

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan UPI Kampus Cibiru. Proyek berlokasi di Jalan Raya Cibiru KM 15 Bandung 40393, secara geografis masuk ke dalam wilayah administratif Desa Cibiru Wetan Kecamatan Cileunyi Kabupaten Bandung dengan koordinat 6°56'24.13" S, 107°43'28.05" T.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

3.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini berlangsung selama 5 bulan, dimulai dari bulan Maret hingga Juni tahun 2024. Proses penelitian dibagi menjadi tiga tahap, yakni Pra penelitian yang melibatkan penentuan judul dan topik penelitian, studi pustaka, penyusunan proposal penelitian, serta seminar proposal/seminar pertama. Tahap kedua melibatkan pengumpulan data, pemodelan BIM, dan analisis hasil pemodelan. Pasca penelitian mencakup penyusunan laporan penelitian, seminar hasil/seminar kedua, revisi hasil, sidang, publikasi, dan penyerahan hasil penelitian. Jadwal penelitian dapat ditemukan pada tabel yang berikut.

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian

No	Kegiatan	Februari				Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pra Penelitian																				
	Menentukan Judul dan Topik Penelitian	■																			
	Studi Pustaka	■																			
	Pembuatan Proposal Penelitian	■																			
	Seminar Proposal (Seminar ke-1)	■			■																
2	Penelitian																				
	Pengumpulan Data Penelitian									■											
	Pemodelan BIM									■											
	Implementasi Penurunan <i>Embodied Carbon</i>									■											
3	Pasca Penelitian																				
	Penyusunan Laporan Penelitian													■							
	Seminar Hasil (Seminar Ke-2)													■		■					
	Revisi Hasil													■		■					
	Sidang													■		■		■			
	Publikasi dan Penyerahan Hasil													■		■		■		■	

Keterangan:

- Proses Penelitian
- Seminar/Sidang
- Publikasi dan Penyerahan Hasil

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian pada penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Metode deskriptif adalah metode yang digunakan untuk menggambarkan atau menjelaskan suatu hasil penelitian. Metode penelitian kualitatif deskriptif yaitu dengan cara mencari informasi tentang gejala yang ada, didefinisikan dengan jelas tujuan yang akan dicapai, merencanakan cara pendekatannya, dan mengumpulkan data sebagai bahan untuk membuat laporan (Sugiyono, 2019). Penelitian ini menguraikan secara rinci tahapan pemodelan BIM untuk penurunan *embodied carbon* pada bangunan gedung. Metode ini dilakukan dengan mengaplikasikan sistem Building Information Modeling (BIM) menggunakan Revit untuk membuat design struktur atas dalam bentuk 3D, menghitung volume komponen material, serta penurunan *embodied carbon*.

3.4 Populasi dan Teknik Pengambilan Data

3.4.1. Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas: objek / subjek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2019).

Menurut Jaya (2020: 73) Populasi merupakan jumlah keseluruhan dari satuan-satuan atau individu-individu yang dapat berupa orang, institusi serta benda yang karakteristiknya akan diteliti. (Jaya, 2020). Populasi yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu seluruh dokumen proyek pada proyek pembangunan gedung perkuliahan UPI kampus Cibiru

3.4.2. Sampel

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Prosedur pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan teknik purposive sampling. *Purposive Sampling* termasuk kedalam jenis teknik sampling *non- probability* (Sugiyono, 2019).

Metode pengambilan sampel yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode *purposive sampling* yaitu pemilihan sampel berdasarkan pada karakteristik tertentu yang dianggap mempunyai sangkut paut dengan karakteristik populasi yang sudah diketahui sebelumnya (Sugiyono, 2019). Sampel yang digunakan yaitu dokumen DED, dan TOR Proyek gedung perkuliahan UPI kampus Cibiru.

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan untuk mengukur nilai variabel yang diteliti. (Sugiyono, 2019). Adapun instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Formulir observasi tinjauan yang digunakan untuk menyaring data-data yang bersumber dari dokumen proyek seperti *Detail Engineering Design*, TOR proyek, dan juga *Embodied Carbon*.
- b. Perangkat lunak pendukung yang digunakan untuk melakukan pemodelan gedung perkuliahan UPI kampus Cibiru. Software yang dipakai adalah Revit.
- c. Ekstensi tambahan perangkat lunak juga digunakan untuk mensimulasikan *embodied carbon* pada model. Ekstensi tersebut adalah *Carbo life Calculator*.

