

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum

Dalam bab ini, penulis memaparkan implementasi dari penelitian yang dilakukan. Pembahasan dan pemaparan ini dimulai dari proses pengumpulan data, validasi data, proses data, analisis statistik, studi kasus, dan uji hipotesis beserta dasar pengambilan keputusannya di paparkan dalam bab ini, termasuk identifikasi dan persiapan instrumen penelitian dalam bentuk survei (kuesioner) yang akan mencari indikator-indikator yang paling berpengaruh, seperti yang telah dipaparkan oleh para peneliti terdahulu. Pengolahan data dibahas pada bab ini. Baik mengenai data yang penulis kumpulkan melalui survei dengan menyebarkan kuesioner kepada para stakeholder proyek, atau data yang didapatkan melalui wawancara tentang pelaksanaan perangkian *Retrofitting* Bangunan Smelter dengan menggunakan LEED sebagai asesmennya, dalam optimalisasi biaya.

4.2. Faktor-faktor Berpengaruh

Pada penelitian tahap 1 ini dicari Faktor-faktor paling berpengaruh dalam *Green Retrofitting* Pada Bangunan Smelter Berbasis *Hybrid Dynamics* untuk Meningkatkan Kinerja Biaya, untuk menjawab pertanyaan penelitian 1 (RQ1). Selain untuk menjawab RQ1, mencari faktor-faktor paling berpengaruh juga dapat dijadikan referensi untuk menjawab pertanyaan penelitian selanjutnya (RQ2 & RQ3).

Faktor-faktor yang paling berpengaruh dapat dijadikan rambu untuk menandai bahwa faktor tersebut penting dalam mendukung keberhasilan implementasi *Green Building*.

Proses analisis data selanjutnya menggunakan *simulation tools* yaitu *Structural Equation Modeling* (SEM) SMART-PLS (*Partial Least Square*) 3.0 disertai wawancara maka akan ditemukan hal-hal yang relevan yang ingin penulis teliti dari beberapa variabel dan sub faktornya yang akan mempengaruhi kinerja

biaya. (SEM) SMART-PLS kini sangat terkenal menjadi alat analisis dengan banyaknya penelitian ilmiah serta jurnal internasional memakai metode ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengevaluasi dan menganalisis sejauh mana pengaruh *Green Retrofitting* Pada Bangunan Smelter Berbasis *Hybrid Dynamics* untuk Meningkatkan Kinerja Biaya. *Structural Equation Modelling-Part Lease Square* (SEM-PLS) yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan versi 3.0, memasukkan data dan proses analisa haruslah mengikuti tahapan-tahapan yang sudah ditetapkan, begitu juga parameter hasil mengacu pada beberapa sumber referensi penelitian terdahulu terkait analisa menggunakan alat SEM- PLS.

4.3. Pengumpulan Data

Indikator-indikator penelitian dibuat dalam tabulasi Word 2016 agar mudah terhubung dengan *Mendeley* dalam memasukan referensi *main factor* maupun sub faktornya, yang terdiri dari kolom: Kode Variabel, Variabel, Faktor utama, Sub Faktor serta Indikatornya. Dibuat form kuesioner dan disebarakan dan berdasarkan tabulasi tersebut dibuatkan kuesioner yang terdiri dari:

1. Lampiran surat penghantar,
2. Data responden,
3. Data proyek,
4. Petunjuk pengisian kuesioner,

Langkah ini antara lain, data-data kuesioner yang telah dikumpulkan kemudian dibuat data di Excel versi 2016, terdiri dari variable X1, X2, X3, X4 dan Y. Adapun rinciannya sebagai berikut :

- X1 = Obyek Bangunan Smelter
- X2 = Green Retrofitting Bangunan Smelter
- X3 = System Dynamics (SD)
- X4 = Discrete Event Simulation (DES)
- Y = Kinerja Biaya

Main Factor merupakan pokok variabel, variabel utama ini diuraikan menjadi bagian kecil sub variabel dan masing-masing *main factor* memiliki komponen *sub factor*. *Main factor* pada penelitian ini meliputi:

Variabel (X1) Bangunan Smelter : Tahap Perencanaan, Tahap Pelelangan, Tahap Pelaksanaan, Tahap Renovasi dan Pembongkaran, Tahap Operasi dan Pemeliharaan.

Variabel (X2) *Green Retrofitting* : Integratif Perencanaan dan Desain, Transportasi dan Lokasi, Lapangan Berkelanjutan, serta Efisiensi Air, juga Atmosfer dan Energi, kemudian Sumber dan Bahan, Kualitas Lingkungan dalam Ruangan, Inovasi, Prioritas Regional.

Hybrid Dynamics yang meliputi Variabel (X3) Sistem Dinamik dan Variabel (X4) *Discrete Event Simulation* (DES). Untuk Variabel (X3) meliputi : Penggunaan Model, Pembuatan Stock Flow Diagram, *Cost Performance*.

Sedangkan Variabel (X4) *Discrete Event Simulation* (DES) : Organisasi Model, Peningkatan Operasi Konstruksi. Dan Variabel Terikat : Kinerja Biaya (Y).

Sub Factor Penelitian

Sub Factor Penelitian adalah sub dimensi dari *main* faktor. *Sub factor* adalah butir pertanyaan yang telah dijawab oleh responden setelah memberikan skor penilaian pada masing-masing item. Distribusi sub faktor pada setiap main faktor adalah:

- *Main factor* tahap perencanaan terdiri dari 22 sub faktor
- *Main factor* tahap pelelangan terdiri dari 5 sub faktor
- *Main factor* tahap pelaksanaan terdiri dari 21 sub faktor
- *Main factor* renovasi dan pembongkaran terdiri dari 19 sub faktor
- *Main factor* tahap operasi dan pemeliharaan terdiri dari 18 sub faktor
- *Main factor* integratif perencanaan dan desain terdiri dari 3 sub faktor
- *Main factor* transportasi dan lokasi terdiri dari 8 sub faktor

- Main factor lapangan berkelanjutan terdiri dari 8 sub faktor
- Main factor efisiensi air terdiri dari 4 sub faktor
- Main factor energi dan atmosfer terdiri dari 6 sub faktor
- *Main factor* bahan dan sumber terdiri dari 5 sub faktor
- *Main factor* kualitas lingkungan dalam ruangan dari 9 sub faktor
- *Main factor* inovasi dari 3 sub faktor
- *Main factor* prioritas regional dari 4 sub faktor
- *Main faktor* penggunaan model terdiri dari 3 sub faktor
- *Main factor* pembuatan *stock flow* diagram terdiri dari 3 sub faktor
- *Main factor cost performance* terdiri dari 27 sub faktor
- *Main factor* organisasi model terdiri dari 11 sub faktor
- *Main factor* peningkatan operasi konstruksi terdiri dari 9 sub faktor
- *Main factor* biaya internal terdiri dari 6 sub faktor
- *Main factor* biaya eksternal terdiri dari 5 sub faktor

4.3.1. Penyusunan kuesioner

Langkah selanjutnya adalah mengembangkan kuesioner dimana tahap ini dilaksanakan setelah dilakukannya tinjauan pustaka. Komponen pertanyaan kuesioner seperti dalam variabel, faktor utama dan sub faktor yang sudah diperoleh. Dilanjutkan ketahap selanjutnya yaitu mengumpulkan hasil dari studi literatur dan dijadikan satu daftar pertanyaan yang nantinya diajukan kepada para responden.

4.3.2. Menentukan Jumlah Responden

Untuk mencapai target yang diharapkan, perlu ditentukan terlebih dahulu jumlah responden minimal yang harus dipenuhi sehingga faktor-faktor yang paling berpengaruh dapat terpenuhi dan optimal.

Adanya batasan dalam pengumpulan hasil yang dibutuhkan, yaitu banyaknya responden minimal untuk dapat menjawab kuesioner yang diperlukan. Perhitungan kebutuhan minimal responden didapatkan melalui persamaan berikut:

$$m = \frac{Z^2 \times P^* \times (1 - P^*)}{\varepsilon^2}$$

$$n = \frac{m}{1 + \frac{m - 1}{N}}$$

$$m = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times (1 - 0.5)}{0.05^2} = 384,16$$

$$n = \frac{384.16}{1 + \frac{384.16 - 1}{197}} = 131 \text{ Responden}$$

Dimana:

m = sampel dari populasi tidak terbatas

n = sampel dari populasi terbatas

Z = Nilai (1,96 diambil dari tabel 4.1 distribusi Z)

P^* = Derajat variasi antar elemen populasi (0,5)

ε = Batas toleransi kesalahan (0,05)

N = Jumlah sampel terwakili

Untuk populasi yang tepat sasaran, populasi data juga didasarkan pada literasi jurnal, *e-book*, dan buku yang relevan (Kussumardianadewi et al., 2023).

Tabel 4.1 Distribusi Z

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767

Data yang sudah diolah dalam format *excel* akan diarsipkan dengan baik, dan apabila dibutuhkan akan mempermudah untuk melihat kembali. Data yang sudah masuk dikumpulkan dan kemudian diperiksa dan dikelompokkan berdasarkan pendidikan, jabatan, dan pengalaman kerja. Hal ini penting agar kuesioner yang peneliti ajukan dapat tepat sasaran sehingga data tersebut *valid* dan *reliable*. Untuk penyusunan instrumen penelitian, kuesioner yang digunakan disusun secara lengkap pada lampiran beserta dengan rekapitulasi para responden.

Pengumpulan data dilakukan secara baik dan benar dengan sampel yang mewakili populasi penelitian secara objektif. Untuk itu penelitian ini diharapkan dapat menggunakan data yang *valid*, tepat dan benar agar pengujian mendapat keabsahan data.

4.3.3. Survey Kuesioner

Peneliti melakukan survei untuk pengumpulan data, hal ini kami laksanakan dengan cara membagikan kuesioner (angket) kepada para pihak

(*stakeholder*) yang berhubungan langsung dengan kontraktor (penyedia jasa) yang berkaitan dengan *retrofitting* gedung. Data yang dimaksud adalah bentuk jamak dari dasar data yang merupakan kumpulan fakta atau angka atau segala kebenarannya sehingga dapat dipakai sebagai dasar untuk menarik suatu kesimpulan (Wahyudi et al., 2023).

Setelah kuesioner ditetapkan dan disetujui oleh para ahli maka selanjutnya adalah penyebaran kuesioner penelitian ini. Survey kuesioner ini melalui survey langsung. Survey dilakukan dengan menyebarkan kuesioner (angket) berupa hasil cetak kepada semua pihak atau responden yang sudah ditetapkan yang juga berkaitan erat atas substansi dari penelitian. Pada survey *offline* (langsung) sebanyak 180 eksemplar disebarkan secara langsung kepada pada responden yang berkaitan dengan pengubahsuaian bangunan Smelter, waktu pendistribusiannya dilakukan sejak bulan Juli 2023 hingga bulan Desember 2023. Kuesioner yang kembali sebanyak 137 eksemplar dengan responden *rate* sebesar 76%, data dapat dilihat di lampiran penelitian ini.

Tabel 4.2 Distribusi Kuesioner

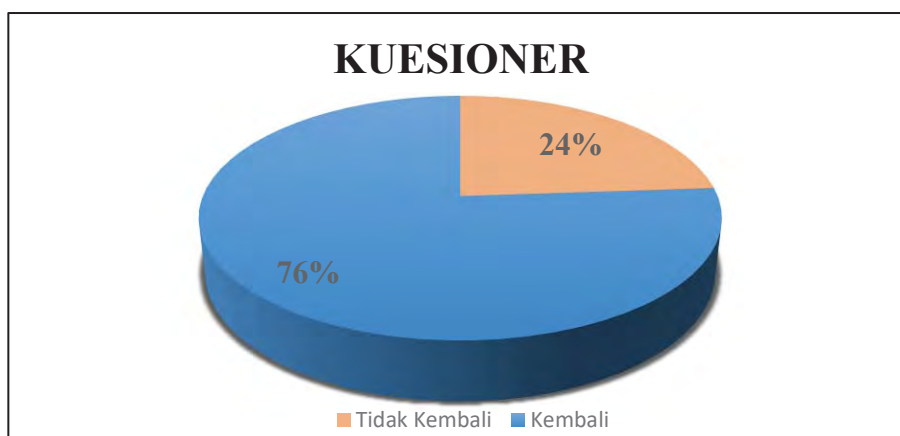
Jenis Kuesioner	Terkirim	Kembali	Presentase Kembali
<i>Hardcopy</i>	180	137	76 %

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

Tabel 4.3 Daftar Data Responden

Posisi	Jumlah	Presentase
Direktur	4	3 %
<i>General Manager</i>	6	4 %
<i>Project Manager</i>	14	10 %
<i>Head of Department</i>	8	6 %
<i>Section Manager</i>	15	11 %
<i>Engineering</i>	34	25 %
<i>Supervisor</i>	27	20 %
Konsultan	29	21 %
Total	137	100 %

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)



Gambar 4.1 Persentase Pengembalian Kuesioner

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

Tabel 4.4 *Background* Pendidikan Responden

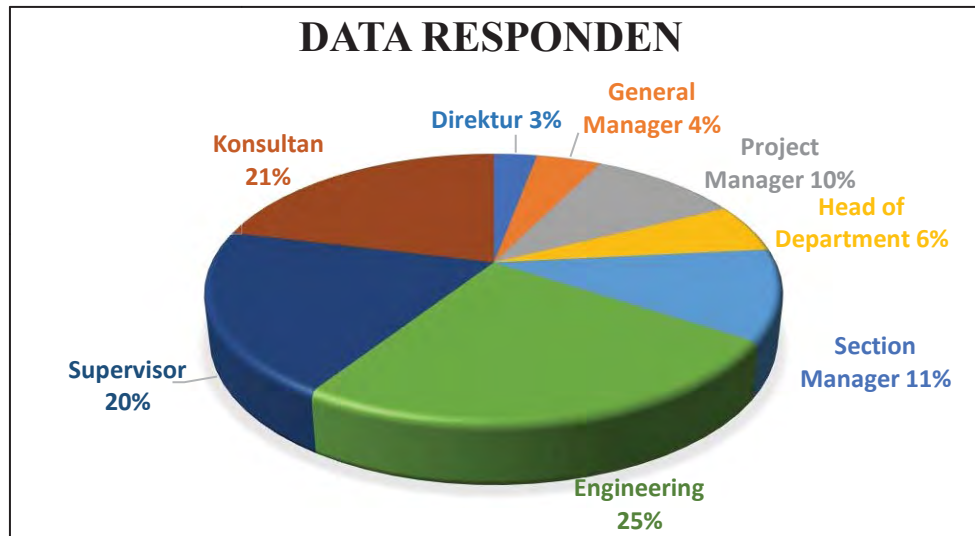
Pendidikan	Jumlah	Presentase
D3	25	18 %
D4	37	27 %
S1	57	42 %
S2	15	11 %
S3	3	2 %
Total	137	100 %

