

SKRIPSI
JEJAK KARBON AKIBAT KEGIATAN HARIAN
PENGGUNA BANGUNAN GEDUNG PPAG 1
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN (UNPAR)



MARTINUS BILLY ADHI POETRA
NPM: 2016410074

PEMBIMBING: Dr. Eng. Mia Wimala

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULI 2020

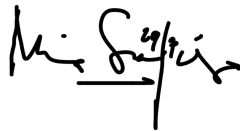
SKRIPSI
JEJAK KARBON AKIBAT KEGIATAN HARIAN
PENGGUNA BANGUNAN GEDUNG PPAG 1
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN (UNPAR)



MARTINUS BILLY ADHI POETRA

NPM: 2016410074

PEMBIMBING:



Dr. Eng. Mia Wimala

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

JULI 2020

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Martinus Billy Adhi Poetra
NPM : 2016410074
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi dengan judul:

JEJAK KARBON AKIBAT KEGIATAN HARIAN PENGGUNA BANGUNAN GEDUNG PPAG 1 UNIVERSITAS
KATOLIK PARAHYANGAN

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Jakarta



**JEJAK KARBON AKIBAT KEGIATAN HARIAN PENGGUNA
BANGUNAN GEDUNG PPAG 1 UNIVERSITAS KATOLIK
PARAHYANGAN (UNPAR)**

Martinus Billy Adhi Poetra

NPM: 2016410074

Pembimbing: Dr. Eng. Mia Wimala

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

JULY 2020

ABSTRAK

Gedung Pusat Pembelajaran Arntz-Geise 1 (PPAG 1) merupakan salah satu gedung tempat mahasiswa, dosen dan staf fakultas teknik melakukan aktivitas harian seperti kegiatan pengajaran dan pembelajaran, organisasi, dan administrasi. Aktivitas tersebut dapat menghasilkan emisi karbon dan selanjutnya akan menyumbang kepada pemanasan global. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur jumlah emisi karbon yang dihasilkan oleh pengguna gedung PPAG 1 sehingga dapat menjadi acuan mengenai jumlah emisi yang dihasilkan akibat aktivitas harian pengguna gedung serta memberi rekomendasi untuk mengurangi emisi jejak karbon berlebih. Data yang berkaitan dengan parameter penghasil jejak karbon diperoleh melalui survei terhadap 905 orang, dan wawancara terstruktur dengan para pihak pengelola bangunan. Jumlah emisi karbon yang dihasilkan merupakan perkalian dari jumlah energi dan faktor emisi yang sesuai dengan parameter penghasil energi. Beberapa parameter penghasil emisi karbon ini meliputi energi listrik, LPG (*Liquid Propane Gas*), bahan bakar kendaraan bermotor, dan pengolahan sampah pada TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Berdasarkan hasil perhitungan, dihasilkan jumlah jejak karbon sebesar 40.181,37 kg CO₂/bulan, dengan emisi karbon terbesar dihasilkan dari penggunaan energi listrik (72% dari total emisi). Beberapa rekomendasi yang dapat diberikan untuk mengurangi jumlah emisi karbon di PPAG antara lain dengan menggunakan produk elektronik ramah lingkungan, menggunakan transportasi umum, dan mengolah sampah menjadi kompos.

Kata kunci: jejak karbon, CO₂, emisi karbon, pemanasan global

**CARBON FOOTPRINT CAUSED BY USERS ACTIVITY ON PPAG 1
BUILDING PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY (UNPAR)**

Martinus Billy Adhi Poetra

NPM: 2016410074

Advisor: Dr. Eng. Mia Wimala

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

CIVIL ENGINEERING

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

JULY 2020

ABSTRAC

Pusat Pembelajaran Arntz-Geise 1 (PPAG 1) building is one of many buildings in UNPAR where students, lecturers, and faculty staff do various activity such as: learning activities, organization activities, and administration. Human activities emitted carbon emission which contributes to global warming. The objective of this study is to measure the amount of carbon emitted by users' activities according to each parameter and to determine some recommendations to reduce the amount of carbon emitted. The data needed for each parameter is acquired by interview and survey towards 905 sample. By multiplying the amount of energy and emission factors of each parameter, a total amount of emitted carbon can be calculated. The parameters are electricity, LPG (Liquid Propane Gas), fuel for transport, and water treatment. The amount of carbon emitted in PPAG 1 building is 40.181,37 kg CO₂/month and the largest amount of emissions are produced by electricity (72% of all emission). Some recommendations are given to reduce the amount of carbon emission in PPAG 1 such as using ecofriendly product, opting to use public transport, and turning organic waste into compost.