3.6 Data

Berdasarkan cara memperolehnya, jenis data penelitian terbagi menjadi dua yakni data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dari responden melalui kuesioner/wawancara. Data yang diperoleh harus diolah lagi dan sumber secara langsung memberikan data pada pengumpulan data. sedangkan data sekunder merupakan data yang didapatkan dari catatan, dokumen maupun buku. Data yang diperoleh dari data sekunder tidak perlu diolah sedemikian rupa. (Jaya, 2020). Pada penelitian ini hanya menggunakan data sekunder. Data Sekunder yang digunakan diantaranya *Detail Engineering Design*, dokumen proyek serta sumber literasi seperti buku, artikel maupun jurnal. Adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini tercantum pada tabel berikut ini

Tabel 3. 2 Data Sekunder

No	Jenis Data Sekunder	Sumber Data
1	Detail Engineering Design (DED)	Proyek Gedung Perkuliahan UPI Kampus Cibiru (2023)
2	Dokumen Proyek Gedung Perkuliahan UPI Kampus Cibiru	
3	Data <i>Embodied Carbon</i> Material	Buku <i>The Inventory of Carbon and Energy (ICE)</i>

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

3.7 Teknik Analisis

Data yang telah terkumpul dalam tahap pengumpulan data, perlu diolah terlebih dahulu. Pengolahan data tersebut bertujuan untuk lebih menyederhanakan semua data yang terkumpul dan menyajikannya dalam susunan yang baik, rapi kemudian dianalisis. Berikut merupakan tahapan analisis pada penelitian ini.

1. Analisis Studi Pustaka

Analisis studi pustaka ini dilakukan dengan cara memahami dan mempelajari pemodelan BIM dari berbagai literatur. Literatur yang digunakan berupa modul yang dibuat oleh PUPR terkait pemodelan BIM, modul REVIT, dan berbagai jurnal serta buku yang berkaitan dengan pemodelan BIM.

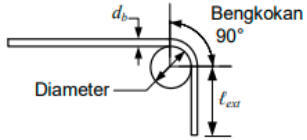
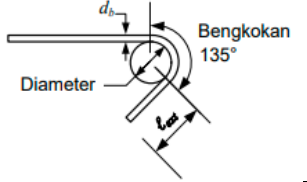
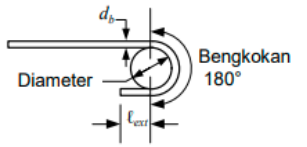
2. Analisis *Embodied Carbon* dengan Pemodelan

Berikut merupakan tahapan analisis *embodied carbon* pada pemodelan:

a. Pemodelan BIM pada struktur atas

Memodelkan struktur atas sesuai dengan gambar kerja proyek gedung perkuliahan UPI kampus Cibiru. Pemodelan struktur material dan dimensi yang dimasukkan kedalam pemodelan disesuaikan dengan spesifikasi teknis. Pemodelan tulangan disesuaikan dengan SNI 2847 Tahun 2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung yaitu sebagai berikut.

