6 with the IPCC 2021 GWP 100 method to evaluate environmental impacts. The scope of the study covers electricity usage in the Laboratory Building, Teaching Building, and the New Building. The results show that the total electricity consumption at FST UIN Suska Riau reaches 10,358 kWh per week, which is equivalent to carbon emissions of 9,737.33 kg CO_2e . All environmental impacts are concentrated in the Global Warming Potential (GWP) category, stemming from fossil fuel-based electricity usage. The main contributors to emissions are Air Conditioners (AC) and lighting, with the largest emission hotspots located in the administration rooms and the Production Systems Laboratory. Proposed mitigation strategies through Impact-Effort Matrix analysis include short-term actions (Quick Wins) such as enforcing energy conservation SOPs and setting AC temperatures to a minimum of 24°C . For the long term, it is recommended to invest in rooftop solar PV installations, upgrade to inverter ACs, use LED lighting, and develop Green Open Spaces (RTH) to support the creation of a Green Campus.

Keywords: Life Cycle Assessment (LCA), Carbon Footprint, Electrical Energy, SimaPro, Emission Mitigation.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah S.W.T. atas segala rahmat, karunia serta hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Jejak Karbon Konsumsi Energi Listrik Pada Fakultas Sains Dan Teknologi UIN SUSKA Riau Menggunakan Metode Life Cycle Assessment”** ini, sesuai dengan waktu yang ditetapkan. Salawat dan salam semoga terlimpah kepada Nabi Muhammad S.A.W.

Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana di Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau.

Selanjutnya dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Pintu surgaku, separuh nyawaku dan sosok yang penulis jadikan panutan yaitu ibunda tercinta Asnahwati. Terima kasih atas pengorbanan, ridho yang tulus dan doa yang selalu terlantun dalam setiap sujud ibu. Doa ibu adalah nafas perjuangan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga dengan selesaiannya tugas akhir ini dapat membuat bangga keluarga.
2. Cinta pertamaku, ayahanda Hasan Basri. Beliau memang tidak merasakan pendidikan sampai bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik penulis, memotivasi, memberikan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studi.
3. Ibu Prof. Dr. Hj. Lenny Nofianti MS., SE., M.Si., Ak., CA., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Dr. Yuslenita Muda, S.Si., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Dr. Muhammad Isnaini Hadiyulm Umam, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
6. **Kasim** Riau yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan praktikum.
7. **Bapak Nazaruddin, S.ST., M.T.**, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri **Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau**.
8. Bapak Harpito, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Anwardi, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang sangat berguna bagi saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Bapak Anwardi, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing akademik yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang sangat berguna bagi saya selama perkuliahan.
- 10.** Dosen-dosen Jurusan Teknik Industri **Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau**.
11. Kepada saudara kandung penulis Neneng Dwi Mayang Sari yang menjadi panutan dan motivasi penulis untuk meraih gelar sarjana. Terima kasih atas dukungan moril dan materil yang diberikan hingga penulis semangat menyelesaikan tugas akhir.
12. Sobat tiga serangkai yakni Ainul Fitri dan Nigita Putri yang bersama-sama langkah penulis dari PKKMB hingga perjuangan tahap akhir ini. Terima kasih karena telah menjadi sahabat yang tidak hanya ada saat tawa mengisi hari, tetapi juga saat air mata menemani malam. Atas telinga yang selalu siap mendengar dan mulut yang melontarkan nasihat. Terimakasih sudah mau diajak tumbuh dan kembang bersama, saling menemani ketika bimbingan adalah bentuk dukungan yang paling penulis syukuri.
13. Rekan-rekan seperjuangan Angkatan 2022, Mahasiswa Teknik Industri **Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau** yang namanya tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan adanya



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

masukan berupa kritik maupun saran dari berbagai pihak untuk kesempurnaan laporan ini. Akhirnya penulis mengharapkan semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi kita semua.

Pekanbaru, 05 Januari 2026

PUTRI BUNGSU
NIM. 12250220378



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Posisi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan Laporan	6
BAB II	8
LANDASAN TEORI	8
2.1 Perubahan Iklim	8
2.2 Gas Rumah Kaca	10
2.3 Carbon Footprint	13
2.4 Faktor Emisi	14
2.5 Sustainable	16
2.6 Green Campus	17
2.7 Life Cycle Assessment	18
2.1.1 Goal and Scope	19
2.1.2 Life Cycle Inventory (LCI)	20
2.1.3 Life Cycle Impact Assessment (LCIA)	21
2.1.4 Interpretasi	21



2.8 Software SimaPro	22
2.9 Impact-Effort Matrix	23
2.10 <i>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)</i>	25
2.11 UI <i>GreenMetric</i>	26
2.12 SNI	27
2.13 Ruang Terbuka Hijau (RTH)	28
BAB III.....	30
METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Studi Pendahuluan.....	31
3.2 Studi Literatur	31
3.3 Identifikasi Masalah.....	31
3.4 Perumusan Masalah	31
3.5 Tujuan Penelitian	31
3.6 Batasan Masalah	32
3.7 Pengumpulan Data	32
3.8 Pengolahan Data	33
3.9 Analisa	34
3.10 Penutup.....	34
BAB IV.....	35
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	35
4.1 Pengumpulan Data	35
4.2 Pengolahan Data	45
4.2.1 Goal and Scope	45
4.2.2 Life Cycle Inventory	45
4.2.3 Life Cycle Impactt Assessment	58
4.2.4 Network Dampak Lingkungan.....	60
4.2.5 Interpretasi	61
BAB V	73
ANALISA	73
5.1 Life Cycle Inventory (LCI) dan Life Cycle Impact Assessment (LCIA).....	73
5.1.1 Total Konsumsi Energi dan Beban Emisi.....	73
5.1.1.1 Karakterisasi Kategori Dampak Lingkungan.....	74
5.2 Analisis Kontribusi Emisi Berdasarkan Jenis Peralatan	75
5.3 Analisis Perbandingan Emisi Antar Klaster Gedung dan Ruangan	76
5.3.1 Perbandingan Emisi Antar Klaster Gedung	76
5.3.2 Analisis Faktor Pendorong Emisi pada Ruangan Kritis	77

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

5.4	Analisis Kesenjangan dan Prioritas Implementasi Strategi Mitigasi	79
5.4.1	Penyusunan Prioritas Aksi Mitigasi Berdasarkan Matriks Dampak-Upaya.....	79
BAB VI.....		81
PENUTUP.....		81
6.1	Kesimpulan	81
6.2	Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA.....		91

LAMPIRAN

BIOGRAFI PENULIS



UIN SUSKA RIAU

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Posisi Penelitian	5
Tabel 2. 1 Global Warming Potential	11
Tabel 2. 2 Besaran Daya pada Alat Elektronik	15
Tabel 4. 1 Data Alat Eletronik di Fakultas Sains dan Teknologi	35
Tabel 4. 2 Jam Operasional Ruangan Laboratorium.....	46
Tabel 4.2 Tabel 4. 3 Data Alat Eletronik di Fakultas Sains dan Teknologi.....	53
Tabel 4. 4 Identifikasi Solusi	63
Tabel 4. 5 Solusi Implementasi	69



UIN SUSKA RIAU

© Hak Cipta | **State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perubahan Iklim	8
Gambar 2. 2 Efek GRK	10
Gambar 2. 3 Kontribusi LLGHGs.....	13
Gambar 2. 4 LCA.....	19
Gambar 2. 5 Impact Effort Matrix	24
Gambar 4. 1 Scope LCA	45
Gambar 4. 2 Input SimaPro Per ruangan	56
Gambar 4. 3Input SimaPro Per ruangan (lanjutan).....	57
Gambar 4. 4 Input SimaPro Per gedung.....	57
Gambar 4. 5 Impact Assessment SimaPro Per ruangan	59
Gambar 4. 6 Impact Assessment SimaPro Pergedung	59
Gambar 4. 7 Network SimaPro Per Ruangan.....	60
Gambar 4. 8 Network SimaPro Pergedung	61
Gambar 4. 9 Matrix	71



UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Sultan Syarif Kasim Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Emisi CO ₂	15
Rumus 2.2 Konsumsi energi listrik pada AC	16
Rumus 2.3 Konsumsi energi listrik pada Lampu	16
Rumus 3.1 Emisi CO ₂	31

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

© Hak Cipta
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR SINGKATAN

GRK=	=Gas Rumah Kaca
LCA=	= <i>Life Cycle Assessment</i>
LCI=	= <i>Life Cycle Inventory</i>
RTH	=Ruang Terbuka Hijau
CO ₂	=Karbon Dioksida
SNI	=Standar Nasional Indonesia
IPCC	= <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**BAB I
PENDAHULUAN****1.1 Latar Belakang**

Perubahan iklim telah menjadi isu global yang bersifat darurat, terutama akibat meningkatnya emisi Gas Rumah Kaca (GRK) seperti karbon dioksida (CO_2) metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O). Secara alami GRK berperan menjaga suhu bumi. Namun aktivitas manusia telah melepaskan GRK terutama karbon dioksida (CO_2) dalam jumlah berlebihan sehingga menyebabkan peningkatan suhu yang tidak terkontrol dan memicu pemanasan global. Peningkatan suhu global sebesar $1,5^\circ\text{C}$ menuntut respons mitigasi yang segera dan terkoordinasi dari seluruh negara. Dalam konteks ini, Indonesia menunjukkan komitmennya melalui target pengurangan emisi GRK. Indonesia berencana untuk mengurangi emisi GRK sebesar 31,89% pada tahun 2030 dengan menggunakan kapasitas nasional. Langkah strategis ini sejalan dengan tujuan global yang diamanatkan dalam Perjanjian Paris, yaitu membatasi kenaikan suhu rata-rata global agar tidak melampaui 2°C , dan berupaya keras untuk menjaga kenaikan tersebut tetap di bawah $1,5^\circ\text{C}$ (Kementerian Lingkungan dan Kehutanan Republik Indonesia, 2025).

Kenaikan suhu bumi yang ekstrem disebabkan oleh tingginya jejak karbon, yang secara langsung memicu perubahan iklim di seluruh dunia, rusaknya ekosistem dan juga pencemaran udara. Berdasarkan data dari BMKG 2024, suhu udara rata-rata di Indonesia menunjukkan kecenderungan peningkatan yang konsisten. Dalam periode 1981–2024, terdapat kenaikan kumulatif sekitar $1,0^\circ\text{C}$, dengan tahun 2024 menjadi yang terpanas dengan anomali suhu rata-rata sebesar $0,8^\circ\text{C}$ dibandingkan periode normal 1991–2020. Menurut laporan Komisi Eropa, *GHG Emissions of All World Countries 2023*, jumlah emisi Indonesia mencapai 1,24 gigaton setara CO_2 ($\text{Gt CO}_2\text{e}$), atau sekitar 2,3% dari total emisi global dan berada pada peringkat ke-6 dunia. Angka ini menunjukkan tantangan besar bagi Indonesia, yang memiliki pertumbuhan ekonomi dan populasi pesat, untuk mengatasi isu perubahan iklim. Kondisi ini menempatkan Indonesia sebagai salah satu penghasil emisi terbesar di kawasan Asia Pasifik dan berada pada peringkat ke-9 dunia dalam sektor energi. Pada sektor energi menyumbang total emisi yang



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

berasal dari penggunaan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam. Aktivitas manusia seperti penggunaan kendaraan bermotor, pembangkit listrik, peralatan elektronik, dan berbagai aktivitas industri meningkatkan emisi GRK. Keadaan ini diperburuk dengan terus meningkatnya kasus kebakaran hutan dan penebangan liar, yang berdampak pada berkurangnya jumlah pohon sebagai penyerap dan penyimpan karbon.

Menurut Kelompok Kerja Perubahan Iklim Kota Pekanbaru , Pada tahun 2020 Kota Pekanbaru menghadapi tantangan emisi GRK yang signifikan, mencapai total 4.231.148,05 ton CO₂eq. Kontributor utama emisi ini berasal dari sektor Energi (60,59%), terutama dari dua pembangkit listrik: PLTU Tenayan (berbahan bakar batu bara) dan PLTGU Medco Ratch Power Riau (berbahan bakar gas alam). Sebagai ibukota Riau, Pekanbaru telah berkembang menjadi pusat regional yang strategis di bidang pendidikan, dicirikan oleh padatnya jumlah universitas yang menampung ribuan mahasiswa dan staf. Dinamika dan skala operasional kampus-kampus ini menghasilkan permintaan energi yang sangat tinggi, terutama untuk memenuhi kebutuhan pendinginan intensif di lingkungan tropis serta menjalankan peralatan laboratorium dan infrastruktur. Akibatnya, ketergantungan universitas-universitas di Pekanbaru pada pasokan energi yang sebagian besar berasal dari sumber fosil menempatkan sektor pendidikan tinggi ini sebagai kontributor utama emisi karbon (CO₂) regional. Oleh karena itu, diperlukan penelitian terperinci mengenai pola konsumsi energi dan jejak karbon institusi pendidikan di Pekanbaru sebagai langkah awal yang penting untuk perumusan kebijakan keberlanjutan dan inisiasi program "Kampus Hijau" yang efektif (Silaban & Siharianto, 2023).

Keberadaan UIN Suska Riau sebagai salah satu kampus besar yang berada di Kota Pekanbaru meningkatkan emisi CO₂ yang bersumber dari aktivitas institusi pendidikan tinggi, seperti penggunaan transportasi pribadi oleh mahasiswa, konsumsi energi listrik untuk ruang perkuliahan dan laboratorium, serta penggunaan kertas dalam kegiatan akademik. Khususnya di Fakultas Sains dan Teknologi yang memiliki jumlah mahasiswa besar serta intensitas penggunaan laboratorium tinggi. Saat ini terdapat 16 laboratorium aktif, seperti



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Laboratorium Komputer, Ergonomi, Telekomunikasi, dan Sistem Informatika. Semakin tinggi tingkat pemanfaatan fasilitas tersebut, semakin besar pula konsumsi energi dan emisi karbon yang dihasilkan. Selain itu, kebiasaan buruk mahasiswa yang menggunakan alat elektronik dan juga pemborosan air serta lampu turut memperburuk akumulasi emisi di lingkungan kampus. Untuk mengukur emisi karbon yang dihasilkan dari aktivitas kampus, diperlukan pendekatan yang sistematis dan terukur. Salah satu metode yang relevan ialah *Life Cycle Assessment* (LCA), sebuah teknik analisis yang mengevaluasi dampak lingkungan dari suatu sistem sepanjang siklus hidupnya, mulai dari tujuan dan ruang lingkup hingga interpretasi hasil. Pendekatan ilmiah ini menjadi dasar untuk merumuskan strategi pengurangan emisi dan mendukung pengambilan keputusan berkelanjutan di institusi pendidikan tinggi (Gehansaputra & Purnomo, 2023).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengukur jejak karbon di berbagai institusi pendidikan, seperti yang dilakukan oleh Prasad dan Deswal (2024) di *National Institute of Technology NIT Kurukshetra*, India, menggunakan integrasi GHG Protocol dan LCA , Gehansaputra dan Purnomo (2023) di UPN "Veteran" Jawa Timur yang menganalisis emisi dari listrik dan transportasi menggunakan LCA , serta studi oleh Negoro, dkk., (2021) di FT Universitas Tanjungpura yang menghitung CO₂ , CH₄ , dan N₂O dari konsumsi listrik, LPG, kendaraan, dan kertas. Penelitian-penelitian ini secara umum menemukan kontribusi signifikan dari sektor energi dan transportasi terhadap emisi karbon di kampus. Namun, hingga saat ini belum ada penelitian yang berfokus pada perhitungan emisi karbon dari aktivitas spesifik mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau yang bersumber dari penggunaan transportasi dan listrik untuk perkuliahan dan praktikum , sehingga penelitian ini penting untuk memberikan data akurat menggunakan metode *Life Cycle Assessment* (LCA) dan mengusulkan upaya menuju fakultas berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi permasalahan yang telah dipaparkan, rumusan masalah yang akan diajukan dalam penelitian ini adalah:



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Berapakah besaran emisi karbon yang dihasilkan dari konsumsi energi di Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau?
2. Apa faktor utama penyumbang emisi karbon di Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau?
3. Apa usulan strategi penurunan emisi karbon di Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui besaran emisi karbon yang dihasilkan dari konsumsi energi di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Untuk mengetahui faktor utama penyumbang emisi karbon di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Untuk mengetahui usulan strategi penurunan emisi karbon di Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberikan kontribusi positif bagi mahasiswa, pemerintah, serta masyarakat luas.

- a. Bagi Pemerintah
Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai dasar untuk program pengurangan emisi karbon.
- b. Bagi masyarakat
Penelitian ini memberikan wawasan tentang dampak penggunaan energi terhadap peningkatan emisi karbon.
- c. Bagi Peneliti
Penelitian ini meningkatkan kemampuan penulis dalam menganalisis isu lingkungan, khususnya emisi karbon di pendidikan tinggi, melalui penerapan metode *Life Cycle Assessment* (LCA).

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian dan agar hasil yang diperoleh lebih terarah

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

serta dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, penelitian ini dibatasi pada ruang lingkup berikut:

1. Perhitungan jejak karbon difokuskan pada konsumsi energi listrik di ruangan yang ada pada Gedung laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau, Gedung Belajar dan Gedung Baru.
2. Data emisi CO₂ diperoleh dari observasi langsung dan wawancara terhadap penggunaan energi.
3. Perhitungan *Carbon Footprint* menggunakan Metode *Life Cycle Assesment* dengan Software SimaPro versi 9.6

1.6 Posisi Penelitian

Posisi penelitian dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1. 1 Posisi Penelitian

No	Penulis dan Tahun	Judul	Tujuan Penelitian	Metode
1	Yukti Prasad dan Surinder Deswal (2024)	<i>A Comprehensive Carbon Footprint Assessment Using Integration of GHG Protocol and LCA: A Case Study of an Engineering Institute in India</i>	Membuat inventarisasi emisi gas rumah kaca (GRK) yang komprehensif dan mengidentifikasi sumber-sumber utama emisi tersebut yang terkait dengan operasional National Institute of Technology NIT Kurukshetra, India	<i>GHG Protocol and LCA</i>
	Kharazie Gehansaputra, Yayok Suryo Purnomo (2023)	Evaluasi Jejak Karbon Kegiatan Perkuliahinan Di Upn "Veteran" Jawa Timur	Mengevaluasi jejak karbon dari kegiatan perkuliahan di UPN "Veteran" Jawa Timur, yang mencakup emisi dari penggunaan listrik dan bahan bakar kendaraan bermotor.	<i>Life Cycle Assessment</i>
	Dwi Negoro, Dian Rahayu Jati1, Kiki Prio Utomo (2021)	Penentuan Nilai Jejak Karbon (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O) Dari Aktivitas Kampus FT Universitas Tanjungpura	Menghitung jejak karbon yang dihasilkan dari aktivitas kampus seperti konsumsi listrik, LPG, kendaraan dan penggunaan kertas. Parameter yang dihitung adalah CO ₂ , CH ₄ , dan N ₂ O	<i>GHG Protocol</i>

Posisi penelitian dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1.1 Posisi Penelitian (lanjutan)



No	Penulis dan Tahun	Judul	Tujuan Penelitian	Metode
Hak Cipta milik UIN Suska Riau 4	Dena Erlindra, Churchil Febrion, Fanny Novia (2024)	Analisis Jejak Karbon Sektor Energi Dari Aktivitas Kampus Di Universitas Kebangsaan RI, Bandung, Jawa Barat	Menghitung estimasi emisi gas rumah kaca (GRK) yang timbul dari penggunaan listrik, bahan bakar LPG, dan kegiatan transportasi di Universitas Kebangsaan Republik Indonesia (UKR), Bandung.	Standart IPCC
Hak Cipta milik UIN Suska Riau 5	Novi Sari, Gusvita, Deny Puradimaja (2021)	<i>The Carbon Footprint Estimation based on Campus Activities in ITERA</i>	Menginventarisasi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dan menghitung jejak karbon berdasarkan aktivitas kampus di Institut Teknologi Sumatera	UIGreenMetric Guideline dan GHGs Protocol.

1.7 Sistematika Penulisan Laporan

Untuk mempermudah penjelasan dalam penulisan laporan ini, maka disusun sistematika penulisan. Adapun sistematika dalam penulisan laporan ini antara lain sebagai berikut :

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang masalah yang menjadi topik dalam penulisan laporan ini, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, posisi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisikan mengenai teori-teori yang relevan terhadap

bidang kajian yang diteliti serta metode yang diambil yang berguna untuk mempermudah pengolahan data, perhitungan maupun pembahasan yang berhubungan dengan penelitian dalam penulisan laporan ini.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metodologi penelitian yang digunakan, termasuk tahapan pengumpulan data yang relevan dengan objek

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1.

- 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

**BAB IV****BAB V****BAB VI**

kajian serta prosedur pengolahan data untuk menyelesaikan laporan ini dengan hasil yang akurat.

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisikan berbagai data dan informasi yang relevan dan berkaitan dengan objek kajian yang akan diolah sehingga mendapatkan suatu hasil berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data.

ANALISA

Pada bab ini berisikan mengenai analisa yang didapatkan dari pengolahan data yang telah didapat, dan kemudian dijelaskan maksud dari hasil analisa tersebut.

PENUTUP

Pada bab ini berisikan tentang hasil penelitian yang didapatkan berisikan kesimpulan dan saran yang berguna untuk penyempurnaan dalam perbaikan pelaksanaan penelitian kedepannya.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Perubahan Iklim

Secara konseptual, Perubahan Iklim (*Climate Change*) merujuk pada pergeseran jangka panjang yang teramat dalam parameter suhu dan pola cuaca. Meskipun pergeseran ini merupakan fenomena alami, penggunaan istilah ini merujuk pada perubahan yang dipicu oleh aktivitas manusia sejak periode pra-industri, yang mana pemicu utamanya adalah pembakaran bahan bakar fosil. Perubahan iklim adalah ketika kondisi atmosfer bumi berubah secara drastis dalam jangka waktu yang panjang, menyebabkan pola cuaca menjadi tidak menentu (IPCC, 2017).