Key words: carbon footprint, CO₂, carbon emission, global warming

PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan rahmat yang diberika selama penyusunan skripsi yang berjudul “JEJAK KARBON AKIBAT KEGIATAN HARIAN PENGGUNA BANGUNAN GEDUNG PPAG 1 UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN (UNPAR)” hingga dapat diselesaikan dengan baik. Dalam proses pengerjaan skripsi ini, dimulai dari proses persiapan, pemodelan, analisis, dan pembahasan, dan akhirnya diselesaikan dengan penulisan, terdapat beberapa hambatan yang tidak dapat dihadapi penulis sendiri. Maka dari itu penulis sangat berterimakasih kepada pihak-pihak yang turut serta membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini sehingga dapat selesai dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Eng. Mia Wimala sebagai dosen pembimbing dalam bimbingan dan bantuan yang diberikan melalui saran dan kritik selama penyusunan skripsi berlangsung
2. Orang tua, saudara dan keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan dukungan moral dalam penulisan skripsi.
3. Dosen, staf, dan mahasiswa yang membantu dalam pengisian kuesioner sehingga data yang diperlukan bisa didapatkan
4. Jeanni sebagai yang membantu mendengarkan semua masalah Ketika mengerjakan skripsi
5. Farrell, Wilson, Martin, Ken, dan Alfred sebagai teman bermain selama perkuliahan dan setelah lulus
6. Teman-teman Surabaya yang selalu menghibur disaat yang diperlukan
7. Teman bimbingan skripsi yang selalu memberi informasi dan saling membantu dalam penyusunan skripsi
8. Teman-teman sipil 2016 yang membantu memberi semangat dan atas bantuan yang diberikan selama perkuliahan

Akhir kata, dalam penelitian ini masih banyak kekurangan maka dari itu kritik dan saran dari pembaca sangat bermanfaat dalam perkembangan penelitian ini kedepannya. Penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat dan berguna bagi masyarakat.

Bandung, 23 Juli 2020



Martinus Billy Adhi Poetra

2016410074

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRAC	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Inti Permasalahan	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Pembatasan Masalah.....	4
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 DASAR TEORI	6
2.1. Gas Rumah Kaca (GRK).....	6
2.1.1. Peningkatan Jumlah GRK.....	6
2.1.2. Pemanasan Global (Global Warming).....	7
2.2. Jejak Karbon (Carbon Footprint).....	7
2.2.1. Kalkulator Jejak Karbon	7
2.2.2. Faktor Emisi Karbon.....	8
2.3. Parameter Pengukuran	8
2.3.1. IPCC 2006.....	8
2.3.2. <i>Greenhouse Gas Protocol Revised Edition</i>	11
2.4. Rumus Slovin	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1. Tahapan Metodologi	14
3.2. Diagram Alir.....	16
3.3. Penyusunan dan Penyebaran Kuesioner	17
BAB 4 ANALISIS DATA	19
4.1. Pusat Pembelajaran Arnzt-Geise 1 (PPAG 1).....	19
4.1.1. Tinjauan gedung	19
4.2. Parameter Penghasil CO ₂ Akibat Kegiatan Harian di PPAG 1.....	20
4.3. Hasil Kuesioner	21
4.4. Rekomendasi Perbaikan/Peningkatan Efektivitas Penggunaan Energi ..	39

BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1.	Kesimpulan.....	43
5.2.	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1 Anomali Suhu Rata-rata Global (Ritchie & Roser, 2017)	1
Gambar1-2 Peta Karbon Dunia (Global Carbon Atlas, 2018).....	3
Gambar 2-1 Jumlah Emisi CO ₂ Tahunan Dunia (Ritchie & Roser, 2017)	6
Gambar 2-2 Ilustrasi Jejak Karbon.....	7
Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian	16



