

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Uraian Umum

Penelitian dilakukan dengan membagi penelitian ke dalam empat tahapan penelitian. Tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari:

- a. Tahap 1, merupakan tahapan penelitian yang meliputi kegiatan kajian literatur serta pustaka yang sesuai dan relevan terhadap penelitian. Hasil keluaran pada Tahap 1 yaitu ujian proposal.
- b. Tahap 2, merupakan tahapan lanjutan setelah ujian proposal yang meliputi kegiatan pengumpulan data. Hasil keluaran pada Tahap 2 merupakan pengolahan data, analisis data dan pembahasan.
- c. Tahap 3, merupakan tahapan lanjutan setelah Tahap 2 yang meliputi penyusunan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil yang telah diperoleh pada Tahap 2. Hasil keluaran pada Tahap 3 yaitu seminar *draft*.
- d. Tahap 4, merupakan tahapan akhir dari rangkaian penelitian yang meliputi kegiatan penyempurnaan berdasarkan hasil dari seminar draft. Hasil keluaran pada Tahap 4 yaitu ujian tugas akhir.

Berdasarkan tahapan-tahapan tersebut, metode pada penelitian ini dapat diperlihatkan pada Gambar 3.1. Pada Gambar 3.1, metode penelitian dibagi ke dalam empat kategori yaitu tahapan, masukan, kegiatan, dan keluaran. Tahapan penelitian dimulai dari Tahap 1 dengan kegiatan kajian literatur untuk mendukung penelitian yang dilanjutkan dengan ujian proposal. Tahap selanjutnya yaitu Tahap 2 dengan bentuk kegiatan yang dilakukan berupa pengumpulan data yang diperlukan pada penelitian. Setelah proses pengumpulan data selesai dilakukan pengolahan data, analisis data, serta pembahasan. Tahap berikutnya yaitu Tahap 3 dengan bentuk kegiatan yang dilakukan adalah penyusunan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil pembahasan pada tahap sebelumnya yang kemudian dilanjutkan seminar *draft*. Tahap terakhir yaitu Tahap 4 yang merupakan proses



penyempurnaan penelitian berdasarkan hasil yang telah didapatkan pada tahap sebelumnya. Setelah penyusunan penelitian telah selesai dilaksanakan, kemudian dilanjutkan untuk ujian tugas akhir.



Gambar 3.1 Metode Penelitian



3.2 Tahap 1

Tahap 1 merupakan tahapan yang meliputi kegiatan pengumpulan sumber pustaka mengenai *embodied energy*. Sumber pustaka yang telah dikumpulkan berfungsi sebagai studi literatur dalam penelitian. Sumber pustaka yang dikumpulkan meliputi perkembangan penggunaan energi global pada proyek konstruksi, siklus daur hidup energi pada konstruksi, metode estimasi *embodied energy, software* dan *database* untuk estimasi *embodied energy* hingga formula perhitungan secara konvensional untuk estimasi *embodied energy* yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya.

Setelah sumber pustaka telah dikumpulkan, selanjutnya dilakukan studi literatur untuk menyusun kajian literatur pada penelitian meliputi identifikasi *embodied energy*, metode-metode yang dapat digunakan untuk estimasi *embodied energy* serta *software* dan *database* yang digunakan dalam perhitungan *embodied energy*.

3.3 Tahap 2

Tahap 2 merupakan tahapan yang meliputi kegiatan pengumpulan data serta pengolahan data. Data yang dikumpulkan merupakan data yang berasal dari Proyek *Flyover* Ganefo Mranggen. Beberapa kegiatan yang dilakukan pada Tahap 2 diuraikan sebagai berikut:

3.3.1 Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan merupakan data sekunder yang diperlukan untuk kegiatan penelitian. Pengumpulan data diperoleh melalui wawancara tidak terstruktur secara langsung kepada pihak pemilik proyek serta konsultan pengawas pelaksana pada Proyek *Flyover* Ganefo Mranggen. Daftar pertanyaan yang diajukan diperlihatkan pada Lampiran C. Data yang dikumpulkan diantaranya adalah gambar *shop drawing*, jenis dan tipe alat yang digunakan serta spesifikasi material yang digunakan pada komponen pekerjaan struktur lantai jembatan.