Peningkatan suhu global telah menjadi fenomena terverifikasi, dengan data dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menunjukkan kenaikan suhu Bumi sekitar $0,15^{\circ}\text{C}$ hingga $0,3^{\circ}\text{C}$ dalam periode singkat antara tahun 1990 hingga 2005. Kenaikan suhu ini berkorelasi erat dengan eskalasi aktivitas antropogenik, khususnya dalam pemanfaatan dan pengembangan teknologi.



Gambar 2. 1 Perubahan Iklim

(Sumber: Kompas.com)

Indonesia juga sudah mengalami perubahan yang terbilang cukup pesat. Perubahan tersebut terjadi karena gaya hidup dan kebutuhan manusia yang serba instan dan masifnya menggunakan teknologi. Gaya hidup dan aktivitas merusak



lingkungan yang dilakukan manusia dapat mengakibatkan peningkatan suhu. Dampak perubahan iklim dapat dikategorikan sebagai berikut:(Ainurrohmah & Sudarti, 2022).

1. Peningkatan Frekuensi dan Intensitas Bencana Alam

Peningkatan suhu permukaan laut memicu penguapan air yang lebih masif, mengakibatkan badai destruktif, siklon, dan peningkatan curah hujan ekstrem yang menyebabkan frekuensi dan intensitas banjir menjadi lebih sering. Kawasan Asia secara spesifik diidentifikasi sebagai wilayah yang paling rentan terhadap bencana terkait iklim dan cuaca ekstrem pada tahun 2023.

2. Kenaikan Suhu dan Gelombang Panas

Rata-rata tahunan terus mencatatkan rekor tertinggi, di mana dekade 2011–2020 dikonfirmasi sebagai dekade terpanas dalam sejarah. Hal ini meningkatkan frekuensi dan durasi gelombang panas di berbagai wilayah, yang juga memicu kebakaran hutan yang lebih mudah terjadi dan menyebar.

3. Ancaman Kenaikan Permukaan Air Laut

Mencairnya lapisan es di kutub dan gletser secara signifikan menyebabkan naiknya permukaan air laut. Konsekuensinya mencakup peningkatan erosi pantai, risiko tenggelamnya pulau-pulau kecil, serta intrusi air laut yang merusak sumber air tawar dan lahan pertanian di daerah pesisir .

4. Krisis Air dan Kekeringan

Perubahan iklim mengganggu pola ketersediaan air, yang menyebabkan kekeringan berkepanjangan dan semakin meluasnya wilayah gurun. Hal ini memicu kekurangan air bersih dan kekeringan ekologis yang meningkatkan kerentanan ekosistem.

5. Penyebaran Penyakit dan Kesehatan Manusia

Dampak kesehatan dapat terjadi secara langsung (paparan cuaca ekstrem) maupun tidak langsung (peningkatan risiko penyakit). Kenaikan suhu global menyebabkan pergeseran wilayah vektor penyakit, sehingga meningkatkan sebaran penyakit menular sensitif iklim seperti Demam Berdarah dan Malaria ke daerah yang sebelumnya aman.

2.2 Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca merupakan senyawa-senyawa gas di atmosfer yang memiliki kemampuan memerangkap radiasi. Fenomena efek rumah kaca terjadi ketika radiasi ultraviolet dari matahari yang mencapai permukaan bumi dan dipantulkan kembali sebagai radiasi inframerah sebagian terhambat oleh keberadaan gas-gas rumah kaca di atmosfer. Akibatnya, hanya sebagian kecil radiasi inframerah yang dapat dipantulkan kembali ke luar angkasa, sementara sisanya terperangkap dan berkontribusi pada peningkatan suhu bumi pada siang hari serta penurunan suhu yang signifikan pada malam hari. Proses pembentukan efek rumah kaca ini dikaitkan dengan potensi kerusakan lapisan atmosfer bumi, yang salah satunya disebabkan oleh konsentrasi karbon dioksida CO₂ yang berlebihan (Hindrawan, 2023).



Gambar 2. 2 Efek GRK
(Sumber: Kurnia dan Sudarti, 2021)



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) pada tahun 2007, **konsentrasi GRK** di atmosfer telah meningkat secara signifikan hingga melampaui dua kali lipat level pra-industri. **Karbon dioksida (CO₂)**, **metana (CH₄)**, dan **dinitrogen oksida (N₂O)** merupakan GRK dominan yang memiliki retensi jangka panjang di atmosfer. Waktu tinggal GRK di atmosfer menentukan seberapa besar dampaknya terhadap suhu Bumi. Semakin lama GRK bertahan, semakin kuat pula kontribusinya terhadap pemanasan global. Di antara ketiga gas tersebut, **CO₂** adalah penyumbang utama terhadap peningkatan konsentrasi, ditandai dengan laju kenaikan tertinggi dan durasi keberadaan terlama, meskipun memiliki potensi radiatif per molekul yang lebih rendah dibandingkan **CH₄** dan **N₂O**. Nilai GWP ditampilkan sebagai berikut(Rahmadania, 2022):

Tabel 2. 1 Global Warming Potential

Jenis	Waktu tinggal di atmosfer (tahun)	Global Warming Potential (GWP)
Karbon Dioksida (CO ₂)	5-2000	1
Metana (CH ₄)	12	25
Dinitrogen oksida (N ₂ O),	144	310

(Sumber:(Rahmadania, 2022)

IPCC (2006) menyatakan bahwa dua gas utama yang dikategorikan sebagai GRK dan memiliki kemampuan untuk menyebabkan pemanasan global berada di atmosfer secara alami dari tahun 1750 hingga 2005, tetapi jumlah gas ini telah meningkat pesat di seluruh dunia. Gas **CO₂** menyumbang 50% dari GRK, dan **CH₄** menyumbang 20%. Berikut adalah beberapa GRK utama yang dimasukkan ke atmosfer oleh kegiatan manusia (Kaleka., dkk, 2023).

1. Karbon Dioksida (**CO₂**) Bahan bakar fosil (gas alam, minyak, dan batubara), limbah padat, pembakaran produk kayu dan pohon, dan reaksi kimia lainnya menyebabkan karbon dioksida masuk ke atmosfer. Ketika tanaman menyerap Karbon Dioksida (**CO₂**) selama siklus karbon biologis, gas ini juga dilepaskan Kembali ke atmosfer. Pelepasan **CO₂** dapat terjadi secara alami melalui siklus karbon atau akibat aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, yang

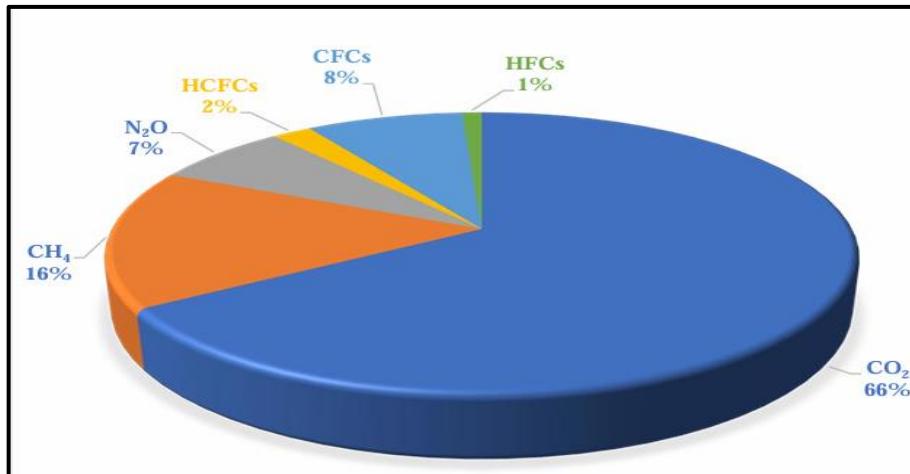
**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

telah meningkat sejak Revolusi Industri di tahun 1700-an. Aktivitas manusia telah meningkatkan konsentrasi **CO₂** di atmosfer secara global. Ini terjadi karena penggundulan hutan, pembakaran batu bara, minyak bumi, dan gas alam, serta aktivitas lainnya.

2. Metana (CH₄) Metana dihasilkan dari pembuangan limbah organik di tempat pembuangan sampah kota, serta dari produksi dan transportasi batubara, gas alam, dan minyak. Meskipun konsentrasinya di atmosfer lebih rendah daripada CO₂, metana memiliki potensi pemanasan global (GWP) yang jauh lebih tinggi dalam jangka pendek. Artinya, satu molekul metana memiliki kemampuan memerangkap panas lebih efektif daripada satu molekul CO₂.
3. Dinitro Oksida (N₂O) merusak lapisan ozon dan bertindak sebagai GRK di lapisan atmosfer terbawah (troposfer). Sumber utama gas ini berasal dari kegiatan pertanian, proses industri, serta pembakaran limbah padat dan bahan bakar fosil.
4. Gas Terflourinasi GRK sintetis seperti hidrofluorokarbon, perfluorokarbon, dan sulfur heksafluorida dilepaskan dari berbagai proses industri. Zat perusak ozon seperti halon, CFC, dan HCFC kadang-kadang digunakan sebagai pengganti gas terfluorinasi. Karena fakta bahwa mereka adalah gas kaca yang potensial, umumnya mengeluarkan emisi dalam jumlah yang relatif kecil.

Peningkatan suhu global disebabkan oleh konsentrasi GRK yang berlebihan, terutama **CO₂**, di atmosfer. Dampaknya, bumi menjadi lebih panas. Karena itu, sangat penting untuk mengambil tindakan melalui kebijakan dan teknologi guna mengurangi dampak negatif **CO₂** (Kurnia & Sudarti, 2021).



Gambar 2. 3 Kontribusi LLGHGs

Sumber: WMO,2021

2.3 Carbon Footprint

Jejak karbon (*Carbon Footprint*) merupakan suatu ukuran dari aktivitas manusia yang memiliki dampak terhadap lingkungan, yang diukur berdasarkan banyak by-product (GRK) yang dihasilkan dalam ukuran unit CO₂. Ini menunjukkan sejauh mana tindakan kita memengaruhi lingkungan, terutama dalam mempercepat perubahan iklim karena meningkatnya konsentrasi GRK (Rosadi, dkk., 2022).

Emisi GRK ini dapat diukur dengan menganalisis penggunaan bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan gas alam, serta konsumsi listrik sehari-hari. Ketika bahan bakar fosil dibakar, misalnya di kendaraan atau pembangkit listrik, karbon dioksida (CO₂) dilepaskan ke atmosfer. Begitu pula, penggunaan listrik harian berkontribusi pada emisi karena sebagian besar pasokan listrik masih bergantung pada pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Nilai emisi ini dihitung berdasarkan total daya listrik yang dipakai, dalam satuan kilowatt-jam (kWh).

Jejak karbon diklasifikasikan menjadi jejak karbon primer dan sekunder sebagai berikut (Rahmadania, 2022):

1. Jejak Karbon Primer

Ukuran emisi karbon dioksida (CO₂) yang timbul secara langsung dari aktivitas manusia disebut jejak karbon primer. Contohnya adalah emisi yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil untuk transportasi (kendaraan bermotor seperti mobil, motor, pesawat, dan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

kapal), energi rumah tangga (penggunaan LPG atau minyak tanah untuk memasak dan pemanas), serta dalam industri (pembakaran bahan bakar dalam proses produksi dan operasional mesin-mesin berbahan bakar fosil).

Contoh spesifik dalam transportasi meliputi emisi dari knalpot mobil pribadi, bus kota, truk pengangkut barang, sepeda motor, pesawat jet, kereta api yang menggunakan bahan bakar diesel, dan kapal tanker. Dalam energi rumah tangga, contohnya adalah emisi dari kompor gas, pemanas ruangan berbahan bakar minyak, dan generator listrik pribadi. Di sektor industri, contohnya adalah emisi dari boiler industri, tungku pembakaran, dan mesin-mesin pabrik yang menggunakan bahan bakar fosil.

2. Jejak karbon sekunder

Emisi yang tidak dihasilkan secara langsung oleh aktivitas kita diukur melalui jejak karbon sekunder. Emisi ini terkait dengan energi listrik yang digunakan dalam pembuatan dan pengoperasian berbagai produk yang kita pakai sehari-hari. Sebagai contoh, produk-produk hasil pabrikasi, penerangan (lampu), pendingin ruangan (AC), serta perangkat elektronik lainnya termasuk dalam perhitungan jejak karbon sekunder.

Contoh spesifiknya adalah emisi yang dihasilkan dalam proses pembuatan mobil, pakaian, makanan kemasan, dan barang-barang konsumsi lainnya. Penggunaan lampu pijar, lampu neon, AC, komputer, televisi, dan peralatan rumah tangga lainnya juga termasuk dalam jejak karbon sekunder karena listrik yang digunakan untuk mengoperasikannya dihasilkan di pembangkit listrik.

2.4 Faktor Emisi

Faktor emisi didefinisikan sebagai rasio massa polutan yang dihasilkan terhadap unit aktivitas tertentu, seperti unit massa bahan bakar yang dikonsumsi, unit produksi, atau unit proses lainnya. Dengan kata lain, faktor emisi merepresentasikan nilai rata-rata besaran polusi udara yang dilepaskan oleh



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

sumber emisi yang spesifik (Rahmadania, 2022).

Faktor emisi sekunder merupakan faktor emisi karbon yang terkait dengan konsumsi energi listrik. Meskipun penggunaan listrik di tingkat pengguna akhir tidak menghasilkan emisi secara langsung, produksi energi listrik, terutama yang berasal dari bahan bakar fosil di pusat pembangkit, merupakan sumber emisi karbon. Dengan demikian, faktor emisi sekunder menjadi indikator intensitas karbon dari konsumsi listrik (Rosadi, dkk., 2022)

Dilakukan perhitungan terhadap konsumsi energi listrik oleh peralatan elektronik serta emisi yang diakibatkannya dalam konteks bangunan. Total penggunaan energi listrik diukur dalam satuan Kilo Watt Jam (kWh) dan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan matematis yang standar dan umum digunakan sebagai berikut (Rahayuningsih ,dkk., 2021):

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{Faktor Emisi} \times \text{Konsumsi Listrik} \quad \dots(2.1)$$

Keterangan :

Faktor Emisi = 0,00094 Kg CO₂/kWh (daerah Riau)

Konsumsi Listrik = listrik yang dikonsumsi (KWh)

Berikut adalah data besaran daya pada alat elektronik yang digunakan:

Tabel 2. 2 Besaran Daya pada Alat Elektronik

No.	Alat Elektronik	Daya (Watt)
1.	Lampu LED	20
2.	Lampu TL	36
3.	AC Panasonic 2 pk	1350
4.	AC Panasonic 4 pk	4480
5.	Handphone	10
6.	Laptop	90
7.	Komputer HP	65
8.	Kipas Angin	65

(Sumber : (Maringka.,dkk, 2025)

Perhitungan konsumsi energi listrik pada unit *Air Conditioner* (AC) dalam penelitian ini didasarkan pada kapasitas terpasang, yang umumnya dinyatakan dalam satuan *Paard Kracht* (PK) dan merujuk pada daya kompresor. Untuk keperluan perhitungan, kapasitas nominal AC dalam satuan PK dikonversikan terlebih dahulu ke dalam satuan Watt. Metode perhitungan konsumsi energi listrik



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

AC dan konversi daya kompresor mengacu pada ketentuan yang tercantum dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Listrik, sebagai berikut (Rosadi, dkk., 2022):

Rumus perhitungan konsumsi energi listrik pada AC:

$$W_{AC} = (P_{AC} \times \text{Jumlah unit AC}) \times t \quad \dots(2.2)$$

Keterangan :

W_{AC}	= Konsumsi energi listrik (kWh)
P_{AC}	= Daya nominal listrik (Watt)
Jumlah Unit AC	= Total AC terpasang
t	= Waktu pemakaian (Jam)

Perhitungan konsumsi energi listrik lampu dalam penelitian ini menggunakan rumus umum perhitungan energi listrik. Berikut adalah contoh ilustrasi perhitungan konsumsi energi listrik pada lampu (Rosadi, dkk., 2022):

$$W_{Lampu} = (P_{Lampu} \times \text{jumlah unit lampu terpasang}) \times t \quad \dots(2.3)$$

Keterangan :

W_{Lampu}	= Energi listrik yang dikonsumsi (kWh)
P_{Lampu}	= Daya listrik (watt)
Jumlah Unit Lampu	= Total lampu
t	= Waktu pemakaian pada lampu (jam)

2.5 Sustainable

Sustainable atau keberlanjutan berarti menggunakan sumber daya secara bijak agar kebutuhan saat ini terpenuhi tanpa merusak kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka. *Sustainable manufacturing* adalah proses produksi yang memanfaatkan sumber daya alam secara efisien dan bertanggung jawab, dengan memperhatikan aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Tujuannya adalah menjaga kelestarian lingkungan dan sumber daya alam, menghasilkan produk dan proses yang minim polusi, menguntungkan secara ekonomi, serta aman bagi pekerja, masyarakat, dan konsumen. Dengan begitu,



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

sustainable manufacturing dapat meningkatkan kualitas hidup sekaligus menjaga keberlanjutan sumber daya (Sari et al., 2022).

Konsep Keberlanjutan tidak lagi dilihat semata-mata sebagai isu lingkungan, melainkan sebuah tanggung jawab etis dan manajerial yang harus diintegrasikan dalam seluruh operasional institusi. Keberlanjutan modern berakar pada tiga pilar utama (*Triple Bottom Line*): Keseimbangan Ekologis (Planet), Kesejahteraan Sosial (*People*), dan Stabilitas Ekonomi (*Profit*) (Rosadi, dkk., 2022). Kerangka kerja global ini kemudian diperjelas melalui *Sustainable Development Goals* (SDGs) PBB, yang secara spesifik menargetkan Penanganan Perubahan Iklim (Tujuan 13) sebagai isu inti (PBB, 2015).

Dalam konteks pendidikan tinggi, prinsip Keberlanjutan diterjemahkan sebagai Tanggung Jawab Sosial Institusional (ISR) atau yang sering disebut *University Social Responsibility* (USR). USR menuntut universitas untuk melampaui peran tradisionalnya sebagai produsen pengetahuan dan lulusan, serta mengelola operasionalnya secara bertanggung jawab—mencontoh praktik terbaik di bidang etika, lingkungan, dan sosial (Reiser, 2008).

2.6 Green Campus

Perguruan tinggi di Indonesia kini berperan tidak hanya sebagai tempat belajar, tetapi juga sebagai pelopor perubahan menuju keberlanjutan dengan menerapkan konsep *Green Campus*. *Green Campus* adalah usaha menyeluruh untuk menciptakan lingkungan kampus yang ramah lingkungan melalui pengelolaan sumber daya secara bijak, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, dan menanamkan nilai keberlanjutan di semua aspek kehidupan kampus.

Di tingkat global, standar keberhasilan *Green Campus* sering kali dirujuk pada pemeringkatan seperti UI *GreenMetric World University Rankings*, yang menilai kampus berdasarkan enam indikator kunci, di antaranya adalah Energi dan Perubahan Iklim serta Pengaturan dan Infrastruktur.

Penelitian ini memposisikan diri sebagai langkah fundamental dan mendasar dalam upaya implementasi inisiatif *Green Campus* di lingkungan universitas. Pengukuran Jejak Karbon yang dilakukan berperan sebagai metrik kuantitatif



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

yang krusial untuk menetapkan baseline emisi GRK yang dihasilkan oleh aktivitas operasional kampus. (Marsudi, 2022).

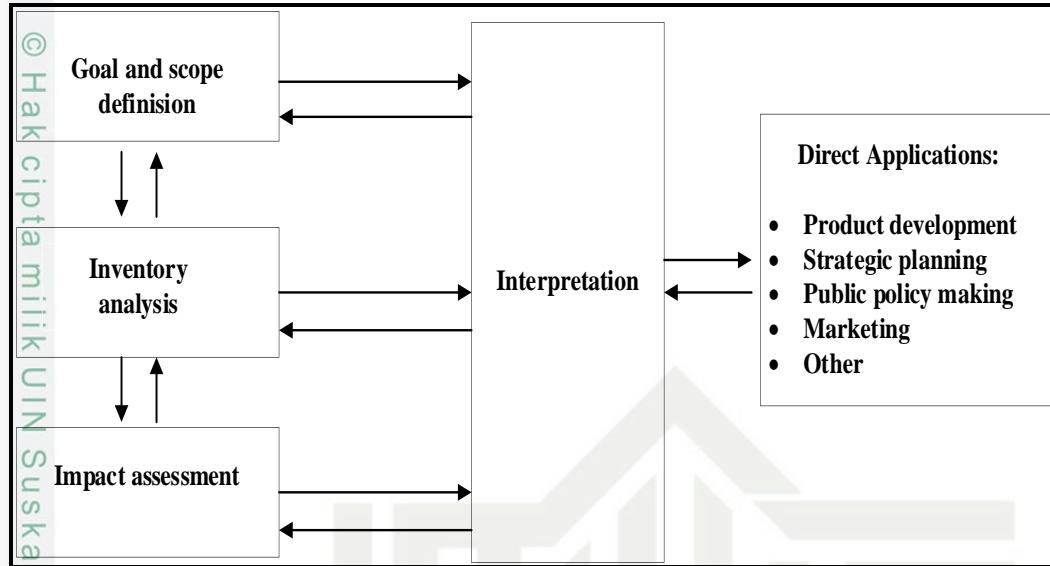
Implementasi *Green Campus* mencakup tindakan nyata, antara lain:

1. Meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik dan air (konservasi air).
2. Mengelola sampah melalui prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*).
3. Mendorong pemanfaatan transportasi ramah lingkungan.
4. Mengintegrasikan pendidikan lingkungan dan keberlanjutan ke dalam kurikulum akademik.

Dengan demikian, tujuan *Green Campus* tidak hanya terbatas pada pengurangan jejak ekologis dan dampak lingkungan fisik, tetapi juga secara bersamaan berupaya mendidik sivitas akademika agar memiliki kesadaran, kepedulian, dan tanggung jawab terhadap isu-isu lingkungan dan keberlanjutan.

