

**TUGAS AKHIR**

**KAJIAN JEJAK KARBON DAN PEMETANNYA DARI AKTIVITAS  
KAMPUS FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**



**A. DEVY MUTHIA OJA**

**D121 15 506**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2019**





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

JL. POROS MALINO, KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

Judul : *Kajian Jejak Karbon dan Pemetaannya dari Aktivitas kampus di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*

Disusun Oleh :

Nama : A. Devy Muthia Oja

D121 15 506

Telah diperiksa dan disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 21 Mei 2019

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T.  
NIP. 195812281986012001

Pembimbing II

Rasdiana Zakaria, S.T., M.T.  
NIP. 198510222018074001

Menyetujui,  
Ketua Departemen Teknik Lingkungan

Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.  
NIP. 197204242000122001

TL – Unhas.8594/21.5/2019



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala. karena atas Rahmat, Hidayah, dan izin-Nya lah, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul : ***Kajian Jejak Karbon dan Pemetaannya dari Aktivitas Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin***. Salawat serta salam penulis curahkan kepada junjungan Nabi Muhammad Sallallahu'alaihi Wassallam yang telah mengantar umat manusia menuju masa yang terang benderang. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan kelulusan pada jenjang Strata-1 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari, banyak hambatan dan kesulitan pada saat penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan bimbingan, nasehat, dan doa dari segala pihak, membuat penulis mampu dan tetap semangat hingga akhir pengerjaan tugas akhir ini.

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada orang tua penulis yakni Ibunda tercinta A. Dewiyanti yang telah memberikan kasih sayang, membesarkan penulis dengan sabar, pendidik dan mendoakan si penulis, membantu dalam proses pengambilan data, memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir dan semua perhatian yang diberikan kepada penulis yang tidak bisa penulis ungkapkan semuanya. Serta kepada Ayahanda Ir. A. Ferry Basorachim yang memberikan kasih sayang serta mendidik penulis hingga saat ini.

Pada kesempatan kali ini pula, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T, Prof. Baharuddin Hamzah, ST., MT., M.Arch selaku Dekan dan Wakil Dekan 1 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
1. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T, selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin.
- Ibu Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T, selaku Pembimbing I, yang selalu memotivasi dan menanyakan progress penulis selama penyelesaian



tugas akhir.

3. Ibu Rasdiana Zakaria S.T., M.T., selaku pembimbing II yang juga telah banyak membantu dan meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam bentuk bimbingan, pengarahan, dan perbaikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Sumiati dan kak Olan selaku staf karyawan Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang sudah membantu setiap administrasi yang selama penulis melaksanakan perkuliahan.
5. Seluruh dosen, Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Nenek A. Unga dan A. Asia yang telah merawat, memahami, dan membimbing penulis hingga saat ini.
7. Om dan Tante, A. Tenri, A. Karyati Arya, A. Indrawaty, A. Herry, dan A. Farid Basorachim yang telah merawat, memahami, dan membimbing penulis hingga saat ini.
8. Saudara satu-satunya A. Achmad Ryan FBR, S.T., yang telah memotivasi penulis sesegera mungkin menyelesaikan studi.
9. Sepupu tersayang A. Gita Namira Patigana Haris, S.Mn, A. Jihan Nashila Haris, dan A. Nuril Samharir, yang telah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Keluarga Om Bowasis Umar, Tante, Tsary, Adek Nadya, dan Adek Wina yang telah memberikan semangat serta dukungan kepada penulis dari awal perkuliahan hingga menyelesaikan Tugas Akhir.
11. Teman Pekuliahanku di awal semester hingga sekarang, Syiffah Rizky, Khusnul Quraniah, dan Pertiwi Margarana yang telah memberikan semangat serta dukungan kepada penulis.
12. Teman-teman seperjuangan Tugas Akhir Adinda, Nurul Dewi, Nurul zizah, A.Mirsariandiani, Awwalini Magfirah, Bella, Nurfadhila, .Hasnifah, Evianista, Aji, dan Imam yang telah meluangkan waktunya untuk membantu si penulis dalam proses pengambilan data di Kampus.



13. Teman-teman SMP sampai sekarang Nur Afdaliyah Anwar, S.Kom, Alfina Putri Said, Jihan Hardianti, dan Siti Zahra Utami yang telah memberikan semangat serta dukungan si penulis dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.
14. Teman seperjuangan dari SMAku, Dhiya Muthia, A. Siti Zuraidah, Ulil, Fadil, Erika, Ayu, Fildzah, Safira, Fajar, Refo, Amirah, Adel, Fadil, Ica, dan Jungman yang selalu menyemangati dan mendukung si penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir dan sebagai pendengar setia dikala senang ataupun sedih.
15. Kakak Asisten Kebisingan dan Kualitas Udara, kak Ika, kak Maitsa, kak Fatmawati, kak Maman, kak Agung, kak Eca, kak Faqih yang tidak pernah lelah membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
16. Teman KKN Tematik KPK Gel. 98 yaitu Naufi, Nadila, dan Tari serta teman-teman tematik KPK yang tidak bisa penulis sebutkan satu-satu yang telah memberikan warna, canda, dan tawa selama berada di Kantor.
17. Kepada Pak Putu, Ibu Dian, Pak Gusti, dan Rekan-rekan yang lain selaku Pembimbing selama Kerja Praktik di UPT PAL Suwung.
18. Rekan rekan mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan 2015 Aco, Wiky, A'raf, Tia, Shiddiq, Irma, Dey, Gina, Gaby N, Gaby Ela, Zul, dan teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu persatu, yang telah memberikan semangat dan dukungannya telah memberikan pengalaman serta pelajaran hidup selama kurang lebih 4 tahun.
19. Kepada rekan-rekan dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu satu, penulis ucapkan banyak terima kasih atas setiap bantuan serta doa yang diberikan.

Semoga Allah SWT berkenan membalas kebaikan kalian. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun,

saya berharap tugas akhir ini memberikan manfaat bagi pembaca. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk melengkapi segala kekurangan dan keterbatasan dalam penyusunan tugas



akhir ini. Akhir kata semoga tugas akhir ini memberikan manfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan dan lingkungan.

Gowa, Juni 2019

Penulis,

A. Devy Muthia Oja

D121 15 506



**KAJIAN JEJAK KARBON DAN PEMETAANNYA DARI AKTIVITAS  
KAMPUS DI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN  
A.Devy Muthia Oja<sup>1)</sup>, Sumarni Hamid Aly<sup>2)</sup>, dan Rasdiana Zakaria<sup>3)</sup>**

Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin<sup>1,2,3)</sup>  
Jl. Poros Malino KM.6, Bontomaranu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan  
Telp. (0411) 586015, 586262 Fax (0411) 586015  
Email: [dvymuthia13@gmail.com](mailto:dvymuthia13@gmail.com)

**ABSTRAK**

Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin merupakan kampus fakultas teknik terbesar di Sulawesi Selatan. Aktivitas perkuliahan merupakan aktivitas yang sangat kompleks dimana, tidak hanya kegiatan belajar mengajar yang ada di perkuliahan, tetapi ada juga kegiatan rumah tangga maupun perkantoran yang ada di kampus. Oleh sebab itu perlunya mengetahui pemetaan jejak karbon yang ada di kampus fakultas teknik universitas hasanuddin, karena kompleksnya kegiatan yang ada di kampus. Tujuan penelitian ini untuk menentukan tingkat jejak karbon yang ada di kampus, pemetaannya, dan mitigasi penurunan emisi jejak karbon. Metode yang digunakan adalah dengan membagi dua emisi jejak karbon yaitu, emisi jejak karbon primer dan emisi jejak karbon sekunder. Penelitian ini menggunakan *software Surfer 12*, untuk melakukan pemetaan jejak karbon. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, emisi yang paling besar dihasilkan dari emisi karbon sekunder yaitu pemakaian listrik yaitu sebesar 1.315.429,63 KgCO<sub>2</sub>/Tahun, dan emisi yang paling rendah dihasilkan dari pemakaian kertas yaitu, sebesar 49,39 KgCO<sub>2</sub>/Tahun. Untuk pemetaannya gedung yang paling tinggi Emisi CO<sub>2</sub> yaitu, gedung Elektro sebesar, 265.972,14 KgCO<sub>2</sub>/Tahun dan yang paling rendah Emisi CO<sub>2</sub> yaitu, gedung Naval B sebesar, 24.199,36 KgCO<sub>2</sub>/Tahun. Skenario mitigasi yang dilakukan dalam penurunan emisi CO<sub>2</sub> yang efektif yaitu dengan melaksanakan *Earth Hour* setiap 1 jam setiap bulannya yang dapat mereduksi pemakaian listrik sebesar 611.259,12 kWh / Tahunnya dan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 164.428,70 KgCO<sub>2</sub>/Tahunnya. Skenario penurunan timbulan sampah yang efektif dengan melaksanakan penerapan 3R mereduksi sampah sebesar 2% yaitu sebesar 167.332,79 Kg / Tahunnya dan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 7.347,84 KgCO<sub>2</sub>/Tahunnya.