3.3.2 Pengolahan dan analisis data

Data yang telah diperoleh dari proyek konstruksi selanjutnya dilakukan pengolahan dan analisis data menggunakan dua metode yang berbeda yaitu dengan sistem



kecerdasan buatan dan perhitungan konvensional. Pengolahan data dengan sistem kecerdasan buatan menggunakan *software* SimaPro versi 9.4.0.2 *Faculty* Pengolahan menggunakan *software* SimaPro 9.4.0.2 *Faculty* dapat melakukan perhitungan pada material konstruksi yang menghasilkan *embodied energy*. Sedangkan pengolahan data dengan perhitungan konvensional menggunakan gabungan dari Persamaan 2.1 sampai dengan Persamaan 2.12 yang terdapat pada Bab 2 untuk mendapatkan hasil estimasi *embodied energy*. Pengolahan dan analisis data menggunakan kedua metode *software* dan perhitungan konvensional dijelaskan sebagai berikut:

a. Metode estimasi embodied energy menggunakan software SimaPro

Alur metode estimasi *embodied energy* menggunakan *software* SimaPro diperlihatkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Alur Metode Estimasi *Embodied Energy* Menggunakan *Software* SimaPro 9.4.0.2 *Faculty*

Berdasarkan Gambar 3.2, uraian metode estimasi *embodied energy* menggunakan *software* SimaPro dijelaskan sebagai berikut:

Faisal Mirza	18.B1.0027
Naufal Rizky Kurniawan	18.B1.0112



a.1. Pembuatan project

Proses pembuatan project baru menggunakan software SimaPro terdapat dua langkah antara lain:

1. Langkah 1

Langkah awah setelah membuka *software* SimaPro akan muncul tab *project* secara otomatis. Pada tab ini pilih *new* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Tab Project



2. Langkah 2

Setelah muncul tab new project dapat diisi dengan nama project yang diinginkan lalu pilih OK seperti yang diperlihatkan pada

Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Tab New Project



a.2. Mengisi deskripsi project

Setelah melakukan pembuatan *project* baru, akan muncul tab LCA *explorer*, pada tab ini pilih menu *description* pada kategori *goal and scope* untuk mengisi deskripsi *project*. Pengisian deskripsi *project* diperlihatkan pada Gambar 3.5.

LCA Explorer	
Wizards	Nime
Wizards	Tugas Akhir - EO Gapeto Mranggen
Goal and scope	Tugas Akini "To Ganeto Milanggen
Description	Date
Libraries	08/10/2022
Inventory	Author
Processes	Faisal - Naufal
Product stages	Comment
Waste tunes	Project ini dilakukan untuk Tugas Akhir dengan tujuan melakukan estimasi embodied energy pada struktur
Deservations	perkerasan jalan pada proyek flyover Ganefo Mranggen menggunakan perangkat lunak
Parameters	LCA type
Impact assessment	Internal Screening
Methods	Screening refers to an LCA that is made in a short time. Usually only standard available data and impact
Calculation setups	assessment is used. Sensitivity analysis is very important.
Interpretation	
Interpretation	doar
Document Links	Menentukan estimasi embodied energy dengan menggunakan perangkat lunak
General data	Reason
Literature references	Peneliti ingin mengetahui besar embodied energy yang dikalkulasi pada perangkat lunak
Substances	commissioner
Units	UNIKA Soegijapranata Semarang
Quantities	Interested party
Images	Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil
	Practitioner
	Faisal - Naufal
	Functional unit

Gambar 3.5 Menu Description



a.3. Pemilihan basis data yang digunakan

Pemilihan basis data digunakan untuk melakukan estimasi *embodied energy* pada *software* SimaPro. Pada menu *libraries* terdapat beberapa basis data dan metode yang sudah terintegrasi dengan *software* SimaPro versi 9.4.0.2. Pada menu ini pilih atau *check list* basis data *Ecoinvent* 3 – *allocation at point of substitution – unit* dan *methods* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.6.

	cinta (Jinnan	o (Database (Frotessional, Tugas Akini Fro Galleto Mitanggen	
<u>File Edit Calculate To</u>	ools <u>W</u> ind	ow Help	
	€ [3 5
LCA Explorer	D		
Wizards	Selected	Name	Protection
Wizards		Agri-footprint - economic - system	
Castandarana		Agri-footprint - economic - unit	
Goal and scope		Ecoinvent 3 - allocation at point of substitution - system	
Description	V	Ecoinvent 3 - allocation at point of substitution - unit	
Libraries		Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - system	
Inventory		Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit	
Processes	E	Ecoinvent 3 - consequential - system	
Processes		Ecoinvent 3 - consequential - unit	
Product stages		EU & DK Input Output Database	
Waste types		Industry data 2.0	
Parameters	V	Methods	
Impact assessment		USLCI	

S C:\Users\Public\Documents\SimaPro\Database\Professional; Tugas Akhir - FO Ganefo Mranggen

Gambar 3.6 Menu *Libraries*



a.4. Proses material

Proses material yang akan diestimasi disesuaikan dengan kebutuhan data yang telah diperoleh dari proyek. Proses material ditunjukkan sebagai berikut:

1. Proses material beton

Langkah awal dalam melakukan proses material beton yaitu pada tab LCA *explorer* menuju kategori *inventory* > pilih *processes*. Seperti yang terlihat pada Gambar 3.7.