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

Tabel 4.5 Pengalaman Kerja Responden

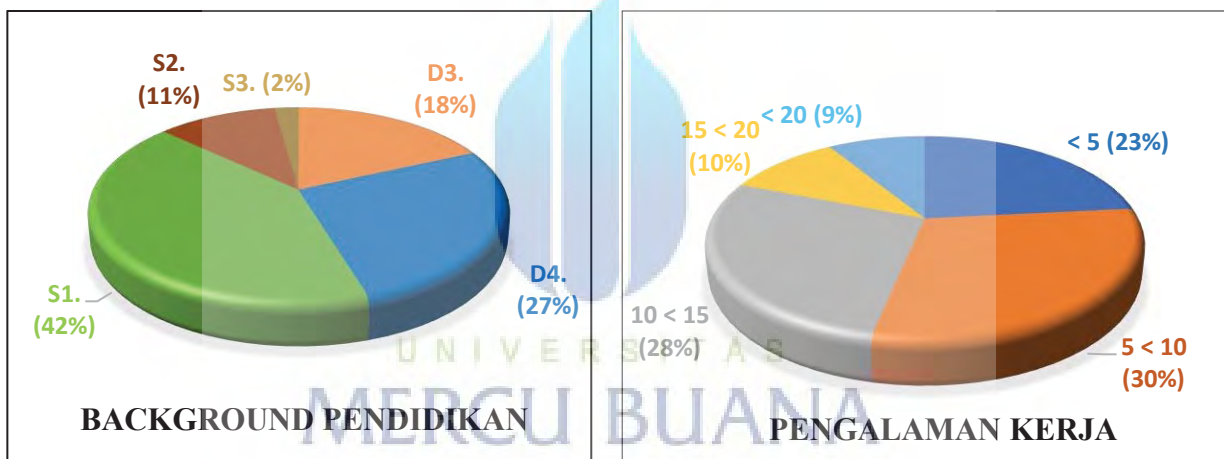
Pengalaman	Jumlah	Presentase
< 5 Tahun	32	23 %
5 < 10 Tahun	41	30 %
10 < 15 Tahun	38	28 %
15 < 20 Tahun	14	10 %
< 20 Tahun	12	9 %
Total	137	100 %

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)



Gambar 4.2 Data Responden

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)



Gambar 4.3 Background Pendidikan

Gambar 4.4 Pengalaman Kerja Responden

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

Proyek *Retrofitting* Bangunan Smelter memang masih jarang dilakukan oleh pemilik ataupun pengusaha di Indonesia terlebih khusus menggunakan kriteria LEED. Keterlibatan semua *stakeholder* sangat diperlukan agar Tim proyek yang berkompeten dan berpengalaman dapat dilibatkan.

4.4. Kriteria Penilaian SEM-PLS

Setelah data diperoleh maka selanjutnya data kuesioner disimulasikan ke dalam program SEM-PLS untuk menentukan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penelitian ini.

Partial Least Squares (PLS) adalah teknik analisis yang menggabungkan analisis faktor konfirmatori, analisis komponen utama, analisis jalur, dan model struktural. Karakteristik model SEM-PLS yaitu Jumlah item dalam model pengukuran setiap konstruk dapat menangani konstruk yang diukur dengan ukuran item tunggal dan banyak item. Sedangkan keterikatan antara konstruk dan indikatornya dapat dengan mudah mengumpulkan model pengukuran reflektif dan formatif. Untuk kompleksitas model SEM-PLS dapat menangani model kompleks dan banyaknya hubungan model struktural (Hair, Josep, 2021).

Terdapat tiga ukuran dalam menentukan variabel laten dalam PLS yaitu :

- 1) Menspesifikasikan hubungan variabel laten berdasarkan *substantive theory* sebagai *inner model*.
- 2) Menspesifikasi hubungan antar variable laten dengan indikator atau variabel manifest-nya (disebut *measurement model*) sebagai *outer model*.
- 3) Estimasi nilai dari *variable laten* dengan *weight relation*.

Dalam pemodelan hubungan SEM-PLS ini, variabel laten dan indikator atau variable manifest dapat diasumsikan berada pada skala rata-rata nol dan varian unit (nilai standar), sehingga parameter tempat (konstanta) dapat dihapuskan dari model tanpa mengakibatkan nilai generalisasi. Teknik parametrik digunakan dalam menguji signifikansi parameter tidak diperlukan karena SEM-PLS tidak menghasilkan adanya distribusi tertentu untuk estimasi parameter, (Sutikno et al., 2022). Adapun patokan penilaian model PLS-SEM dapat dilihat pada **Tabel 4.6** berikut:

Tabel 4.6 Kriteria Penilaian Model PLS-SEM

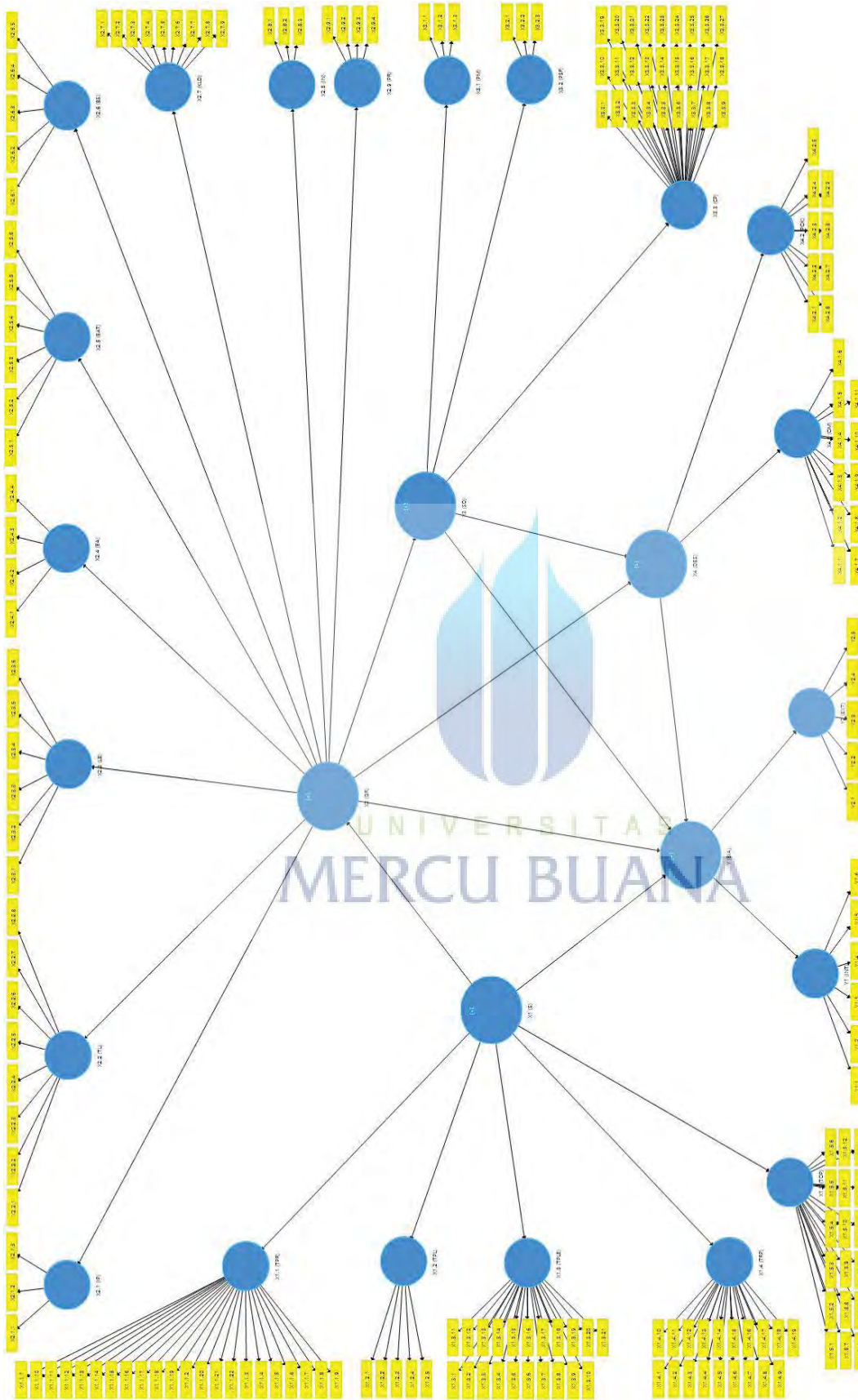
No.	Kriteria	Penjelasan
Evaluasi Model Pengukuran Refleksif		
1.	<i>Loading Factor (LF)</i>	Nilai <i>loading factor (lf)</i> harus > 0.7
2.	<i>Composite reliability</i>	<i>Composite reliability</i> mengukur <i>internal consistency</i> dan nilainya harus > 0.6
3.	<i>Average Variance Extracted</i>	Nilai <i>Average Variance Extracted (AVE)</i> harus > 0.5
4.	Validitas diskriminan	Nilai akar kuadrat dari AVE harus $>$ nilai korelasi antar variabel laten

No.	Kriteria	Penjelasan
5.	<i>Cross loading</i>	Diharapkan setiap blok indikator memiliki nilai loading lebih tinggi untuk setiap variabel laten yang diukur dibandingkan indikator variabel laten lainnya.
Evaluasi Model Pengukuran Formatif		
1.	Signifikansi nilai <i>weight</i>	Nilai estimasi untuk model Pengukuran formatif harus signifikan. Tingkat signifikansi ini dinilai dengan prosedur <i>bootstrapping</i> .
2.	Multikolinearitas	<i>Variable manifest</i> dalam blok harus diuji apakah terdapat gejala multikolinearitas. Nilai <i>Variance Inflation Factor</i> (VIF). Nilai VIF > 10 mengindikasikan terdapat gejala multikolinearitas
Evaluasi Model Struktural		
1.	R ² untuk <i>endogen variable laten</i>	Hasil R ² untuk variabel <i>laten endogen</i> dalam model struktural mengindikasikan bahwa model baik, moderat dan lemah .
2.	Estimasi koefisien jalur	Nilai estimasi hubungan jalur dalam model structural harus signifikan. Dengan prosedur <i>bootstrapping</i> yang juga menghasilkan nilai T (<i>T-value</i>).
3.	f ² untuk <i>effect size</i>	Nilai f ² dapat diinterpretasikan apakah prediktor variabel mempunyai pengaruh yang lemah, medium atau besar pada tingkat structural.
4.	Relevansi prediksi (Q ² dan q ²)	Prosedur <i>blindfolding</i> digunakan untuk mengukur Q ² dengan formulasi : $Q^2 = 1 - \frac{\sum_D E_D}{\sum_D O_D}$ Dimana : D adalah <i>omission distance</i> , E adalah <i>sum of squares of prediction errors</i> , dan O adalah <i>sum of squares observations</i> . Nilai Q ² > 0 membuktikan bahwa model memiliki <i>predictive relevance</i> , sebaliknya jika nilai Q ² < 0 membuktikan bahwa model kurang memiliki <i>predictive relevance</i> . Dalam kaitannya dengan f ² , dampak relatif model struktural terhadap pengukuran <i>variable dependen</i> laten dapat dinilai dengan formulasi : $q^2 = \frac{Q^2_{included} - Q^2_{excluded}}{1 - Q^2_{excluded}}$

Sumber : Mustafa dan Wijaya (2012:16), Ghazali (2014:43) dalam (Haryono, 2016)

4.5. Analisa SEM-PLS

Bentuk pemodelan dari penelitian yang dilakukan dengan menggunakan SEM-PLS ini ditunjukkan seperti pada **Gambar 4.5** berikut:



Gambar 4.5 Diagram Pemodelan dengan SEM-PLS

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

Dari gambar diatas, menggambarkan 5 Model Variabel Utama/ *Inverting* yang disimpulkan pada **Tabel 4.7** berikut:

Tabel 4.7 Jalur Hubungan Pemodelan Utama SEM-PLS

Variabel Manifest/ Indikator	Variabel Laten	Variabel Utama
X1.1.1 - X1.1.22 X1.2.1 - X1.2.5 X1.3.1 - X1.3.21 X1.4.1 - X1.4.19 X1.5.1 - X1.5.18	Perencanaan (X1.1) Pelelangan (X1.2) Pelaksanaan (X1.3) Renovasi dan Pembongkaran (X1.4) Operasi dan pemeliharaan (X1.5)	Bangunan Smelter (X1)
X2.1.1 - X2.1.3 X2.2.1 - X2.2.8 X2.3.1 - X2.3.6 X2.4.1 - X2.4.4 X2.5.1 - X2.5.6 X2.6.1 - X2.6.5 X2.7.1 - X2.7.9 X2.8.1 - X2.8.3 X2.9.1 - X2.9.4	Integratif perencanaan dan desain(X2.1) Trasportasi dan lokasi(X2.2) Lapangan berkelanjutan(X2.3) Efisiensi air(X2.4) Energi dan atmosfer(X2.5) Bahan dan sumber(X2.6) Kualitas lingkungan dalam ruangan(X2.7) Inovasi(X2.8) Prioritas regional(X2.9)	<i>Green Retrofitting</i> (X2)
X3.1.1-X3.1.3 X3.2.1-X3.2.3 X3.3.1-X3.3.27	Penggunaan Model (X3.1) Pembuatan <i>Stock Flow Diagram</i> (X3.2) <i>Cost performance</i> (X3.3)	Sistem Dinamik (X3)
X4.1.1-X4.1.11 X4.2.1-X4.2.9	Organisasi model(X4.1) Peningkatan operasi konstruksi (X4.2)	<i>Discrete Event Simulation</i> (X4)
Y1.1 - Y1.6 Y2.1 - Y2.5	Internal (Y1) Eksternal (Y2)	Biaya (Y)

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

Selanjutnya membuat analisa jalur SEM-PLS dari diagram utama dan tabel, sehingga didapat 61 analisa jalur, untuk mempermudah peneliti dalam menganalisa hubungan antar variabel, dapat dilihat pada **Tabel 4.8** dibawah ini.