**Kunci :** Jejak Karbon, Emisi CO<sub>2</sub>, Emisi CO<sub>2</sub> Primer, Emisi CO<sub>2</sub> Sekunder, Pemetaan Jejak Karbon, Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.



**STUDY TRACES OF CARBON AND MAPPING ACTIVITIES IN THE  
FACULTY OF ENGINEERING UNIVERSITY OF HASANUDDIN**

**A.Devy Muthia Oja<sup>1)</sup>, Sumarni Hamid Aly<sup>2)</sup>, and Rasdiana Zakaria<sup>3)</sup>**

Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, University of  
Hasanuddin<sup>1,2,3)</sup>

Jl. Malino shaft KM.6, Bontomaranu (92 172) Gowa, South Sulawesi

Tel. (0411) 586 015, 586 262 Fax (0411) 586015

E-mail: [dvymuthia13@gmail.com](mailto:dvymuthia13@gmail.com)

**ABSTRACT**

Gowa campus of Hasanuddin University Faculty of Engineering is the largest engineering school campus in South Sulawesi. The lecture activities are very complex in which, not only teaching and learning, but also activities of households and offices. Therefore, it is important to know the carbon footprint of the existing mapping on the campus of engineering faculty of Hasanuddin university, due to the complexity of the existing activities on campus. The purpose of this study is to determine the level of carbon footprint that is on campus and mapping. The used method is to halve emissions, namely carbon footprint, carbon footprint emission of primary and secondary carbon footprint emissions. This study uses the software Surfer 12, for mapping carbon footprint. The results of this study indicate that, The greatest emissions generated from the secondary carbon emissions electricity consumption amounting to 1,054,983.02 kgCO<sub>2</sub> / year, and the lowest emissions resulting from the use of paper, namely, at 49.39 kgCO<sub>2</sub> / Year. For the mapping of buildings the highest CO<sub>2</sub> emissions, namely, the building of Elektro, 174,088.82 KgCO<sub>2</sub> / year and the lowest CO<sub>2</sub> emissions, namely, the building of the Naval B, 3.1087,10 KgCO<sub>2</sub> / Year. The mitigation scenario in reducing CO<sub>2</sub> emissions effectively is by implementing Earth Hour every 1 hour each month which can reduce electricity consumption by 611,259.12 kWh / year and CO<sub>2</sub> emissions by 164,428.70 KgCO<sub>2</sub> / year. The effective scenario of decreasing waste generation by implementing 3R with waste reduction of 2% is 167,332.79 Kg / year and CO<sub>2</sub> emissions are 7.347.84 KgCO<sub>2</sub> / year.



Keywords : Carbon Footprint, CO<sub>2</sub> Emissions, CO<sub>2</sub> Emissions Primary,  
Secondary CO<sub>2</sub> Emissions, Gowa Campus Faculty of Engineering, University of  
Hasanuddin

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan	5
D. Manfaat Penelitian	5
E. Ruang Lingkup	5
F. Sistematika Penulisan	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Perubahan Iklim	7
B. Pemanasan Global	7
C. Gas Rumah Kaca	9
D. <i>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines</i>	11
E. Jejak Karbon	12
F. Skenario Mitigasi Pengurangan Emisi Jejak Karbon	16
G. Hubungan Aktvitas Perkuliahan dengan Emisi Karbon	
Berdasarkan Penelitian Terdahulu	16
H. <i>Software Surfer</i>	20
ambaran Umum Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas	
asanuddin	21



### **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

A. Rancangan Penelitian	24
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	26
C. Alat dan Bahan Penelitian	27
D. Metode Pengambilan Data	27
1. Data Primer	27
2. Data Sekunder	28
E. Metode Pengolahan Data	28
1. Pemetaan Menggunakan <i>Surfer 12</i>	29
F. Analisis Data	31

### **BAB IV HASIL & PEMBAHASAN**

A. Hasil Observasi Kuisisioner	32
B. Besaran Emisi Karbon Setiap Gedung	39
1. Emisi CO <sub>2</sub> Primer	40
2. Emisi CO <sub>2</sub> Sekunder	48
3. Emisi CO <sub>2</sub> Total	55
C. Besaran Emisi Karbon Setiap Aktivitas	56
1. Emisi CO <sub>2</sub> Primer	56
2. Emisi CO <sub>2</sub> Primer Keseluruhan	58
3. Emisi CO <sub>2</sub> Sekunder	59
4. Emisi CO <sub>2</sub> Sekunder Keseluruhan	60
5. Emisi CO <sub>2</sub> Total	60
D. Mitigasi Penurunan Emisi Karbon di Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin	63

### **BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan	76
B. Saran	77

### **DAFTAR PUSTAKA**

RAN



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 1.</b> Nilai Potensi Pemanasan Global	9
<b>Tabel 2.</b> Faktor Emisi	12
<b>Tabel 3.</b> <i>Net Caloric Value</i> (NCV)	15
<b>Tabel 4.</b> Daya (Watt) pada alat elektronik	15
<b>Tabel 5.</b> Tabel Pemakaian <i>Liquefied Petroleum Gas</i> (LPG)	32
<b>Tabel 6.</b> Tabel Pemakaian Kertas	33
<b>Tabel 7.</b> Tabel Pemakaian Alat Elektronik	35
<b>Tabel 8.</b> Daya Pemakaian alat elektronik pertahun (kWh/Tahun)	37
<b>Tabel 9.</b> Tabel Kendaraan yang ada di Kampus	38
<b>Tabel 10.</b> Tabel Timbulan Sampah Campur	39
<b>Tabel 11.</b> Tabel Pemakaian <i>Liquefied Petroleum Gas</i> (LPG) / Tahun	40
<b>Tabel 12.</b> Tabel Rekapitulasi Emisi CO <sub>2</sub> Pemakaian LPG setiap gedung/tahun	41
<b>Tabel 13.</b> Tabel Timbulan Sampah Campur / Tahun	42
<b>Tabel 14.</b> Tabel Rekapitulasi Emisi CO <sub>2</sub> Timbulan Sampah Campur setiap gedung/tahun	43
<b>Tabel 15.</b> Tabel Pemakaian Kendaraan / Tahun	45
<b>Tabel 16.</b> Tabel Rekapitulasi Emisi CO <sub>2</sub> Pemakaian Kendaraan / Tahun	45
<b>Tabel 17.</b> Tabel Rekapitulasi Emisi CO <sub>2</sub> Primer setiap gedung/tahun	47
<b>Tabel 18.</b> Tabel Pemakaian Listrik	49
<b>Tabel 19.</b> Tabel Rekapitulasi Penggunaan Listrik setiap gedung/tahun	49
<b>Tabel 20.</b> Tabel Pemakaian Kertas	51
<b>Tabel 21.</b> Tabel Rekapitulasi Emisi CO <sub>2</sub> Penggunaan Kertas setiap gedung/tahun	52
<b>Tabel 22.</b> Tabel Rekapitulasi Emisi CO <sub>2</sub> Sekunder setiap gedung/tahun	53
. Tabel Rekapitulasi Emisi CO <sub>2</sub> Total setiap gedung/tahun	55
. Hasil Perhitungan Pemakaian LPG	57
. Hasil Perhitungan Penggunaan Kendaraan	57