1	LCA Explorer
	Wizards
	Wizards
	Goal and scope
	Description
7	Libraries
2	Inventory
N° d	Processes
	Product stages
	Waste types

Gambar 3.7 Menu Processes



Langkah berikutnya yaitu memilih *material* > *construction* > *concrete* > *transformation* yang diperlihatkan pada Gambar 3.8.

	S C:\Users\Public\Docum	ents\SimaPro\Database\Professional; 1
	<u>File Edit Calculate To</u>	ools <u>W</u> indow <u>H</u> elp
		B B B
Λ	LCA Explorer	
2	Wizards	
	Wizards	Material 1
	Goal and scope	Appliances
	Description	Chemicals
	Libraries	E Construction 2
	Inventory	⊕ Binders
	Processes	En Ceramics
	Product stages	De Cladding
	Waste types	E Concrete 3
$\langle \rangle$	Parameters	E Market
	Impact assessment	Infrastructur
	impact assessment	Coverings
	Methods	A Doors
	Calculation setups	H- Insulation
	Interpretation	⊕ Others

Gambar 3.8 Concrete Material Processes



Langkah berikutnya yaitu membuat proses material beton baru dengan cara klik new seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Proses Material Beton Baru



Langkah berikutnya yaitu melakukan input data berdasarkan spesifikasi JMF beton dari data proyek yang telah diperoleh. Input data

diperlihatkan pada Gambar 3.10.

S Edit material process 'Beton 30 MPa'		/					L			
Documentation Input/output	Parameters S	ystem descriptio	on							
		- 2	0	Products		q ,				^
				FIODUCES		-	- A.			
Outputs to technosphere: Products and co-products		Amount	Unit	Quantity	Allocation	Waste type	Categ	lory	Comment	
Beton 30 MPa		1	m3	Volume	100 %		Cons	truc\Transfor	rmation	
Add										
Outputs to technosphere: Avoided products		An	nount	Unit	Distribution	SD2 or 2SD	Min	Max	Comment	
Add										
	24			Inputs						
Inputs from nature	Sub-cor	mpartment An	nount	Unit	Distribution	SD2 or 2SD	Min	Max	Comment	
Water, well, ID		17	5	LA	Undefined	111				
Add										
Inputs from technosphere: materials/fuels		An	nount	Unit	Distribution	SD2 or 2SD	Min	Max	Comment	
Cement, Portland {Europe without Switzerland} market f	or APOS, U	39	0	kg	Undefined					
Gravel, crushed {RoW} market for gravel, crushed APOS	, U	10	14	kg	Undefined					
Sand {RoW} market for sand APOS, U		85	1	kg	Undefined					
Polycarboxylates, 40% active substance {RoW} production	n APOS, U	2,6	63718	kg	Undefined					
Borax, anhydrous, powder {RoW} production APOS, U	- 10 V	1,0	00464	kg	Undefined		AV.	-	21	
Add										
Inputs from technosphere: electricity/heat	-	An	nount	Unit	Distribution	SD2 or 2SD	Min	Max	Comment	~

Gambar 3.10 Input Data Material Beton

2. Proses material baja

Langkah awal dalam melakukan proses material baja yaitu menuju kategori *inventory* > pilih *processes* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.7.



Langkah berikutnya yaitu memilih *material* > *metals* > *ferro* > *transformation* yang diperlihatkan pada Gambar 3.11.

.

	TUSB
LCA Explorer	
Wizards	- Processes
Wizards	
Goal and scope	Appliances
Description	
Libraries	Construction
Investor	Electronics
inventory	⊕- Fuels
Processes	Glass
Product stages	Metals 2
Waste types	H- Alloys
Parameters	H- Transformation
Impact assessment	Extraction
Methods	E Ferro 3
Calculation setups	- Market
Interpretation	Infrastructure
Interpretation	A P H Infrastructure
interpretation	H. Non Ferro

Gambar 3.11 Steel Material Processes



Langkah berikutnya yaitu membuat proses material baja baru dengan cara klik new seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.12.