2.7 Life Cycle Assessment

Life Cycle Assessment (LCA) merupakan metodologi yang esensial untuk mengevaluasi dampak lingkungan suatu produk atau aktivitas sepanjang seluruh siklus hidupnya (*life cycle*). Landasan teoretis LCA berpegang pada prinsip bahwa suatu sistem industri tidak dapat dipandang terpisah dari lingkungan tempatnya beroperasi. Secara operasional, LCA adalah teknik evaluasi yang mengkuantifikasi bagaimana suatu produk memengaruhi lingkungan dari awal hingga akhir keberadaannya. Proses evaluasi LCA ini mencakup tahapan yang komprehensif, dimulai dari perolehan bahan baku, dilanjutkan dengan ekstraksi bahan mentah, manufaktur, konsumsi produk, hingga penanganan limbah yang dihasilkan dari seluruh proses produksi (Mahyudin, 2023) .



Gambar 2. 4 LCA
(Sumber: Mahyudin, 2023)

LCA mengidentifikasi semua aliran *input* (bahan baku, energi) dan *output* (emisi, limbah) dari suatu produk di setiap tahapan siklus hidupnya. Proses ini distandardisasi oleh ISO 14040 dan ISO 14044, yang menggantikan empat standar ISO sebelumnya (ISO 14040, ISO 14041, ISO 14042, dan ISO 14043) yang diterbitkan antara tahun 1997 dan 2000.

LCA terdiri dari 4 fase yang diatur dalam ISO, secara garis besar adalah (Mahyudin, 2023):

2.1.1 *Goal and Scope*

Bertujuan untuk merumuskan dan mendeskripsikan secara komprehensif tujuan, batasan sistem yang dievaluasi, serta asumsi-asumsi yang relevan dalam menganalisis efisiensi dan dampak lingkungan di sepanjang siklus hidup sistem yang diteliti.

Dalam pelaksanaannya, batasan sistem LCA secara umum diklasifikasikan menjadi empat komponen utama yaitu (Abdilah & Cahyana, 2023):

1. *Cradle to Grave*

Pendekatan ini menyajikan evaluasi siklus hidup lengkap (dari buaian hingga kuburan). Cakupan analisis dimulai dari ekstraksi dan perolehan bahan baku (termasuk produksi bahan), melalui semua tahap

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

manufaktur, transportasi, dan penggunaan produk, hingga tahap akhir masa pakai produk (seperti daur ulang atau pembuangan limbah). Pendekatan ini menawarkan gambaran dampak lingkungan yang paling komprehensif.

2. *Cradle to Gate*

Batasan ini mencakup proses penuh yang dimulai dari ekstraksi bahan mentah hingga produk selesai diproduksi dan siap meninggalkan gerbang pabrik (gate). Batasan *Cradle to Gate* berguna untuk menganalisis dampak lingkungan yang terkait dengan rantai pasok dan proses produksi di perusahaan, tetapi tidak mencakup fase distribusi, penggunaan, dan akhir masa pakai produk.

3. *Gate to Grave*

Metodologi ini berfokus pada tahapan setelah produk selesai diproduksi. Evaluasi dimulai dari saat produk meninggalkan gerbang pabrik (gate) dan dapat digunakan, mencakup semua proses penggunaan, distribusi, dan pembuangan akhir (akhir siklus hidup). Pendekatan ini sangat relevan untuk menghitung dampak lingkungan yang terjadi di luar masa produksi suatu produk.

4. *Gate to Gate*

Batasan ini merupakan analisis parsial yang membatasi evaluasi hanya pada proses produksi tertentu di dalam fasilitas manufaktur. Evaluasi diukur dari tahap awal produksi hingga tahap akhir produksi di pabrik tersebut. *Gate to Gate* sering digunakan untuk mengukur efisiensi lingkungan dari peningkatan atau perubahan spesifik dalam suatu proses manufaktur.

2.1.2 *Life Cycle Inventory (LCI)*

Analisis Daur Hidup (*Life Cycle Inventory*) bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengkuantifikasi aliran material, energi, serta emisi lingkungan. Proses ini mencakup perhitungan seluruh *input* dan *output* material serta energi sepanjang siklus hidup suatu produk atau jasa, dengan fokus pada pengumpulan data dan prosedur perhitungan untuk



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

mencapai penemuan yang komprehensif.

2.1.3 Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

LCIA berfungsi untuk menghubungkan data masukan dan keluaran yang didapat dari Inventori Daur Hidup (LCI) dengan masalah lingkungan nyata. Intinya, LCIA adalah proses mengklasifikasikan data LCI ke dalam kategori dampak spesifik—seperti pemanasan global, asidifikasi, eutrofikasi, atau pengurangan sumber daya—lalu menggabungkannya (*memodelkan*) untuk menghasilkan indikator bagi setiap kategori. Indikator terpisah inilah yang kemudian merepresentasikan potensi dampak lingkungan dari produk atau sistem yang dianalisis

Proses Penilaian Dampak Siklus Hidup (LCIA) terdiri dari empat tahap utama yaitu sebagai berikut (Mahyudin, 2023):

1. Pemilihan Kategori Dampak, di mana jenis dampak lingkungan yang akan diteliti (seperti pemanasan global atau toksitas) ditentukan berdasarkan tujuan studi.
2. Klasifikasi dilakukan dengan mengelompokkan data inventori (emisi atau penggunaan sumber daya) ke dalam kategori dampak yang relevan—perlu dicatat bahwa satu zat dapat berkontribusi pada lebih dari satu kategori.
3. Karakterisasi bertujuan untuk mengubah semua data yang sudah diklasifikasikan menjadi indikator dampak yang seragam dan terukur dengan menggunakan model perhitungan spesifik.
4. Normalisasi (opsional), yang berfungsi untuk memberikan konteks dengan cara membandingkan hasil dampak yang dikarakterisasi dengan data acuan yang lebih luas, misalnya total emisi suatu wilayah.

2.1.4 Interpretasi

Merupakan proses sintesis dari temuan-temuan yang dihasilkan pada tahap inventarisasi siklus hidup (LCI) dan penilaian dampak siklus hidup (LCIA). Tujuannya adalah untuk menganalisis hasil LCI dan LCIA secara komprehensif untuk mengidentifikasi isu-isu lingkungan yang signifikan, menarik kesimpulan yang relevan dengan tujuan dan ruang



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

lingkup studi yang telah ditetapkan, serta merumuskan rekomendasi yang konsisten dan berbasis bukti.

2.8 Software SimaPro

SimaPro, yang merupakan singkatan dari *System for Integrated Environmental Assessment of Product*, adalah salah satu perangkat lunak terbaru yang sering digunakan untuk analisis LCA. Perangkat lunak ini membantu pengguna menganalisis aspek lingkungan dari produk dan jasa secara sistematis dan konsisten.

SimaPro, sebuah perangkat lunak yang dikembangkan oleh perusahaan konsultan Belanda, PRé Consultants, telah ada sejak tahun 1990. PRé Consultants memiliki spesialisasi dalam bidang Penilaian Daur Hidup Lingkungan (LCA). Melalui SimaPro versi 9.6, mereka menawarkan jasa konsultasi global untuk membantu perusahaan menilai, meningkatkan, dan mengelola dampak lingkungan dari produk dan layanan mereka. Sesuai dengan standar seri ISO 14040, perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk membuat model dan menganalisis siklus hidup produk yang kompleks dengan cara yang sistematis dan transparan (Kelvin, 2021).

Keunggulan utamanya adalah dapat digunakan untuk berbagai aplikasi LCA, termasuk analisis jejak karbon dan air, pelaporan keberlanjutan, proses desain produk, pembuatan produk yang ramah lingkungan, dan penentu indikator kinerja utama. Keunggulan tambahan yang dihasilkan SimaPro adalah sebagai berikut (Kelvin, 2021):

1. Perangkat lunak ini memiliki kemampuan untuk membuat model dan menganalisis siklus hidup produk yang rumit secara terstruktur dan jelas.
2. Dapat mengukur dampak lingkungan dari produk atau layanan di semua tahap, dari awal hingga akhir siklus hidupnya..
3. Mampu menemukan informasi penting yang saling berhubungan dalam rantai pasok, mulai dari ekstraksi bahan baku hingga akhir umur produk.
4. Dilengkapi dengan berbagai *database* inventori terbaru, termasuk *Agri footprint, Ecoinvent, Database Inventory Life Cycle* Amerika Serikat,



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Database Input/Output Swiss, dan Industry Data Library: PlasticstEurope, ERASM, dan Worldsteel.

5. Memiliki berbagai metode analisis LCA yang didukung, seperti *Impact 2002+*, *TRACI 2.1,nReCiPe 2016*, *Ecosystem Damage Potential*, *Protocol GreenhousetGas*, dan *Cumulative Energy Demand*.

2.9 Impact-Effort Matrix

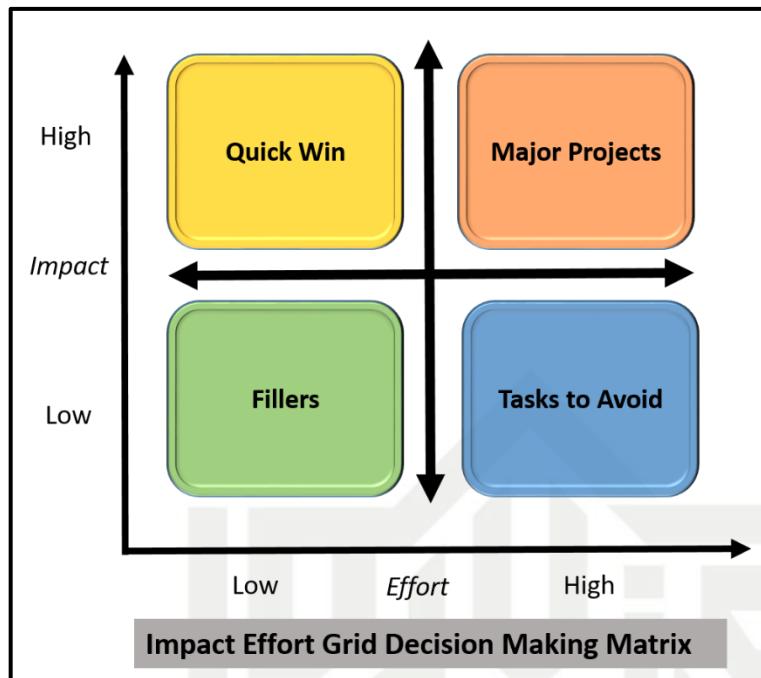
Impact-Effort Matrix (Matriks Dampak-Upaya), atau yang sering disebut *Action Priority Matrix* adalah sebuah alat manajemen proyek dan pengambilan keputusan strategis yang digunakan untuk mengevaluasi dan memprioritaskan ide, tugas, atau proyek (Nethamba & Grobelaar, 2023). Matriks ini bekerja dengan memvisualisasikan opsi rekomendasi berdasarkan dua kriteria utama: potensi Dampak (*Impact*) yang akan dihasilkan dan tingkat Upaya (*Effort*) yang diperlukan untuk mengimplementasikannya. Matriks ini sangat relevan dalam penelitian yang berfokus pada perumusan rekomendasi mitigasi karena memungkinkan peneliti untuk menyaring strategi-strategi yang bersumber dari kerangka acuan global (IPCC), standar kampus (UI GreenMetric), dan regulasi teknis nasional (SNI) agar upaya implementasi yang diusulkan menjadi efisien dan memberikan nilai tambah terbesar.

Impact-Effort Matrix bekerja dengan membagi opsi rekomendasi ke dalam empat kuadran berdasarkan dua sumbu utama. Sumbu vertikal merepresentasikan Dampak (*Impact*), yang dalam penelitian ini diukur dari seberapa besar kontribusi suatu rekomendasi terhadap tujuan utama. Sementara itu, sumbu horizontal merepresentasikan Upaya (*Effort*), yang mengukur sumber daya yang diperlukan, termasuk aspek biaya finansial, kompleksitas teknis, waktu implementasi, serta kebutuhan dukungan kelembagaan. Penilaian yang cermat dan terukur terhadap kedua variabel ini menjadi landasan untuk mengidentifikasi inisiatif mana yang paling layak untuk dikerjakan.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 5 Impact Effort Matrix
(Sumber: BGMC)

Kuadran yang dihasilkan dari pemetaan Dampak dan Upaya menentukan tingkat prioritas tindakan. Dua kuadran yang paling strategis adalah *Quick Wins* (Dampak Tinggi, Upaya Rendah) dan *Major Projects* (Dampak Tinggi, Upaya Tinggi). *Quick Wins* adalah rekomendasi yang ideal untuk diimplementasikan segera karena memberikan pengembalian terbesar dengan investasi dan kesulitan minimal, sering disebut sebagai solusi "lakukan saja". Sementara itu, *Major Projects* mewakili inisiatif strategis jangka panjang yang menjanjikan dampak signifikan, namun membutuhkan perencanaan, anggaran besar, dan komitmen berkelanjutan dari manajemen kampus. Dengan demikian, metode ini memastikan bahwa fokus utama tetap pada strategi mitigasi yang sejalan dengan tujuan global IPCC yaitu mengurangi emisi GRK (Tirta.,dkk, 2025).

Dengan menerapkan *Impact-Effort Matrix* ini, setiap rekomendasi teknis yang diturunkan dari standar acuan (misalnya, konservasi energi tata udara yang diatur oleh SNI 6390:2011 akan dievaluasi secara sistematis. Dampak setiap rekomendasi akan diukur secara kuantitatif berdasarkan hasil perhitungan pengurangan jejak karbon, sedangkan Upaya akan dinilai berdasarkan estimasi



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

biaya dan kemudahan operasional. Hasil akhir dari analisis ini akan menghasilkan sebuah peta jalan terprioritas yang logis dan terukur. Penggunaan Matriks Prioritas Aksi ini membantu dalam menyelaraskan tujuan organisasi dengan inisiatif yang paling menguntungkan memastikan bahwa rekomendasi yang disajikan pada penelitian ini dapat ditindaklanjuti secara efektif dan efisien oleh pihak fakultas atau universitas (Nethamba & Grobbelaar, 2023).

2.10 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) adalah badan ilmiah terkemuka dunia yang bertanggung jawab untuk mengevaluasi ilmu pengetahuan terkait perubahan iklim. Laporan-laporan IPCC, yang merupakan hasil konsensus ribuan ilmuwan global, berfungsi sebagai dasar ilmiah bagi negosiasi iklim internasional, termasuk Perjanjian Paris. Laporan Penilaian Keenam (AR6), khususnya kontribusi Kelompok Kerja III (*Working Group III*) tentang Mitigasi Perubahan Iklim (2022), menegaskan bahwa tindakan segera dan transformatif sangat diperlukan di semua sektor untuk membatasi kenaikan suhu rata-rata global agar tidak melampaui 1,5° C di atas tingkat pra-industri. Penetapan target global yang ambisius ini menjadi landasan etika dan urgensi ilmiah bagi penelitian yang bertujuan merumuskan strategi pengurangan emisi di tingkat institusi (IPCC, 2006)

Laporan Mitigasi AR6 IPCC secara eksplisit mengidentifikasi perlunya puncak emisi GRK global terjadi sebelum tahun 2025 dan penurunan emisi sebesar 43% pada tahun 2030 (dibandingkan tahun 2019) untuk mencapai jalur 1,5 (IPCC, 2022). Pencapaian target ini menuntut perubahan mendasar dalam sistem energi global, termasuk transisi dari bahan bakar fosil dan peningkatan efisiensi energi secara radikal. Dalam konteks bangunan gedung, di mana konsumsi listrik menjadi penyumbang emisi karbon tidak langsung yang signifikan (*Scope 2*), IPCC menyoroti bahwa strategi pengurangan emisi harus mencakup aspek pengurangan permintaan energi melalui konservasi dan peningkatan kinerja teknologi.

IPCC menekankan bahwa mitigasi di sektor bangunan (*buildings*) adalah salah satu opsi mitigasi yang paling berbiaya rendah dan efektif, terutama dalam



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

jangka pendek. Kontribusi AR6 menunjukkan bahwa potensi pengurangan emisi terbesar di sektor ini berasal dari peningkatan efisiensi energi pada sistem yang paling intensif daya, yaitu pencahayaan, peralatan, dan pendinginan/tata udara. Dengan mengoptimalkan efisiensi energi gedung, institusi pendidikan tinggi tidak hanya mengurangi biaya operasional, tetapi juga secara nyata berkontribusi pada target pengurangan emisi nasional Indonesia.

2.11 UI GreenMetric

UI *GreenMetric World University Rankings* adalah inisiatif global yang diluncurkan oleh Universitas Indonesia pada tahun 2010. Tujuan utama dari pemeringkatan ini adalah untuk menyediakan alat daring bagi universitas-universitas di seluruh dunia dalam mengevaluasi dan membandingkan upaya keberlanjutan mereka di lingkungan kampus. Lebih dari sekadar pemeringkatan, UI *GreenMetric* berfungsi sebagai platform advokasi untuk meningkatkan kesadaran publik tentang isu keberlanjutan dan perubahan iklim, serta mendorong universitas sebagai agen perubahan untuk menerapkan kebijakan ramah lingkungan. Dalam konteks penelitian ini, UI *GreenMetric* dipilih sebagai salah satu kerangka acuan eksternal karena memberikan tolok ukur yang terperinci dan terstandardisasi mengenai implementasi mitigasi lingkungan di institusi pendidikan tinggi (UI Guideline,2024).

Kerangka penilaian UI *GreenMetric* terdiri dari enam kategori utama yang meliputi seluruh aspek keberlanjutan kampus. Kategori-kategori tersebut adalah: Penataan dan Infrastruktur (*Setting and Infrastructure*), Energi dan Perubahan Iklim (*Energy and Climate Change*), Sampah (*Waste*), Air (*Water*), Transportasi (*Transportation*) dan Pendidikan dan Penelitian (*Education and Research*). Dari keenam kategori ini, kategori Energi dan Perubahan Iklim merupakan fokus utama dalam penelitian ini. Kategori ini memiliki bobot penilaian yang signifikan dan secara langsung relevan dengan tujuan penelitian, yaitu perhitungan emisi GRK dan perumusan rekomendasi mitigasi energi (UI Guideline,2024).

Kategori Energi dan Perubahan Iklim mencakup berbagai indikator penting, seperti efisiensi penggunaan peralatan energi, penggunaan sumber energi



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

terbarukan, program konservasi energi, program pengurangan emisi GRK (termasuk jejak karbon), dan penggunaan listrik per kapita. Indikator ini mengharuskan universitas untuk tidak hanya menghitung konsumsi energi dan emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas operasional kampus, tetapi juga menyediakan rencana aksi yang konkret untuk mengurangi jejak karbon tersebut. Dengan demikian, kriteria-kriteria dalam kategori ini berfungsi sebagai panduan ilmiah untuk menentukan jenis data yang harus dikumpulkan dan parameter yang harus dievaluasi dalam penelitian ini.

Oleh karena itu, UI *GreenMetric* tidak hanya digunakan sebagai kerangka teoritis, tetapi juga sebagai alat bantu metodologis. Data mengenai konsumsi energi listrik dan perhitungan emisi CO₂ yang disajikan dalam penelitian ini secara langsung berkesesuaian dengan persyaratan pelaporan pada kategori Energi dan Perubahan Iklim. Hasil penilaian yang ketat berdasarkan standar ini memastikan bahwa rekomendasi yang diusulkan memiliki basis yang kuat dan terbukti dapat meningkatkan performa keberlanjutan kampus, berkontribusi langsung pada upaya Indonesia untuk mencapai target pengurangan emisi GRK.

2.12 SNI

Standar Nasional Indonesia (SNI) merupakan satu-satunya standar yang berlaku secara nasional di Indonesia dan memiliki peran krusial dalam mendukung komitmen pemerintah untuk mencapai target pengurangan emisi GRK yang tertuang dalam *Nationally Determined Contribution* (NDC). Meskipun SNI mencakup berbagai bidang, standar yang relevan dalam upaya mitigasi emisi karbon berbasis listrik adalah standar yang mengatur efisiensi energi pada bangunan gedung. Dengan mengadopsi standar teknis ini, bangunan, termasuk fasilitas kampus, diharuskan untuk mengoptimalkan penggunaan energi sehingga konsumsi listrik sebagai sumber utama emisi karbon tidak langsung (Scope 2) dapat diminimalisir. SNI berfungsi sebagai dasar hukum dan teknis yang memastikan bahwa rekomendasi yang diusulkan dalam penelitian ini memiliki landasan implementasi yang terukur dan legal (SNI, 2020)



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

© Haechotamikun mustafa Riau State Islamic University Syaiful Kasim Riau

Prinsip utama dari SNI 6390:2011 adalah memaksimalkan penghematan energi tanpa mengorbankan kenyamanan termal pengguna gedung. Penghematan energi listrik yang berhasil dicapai melalui kepatuhan terhadap standar ini akan menghasilkan pengurangan permintaan daya dari jaringan listrik. Karena pembangkit listrik di Indonesia mayoritas masih bergantung pada bahan bakar fosil, setiap kilowatt-jam (kWh) listrik yang dihemat secara langsung setara dengan pengurangan emisi CO₂ yang dilepaskan ke atmosfer (emisi tidak langsung). Oleh karena itu, SNI ini secara fungsional merupakan instrumen mitigasi emisi karbon yang berlaku di tingkat teknis operasional.

2.13 Ruang Terbuka Hijau (RTH)

Tumbuhan memiliki peran signifikan dalam menyerap karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer. Beberapa jenis tanaman bahkan menunjukkan kemampuan serap CO₂ yang sangat tinggi. Proses fotosintesis pada tumbuhan melibatkan penyerapan CO₂ dan air, yang kemudian diubah menjadi glukosa dan oksigen dengan bantuan energi matahari. Efisiensi penyerapan CO₂ oleh berbagai jenis tanaman bervariasi. Selain itu, daya serap CO₂ pada individu pohon dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti total luas permukaan daun, usia daun, dan tahap pertumbuhan tanaman. Pohon Matoa (*Pometia pinnata*), dengan kanopi lebat dan pertumbuhan yang kuat, diakui sebagai spesies penyerap karbon yang sangat efisien menjadikannya aset penting dalam mitigasi emisi (Purnomo, dkk., 2023).