Tabel 3. 3 Persyaratan diameter sisi dalam bengkokan minimum Tulangan Sengkang

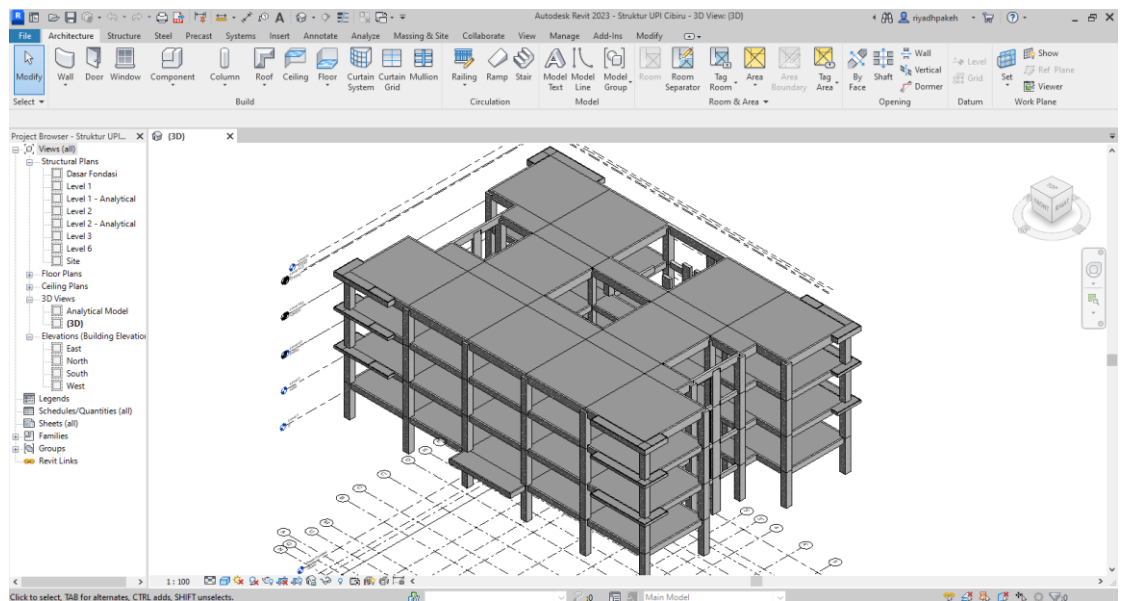
Tipe Kait Standar	Ukuran Batang	Diameter sisi dalam bengkokan minimum	Tipe Kait Standar
Kait 90 Derajat	D10 hingga D16	4db	
	D19 hingga D25	6db	
Kait 135 Derajat	D10 hingga D16	4db	
	D19 hingga D25	6db	
Kait 180 Derajat	D10 hingga D16	4db	
	D19 hingga D25	6db	

Sumber: SNI 2847 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (2019)

Tabel 3. 4 Persyaratan diameter sisi dalam bengkokan minimum Tulangan Utama

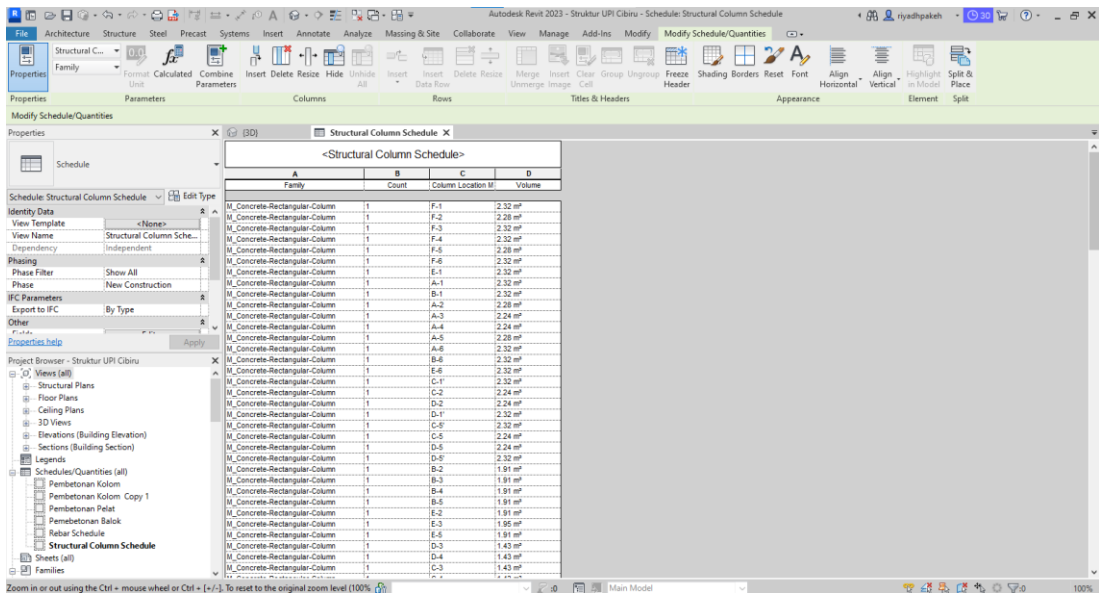
Tipe Kait Standar	Ukuran Batang	Diameter sisi dalam bengkokan minimum	Tipe Kait Standar
Kait 90 Derajat	D10 hingga D25	6db	
	D29 hingga D36	8db	
	D43 hingga D57	10db	
Kait 180 Derajat	D10 hingga D25	6db	
	D29 hingga D36	8db	
	D43 hingga D57	10db	