:\Users\Public\Docum	ents\SimaPro\Database\Professional;	Tugas Akhir - FO Ganefo Mranggen					- 0
Edit Calculate T	ools <u>W</u> indow <u>H</u> elp						
			+B D+A 6				
			- 42 40				
CA Explorer		1 2 -					- 0
zards	Processes	Name	Unit	Waste type	Pro Stal		^
ards	 Material 	Cast iron {RER} production APOS, U	kg	Ferro metals	Eco Nor		New
al and scone	Agricultural	Cast iron {RoW} production APOS, U	kg	Ferro metals	Eco Nor		Edit
atiation .	Appliances Chamingle	Chromium steel pipe (GLO) production APOS, U	kg	Steel	Eco Nor		
cription		Ferrite {GLO} production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor		View
aries	Binder	Iron pellet {CA-QC} production APOS, U	kg	Ferro metals	Eco Nor		Const
entory	Bricks	Iron pellet {IN} iron pellet production APOS, U	kg	Ferro metals	Eco Nor		Coby
cesses	Ceramics	Iron pellet {RoW} production APOS, U	kg	Ferro metals	Eco Nor		Delete
duct stages	€ Cladding	Iron sinter {IN} iron sinter production APOS, U	kg	Ferro metals	Eco Nor		
tatunar	Concrete	Iron sinter (REK) iron sinter production APOS, U	kg	Ferro metals	Eco Nor		Used by
ic oper		Find the sinter {Kow} iron sinter production APOS, 0	kg	Ferro metals	Eco Nor		
ameters	Doors	Pig iron (CN) vanadium-titanomagnetite mine operation and benefi	(Kg	Ferro metals	Eco Nor		Show as lis
oact assessment	. Insulation	Pig iron (IN) pig iron production APOS, 0	kg	Ferro metals	Eco Nor		
hods	Others	Pig iron (Reky) pig iron production (APOS, U	kg	Ferro metals	Eco Nor		
culation setups	Paints	Pig iron (7A) heavy mineral cand quarty operation and titania slag n	r ka	not defined	Eco Nor		
ernretation	Sealing	Reinforcing steel /ATU reinforcing steel production LAPOS 11	ka	Steel	Eco Nor		
expectation	Windows	Reinforcing steel (Europe without Austria)) reinforcing steel productio	r ka	Steel	Eco Nor		
erpretation	Electronics	Reinforcing steel (RoW) production LAPOS U	ka	Steel	Eco Nor		
cument Links	+- Fuels	Steel, chromium steel 18/8 (RER) steel production, electric, chromium	n ka	Steel	Eco Nor		
neral data	- Glass	Steel, chromium steel 18/8 (RoW) steel production, electric, chromiu	ka ka	Steel	Eco Nor		
erature references	- Metals	Steel, chromium steel 18/8, hot rolled (RER) production APOS, U	kg	Steel	Eco Nor		
ostances	Alloys	Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RoW} production APOS, U	kg	Steel	Eco Nor		
its	Extraction	Steel, low-alloyed (AT) steel production, electric, low-alloyed APOS	kg	Steel	Eco Nor		
	E Ferro	Steel, low-alloyed {CA-QC} steel production, electric, low-alloyed A	kg	Steel	Eco Nor		
antities	⊟- Market	Steel, low-alloyed {CH} steel production, electric, low-alloyed APOS	5 kg	Steel	Eco Nor		
ages	I Infrastructur	Steel, low-alloyed {Europe without Switzerland and Austria} steel pro	kg	Steel	Eco Nor		
	□- Transformation	Steel, low-alloyed {IN} steel production, converter, low-alloyed APC) kg	Steel	Eco Nor		
	Intrastructur	Steel, low-alloyed {IN} steel production, electric, low-alloyed APOS,	kg	Steel	Eco Nor		¥
	Warte metals	Background:					^
	H- Minerals	This activity produces hot metal (pig iron) for use in steelmaking and	cast iron production. Iron	-bearing materials, addi	tives and reducing agents are continu	ously fed into a charging chamber	
	+ Others	from a shaft above. A hot, oxygen-rich air blast is injected on the tuy	ère level and reacts with t	ne reducing agents to pro	oduce (inter alia) carbon monoxide th	at in turn reduces iron oxides to	
	Paper+ Board	aggregate, graulate, or pellet for use in cement manufacture. Gases a	re collected at the top of	he furnace and treated t	hrough wet scrubbing, with the result	ant sludge typically returned to the	2
		Filter on	G and G			Clear 25	
	>		• and • or			Cieãi 22	
	23819 items	Titem selected		1			

