
Model Forensic Assesment Struktur Pendekatan Building Information Modelling (BIM) pada Gedung Creative Centre Tasikmalaya

Aditya Setiawan¹

Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Universitas Narotama Surabaya

E-mail: adits.un2021@gmail.com

Ronny Durrotun Nasihien²

Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Universitas Narotama Surabaya

E-mail: ronny.durrotun@narotama.ac.id

Abstrak

Gedung Creative Center dibangun untuk mendukung, bakat dan kreatifitas Gen Milenial di kota Tasikmalaya. Struktur gedung mempunyai masalah yang berkaitan dengan degradasi material beton. Tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan bangunan menggunakan konsep BIM, hasil kondisi struktur eksisting dengan metode Non Destructive Test, hasil volume beton pada struktur eksisting dengan bantuan software Revit, mengintegrasikan proses Forensik Asesmen bangunan ke dalam proses perencanaan yang terintegrasi dalam sistem BIM, untuk pengujian di lapangan menggunakan metode NDT berupa hammer tes, Ultrasonic Pulse Velocity tes dan Rebbar Tes. Proses yang dimaksud adalah mengintegrasikan gambar yang berbasis 2D ke dalam bentuk model 3D yang menampilkan gambar struktur, volume beton dan hasil evaluasi struktur eksisting terintegrasi ke dalam sistem BIM. Hasil evaluasi pengujian hammer test tingkat keseragaman beton memenuhi untuk $f_c' = 25 \text{ MPa}$, hasil tes UPV tingkat kepadatan beton berkisar cukup hingga baik, kedalaman retak pada beton berkisar 1.10 cm s/d 4.40 cm, dengan kedalaman retak rata – rata 2.84 cm, pengujian rebar sesuai dengan gambar as-build drawings. volume beton element balok 170.1 m³, kolom 106.4 m³, dan plat 309.31 m³. Permodelan BIM menggunakan Revit dapat memberikan informasi mengenai detail struktur beserta informasi struktur di dalamnya, BIM menggunakan Revit membuat komponen desain menjadi terintegrasi

Kata kunci: BIM, Non Destructive Test (NDT), Revit.

Abstract

The Creative Center building was constructed to support the talents and creativity of the Millennial Generation in the city of Tasikmalaya. The building structure has issues related to the degradation of concrete materials. The objective of this research is to model buildings using the BIM concept, assess the condition of existing structures with Non-Destructive Testing methods, determine the volume of concrete in existing structures using Revit software, integrate the Forensic Building Assessment process into the planning process within the BIM system, and conduct field tests using NDT methods such as hammer tests, Ultrasonic Pulse Velocity tests, and Rebar Tests. The process involves integrating 2D-based drawings into 3D models that display structural images, concrete volumes, and evaluation results of existing structures integrated into the BIM system. The evaluation results of the hammer test show that the concrete uniformity meets the standard for $f_c' = 25 \text{ MPa}$, the UPV test results indicate concrete density levels ranging from fair to good, crack depths in the concrete range from 1.10 cm to 4.40 cm, with an average crack depth of 2.84 cm, and rebar testing aligns with the as-built drawings.

volume of concrete for beam elements 170.1 m³, columns 106.4 m³, and slabs 309.31 m³. BIM modeling using Revit can provide information about structural details along with the structural information within it, BIM using Revit makes design components integrated.