Sumber: SNI 2847 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (2019)



Gambar 3. 2 Contoh Pemodelan Struktur Atas

Sumber: Hasil Olah Data (2024)



Gambar 3. 3 Contoh Output Volume Pemodelan

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

b. Uji Validitas Model

Hasil volume pemodelan diuji validitas dengan T-test. Uji validitas dilakukan untuk mengetahui apakah volume model tersebut dapat mewakili volume nyata proyek berdasarkan dari dokumen proyek Gedung Perkuliahan UPI Kampus Cibiru. Uji T-test dilakukan dengan menggunakan SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Nilai t dan derajat kebebasan yang diolah otomatis oleh SPSS akan dibandingkan dengan nilai t tabel. Nilai t tabel ditentukan dengan tingkat signifikansi (α) sebesar 5%.

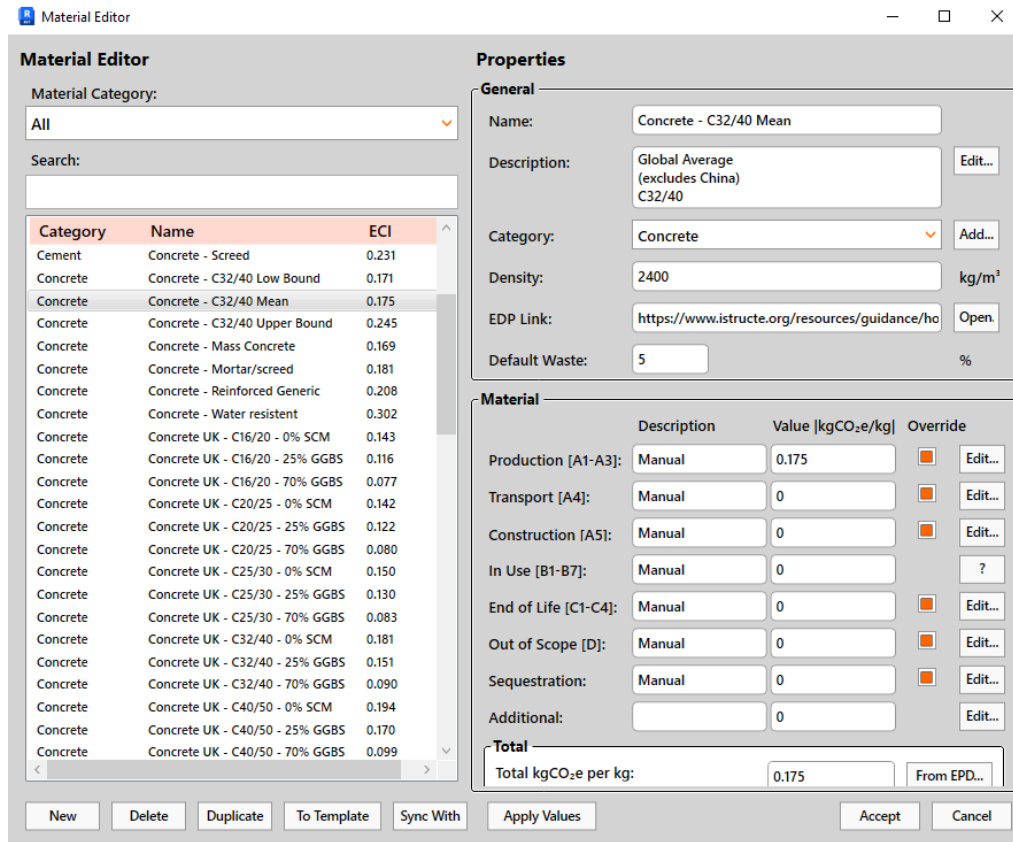
Tabel 3. 5 Contoh Tabel t untuk Uji T-test

d.f	$t_{0.10}$	$t_{0.05}$	$t_{0.025}$	$t_{0.01}$	$t_{0.005}$
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63, 657
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169

Sumber: Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS (Ghozali, 2011)

c. Input nilai faktor *embodied carbon* pada material

Nilai faktor *embodied carbon* material diinput kedalam Carbo Life Calculator. Nilai faktor ini merujuk pada lembar observasi.