Ruang Terbuka Hijau (RTH) memegang peran penting dalam menunjang kehidupan manusia, salah satu bentuk nyatanya yaitu mampu menyerap polutan yang merupakan hasil buangan atau emisi dari berbagai macam kegiatan di perkotaan. Regulasi yang tertuang dalam Permen PU No. 5 Tahun 2008 menegaskan fungsi RTH sebagai integral dari sistem sirkulasi udara. Penambahan kuantitas RTH menjadi sebuah tindakan penyesuaian diri yang dilakukan oleh manusia untuk menanggapi peningkatan kegiatan di kawasan metropolitan. Pada tahun 2009, bidang transportasi diketahui sebagai penyumbang emisi yang cukup besar, dengan peningkatan antara 8 sampai 12 persen (Bappenas, 2009).

Perencanaan atau pembentukan ide tentang penataan Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang didasarkan pada perhitungan jejak karbon memberikan atau

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

mengusulkan suatu solusi yang mungkin berhasil. Dalam kerangka ini, volume emisi yang dihasilkan oleh aktivitas transportasi, baik dalam konteks pergerakan logistik maupun mobilitas personal, akan diubah atau dikonversikan menjadi luas lahan Ruang Terbuka Hijau yang setara (dengan jumlah emisi karbon) dan dapat dibangun atau diwujudkan secara fisik. RTH yang demikian diharapkan dapat menjelma menjadi solusi permasalahan terhadap isu emisi karbon di lingkungan universitas.

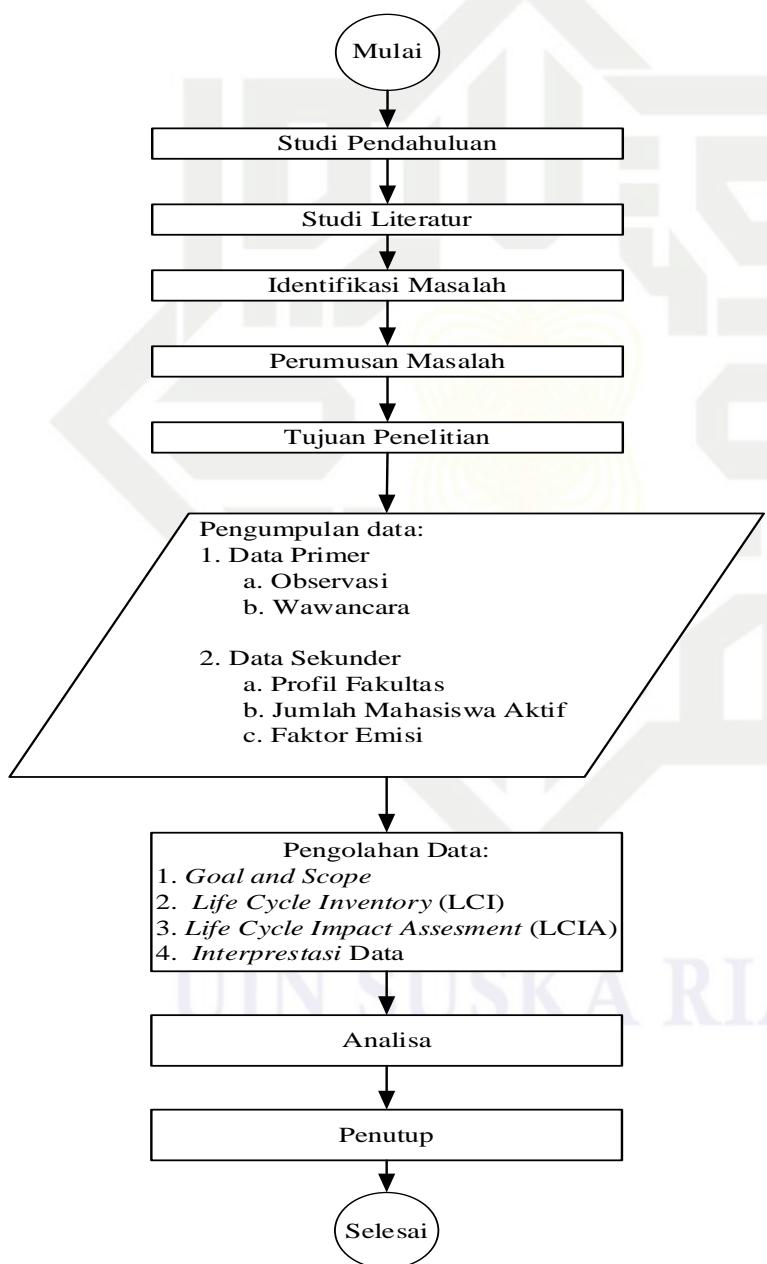
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi berfungsi sebagai panduan yang menguraikan prosedur dan fase yang dilalui sepanjang proses penelitian dan penyusunan laporan. Langkah-langkah penelitian yang akan dieksekusi disajikan secara visual dan berurutan pada diagram alir di bawah ini:





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

© Hak Cipta dilindungi undang-undang Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau

3.1 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan mencakup beberapa komponen krusial, yaitu latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bagian latar belakang memaparkan alasan di balik dilaksanakannya penelitian, sedangkan tujuan penelitian menjelaskan hasil yang ingin dicapai. Manfaat penelitian merinci hasil positif yang bisa didapat, dan batasan masalah menetapkan ruang lingkup serta kendala penelitian. Terakhir, sistematika penulisan berfungsi sebagai panduan untuk menyusun laporan secara terstruktur.

3.2 Studi Literatur

Penelitian ini diawali dengan tahap studi literatur untuk memperoleh dasar teoretis serta kerangka konseptual yang menunjang ruang lingkup dan sasaran penelitian. Sumber literatur yang digunakan, seperti jurnal, buku, dan studi sebelumnya, mencakup topik-topik kunci yaitu: emisi karbon (konsumsi listrik), jejak karbon, pedoman dari IPCC Guidelines (2006), Metode LCA, *Impact Effort Matrix* dan aplikasi *Software SimaPro*.

3.3 Identifikasi Masalah

Tahap ini berfokus pada penentuan isu-isu spesifik terkait emisi karbon di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang perlu diteliti lebih lanjut. Masalah-masalah tersebut diidentifikasi melalui analisis awal terhadap aktivitas mahasiswa di universitas yang berpotensi menghasilkan emisi karbon, seperti penggunaan energi di ruang belajar, laboratorium, ruang dosen, ruang akademik dan toilet.

3.4 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dapat dibuat berdasarkan suatu permasalahan yang dihadapi pada penelitian tugas akhir ini yaitu menghitung besaran emisi karbon yang dihasilkan dari penggunaan energi di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

3.5 Tujuan Penelitian

Penelitian dibuat untuk mengetahui besaran emisi karbon di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.



3.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian yang hanya dilakukan pada perhitungan jejak karbon dari konsumsi energi listrik di ruang belajar, laboratorium, ruang dosen, ruang akademik dan toilet.

3.7 Pengumpulan Data

Langkah pengumpulan data penelitian diklasifikasikan ke dalam dua komponen esensial, yaitu data primer dan data sekunder. Kedua komponen tersebut akan dijabarkan secara rinci pada bagian berikut:

1. Data Primer

Data primer adalah informasi yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti sendiri untuk memperoleh data spesifik yang diperlukan dalam studi ini.

a. Observasi

Tahap observasi dilakukan dengan mengamati langsung ke UIN Suska Riau pada Fakultas Sains dan Teknologi untuk menghitung jejak karbon. Tahap observasi yang dilakukan dapat memberikan tambahan atau dukungan untuk kelengkapan informasi dalam menghitung besaran emisi yang dihasilkan dari konsumsi listrik dengan menggunakan formulir observasi.

b. Wawancara

Tahap wawancara dilakukan dengan menyiapkan beberapa pertanyaan yang akan diberikan kepada staf yang bekerja, bertujuan untuk mengetahui jumlah ruangan kelas yang ada menggunakan formulir wawancara.

2. Data Sekunder

Data yang didapatkan secara tidak langsung atau media yang telah disediakan oleh kampus:

a. Faktor Emisi

Berdasarkan studi literatur untuk mengetahui faktor emisi pada konsumsi energi listrik ruangan kelas, laboratorium serta fasilitas lain yang digunakan pada jam perkuliahan.



3.8 Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengumpulan data, langkah selanjutnya adalah mengolah data sesuai dengan metode yang telah ditentukan dengan tujuan penelitian yang dilakukan dapat tercapai. Pengolahan data ini dilakukan dengan software SimaPro versi 9.6. Adapun tahapan dalam melakukan pengolahan data:

1. Goal & Scope

Penentuan *goal* dan *scope* dari penelitian ini adalah sebagai arahan dan batasan yang jelas dari penelitian ini. *Goal* yang akan dicapai yaitu mengukur total emisi karbon di Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau.

Batasan/ruang lingkup dari penelitian ini adalah *gate to gate*, yang mencakup semua aktivitas yang terjadi mulai dari saat mahasiswa memasuki gerbang kampus hingga keluar, konsumsi energi listrik yang meliputi pemakaian ruang kelas, ruang praktikum, ruang dosen, ruangan akademik dan toilet. Unit fungsional yang digunakan adalah emisi karbon yang dihasilkan ruangan permenggu..

2. Life Cycle Inventory (LCI)

Pada tahap ini, mendata *input* dan *output* penggunaan energi listrik yang digunakan pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau.

Untuk menghitung emisi CO₂ menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{Faktor emisi} \times \text{Konsumsi listrik} \quad \dots(3.1)$$

3. Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

Life Cycle Impact Assessment (LCIA) menilai dampak lingkungan yang dihasilkan oleh jejak karbon di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau. Pengukuran dampak lingkungan dilakukan dengan menggunakan metode IPCC 2021 GWP 100 yang membutuhkan pengolahan data yang lengkap untuk mengevaluasi dampak potensial perubahan iklim pada manusia dan ekosistem. Metode yang ditetapkan oleh IPCC 2021 GWP 100 itu sendiri merupakan kerangka kuat untuk menilai dampak perubahan iklim dan sebagai bagian dari upaya

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

membangun masa depan yang lebih berkelanjutan. Terdapat tahapan utama dalam penelitian ini, yaitu tahap *characterization*.

Karakterisasi dilakukan dengan mengalikan semua *input* dan *output* pada proses LCI dengan faktor konversi untuk masing-masing kategori dampak. Namun, pada *software* SimaPro, nilai karakterisasi tidak perlu dikalikan dengan faktor konversi karena hasil karakterisasi dapat langsung keluar setelah data dimasukkan.

4. Interpretation

Tahapan terakhir adalah membuat saran untuk perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak lingkungan dari jejak karbon mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau. Tahapan ini diprioritaskan pada proses proses yang paling berdampak pada lingkungan.

3.9 Analisa

Proses analisa data dilakukan untuk merincikan atau menjelaskan hasil dari proses penelitian yang telah dilakukan dengan menganalisa keseluruhan proses penelitian. Analisis juga dapat meningkatkan kesadaran mahasiswa tentang perubahan iklim dengan mengembangkan metode untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.

3.10 Penutup

Tahap akhir penelitian adalah penarikan kesimpulan dan pemberian saran. Kesimpulan yang dirumuskan mencakup poin-poin utama yang diperoleh dari hasil analisis, dan harus konsisten dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan di awal. Sedangkan saran dapat diarahkan pada upaya perbaikan yang bertujuan mengatasi limitasi atau kelemahan yang teridentifikasi selama penelitian, atau dapat pula berupa usulan untuk mengembangkan topik yang sama melalui studi lanjutan, guna menyempurnakan kualitas dan cakupan hasil penelitian di masa depan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bagian pertama bab ini menguraikan secara komprehensif strategi pengumpulan data, mengidentifikasi sumber data primer yang digunakan untuk perhitungan inti dan data sekunder yang berfungsi sebagai variabel pendukung. Bagian selanjutnya memaparkan metode pengolahan data secara sistematis, termasuk model atau persamaan matematis yang diaplikasikan. Bab ini akan diakhiri dengan penyajian hasil-hasil numerik atau *output* model yang merupakan luaran langsung dari prosedur pengolahan.

4.1 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan proses dimana setiap komponen produk diidentifikasi secara rinci. Dalam metode LCA, seluruh aliran masuk dan aliran keluar pada suatu sistem produk dikonversi menjadi indikator lingkungan, dan tahap ini dikenal sebagai LCI. Pengumpulan data dilakukan pada setiap proses yang terdapat dalam aktivitas oleh seluruh civitas Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau. Dalam upaya menghitung emisi karbon di fakultas tersebut, penelitian ini memanfaatkan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan dengan mengamati penggunaan peralatan elektronik. Sementara itu, data sekunder berasal dari literatur yang membahas faktor emisi pada pembangkit listrik.

Berikut data jumlah alat elektronik yang digunakan pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau di ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 1 Data Alat Eletronik di Fakultas Sains dan Teknologi

Letak Ruangan	Ruangan	Nama Eletronik	Merk	Daya (Watt)	Q	Waktu Operasi (Jam/Minggu)
Gedung Laboratorium Faste						
Gedung Laboratorium Faste	Taman	Lampu tembak	Philips	400	2	91
	Lab Telekomunikasi Te	Lampu TL	Philips	16	16	12,5

(Sumber: Pengumpulan Data Penulis)

Tabel 4.1 Data Alat Eletronik di Fakultas Sains dan Teknologi (lanjutan)

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Letak Ruangan	Ruangan	Nama Eletronik	Merk	Daya (Watt)	Q	Waktu Operasi (Jam/Minggu)
Gedung Laboratorium Faste						
Lt 1 Data milik UIN Suska Riau	Lab Telekomunikasi Te	AC	Panasonic	1350	2	12,5
		Komputer	Acer	20	3	12,5
		Kulkas	Aqua Aqf	100	1	168,0
			-150gc			
	Lab Eletronika Te	Lampu Tl	Philips	16	1 4	12,5
		AC	Panasonic	1350	2	12,5
		Komputer	Acer	20	3	12,5
	Lab Rekayasa Si	Lampu Tl	Philips	16	1 4	12,5
		AC	Panasonic	1350	2	12,5
		Komputer	Acer	20	2 2	12,5
	Pusat Riset (3 Ruangan)	Lampu Tl	Philips	16	1 2	54,0
		AC	Panasonic	1350	3	54,0
		Komputer	Acer	20	3	54,0
	Sekre Ieom	Lampu Tl	Philips	16	2	54,0
	Lab Ergonomi Ti	Lampu Tl	Philips	16	8	12,5
		AC	Panasonic	1350	1	12,5
	Lab Sistem Produksi Ti	Lampu Tl	Philips	16	1 2	17,5
		Cctv	Infinity	6	1	168,0
		AC	Panasonic	1350	3	17,5
		Komputer	Wearnes	16	5	17,5
		Kipas Blower		230	3	4,1



	Bubut	KNUTH 1000A	5500	1	4,1
	Cnc	Garuda 1325 100A	13000	1	4,1
	Las	Krisbow 200A	5000	2	17,5
	Gerinda Tangan		540	1	17,5
	Gerinda Duduk	Makita Cut Off	2000	2	17,5
	Bor		450	1	17,5
	Lorong Lt 1 lab	Lampu Led	Hannochs Sonic	20 1 6	91,0

(Sumber: Pengumpulan Data Penulis)

Tabel 4.1 Data Alat Eletronik di Fakultas Sains dan Teknologi (lanjutan)

Letak Ruangan	Ruangan	Nama Eletronik	Merk	Daya (Watt)	Q	Waktu Operasi (Jam/Minggu)
Gedung Laboratorium Faste						
	Lorong Lt 1 lab	Cctv	Infinity	6	2	168,0
	Toilet	Lampu Tl	Philips	16	4	54,0
Lab Komputer Te	Lampu Tl	Philips	16	12		12,5
		Cctv	Infinity	6	1	168,0
	AC	Panasonic	1350	3		12,5
	Komputer	ACer		21	22	12,5
Ruang Munaqasah	Lampu Tl	Philips	16	2		54,0
	AC	Panasonic	1350	1		54,0
Lab Jaringan Komputer Tif	Lampu Tl	Philips		16	16	15,0
	Cctv	Infinity		6	1	168,0
	AC	Panasonic	1350	2		15,0
	Komputer	Lenovo		120	25	15,0
Lab Matematika	Lampu Tl	Philips		16	16	15,0
	AC	Panasonic	1350	2		15,0
	Cctv	Infinity		6	1	168,0
Ruang Dosen	Lampu Tl	Philips		16	2	54,0
	AC	Panasonic	1350	2		54,0
Lab Fisika Te	Lampu Tl	Philips		16	16	7,5
	Cctv	Infinity		6	1	168,0
	AC	Panasonic	1350	2		7,5
Lab Database Tif	Lampu Tl	Philips		16	12	27,5
	Komputer	Lenovo		120	23	17,5
	Cctv	Infinity		6	1	168,0



		AC	Panasonic	1350	3	27,5	
		Dispenser	Polytron	160	1	168,0	
	Toilet	Lampu Tl	Philips	16	4	54,0	
	Lorong Lt 2 Lab	Lampu LED	Hannochs Sonic	20	11	91,0	
		Lampu Tl	Philips	16	12	91,0	
Gedung Fakultas Sains Dan Teknologi							
© Hak cipta Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau Lt 1	Teras	Lampu Running Text	200	1	168		
	Taman	Lampu	Philips	400	2	91	
	Lorong FST Lt 1	Lampu Led	Hannochs	20	46	91	
		Lampu	Philips	16	16	18,4	
	Lab Riset Tif	Komputer	Lenovo	120	23	18,4	
		Cctv	Infinity	6	1	18,4	
		AC	Polytron	1590	2	18,4	
		Tv	Samsung	230	1	18,4	
(Sumber: Pengumpulan Data Penulis)							
Tabel 4.1 Data Alat Eletronik di Fakultas Sains dan Teknologi (lanjutan)							
Letak Ruangan	Ruangan	Nama Eletronik	Merk	Daya (Watt)	Q	Waktu Operasi (Jam/Minggu)	
	Ruang Administrasi	Lampu	Philips	16	18	54	
		Komputer	Axioo	212	7	54	
		Cctv		15	1	168	
		Kulkas	Polytron	100	1	168	
		Dispenser	Polytron	160	1	54	
		AC	Polytron	1590	3	54	
		Printer	Epson L1110	10	3	54	
		Proyektor	Panasonic	350	4	54	
	Lab Software Enggineering	Printer	Canon	11	2	54	
		Lampu	Philips	16	16	35,8	
		AC	Panasonic	1350	3	35,8	
		Komputer	Lenovo	120	22	35,8	
	Lab Multimedia	Cctv	Infinity	6	4	168	
		Lampu	Philips	16	16	30,9	
		AC	Polytron	1590	2	30,9	
		Komputer	Acer	20,1	21	16,7	
	Ruang Teater	TV	Samsung	1	230	30,9	
		Lampu	Philips	16	26	54	
		AC Duduk	Panasonic	1690	2	54	
	Ruang	Lampu	Philips	16	2	54	

Dosen TI Ruang Dosen MT Ruangan Prodi TIF	AC	Sharp	750	1	54
	Komputer	Hp	125	1	54
	Lampu	Philips	16	2	54
	AC	Sharp	750	1	54
	Komputer	Hp	240	1	54
	Lampu	Philips	16	2	54
	AC	Lg	700	1	54
	Komputer		150	3	54
	Dispenser	Polytron	160	1	54
	Printer	Epson L1110	10	3	54
Ruangan Prodi TI	Lampu	Philips	16	2	54
	AC	Sharp	700	1	54
	Komputer	Hp	125	1	54
	Printer	Epson L1110	10	3	54
	Dispenser	Polytron	160	1	54
	Kulkas	Polytron	100	1	168

(Sumber: Pengumpulan Data Penulis)

Tabel 4.1 Data Alat Eletronik di Fakultas Sains dan Teknologi (lanjutan)

Letak Ruangan	Ruangan	Nama Eletronik	Merk	Daya (Watt)	Q	Waktu Operasi (Jam/Minggu)
Ruangan Prodi TE Ruangan Prodi SI Ruangan Prodi MT	Ruangan Prodi TE	Lampu	Philips	16	2	54
		AC	Sharp	700	1	54
		Komputer	Hp	125	1	54
		Printer	Epson	10	3	54
		Dispenser	Polytron	160	1	54
	Ruangan Prodi SI	Lampu	Philips	16	2	54
		AC	Lg	700	1	54
		Komputer	Hp	125	1	54
		Printer	Epson L1110	10	1	54
		Dispenser	Polytron	160	1	54
	Ruangan Prodi MT	Komputer	Hp	125	1	54
		Lampu	Philips	16	2	54
		AC	Sharp	750	1	54
		Dispenser	Polytron	160	1	54
		Printer	Epson	10	3	54
Lt 1	LorongFST lt 2	Lampu Led	Hannochs Sonic	20	46	91
	Ruang Belajar 201	Lampu	Philips	16	12	54
		Kipas Angin	Panasonic	65	2	54
Lt 2						

		AC	Panasonic	1350	2		54
Ruang Belajar 202	Lampu	Philips	16	12			54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2			54
	AC	Panasonic	1350	2			54
Ruang Belajar 203	Lampu	Philips	16	12			54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2			54
	AC	Panasonic	1350	2			54
Ruang Belajar 204	Lampu	Philips	16	12			54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2			54
	AC	Panasonic	1350	2			54
Ruang Belajar 205	Lampu	Philips	16	12			54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2			54
	AC	Panasonic	1350	2			54
Ruang Belajar 206	Lampu	Philips	16	12			54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2			54
	AC	Panasonic	1350	2			54
Ruang Belajar 207	Lampu	Philips	16	12			54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2			54
	AC	Panasonic	1350	2			54
Ruang Belajar 208	Lampu	Philips	16	12			54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2			54
	AC	Panasonic	1350	2			54