Keywords: *BIM, Non Destructive Test (NDT), Revit*

1. PENDAHULUAN

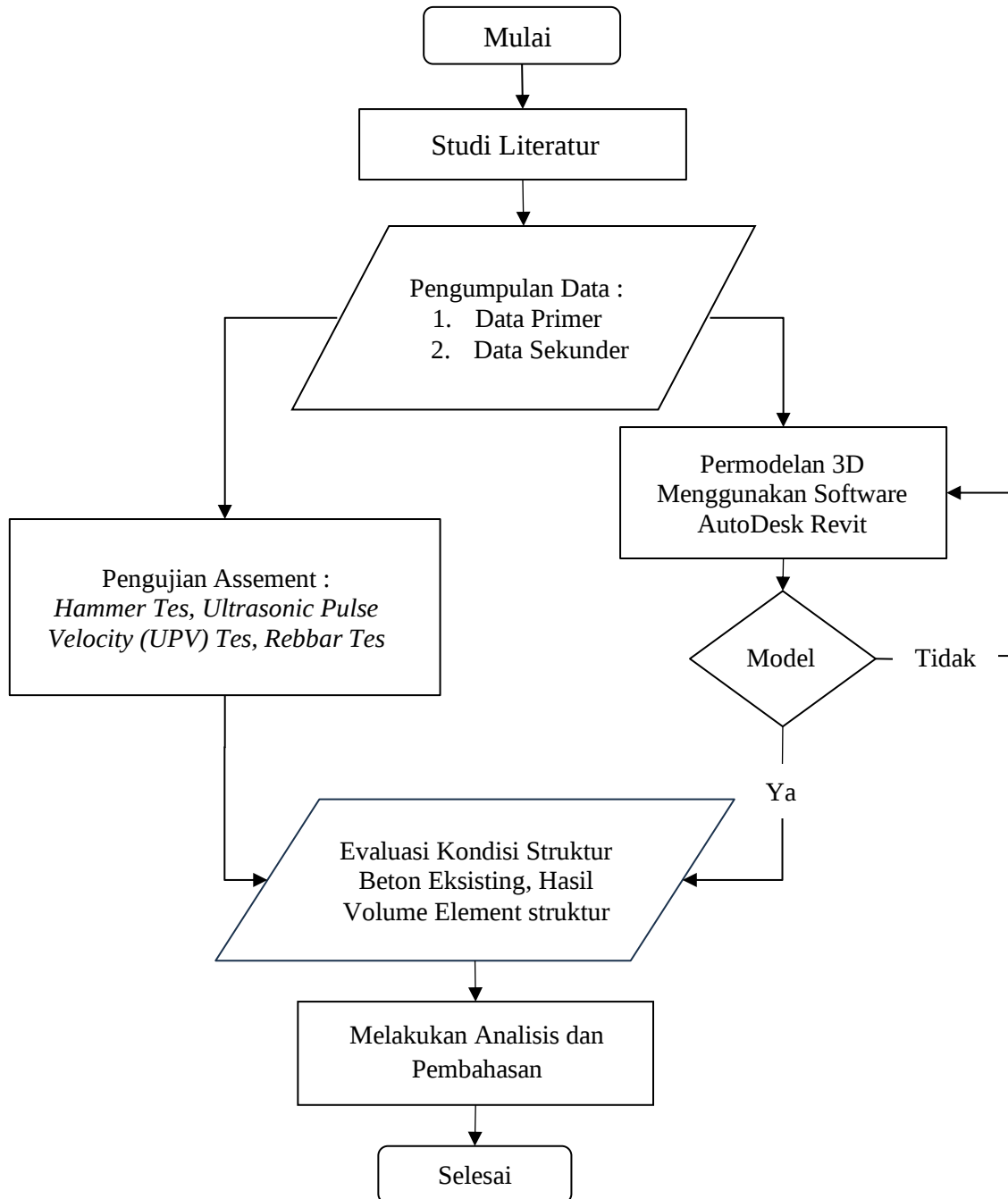
Gedung *Creative Center* (GCC) merupakan fasilitas yang dibangun untuk mendukung, menampung, serta mengembangkan bakat dan kreativitas generasi milenial di Tasikmalaya. Pembangunan gedung ini direncanakan sejak 2020, namun sempat terhenti selama tiga tahun akibat pandemi Covid-19 dan akan melanjutkan pembangunan kembali.

Dalam penelitian ini, Gedung *Creative Center* (GCC) Tasikmalaya akan dievaluasi struktur eksisting, melalui survei dan pengujian di lapangan, termasuk penilaian terhadap kondisi elemen struktur yang ada dan struktur fisiknya telah terekspos cukup lama. Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dalam perencanaan dan pelaksanaan diperlukan. BIM adalah metode yang mengintegrasikan semua elemen konstruksi ke dalam model digital [11]. Integrasi *Detail Engineering Design* (DED) dua dimensi pada gambar perencanaan dan konsisi terkini ke dalam bentuk tiga dimensi dalam penelitian ini mempermudah interpretasi gambar struktur karena mampu menghasilkan detail kondisi [12].

Untuk memahami kondisi terkini di lapangan, diperlukan penyelidikan atau *forensik assessment* struktur eksisting apakah masih dalam kondisi baik atau tidak maka diperlukan rangkaian metodologi pengamatan salah satunya dengan menggunakan metode *Non Destructive Test* (NDT). Perencanaan konstruksi dengan menerapkan BIM mampu mempermudah perancangan suatu proyek dikarenakan BIM mampu memberikan informasi secara kompleks [5]. Dalam studi ini yang menjadi studi kasusnya adalah mengintegrasikan proses Forensik Asesmen bangunan ke dalam proses perencanaan yang terintegrasi dalam sistem BIM [6]. Aplikasi yang digunakan adalah AutoCAD, Revit, dan PL-Link (Software untuk PROCEQ Pundit PL).

2. METODE PENELITIAN

Diagram alir metodologi pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1 Alur Proses Penelitian

2.1. Studi Literatur

Aturan-aturan yang akan digunakan sebagai pedoman dalam penelitian ini antara lain:

1. ASTM C 597-02 *Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete*
2. BS 1881–1986 *Testing Concrete. Recommendations for Measurement of Velocity of Ultrasonic Pulses in Concrete.*
3. SNI 6880:2016 Spesifikasi Beton Struktural.

2.2. Pengujian Assesment

Pengujian assesment pada penelitian ini menggunakan metode *Non Destruktif Tes* (NDT) [13].