<b>Tabel 26.</b> Hasil Perhitungan Timbulan Sampah Campur	58
<b>Tabel 27.</b> Hasil Perhitungan Emisi CO <sub>2</sub> Primer Secara Keseluruhan	59
<b>Tabel 28.</b> Hasil Perhitungan Pemakaian Listrik	59
<b>Tabel 29.</b> Hasil Perhitungan Pemakaian Kertas	60
<b>Tabel 30.</b> Hasil Perhitungan Emisi CO <sub>2</sub> Sekunder Secara Keseluruhan	60
<b>Tabel 31.</b> Hasil Perhitungan Emisi CO <sub>2</sub> Total	61
<b>Tabel 32.</b> Hasil Rekapitulasi Emisi CO <sub>2</sub> Total dari Setiap Aktivitas	61
<b>Tabel 33.</b> Hasil Pemakaian Listrik Sebelum dan Setelah Melakukan <i>Earth Hour</i> selama 30 menit	64
<b>Tabel 34.</b> Hasil Emisi CO <sub>2</sub> untuk Pemakaian Listrik Sebelum dan Setelah Melakukan <i>Earth Hour</i> selama 30 menit	64
<b>Tabel 35.</b> Hasil Pemakaian Listrik Sebelum dan Setelah Melakukan <i>Earth Hour</i> selama 1 Jam	66
<b>Tabel 36.</b> Hasil Emisi CO <sub>2</sub> untuk Pemakaian Listrik Sebelum dan Setelah Melakukan <i>Earth Hour</i> selama 1 jam	66
<b>Tabel 37.</b> Hasil Pemakaian Listrik Sebelum dan Setelah Melakukan <i>Earth Hour</i> selama 2 jam	67
<b>Tabel 38.</b> Hasil Emisi CO <sub>2</sub> untuk Pemakaian Listrik setelah Melakukan <i>Earth Hour</i> selama 2 jam	68
<b>Tabel 39.</b> Hasil Timbulan Sampah Sebelum dan Setelah penerapan program 3R sebesar 2%	70
<b>Tabel 40.</b> Hasil Emisi CO <sub>2</sub> Sebelum dan Setelah penerapan program 3R sebesar 2%	70
<b>Tabel 41.</b> Hasil Timbulan Sampah Sebelum dan Setelah penerapan program 3R sebesar 5%	72
<b>Tabel 42.</b> Hasil Emisi CO <sub>2</sub> Sebelum dan Setelah penerapan program 3R sebesar 5%	72
<b>Tabel 43.</b> Hasil Timbulan Sampah Sebelum dan Setelah penerapan program 3R sebesar 10%	74
<b>Tabel 43.</b> Hasil Emisi CO <sub>2</sub> Sebelum dan Setelah penerapan program 3R sebesar 10%	74



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 1.</b> Grafik Data Kenaikan Temperatur dari 1880 – 2020	8
<b>Gambar 2.</b> Rancangan Penelitian	25
<b>Gambar 3.</b> Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin	26
<b>Gambar 4.</b> Alat dan Bahan (a) Google Earth, (b) Kamera, (c) Alat Timbangan Gantung Elektronik, (d) Alat <i>Counter</i> , (d) <i>Software Surfer</i>	27
<b>Gambar 5.</b> <i>Flowchart</i> Pengolahan Data secara Umum	29
<b>Gambar 6.</b> <i>Flowchart</i> Pengolahan Data <i>Surfer</i>	30
<b>Gambar 7.</b> Histogram Emisi CO <sub>2</sub> Penggunaan LPG setiap gedung/tahun	41
<b>Gambar 8.</b> Pemetaan Jejak Karbon LPG setiap gedung/tahun	42
<b>Gambar 9.</b> Histogram Emisi CO <sub>2</sub> Timbulan Sampah Campur setiap gedung/tahun	44
<b>Gambar 10.</b> Pemetaan Jejak Karbon Timbulan Sampah Campur setiap gedung/tahun	44
<b>Gambar 11.</b> Histogram Emisi CO <sub>2</sub> Kendaraan / Tahun	46
<b>Gambar 12.</b> Pemetaan Jejak Karbon Pemakaian Kendaraan	46
<b>Gambar 13.</b> Histogram Emisi CO <sub>2</sub> Primer setiap gedung/tahun	48
<b>Gambar 14.</b> Pemetaan Jejak Karbon Primer setiap gedung/tahun	48
<b>Gambar 15.</b> Histogram Emisi CO <sub>2</sub> Penggunaan Listrik setiap gedung/tahun	50
<b>Gambar 16.</b> Pemetaan Jejak Karbon Penggunaan Listrik setiap gedung/tahun	51
<b>Gambar 17.</b> Histogram Emisi CO <sub>2</sub> Penggunaan Kertas setiap gedung/tahun	52
<b>Gambar 18.</b> Pemetaan Jejak Karbon Emisi CO <sub>2</sub> Sekunder setiap gedung/tahun	53
<b>19.</b> Histogram Emisi CO <sub>2</sub> Sekunder setiap gedung/tahun	54
<b>20.</b> Pemetaan Jejak Karbon Emisi CO <sub>2</sub> Sekunder	



setiap gedung/tahun	55
<b>Gambar 21.</b> Histogram Emisi CO <sub>2</sub> Total setiap aktivitas/tahun	56
<b>Gambar 22.</b> Pemetaan Jejak Karbon Emisi CO <sub>2</sub> Total setiap gedung/tahun	57
<b>Gambar 23.</b> Histogram Emisi CO <sub>2</sub> Total setiap aktivitas/tahun	58
<b>Gambar 24.</b> Diagram Emisi CO <sub>2</sub> Total	59
<b>Gambar 21.</b> Grafik Emisi CO <sub>2</sub> Pemakaian Listrik Sebelum dan Sesudah <i>Earth Hour</i> selama 30 menit	65
<b>Gambar 22.</b> Grafik Emisi CO <sub>2</sub> Pemakaian Listrik Sebelum dan Sesudah <i>Earth Hour</i> selama 1 jam	67
<b>Gambar 23.</b> Grafik Emisi CO <sub>2</sub> Pemakaian Listrik Sebelum dan Sesudah <i>Earth Hour</i> selama 2 jam	69
<b>Gambar 24.</b> Grafik Emisi CO <sub>2</sub> Timbulan Sampah Campur Sebelum dan Sesudah Penerapan 3R sebesar 2%	71
<b>Gambar 25.</b> Grafik Emisi CO <sub>2</sub> Timbulan Sampah Campur Sebelum dan Sesudah Penerapan 3R sebesar 5%	73
<b>Gambar 26.</b> Grafik Emisi CO <sub>2</sub> Timbulan Sampah Campur Sebelum dan Sesudah Penerapan 3R sebesar 10%	75



## DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran 1.**Kuisisioner Jejak Karbon

**Lampiran 2.**Data Inventarisasi Alat Elektronik, Jumlah Kendaraan dan Timbulan Sampah Campur

**Lampiran 3.**Pengolahan Emisi CO<sub>2</sub>

**Lampiran 4.**Pemetaan menggunakan *Surfer 12*

**Lampiran 5.**Dokumentasi Pengukuran



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pemanasan global terjadi di karenakan meningkatnya gas-gas rumah kaca (GRK) yang sudah menjadi perhatian masyarakat dunia dalam beberapa dekade terakhir. Dalam konteks gas rumah kaca (GRK) sebagai emisi gas buang yang dilepaskan ke udara ambien, rumah kaca adalah emisi karbondioksida. Lebih dari 75% komposisi gas rumah kaca di atmosfer adalah CO<sub>2</sub>. Hampir seluruh kegiatan manusia setiap harinya telah berkontribusi terhadap kenaikan emisi gas rumah kaca di atmosfer. Saat ini aktivitas manusia cenderung berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam dan batubara. Kebutuhan-kebutuhan tersebut semakin bertambah seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, jumlah aktivitas, dan gaya hidup masyarakat (Wiratama dalam Aryo, 2018).

Permasalahan terkait peningkatan konsumsi energi, kendaraan bermotor, serta perubahan perencanaan dan konstruksi kota berdampak pada degradasi kualitas lingkungan. Dampak negatif terlihat dari penurunan kualitas udara, air dan tanah. Dari kualitas udara penurunannya dilihat dengan emisi karbon. Aktivitas penggunaan energi oleh manusia menyumbang 67% emisi karbon dan memperburuk kualitas udara. (Maria, 2015)

Emisi karbon yang memperburuk kualitas udara salah satunya gas CO<sub>2</sub>. Gas ini termasuk dalam gas rumah kaca (GRK) Gas CO<sub>2</sub> merepresentasikan 76,7% emisi GRK yang berasal dari 56,6% dari bahan bakar fosil, 17,3% deforestasi, dan 2,8% dari sumber lainnya. Emisi CO<sub>2</sub> menyebabkan efek rumah kaca yang berakibat terjadinya perubahan iklim dan pemanasan global. Efek dari pemanasan global yaitu terjadinya kenaikan muka air laut, perubahan garis pantai, erosi lahan bawahan, perubahan bentuk jalan dan peningkatan abrasi. Salah satu efek dari perubahan iklim yaitu adanya badai, dan peningkatan curah hujan serta evapotranspirasi. (Maria, 2015)