Tabel 4.8 Analisa Jalur Utama Pemodelan

No	Analisa Jalur	No	Analisa Jalur
1.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → Integratif Perencanaan dan Desain (X2.1)	32.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → System Dynamic (X3) → Biaya (Y)

No	Analisa Jalur	No	Analisa Jalur
2	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → Transportasi dan Lokasi (X2.2)	33.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y)
3.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → Lapangan Berkelanjutan (X2.3)	34.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y)
4.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → Efisiensi Air (X2.4)	35.	<i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y)
5.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → Energi dan Atmosfer (X2.5)	36.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y)
6.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → Bahan dan Sumber (X2.6)	37.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y)
7.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → Kualitas Lingkungan dalam Ruangan (X2.7)	38.	Smelter (X1) → Biaya (Y) → Internal (Y1)
8.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → Inovasi (X2.8)	39.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → Biaya (Y) → Internal (Y1)
9.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → Prioritas Regional (X2.9)	40.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → Biaya (Y) → Internal (Y1)
10.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3)	41.	<i>System Dynamic</i> (X3) → Biaya (Y) → Internal (Y1)
11.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → Penggunaan Model (X3.1)	42.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → Biaya (Y) → Internal (Y1)
12.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → Penggunaan Model (X3.1)	43.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → Biaya (Y) → Internal (Y1)
13.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → Pembuatan <i>Stock Flow</i> (X3.2)	44.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y) → Internal (Y1)
14.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → Pembuatan <i>Stock Flow</i> (X3.2)	45.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y) → Internal (Y1)
15.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Cost Performance</i> (X3.3)	46.	<i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y) → Internal (Y1)
16.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Cost Performance</i> (X3.3)	47.	<i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y) → Internal (Y1)
17.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4)	48.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y) → Internal (Y1)

No	Analisa Jalur	No	Analisa Jalur
18.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4)	49.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y) → Internal (Y1)
19.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4)	50.	Smelter (X1) → Biaya (Y) → Eksternal (Y2)
20.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Organisasi Model (X4.1)	51.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → Biaya (Y) → Eksternal (Y2)
21.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Organisasi Model (X4.1)	52.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → Biaya (Y) → Eksternal (Y2)
22.	<i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Organisasi Model (X4.1)	53.	<i>System Dynamic</i> (X3) → Biaya (Y) → Eksternal (Y2)
23.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Organisasi Model (X4.1)	54.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → Biaya (Y) → Eksternal (Y2)
24.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Organisasi Model (X4.1)	55.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → Biaya (Y) → Eksternal (Y2)
25.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Peningkatan Operasi Konstruksi (X4.2)	56.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y) → Eksternal (Y2)
26.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Peningkatan Operasi Konstruksi (X4.2)	57.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y) → Eksternal (Y2)
27.	<i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Peningkatan Operasi Konstruksi (X4.2)	58.	<i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y) → Eksternal (Y2)
28.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Peningkatan Operasi Konstruksi (X4.2)	59.	<i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y) → Eksternal (Y2)
29.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Peningkatan Operasi Konstruksi (X4.2)	60.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y) → Eksternal (Y2)

No	Analisa Jalur	No	Analisa Jalur
30.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → Biaya (Y)	61.	Smelter (X1) → <i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → <i>Discrete Event Simulation</i> (X4) → Biaya (Y) → Eksternal (Y2)
31.	<i>Green Retrofitting</i> (X2) → <i>System Dynamic</i> (X3) → Biaya (Y)		

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

4.5.1. Evaluasi Model Pengukuran (*Outer Model*)

Pengukuran indikator (*Outer Model*) dilaksanakan dengan memperlihatkan *Convergent validity*, *Construct Reliability*, *Average Variance Extracted (AVE)*, *Discriminant validity*, *Cross Loading* dan *Undimensionalitas model*. Terlihat pada **Tabel 4.9**.

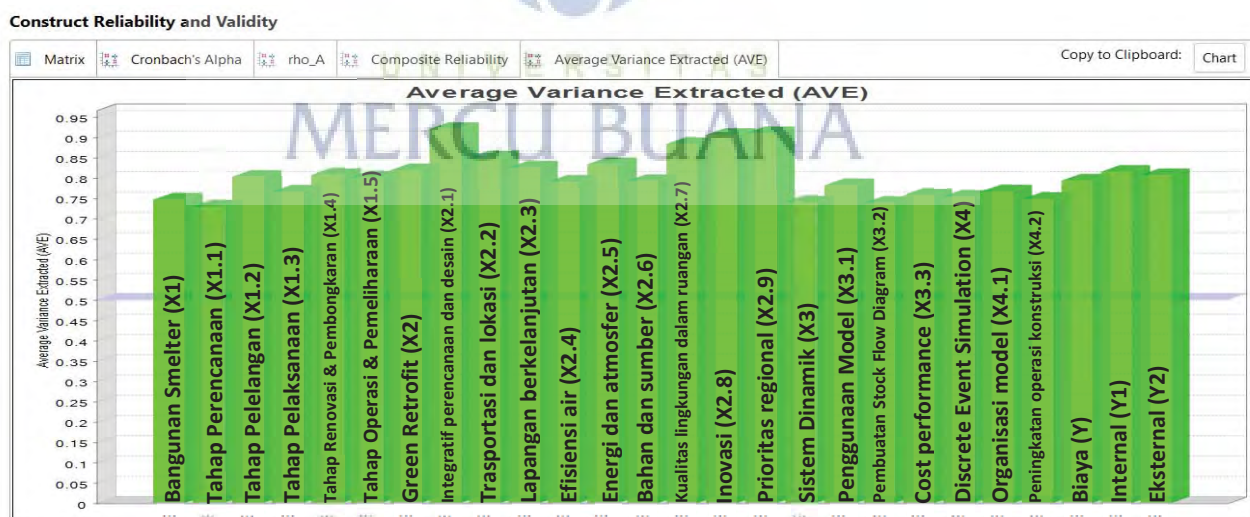
Tabel 4.9 Evaluasi Model Pengukuran

Main Factor	Cronbach's Alpha	Composite Reliability	Average Variance Extracted (AVE)
Smelter (X1)	0,996	0,996	0,747
Tahap Perencanaan (X1.1)	0,982	0,983	0,730
Tahap Pelelangan (X1.2)	0,938	0,953	0,803
Tahap Pelaksanaan (X1.3)	0,984	0,986	0,766
Tahap Renovasi dan Pembongkaran (X1.4)	0,986	0,987	0,807
Tahap Operasi dan Pemeliharaan (X1.5)	0,985	0,986	0,801
<i>Green Retrofitting</i> (X2)	0,995	0,995	0,819
Integratif Perencanaan (X2.1)	0,957	0,972	0,921
Transportasi Lokasi (X2.2)	0,975	0,978	0,850
Lapangan Berkelanjutan (X2.3)	0,958	0,966	0,826
Efisiensi Air (X2.4)	0,911	0,938	0,791

Main Faktor	Cronbach's Alpha	Composite Reliability	Average Variance Extracted (AVE)
Energi Atmosfer (X2.5)	0,959	0,968	0,834
Bahan dan Sumber (X2.6)	0,934	0,950	0,792
Kualitas Lingkungan dalam Ruang (X2.7)	0,983	0,985	0,883
Inovasi (X2.8)	0,947	0,967	0,906
Prioritas Regional (X2.9)	0,967	0,976	0,910
Sistem Dinamik (X3)	0,989	0,989	0,739
Penggunaan Model (X3.1)	0,860	0,915	0,782
Pembuatan <i>Stok Flow</i> (X3.2)	0,822	0,894	0,738
<i>Cost Performance</i> (X3.3)	0,987	0,988	0,756
<i>Discrete Even Simulation</i> (X4)	0,983	0,984	0,754
Organisasi Model (X4.1)	0,969	0,973	0,767
Peningkatan Operasi Konstruksi (X4.2)	0,958	0,964	0,748
Biaya (Y)	0,973	0,977	0,793
Internal (Y1)	0,953	0,963	0,815
Eksternal (Y2)	0,938	0,954	0,807

Sumber : (Olahan Sendiri, 2023)

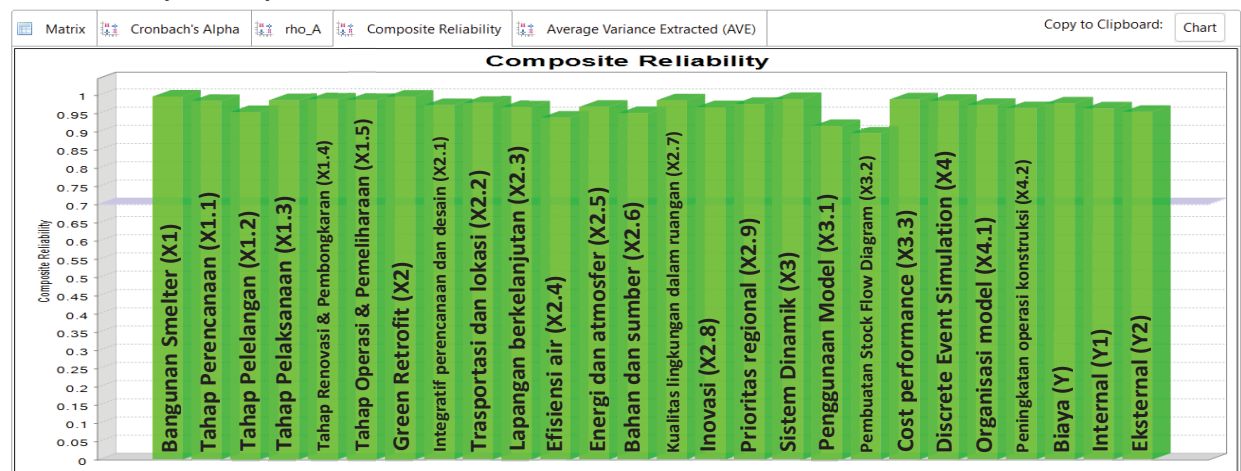
Grafik pada **Gambar 4.6** dan **Gambar 4.7** berikut merupakan hasil dari analisa SEM-PLS untuk nilai AVE dan *Composite Reliability*.



Gambar 4.6 Average Variance Extracted (AVE)

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

Construct Reliability and Validity

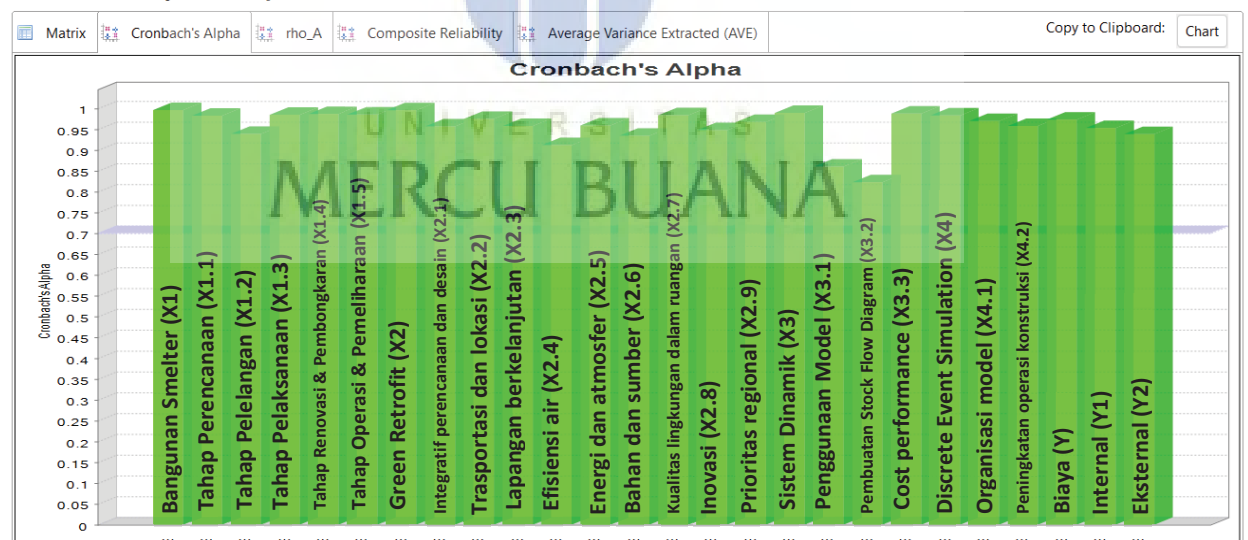


Gambar 4.7 Composite Reliability

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

Pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa nilai *Cronbach's Alpha* dari semua variabel penelitian mempunyai nilai lebih dari 0,70 sehingga disimpulkan bahwa masing-masing variabel mempunyai reliabilitas tinggi.

Construct Reliability and Validity



Gambar 4.8 Cronbach's Alpha

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan pada gambar diatas, maka dapat disimpulkan bahwa semua variabel konstruk mempunyai nilai AVE $\geq 0,5$ yang menyatakan nilai valid, *Composite Reliability* memuaskan diatas $\geq 0,7$ yang dianggap memiliki nilai reliabilitas yang baik (Sarstedt et al., 2021), serta nilai *Cronbach's Alpha* $\geq 0,7$ maka dapat dikatakan semua hasil konstruk tersebut sudah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

4.5.2. Analisis *Undimensional Model*

Langkah selanjutnya yang harus dianalisis agar bisa memberikan kepastian dari hasil penelitian bahwa penelitian ini tidak ada masalah dengan pengukuran tes *unidimensionalitas* dilakukan. Untuk menguji *unidimensionalitas*, indikator *reliabilitas* komposit dan *Cronbach Alpha* akan digunakan. Nilai *cut* untuk kedua indikator tersebut adalah 0,7, jadi, berdasarkan gambar di atas, semua konstruk memenuhi syarat-syarat *unidimensionalitas* karena nilai reliabilitas komposit lebih besar dari 0,7.