Gambar 3.12 Proses Material Baja Baru



Langkah berikutnya yaitu melakukan input data berdasarkan spesifikasi mutu baja dari data proyek yang telah diperoleh. Input data

diperlihatkan pada Gambar 3.13.

ian material process bajo ratangan			A second	0		1 mar		
Documentation Input/output P	arameters System descr	ription			1-			
	R	2	Products		A A			
Outputs to technosphere: Products and co-products	Amou	nt Unit	Quantity	Allocation	Waste type	Category		Comment
Baja Tulangan		kg	Mass	100 %	Steel	Metals\F	.\Transformation	EcoSpold01Location=RER Production Volume Amount: 43155501056
Add	1~1							
Outputs to technosphere: Avoided products Add	2/	Amount	Unit	Distribution	SD2 or 2SD	Min	Max Co	omment
	1	112	Inputs	1	<u></u>		-	1 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Inputs from nature	Sub-compartment	Amount	Unit [Distribution	SD2 or 2SD	Min	Max Co	omment
Inputs from nature Add Inputs from technosphere: materials/fuels	Sub-compartment	Amount	Unit [Distribution Distribution	SD2 or 2SD SD2 or 2SD	Min	Max Co Max Co	omment
Inputs from nature Add Inputs from technosphere: materials/fuels Hot rolling, steel {GLO} market for APOS, U	Sub-compartment	Amount Amount 1	Unit [Unit [kg]	Distribution Distribution Lognormal	SD2 or 2SD SD2 or 2SD 1,521	Min	Max Co Max Co Max Co	omment omment ,1,5,5,1,na) lates directly to output coSpoldOlLocation=RER
Inputs from nature Add Inputs from technosphere: materials/fuels Hot rolling, steel (GLO) market for APOS, U Steel, Iow-alloyed (GLO) market for APOS, U	Sub-compartment	Amount Amount 1 0,37	Inputs Unit [Unit [kg]	Distribution Distribution Lognormal Lognormal	SD2 or 2SD SD2 or 2SD 1,521 1,5296	Min	Max Co Max Co (1 re Ex (2 Ex	omment ,1,5,5,1,na) Jates directly to output coSpold01Location=RER ,3,5,5,1,na) coSpold01Location=RER

Gambar 3.13 Input Data Material Baja

3. Proses material aspal

Langkah awal dalam melakukan proses material aspal yaitu menuju kategori *inventory* > pilih *processes* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.7.



Langkah berikutnya yaitu memilih *material* > *construction* > *coverings* > *transformation* yang diperlihatkan pada Gambar 3.14.

	Eile Edit Calculate I	ools <u>W</u> indow <u>H</u> elp
	LCA Explorer	
	Wizards	Processes
	Wizards	Material
	Goal and scope	
	Description	Hereicals
	Libraries	
	Libraries	- Binders
	Inventory	. Bricks
7 1	Processes	Ceramics
	Product stages	E Cladding
	Waste types	Concrete
	Darameter	Coverings 3
	Palameters	Market
	Impact assessment	A P Transformation 4
	Methods	Doors
11		1 in Insulation

S C:\Users\Public\Documents\SimaPro\Database\Professional;

Gambar 3.14 Bitumen Material Processes



Langkah berikutnya yaitu membuat proses material aspal baru dengan cara klik new seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.15.