Dalam konteks gas rumah kaca (GRK) sebagai emisi gas buang yang dilepaskan ke udara, penyumbang emisi terbesar dalam gas rumah kaca adalah emisi karbon. Saat ini diperkirakan konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer adalah yang paling dominan dari semua efek gas rumah kaca yang ada di atmosfer. Setiap tahun terjadi peningkatan konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer yang diikuti dengan peningkatan suhu. Tahun 2001 terjadi peningkatan suhu bumi 0,6 °C yang merupakan peningkatan suhu tertinggi dalam 100 tahun. Berdasarkan data observasi Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, data observasi mulai dari tahun 1981- 2016 dan hasil pengolahan tren suhu di Indonesia yaitu secara umum suhu di Indonesia baik suhu minimum, rata- rata, dan maksimum memiliki tren yang bernilai positif dengan besaran yang bervariasi sekitar 0,03 °C setiap tahunnya. Ini bisa diartikan bahwa suhu akan mengalami kenaikan 0,03 °C setiap tahunnya sehingga dalam 30 tahun lokasi tersebut akan mengalami kenaikan sebesar 0,9 °C. (Hiqma, 2019)

Setiap individu dalam aktivitasnya sehari-hari seperti kegiatan konsumsi, berkendara, berolah raga, rekreasi akan menghasilkan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), karena sebagian besar aktivitas individu tersebut membutuhkan sumber energi yang berasal dari bahan bakar fosil seperti: minyak bumi, gas alam dan batubara, dan ekstraksi sumber daya alam lainnya. (Arif, 2018)

Besarnya perhatian pemerintah terhadap emisi gas rumah kaca ini ditunjukkan lewat komitmen Pemerintah Indonesia untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 26% dengan usaha sendiri dan mencapai 41% jika mendapat bantuan internasional pada tahun 2020 yang ditetapkan pada kesepakatan Bali Action Plan pada *The Conferences of Parties (COP) ke-13 United Nations Frameworks Convention on Climate Change (UNFCCC)* dan hasil COP-15 di Copenhagen dan COP-16 di Cancun dan dalam pertemuan G-20 di Pittsburg. (Ratih, 2012)

Semakin banyak dan beragam aktivitas manusia, maka semakin banyak emisi karbon yang dibuang ke lingkungan. Besarnya akumulasi emisi karbon akibat aktivitas manusia dalam waktu tertentu disebut jejak karbon atau *carbon footprint*.

(18)



Jejak karbon merupakan istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan jumlah total emisi GRK dari individu atau organisasi yang bertanggung jawab. Setiap orang turut menghasilkan GRK, dengan demikian setiap orang mempunyai hutang karbon yang harus dibayar. Semakin banyak aktivitas manusia, maka semakin banyak energi yang digunakan sehingga semakin besar pula jejak karbon. Jejak karbon yang dimaksud adalah jejak karbon dari segala aktivitas manusia yang menimbulkan emisi karbon dan meninggalkan bekas di bumi. Perubahan lingkungan hidup dengan semakin meningkatnya jejak karbon dikarenakan aktivitas manusia, maka pemulihan lingkungan hidup harus perlu diusahakan oleh manusia. Oleh karena itu, perlu mengkaji kontribusi manusia terhadap jejak karbon yang dihasilkan dari kegiatan sehari-hari. Tujuannya agar manusia dapat membatasi jumlah jejak karbon yang ditimbulkan sehingga dapat membantu memulihkan lingkungan hidup. (Dian, 2017)

Jejak karbon sering dijadikan acuan untuk mengukur berapa banyak emisi GRK yang dihasilkan oleh suatu aktivitas atau oleh suatu proses produksi barang atau jasa. Jejak karbon didefinisikan sebagai suatu ukuran dari aktivitas manusia yang menimbulkan dampak terhadap lingkungan, yang diukur dari berapa banyak emisi karbon (*by product*) yang berdampak pada kenaikan GRK, biasanya dihitung dalam ukuran unit ton CO<sub>2</sub>. Semua aktivitas seperti konsumsi energi listrik (penggunaan lampu, penggunaan peralatan dapur, alat cukur, penggunaan perangkat elektronik), sampah harian (sampah organik, kertas HVS, botol air minum dalam kemasan (AMDK) dan penggunaan alat transportasi (kendaraan bermotor dan mobil) dapat menghasilkan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). (Arif, 2018)

Makassar merupakan kota Metropolitan yang terletak di Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki jumlah penduduk sebanyak 1,469,601 jiwa penduduk. Tingginya jumlah penduduk dengan beragam aktivitas tentunya akan berpengaruh terhadap emisi gas rumah kaca yang dihasilkan. Menurut Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS) Makassar menghasilkan gas rumah kaca

dengan pembangunan ekonomi dan infrastruktur terbaik di Indonesia. Kenaikan emisi gas rumah kaca lebih dari empat kali lipat pada tahun 2014 (BAPPENAS, 2014) Keberadaan universitas di Makassar tidak menutup



kemungkinan memiliki dampak terhadap besarnya emisi gas rumah kaca, yang baik berdampak langsung maupun tidak langsung ke lingkungan. Dimana, kegiatan-kegiatan yang terjadi di perkuliahan sangatlah kompleks seperti kegiatan pembelajaran, administrasi kampus, pemakaian laboratorium dan lain-lain. Namun saat ini belum diketahui bagaimana jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan di kawasan pendidikan dan penyebaran emisinya di sebuah universitas.

Aktivitas-aktivitas pendidikan sama dengan aktivitas perkantoran dan rumah tangga yang berpotensi untuk menghasilkan emisi gas rumah kaca. Contohnya Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin memiliki gedung-gedung yang mempunyai aktivitas seperti, penggunaan LPG, listrik, kendaraan dan sampah. Dengan adanya penelitian ini, bisa menjadi acuan untuk Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin menjadi kampus *eco green campus*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui emisi CO<sub>2</sub> dari aktivitas di perkuliahan dimana dalam penelitian ini akan diambil wilayah studi yaitu Kampus Teknik Gowa Universitas Hasanuddin. Maka dari itu, penulis mengambil judul **“Kajian Jejak Karbon dan Pemetaannya dari Aktivitas Kampus di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin”**

## B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka masalah yang dapat dirumuskan seperti berikut:

1. Bagaimana tingkat emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan aktivitas Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin?
2. Bagaimana pemetaan emisi jejak karbon (CO<sub>2</sub>) yang ada di Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dengan menggunakan model Surfer?

Bagaimana Skenario mitigasi yang efektif untuk mengurangi emisi jejak karbon (CO<sub>2</sub>) yang ada di Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin?



### C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisis tingkat emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh aktivitas Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Memetakan emisi jejak karbon (CO<sub>2</sub>) dengan menggunakan model Surfer.
3. Skenario mitigasi yang efektif untuk emisi jejak karbon (CO<sub>2</sub>) yang dihasilkan oleh aktivitas Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

### D. Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui tingkat emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh aktivitas kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
2. Mengetahui pemetaan emisi jejak karbon dengan menggunakan model Surfer.
3. Mengetahui skenario mitigasi emisi jejak karbon (CO<sub>2</sub>) yang efektif, dihasilkan oleh aktivitas Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

### E. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini antara lain :

1. Data aktivitas yang menggunakan *Liquified Petroleum Gas* dan Timbulan Sampah Campur Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Alat-alat elektronik yang ada di Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin digunakan sebagai data adalah yang menggunakan sumber energi listrik yang sering digunakan disetiap gedung.



3. Data penggunaan kertas yang digunakan oleh staff tata usaha yang ada di Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Data kendaraan yang ada di Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang digunakan, baik operasional kampus, dosen, maupun mahasiswa dari bahan bakar fosil.
5. Emisi yang ditinjau adalah Emisi CO<sub>2</sub>.

## **F. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika dalam penulisan laporan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan tinjauan terhadap literatur atau topik yang terkait dengan penelitian Tugas Akhir.

### **BAB III METEDOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisikan prosedur perolehan data serta tahapan atau alur kerja dalam pelaksanaan penelitian.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan uraian mengenai hasil penelitian yang diperoleh beserta dengan pembahasan atau analisis.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisikan uraian mengenai kesimpulan dari laporan Tugas Akhir dan saran terhadap kemungkinan adanya penelitian lebih lanjut.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Perubahan Iklim

Perubahan Iklim merupakan perubahan kondisi rata-rata cuaca suatu wilayah yang lebih luas dan dalam waktu yang lebih lama, dalam hitungan tahun. Sedangkan pengertian cuaca adalah keadaan udara seperti suhu, kelembaban, kecepatan angin, penyinaran matahari pada suatu tempat dalam jangka waktu terbatas. Perubahan iklim terjadi karena adanya pemanasan global yang terjadi di permukaan bumi. Menurut Ditjen pengendalian perubahan iklim Indonesia merupakan salah satu Negara yang paling rentan terhadap ancaman dan dampak perubahan iklim (Banjir, kekeringan, sea level rise, cuaca ekstrim). Kondisi sumber daya alam dan lingkungan hidup di Indonesia telah mengalami tekanan hebat akibat berbagai kegiatan di berbagai sektor.