4.5.3. Validitas *Konvergen*

Validitas *konvergen* adalah konstruk yang menggunakan indikator reflektif dan dievaluasi kembali dengan *Average Variance Extracted(AVE)*. Nilai *AVE* adalah sama dengan 0,5 atau lebih yang berarti bahwa konstruk ini dapat menjelaskan 50% atau lebih banyak varian itemnya (Sarstedt et al., 2021) Dan berdasarkan nilai *Average Variance Extracted (AVE)* agar dapat tercapainya syarat-syarat *validitas konvergen*, maka untuk semua konstruk telah tercapai syarat *validitas konvergen*, sebab nilai *AVE* semua $> 0,5$. Misalnya *AVE* dari Variabel X1.1 (Tahap Perencanaan) sebesar 0,730 sudah lebih besar dari 0,50, maka variable tersebut dinyatakan *valid* secara *konvergen*.

Validitas diskriminan adalah bertujuan untuk bisa menentukan apakah ada suatu indikator reflektif adalah ukuran yang baik dari suatu konstruk, berdasarkan prinsip bahwa untuk setiap indikator harus menunjukkan korelasi yang tinggi dengan konstruknya sendiri. Dalam aplikasi *SEM-PLS*, uji validitas diskriminan akan menggunakan nilai *cross loadings* dan *Fomell-*

Larcker Criterion, dan *Heterotrait-Monotrait (HTMT)*, (Henseler et al., 2015).

4.5.4. Pengukuran *Inner Model*

Berikutnya akan dilakukan pengukuran *Path Coefficients* antara konstruk agar dapat melihat signifikansi dan hubungan yang kuat tersebut dan juga untuk mengetes hipotesis. Nilai *Path Coefficients* berkisar antara -1 hingga +1. Semakin mendekati nilai +1, hubungan antara kedua konstruk akan menjadi semakin kuat. Hubungan yang makin mendekati -1 menandakan bahwa hubungan menjadi bersifat negatif (Hair, Josep, 2021). Dengan menampilkan *P Value* dari *Loading Factor* serta *Path Coefficients*, maka bentuk diagram dapat dilihat pada Gambar 4.9, yang menunjukkan hubungan antar *P Value* dan *Path Coefficients*. Jika hasil *P Value* < 0,05 maka sehingga seluruh indikator pembentuk konstruk dinyatakan *valid* sehingga dapat digunakan untuk menguji hipotesis pada pengukuran struktural.

Adapun *Discriminant validity* bertujuan untuk memvalidasi sampai seberapa jauh konstruk laten benar-benar ada bedanya dengan yang lainnya. Nilai *discriminant validity* yang tinggi menunjukkan indikasi bahwa suatu konstruk adalah unik dan dapat menjelaskan fenomena yang sedang diukur. Suatu konstruk dikatakan *valid*, yaitu dengan mencocokkan nilai akar dari *AVE (Fomell-Larcker Criterion)* dengan nilai hubungan antar laten variabel. Nilai akar dari *AVE* harus lebih besar dari hubungan antar laten variabel. Jika hasil *P Value* < 0,05 maka agar dapat digunakan untuk menguji hipotesis pada pengukuran struktural maka seluruh indikator pembentuk konstruk dinyatakan *valid*.

4.5.5. Analisis Inner SEM T Value dan *Path Coefficients*

Menentukan koefisien T Statistik untuk mendapatkan pengujian hipotesis penelitian. Dimana akan hasil atau output dari SEM-PLS dengan menggunakan menu perintah dari *Calculate PLS Bootstrapping* akan menghasilkan T Statistik seperti yang dapat diperlihatkan pada Tabel 4.10 berikut:

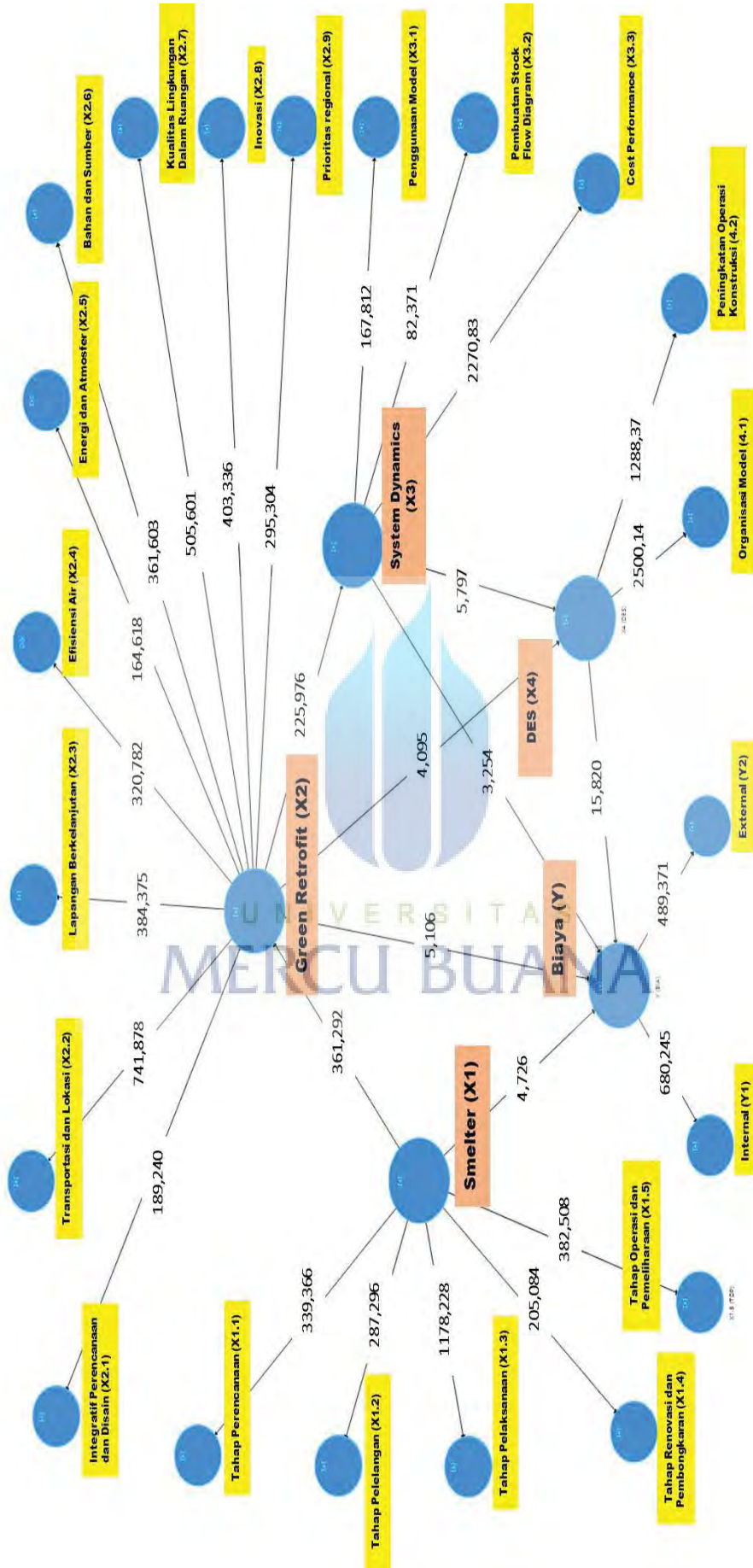
Tabel 4. 10 Nilai Path Coefficient

No	Main Factor	Original Sample (O)	T Statistics ((O/STDEV))	P Values
1	Smelter (X1) ->Tahap Perencanaan (X1.1)	0,982	339,366	0,000
2	Smelter (X1) ->Tahap Pelelangan (X1.2)	0,978	287,296	0,000
3	Smelter (X1) ->Tahap Pelaksanaan (X1.3)	0,993	1178,228	0,000
4	Smelter (X1) ->Tahap Renovasi dan Pembongkaran (X1.4)	0,973	205,084	0,000
5	Smelter (X1) ->Tahap Operasi dan Pemeliharaan (X1.5)	0,982	382,508	0,000
6	Smelter (X1) -> <i>Green Retrofitting</i> (X2)	0,980	361,292	0,000
7	Smelter (X1) -> Biaya (Y)	0,517	4,726	0,000
8	<i>Green Retrofitting</i> (X2) -> Integratif Perencanaan (X2.1)	0,967	189,240	0,000
9	<i>Green Retrofitting</i> (X2) -> Transportasi dan Lokasi (X2.2)	0,989	741,878	0,000
10	<i>Green Retrofitting</i> (X2) -> Lapangan Berkelanjutan (X2.3)	0,987	384.375	0,000
11	<i>Green Retrofitting</i> (X2) -> Efisiensi Air (X2.4)	0,976	320,782	0,000
12	<i>Green Retrofitting</i> (X2) -> Energi dan Atmosfer (X2.5)	0,956	164,618	0,000
13	<i>Green Retrofitting</i> (X2) -> Bahan dan Sumber (X2.6)	0,984	361,603	0,000
14	<i>Green Retrofitting</i> (X2) -> Kualitas Lingkungan dalam Ruangan (X2.7)	0,988	505,601	0,000
15	<i>Green Retrofitting</i> (X2) -> Inovasi (X2.8)	0,982	403,336	0,000
16	<i>Green Retrofitting</i> (X2) -> Prioritas Regional (X2.9)	0,978	295,304	0,000
17	<i>Green Retrofitting</i> (X2) -> Sistem Dinamik (X3)	0,974	225,976	0,000
18	<i>Green Retrofitting</i> (X2) -> <i>Discrete Event Simulation</i> (X4)	0,394	4,095	0,000

No	Main Factor	Original Sample (O)	T Statistics (O/STDEV)	P Values
19	<i>Green Retrofitting (X2) -> Biaya (Y)</i>	-0,427	5,106	0,000
20	Sistem Dinamik (X3) -> Penggunaan Model (X3.1)	0,961	167,812	0,000
21	Sistem Dinamik (X3) -> Pembuatan <i>Stock Flow Diagram</i> (X3.2)	0,930	82,371	0,000
22	Sistem Dinamik (X3) -> <i>Cost Performance</i> (X3.3)	0,998	2270,830	0,000
23	Sistem Dinamik (X3) -> <i>Descrete Even Simulation</i> (X4)	0,560	5,797	0,000
24	Sistem Dinamik (X3) -> Biaya (Y)	-0,185	3,254	0,000
25	<i>Descrete Even Simulation</i> (X4) -> Organisasi Model (X4.1)	0,997	2050,145	0,000
26	<i>Descrete Even Simulation</i> (X4) -> Peningkatan Operasi Konstruksi (X4.2)	0,996	1288,377	0,000
27	<i>Descrete Even Simulation</i> (X4) -> Biaya (Y)	1,050	15,820	0,000
28	Biaya (Y) -> Internal (Y1)	0,991	680,245	0,000
29	Biaya (Y) -> Eksternal (Y2)	0,987	489,371	0,000

Sumber : (Olahan Sendiri, 2023)

Sehingga akan keluar hasil atau *output* dari SEM-PLS dengan menggunakan menu perintah dari *Calculate PLS Bootstrapping* akan menghasilkan T Statistik seperti yang dapat diperlihatkan pada gambar *Path Diagram* Gambar 4.9 berikut:



Gambar 4.9 Diagram SEM P-Value dan T Statistik

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

Dari hasil olah data *bootstrapping* untuk nilai T Statistik adalah $\geq 1,96$, yang dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang *significan*.

4.5.6. Hasil Nilai *R-Square*

Nilai *R - Square* yang merupakan uji *goodness-fit-model* yang diambil dari data model tahap *Outer Loading* dan dapat dilihat pada **Tabel 4.11**.

Tabel 4.11 Hasil Nilai *R Square*

No	Main Factor	R Square	R Square Adjustment
1	<i>Cost Performance</i> (X3.3)	0,996	0,996
2	Organisasi Model (X4,1)	0,995	0,995
3	Peningkatan Operasi Konstruksi (X4.2)	0,992	0,992
4	Tahap Pelaksanaan (X1.3)	0,986	0,986
5	Biaya Internal(Y1)	0,982	0,982
6	Transportasi dan Lokasi (X2.2)	0,978	0,978
7	Biaya (Y)	0,977	0,976
8	Kualitas Lingkungan dalam Ruang (X2.7)	0,976	0,976
9	Biaya Eksternal (Y2)	0,974	0,974
10	Lapangan Berkelanjutan (X2.3)	0,903	0,973

Sumber : (Olahan Sendiri, 2023)

Dari hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa hasil dari penelitian Nilai *R Square* pengaruh secara bersama-sama terhadap Biaya (Y) adalah sebesar 0,977

dengan hasil nilai adjusted *R square* 0,976, dengan hasil tersebut maka dapat dijelaskan bahwa semua variabel bebas secara serentak berpengaruh terhadap biaya (Y) sebesar 97,7%. Oleh karena itu *Adjusted R Square* 97,6% > 50% maka berpengaruh terhadap semua variabel bebas terhadap Biaya (Y) termasuk kuat. Dan berpengaruh terhadap semua variabel bebas terhadap X1 dan X2 serta X3 termasuk moderat karena > 0,80.

4.5.7. Hasil Nilai *f*

Sedangkan Nilai dari *f Square* 0,02 sebagai nilai kecil, 0,15 sebagai nilai sedang, dan 0,35 sebagai nilai besar. Nilai kurang dari 0,02 dapat diabaikan atau dianggap tidak punya efek (Hair, Josep, 2021). Berdasarkan hasil penelitian nilai *f*² pada penelitian ini dapat dilihat pada **Table 4.12** dimana :

- Nilai *Green Retrofitting* (X2) terhadap Y adalah sedang
- Nilai *Green Retrofitting* (X2) terhadap X3 adalah besar
- Nilai Smelter (X1) terhadap X2 adalah besar
- Nilai Smelter (X1) terhadap Y adalah sedang
- Nilai Sistem Dinamis (X3) terhadap Y adalah sedang
- Rata-rata Nilai Variabel menunjukkan pengaruh antar variabel yang signifikan.