C:\Users\Public\Documen	ts\SimaPro\Database\Professional	Tugas Akhir - FO Ganefo Mranggen				- o ×
ile <u>E</u> dit <u>C</u> alculate <u>T</u> ool	ls <u>W</u> indow <u>H</u> elp					
LCA Explorer		CIAO E				
Wizards	Processes	Name	/ Unit	Waste type	Pro Stal	
Wizards	Material	Acrylic filler {RER} production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor	New
Geal and scone	Agricultural	Acrylic filler (RoW) production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor	Edit
Goal and scope	Appliances	Anhydrite floor {CH} production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor	
Description	Chemicals	Anhydrite floor {RoW} production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor	View
Libraries	E- Construction	Apsal AC-WC 6%	kg	not defined	Tug Nor	
Inventory	Binders	Base plaster {CH} production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor	Copy
Processes	E Coramico	Base plaster {RoW} production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor	Delete
Product stages	Cladding	Cement cast plaster floor {CH} production APOS, U	kg	Cement	Eco Nor	
Product stages		Cement cast plaster floor (RoW) production APOS, U	kg	Cement	Eco Nor	Used by
Waste types		Cement plaster {IN}] cement plaster production, hand-mixed on site APOS, U	m3		Eco Nor	
Parameters	Market	Cement plaster {RoW}] cement plaster production, hand-mixed on site APOS, U	m3		Eco Nor	Show as list
Impact assessment	Transformation	Cement tile {CH} production APOS, U	kg	Cement	Eco Nor	
Methods	Doors	Cement tile {RoW} production APOS, U	kg	Cement	Eco Nor	
Calculation setups	Insulation	Clay plaster {CA-QC} production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor	
Calculation setups	Others	Clay plaster {CH} production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor	
Interpretation	Paints	Clay plaster {RoW} production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor	
nterpretation	E Sealing	Cobwork {CH} production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor	
Document Links	Ventilation	Cobwork [RoW]] production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor	
Seneral data	i Windows	Cover plaster, mineral {CH} production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor	
	Electronics	Cover plaster, mineral {RoW} production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor	
Literature references	E Fuels	Cover plaster, organic {CH} production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor	
Substances	. Glass	Cover plaster, organic {RoW} production APOS, U	kg	not defined	Eco Nor	
Jnits	Metals	Fibre cement corrugated slab {CH} production APOS, U	kg	Cement	Eco Nor	
Quantities		Fibre cement corrugated slab {RoW} production APOS, U	kg	Cement	Eco Nor	
mages	Paper+ Board	Fibre cement facing tile {CH} production APOS, U	kg	Cement	Eco Nor	
inages		Fibre cement facing tile {RoW} production APOS. U	ka	Cement	Eco Nor	-
	Textiles Water Wood Energy Transport Processing Use < >	Ins dataset represents the production of 1 kg of acrylic filler. Acrylic fillers are the most commonly used plasters or montars as binder and the fillers are for example chalk, lime meal, talcum or quarts. Small amounts of pigments, and i foroming agents between 7 and 13%. Acrylic fillers are mixed at plant and delivered either ready to use or as powders that only need addi-tion. This dataset is based on Starzner & Wurmer-Weiss (2000). It stands for a 'typical' acrylic filler ready to apply (including water) the overall result of an assessment might be relevant. The data quality is not sufficient to allow for e.g. a comparative assess References:	based on organic binders. A softeners, etc. are usually a al water before application. and should not be used for nent of different fillers.	n aqueous solution of a idded. Commonly the sh other acrylic fillers if the <u>Clear</u> 51	rylic resin is used	,
2	23824 items	1 item selected				
Soegijapranata 001			9.4.0.2 Faculty			

Gambar 3.15 Proses Material Aspal Baru



Langkah berikutnya yaitu melakukan *input* data berdasarkan spesifikasi mutu aspal dari data proyek yang telah diperoleh. *Input* data

diperlihatkan pada Gambar 3.16.

Edit material process 'Mastic asphalt {RoW} production APOS, U Aspal AC-WC 6%							
Documentation Input/output Parameters System desc	ription						
	. P	0		1 A			^
		Products			-		
Outputs to technosphere: Products and co-products Amou	nt Unit	Quantity	Allocation	Waste type	Categor	y	Comment
Mastic asphalt {RoW} production APOS, U Aspal AC-WC 6%	kg	Mass	100 %	not defined	Constru	<mark>\T</mark> ransformatio	n EcoSpold01Location=CH
							3.96633243560791
Add							
Outputs to technosphere: Avoided products	Amount	Unit	Distribution	SD2 or 2SD	Min	Max C	omment
bbA							
		X					
	12	Inputs		~		-	
Inputs from nature	Amount	Unit	Distribution	SD2 or 2SD	Min	Max C	omment
Add							
Inputs from technosphere: materials/fuels	Amount	Unit	Distribution	SD2 or 2SD	Min	Max C	omment
Conveyor belt {GLO}] market for APOS, U	3,3333E-8	m	Lognormal	5,0151		(1,1,5,5,1,na)
						E	coSpold01Location=RER stimation
Industrial machine, heavy, unspecified {RoW} market for industrial machine, heavy, unspecified and the second sec	f 6,6667E-6	kg	Lognormal	5,0151		0	1,1,5,5,1,na)
No V		2			7		stimation coSpold01Location=RER
Lime, packed {RoW} market for lime, packed APOS, U	0,17331638239	kg	Lognormal	5,0151	12	(1,1,5,5,1,na)
							- V

Gambar 3.16 Input Data Material Aspal

a.5. Proses kalkulasi pada SimaPro

Setelah semua data material yang dibutuhkan telah di *input* dapat dilakukan proses kalkulasi. Hasil kalkulasi dari pengolahan *embodied energy* pada *software* SimaPro dapat dipilih sesuai kebutuhan seperti tipe *Network*, *Analyze*, *Compare*, dan *Uncertainty analysis*. Pemprosesan kalkulasi untuk mendapatkan hasil akhir *embodied energy* diperlihatkan sebagai berikut:



1. Export data

Langkah awal dalam proses kalkulasi dengan cara menekan simbol *network* pada *toolbar* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.17.