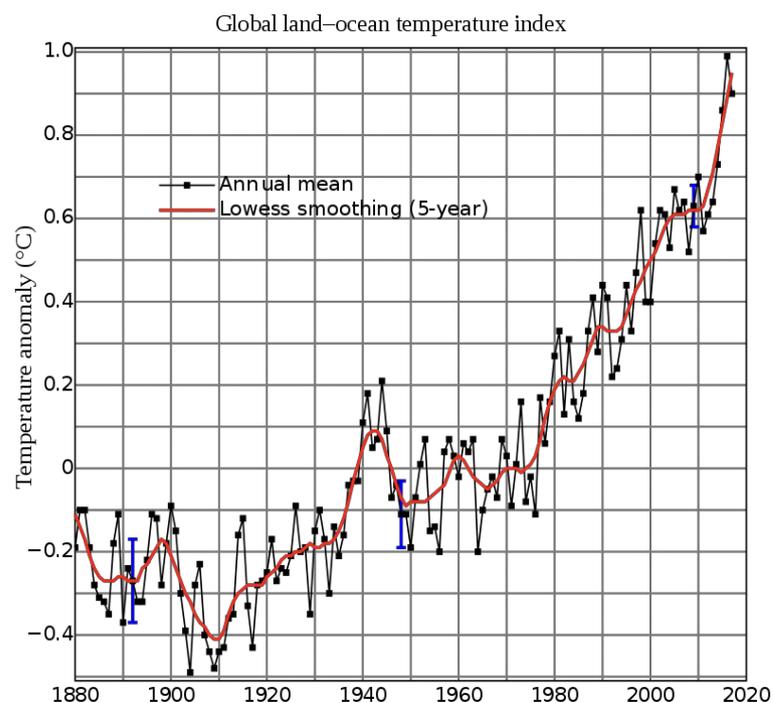
Kondisi geografis di Indonesia yang merupakan Negara kepulauan merupakan daerah yang rentan terhadap perubahan iklim, yang menyebabkan gangguan pada daur air dan produksi pangan di Indonesia. Hujan yang intensitasnya semakin tinggi pada perioda musim hujan yang semakin pendek telah menyebabkan banjir di tempat-tempat yang tidak biasa. Penggundulan hutan telah memperparah permasalahan ini. (Wahyu, 2015) Banyaknya bencana yang terjadi pada tahun 2018 membuat kita sadar akan terjadinya perubahan iklim dan cuaca yang ekstrim.

#### B. Pemanasan Global

Pemanasan Global adalah naiknya suhu rata-rata di seluruh permukaan bumi akibat emisi gas rumah kaca dalam jumlah banyak membuat energi panas terakumulasi di bumi. (Sejati dalam Dian, 2017) Singkatnya, pemanasan global adalah peningkatan suhu rata-rata di permukaan bumi dari tahun ke tahun. Laporan terbaru dari NASA.GISS (2015), bahwa suhu global terus meningkat sebesar 0,68°C hingga tahun 2014. (Kurniatun, dkk, 2016).



Pemanasan global ini sangat dirasakan oleh masyarakat dikarenakan tidak menentunya cuaca dan cepatnya terjadi perubahan cuaca di berbagai daerah tak hanya itu, karena adanya pemanasan global mencairnya es di kutub utara dan selatan membuat permukaan air laut meningkat sehingga akan mengganggu keseimbangan ekosistem. Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), sebagian besar peningkatan suhu rata-rata global dikarenakan aktivitas manusia (Wicaksono dalam Aditya, 2016) Berikut Grafik Data Kenaikan Temperatur



**Gambar 1** Grafik Data Kenaikan Temperatur dari 1880 – 2020

Dampak dari pemanasan global dapat dilihat sebagai berikut:

- i. Peningkatan suhu bumi;
- ii. Perubahan curah hujan;
- iii. Kenaikan suhu dan tinggi muka laut;
- iv. Peningkatan kejadian iklim dan cuaca ekstrim.

Dalam Arah Kebijakan dan Sasaran Adaptasi Perubahan Iklim di Indonesia

akan bahwa suhu di Indonesia terus menaik, menyebabkan meningkatnya dan intensitas kejadian iklim ekstrim seperti:



- Lebar garis menunjukkan karakter dari kejadian, yaitu lama berlangsungnya El - Nino (berkisar 6-18 bulan)
- Kejadia El – Nino semakin sering dan intnsitas juga cenderung menguat dan ini berasosiasi dengan semakin kuatnya intensitas kejadian cuaca dan iklim ekstrim.

Adapun *Global Warming Potential* (GWP) atau kemampuan potensi pemanasan global gas rumah kaca. Penggunaan nilai GWP dapat menunjukkan kombinasi karena agregasi banyak senyawa. Dengan menggunakan nilai GWP, perkiraan emisi GRK diekspresikan dalam CO<sub>2</sub> ekivalen. Adapun tabel gas rumah kaca untuk senyawa karbon dioksida, metana, dan Nitrous oksida dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai Potensi Pemanasan Global

No.	Ga Rumah Kaca	Nilai Potensi Pemanasan Global
1	CO <sub>2</sub>	1
2	CH <sub>4</sub>	23
3	N <sub>2</sub> O	298

Sumber : *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC)

### C. Gas Rumah Kaca

Gas Rumah Kaca merupakan gas-gas yang ada di atmosfer yang terperangkap. Sebuah perumpamaan untuk menggambarkan sebuah bumi yang memiliki efek rumah kaca dimana, sinar dari matahari yang berbentuk radiasi ultra violet terperangkap di dalam atmosfer oleh gas-gas rumah kaca yang seharusnya di terima oleh bumi dan memantulkan kembali dalam bentuk radiasi inframerah tetapi, hanya beberapa saja yang bisa di pantulkan dan yang lainnya terperangkap dan menyebabkan bumi menjadi lebih hangat di siang hari dan lebih dingin di malam hari . Proses terjadinya gas rumah kaca ini menyebabkan bocornya lapisan atmosfer di bumi, yang di hasilkan oleh CO<sub>2</sub> yang berlebihan.

urut laporan IPCC (2007) jumlah gas rumah kaca (GRK) di atmosfer terus at hingga dua kali lipat bila dibandingkan pada jaman pra industry. Ada GRK utama yaitu karbondioksida (CO<sub>2</sub>) yang juga dikenal sebagai gas



asam arang, gas methane ( $\text{CH}_4$ ), dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) yang mempunyai rentang masa hidup cukup panjang. Dari ketiga GRK tersebut, gas  $\text{CO}_2$  merupakan gas yang paling pesat laju peningkatannya, dan masa hidupnya paling panjang, walaupun kemampuan radiasinya lebih rendah dari pada kedua gas lainnya.

Di Indonesia, emisi GRK terbesar adalah berasal dari konversi lahan gambut dan ahli fungsi hutan menjadi bentuk penggunaan lahan lainnya (*LULUCF = Land Use and Land Use Land Cover Change of Forest*), emisi dari industri transportasi, dan penambangan semen, pertanian, peternakan, dan sebagainya. Berdasarkan laporan DNPI (Dewan Nasional Perubahan Iklim), bahwa pada tahun 2005 emisi GRK Indonesia kira-kira sebesar 4,97% jumlah tersebut diperkirakan akan terus meningkat di tahun 2030 menjadi 5,1%. Oleh karena itu alih fungsi hutan di lahan gambut perlu diperhitungkan dengan seksama. (Kurniatun, 2016)

Sejak terjadinya revolusi industry, konsentrasi dari  $\text{CO}_2$  dan metana telah meningkat sebesar 36% dan 148% sejak 1750 (US EPA dalam ratih, 2012). Peningkatan ini terjadi akibat kegiatan manusia sementara sisanya dari perubahan tata guna lahan. Adapun gas rumah kaca yang di hasilkan oleh aktivitas manusia seperti :

i. Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ )

Karbondioksida terbentuk melalui pembakaran bahan bakar fosil, limbah padat, pohon atau produk yang berbahan kayu, dan juga akibat reaksi kimia yang lainnya. Karbondioksida berkurang apabila terserap oleh tanaman sebagai siklus karbon. Ketika dalam keadaan keseimbangan jumlah dan perpindahan emisi karbon dioksida dari siklus karbon mendekati sama.

ii. Metana ( $\text{CH}_4$ )

Metana dihasilkan dari produksi dan transportasi batubara, gas alam, dan minyak; yang bisa terjadi dari peternakan, praktek pertanian, dan pembusukan limbah organik di tempat pembuangan sampah kota / domestik.