DAFTAR TABEL

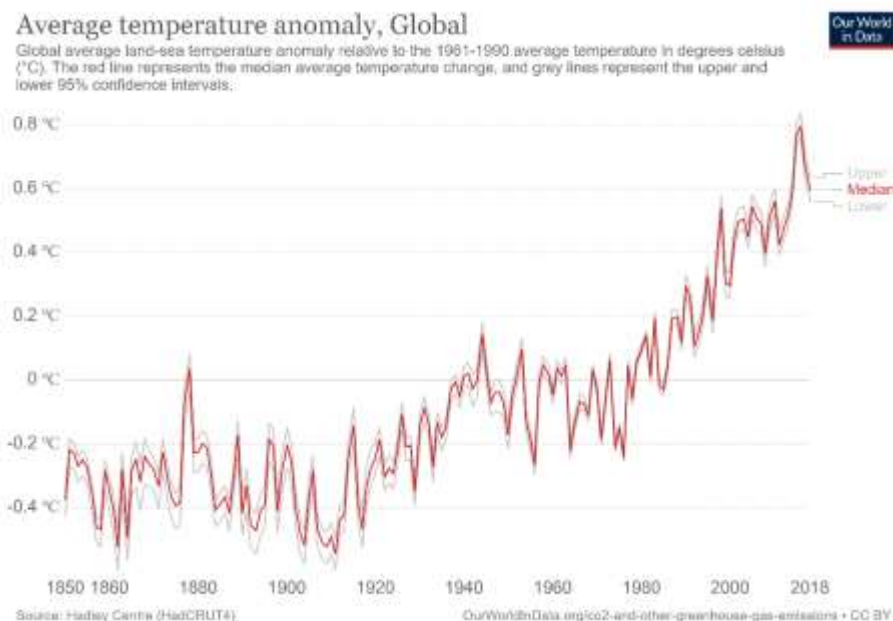
Tabel 2-1 Nilai DOC untuk Setiap Jenis Sampah.....	11
Tabel 2-2 Nilai Notasi untuk Emisi Pembuangan Sampah pada TPA.....	11
Tabel 4-1 Perbandingan Parameter	20
Tabel 4-2 Asumsi Energi Satuan Alat Elektroik.....	22
Tabel 4-3 Asumsi Energi Satuan Alat Elektroik (lanjutan).....	23
Tabel 4-4 Jumlah Energi Listrik 1	24
Tabel 4-5 Jumlah Energi Listrik 2	24
Tabel 4-6 Jumlah Energi Listrik 3	25
Tabel 4-7 Jumlah Energi Listrik 4	25
Tabel 4-8 Tingkat Pencahayaan Minimum	26
Tabel 4-9 Jumlah Titik Lampu pada Gedung PPAG 1	27
Tabel 4-10 Jumlah Lampu pada Gedung PPAG 1	28
Tabel 4-11 Jumlah Energi Penggunaan Lampu dan AC	28
Tabel 4-12 Spesifikasi Pompa Air	29
Tabel 4-13 Spesifikasi Toilet.....	29
Tabel 4-14 Jumlah Energi Pengelolaan Air PPAG 1	30
Tabel 4-15 Total Energi Akibat Penggunaan Barang pada Bengkel Arsitektur... 30	
Tabel 4-16 Total Energi Akibat Penggunaan Barang pada Bengkel Arsitektur (lanjutan)	31
Tabel 4-17 Standar Intensitas Konsumsi Energi untuk Gedung Kantor Pemerintah	31
Tabel 4-18 Nilai Faktor Emisi GRK Sistem Interkoneksi Ketenagalistrikan (On-Grid).....	32
Tabel 4-19 Nilai Faktor Emisi dan NCV Bahan Bakar LPG	33
Tabel 4-20 Volume Bahan Bakar Kendaraan Bermotor	34
Tabel 4-21 Nilai NCV untuk Bahan Bakar Kendaraan Bermotor	34
Tabel 4-22 Volume Bahan Bakar Kendaraan Bermotor Terkonversi.....	34
Tabel 4-23 Faktor Emisi Bahan Bakar Kendaraan Bermotor.....	34
Tabel 4-24 Hasil Perbandingan Emisi Kendaraan Pengguna PPAG 1	36
Tabel 4-25 Berat Sampah Harian Kabupaten Bandung	37
Tabel 4-26 Jumlah Sampah Harian Pengguna Gedung PPAG 1	37
Tabel 4-27 Rekomendasi Perbaikan/Peningkatan Efektivitas Penggunaan Energi	39
Tabel 4-28 Rekomendasi Perbaikan/Peningkatan Efektivitas Penggunaan Energi (lanjutan)	40