Tabel 4.12 Hasil Nilai *f*

MAIN FAKTOR	(X2)	(X2.2)	(X3.1)	(X3.2)	(Y1.1)	(X3)	(X4)	(Y)
<i>GREEN RETROFITTING</i> (X2)						18,565		0,174
SMELTER (X1)	24,224	44,959					0,078	0,107
SISTEM DINAMIK (X3)			11,962	6,429			0,158	0,065
<i>DISCRETE EVEN SIMULATION</i> (X4)								1,298
BIAYA (Y)					355,104			

Sumber : (Olahan Sendiri, 2023)

4.5.8. Faktor yang paling berpengaruh

Berdasarkan uraian yang ada diatas dari 197 faktor yang ada telah dilakukan analisa, diambil 10 faktor yang paling berpengaruh dalam peningkatan Kinerja Biaya Pengubahsuaian *Green Retrofitting* dengan *Assesment* menggunakan *Hybrid Dynamics* Model. Dari 10 faktor yang sangat berpengaruh akan diurutkan dari urutan yang terbesar. Dimana sub faktor yang sangat paling berpengaruh dapat dilihat pada **Tabel 4.13**.

Tabel 4.13 Sub Faktor yang Paling Berpengaruh

No	Sub Faktor	Nilai Original Sample	Mean	T Statistic	Terhadap R Square	
				>1,96 (p < 0,05)		
1	Inovasi	X2.8.1	0,976	0,977	240,974	0,934
2	Bahan Beremisi Rendah	X2.7.1	0,970	0,970	185,279	0,976
3	Energi Terbarukan	X2.2.16	0,970	0,970	222,124	
4	Percayaan siang hari	X2.7.7	0,969	0,969	173,814	
5	Pengurangan Penggunaan Air Dalam Ruang	X2.4.2	0,939	0,939	91,309	0,976
6	Pengelolaan Air Hujan	X2.3.4	0,922	0,922	88,328	0,974
7	Mengenali spesifikasi dan rincian proyek	X4.1.7	0,919	0,919	84,760	0,995
8	Akses ke Transit Berkualitas	X2.2.5	0,917	0,916	81,009	0,978
9	Biaya Operasi	X3.3.2	0,895	0,895	65,363	0,996
10	Gambar persetujuan desain	X1.3.16	0,865	0,863	43,177	0,986

Sumber : (Olahan Sendiri, 2023)

4.6. Analisa Studi Kasus

Dalam pembahasan ini akan diuraikan proses penerapan proses *Assesment Retrofitting* Bangunan Smelter menggunakan pedoman LEED dengan total 110 poin penilaian dengan menggunakan Hibrid Dinamik untuk meningkatkan kinerja biaya.

Proyek ini dilaksanakan dengan rencana durasi pelaksanaan adalah 210 hari, akan dilakukan pengubahsuaian menjadi bangunan gedung hijau dengan menggunakan Sistem Dinamik sebagai instrument untuk pelaksanaan *Assesment* terhadap bangunan *existing*, dengan diketahui apa saja yang akan ditingkatkan menjadi *Green Building* akan didapatkan point terkait pengubahsuaian bangunan tersebut, apakah masuk dalam kategori *Basic*, *Silver*, *Gold* atau *Platinum*. Setelah didapatkan rating terkait pengubahsuaian terhadap objek eksisting, dilakukan perhitungan RAB untuk meningkatkan Kinerja biaya.

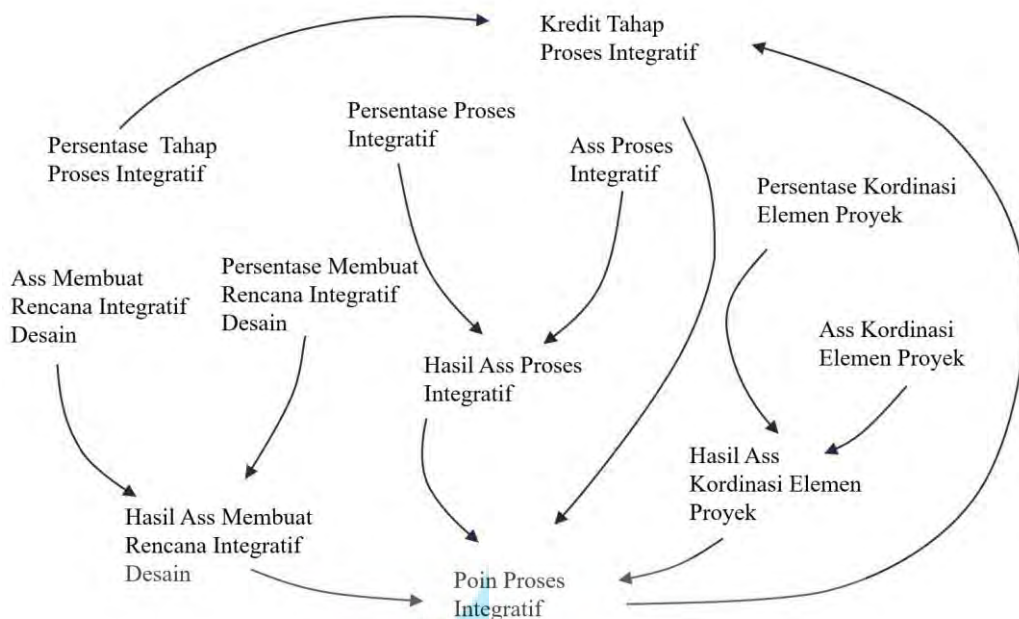
4.6.1. Model Dinamis Analisis Studi Kasus

Dalam tahap ini dilakukan implementasi sistem dinamik pada pelaksanaan assessmen *retrofitting* Bangunan Smelter, untuk menjawab pertanyaan penelitian 2 (RQ2) yaitu Bagaimana mengimplementasikan permodelan *Green Retrofitting* menggunakan Sistem Hibrid Dinamik pada Bangunan Smelter.

4.6.2. Model Secara Konseptual dan Penerapan

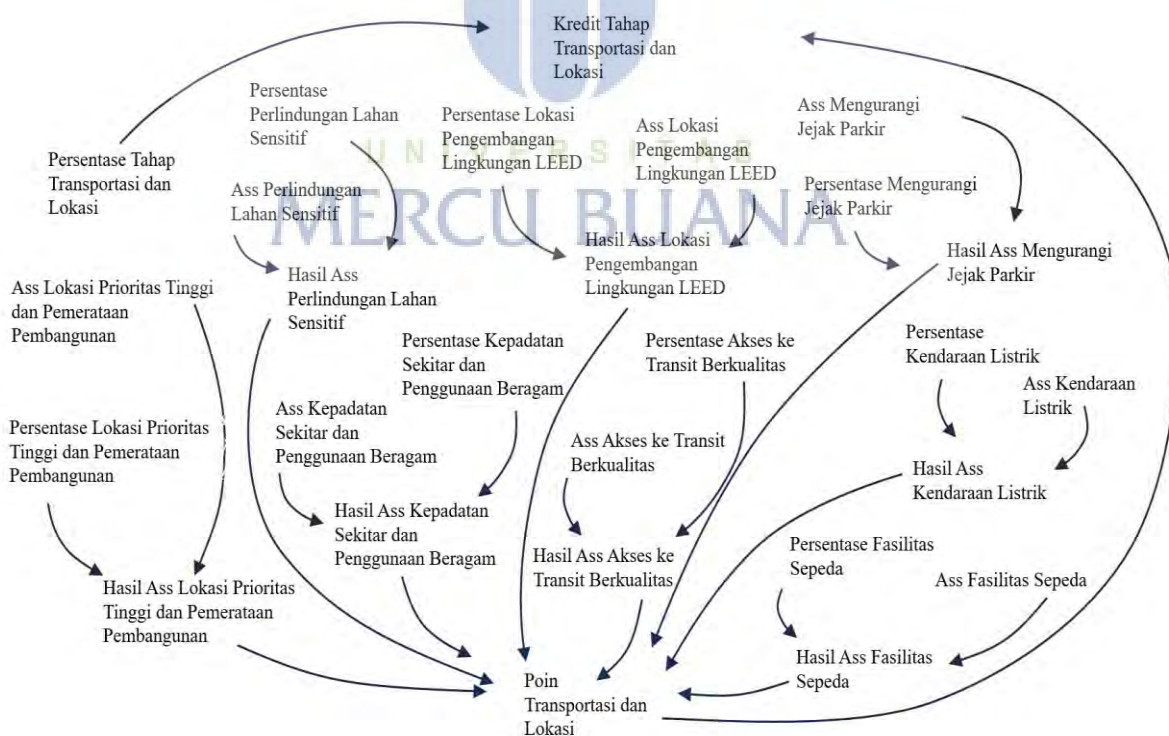
Pemahaman tentang sistem ini disajikan dengan tujuan untuk mendapatkan gambaran umum dari model yang akan dibuat. Langkah ini dimulai dengan mengidentifikasi komponen penting yang relevan untuk disimulasikan dalam model dan menentukan batasan model. Komponen-komponen ini kemudian dihubungkan bersama menggunakan diagram lingkaran sebab akibat. *Causal loop* diagram akan menjelaskan bagaimana cara kerja system yang dibuat. *Causal loop* diagram akan menjelaskan cara kerja system yang dibuat. *Causal loop* diagram akan memperlihatkan bagaimana hubungan antar variable-variabel bekerja dengan membentuk suatu sistem yang dapat menggambarkan hubungan antara *variable independen* yang sudah ditentukan yaitu Bangunan Smelter, *Green Retrofitting*, serta *System Hybrid Dynamics*.

Dari hasil running pemodelan dengan menggunakan software Powersim studio 10 versi akademik, didapatkan *Clausal Loop Diagram* hasil seperti terlihat pada **Gambar 4.10** sampai dengan **Gambar 4.18**



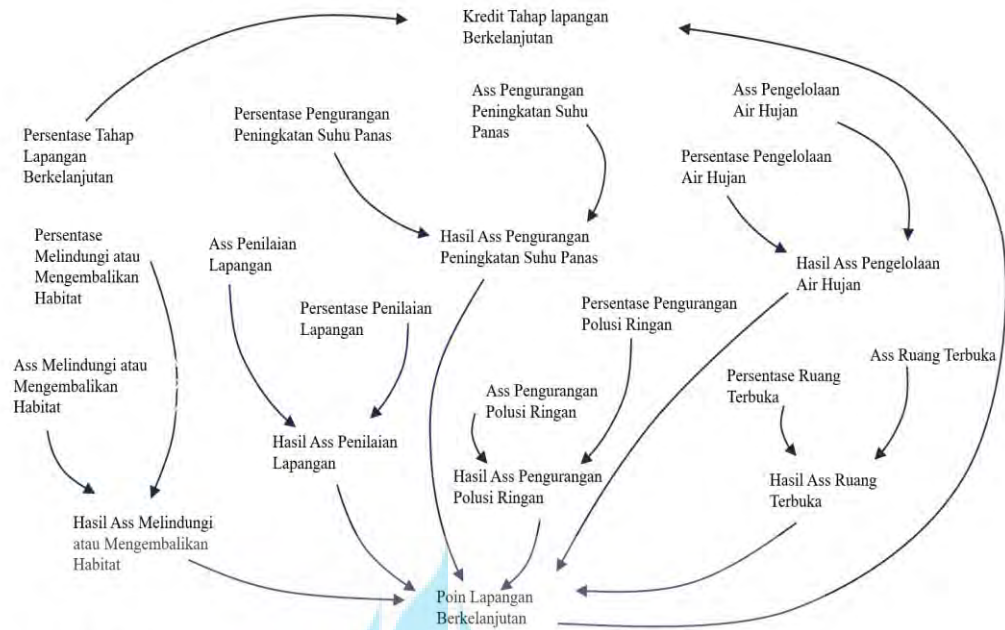
Gambar 4.10 CLD Asesmen Proses Integratif

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)



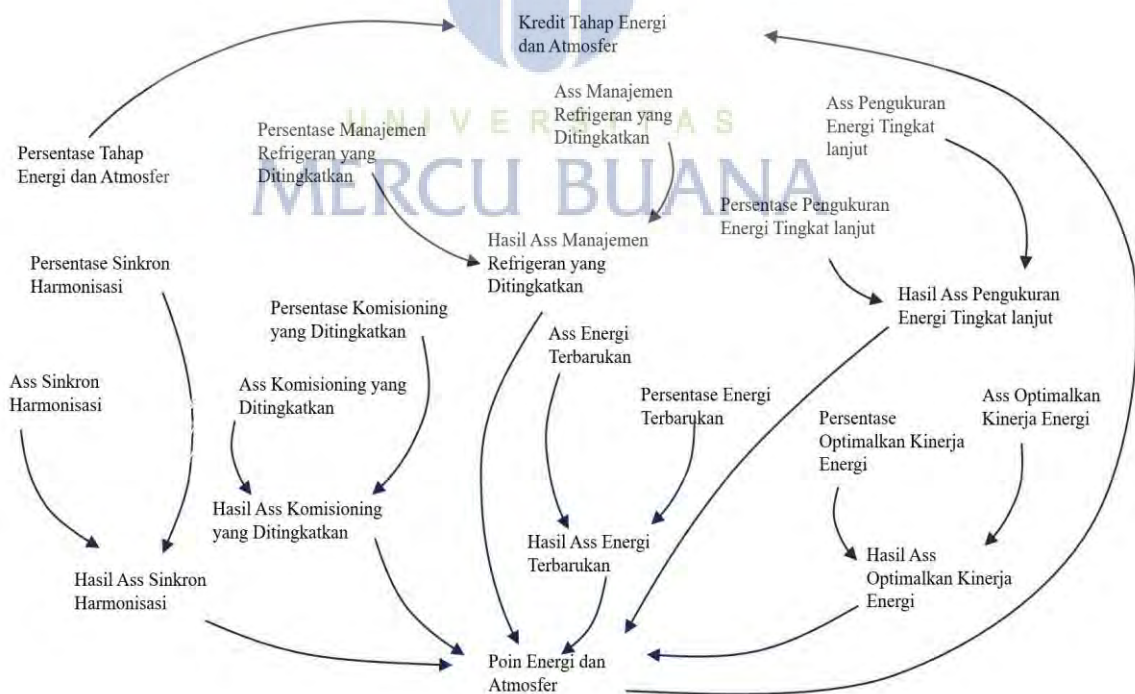
Gambar 4.11 CLD Asesmen Transportasi dan Lokasi