Nitrous Oksida



Nitrous oxide dihasilkan selama kegiatan pertanian, industri, dan selama pembakaran bahan bakar fosil dan limbah padat.

iv. Gas Terflorinasi

Hidrofluorokarbon, perfluorokarbon, sulfur heksafluorida, adalah gas rumah kaca sintetik yang kuat yang dipancarkan dari berbagai proses industri. Gas ini di pancarkan dalam jumlah lebih kecil tapi berpotensi dalam merusak lapisan ozon.

#### **D. *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines***

*Intergovernmental Panel on Climate Change* atau IPCC merupakan organisasi independen yang dibentuk oleh PBB pada tahun 1998. Organisasi ini melakukan survei secara ilmiah dan teknis terkait dengan perubahan iklim di seluruh dunia (Kementerian Kehutanan dalam Maria, 2015) IPCC juga merupakan suatu badan ilmiah yang beranggotakan para ahli yang tugas utamanya melakukan kajian hasil-hasil riset tentang informasi teknologi, sosial, dan ekonomi yang terkait dengan perubahan iklim seluruh dunia. Metode pengukuran IPCC lebih fleksibel dikarenakan disesuaikan dengan kebutuhan data, jenis teknologi kendaraan, dan jenis kendaraan khusus pada sektor transportasi. (Kementerian ESDM, 2018)

Metodologi yang digunakan pada perhitungan emisi ini adalah :

$$E_{GRK} = AD \times EF \quad (1)$$

Keterangan:

$E_{GRK}$  : Emisi Gas Rumah Kaca

AD : Data Aktivitas

EF : Faktor Emisi

Faktor Emisi adalah massa dari suatu polutan yang dihasilkan untuk setiap unit proses, per satuan massa bahan bakar yang dikonsumsi atau per unit produksi. (Porteus dalam Ratih, 2012). Faktor ini juga, untuk menyatakan besarnya emisi

gas rumah kaca yang dilepaskan ke atmosfer per satuan aktivitas tertentu. (Kementerian ESDM, 2018) Faktor emisi yang digunakan disesuaikan dengan faktor lokal Indonesia yang dijelaskan pada tabel 2, seperti berikut:



**Tabel 2.** Faktor Emisi

No.	Sumber	Faktor Emisi
1	<i>Liquefied Petroleum Gas (LPG)</i>	2,98 KgCO <sub>2</sub> /MJ
2	Mobil (Solar)	0,0028 Kg CO <sub>2</sub> / Km
3	Sepeda Motor	0,014 KgCO <sub>2</sub> /Km
4	Mobil (Bensin)	0,04 Kg CO <sub>2</sub> / Km
5	Ketenaga Listrikan Wil. SulSelBarTra	0,269 Kg CO <sub>2</sub> /kWh
6	Sampah	0,427 Kg CO <sub>2</sub> /Kg
7	Kertas	0,735 kg CO <sub>2</sub> /kg

Sumber : Petunjuk Teknis Pemantauan, Evaluasi, dan Pelaporan (PEP) Pelaksanaan RAD-GRK; IPCC 2006

### E. Jejak Karbon

Jejak karbon atau tapak karbon merupakan ukuran dari keseluruhan jumlah emisi CO<sub>2</sub> baik secara langsung maupun tidak langsung diakibatkan oleh aktivitas. Jejak karbon juga terjadi akibat akumulasi dari semua aktivitas individu, populasi, pemerintahan, perusahaan, organisasi, proses dan sektor industri (Dong et al; Wiedmann et al; dalam Maria, 2015) Jejak karbon bisa juga disebutkan bahwa, jumlah keseluruhan karbondioksida baik secara langsung maupun tidak langsung yang disebabkan oleh aktivitas keseluruhan dari penggunaan produk dalam kehidupan sehari-hari.

Untuk analisis jejak karbon dikategorikan terhadap tiga metode yaitu, IPCC, *Life Cycle Analysis (LCA)* dan *Input Output Analysis (IOA)*. Metode IPCC dipilih karena penerapannya lebih global dan dijadikan acuan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dalam penentuan emisi. (Maria, 2015)

Jejak karbon terbagi atas dua yaitu, jejak karbon primer dan jejak karbon sekunder. Jejak karbon primer merupakan ukuran emisi CO<sub>2</sub> yang bersifat langsung seperti, memasak dan transportasi yang dihasilkan dari hasil pembakaran kar fosil. Sedangkan untuk jejak karbon sekunder merupakan emisi CO<sub>2</sub> bersifat tidak langsung yang dihasilkan oleh peralatan-peralatan elektronik hingga dan digunakan daya listrik. (Ratih, 2012)



Adapun Rumus Perhitungan Jejak Karbon dapat dilihat sebagai berikut :

i. Emisi Jejak Karbon Primer

Yang termasuk Emisi Jejak Karbon Primer merupakan LPG, Penggunaan Transportasi atau Kendaraan, Pemakaian kertas dan Timbulan Sampah yang dapat dilihat sebagai berikut :

- Perhitungan Jejak Karbon dari Pemakaian LPG

$$E_{CO_2} = KBB \times FE \times NCV_{LPG} \times GWP \quad (2)$$

Keterangan :

$E_{CO_2}$  : Emisi  $CO_2$  Penggunaan LPG ( $KgCO_2$ )

KBB : Konsumsi Bahan Bakar (Kg)

FE : Faktor Emisi LPG ( $KgCO_2/MJ$ )

$NCV_{LPG}$  : *Net Caloric Value* ( $MJ/Kg$ )

GWP : *Global Warming Potential*

- Perhitungan Jejak Karbon dari Aktivitas Kendaraan di Kampus

$$E_{CO_2} = \text{Jumlah kendaraan} \times FE \times L \quad (3)$$

Keterangan :

$E_{CO_2}$  : Emisi  $CO_2$  Penggunaan BBM (Kend.Kg  $CO_2/Hari$ )

Jumlah Kendaraan : Banyaknya Kendaraan (Kend/Hari)

FE : Faktor Emisi Bahan Bakar ( $Kg/Km$ )

L : Panjang Jalan (Km)

- Perhitungan Jejak Karbon dari Timbulan Sampah Campur

$$E_{CO_2} = TS \times FE \quad (4)$$

Keterangan :

$E_{CO_2}$  : Emisi  $CO_2$  Timbulan Sampah ( $KgCO_2/Hari$ )

TS : Timbulan Sampah ( $Kg/Hari$ )

FE : Faktor Emisi ( $KgCO_2/Kg$ )

- Perhitungan Jejak Karbon Primer Keseluruhan

$$E_{CO_2\text{PrimerTotal}} = E_{CO_2(LPG)} + E_{CO_2(Kendaraan)} + E_{CO_2(Timbulan Sampah)} \quad (5)$$

Keterangan :



- $E_{CO_2\text{PrimerTotal}}$  : Emisi Total Karbon Dioksida Primer Keseluruhan (KgCO<sub>2</sub>)
- $E_{CO_2(LPG)}$  : Emisi Total Karbon Dioksida Penggunaan LPG (KgCO<sub>2</sub>)
- $E_{CO_2 (Kendaraan)}$  : Emisi Total Karbon Dioksida Penggunaan Kendaraan di Kampus (KgCO<sub>2</sub>)
- $E_{CO_2(Timbulan Sampah)}$  : Emisi Total Karbon Dioksida Timbulan Sampah di Kampus (KgCO<sub>2</sub>)

ii. Emisi Jejak Karbon Sekunder

Yang termasuk Emisi Jejak Karbon Sekunder merupakan peralatan-peralatan elektronik

- Perhitungan Jejak Karbon dari Penggunaan Listrik

$$E_{CO_2} = KE \times FE \times GWP \quad (6)$$

Keterangan :

- $E_{CO_2}$  : Emisi CO<sub>2</sub> Penggunaan Listrik (KgCO<sub>2</sub>)
- KE : Konsumsi Energi (kWh)
- FE : Faktor Emisi (KgCO<sub>2</sub>/kWh)
- GWP : *Global Warming Potential*

- Perhitungan Jejak Karbon dari Pemakaian Kertas

$$E_{CO_2} = KPK \times FE \times \text{Konversi Massa} \quad (7)$$

Keterangan :

- $E_{CO_2}$  : Emisi CO<sub>2</sub> Penggunaan Kertas (KgCO<sub>2</sub>)
- KPK : Konsumsi Pemakaian Kertas (Kg/Hari)
- FEa : Faktor Emisi Pemakaian Kertas (KgCO<sub>2</sub>/Kg Kertas)

Konversi Massa: Merubah Satuan Massa (Kg)