Gambar 3. 4 Contoh Input Nilai faktor *Embodied Carbon*

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

d. Hasil *embodied carbon* pada model gedung

Nilai *embodied carbon* langsung otomatis dihitung oleh sistem. Perhitungan *embodied carbon* berdasarkan dengan rumus berikut.

$$EC = \sum V_m \times CEC$$

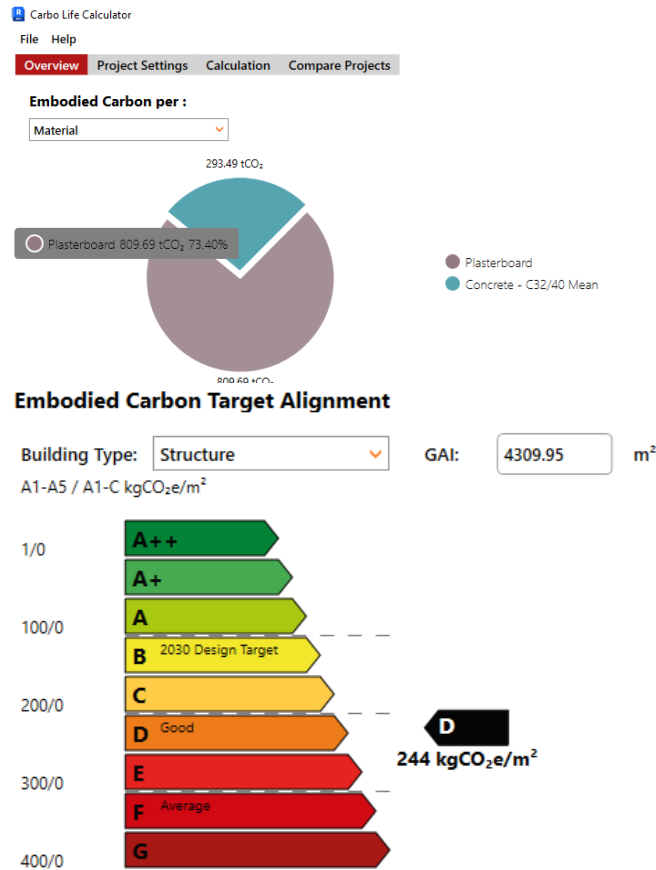
Keterangan:

EC = Jumlah karbon yang terdapat pada material (KgCO₂)

V_m = Besaran volume material (Kg)

CEC = *Coeffisient Embodied Carbon* (KgCO₂/Kg)

Perhitungannya dikelompokan sesuai dengan tipe materialnya. Pada tahap ini dilakukan juga pemeringkatan sesuai dengan *Embodied Carbon Target Alignment*.