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)



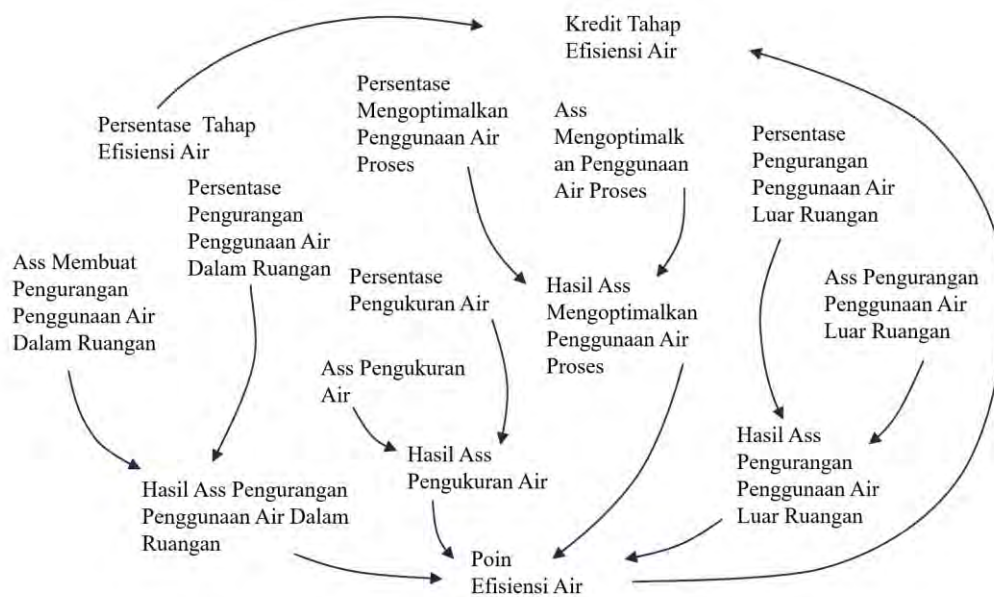
Gambar 4.12 CLD Asesmen Lapangan Berkelanjutan

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)



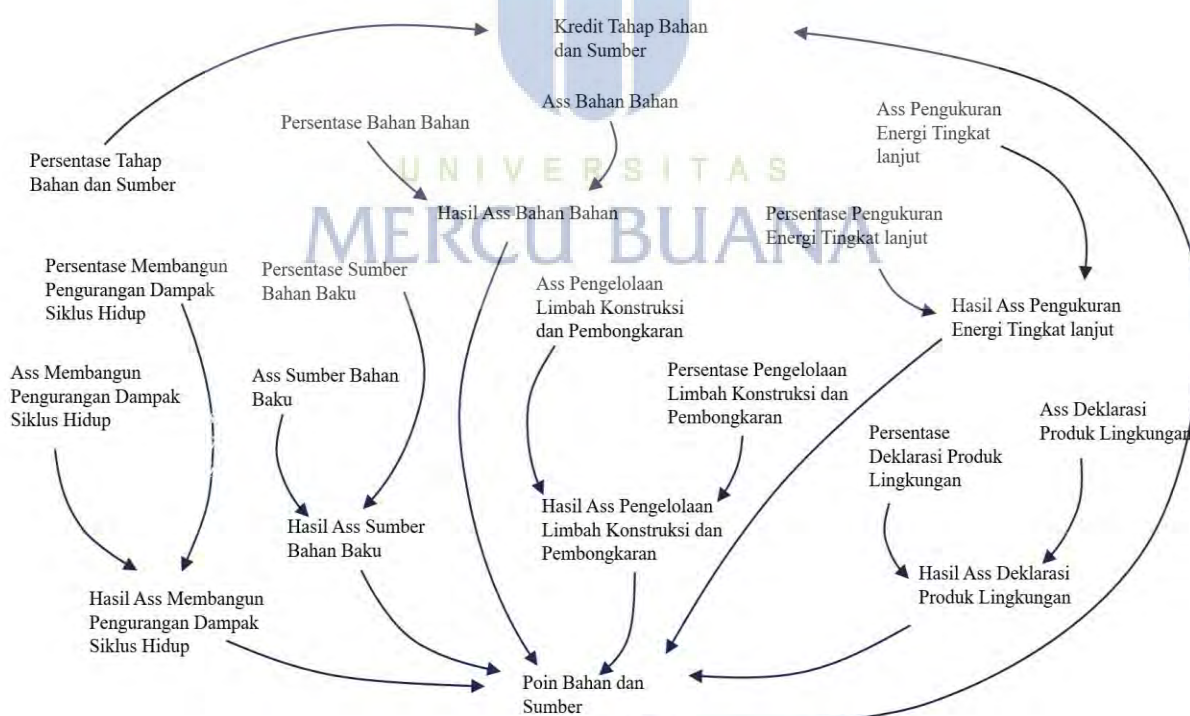
Gambar 4.13 CLD Asesmen Energi dan Atmosfer

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)



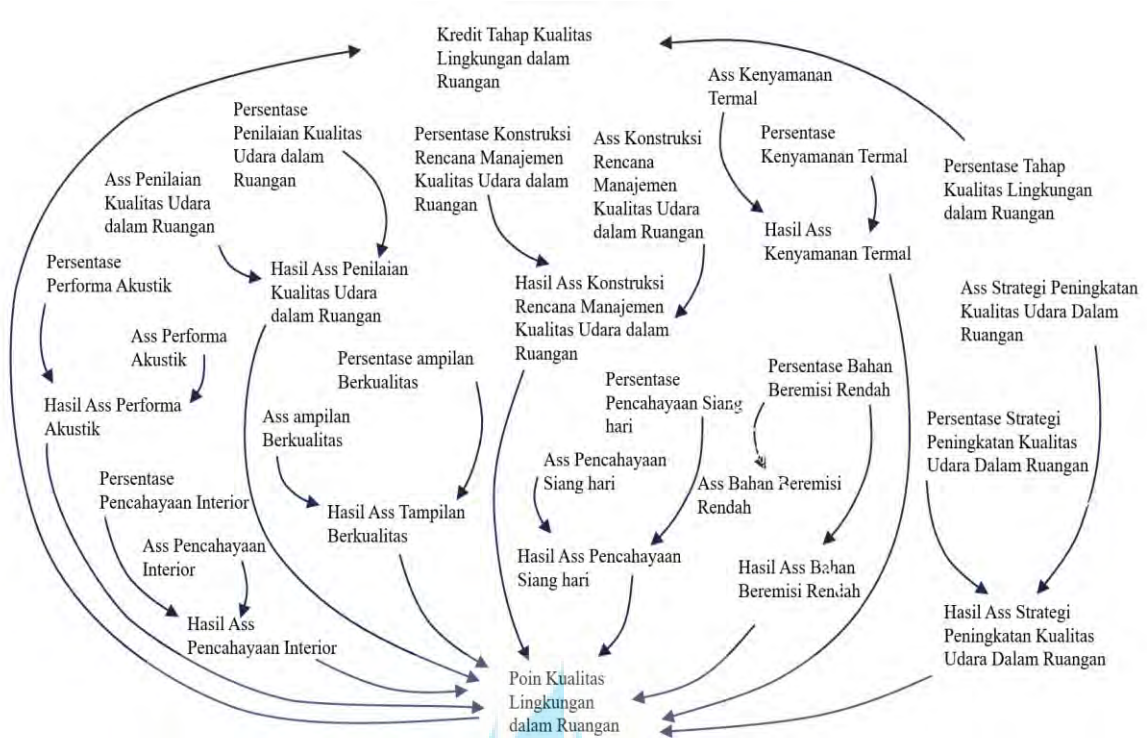
Gambar 4.14 CLD Asesmen Efisiensi Air

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)



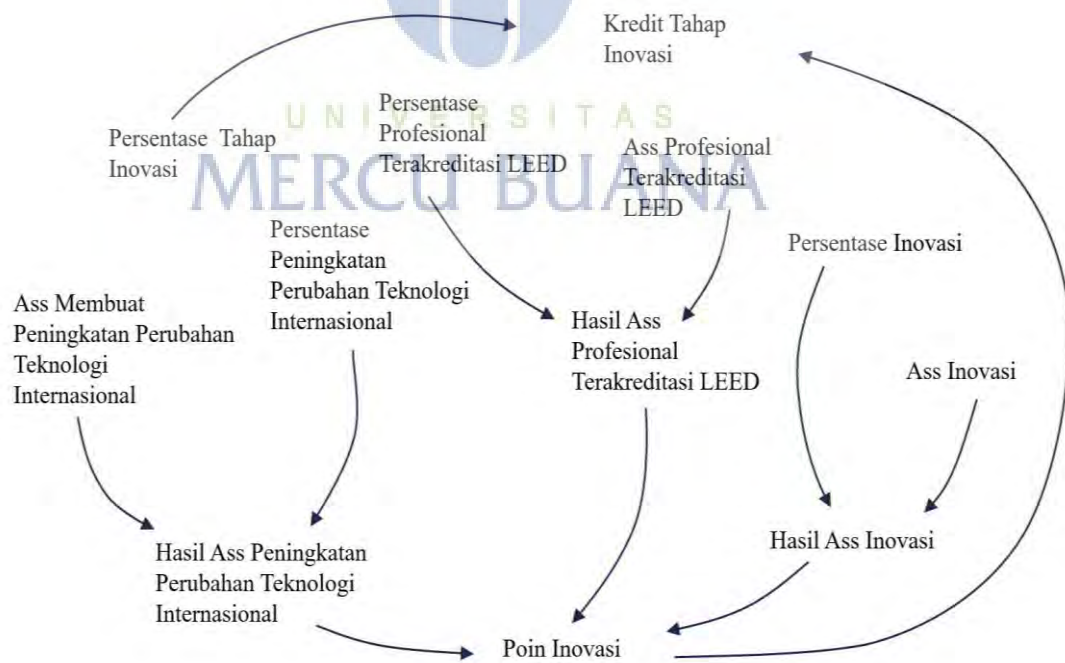
Gambar 4.15 CLD Asesmen Bahan dan Sumber

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)



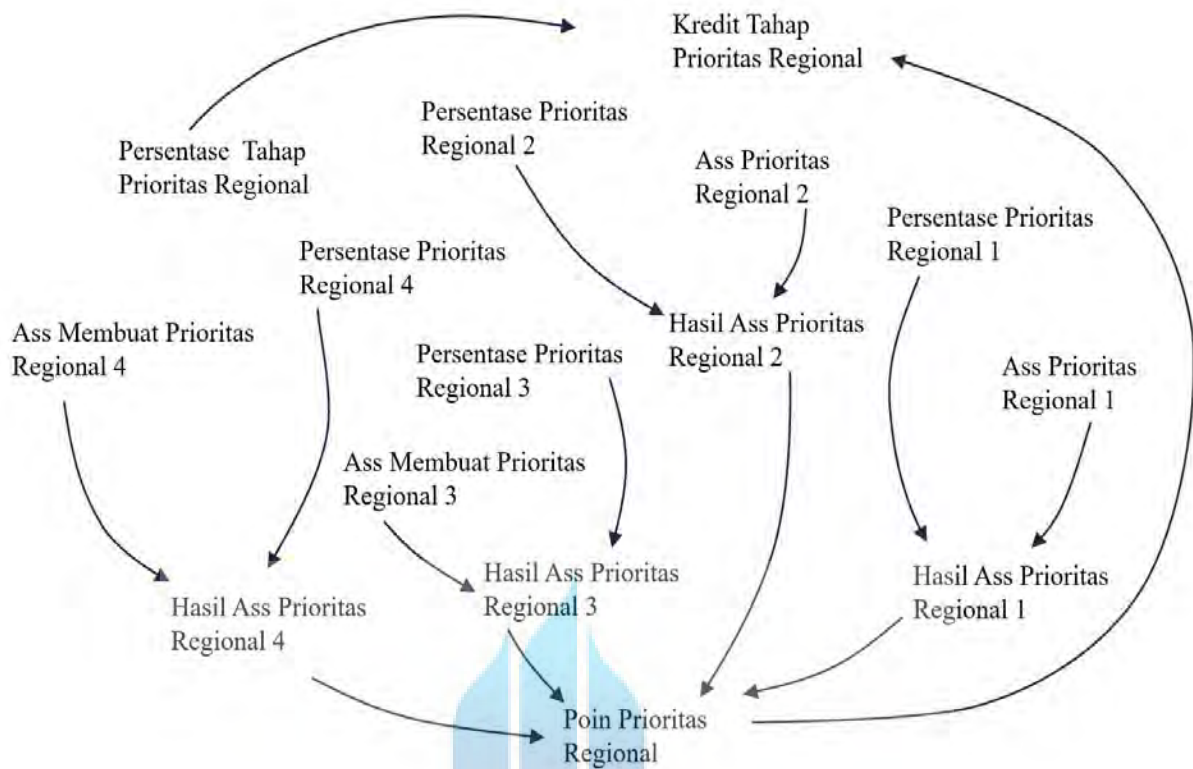
Gambar 4.16 CLD Asesmen Kualitas Lingkungan dalam Ruang

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)