(Sumber: Pengumpulan Data Penulis)

Tabel 4.1 Data Alat Eletronik di Fakultas Sains dan Teknologi (lanjutan)

Letak Ruangan	Ruangan	Nama Eletronik	Merk	Daya (Watt)	Q	Waktu Operasi (Jam/Minggu)
Universitas Sultan Syarif Kasim Riau Lt 2	Ruang Dekan	Lampu	Philips	16	12	54
		TV	Samsung	230	1	54
		AC	Panasonic	1350	4	54
Universitas Sultan Syarif Kasim Riau Lt 3	Ruang Dosen TI	Lampu	Philips	16	12	54
		AC	Daikin	500	1	54
		Komputer	Lenovo	120	2	54
Universitas Sultan Syarif Kasim Riau Lt 3	Ruang Dosen TIF	Lampu	Philips	16	3	54
		AC	Panasonic	1350	1	54
		Komputer	Dell	120	2	54

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Ruang Dosen TE	Lampu	Philips	16	2		54
	AC	Panasonic	1350	1		54
	Komputer	Hp	125	1		54
Ruang Dosen Si	Lampu	Philips	16	2		54
	AC	Panasonic	1350	1		54
	Komputer	Dell	120	1		54
Ruang Dosen Mt	Lampu	Philips	16	1		54
	AC	Panasonic	1350	1		54
	Komputer	Dell	120	1		54
Ruang Belajar 301	Lampu	Philips	16	12		54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
	AC	Panasonic	1350	2		54
Toilet	Lampu Tl	Philips	16	4		54
Ruang Belajar 302	Lampu	Philips	16	12		54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
	AC	Panasonic	1350	2		54
Ruang Belajar 303	Lampu	Philips	16	12		54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
	AC	Panasonic	1350	2		54
Ruang Belajar 304	Lampu	Philips	16	12		54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
	AC	Panasonic	1350	2		54
Ruang Belajar 305	Lampu	Philips	16	12		54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
	AC	Panasonic	1350	2		54
Ruang Belajar 306	Lampu	Philips	16	12		54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
	AC	Panasonic	1350	2		54
Ruang Belajar 307	Lampu	Philips	16	12		54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2		54

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

		AC	Panasonic	1350	2		54
(Sumber: Pengumpulan Data Penulis)							
Tabel 4.1 Data Alat Eletronik di Fakultas Sains dan Teknologi (lanjutan)							
Letak Ruangan Lt 3	Ruang Belajar 308	Nama Eletronik	Merk	Daya (Watt)	Q	Waktu Operasi (Jam/Minggu)	
		Lampu	Philips	16	12		54
		Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
	AC	Panasonic	1350	2			54
Lorong FST lt 3	Lampu Led	Hannochs Sonic		20	46		91
	Gedung Baru						
Lt 1	Lorong GB lt 1	Lampu Led	Hannochs	20	46		91
	Ruang Dosen Tif	Lampu	Philips	16	2		54
		AC	Panasonic	1350	2		54
		Komputer	Apple	70	2		54
	Ruang Belajar 101	Lampu	Philips	16	12		54
		Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
		AC	Panasonic	1350	2		54
	Ruang Belajar 102	Lampu	Philips	16	12		54
		Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
		AC	Panasonic	1350	2		54
	Ruang Belajar 103	Lampu	Philips	16	12		54
		Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
		AC	Panasonic	1350	2		54
	Ruang Belajar 104	Lampu	Philips	16	12		54
		Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
		AC	Panasonic	1350	2		54
LT 2	Ruang Belajar 105	Lampu	Philips	16	12		54
		Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
		AC	Panasonic	1350	2		54
	Ruang Belajar 201	Lampu	Philips	16	12		54
		Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
		AC	Panasonic	1350	2		54
	Lorong GB lt 2	Lampu Led	Hannochs	20	46		91

	Toilet GB lt 2	Lampu Tl	Philips	16	4	54
	Ruang Belajar 202	Lampu	Philips	16	12	54
		Kipas Angin	Panasonic	65	2	54
		AC	Panasonic	1350	2	54
	Ruang Belajar 203	Lampu	Philips	16	12	54
		Kipas Angin	Panasonic	65	2	54
		AC	Panasonic	1350	2	54
	Ruang Belajar 204	Lampu	Philips	16	12	54
		Kipas Angin	Panasonic	65	1	54
		AC	Panasonic	1350	2	54
	Ruang Belajar 205	Lampu	Philips	16	12	54
		Kipas Angin	Panasonic	65	2	54
		AC	Panasonic	1350	2	54

(Sumber: Pengumpulan Data Penulis)

Tabel 4.1 Data Alat Eletronik di Fakultas Sains dan Teknologi (lanjutan)

Letak Ruangan	Ruangan	Nama Eletronik	Merk	Daya (Watt)	Q	Waktu Operasi (Jam/Minggu)
	Ruang Belajar 206	Lampu	Philips	16	1/2	54
		Kipas Angin	Panasonic	65	2	54
		AC	Panasonic	1350	2	54
	Ruang Belajar 207	Lampu	Philips	16	1/2	54
		Kipas Angin	Panasonic	65	2	54
		AC	Panasonic	1350	2	54
	Ruang Belajar 208	Lampu	Philips	16	1/2	54
		Kipas Angin	Panasonic	65	2	54
		AC	Panasonic	1350	2	54
	Toilet GB lt 3	Lampu Tl	Philips	16	4	54
	Lorong GB lt 3	Lampu	Hannoch	20	4	91



LT 3 Ruang Belajar 301	Led	s Sonic		6		
	Lampu	Philips	16	1 2		54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
Ruang Belajar 302	AC	Panasonic	1350	2		54
	Lampu	Philips	16	1 2		54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
Ruang Belajar 303	AC	Panasonic	1350	2		54
	Lampu	Philips	16	1 2		54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
Ruang Belajar 304	AC	Panasonic	1350	2		54
	Lampu	Philips	16	1 2		54
	Kipas Angin	Panasonic	65	2		54
Ruang Belajar 305	AC	Panasonic	1350	2		54
	Lampu	Philips	16	1 2		54
	Kipas Angin	Panasonic	65	1		54
Ruang Belajar 306	AC	Panasonic	1350	2		54
	Lampu	Philips	16	1 2		54
	Kipas Angin	Panasonic	65	1		54
Ruang Belajar 307	AC	Panasonic	1350	2		54
	Lampu	Philips	16	1 2		54
	Kipas Angin	Panasonic	65	1		54
Ruang Belajar	AC	Panasonic	1350	2		54
	Lampu	Philips	16	1		54

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

	308			2	
Kipas Angin	Panasonic	65	1	54	
AC	Panasonic	1350	2	54	

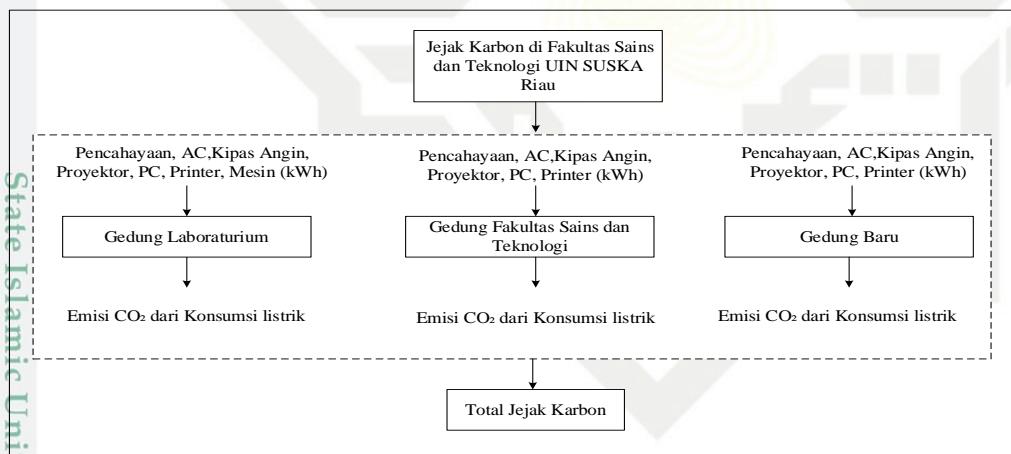
(Sumber: Pengumpulan Data Penulis)

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software SimaPro dan menggunakan metode LCA,

4.2.1 Goal and Scope

Penetapan *goal and scope* dilakukan untuk menjelaskan tujuan dan batasan penggunaan metode LCA pada analisis jejak karbon di Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau. Metode ini digunakan untuk mengestimasi total emisi karbon dari pemanfaatan energi. Ruang lingkup penelitian ditetapkan dengan pendekatan *gate to gate*. Aktivitas yang dianalisis mencakup sejak civitas kampus memasuki hingga meninggalkan area fakultas. Perhitungan juga meliputi penggunaan listrik pada berbagai ruangan di fakultas. Batasan sistem penelitian ditampilkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Scope LCA

(Sumber: Pengumpulan Data, 2025)

4.2.2 Life Cycle Inventory

LCI merupakan tahapan dimana *input* dan *output* arri penggunaan energi listrik, Pengumpulan data dilakukan melalui observasi pada Gedung perkuliahan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau , serta diperoleh dari instansi yang terkait, yang dapat menunjang penelitian ini, Data yang dikumpulkan dari



aktivitas tersebut dimasukkan ke dalam *software* SimaPro, Data ini termasuk jumlah pemakaian listrik (kWh),

1. Penggunaan Listrik

Di dalam gedung, AC (*Air Conditioner*) digunakan sebagai sistem pendingin yang berfungsi menjaga kenyamanan penghuni melalui pengaturan suhu dan kelembaban. Pencahayaan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau sebagian diperoleh dari cahaya alami di area lorong, sementara setiap ruangan tetap menggunakan lampu sebagai sumber penerangan utama. Penggunaan pencahayaan buatan ini bertujuan untuk memastikan kebutuhan visual penghuni ruangan terpenuhi secara optimal. Selain itu, laptop dan komputer juga digunakan sebagai perangkat pendukung kegiatan pembelajaran oleh dosen serta pekerjaan administrasi oleh tenaga kependidikan.

A. Konsumsi Energi Listrik di Gedung Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi

Konsumsi listrik untuk penggunaan lampu, AC, komputer dan laptop berbeda sesuai dengan pemakaian individu, dalam survey ini diambil rata-rata dari daya komputer dan laptop yang ada di Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau, Rata-rata pemakaian perangkat ini adalah 54 jam/minggu, Berbeda dengan jam operasional pada ruang laboratorium yang tidak digunakan setiap hari seperti ruang belajar. Berikut merupakan tabel jam operasional:

Tabel 4. 2 Jam Operasional Ruangan Laboratorium

Ruangan	Mata Kuliah	Jumlah Kelas	SKS	Waktu Operasional	Total (Jam/Minggu)
Lab Multimedia	Kalkulus	3	3	450	29,2
	Pemrograman	1	4	200	
	Probabilitas dan Statistik	1	3	150	
	Desain	1	3	150	
	Sistem Informasi	1	3	150	
	Tugas Akhir	1	3	150	

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

@ Hak Cipta UIN Suska Riau	Arsitektur	2	2	200	
	User Experience	1	3	150	
	ITS	1	3	150	
Lab Ergonomi TI	Ergonomi	5	3	750	12.5
	Prozman	5	3	750	
Lab Sistem Produksi TI	PTI 1	3	2	300	17.5
	Sistem Operasi	2	3	300	
Lab Jaringan Komputer TIF	Jarkom	2	3	300	15
	Rekayasa Perangkat Lunak BO	2	3	300	
Lab RPL	Pemrograman Mahir	2	4	400	26.6
	Algoritma	4	3	600	
	Rekayasa Perangkat L	3	3	450	
	Pemrograman	1	3	150	
Lab Database	PKN	2	4	400	27.5

(Sumber: Pengumpulan Data)

Tabel 4.2 Jam Operasional Ruangan Laboratorium (lanjutan)

Ruangan	Mata Kuliah	Jumlah Kelas	SKS	Waktu Operasional	Total (Jam/Minggu)
State Islamic University Syarif Kasim Riau	Peemrograman mahir	4	2	400	
	Basis data	1	4	200	
	Probabilitas Statistik	1	3	150	
	Keamanan Informasi	2	3	300	
	TA	2	2	200	
Lab Rekayasa	Manajemen Basis Data	5	3	750	12.5
Lab Software Enggineering	Algoritma	6	3	900	35.8
	Pemrograman Web	5	5	1250	

(Sumber: Pengumpulan Data)

Berikut perhitungan konsumsi listrik dari alat elektronik yang terpasang



ditunjukan sebagai berikut:

1) Laboratorium Telekomunikasi Teknik Elektro

a. Lampu TL

$$\begin{aligned} &= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu} \\ &= 16 \text{ W} \times 16 \times 12,5 \text{ jam} \\ &= 3200 \text{ Wh} \approx 3,2 \text{ kWh} \end{aligned}$$

b. AC

$$\begin{aligned} &= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu} \\ &= 1350 \text{ W} \times 2 \times 12,5 \text{ jam} \\ &= 33,750 \text{ Wh} \approx 33,7 \text{ kWh} \end{aligned}$$

c. Komputer

$$\begin{aligned} &= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu} \\ &= 20,1 \text{ W} \times 3 \times 12,5 \text{ jam} \\ &= 754 \text{ Wh} \approx 0,75 \text{ kWh} \end{aligned}$$

d. Kulkas

$$\begin{aligned} &= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu} \\ &= 100 \text{ W} \times 1 \times 168 \text{ jam} \\ &= 16,800 \text{ Wh} \approx 17 \text{ kWh} \end{aligned}$$

2) Laboratorium Eletronika Teknik Elektro

a. Lampu TL

$$\begin{aligned} &= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu} \\ &= 16 \text{ W} \times 14 \times 12,5 \text{ jam} \\ &= 2.800 \text{ Wh} \approx 2,8 \text{ kWh} \end{aligned}$$

b. AC

$$\begin{aligned} &= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu} \\ &= 1350 \text{ W} \times 2 \times 12,5 \text{ jam} \\ &= 33,750 \text{ Wh} \approx 33,7 \text{ kWh} \end{aligned}$$

c. Komputer

$$\begin{aligned} &= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu} \\ &= 20,1 \text{ W} \times 3 \times 12,5 \text{ jam} \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= 754 \text{ Wh} \approx 0,75 \text{ KwH}$$

3) Laboratorium Rekayasa Sistem Informasi**a. Lampu TL**

$$\begin{aligned} &= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu} \\ &= 16 \text{ W} \times 14 \times 12,5 \text{ jam} \\ &= 2.800 \text{ Wh} \approx 2,8 \text{ KwH} \end{aligned}$$

b. AC

$$\begin{aligned} &= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu} \\ &= 1350 \text{ W} \times 2 \times 12,5 \text{ jam} \\ &= 33,750 \text{ Wh} \approx 33,7 \text{ KwH} \end{aligned}$$

c. Komputer

$$\begin{aligned} &= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu} \\ &= 20,1 \text{ W} \times 22 \times 12,5 \text{ jam} \\ &= 5528 \text{ Wh} \approx 5,52 \text{ KwH} \end{aligned}$$

4) Total Konsumsi Energi Gedung Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi

$$= 2.090,1 \text{ KwH/ Minggu}$$

B. Konsumsi Energi Listrik di Gedung Fakultas Sains dan Teknologi

Berikut perhitungan konsumsi listrik dari alat elektronik yang terpasang ditunjukkan sebagai berikut:

1) Lorong**a. Lampu LED**

$$\begin{aligned} &= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu} \\ &= 20 \text{ W} \times 46 \times 91 \text{ jam} \\ &= 83.720 \text{ Wh} \approx 84 \text{ KwH} \end{aligned}$$

2) Laboratorium Riset dan Multimedia Teknik Informatika**a. Lampu TL**

$$\begin{aligned} &= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu} \\ &= 16 \text{ W} \times 16 \times 18,4 \text{ jam} \end{aligned}$$

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= 4.710 \text{ Wh} \approx 4,71 \text{ kWh}$$

- d. Komputer

$$= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu}$$

$$= 120 \text{ W} \times 23 \times 18,4 \text{ jam}$$

$$= 50,784 \text{ Wh} \approx 51 \text{ kWh}$$

- e. CCTV

$$= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu}$$

$$= 6 \text{ W} \times 1 \times 18,4 \text{ jam}$$

$$= 110 \text{ Wh} \approx 0,1 \text{ kWh}$$

- f. TV

$$= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu}$$

$$= 230 \text{ W} \times 1 \times 18,4 \text{ jam}$$

$$= 4,232 \text{ Wh} \approx 4,2 \text{ kWh}$$

- g. AC

$$= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu}$$

$$= 1,590 \text{ W} \times 3 \times 18,4 \text{ jam}$$

$$= 58,512 \text{ Wh} \approx 59 \text{ kWh}$$

3) Ruang Belajar 201

- a. Lampu TL

$$= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu}$$

$$= 16 \text{ W} \times 12 \times 54 \text{ jam}$$

$$= 10.368 \text{ Wh} \approx 10,37 \text{ kWh}$$

- b. Kipas Angin

$$= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu}$$

$$= 65 \text{ W} \times 2 \times 54 \text{ jam}$$

$$= 7,020 \text{ Wh} \approx 7 \text{ kWh}$$

- c. AC

$$= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu}$$

$$= 1350 \text{ W} \times 2 \times 54 \text{ jam}$$

$$= 145,800 \text{ Wh} \approx 146 \text{ kWh}$$

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- 4) Total Konsumsi Energi Gedung Fakultas Sains dan Teknologi
 $=4.975,4 \text{ KwH/ Minggu}$

C. Konsumsi Energi Listrik di Gedung Baru

Berikut perhitungan konsumsi listrik dari alat elektronik yang terpasang ditunjukkan sebagai berikut:

- 1) Ruang Dosen Teknik Informatika

- a. Lampu TL
 $= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu}$
 $= 16 \text{ W} \times 2 \times 54 \text{ jam}$
 $= 1.728 \text{ Wh} \approx 1,7 \text{ KwH}$
- b. AC
 $= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu}$
 $= 1350 \text{ W} \times 2 \times 54 \text{ jam}$
 $= 145,800 \text{ Wh} \approx 146 \text{ KwH}$
- c. Komputer
 $= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu}$
 $= 70 \text{ W} \times 2 \times 54 \text{ jam}$
 $= 7,560 \text{ Wh} \approx 7,56 \text{ KwH}$

- 2) Ruang Belajar 101

- a. Lampu TL
 $= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu}$
 $= 16 \text{ W} \times 12 \times 54 \text{ jam}$
 $= 10.368 \text{ Wh} \approx 10,3 \text{ KwH}$
- b. Kipas Angin
 $= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu}$
 $= 65 \text{ W} \times 2 \times 54 \text{ jam}$
 $= 7,020 \text{ Wh} \approx 7 \text{ KwH}$
- c. AC
 $= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu}$
 $= 1350 \text{ W} \times 2 \times 54 \text{ jam}$

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= 145,800 \text{ Wh} \approx 146 \text{ kWh}$$

3) Toilet

a. Lampu TL

$$\begin{aligned} &= \text{Daya} \times \text{Jumlah} \times \text{Waktu} \\ &= 16 \text{ W} \times 4 \times 54 \text{ jam} \\ &= 3.456 \text{ Wh} \approx 3,4 \text{ kWh} \end{aligned}$$

5) Total Konsumsi Energi Gedung Baru

$$= 3.836 \text{ kWh/ Minggu}$$

2. Emisi Karbon

Untuk menghitung jumlah emisi karbon yang dihasilkan oleh penggunaan listrik dengan mengalikan jumlah penggunaan listrik dengan faktor emisi, Faktor emisi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Acuan faktor emisi listrik untuk sistem interkoneksi Riau-Sumatra yang telah ditetapkan oleh Dirjen Ketenagalistrikan, KESDM. Faktor Emisi yang digunakan sebesar 0,94 Kg CO₂.