Gambar 3. 5 Contoh hasil *Embodied Carbon*

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

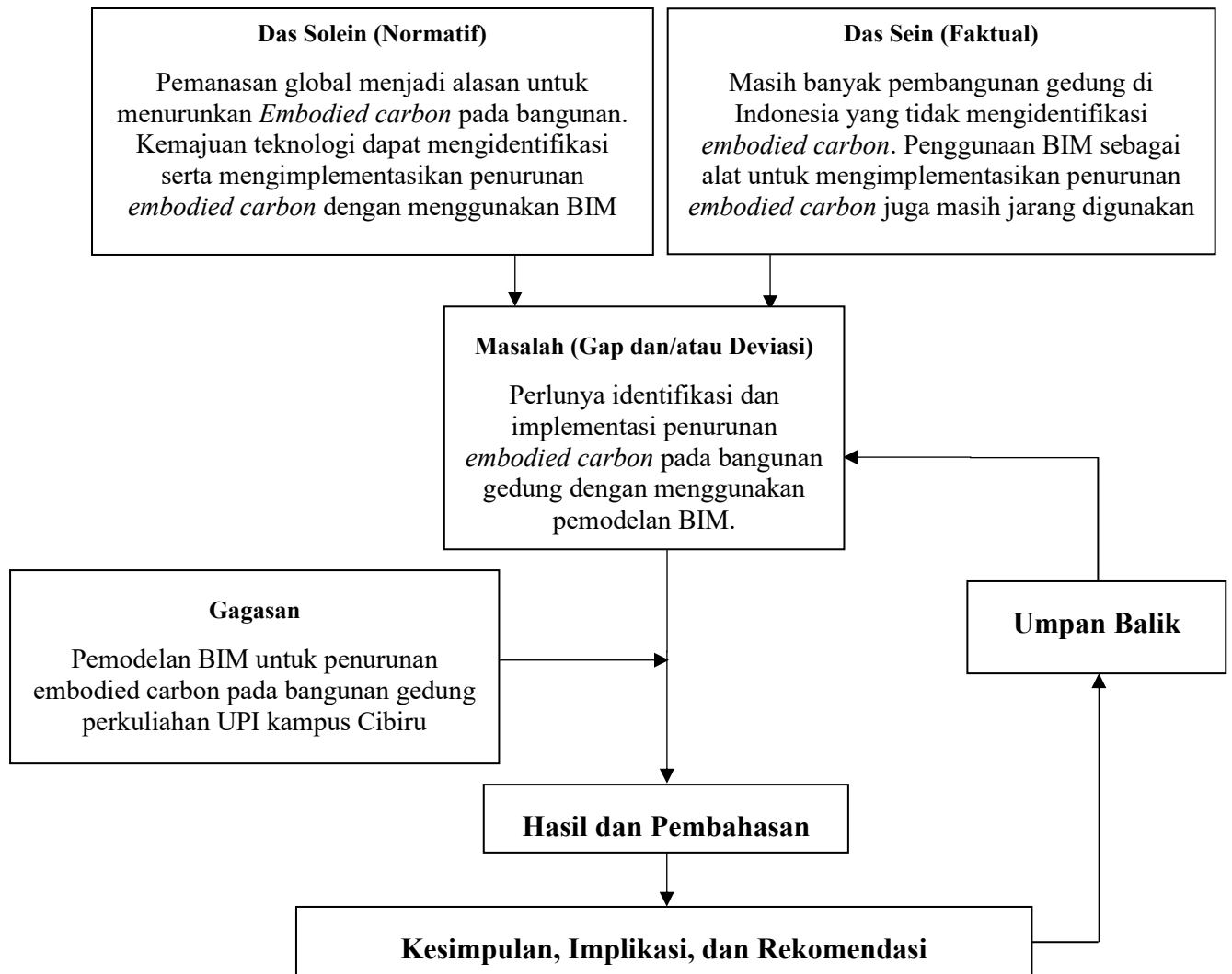
3. Implementasi Penurunan *Embodied Carbon*

Setelah dilakukan pemodelan, dilakukan implementasi penurunan *embodied carbon* seperti berikut:

- a. Pemakaian beton rendah karbon
Material beton pada pemodelan, diubah menjadi beton ramah lingkungan dengan spesifikasi yang sama. Nilai faktor *embodied carbon* diinput sesuai dengan yang ada pada lembar observasi.
- b. Penggunaan besi tulangan daur ulang
Pada pemodelan, besi tulangan diganti dengan besi tulangan yang didaur ulang. Penginputan nilai faktor *embodied carbon* menggunakan nilai besi tulangan daur ulang.
- c. Penggunaan beton rendah karbon sekaligus besi tulangan daur ulang
Pada skenario ketiga menggunakan pergabungan pemakaian beton rendah karbon dan besi tulangan daur ulang sekaligus.

Setelah dilakukan rangkaian tersebut, hasil *embodied carbon* direkap, dibandingkan dengan *embodied carbon target alignment* dan dibuat kesimpulan.