Gambar 4.17 CLD Asesmen Inovasi

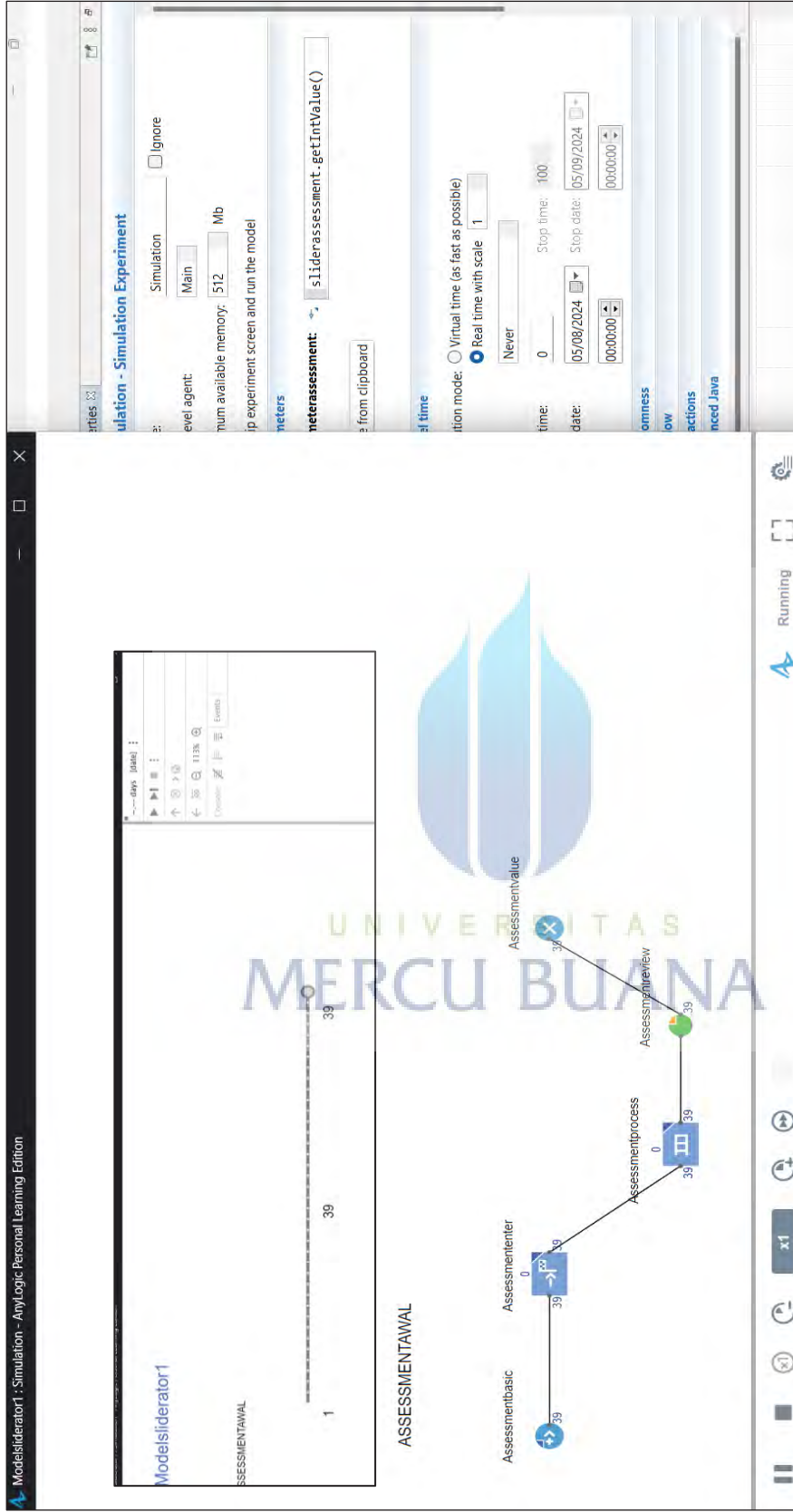
Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)



Gambar 4.18 CLD Asesmen Prioritas Regional

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

Stock flow diagram dalam pemodelan sistem dinamik dibuat pada tahap selesainya melakukan konsep terhadap model. Setiap variabel didapatkan dalam besaran tertentu. Variabel dalam simulasi sistem dinamik digambarkan dalam simbol-simbol. Pada pemodelan dengan menggunakan sistem dinamik, *stock flow* diagram merupakan gambaran dari struktur secara fisik. *Stock* adalah jumlah total yang dapat bertambah dan/atau berkurang. Sedangkan *flow* merupakan proses aliran yang mengakibatkan/menyebabkan *stock* dapat berubah meningkat atau berubah berkurang pada gambar *stock flow* diagram dapat menunjukkan interaksi antar variabel yang berpengaruh akan kinerja biaya pada proyek *Retrofitting* Bangunan Smelter eksisting. Berikut ini gambaran SFD *Assessment* dengan menggunakan pedoman LEED seperti terlihat pada **Gambar 4.19** sampai dengan **Gambar 4.26**.



Gambar 4.26 Asesmen Slider hybrid dengan DES software AnyLogic 8.8.5

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

Adapun pengoperasian untuk asesmen ini menggunakan alat *active tools for creating a slider* yang secara hybrid antara program Powersim 10 untuk System Dynamics dan program Anylogic untuk DES agar mempermudah pengoperasian asesmen dengan mengikat konstanta asesmen dan memainkan persentase variabel untuk setiap tingkat asesmen. Sedangkan untuk tabel asesmen hasil penilaian mandiri dapat dilihat dalam lampiran.

Berikut ini tabel asesmen berdasarkan pedoman LEED yang telah dilakukan secara mandiri seperti terlihat pada **Tabel 4.14**.

Tabel 4.14 Green Retrofitting Assessment Bangunan Smelter dengan LEED.

CODE	PARAMETER	KREDIT	ASESMEN AWAL		BASIC		SILVER		GOLD		PLATINUM	
					(40-49)		(50-59)		(60-79)		(80-110)	
A	Proses Integratif	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1
X2.1.1	Membuat rencana Integratif desain	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
X2.1.2	Kordinasi elemen proyek	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1
X2.1.3	Proses Integratif	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0

CODE	PARAMETER	KREDIT	ASESMEN AWAL		BASIC		SILVER		GOLD		PLATINUM	
					(40-49)		(50-59)		(60-79)		(80-110)	
B	Transportasi dan Lokasi	16	50%	8	62,5%	10	62,5%	10	62,5%	10	62,5%	10
X2.2.1	Lokasi Pengembangan Lingkungan LEED	16	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
X2.2.2	Perlindungan Lahan Sensitif	1	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
X2.2.3	Lokasi Prioritas Tinggi dan Pemerataan Pembangunan	2	50%	1	50%	1	50%	1	50%	1	50%	1
X2.2.4	Kepadatan Sekitar dan	5	60%	3	80%	4	80%	4	80%	4	80%	4

	Penggunaan Beragam											
X2.2.5	Akses ke Transit Berkualitas	5	60%	3	80%	4	80%	4	80%	4	80%	4
X2.2.6	Fasilitas Sepeda	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1

CODE	PARAMETER	KRE DIT	ASESMEN AWAL		BASIC		SILVER		GOLD		PLATINUM	
					(40-49)		(50-59)		(60-79)		(80-110)	
B	Transportasi dan Lokasi											
X2.2.7	Mengurangi Jejak Parkir	1	0%	0	0%	0	100%	1	100%	1	100%	1
X2.2.8	Kendaraan elektrik	1	0%	0	0%	0	0%	0	100%	1	100%	1

CODE	PARAMETER	KRE DIT	ASESMEN AWAL		BASIC		SILVER		GOLD		PLATINUM	
					(40-49)		(50-59)		(60-79)		(80-110)	
C	Lapangan Berkelanjutan	10	50%	5	50%	5	60%	6	60%	6	80%	8
X2.3.1	Penilaian Lapangan	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1
X2.3.2	Melindungi atau Mengembalikan Habitat	2	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
X2.3.3	Ruang Terbuka	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1
X2.3.4	Pengelolaan Air Hujan	3	33%	1	33%	1	67%	2	67%	2	100%	3
X2.3.5	Pengurangan Peningkatan Suhu Panas	2	50%	1	50%	1	50%	1	50%	1	100%	2
X2.3.6	Pengurangan Polusi Ringan	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1

CODE	PARAMETER	KRE DIT	ASESMEN AWAL		BASIC		SILVER		GOLD		PLATINUM	
					(40-49)		(50-59)		(60-79)		(80-110)	
D	Efisiensi Air	11	45,5%	5	54,5%	6	63,6%	7	81,8%	9	90,9%	10
X2.4.1	Pengurangan Penggunaan Air Luar Ruangan	2	50%	1	50%	1	50%	1	50%	1	100%	2

X2.4.2	Pengurangan Penggunaan Air Dalam Ruangan	6	17%	1	33%	2	50%	3	83%	5	83%	5
X2.4.3	Mengoptimalkan Penggunaan Air Proses	2	100%	2	100%	2	100%	2	100%	2	100%	2
X2.4.4	Pengukuran Air	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1

CODE	PARAMETER	KRE DIT	ASESMEN AWAL		BASIC		SILVER		GOLD		PLATINUM	
					(40-49)		(50-59)		(60-79)		(80-110)	
E	Energi dan Atmosfer	33	27,3%	9	39,4%	13	57,6%	19	84,8%	28	90,9%	30
X2.5.1	Komisioning yang Ditingkatkan	6	33%	2	50%	3	50%	3	100%	6	100%	6
X2.5.2	Optimalkan Kinerja Energi	18	17%	3	33%	6	56%	10	89%	16	100%	18
X2.5.3	Pengukuran Energi Tingkat Lanjut	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1
X2.5.4	Sinkron Harmonisasi	2	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
X2.5.5	Energi Terbarukan	5	40%	2	40%	2	80%	4	80%	4	80%	4
X2.5.6	Manajemen Refrigeran yang Ditingkatkan	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1

CODE	PARAMETER	KRE DIT	ASESMEN AWAL		BASIC		SILVER		GOLD		PLATINUM	
					(40-49)		(50-59)		(60-79)		(80-110)	
F	Bahan dan Sumber-Sumber	13	38,5%	5	46,2%	6	46,2%	6	53,8%	7	69,2%	9
X2.6.1	Membangun Pengurangan Dampak Siklus Hidup	5	20%	1	40%	2	40%	2	60%	3	60%	3
X2.6.2	Deklarasi Produk Lingkungan	2	50%	1	50%	1	50%	1	50%	1	50%	1

X2.6.3	Sumber Bahan Baku	2	50%	1	50%	1	50%	1	50%	1	100%	2
X2.6.4	Bahan Bahan	2	50%	1	50%	1	50%	1	50%	1	50%	1
X2.6.5	Pengelolaan Limbah Konstruksi dan Pembongkaran	2	50%	1	50%	1	50%	1	50%	1	100%	2

CODE	PARAMETER	KREDIT	ASESMEN AWAL		BASIC		SILVER		GOLD		PLATINUM	
					(40-49)		(50-59)		(60-79)		(80-110)	
G	Kualitas Lingkungan dalam Ruangan	16	37,5%	6	37,5%	6	37,5%	6	56,25%	9	68,75%	11
X2.7.1	Strategi Peningkatan Kualitas Udara Dalam Ruangan	3	33%	1	33%	1	33%	1	33%	1	67%	2
X2.7.2	Bahan Beremisi Rendah	1	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
X2.7.3	Konstruksi Rencana Manajemen Kualitas Udara dalam Ruangan	2	50%	1	50%	1	50%	1	50%	1	50%	1
X2.7.4	Penilaian Kualitas Udara dalam Ruangan	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1
X2.7.5	Kenyamanan Termal	2	50%	1	50%	1	50%	1	50%	1	50%	1
X2.7.6	Pencahayaannya Interior	3	33%	1	33%	1	33%	1	67%	2	100%	3
X2.7.7	Pencahayaannya Siang Hari	1	0%	0	0%	0	0%	0	100%	1	100%	1
X2.7.8	Tampilan Berkualitas	1	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
X2.7.9	Performa Akustik	3	33%	1	33%	1	33%	1	33%	1	67%	2

CODE	PARAMETER	KRE DIT	ASESMEN AWAL		BASIC		SILVER		GOLD		PLATINUM	
					(40-49)		(50-59)		(60-79)		(80-110)	
H	Inovasi	6	0%	0	0%	0	33,33%	2	50%	3	83,33%	5
X2.8.1	Inovasi	5	0%	0	0%	0	40%	2	60%	3	100%	5
X2.8.2	Profesional Terakreditasi LEED	1	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
X2.8.3	Peningkatan Perubahan Teknologi Internasional	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0

CODE	PARAMETER	KRE DIT	ASESMEN AWAL		BASIC		SILVER		GOLD		PLATINUM	
					(40-49)		(50-59)		(60-79)		(80-110)	
I	Prioritas Regional	4	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
X2.9.1	Prioritas Regional, Spesifik Kredit 1	1	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
X2.9.2	Prioritas Regional, Spesifik Kredit 2	1	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
X2.9.3	Prioritas Regional, Spesifik Kredit 3	1	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
X2.9.4	Prioritas Regional, Spesifik Kredit 4	1	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

Selanjutnya pembahasan terkait item deskripsi setelah asesmen telah selesai diproses menggunakan sistem dinamik. Dan untuk meringkas penulisan, peneliti hanya akan menampilkan resume dari tahap pemodelan. Tabel Rencana Anggaran Biaya diperlukan untuk menunjukkan proses dari pengolahan data.

4.6.2.1. Pekerjaan RAB Non Bangunan *Green Retrofitting* (BGR)

Setelah tahapan seperti yang dijelaskan pada diagram proses implementasi dan penjelasannya. Didapat resume dengan tampilan seperti dalam **Tabel 4.15** untuk detail resume dimana kepadatan sekitar dan pembangunan beragam dengan biaya awal Rp. 197.954.300 serta Akses ke Transit Berkualitas

sebesar Rp. 439.430.450 untuk kedua item ini mewakili Transportasi dan Lokasi dapat dilihat pada **Gambar 4.27**. Sedangkan untuk Pengelolaan Air Hujan memiliki nilai sebesar Rp. 838.317.400 dan Pengurangan Peningkatan Suhu Panas sebesar Rp. 185.704.000. dan Pengurangan Penggunaan Air Dalam Ruangan sebesar Rp. 132.632.200. Untuk Energi Terbarukan memiliki nilai resume biaya sebesar Rp. 4.637.668.000 untuk tampak dapat dilihat pada **Gambar 4.28**. Item Membangun Pengurangan Dampak Siklus Hidup Rp. 185.000.000. Sumber bahan baku dengan nilai resume Rp. 1.244.600.000. Sedangkan Strategi Peningkatan Kualitas Udara Dalam Ruangan dengan biaya Rp. 160.704.000. Nilai Pencahayaan Siang Hari dengan harga Rp. 68.048.300. dan biaya Inovasi dalam desain inovasi sebesar Rp. 86.000.000. Sehingga total resume harga detail pekerjaan *improvement* atas hasil asesmen menjadi Rp. 8.176.058.650.