A. Emisi Karbon di Gedung Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi

1) Laboratorium Telekomunikasi Teknik Elektro

$$\begin{aligned} \text{Emisi CO}_2 &= \text{Konsumsi Listrik} \times \text{Faktor Emisi} \\ \text{Emisi CO}_2 &= 51,23 \text{ kWh} \times 0,94 \text{ Kg CO}_2 \\ \text{Emisi CO}_2 &= 46,16 \text{ Kg CO}_2/\text{kWh} \end{aligned}$$

2) Laboratorium Eletronika Teknik Elektro

$$\begin{aligned} \text{Emisi CO}_2 &= \text{Konsumsi Listrik} \times \text{Faktor Emisi} \\ \text{Emisi CO}_2 &= 373 \text{ kWh} \times 0,94 \text{ Kg CO}_2 \\ \text{Emisi CO}_2 &= 35 \text{ Kg CO}_2/\text{kWh} \end{aligned}$$

3) Laboratorium Rekayasa Sistem Informasi

$$\begin{aligned} \text{Emisi CO}_2 &= \text{Konsumsi Listrik} \times \text{Faktor Emisi} \\ \text{Emisi CO}_2 &= 4208 \text{ kWh} \times 0,94 \text{ Kg CO}_2 \\ \text{Emisi CO}_2 &= 39,55 \text{ Kg CO}_2/\text{kWh} \end{aligned}$$

B. Emisi Karbon di Gedung Fakultas Sains dan Teknologi

1) Lorong

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$\text{Emisi CO}_2 = \text{Konsumsi Listrik} \times \text{Faktor Emisi}$

$\text{Emisi CO}_2 = 83 \text{ KwH} \times 0,94 \text{ Kg CO}_2$

$\text{Emisi CO}_2 = 77,83 \text{ Kg CO}_2/\text{KwH}$

- 2) Laboratorium Riset dan Multimedia Teknik Informatika

$\text{Emisi CO}_2 = \text{Konsumsi Listrik} \times \text{Faktor Emisi}$

$\text{Emisi CO}_2 = 118 \text{ KwH} \times 0,94 \text{ Kg CO}_2$

$\text{Emisi CO}_2 = 111,25 \text{ Kg CO}_2/\text{KwH}$

C. Emisi Karbon di Gedung Baru

- 1) Ruang Dosen Teknik Informatika

$\text{Emisi CO}_2 = \text{Konsumsi Listrik} \times \text{Faktor Emisi}$

$\text{Emisi CO}_2 = 155 \text{ KwH} \times 0,94 \text{ Kg CO}_2$

$\text{Emisi CO}_2 = 145,78 \text{ Kg CO}_2/\text{KwH}$

- 2) Ruang Belajar 101

$\text{Emisi CO}_2 = \text{Konsumsi Listrik} \times \text{Faktor Emisi}$

$\text{Emisi CO}_2 = 163 \text{ KwH} \times 0,94 \text{ Kg CO}_2$

$\text{Emisi CO}_2 = 153,4 \text{ Kg CO}_2/\text{KwH}$

- 3) Toilet

$\text{Emisi CO}_2 = \text{Konsumsi Listrik} \times \text{Faktor Emisi}$

$\text{Emisi CO}_2 = 3,46 \text{ KwH} \times 0,94 \text{ Kg CO}_2$

$\text{Emisi CO}_2 = 3,25 \text{ Kg CO}_2/\text{KwH}$

Berikut merupakan rekapitulasi konsumsi energi dan emisi karbon yang ada pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau:

Tabel 4.2 Tabel 4. 3 Data Alat Eletronik di Fakultas Sains dan Teknologi

Letak Ruangan	Ruangan	Emisi (kg CO ₂ /KWh)	Jumlah Konsumsi Energi (KWh)
Gedung Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi			
Lt 1 City Lt Sultan Syarif Kasim Riau	Taman	68,43	72,80
	Lab Telekomunikasi Te	51,23	54,50
	Lab Eletronika Te	35,07	37,30
	Lab Rekayasa Si	39,55	42,08
	Pusat Riset (3 Ruangan)	218,38	232,32
	Sekre Ieom	1,62	1,73



© Hak cipta milik UIN Suska Riau	Lt 2			
State Islamic University Sultan Syarif Kasim Riau	Lt 1		Gedung Fakultas Sains Dan Teknologi	
Lt2				



Letak Ruangan	Ruangan	Emisi (kg CO2/ KWh)	Jumlah Konsumsi Energi (KWh)
Lt 3	Ruang Belajar 206	153,40	163
	Ruang Belajar 207	153,40	163
	Ruang Belajar 208	153,40	163
	Ruang Dekan	295,52	314
	Ruang Dosen Ti	47,31	50
	Ruang Dosen Tif	83,14	88
	Ruang Dosen Te	76,50	81
	Ruang Dosen Si	76,24	81
	Ruang Dosen Mt	75,43	80
	Ruang Belajar 301	153,40	163
	Toilet	3,25	3
	Ruang Belajar 302	153,40	163
	Ruang Belajar 303	153,40	163
	Ruang Belajar 304	153,40	163
	Ruang Belajar 305	153,40	163
	Ruang Belajar 306	153,40	163
	Ruang Belajar 307	153,40	163
	Ruang Belajar 308	153,40	163
Gedung Baru			
Lt 1	Lorong FST lt 2	78,70	84
	Lorong GB lt 1	78,70	83,72
	Ruang Dosen Tif	145,78	155
	Ruang Belajar 101	153,40	163
	Ruang Belajar 102	153,40	163
	Ruang Belajar 103	153,40	163
	Ruang Belajar 104	153,40	163
	Ruang Belajar 105	153,40	163
	Ruang Belajar 201	153,40	163
	Lorong GB lt 2	78,70	83,72
	Toilet GB lt 2	3,25	3
	Ruang Belajar 202	153,40	163
	Ruang Belajar 203	153,40	163
	Ruang Belajar 204	153,40	163
	Ruang Belajar 205	153,40	163
	Ruang Belajar 206	153,40	163
	Ruang Belajar 207	153,40	163
	Ruang Belajar 208	153,40	163
Lt 2	Toilet GB lt 3	3,25	3
Lt 3			

(Sumber: Pengumpulan Data)

Tabel 4.2 Data Alat Eletronik di Fakultas Sains dan Teknologi (lanjutan)

Letak Ruangan	Ruangan	Emisi (kg CO2/ KWh)	Jumlah Konsumsi Energi (KWh)
	Lorong GB lt 3	78,70	84



LT 3

Hak Cipta milik UIN SUSKA Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

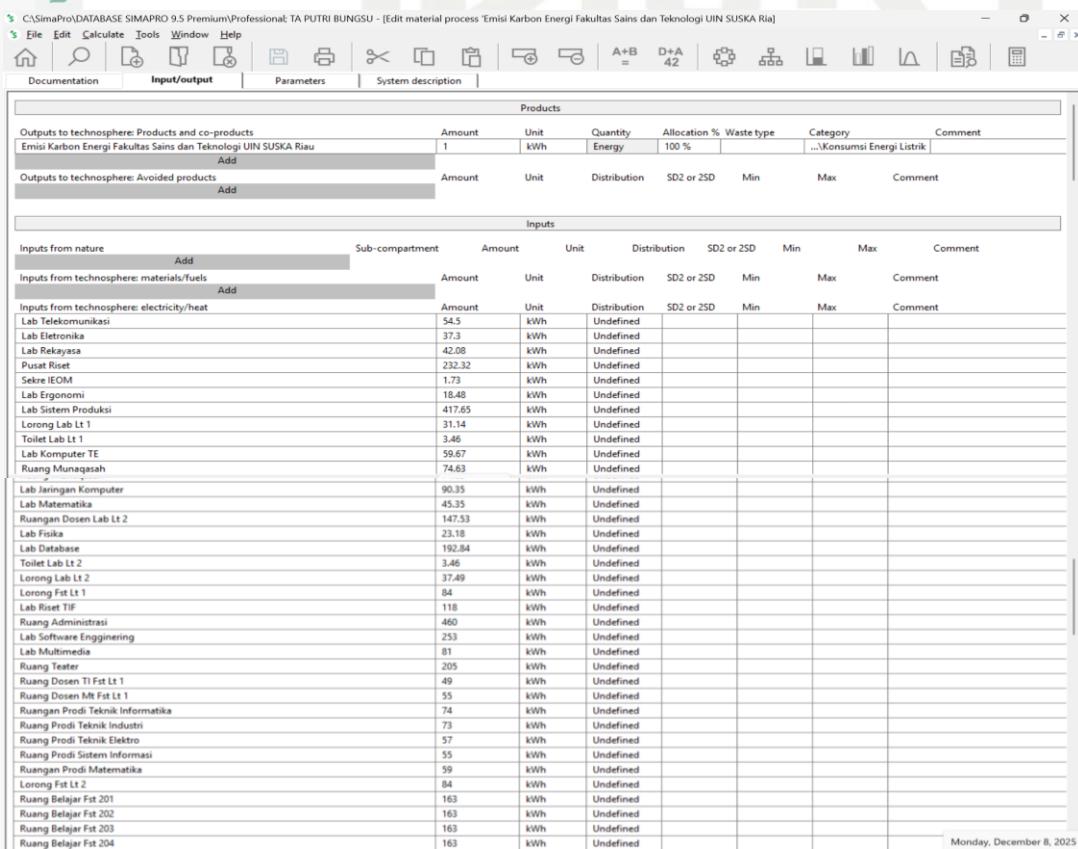
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Ruang Belajar 301	153,40	163
Ruang Belajar 302	153,40	163
Ruang Belajar 303	153,40	163
Ruang Belajar 304	153,40	163
Ruang Belajar 305	153,40	163
Ruang Belajar 306	153,40	163
Ruang Belajar 307	153,40	163
Ruang Belajar 308	153,40	163

(Sumber: Pengumpulan Data)

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh emisi CO₂ konsumsi energi listrik sebesar 10.358 KwH dan 9.737,33 Kg CO₂ /KwH. Gambar berikut merupakan *input* dan *output* dari konsumsi energi listrik dengan pemakaian ruang kelas oleh mahasiswa

a. Life Cycle Inventory per ruangan



Gambar 4. 2 Input SimaPro Per ruangan

Sumber: Software SimaPro

Sultan Syarif Kasim Riau



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

The screenshot shows a software interface for SimaPro version 9.6.0.1 Analyst. The main window displays a table titled 'Input/output' under the 'Documentation' tab. The table lists various rooms and their corresponding energy consumption values (in kWh) and waste types (mostly 'Undefined'). The columns include Room Name, Amount, Unit, Waste type, Category, and Comment. The table is quite long, listing rooms from 'Ruang Belajar Fst 205' to 'Taman Lab'. The bottom right corner of the window shows the date and time: '12/8/2025 8:37 PM'.

Room Name	Amount	Unit	Waste type	Category	Comment
Ruang Belajar Fst 205	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar Fst 206	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar Fst 207	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar Fst 208	163	kWh	Undefined		
Ruang Dekan	314	kWh	Undefined		
Lorong Fst Lt 3	84	kWh	Undefined		
Ruang Dosen TI Lt 3	43	kWh	Undefined		
Ruang Dosen TIF Lt 3	88	kWh	Undefined		
Ruang Dosen TE Lt 3	81	kWh	Undefined		
Ruang Dosen SI Lt 3	81	kWh	Undefined		
Ruang Dosen MT Lt 3	80	kWh	Undefined		
Ruang Belajar Fst 301	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar Fst 302	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar Fst 303	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar Fst 304	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar Fst 305	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar Fst 306	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar Fst 307	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar Fst 308	163	kWh	Undefined		
Toilet Fst Lt 3	3	kWh	Undefined		
Lorong GB Lt 1	84	kWh	Undefined		
Ruang Dosen TIF	155	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 101	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 102	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 103	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 104	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 105	163	kWh	Undefined		
Lorong GB Lt 2	82.8	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 201	163	kWh	Undefined		
Toilet GB Lt 2	3	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 201	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 202	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 203	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 204	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 205	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 206	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 207	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 208	163	kWh	Undefined		
Lorong GB Lt 3	84	kWh	Undefined		
Toilet GB Lt 3	3.46	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 301	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 302	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 303	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 304	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 305	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 306	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 307	163	kWh	Undefined		
Ruang Belajar GB 308	163	kWh	Undefined		
Taman Fase	72.8	kWh	Undefined		
Teras	33.6	kWh	Undefined		
Taman Lab	72.8	kWh	Undefined		

Gambar 4. 3 Input SimaPro Per ruangan (lanjutan)

Sumber: Software SimaPro

c. Life Cycle Inventory per gedung

The screenshot shows a software interface for SimaPro version 9.6.0.1 Analyst. The main window displays a table titled 'Products' under the 'Documentation' tab. The table lists various products and their characteristics: 'Jejak Karbon Per Gedung' (Amount: 1, Unit: kWh, Category: ...Konsumsi Energi Listrik), 'Outputs to technosphere: Products and co-products', 'Outputs to technosphere: Avoided products', 'Inputs from nature', 'Inputs from technosphere: materials/fuels', 'Inputs from technosphere: electricity/heat', 'Outputs', and 'Emissions to air'. Below these sections, there are tables for 'Gedung Laboratorium FASTE', 'Gedung Belajar Fakultas Sains dan Teknologi', and 'Gedung Baru'. The bottom right corner of the window shows the date and time: '12/8/2025 8:37 PM'.

Products						
Outputs to technosphere: Products and co-products	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Waste type	Category
Jejak Karbon Per Gedung	1	kWh	Energy	100 %		...Konsumsi Energi Listrik
Add						
Outputs to technosphere: Avoided products	Amount	Unit	Distribution	SD2 or 2SD	Min	Max
Add						
Inputs						
Inputs from nature	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD2 or 2SD	Min
Add						
Inputs from technosphere: materials/fuels	Amount	Unit	Distribution	SD2 or 2SD	Min	Max
Add						
Inputs from technosphere: electricity/heat	Amount	Unit	Distribution	SD2 or 2SD	Min	Max
Gedung Laboratorium FASTE	2110.5	kWh	Undefined			
Gedung Belajar Fakultas Sains dan Teknologi	6241.5	kWh	Undefined			
Gedung Baru	3879.1	kWh	Undefined			
Add						
Outputs						
Emissions to air	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD2 or 2SD	Min
Carbon dioxide, fossil		8824.65	kg	Undefined		
Add						
Emissions to water	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD2 or 2SD	Min

Gambar 4. 4 Input SimaPro Per gedung



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sumber: *Software SimaPro*

4.2.3 Life Cycle Impactt Assessment

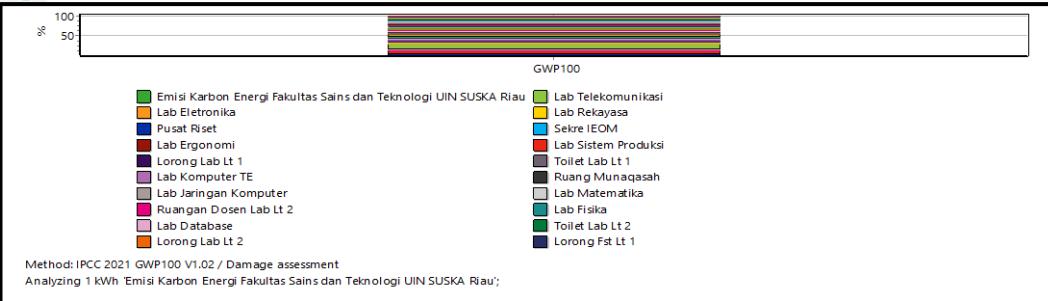
Salah satu tahap *life cycle assessment* adalah *life cycle impact assessment*. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memahami dan mengevaluasi hasil inventarisasi siklus hidup (*life cycle inventory*). Metode yang digunakan pada penilaian dampak siklus hidup ini adalah IPCC 2021 GWP 100. Metode IPCC 2021 GWP 100 yang digunakan adalah metode yang efektif untuk menghitung dan mengurangi jejak karbon dari mahasiswa. Metode ini mempertimbangkan berbagai gas rumah kaca dan menghitung dampak masing masing gas terhadap pemanasan global dalam periode 100 tahun setelah gas dilepaskan ke atmosfer. Terdapat tahapan utama dalam penelitian ini, yaitu tahap *characterization*.

1. Characterization

Karakterisasi, juga dikenal sebagai *characterization*, merupakan langkah yang membandingkan secara langsung hasil *life cycle inventory* (LCI) dalam setiap kategori. Tujuan dari karakterisasi untuk menghitung dan mengkonversi semua hasil LCI ke dalam indikator yang dipilih untuk menunjukkan dampak LCI terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Proses ini secara fundamental dilakukan dengan mengalikan setiap *input* dan *output* LCI dengan faktor karakterisasi yang spesifik untuk setiap kategori dampak. Meskipun demikian, dalam *Software* simulasi seperti SimaPro, nilai karakterisasi dihasilkan secara otomatis tanpa memerlukan perkalian faktor konversi manual oleh peneliti. Hasil karakterisasi yang diperoleh, khususnya dalam konteks analisis penggunaan listrik, adalah sebagai berikut.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

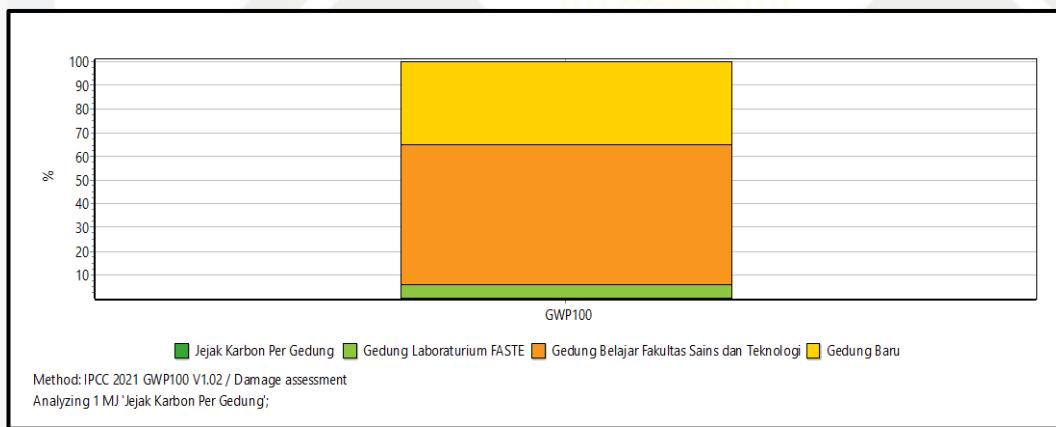


Gambar 4. 5 Impact Assessment SimaPro Per ruangan

Sumber: Software SimaPro

Hasil *Impact Assessment* per ruangan menunjukkan bahwa konsumsi energi listrik di seluruh area studi, termasuk berbagai laboratorium dan fasilitas administrasi, berkontribusi signifikan terhadap kategori dampak lingkungan GWP100-fossil (Potensi pemanasan global 100 tahun).

b. *Impact Assessment per gedung*



Gambar 4. 6 Impact Assessment SimaPro Pergedung

Sumber: Software SimaPro

Berdasarkan Gambar 4.5 di atas, terdapat kategori dampak dalam konsumsi energi listrik yaitu GWP100-fossil. Gedung belajar Fakultas Sains dan Teknologi (warna oranye) merupakan penyumbang dampak GWP100-fossil yang paling dominan terhadap total dampak keseluruhan. Hal ini menunjukkan bahwa gedung tersebut memiliki konsumsi energi listrik terbesar dan/atau intensitas emisi tertinggi, sehingga harus

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

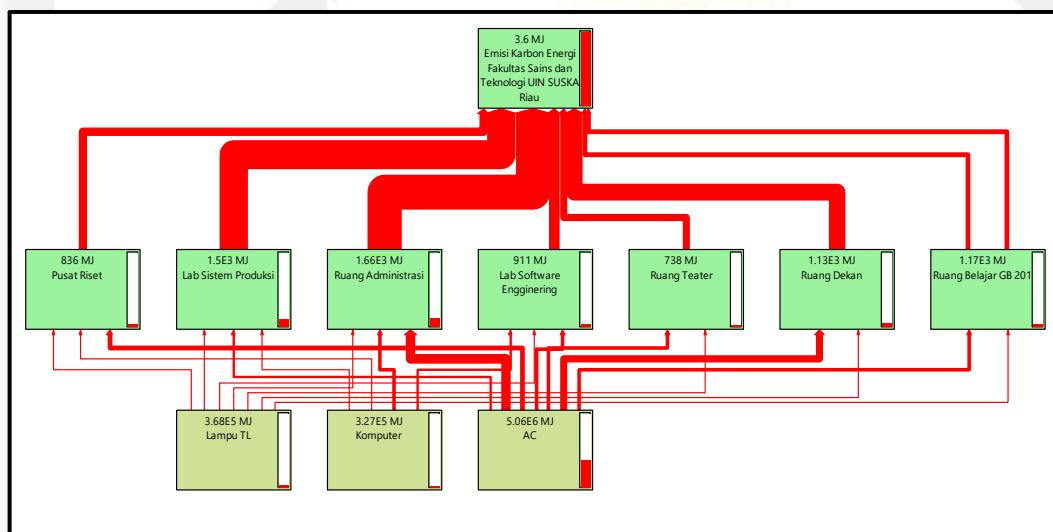
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

menjadi fokus utama dalam upaya mitigasi lingkungan.

4.2.4 Network Dampak Lingkungan

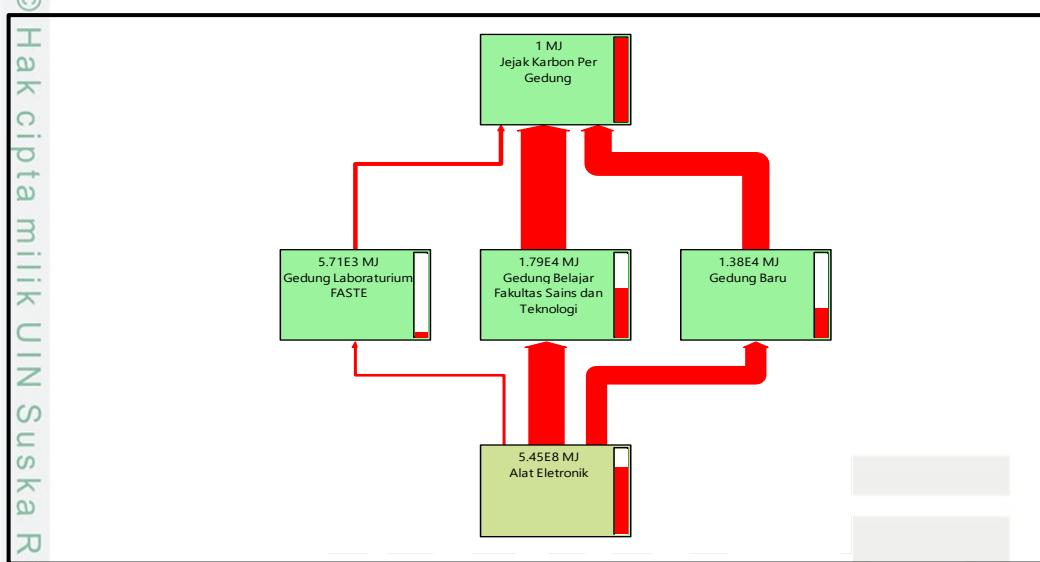
Network dampak lingkungan berfungsi sebagai model representasi dan instrumen analisis untuk memvisualisasikan hubungan kausal antara berbagai emisi gas rumah kaca (GRK) dan dampaknya terhadap pemanasan global. Metode ini diaplikasikan untuk menganalisis secara kuantitatif dan memetakan secara visual kontribusi spesifik dari setiap sumber emisi terhadap perubahan iklim. Secara konseptual, *network* ini merupakan representasi grafis atau diagram alir yang memodelkan kontribusi berbagai proses, *input*, dan *output* dalam siklus hidup suatu aktivitas atau produk terhadap timbulnya dampak lingkungan tertentu. Visualisasi hasil *network*, dalam konteks studi kasus seperti penggunaan energi listrik, disajikan secara rinci pada gambar berikut ini.

d. Network Per Ruangan



Gambar 4. 7 Network SimaPro Per Ruangan
Sumber: Software SimaPro

e. Network Per gedung



Gambar 4. 8 Network SimaPro Pergedung

Sumber: *Software SimaPro*

Software SimaPro Visualisasi tersebut mengilustrasikan secara jelas bagaimana total jejak karbon dari konsumsi listrik dipecah menjadi kontribusi dari setiap gedung dan kemudian dari setiap ruangan. *Network* ini merepresentasikan struktur yang komprehensif, memungkinkan identifikasi titik panas (hotspot) dampak lingkungan dari seluruh aktivitas konsumsi energi listrik di tiga gedung Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau. Arah hubungan antara dampak total dan kontribusi aktivitas direpresentasikan melalui percabangan hierarkis, yang menunjukkan bagaimana dampak diwariskan dari level yang lebih tinggi ke yang lebih rendah.