- Perhitungan Jejak Karbon Sekunder Keseluruhan

$$E_{CO_2\text{PrimerTotal}} = E_{CO_2(\text{Listrik})} + E_{CO_2 (\text{Kertas})} \quad (8)$$

Keterangan :

- $E_{CO_2\text{SekunderTotal}}$  : Emisi Total Karbon Dioksida Sekunder Keseluruhan (KgCO<sub>2</sub>)



$E_{CO2(Listrik)}$  : Emisi Total Karbon Dioksida Penggunaan Listrik (KgCO<sub>2</sub>)

$E_{CO2 (Kertas)}$  : Emisi Total Karbon Dioksida Kertas di Kampus (KgCO<sub>2</sub>)

iii. Emisi CO<sub>2</sub> Secara Keseluruhan

$$E_{CO2Total} = E_{CO2Primer} + E_{CO2Sekunder} \quad (9)$$

Keterangan :

$E_{CO2Total}$  = Emisi Total Karbon Dioksida Keseluruhan (KgCO<sub>2</sub>)

$E_{CO2Primer}$  = Emisi Total Karbon Dioksida Primer Keseluruhan (KgCO<sub>2</sub>)

$E_{CO2Sekunder}$  = Emisi Total Karbon Dioksida Sekunder Keseluruhan (KgCO<sub>2</sub>)

Adapun untuk NCV (*Net Caloric Value*) untuk LPG dan konsumsi listrik pemakaian tiap gedung berasal dari alat elektronik seperti, AC, Komputer, Kulkas, dan peralatan kantor lainnya. Berikut daftar NCV dan konsumsi daya (watt) berbagai peralatan elektronik dapat dilihat pada tabel 3 dan 4.

**Tabel 3.** *Net Caloric Value* (NCV)

No.	Bahan Bakar	Niali Kalor
1	LPG	47,3 X 10 <sup>-6</sup> TJ/Kg

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup, 2012

**Tabel 4.** Daya (Watt) pada peralatan elektronik

No.	Alat Elektronik	Daya (Watt)
1	Lampu LED	16
2	Lampu Biasa	23
3	Lampu LED Tinggi Bay	200
4	Lampu LED T5	14
5	Lampu Sorot	150
6	AC	650
7	AC Portable	300
8	AC Central	1040
9	Handphone	10
10	Laptop	90



No.	Alat Elektronik	Daya (Watt)
11	Komputer	160
12	Kulkas	100
13	Kipas Angin	103
14	LCD Biasa	264
15	LCD Besar	760
16	Fotocopy	1760
17	Dispenser	350
18	Rice Cooker	465
19	TV	120
20	Printer	35
21	Kompor Listrik	850
23	Server	1500

Sumber : Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Energi di PT. Daikin Air Conditioning Makassar,2018

#### F. Skenario Mitigasi Penurunan Emisi Jejak Karbon

Mitigasi merupakan segala upaya yang dilakukan untuk mengendalikan penyebab terjadinya emisi atau meningkatkan serapan emisi untuk membantu mengurangi dampak perubahan iklim, adapun skenario mitigasi adalah suatu rancangan untuk mengendalikan emisi tersebut menurut Peraturan Presiden Republik Indonesia no. 61 Tahun 2011. Berikut program-program skenario mitigasi dalam mengurangi emisi:

1. Mendukung implementasi program diversifikasi dan konservasi energi dengan mengubah penggunaan bahan bakar minyak menjadi gas atau listrik atau energy terbarukan yang lain.
  2. Mendukung pengembangan energi alternatif seperti bioetanol, listrik, surya, angin, gelombang laut, petir, dan lainnya.
  3. Mendukung konservasi lingkungan.
  4. Mendukung pertumbuhan ekonomi lokal.
- Meningkatkan kualitas dan sumber daya masyarakat lokal.  
Menjaga tingkat penyerapan tenaga kerja tanpa pemberhentian.  
Mendukung perubahan teknologi.



8. Membuat program pembangunan masyarakat.

Berikut ini merupakan penjelasan upaya mitigasi dari beberapa sektor:

- Sektor transportasi tindakan yang dapat dilakukan yaitu:
  1. Melakukan pengembangan pengendalian analisis dampak lalu lintas. Dengan menganalisis dampak dari lalu lintas dapat diketahui potensi bahaya dan bagaimana tindakan korektif maupun preventifnya.
  2. Melakukan manajemen parkir
  3. Pengadaan sistem BRT (*Bus Rapid Transit*)
  4. Peremajaan armada angkutan umum Tindakan peremajaan armada angkutan umum merupakan tindakan pergantian kendaraan yang sudah lama dan tidak layak jalan dengan kendaraan yang baru ramah lingkungan. Tindakan pergantian kendaraan ini tidak mengganti rute perjalanan.
  5. Pemasangan converter kit pada angkutan umum *Converter kit* merupakan alat konversi dari bahan bakar bensin ke bahan bakar gas alam. Emisi yang dapat diturunkan melalui alat ini adalah sebesar 20%.
  6. Melakukan penerapan *congestion charging* dan *road pricing* *Road pricing* yaitu pemberian biaya secara langsung terhadap pengguna jalan yang melewati suatu daerah atau wilayah tertentu. Namun penerapan metode ini lebih efektif apabila digunakan pada suatu area.
  7. Sosialisasi *smart driving* 27  
*Smart driving* merupakan metode berkendara yang selamat, nyaman, hemat energi, dan ramah lingkungan. Tindakan yang termasuk dalam metode ini yaitu mematikan mesin saat berhenti lebih dari 30 detik, menggunakan *air conditioner* seperlunya, menurunkan muatan yang tidak perlu.
  8. Membangun pedestrian dan jalur sepeda Selain untuk mewujudkan mobilitas dengan emisi rendah, keberhasilan penerapan ini dapat meningkatkan kesehatan.

menaikkan uang muka kredit sepeda motor dan pajak progresif kendaraan pribadi Penyumbang terbesar dalam emisi CO<sub>2</sub> yaitu kendaraan pribadi



dan sepeda motor. Hal ini dikarenakan didalam negeri uang muka untuk membeli kendaraan tersebut ringan. Selain itu, akses untuk mendapatkan mobil mudah karena impor besar-besaran yang dilakukan pemerintah. Sehingga untuk menekan hal itu perlu dilakukan menaikkan uang muka dan pajak progresif yang secara tidak langsung mengalihkan transportasi pribadi menuju ke umum. (Maria, 2015)

- Sektor Energi dan Sumber Daya Mineral

Aksi mitigasi yang sesuai Perpres No. 61 Tahun 2011:

1. Penerapan mandatori manajemen energi untuk pengguna padat energi
2. Penerapan program kemitraan konservasi energi
3. Peningkatan efisiensi peralatan rumah tangga
4. Penyediaan dan pengelolaan energi baru terbarukan dan konservasi energi:
  - a. PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi)
  - b. PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga *Micro Hydro*)
  - c. PLTM (Pembangkit Listrik Tenaga *Mini Hydro*)
  - d. PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya)
  - e. PLT *Hybrid* (Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid*)
  - f. PLT *Biomassa* (Pembangkit Listrik Tenaga *Biomassa*)
5. Desa Mandiri Energi (DME)
6. Pemanfaatan bio-gas rumah tangga
7. Penggunaan gas alam sebagai bahan bakar angkutan umum perkotaan
8. Peningkatan sambungan rumah yang teraliri gas bumi melalui pipa
9. Pembangunan kilang mini plant Liquid Petroleum Gas (LPG)
10. Reklamasi lahan pasca tambang

Aksi mitigasi di luar Perpres No. 61 Tahun 2011:

1. Pemanfaatan *bio-diesel*
2. Penerapan Inpres Nomor 13 Tahun 2011 tentang Penghematan Energi dan Air

Aksi mitigasi sektor ketenagalistrikan

- a. Pembangunan PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air)



- b. Penggunaan *Clean Coal Technology* pada Pembangkit Listrik
  - c. Penggunaan *Cogeneration* pada Pembangkit Listrik
4. Program konversi minyak tanah ke LPG
  5. Pembangunan Penerangan Jalan Umum Cerdas (KEMENLH, 2017)

Adapun Aksi atau kegiatan yang dapat dilakukan dalam melindungi bumi yaitu *Earth Day* atau Hari bumi yang jatuh pada tanggal 22 April dimana, pada kegiatan ini banyak aktivis-aktivis lingkungan bergotong royong untuk membersihkan tempat-tempat rekreasi dan lain-lain. Ada pula *Earth Hour* atau Jam bumi yang jatuh pada tanggal 30 Maret dimana, masyarakat dihimbau untuk mematikan lampu selama 1 jam, dalam pemadaman lampu secara bersamaan ini, untuk Indonesia dapat menahan pertumbuhan permintaan hingga 8,4 persen pertahunnya. (*World Wide Fund for Nature*, 2019)