\$ C\Users\Public\Documents\SimaPro\Database\Professional; Tugas Akhir - FO Ganefo Mranggen																	
<u>File</u> <u>E</u> di	<u>C</u> alculate	Tools	$\underline{W} indow$	<u>H</u> elp													
俞	Q	Ð		\square	B	Ð	*		Ê	÷	6	A+B =	D+A 42	Ŷ			

Gambar 3.17 Network Calculation

2. Kalkulasi material

Langkah selanjutnya yaitu memberikan nama dan komentar untuk proses kalkulasi. Setelah itu, masukan material yang sudah diproses sesuai data yang diperoleh pada bagan *product* dengan volume pekerjaan sesuai data proyek. Selanjutnya, masukan juga metode kalkulasi *cummulative energy demand* versi 1.11, lalu klik *calculate* untuk melakukan proses kalkulasi data material tersebut. Proses kalkulasi material pada *software* SimaPro diperlihatkan pada Gambar 3.18.

	1111				
New calculation setup			1		
General	Analysis groups	1	Chart o	ions	
Name			-		
Kalkulasi Material					
Comment					
Managetahui ambadiad anany dari set	an excitation	-			
Mengelanul embouled energy dan sel	ap material	Concession of the local division of the loca	-		
Calculation function				Y V VY	
Network			1		
Iree			Sec		
Analyze					
• Compare	-				
Method					
Cumulative Energy Demand V1.11 / Cu	mulative energy demand				
Product		Amount	Unit	Project Comment	
Mastic asphalt {RoW} production AP	OS, U Aspal AC-WC 6%	1	kg	Tugas Akhir - FO Ganefo M	
Beton 30 MPa		1	m3	Tugas Akhir - FO Ganefo M	
Baja Tulangan	-	1	kg	Tugas Akhir - FO Ganefo M	
		1	1		
Current library				Suffix	
Replacing library				Suffix	
Help					Close Close

Gambar 3.18 Kalkulasi Data Pada Software SimaPro

b. Metode estimasi embodied energy menggunakan perhitungan konvensional

Alur metode estimasi *embodied energy* menggunakan perhitungan konvensional diperlihatkan pada Gambar 3.19.

Faisal Mirza	18.B1.0027
Naufal Rizky Kurniawan	18.B1.0112

Tugas Akhir

Perbandingan Hasil Estimasi *Embodied Energy* Berdasarkan *Software* SimaPro Versi 9.4.0.2 *Faculty* dan Perhitungan Konvensional Pada Struktur Lantai Jembatan (Studi Kasus: Proyek Flyover Ganefo Mranggen)



Gambar 3.19 Alur Metode Estimasi *Embodied Energy* Menggunakan Perhitungan Konvensional

Berdasarkan Gambar 3.19, uraian metode estimasi *embodied energy* menggunakan perhitungan konvensional dijelaskan sebagai berikut:

b.1. Mengumpulkan persamaan pada penelitian sebelumnya

Penentuan persamaan *embodied energy* merupakan langkah awal dalam menentukan estimasi besar *embodied energy* pada perhitungan konvensional. Penentuan persamaan pada penelitian ini telah dilakukan pada Bab 2 berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Terdapat tiga jenis persamaan yang berbeda-beda untuk estimasi besar *embodied energy* diantaranya oleh Wahyuni dan Larasati (2017), Pratiwi (2014), dan Uda, dkk., (2020) yang terdapat pada Bab 2 mulai Persamaan 2.1 sampai dengan Persamaan 2.12. Ketiga persamaan tersebut menggunakan acuan basis data yang sama yang berasal dari *Inventory of Carbon & Energy* (ICE). Pada penelitian ini, versi basis data ICE yang digunakan yaitu versi 2.0 tahun 2011 yang diuraikan pada Tabel 2.5. Setelah beberapa persamaan telah terkumpul, kemudian dilakukan penggabungan yang mencakup ketiga persamaan tersebut supaya lebih komprehensif.