Ditemukan bahwa salah satu aktivitas dengan kontribusi dampak lingkungan terbesar, yaitu penggunaan ruangan administrasi, laboratorium sistem produksi, ruang dekan dan lab *software enggining* ditandai oleh ukuran node atau kontribusi emisi karbon yang besar. Secara umum, ukuran dan emisi karbon kontribusi dalam *network* berbanding lurus dengan besaran dampak lingkungan yang dihasilkan oleh aktivitas jejak karbon tersebut.

4.2.5 Interpretasi

Interpretasi hasil penelitian mengenai jejak karbon dan analisis

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dampak lingkungan LCA di FST UIN SUSKA Riau menyimpulkan bahwa 100% dari dampak *Global Warming Potential* (GWP100) disebabkan oleh emisi tidak langsung (*Scope 2*) dari konsumsi listrik PLN dengan faktor emisi yang tinggi (0,94 Kg CO₂/KwH). Berdasarkan analisis data konsumsi dan perangkat lunak SimaPro, ruang administrasi (dengan konsumsi tertinggi 432,06 KwH/Minggu) dan Laboratorium Sistem Produksi teridentifikasi sebagai klaster konsumen energi dan penyumbang dampak lingkungan terbesar di FST. Temuan ini memfokuskan upaya mitigasi pada inefisiensi teknis pada unit AC, Lampu (melalui *upgrade* unit) di ruangan-ruangan tersebut dan komputer , karena *node* peralatan tersebut merupakan penyebab utama besarnya jejak karbon.

Berdasarkan identifikasi dampak lingkungan yang telah ditetapkan melalui studi LCA (khususnya aspek lingkungan signifikan dari konsumsi energi listrik), langkah awal dalam fase ini adalah melakukan identifikasi solusi berbasis referensi (*benchmarking*) dan studi literatur. Identifikasi solusi ini secara spesifik dipandu oleh tiga kerangka kerja utama untuk memastikan validitas dan kelayakan implementasi: IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) yang memberikan arahan strategis global mengenai mitigasi emisi GRK, UI *GreenMetric* yang menyediakan indikator kinerja spesifik untuk pengelolaan energi dan iklim di lingkungan kampus serta standar yang menetapkan kerangka sistematis untuk pengelolaan aspek lingkungan signifikan. Dengan memadukan referensi ini, usulan yang dirumuskan diharapkan mampu secara holistik dan terstruktur mengatasi kontribusi emisi karbon terbesar di FST UIN Suska Riau.

1. Identifikasi Solusi Berbasis Referensi

Tahap identifikasi solusi merupakan penyaringan usulan tindakan yang relevan dengan aspek lingkungan FST (konsumsi energi listrik) berdasarkan kerangka Acuan global dan nasional. Tujuannya adalah memastikan bahwa mitigasi yang diusulkan memiliki dasar strategis dan teknis yang kuat. Berikut merupakan rangkuman identifikasi solusi


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

berbasis referensi:

Tabel 4. 4 Identifikasi Solusi

No.	Pilar Usulan	Tindakan Mitigasi yang Diusulkan	Dokumen Standar
1.	Pembangkit Energi Bersih Efisiensi Infrastruktur	Pemasangan PLTS Atap (Solar PV <i>Rooftop</i>) di atap gedung FST. Penggantian Peralatan & Pencahayaan Efisien dengan mengganti semua lampu TL dengan lampu LED dan mengganti unit AC lama AC Inverter yang memiliki rating efisiensi besar, serta pembuatan sensor gerak untuk menghidup dan matikan lampu di toilet.	IPCC Mitigasi UI <i>GreenMetric</i> Kebijakan Energi. IPCC UI <i>GreenMetric</i> Penggunaan Peralatan Listrik Hemat Energi. UI <i>GreenMetric</i> Implementasi <i>Smart Building</i> SNI 6197:2020 Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan.
3.	Kebijakan & Perilaku	Membuat Standar Operasi Prosedur (SOP) penggunaan hemat listrik. SOP juga mencakup pengaturan suhu AC (24° atau lebih besar) dan pengurangan jam operasional peralatan yang boros energi, serta edaran efisiensi energi Sosialisasi poster hemat energi, untuk meningkatkan kesadaran dan mengingatkan pengguna tentang pentingnya mematikan lampu/AC saat ruangan kosong atau mencabut kabel saat peralatan tidak digunakan.	IPCC Mitigasi UI <i>GreenMetric</i> : Kebijakan Pengurangan Emisi GRK/Jejak Karbon.

(Sumber: Pengolahan Data,2025)

Tabel 4.3 Identifikasi Solusi (lanjutan)

No.	Pilar Usulan	Tindakan Mitigasi yang Diusulkan	Dokumen Standar
3.	Kebijakan & Perilaku	Sensor gerak lampu, solusi teknologi yang memastikan lampu hanya menyala di area yang sedang digunakan (misalnya, toilet dan gudang). Ini secara otomatis mengurangi durasi nyala lampu dan meminimalkan pemborosan akibat kelalaian pengguna.	SNI 6390:2020: Konservasi Energi Sistem Tata Udara.



4 © Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Ruang Terbuka Hijau (Mitigasi Biologis & Pasif)	Penanaman Spesies Endemik Berkualitas Tinggi (Contoh: Pohon Matoa): <ol style="list-style-type: none"> a. Penanaman Pohon Matoa (<i>Pometia pinnata</i>) atau spesies peneduh lokal lainnya dengan kanopi rapat di fasad bangunan (barat/timur) untuk mengoptimalkan <i>passive cooling</i>. b. Penerapan <i>Green Roof</i> untuk isolasi termal dan peningkatan serapan CO₂ 	UI <i>GreenMetric</i> : Pengurangan Emisi GRK/Jejak Karbon & Penataan dan Infrastruktur
---	---	---

(Sumber: Pengolahan Data,2025)

2. Gap Analysis dan Prioritas Mitigasi

Tahap analisis kesenjangan ini dilakukan untuk memetakan perbedaan antara kondisi konservasi energi yang ideal (berdasarkan mandat SNI, IPCC, dan UI *GreenMetric*) dengan kondisi operasional aktual di FST UIN Suska Riau. Analisis difokuskan secara spesifik pada sumber emisi terbesar yang teridentifikasi oleh SimaPro, yaitu Ruangan Administrasi, Lab Sistem Produksi dan Ruang dekan.

Tabel 4.4 Analisis Gap

No.	Pilar Mitigasi	Kondisi Nyata	Kondisi Ideal	Gap
1.	Pemasangan PLTS Atap (IPCC Mitigasi dan UI <i>GreenMetric</i> (ED.3))	Ketergantungan 100% pada listrik fosil (jaringan PLN).	Pemasangan PLTS Atap (<i>On-Grid</i>) yang mampu memenuhi 20% kebutuhan listrik gedung.	Tidak adanya sumber energi terbarukan; ketergantungan total pada energi fosil.
2	Upgrade AC Inverter & SOP Suhu	Unit AC lama (<i>Non-Inverter</i>) masih beroperasi (diduga boros energi).	Seluruh unit AC di-upgrade ke tipe Inverter yang lebih hemat energi dan suhu ruangan diatur konsisten pada 24-25°C sesuai SOP.	Penggunaan AC teknologi lama yang boros energi dan tidak adanya kepatuhan SOP suhu.

(Sumber: Pengolahan Data,2025)

Tabel 4.4 Analisis Gap (lanjutan)

No.	Pilar Mitigasi	Kondisi Nyata	Kondisi Ideal	Gap
-----	----------------	---------------	---------------	-----

2. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang Hak Cipta Milik UIN Suska Riau	<i>Upgrade AC Inverter & SOP Suhu</i>	Unit AC lama (<i>Non-Inverter</i>) masih beroperasi (diduga boros energi).	Seluruh unit AC di-upgrade ke tipe Inverter yang lebih hemat energi dan suhu ruangan diatur konsisten pada 24-25°C sesuai SOP.	Penggunaan AC teknologi lama yang boros energi dan tidak adanya kepatuhan SOP suhu.
3. Hak Cipta Milik UIN Suska Riau	<i>Lampu LED & Kepatuhan LPD (W/m²)</i>	Masih menggunakan Lampu TL boros daya.	100% penggunaan Lampu LED dengan pencahayaan optimal sesuai standar LPD (Lumen/Watt/m ²).	Belum optimalnya jenis lampu yang digunakan, menyebabkan boros energi.
4. State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau	<i>Penegakan SOP Jam Operasional (Pemadaman Wajib)</i>	Potensi besar kelalaian operasional di luar jam kerja (lampa, AC, dll. tidak dimatikan).	Penegakan SOP pemadaman wajib secara ketat, didukung dengan jadwal piket/kontrol oleh petugas untuk memastikan semua peralatan non-esensial mati di luar jam operasional.	Tingkat disiplin/kontrol yang rendah yang berpotensi menyebabkan pemborosan energi karena kelalaian.
5. State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau	<i>RTH untuk Passive Cooling & Sequestration (Mitigasi Biologis)</i>	Proposisi RTH eksisting belum optimal sebagai pereduh termal dan penyerap karbon aktif.	Optimalisasi RTH melalui penanaman pohon peneduh dan vegetasi penyerap karbon tinggi untuk meningkatkan <i>passive cooling</i> dan penyerapan CO ₂ .	Pemanfaatan lahan hijau yang belum maksimal untuk fungsi mitigasi termal dan biologis.
6. State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau	<i>Sosialisasi Poster Hemat Energi</i>	Belum adanya kesadaran akan menghemat energi di kalangan civitas akademika.	Kampanye dan Sosialisasi masif secara berkala melalui poster/digital mengenai pentingnya menghemat energi di lingkungan kampus.	Rendahnya <i>awareness</i> dan minimnya edukasi terkait perilaku hemat energi.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



7. Hak Cipta milik UIN Suska Riau	Sensor Gerak Lampu	Belum terpasang	Pemasangan sensor gerak pada area <i>low-traffic</i> (toilet, gudang) untuk memastikan lampu mati otomatis saat tidak ada orang.	Tidak adanya sistem otomatisasi yang mendukung penghematan energi (pemadaman sepenuhnya bergantung pada manusia).
--	--------------------	-----------------	--	---

(Sumber: Pengolahan Data,2025)

Tabel 4.4 Analisis Gap (lanjutan)

No.	Pilar Mitigasi	Kondisi Nyata	Kondisi Ideal	Gap
8.	Pergantian Total Fasad Bangunan dengan Kaca Lapis Ganda (<i>Low-E</i>)	Penggunaan kaca/jendela tunggal (<i>single pane</i>) konvensional tanpa isolasi termal yang memadai.	Penggunaan fasad yang terisolasi dengan baik (seperti kaca <i>Low-E</i> atau <i>double glazing</i>) untuk meminimalkan perpindahan panas.	Isolasi termal bangunan yang rendah, yang menyebabkan peningkatan beban kerja AC secara signifikan.

(Sumber: Pengolahan Data,2025)

3. Pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap

Kesenjangan strategis terbesar FST adalah ketergantungan 100% pada listrik beremisi fosil. Oleh karena itu, aksi prioritas terbesar adalah mengajukan Studi Kelayakan dan Implementasi PLTS Atap di gedung FST. Langkah ini adalah Mitigasi Primer yang diamanatkan IPCC untuk mengurangi intensitas karbon sumber energi, menghilangkan emisi GWP100 - fossil}, dan memenuhi indikator UI *GreenMetric* (ED.3).

4. Upgrade Unit AC ke Teknologi Inverter

Mengingat AC adalah alat elektronik dengan watt terbesar dan penyumbang emisi signifikan (AC), aksi teknis harus memprioritaskan Penggantian Unit AC lama menjadi Unit Inverter berefisiensi Besar. Tindakan ini harus dilakukan pada Seluruh Unit AC di Gedung Laboratorium dan Ruang Administrasi Umum. Upgrade ini mengatasi kesenjangan teknis terhadap standar SNI 6390:2020 (Sistem Tata Udara).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

5. Retrofit Lampu TL ke LED Efisien

Kesenjangan teknis lainnya adalah penggunaan Lampu TL yang boros daya. Aksi yang diusulkan adalah Retrofit (Penggantian Total) Lampu TL menjadi LED di Seluruh Gedung FST. Aksi ini penting untuk menekan Kepadatan Daya Pasang (LPD) agar berada di bawah batas maksimum {W/m}, sesuai SNI 6197:2020. Tindakan ini memberikan penghematan yang terakumulasi besar, terutama di Ruang Administrasi Umum dengan durasi menyala yang panjang.

6. Penegakan SOP Jam Operasional Spesifik

Penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang ketat sangat penting untuk menutup kesenjangan perilaku yang mendasar dan mengatasi Efek *Rebound*; oleh karena itu, harus diterapkan Aksi Penegakan SOP yang Diferensiasi yang dirancang khusus berdasarkan karakteristik penggunaan ruangan (misalnya, pengawasan berkala di ruang publik, penugasan penanggung jawab di ruang kuliah, atau audit energi di ruang kantor), selaras dengan indikator UI GreenMetric (ED.6), dan untuk memastikan keberhasilan serta legitimasi kebijakan ini, upaya di lapangan harus didukung dengan dikeluarkannya edaran efisiensi energi resmi dari pimpinan kampus dan harus disesuaikan berdasarkan karakteristik penggunaan ruangan:

- a. Untuk Ruang Administrasi Umum (Ruangan dengan Durasi Lama): SOP wajib mencakup jadwal pemadaman listrik total yang ketat segera setelah jam operasional kantor berakhir. Sama halnya, pengaturan suhu AC wajib ditetapkan pada 24°C atau lebih tinggi selama jam kerja. Tindakan ini secara efektif menargetkan faktor durasi yang lama dan mencegah pemborosan energi akibat kelalaian operasional.
- b. Untuk Laboratorium (Ruangan dengan Beban Watt Tinggi): SOP mencakup pembatasan dan pemadaman wajib peralatan (terutama Komputer dan Lampu) segera setelah SKS (Satuan Kredit Semester) berakhir. Secara spesifik, SOP juga harus mewajibkan

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pengaturan suhu AC minimum pada 24°C. Hal ini bertujuan menargetkan faktor daya (*watt*) yang besar pada AC dan mengurangi beban pendinginan yang tidak perlu.

7. Penerapan RTH sebagai *Passive Cooling* dan *Carbon Sink*

Kesenjangan struktural dan operasional FST adalah tingginya beban pendinginan yang disebabkan oleh paparan panas eksternal, yang secara langsung meningkatkan emisi AC. Aksi yang diusulkan adalah Penerapan Ruang Terbuka Hijau (RTH) sebagai Strategi *Passive Cooling*. Tindakan ini mencakup dua fokus utama:

- a. Penanaman pohon peneduh berkemampuan serap karbon tinggi (misalnya, Pohon Matoa) pada fasad bangunan yang paling rentan (Barat dan Timur) untuk mereduksi transmisi panas.
- b. Pemanfaatan atap gedung sebagai *Green Roof* untuk isolasi termal.

Aksi ini sangat penting karena berfungsi ganda: ia mereduksi permintaan energi listrik AC secara *zero-cost energy* (mengurangi *wattage* kumulatif) dan pada saat yang sama meningkatkan kapasitas penyerapan karbon (*carbon sequestration*) di lingkungan kampus.

8. Sosialisasi Poster Hemat Energi

Rendahnya *awareness* dan minimnya edukasi yang ditunjukkan oleh kondisi nyata merupakan kesenjangan perilaku yang harus diatasi dengan kampanye *awareness* masif dan berkelanjutan. Aksi ini sangat vital karena merupakan komponen kunci dari pilar edukasi dan penelitian dalam UI *GreenMetric*, di mana keberhasilan mitigasi teknologi harus diimbangi dengan perubahan perilaku (*behavioral change*) civitas akademika untuk mengurangi pemborosan energi akibat *human error*.

9. Sensor Gerak Lampu

Solusi teknologi yang berfungsi sebagai kontrol teknis otomatisasi untuk menanggulangi kegagalan kontrol administratif atau kelalaian manusia. Pemasangan sensor di area *low-traffic* (seperti

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

toilet atau tangga) merupakan standar otomasi bangunan (*Building Automation Systems*) dan fitur yang diadopsi dalam konsep *Smart Building* atau *Green Building*. Tindakan ini memastikan bahwa lampu mati secara otomatis saat tidak ada aktivitas, efektif mengurangi "energi hantu" dan meminimalkan pemborosan daya yang seharusnya sudah bisa dikontrol, sehingga mendukung praktik manajemen energi secara efisien dan konsisten.

10. Pergantian total fasad bangunan dengan kaca lapis anda (*Low-E*)

Ide solusi mengganti total fasad bangunan dengan kaca lapis ganda (*Low-E*) dianggap sebagai opsi implementasi yang memiliki tingkat effort yang tinggi namun menghasilkan dampak (pengurangan CO₂) yang rendah. Tingginya upaya ini disebabkan oleh besarnya biaya investasi modal yang diperlukan untuk material premium, kompleksitas izin, logistik, dan waktu pengerjaan yang lama, yang secara signifikan dapat mengganggu operasional kampus. Dampaknya yang rendah disebabkan oleh fakta bahwa fasad hanya mengatasi efisiensi termal (beban pendingin), padahal sumber emisi terbesar di gedung berasal dari peralatan plug-in dan pencahayaan, yang tidak terpengaruh oleh fasad. Lebih jauh, potensi penghematan energi termal dapat dengan mudah dibatalkan oleh efek rebound, di mana pengguna merespons suhu ruangan yang lebih dingin dengan menurunkan setelan AC. Akibatnya, alokasi sumber daya yang masif ini terbukti tidak efektif dalam mencapai target reduksi emisi secara maksimal.

Tabel 4. 5 Solusi Implementasi

No.	Ide Solusi Implementasi	Dampak (pengurangan CO ₂)	<i>Effort</i>
1	PLTS Atap	Tinggi (mengatasi 100% GWP-fossil)	Tinggi (investasi modal, izin)
2	Upgrade AC Inverter	Tinggi (mengatasi alat watt terbesar)	Tinggi (penggantian unit interver)
3	Retrofit Lampu LED	Tinggi (mengatasi	Tinggi (pembelian



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

		SNI LPD)	massal, instalasi cepat)
© Hak Cipta milik UIN Suska Riau	Penegakan SOP	Tinggi (mengatasi faktor durasi & <i>rebound effect</i>)	Rendah (penegakan disiplin)
	RTH (Pohon Matoa & <i>Green Roof</i>)	Tinggi (mereduksi beban ac & <i>carbon sequestration</i>)	Tinggi (biaya penanaman, konstruksi, pemeliharaan)
	Sosialisasi Poster	Rendah (dukungan terhadap SOP)	Rendah (desain, pencetakan/penyebaran digital)
7.	Sensor Gerak Lampu	Tinggi (mengatasi <i>human error</i> di area <i>low-traffic</i> otomasi manajemen energi)	Tinggi (pembelian dan instalasi sensor tergantung skala area)
8.	Pergantian Total Fasad Bangunan dengan Kaca Lapis Ganda (Low-E)	Rendah (Pengurangan beban AC terbatasi oleh faktor internal dan perilaku)	Tinggi (Pembongkaran, konstruksi ulang, biaya material impor, izin)

(Sumber: Pengolahan Data,2025)

11. Impact Effort Matriks

Untuk memvisualisasikan hasil penilaian dari tabel 4.5 solusi implementasi disajikan sebagai panduan strategis. Peta prioritas ini membagi strategi menjadi empat kuadran yang membantu dalam penentuan langkah aksi. Strategi yang terletak di kuadran atas kanan (dampak tinggi, upaya tinggi) merupakan inisiatif jangka panjang yang strategis, sementara strategi di kuadran atas kiri (dampak tinggi, upaya rendah) adalah langkah cepat (*quick wins*) yang ideal untuk segera diimplementasikan. Matriks ini mengelompokkan usulan mitigasi Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau ke dalam empat kategori yang merefleksikan rekomendasi implementasi.

© Hak Cipta Milik Universitas Syarif Kasim Riau	<ul style="list-style-type: none"> • Penegakan SOP 	<ul style="list-style-type: none"> • PLTS Atap • Upgrade AC Inverter • Retrofit Lampu LED
	<ul style="list-style-type: none"> • Sosialisasi Poster 	<ul style="list-style-type: none"> • Pergantian Total Fasad Bangunan dengan Kaca Lapis Ganda (<i>Low-E</i>)
<i>Low Effort</i>	<i>High Effort</i>	

Gambar 4. 9 Matrix
 (Sumber: Pengolahan Data, 2025)

Berdasarkan matriks *Impact* × *Effort* untuk konsumsi listrik, solusi yang paling tepat dan realistik untuk diambil adalah solusi yang berada pada kuadran *High Impact- Low Effort (Quick Wins)* karena memberikan dampak besar tetapi mudah diterapkan.