(a)

(b)

Gambar 4.27 Akses ke transit berkualitas. (a) akses dengan kanopi, (b) Fasilitas Halte



Gambar 4.28 Penggunaan energi terbarukan Solar Panel di atas bangunan

4.6.2.2. Pekerjaan RAB Menjadi Bangunan *Green Retrofitting*

Analisa RAB menjadi Bangunan Gedung Hijau ini, didapat resume dengan tampilan seperti dalam **Tabel 4.15** untuk detail Item masing-masing peringkat yaitu *Basic*, *Silver*, *Gold* dan *Platinum*. Sehingga total resume harga detail pekerjaan *improvement* atas hasil asesmen *Basic* menjadi Rp. 8.732.258.650 dengan selisih sebesar 6,80% terhadap biaya non BGR. hasil asesmen *Silver* menjadi Rp. 9.157.224.250 dengan selisih sebesar 10,71% terhadap biaya non BGR, hasil asesmen *Gold* menjadi Rp. 9.239.371.750 dengan selisih sebesar 11,51% terhadap biaya non BGR, dan terakhir hasil asesmen *Platinum* menjadi Rp. 9.480.742.750 dengan selisih sebesar 13,76% terhadap biaya non BGR.

4.6.2.3. Pekerjaan RAB Menjadi BGR dengan Hybrid System Dynamics

Analisa RAB menjadi Bangunan *Green Retrofitting* ini, didapat resume dengan tampilan seperti dalam **Tabel 4.16** untuk detail Item masing-masing peringkat yaitu *Basic*, *Silver*, *Gold* dan *Platinum*. Sehingga total resume harga detail pekerjaan *improvement* atas hasil asesmen *Basic* menjadi Rp. 8.532.742.922 dengan selisih sebesar 2,38% terhadap biaya non BGR. hasil asesmen *Silver* menjadi Rp. 8.892.724.314 dengan selisih sebesar 2,86% terhadap biaya non BGR, hasil asesmen *Gold* menjadi Rp. 8.895.745.968 dengan selisih sebesar 3,75% terhadap biaya non BGR, dan terakhir hasil asesmen *Platinum* menjadi Rp. 9.112.860.118 dengan selisih sebesar 3,88% terhadap biaya awal non BGR.

Tabel 4.15 Rencana Anggaran Biaya sub item pekerjaan

NO	IMPROVEMENT HASIL ASSESSMENT	RENCANA ANGGARAN BIAYA MENJADI (GR)			RENCANA ANGGARAN BIAYA (GR) DENGAN HYBRID DYNAMICS				
		BASIC	SILVER	GOLD	PLATINUM	BASIC	SILVER	GOLD	PLATINUM
		RENCANA ANGGARAN BIAYA NON GREEN RETROFITTING (GR)							
1	Kepadatan Sekitar dan Penggunaan Beragam	197,954,300	276,654,300,00	276,654,300,00	276,654,300,00	204,681,585	268,354,671	268,354,671	268,354,671
2	Akses ke Transit Berkualitas	439,430,450	871,477,950	1,153,077,950	1,153,077,950	702,458,928	1,118,485,612	1,118,485,612	1,118,485,612
3	Pengelolaan Air Hujan	838,317,400	988,317,400	988,317,400	1,033,217,400	799,485,660	958,667,878	1,002,220,878	1,002,220,878
4	Pengurangan Peningkatan Suhu Panas	185,704,000	210,704,000	210,704,000	267,840,000,00	200,168,800	204,382,880	259,804,800	259,804,800
5	Pengurangan Penggunaan Air Luar Ruangan	-	-	-	77,150,000	-	-	74,835,500	74,835,500
6	Pengurangan Penggunaan Air Dalam Ruangan	132,632,200	132,632,200	132,632,200	179,426,400	126,000,590	128,653,234	174,043,608	174,043,608
7	Komisioning yang Ditingkatkan	Include Point 3	Include Point 3	Include Point 3	Include Point 3	Include Point 3	Include Point 3	Include Point 3	Include Point 3
8	Optimalkan Kinerja Energi	Include Point 5	Include Point 5	Include Point 5	Include Point 5	Include Point 5	Include Point 5	Include Point 5	Include Point 5
9	Energi Terbarukan	4,637,668,000	4,887,168,000	4,887,168,000	4,887,168,000	4,593,914,640	4,740,552,960	4,740,552,960	4,740,552,960
10	Membangun Pengurangan Dampak Siklus Hidup	185,000,000	216,000,000	221,250,000	221,250,000	205,200,000	214,612,500	214,612,500	214,612,500
11	Sumber Bahan Baku	1,244,600,000	1,277,050,000	1,413,000,200	1,413,000,200	1,245,123,750	1,370,610,194	1,370,610,194	1,370,610,194
12	Pengelolaan Limbah Konstruksi dan Pembongkaran	-	-	-	342,078,000	-	-	331,815,660	331,815,660
13	Strategi Peningkatan Kualitas Udara Dalam Ruangan	160,704,000	160,704,000	267,840,000	267,840,000	156,686,400	155,882,880	259,804,800	259,804,800
14	Bahan Beremisi Rendah	-	-	-	Include Point 7	-	-	Include Point 7	Include Point 7
15	Pencapaian Siang Hari	68,048,300	93,048,300	251,353,900	300,881,500	88,395,885	243,813,283	291,855,055	291,855,055
16	Inovasi	86,000,000	111,250,000	161,250,000	206,500,000	105,687,500	156,412,500	200,305,000	200,305,000
	TOTAL	IDR 8.176.058.650	IDR 8.732.258.650	IDR 9.963.247.950	IDR 10.626.083.750	IDR 8.427.803.738	IDR 9.010.593.598	IDR 9.664.350.512	IDR 10.307.301.238

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

Tabel 4.16 Rencana Anggaran Biaya Implementasi Green Retrofitting dengan Sistem Hybrid Dynamics

NO	ITEM PEKERJAAN	RENCANA ANGGARAN BIAYA NON GREEN RETROFITTING	RENCANA ANGGARAN BIAYA MENJADI (GR)				RENCANA ANGGARAN BIAYA (GR) DENGAN HYBRID DYNAMICS			
			BASIC	SILVER	GOLD	PLATINUM	BASIC	SILVER	GOLD	PLATINUM
1	NILAI PAKET PEKERJAAN STRUCTURE	185,000,000	216,000,000	216,000,000	221,250,000	218,857,658	226,834,859	224,667,549	232,291,010	
2	NILAI PAKET PEKERJAAN ARSITEKTUR	625,134,450	950,134,450	977,031,950	1,141,252,950	911,351,382	971,160,242	1,001,574,448	1,024,993,121	
3	NILAI PAKET PEKERJAAN MECH. ELEKTRIKAL	5,950,316,300	6,057,766,300	6,321,531,900	6,321,531,900	5,866,664,633	6,080,500,269	6,022,403,673	6,170,437,400	
4	NILAI PAKET PEKERJAAN LANDSCAPE	197,954,300	215,454,300	276,654,300	276,654,300	215,321,788	248,548,492	246,173,717	251,929,716	
5	NILAI PAKET PEKERJAAN TATA UDARA	160,704,000	160,704,000	160,704,000	160,704,000	163,882,817	169,856,226	196,272,209	200,861,418	
6	NILAI PAKET PEKERJAAN PLUMBING	970,949,600	1,020,949,600	1,120,949,600	1,198,099,600	1,026,221,964	1,063,627,004	1,058,298,444	1,085,639,597	
7	NILAI PAKET DESAIN INOVASI, KONSULTASI & PERIZINAN	86,000,000	111,250,000	161,250,000	161,250,000	130,442,682	135,197,223	143,355,928	146,707,856	
	NILAI TOTAL PROYEK	IDR 8,176,058,650	IDR 8,732,258,650	IDR 9,157,224,250	IDR 9,480,742,750	IDR 8,532,742,922	IDR 8,895,724,314	IDR 8,892,745,968	IDR 9,112,860,118	
	SELISIH		IDR 556,200,000	IDR 981,165,600	IDR 1,304,684,100	IDR 199,515,728	IDR 261,499,936	IDR 346,625,782	IDR 367,882,632	
	PERSENTASE PENINGKATAN BIAYA TERHADAP BIAYA AWAL		6.4%	10.71%	11.51%	2.28%	2.86%	3.75%	3.88%	
	ASSESSMENT		BASIC	SILVER	GOLD	PLATINUM				
	PERSENTASE BIAYA GREEN RETROFITTING		6.4%	10.71%	11.51%	13.76%				
	PERSENTASE BIAYA GR DENGAN HYBRID DYNAMICS		2.28%	2.86%	3.75%	3.88%				
			8,532,742,922	8,895,724,314	8,892,745,968	9,112,860,118				

Biaya Green Retrofitting Basic dengan persentase 6,4% terdapat efisiensi sebesar 2,28% dengan metode Hybrid Dynamics, begitu pun untuk Silver, Gold dan Platinum seperti pada tabel di atas.

Sumber: (Olahan Sendiri, 2023)

4.7. Pembahasan Temuan Penelitian

Dalam pembahasan ini akan diuraikan hasil penerapan proses *Assessment Retrofitting* Bangunan Smelter menggunakan pedoman LEED dengan Asesmen kategori *Basic*, *Silver*, *Gold*, dan *Platinum*, serta fakto-faktor yang paling berpengaruh dengan menggunakan Hibrid Dinamik untuk meningkatkan kinerja biaya.

4.7.1. Temuan Utama

Hasil dari 10 faktor yang berpengaruh dalam implementasi *green retrofitting* Bangunan Smelter Tembaga dengan menggunakan Metode *Hybrid Dynamics* dan pedoman asesmen *sustainable green* yaitu LEED terhadap kinerja biaya *green* (dengan *Tools* SEM-PLS) adalah; *Cost Performance*, Organisasi Model, Peningkatan Operasi Konstruksi, Tahap Pelaksanaan, Biaya Internal, Transportasi dan Lokasi, Biaya, Kualitas Lingkungan dalam Ruang, Biaya Eksternal, dan Lapangan Berkelanjutan. *Assessment Retrofitting* Bangunan Smelter menggunakan pedoman LEED menghasilkan nilai yaitu kategori *Basic* sebesar 2,28%, *Silver* sebesar 2,86%, *Gold* sebesar 3,75%, dan *Platinum* sebesar 3,88%, yang adalah sebuah penghematan, dari hasil kinerja biaya *green* terhadap biaya *green retrofitting* yang mahal.

4.7.2. Perbedaan Temuan Utama dengan Temuan Sebelumnya

Perbedaan penelitian ini dari penelitian sebelumnya (Penamora et al., 2008) sebesar 4,02% sampai dengan 4,25% pengurangan biaya sedangkan dengan tingkat efisiensi saat ini yang mencapai 3,88% untuk tingkat *Platinum* yang memang masih dibawah dari efisiensi penelitian sebelumnya yaitu. Juga terhadap dalam penelitian (Kim et al., 2014) dimana biaya untuk meningkatkan bangunan *existing* ke *green building* berkisar 10,77% dari biaya awal. Hasil penelitian ini jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya terkait penerapan *green retrofitting* dengan obyek penelitian yang berbeda yaitu beberapa faktor yang paling berpengaruh diantaranya adalah terkait efisiensi energi dan air, serta penggunaan bahan dan sumber yang dapat mengoptimalkan kinerja biaya (Husin, Priyawan, et al., 2023). Begitu pula dengan perbedaan Lokasi dan

Transportasi yang mana fasilitas dan kenyamanan bagi pengguna dari dan menuju bangunan di Smelter ini mejadikan faktor yang sangat bagus untuk keberlangsungan lingkungan dan penggunaannya.

4.7.3. Implikasi Penulisan Ini dengan Manajemen Konstruksi

Kontribusi dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak untuk ilmu manajemen. Dengan mendapatkan hasil faktor-faktor yang berpengaruh dalam implementasi *green retrofitting* Bangunan Smelter Tembaga dengan menggunakan Metode *Hybrid Dynamics* dan pedoman asesmen LEED terhadap kinerja biaya *green* (dengan *Tools* SEM-PLS) peneliti dapat menunjukkan bahwa terdapat hasil yang menunjukkan adanya penghematan biaya dari penelitian ini. Sehingga diharapkan adanya penelitian lanjut dengan menggunakan pedoman asesmen berbeda sehingga dapat dibandingkan dengan penelitian ini. Dan bagi pemangku kepentingan dan kepada pengusaha Smelter penelitian ini bisa menjadi referensi dalam pengukuran sejauh mana biaya *green retrofitting* dapat diterapkan demi tujuan mulia pembangunan berkelanjutan *Sustainable Development Goals* (SDGs). Juga terhadap kemudahan secara otomatisasi dengan penggunaan alat slider dalam *System Hybrid Dynamics* sebagai asesmen konstruksi hijau. Diharapkan dalam pelaksanaannya dapat mengurangi kecurangan dalam asesmen *green* yang dilakukan secara manual.

4.7.4. Keterbatasan dalam Penelitian Ini

Pertama, keterbatasan dalam penelitian ini mencakup kendala data yang diambil dari responden yang belum mengenal ataupun mengetahui dengan jelas akan obyek penelitian, metode, konsep serta pedoman asesmen yang digunakan dan diajukan oleh peneliti pada saat kuesioner. Kedua, keterbatasan lain adalah waktu yang begitu pendek sehingga apa yang dipelajari oleh penulis dalam menggunakan *tools* baik itu statistik maupun metode *Hybrid Dynamics* dibutuhkan ekstra literatur baik itu lewat *e-book*, *web-site tools*, serta lewat bantuan peneliti sebelumnya.