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Meningkatnya jumlah gas rumah kaca (GRK) dalam 150 tahun terakhir menyebabkan suhu bumi menjadi lebih hangat, fenomena ini disebut dengan pemanasan global atau *global warming* (EPA, 2017). Menurut Protokol Kyoto, yang disusun oleh Perserikatan Bangsa - Bangsa (PBB), terdapat 6 (enam) gas utama yang termasuk dalam gas rumah kaca yaitu: karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), hidro-fluoro-karbon (HFCs), dinitrogen oksida (N₂O), perfluorocarbon (PFCs), dan sulfur heksafluorida (SF₆)¹⁹. Kenaikan jumlah emisi gas rumah kaca disebabkan oleh aktivitas manusia. Telah banyak riset yang dilakukan untuk mengurangi jumlah produksi gas rumah kaca akibat aktivitas manusia. Gambar 1-1 menunjukkan suhu global rata-rata pada tahun 2018 lebih besar 0,6°C dibanding tahun 1985 (Ritchie & Roser, 2017).



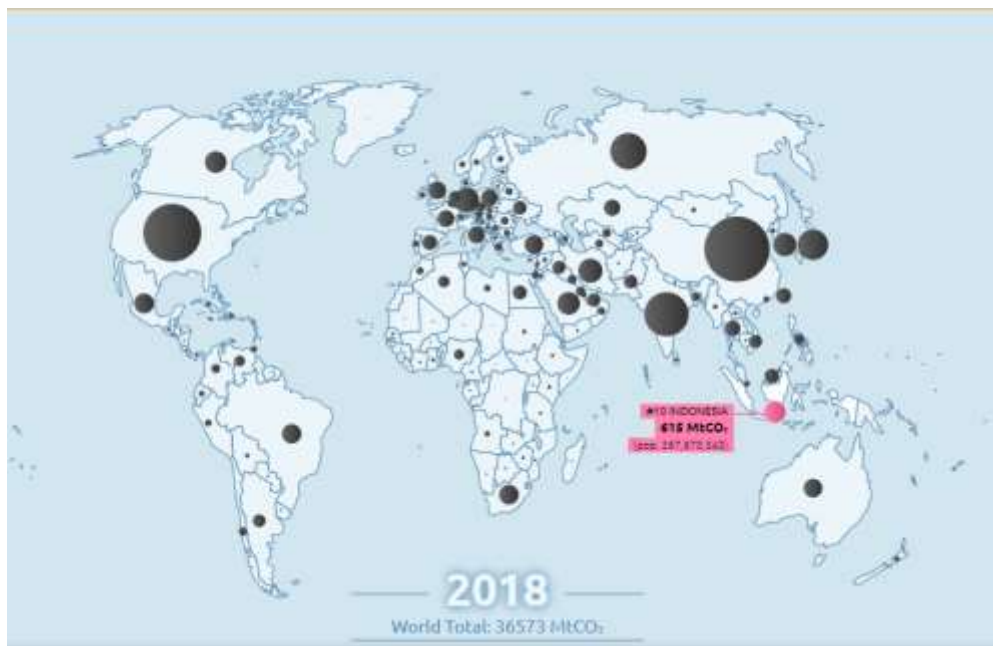
Pengukuran gas rumah kaca dapat dilakukan dengan mengawasi dan mencatat emisi yang dikeluarkan oleh suatu sumber emisi atau dengan cara mengalikan data aktivitas dengan faktor emisi yang relevan sebagai faktor konversi. Dengan menggunakan faktor emisi, data aktivitas yang didapatkan (e.g. volume liter bensin, jarak tempuh kendaraan, berat limbah yang ditimbun) dikonversikan menjadi kilogram karbon dioksida (CO₂). CO₂ adalah satuan universal dalam pengukuran potensi pemanasan global yang dihasilkan oleh berbagai macam gas rumah kaca (Defra & DECC, 2012). Pada tahun 2019, total emisi yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil dan kegiatan industri berjumlah lebih dari 36 miliar ton CO₂ (Mooney & Dennis, 2019).

World Green Building Council menyatakan bahwa sebanyak 36% energi yang digunakan secara global dan 39% energi yang berhubungan dengan emisi CO₂ berasal dari bangunan gedung dan pekerjaan konstruksi. Estimasi area lantai gedung secara global pada tahun 2016 mencapai angka 235 miliar m² dan terdapat lebih dari setengah jumlah bangunan yang akan dibangun pada tahun 2060 akan dibangun lebih cepat pada 20 tahun ke depan. Sekitar dua-pertiga bangunan tersebut belum memiliki kode energi bangunan yang wajib. Pada tahun 2015 lebih dari 85% energi yang dikonsumsi oleh bangunan berasal dari pembakaran bahan bakar fosil. Jumlah konsumsi energi pada bangunan ditentukan oleh aktivitas pengguna (UN, 2017).

Jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2018 mencapai angka 265.015,3 ribu jiwa. Sebanyak 49.231.568 populasi berumur 15 tahun ke atas dan telah bekerja (BPS, 2018). Angka tersebut merepresentasikan jumlah penduduk yang bekerja di gedung perkantoran, hotel, rumah sakit, dan bangunan kerja lainnya. Estimasi luas area gedung perkantoran di Jakarta ta tahun 2021 akan mencapai angka sebesar 981.784,4 m² di dalam kawasan pusat bisnis dan sebesar 331.774 m² di luar kawasan pusat bisnis (Arfianto, 2018). Rata-rata jam kerja perkantoran di Indonesia adalah 7 jam dalam 1 minggu untuk 6 hari kerja dan 8 jam kerja dalam 1 minggu untuk 5 hari kerja (UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 13 TAHUN 2003, 2003). Sepanjang jam kerja tersebut, para pekerja melakukan berbagai macam aktivitas yang membutuhkan sumber energi seperti listrik (untuk *air conditioner*, komputer, dan *charger laptop*), bahan bakar untuk transportasi, dan

air. Aktivitas tersebut berpengaruh pada jumlah CO₂ yang dihasilkan oleh suatu gedung.

Gambar1-2 menunjukkan bahwa Indonesia berada pada urutan ke-10 sebagai penghasil emisi karbon terbanyak di dunia. Pada tahun 2009, Indonesia berjanji untuk mengurangi 26% emisi karbon di tahun 2020 dan mengurangi 29% emisi karbon di tahun 2030 (INDC RI, 2015). Meski Indonesia menghasilkan banyak emisi karbon, riset dan pengukuran masih jarang dilakukan secara rutin.



1.2. Inti Permasalahan

Meningkatnya jumlah gedung perkantoran berdampak pada jumlah emisi karbon yang dihasilkan, sehingga dampak pemanasan global menjadi lebih buruk., Indonesia memunyai target untuk mengurangi emisi sebesar 29% di tahun 2030 (INDC RI, 2015). Oleh karena itu, studi ini dilakukan untuk mengukur jumlah emisi karbon yang dihasilkan oleh pengguna gedung PPAG 1 Universitas Katolik Parahyangan. Jumlah emisi karbon yang telah dihitung akan disajikan dalam bentuk jejak karbon.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari studi ini adalah:

1. Mengidentifikasi parameter pembentuk emisi karbon pada gedung PPAG 1
2. Mengukur jejak karbon yang dihasilkan oleh pengguna gedung PPAG 1 UNPAR
3. Memberikan rekomendasi usaha untuk mengurangi jejak karbon yang dihasilkan

1.4. Pembatasan Masalah

Studi ini memiliki beberapa pembatasan masalah, yaitu:

1. Objek tinjauan adalah Gedung PPAG 1 UNPAR
2. Standar yang digunakan untuk mengukur emisi karbon CO₂ pada studi ini berdasarkan 2006 IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* dan *World Business Council for Sustainable Development/World Research institute Green House Gas Protocol Revised Edition 2004*
3. Data diperoleh melalui kuesioner, *interview*, inventaris data gedung PPAG 1, observasi lapangan, dan pencarian melalui internet.
4. Data energi satuan yang tidak diperoleh dari metode yang disebutkan pada poin 3 diperoleh dari spesifikasi alat berdasarkan merek tertentu.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam studi ini adalah:

1. BAB 1 LATAR BELAKANG
Bab ini membahas mengenai latar belakang penelitian, inti permasalahan, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.
2. BAB 2 DASAR TEORI
Bab ini membahas mengenai teori yang digunakan sebagai petunjuk pelaksanaan studi.
3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai metodologi yang digunakan dalam studi ini serta diagram alur metodologi.

4. BAB 4 ANALISIS DATA

Bab ini membahas mengenai analisis data yang diproses dari pengumpulan data selama masa studi berlangsung dan hasil dari analisis.

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan. Kesimpulan akan menjawab tujuan studi serta memberi saran untuk studi yang akan datang.