1. Penegakan SOP

Kesenjangan perilaku yang mendasar diatasi dengan aksi penegakan sop konservasi yang dirancang khusus untuk mengatasi *efek rebound*. Aksi ini sangat sejalan dengan indikator UI *GreenMetric* (ED.6) dan harus disesuaikan berdasarkan karakteristik penggunaan ruangan:

- Untuk Ruang Administrasi Umum (Ruang dengan durasi lama):
 SOP wajib mencakup jadwal pemadaman listrik total yang ketat segera setelah jam operasional kantor berakhir. Sama halnya, pengaturan suhu AC wajib ditetapkan pada 24°C atau lebih tinggi selama jam kerja. Tindakan ini secara efektif menargetkan faktor durasi yang lama dan mencegah pemborosan energi akibat kelalaian operasional.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- b. Untuk Laboratorium (Ruangan dengan beban Watt tinggi): SOP mencakup pembatasan dan pemadaman wajib peralatan (terutama komputer dan lampu) segera setelah SKS berakhir. Secara spesifik, SOP juga harus mewajibkan pengaturan suhu AC minimum pada 24°C. Hal ini bertujuan menargetkan faktor daya (*watt*) yang besar pada AC dan mengurangi beban pendinginan yang tidak perlu.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan mengukur dan menganalisis jejak karbon yang diakibatkan oleh konsumsi energi listrik di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau menggunakan pendekatan LCA. Hasil utama yang diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Besar emisi karbon pada aktivitas operasional Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau menghasilkan total konsumsi listrik sebesar 10.358 kWh dalam satu minggu. Beban energi ini setara dengan emisi karbon total sebesar 9.737,33 kg CO₂e, yang mencerminkan kontribusi FST terhadap pemanasan global.
2. Analisis dampak menunjukkan bahwa seluruh *environmental load* terkonsentrasi pada potensi pemanasan global (GWP 100 tahun - *fossil*). Hal ini menggaris bawahi ketergantungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau pada sumber listrik yang dominan berasal dari pembangkit berbahan bakar fosil, menjadikannya isu lingkungan sentral. Kontributor emisi paling signifikan berasal dari dua kategori peralatan, yaitu AC dan Lampu. Tingginya daya dan durasi penggunaan perangkat ini menjadikannya target utama dalam program reduksi emisi.
3. Strategi mitigasi disusun berdasarkan matriks dampak-upaya dengan fokus pada pencapaian hasil maksimal. Prioritas utamanya meliputi:
 - o Jangka panjang: Proyek-proyek investasi seperti instalasi PLTS atap dan peningkatan ke AC inverter, yang berfokus pada perubahan struktural sumber energi dan efisiensi peralatan berdaya tinggi.
 - o Jangka pendek (*Quick Wins*) nya merupakan tindakan manajerial dan kebijakan yang mudah diterapkan namun berdampak besar,

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

seperti pengetatan SOP konservasi energi dan optimalisasi pengaturan hemat daya pada peralatan it

6.2 Saran

Berdasarkan temuan yang telah ditetapkan dan untuk mendukung keberlanjutan lingkungan FST UIN SUSKA Riau, diajukan beberapa rekomendasi praktis dan strategis:

1. Menambahkan Scope 1 dengan melakukan inventarisasi dan perhitungan jejak karbon dari konsumsi bahan bakar langsung (misalnya, solar/bensin) yang digunakan oleh genset/generator darurat gedung. Data ini penting karena genset dapat menjadi penyumbang emisi signifikan saat terjadi pemadaman listrik. Serta mengintegrasikan Scope 3 dengan memasukkan analisis emisi tidak langsung lainnya, seperti dari pengelolaan limbah padat (plastik, kertas, sampah umum) dan penggunaan air (termasuk energi untuk distribusi air di dalam gedung). Hal ini akan memberikan gambaran jejak karbon yang mendekati *total footprint* bangunan.
2. Data konsumsi energi listrik dalam satuan kWh harus diperoleh dari catatan tagihan listrik resmi atau meteran gedung yang dicatat secara bulanan atau harian selama periode penelitian (disarankan minimal 1 tahun).
3. Menggunakan *Software* pendukung metode *Life Cycle Assesment* yang lain seperti OpenLCA atau lain sebagainya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdilah, M. A., & Cahyana, A. S. (2023). *Analysis of Environmental Impact on Fertilizer Industry Using Life Cycle Assessment (LCA) Method*. *Procedia of Engineering and Life Science*, 3(December).
- Ainurrohmah, S., & Sudarti, S. (2022). Analisis Perubahan Iklim dan Global Warming yang Terjadi sebagai Fase Kritis. *Jurnal Phi Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*, 3(3), 1.
- Crippa, M., Guizzardi, D., Pagani, F., Banja, M., Muntean, M., Schaaf, E., Quadrelli, R., Risquez Martin, A., Taghavi-Moharamli, P., Köykkä, J., Grassi, G., Rossi, S., Melo, J., Oom, D., Branco, A., Suárez-Moreno, M., Sedano, F., San-Miguel, J., Manca, G., ... Pekar, F. (2025). *GHG emissions of all world countries - 2025 Report*. Publications Office of the European Union.
- Erlindra, D., Febrion, C., & Novia, F. (2024). Analisis Jejak Karbon Sektor Energi dari Aktivitas Kampus di Universitas Kebangsaan Republik Indonesia, Bandung, Jawa Barat. *EnviroSan*, 7(2).
- ESDM. (n.d.). Nilai Faktor Emisi (FE) CO₂ Nasional dan Nilai Kalor Netto (*Net Calorific Value/ NCV*) BBM Nasional (Vol. 1).
- Gehansaputra, K., & Purnomo, Y. S. (2023). Evaluasi Jejak Karbon Kegiatan Perkuliahinan di UPN "Veteran" Jawa Timur. *EnviroSan*, 6(1).
- Hindrawan, Y. (2023). Identifikasi Jejak Karbon di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia (UII).
- Indonesia, S. N. (2020). Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan.
- IPCC. (2006). Chapter 2.3: Mobile Combustion. *2006 IPCC Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories, Volume 1*, 1–78.
- IPCC, Li, P., Gu, W., Long, C., Schmidt, B. M., Ningthoujam, S. S., Ningombam, D. S., Talukdar, A. D., Choudhury, M. D., Potsangbam, K. S., Singh, H., Khatoon, S., & Isman, M. (2017). Asia. Dalam *Ethnobotany: A Phytochemical Perspective*.
- Kaleka, Y. U., Anggraeni, D. M., Garung, E. R., & Deke, O. (2023). Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) on Road dengan Tier-2 Di Sumba Barat Daya. *Borneo Journal of Science and Mathematics Education*, 3(1), 16–25.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Kelompok Kerja Perubahan Iklim Kota Pekanbaru. (2025). *Laporan Rencana Aksi Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim Kota Pekanbaru*. Pemerintah Kota Pekanbaru.
- Kelvin, K. (2021). Analisis Dampak Lingkungan dari Perusahaan Jasa Konstruksi di Surabaya Dengan Software SimaPro. *Journal of Information System, Graphics, Hospitality and Technology*, 3(02), 70–74.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (n.d.). *INDONESIA FOLU NET SINK 2030*.
- Kompas.com. (2024, 10 Mei). *Ilustrasi perubahan iklim ekstrem yang menyebabkan banjir dan kekeringan*. Dalam Bencana Iklim Makin Mengganas, Perlu LangkahDarurat.
- Kurnia, A., & Sudarti. (2021). Efek Rumah Kaca Oleh Kendaraan Bermotor. *GRAVITASI Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 4, 1–9.
- Mahyudin, R. P. (2023). Life Cycle Assessment Pada Pengelolaan Sampah Kota Life Cycle Assessment in Municipal Waste Management. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 9(1), 41–48.
- Maringka, B., & Ticoh. (2025). Kajian Efisiensi Energi Listrik Dan Strategi Konservasi Di Pt Bank Bri Cabang Tondano.5(2), 280–288.
- Marsudi. (2022). *Konsep Green Kampus Pada Sport Centre Kampus*. Tohar Media.
- Nethamba & Grobbelaar. (2023). *The Development Of An Action Priority Matrix And Technology Roadmap For The*. 34(November), 318–335.
- Purnomo, D. W., Prasetyo, L. B., Widyatmoko, D., Rushayati, S. B., Usmani, D., Wati, R. K., & Solihah, M. S. (2023). Kemampuan Penyerapan Karbon Dioksida Dan Karakter Stomata Pada Pohon-Pohon Asli Dataran Rendah Tropis. *Buletin Kebun Raya*, 26(2), 84–96.
- Rahayuningsih, M., Handayani, L., Abdullah, M., Solichin, & Arifin, M. (2021). Kajian Jejak Karbon (Carbon Footprint) di FMIPA Universitas Negeri Semarang. *Indonesian Journal of Conservation*, 10(1), 50.
- Rahmadania, N. (2022). Pemanasan Global Penyebab Efek Rumah Kaca dan Penanggulangannya. *Ilmuteknik.org*, 2(3), 1–12.
- Ramadhan, F., Purnomo, Y. S., & Jawwad, M. A. S. (2025). Analisis Timbulan Emisi Karbon Dioksida Area Kampus UPN “Veteran” Jawa Timur. X(1), 11826–11834.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Rosadi, D., Saily, R., Zaiyar, Z., & Jusi, U. (2022). Identifikasi Jejak Karbon Skala Rumah Tangga Sebagai Upaya Mengatasi Perubahan Iklim. *Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (Cesd)*, 5(2), 15–23.
- Sari, D. P., Hartini, S., Alkaisi, F., & Naufal, T. R. (2022). Sustainable Manufacturing Dan Circular Economy: A Systematic Literature Review. *J@Ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 17(3), 191–201.
- Sari, N. K., Gusvita, R., & Puradimaja, D. J. (2021). *The Carbon Footprint Estimation based on Campus Activities in ITERA* (Institut Teknologi Sumatera). *Journal of Sustainability Perspectives, Special Issue*, 431–438.
- Silaban, L. D. Y., & Suharianto, J. (2025). Pengaruh Emisi Gas Rumah Kaca: Studi Kasus Sektor Energi, Pupuk, dan Kebakaran Hutan di Sumatera Utara (Ribuan Ton CO2e), 2000-2023. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 3(6), XX-XX. <https://doi.org/10.62281>
- Tirta, P., Hasti, R., Lase, S. C., & Putra, R. P. (2025). Evaluasi Indikator Kinerja Tahun 2023 Pada Badan Riset Dan Inovasi Nasional : Indikator Kinerja Sasaran Strategis (IKSS)/ Indikator Kinerja Utama (IKU) Dan Manual IKU. *VIII*(2), 242–270.
- UI GreenMetric. (t.t.). *UI GreenMetric World University Rankings: Guidelines and Indicator Definitions*.
- World Meteorological Organization. (2021). *Greenhouse Gas Bulletin No. 17: The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2020: Kontribusi LLGHGs* (WMO No. 1277). World Meteorological Organization. http://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10925
- Wulandari, N. W., Ariyaningsih, A., & Yorika, R. (2021). Analisis Jumlah Emisi CO2 Kendaraan Bermotor pada Koridor Jalan di Kelurahan Klandasan Ilir, Kecamatan Balikpapan Kota, Kota Balikpapan. *Jurnal Penataan Ruang*, 16(1), 27.



State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak menggunakan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

	PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI UIN SUSKA RIAU	TUGAS AKHIR
--	---	-------------

LEMBAR OBSERVASI

Tanggal : 25-10-2025
Lokasi : Laboratorium FST

No	Ruangan	Alat Eletronik	Merk	Jumlah (unit)
1.	Lab telekomunikasi	AC	Panasonic	2
		Komputer	Acer	3
		Kulkas	Aqua	1
		Lampu TL	Philips	16
2.	Lab Elektronika	Lampu TL	Philips	14
		AC	Panasonic	2
		Komputer	Acer	3
3.	Lab Rekayasa SI	Lampu TL	Philips	14
		AC	Panasonic	2
		Komputer	Acer	22
4.	Pusat Riset (3 ruang)	Lampu TL	Philips	12
		AC	Panasonic	3
		Komputer	Acer	3
5.	Lorong lt 1	Lampu LED	Hannochs	16
		CCTV	Infinity	2
6.	Toilet (cowe dan cowo)	Lampu TL	Philips	4
7.	Lab fisika TE	Lampu TL	Philips	16
		CCTV	Infinity	1
		AC	Panasonic	2
8.	Toilet LT 2	Lampu TL	Philips	16
9.	Lorong lt 2	Lampu LED	Hannochs	11
		Lampu TL	Philips	12
10.	Lab matematika	AC	Panasonic	2
		Lampu	Philips	16
		CCTV	Infinity	1

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengujikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

	PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI UIN SUSKA RIAU	TUGAS AKHIR
--	---	--------------------

LEMBAR OBSERVASI

Tanggal : 30-10-2025
Lokasi : lab

No	Ruangan	Alat Eletronik	Merk	Jumlah (unit)
11.	Lab Jarkom TI	Lampu	Philips	16
		CCTV	Infinity	1
		AC	Panasonic	2
		Komputer	Lenovo	25
12.	Lab Komputer TE	Lampu		12
		CCTV		1
		AC	Panasonic	3
		Komputer	Acer	22
13.	Taman	Lampu tembak	Philips 900w	2
14.	Ruang Dosen	Lampu TL	Philips	2
		AC	Panasonic	2
15.	Lab database	Lampu TL	Philips	12
		Komputer	Lenovo	23
		CCTV	Infinity	1
		AC	Panasonic	3
		Dispenser	Polytron	1
16.	Ruang Munasabah	Lampu TL	Philips	2
		AC	Panasonic	1
17.	Sekre ICOM	Lampu TL	Philips	2
18.	Lab Ergo	Lampu TL	Philips	8
		AC	Panasonic	1
19.	Lab Sistem Produksi TI	Lampu TL	Philips	12
		CCTV		1
		AC	Panasonic	3
		Komputer	Wearnes	5



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Kla

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak menggunakan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

	PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI UIN SUSKA RIAU	TUGAS AKHIR
--	---	-------------

LEMBAR OBSERVASI

Tanggal : 29 Oktober 2025

Lokasi : Gedung FST

No	Ruang	Alat Eletronik	Merk	Jumlah (unit)
1.	Ruang Teater	Lampu	Philips	26
		AC	Panasonic	2
2.	Lab Software Enggineering	AC	Panasonic	3
		Lampu TL	Philips	16
3.	Lab Internet Web	cctv	Infinity	4
		Komputer	Lenovo	22
4.	Lab Riset TIF	Lampu TL	Philips	76
		AC	Panasonic	2
5.	Lorong Lt 1	Komputer	Acer	21
		cctv	Philips	160
6.	Lorong Lt 2	AC	Polytron	23
		TV	Samsung	1
7.	Ruang Administrasi (digrinding)	Lampu LED	hannoc	46
		Lampu LED	-"	48
8.	Ruang Administrasi (digrinding)	Lampu	Philips	18
		Komputer	Lenovo	7
9.	Ruang Administrasi (digrinding)	CCTV	Infinity	1
		Kulkas	Polytron	1
10.	Ruang Administrasi (digrinding)	dispenser	Polytron	1
		AC	Polytron	3
11.	Ruang Administrasi (digrinding)	Printer Epson	"	3
		Printer Canon	"	2
12.	Ruang Administrasi (digrinding)	Proyektor	"	9



UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak menggunakan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

	PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI UIN SUSKA RIAU	TUGAS AKHIR
--	---	-------------

LEMBAR OBSERVASI

Tanggal : 25-10-2025
Lokasi : Gedung FST

No	Ruangan	Alat Eletronik	Merk	Jumlah (unit)
8.	Ruang Prodi TI	Lampu TL	Philips	2
		AC	Lg	1
		Komputer	Apple,..	3
		Dispenser	Polytron	1
		Printer	Epson	3
9.	Ruang Prodi TI	Lampu TL	Philips	2
		AC	sharp	1
		Komputer		1
		Printer		3
		dispenser		1
		Kulkas		1
10.	Ruang Prodi TE	Lampu TL	Philips	2
		AC	sharp	1
		Komputer	HP	1
		Printer	Epson	3
		Dispenser	Polytron	1
11.	Ruang Prodi SI	Lampu	Philips	2
		AC	Lg	1
		Komputer	HP	1
		Printer	Epson	1
		dispenser	Polytron	1
12.	Ruang Prodi MT	Komputer	HP	1
		Lampu		2
		AC		1
		dispenser	Polytron	1
		Printer		3



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
UIN SUSKA RIAU

TUGAS AKHIR

LEMBAR OBSERVASI

Tanggal 25-10-2015
Lokasi Gedung EST



 PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
UIN SUSKA RIAU TUGAS AKHIR

LEMBAR OBSERVASI

Tanggal : 30-10-2011

Lokasi Gedung Baru

No	Ruangan	Alat Eletronik	Merk	Jumlah (unit)
1.	Lorong Lt 1	Lampu LED	hannachs	46
2.	Ruang Belajar	Lampu	Philips	12
		AC	Panasonic	2
		Kipas Angin	Panasonic	2
3	Toilet	Lampu TL	Philips	4
4.	Lorong Lt 2	Lampu LED	hannach	16

Lampiran Dokumentasi Observasi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



of Sultan Syarif Kasim Ria

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak meugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

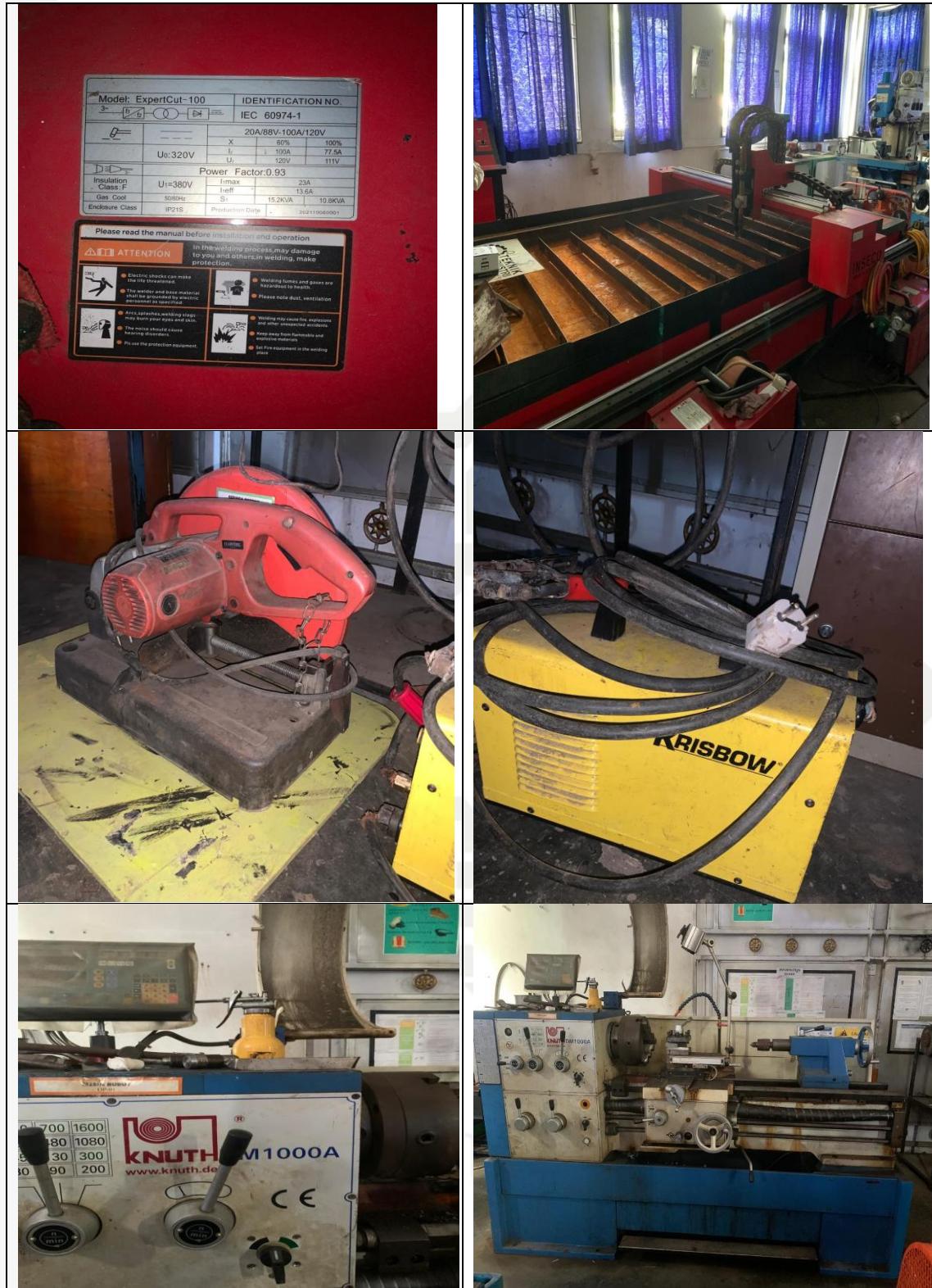


- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak meugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak meugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



an Syarif Kasim Ria

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak meugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak meugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Tahun 2009

Tahun 2010

Tahun 2016

Tahun 2019

Tahun 2022

No. HP
E-Mail

BIOGRAFI PENULIS

Penulis bernama lengkap Putri Bungsu lahir di Lubuk Basung pada tanggal 11 Oktober 2004 anak dari Ayahanda Hasan Basri dan Ibunda Asnahwati. Penulis merupakan anak ke 3 dari 3 bersaudara. Adapun perjalanan penulis dalam jenjang menuntut Ilmu Pengatahanan, penulis telah mengikuti pendidikan formal sebagai berikut:

Memasuki Taman Kanak-Kanak Al- Hijrah Kecamatan Tambang, dan menyelesaikan pendidikan TK pada tahun 2010

Memasuki Sekolah Dasar Negeri 035 Tarai Bangun, dan menyelesaikan pendidikan SD pada tahun 2016

Memasuki Sekolah Menengah Pertama Negeri 4 Tambang, dan menyelesaikan pendidikan SMP pada tahun 2019

Memasuki Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Tambang, dan menyelesaikan pendidikan SMA pada tahun 2022

Terdaftar sebagai mahasiswa Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, melalui jalur SNMPTN Jurusan Teknik Industri

089613661734

Putribungsu2tb@gmail.com