b.2. Penggabungan persamaan embodied energy

Tahap selanjutnya merupakan proses penggabungan persamaan-persamaan yang telah didapat agar lebih komprehensif. Penggabungan persamaan dilakukan berdasarkan kesamaan konsep dari ketiga persamaan tersebut diantaranya adalah perhitungan volume material yang digunakan pada suatu pekerjaan. Setelah volume material telah didapatkan kemudian dikalikan dengan koefisien yang berasal dari basis data ICE. Hasil perkalian tersebut kemudian dilakukan penjumlahan terhadap



material-material lain yang terdapat pada suatu pekerjaan sehingga didapatkan estimasi besar *embodied energy* total pekerjaan.

b.3. Perhitungan embodied energy menggunakan persamaan yang komprehensif

Tahap terakhir yaitu melakukan perhitungan *embodied energy* menggunakan persamaan yang telah didapatkan pada tahap sebelumnya. Proses perhitungan dilakukan berdasarkan data yang telah didapatkan pada Tahap 3.3.1. Setelah proses perhitungan selesai dilakukan kemudian didapatkan hasil estimasi *embodied energy* yang kemudian dilakukan analisis perbandingan.

Setelah metode estimasi *embodied energy* menggunakan *software* SimaPro versi 9.4.0.2 *Faculty* dan perhitungan konvensional telah dilakukan kemudian dilakukan analisis melalui perbandingan estimasi *embodied energy* yang didapat untuk kemudian dilakukan analisis perbandingan. Metode analisis perbandingan estimasi *embodied energy* dijelaskan sebagai berikut:

c. Metode analisis perbandingan embodied energy

Alur metode analisis perbandingan estimasi *embodied energy* berdasarkan *software* SimaPro versi 9.4.0.2 *Faculty* dengan perhitungan konvensional diperlihatkan pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20 Alur Metode Perbandingan Estimasi Embodied Energy

Berdasarkan Gambar 3.20, uraian metode perbandingan estimasi *embodied energy* dijelaskan sebagai berikut:

c.1. Kajian literatur faktor-faktor pengaruh embodied energy

Tahap awal dalam melakukan evaluasi estimasi besar *embodied energy* adalah pengumpulan kajian literatur yang berkaitan dengan faktor-faktor pengaruh besar



embodied energy. Hasil kajian literatur pada penelitian ini ditunjukkan pada Bab 2 subbab 2.2. Selanjutnya, faktor-faktor yang telah didapatkan kemudian dilakukan analisis terhadap hasil estimasi kedua metode penelitian.

c.2. Perbandingan hasil estimasi kedua metode penelitian

Tahapan terakhir yaitu melakukan analisis perbandingan terhadap hasil yang telah didapatkan dari kedua metode penelitian. Analisis dilakukan secara deskriptif dengan menjelaskan kesesuaian hasil terhadap faktor yang dapat mempengaruhi besar *embodied energy*.

3.4 Tahap 3

Tahap 3 merupakan tahapan penyusunan kesimpulan dan saran pada penelitian. Penyusunan tersebut didasarkan pada hasil keluaran Tahap 2 yaitu pengolahan data, analisis data dan pembahasan. Penyusunan kesimpulan memiliki tujuan untuk memberikan jawaban atas beberapa pertanyaan yang terdapat pada bagian rumusan masalah. Setelah kesimpulan telah didapat, dilanjutkan dengan penyusunan saran. Saran yang disusun berdasarkan data, analisis dan pembahasan pada Tahap 2 serta ditujukan kepada pembaca laporan penelitian dengan tujuan untuk pengembangan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan bidang keilmuan yang diteliti. Setelah penyusunan kesimpulan dan saran telah selesai dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan melaksanakan ujian *draft*.

3.5 Tahap 4

Tahap 4 merupakan tahapan pada penelitian yang meliputi kegiatan penyempurnaan setelah selesai melalui ujian *draft*. Bentuk penyempurnaan yang dilakukan berupa perbaikan laporan penelitian berdasarkan masukan-masukan pada ujian draf. Setelah laporan penelitian telah selesai dilakukan perbaikan, kegiatan selanjutnya yaitu melaksanakan ujian tugas akhir.

Setelah ujian tugas akhir telah selesai dilaksanakan, kemudian dilakukan penyempurnaan laporan penelitian kembali berdasarkan hasil ujian tugas akhir supaya laporan dapat digunakan dengan baik sebagai rujukan bagi penelitian selanjutnya.