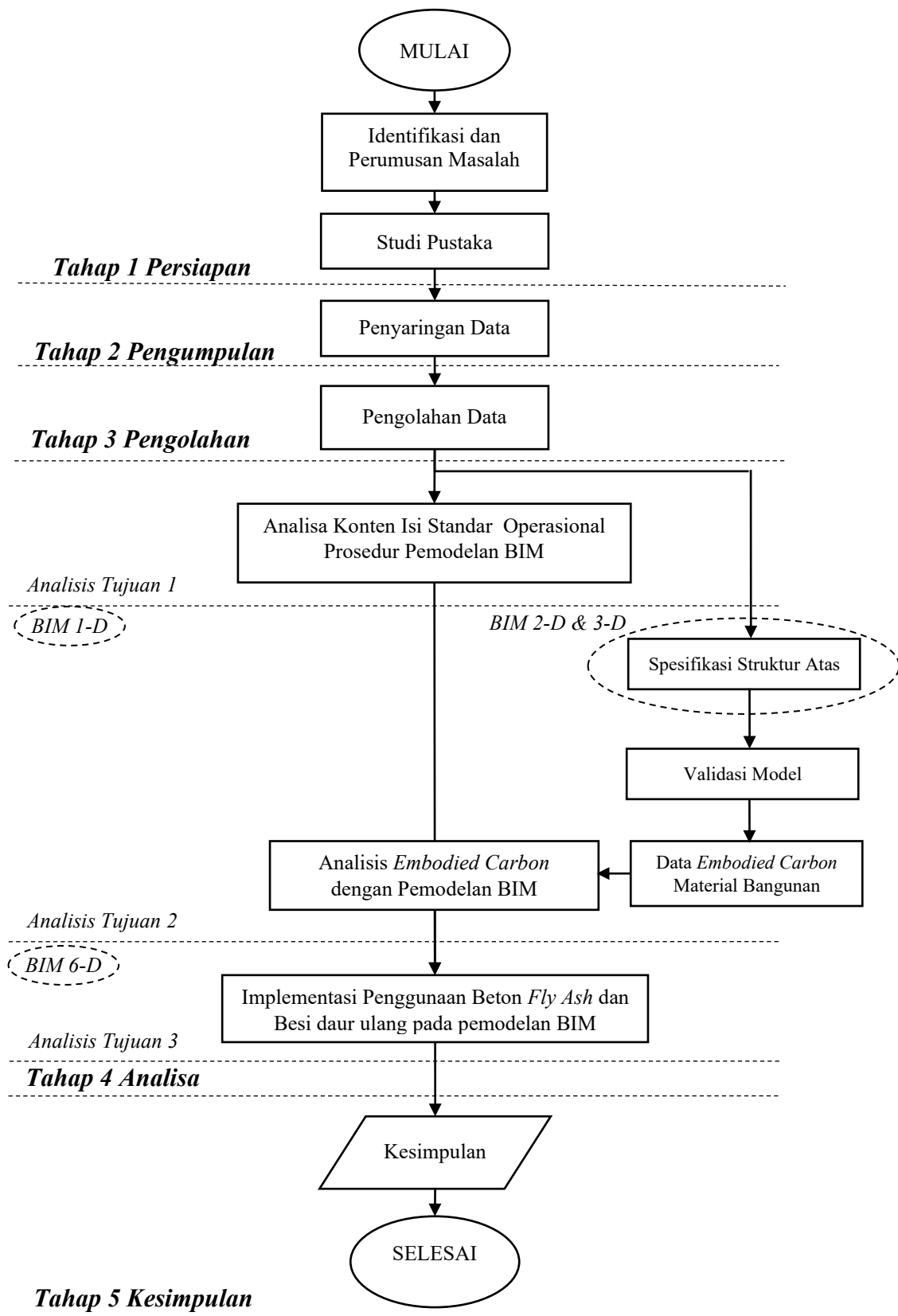
3.8 Kerangka Berpikir



Gambar 3. 6 Kerangka Berpikir

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

3.9 Diagram Alir



Gambar 3. 7 Diagram Alir

Sumber: Hasil Olah Data (2024)