### **G. Hubungan Aktivitas Perkuliahan dengan Emisi Karbon Berdasarkan Penelitian Terdahulu**

Aktivitas manusia berkaitan erat dengan aktivitas karbon. Kegiatan itu antara lain menggunakan bahan bakar fosil untuk kegiatan memasak di kantin, penggunaan listrik untuk peralatan perkuliahan seperti laboratorium dan kelas yang emisi karbonnya dapat dihitung. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya perbedaan jenis bahan bakar maupun aktivitas yang dilakukan menghasilkan emisi yang berbeda pula, banyaknya aktivitas di perkuliahan yang menjadi faktor perhitungan emisi jejak karbon. Untuk membuktikan hal tersebut, kita melakukan identifikasi terhadap berbagai faktor yang mempengaruhi terhadap emisi jejak karbon yang dihasilkan dimana, akan diteliti besar daya listrik yang digunakan, jenis bahan bakar, besarnya emisi karbon yang dihasilkan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Universitas Diponegoro menunjukkan bahwa, aktivitas di perkuliahan menjadi salah satu penyumbang emisi karbon dan apabila tidak dilakukan penanggulangan dapat memperburuk kualitas lingkungan sekitar, walaupun masih belum dirasakan. Hasil dari penelitian ini juga menunjukkan pemetaan jejak karbon sehingga, diketahui lokasi yang memiliki jumlah emisi karbon yang besar.



## H. Software Surfer

Surfer merupakan suatu aplikasi pemetaan yang dapat digunakan untuk pembuatan peta maupun pemodelan tiga dimensi berdasarkan grid. Materi yang dibahas dalam digitasi peta, didasarkan kepada cara pembuatan peta topografi, peta 3 dimensi, penampang serta perhitungan luas dan volume, yang berbasis pada program terapan surfer. (Sri, 2010) Alasan penggunaan program terapan karena adanya beberapa kelebihan, di antaranya :

- i. Jika hasil pengukuran di lapangan yang menggunakan kordinat lokal X,Y, dan elevasi Z; dapat dengan mudah ditransfer;
- ii. Jika data yang tersedia sudah berupa peta topografi hasil pengukuran, pelaksanaan digitasi dapat dilakukan dengan cara yang cukup mudah;
- iii. Dapat dilakukan modifikasi, dengan manipulasi sebageaian nilai kontur bagian dari bentang alam yang berubah (misalnya setelah terbentuk bench penambangan);
- iv. Perhitungan luas dan volume sebelum sesudah kondisi bentang alam berubah dapat dilakukan dengan cara sederhana;
- v. Dengan fasilitas yang tersedia (*Vector*), dapat dilakukan membagi daerah berdasarkan kawasan penyaluran; misalnya untuk kebutuhan perencanaan *drainage* tambang;
- vi. Dalam surfer tersedia juga fasilitas untuk menghitung dasarnya sumberdaya/cadangan; misalnya dengan menggunakan Kriging, Inverse Distance, Minimum Curvature, dan lain-lain

Di samping penggunaan program terapan ini sangat mudah dan sederhana, juga multiguna dalam terapannya. Beberapa tipe file yang tersedia dalam program terapan ini adalah : Data *Spreadsheet*; \*.dat, \*.txt, \*.xls, \*.bna, \*.bln dan lain-lain; Data *Topo Coutur Map*; \*.srf, \*.wmf, \*.jpg, \*.bmp, \*.gif dan lain-lain.

Dengan demikian, dapat dilakukan transfer antar program terapan lainnya, menggunakan basis data dan format gambar yang sama, seperti *Auto Cad*, *Auto Cad*, dan *Adobe Photoshop*.



## I. Gambaran Umum Kampus Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Kampus Gowa Universitas Hasanuddin Fakultas Teknik memiliki total sepuluh gedung, yang telah dibangun dan aktif digunakan. Jumlah dosen sebanyak 60 orang, pegawai sebanyak 78, dan satpam sebanyak 20 orang. Kampus Gowa Universitas Hasanuddin Fakultas Teknik ini masih dalam tahap pembangunan, adapun luas gedung dan fungsinya dapat dilihat dibawah ini:

### 1. Gedung COT (*Center of Technology*)

Gedung COT atau *Center of Technology* adalah sebuah gedung untuk melakukan pertemuan atau mempromosikan Universitas Hasanuddin untuk menjalin hubungan baik dari Industri, Universitas Lain dan Lembaga Akademik lainnya. Luas Bangunan untuk gedung COT adalah  $1,556 \text{ m}^2$ , terdiri dari 4 lantai dan fasilitas yang ada di gedung ini, terdapat ruang dekan, ruang rapat, ruang laboratorium kolaborasi, dan ruang pameran.

### 2. Gedung CSA (*Center of Scientific Activities*)

Gedung CSA atau *Center of Scientific Activities* adalah sebuah gedung untuk melakukan pertemuan atau kuliah tamu, terdapat perpustakaan dan laboratorium komputer. Luas Bangunan untuk gedung CSA adalah  $2,088 \text{ m}^2$ , terdiri dari 4 lantai dan fasilitas yang ada di gedung ini terdapat, ruang auditorium, laboratorium komputer, perpustakaan dan kantor.

### 3. Gedung CR (*Classroom*)

Gedung CR atau *Classroom* adalah sebuah gedung untuk melakukan aktivitas pembelajaran atau perkuliahan di gedung ini terdapat banyak kelas. Luas Bangunan untuk gedung CR adalah  $2,577 \text{ m}^2$ , terdiri dari 4 lantai dan fasilitas yang ada di gedung ini adalah ruangan kelas.

### 4. Gedung Arsitektur

Gedung Arsitektur adalah sebuah gedung khusus untuk jurusan arsitektur, dalam gedung ini terdapat dua departemen yaitu, departemen Arsitektur dan departemen PWK. Luas Bangunannya yaitu,  $2,577 \text{ m}^2$ , terdiri dari 4



lantai dan fasilitas yang ada di gedung ini seperti Laboratorium, Perpustakaan, dan Kantor.

5. Gedung Sipil

Gedung Sipil adalah sebuah gedung khusus untuk jurusan sipil, didalam gedung ini terdapat dua departemen yaitu, departemen Sipil dan departemen Lingkungan. Luas Bangunannya yaitu, 2,577 m<sup>2</sup>, terdiri dari 4 lantai dan fasilitas yang ada di gedung ini seperti Laboratorium, Perpustakaan, dan Kantor.

6. Gedung Mesin

Gedung Mesin adalah sebuah gedung khusus untuk jurusan mesin, didalam gedung ini terdapat dua departemen yaitu, departemen Mesin dan departemen Industri. Luas Bangunannya yaitu, 2,577 m<sup>2</sup>, terdiri dari 4 lantai dan fasilitas yang ada di gedung ini seperti Laboratorium, Perpustakaan, dan Kantor.

7. Gedung Geologi

Gedung Geologi adalah sebuah gedung khusus untuk jurusan geologi, didalam gedung ini terdapat dua departemen yaitu, departemen Geologi dan departemen Pertambangan. Luas Bangunannya yaitu, 2,577 m<sup>2</sup>, terdiri dari 3 lantai dan fasilitas yang ada di gedung ini seperti Laboratorium, Perpustakaan, dan Kantor.

8. Gedung Elektro

Gedung Elektro adalah sebuah gedung khusus untuk jurusan elektro, didalam gedung ini terdapat dua departemen yaitu, departemen Elektro dan departemen Informatika. Luas Bangunannya yaitu, 2,966 m<sup>2</sup>, terdiri dari 4 lantai dan fasilitas yang ada di gedung ini seperti Laboratorium, Perpustakaan, dan Kantor.

9. Gedung Kapal A

Gedung Kapal A adalah sebuah gedung khusus untuk jurusan kapal, didalam gedung ini terdapat dua departemen yaitu, departemen Perkapalan dan departemen Sistem Perkapalan. Luas Bangunannya yaitu, 2,115 m<sup>2</sup>,



terdiri dari 4 lantai dan fasilitas yang ada di gedung ini seperti Laboratorium, Perpustakaan, dan Kantor.

#### 10. Gedung Kapal B

Gedung Kapal B adalah sebuah gedung khusus untuk jurusan kapal, didalam gedung ini terdapat dua departemen yaitu, departemen Perkapalan dan departemen Sistem Perkapalan. Luas Bangunannya yaitu, 2,115 m<sup>2</sup>, terdiri dari 2 lantai dan fasilitas yang ada di gedung ini seperti Laboratorium dan Kantor.