1. Palu Beton (*Hammer Test*)
menggunakan alat *Original Schmidt Hammer Type N-34* dari PROCEQ.
2. *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV)
Pengujian ini menggunakan alat PUNDIT Pundit PL-200PE.
3. *Rebar Detector*
Alat yang di gunakan berupa *Hilti Scanner PS 200*.

2.3. Permodelan

Permodelan bangunan gedung berbasis *building information modeling*, pemodelan dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak Autodesk Revit untuk menggambarkan data yang telah dikumpulkan dari proyek [12].

Material Take Off (volume), Perhitungan volume beton dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak Autodesk Revit [9].

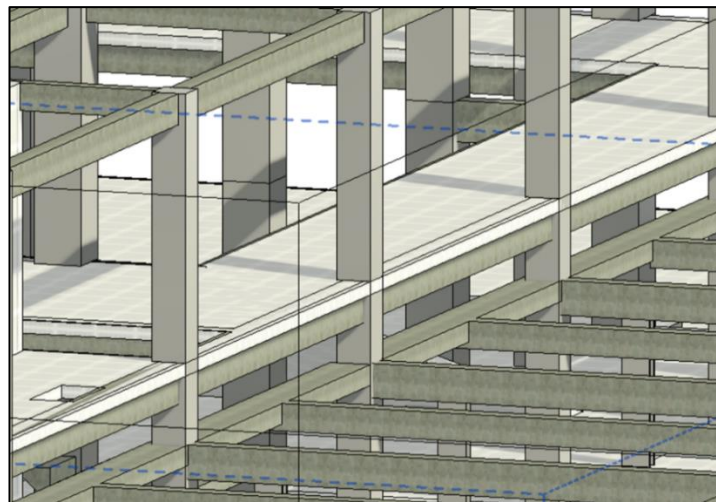
2.4. Analisa Data

Analisa data kondisi struktur ini dilakukan dengan jalan melakukan pengecekan hasil dari data kualitas material eksisting dari pengujian *Non Destructive Test*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.2 Permodelan Revit

Pada penelitian ini dilakukan dengan pemodelan menggunakan bantuan perangkat lunak Autodesk Revit guna memodelkan data yang telah diperoleh di lokasi.

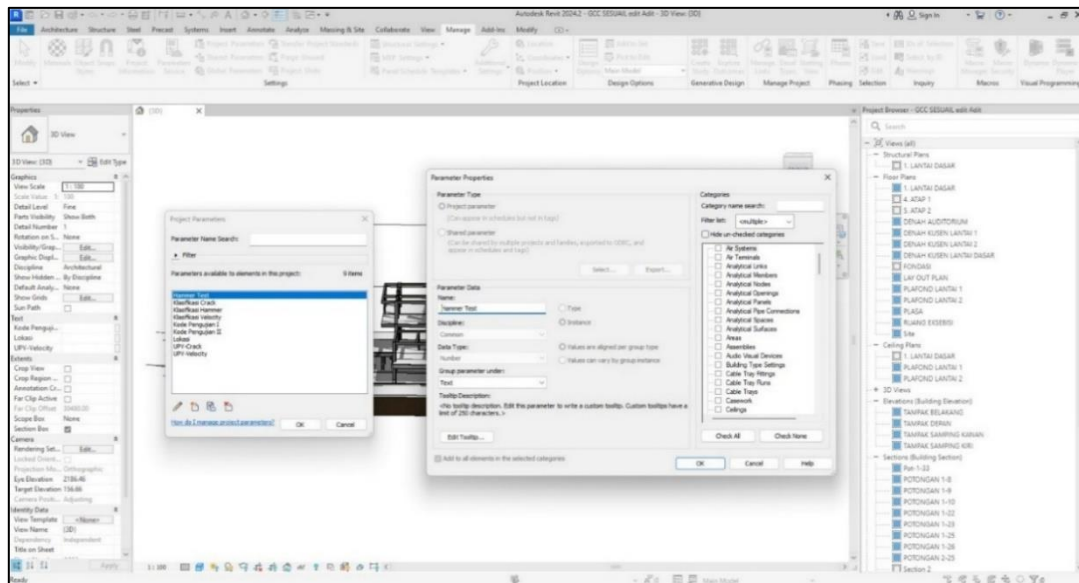


Gambar 3 Pemodelan Struktur Eksisting
(Sumber : Penulis, 2024)

Membuat parameter proyek untuk memudahkan klasifikasi mutu dilakukan dengan cara memilih toolbar "*Manage*", kemudian memilih "*Project Parameter*" dan klik "*Add*" untuk menambahkan parameter proyek baru. Selanjutnya, mengisi parameter

pada setiap elemen kolom dan balok yang diuji.

Mengisi parameter pada setiap elemen kolom balok yang diuji. Membuat *schedule* dari hasil pengujian pada elemen kolom, balok & plat yang di uji.



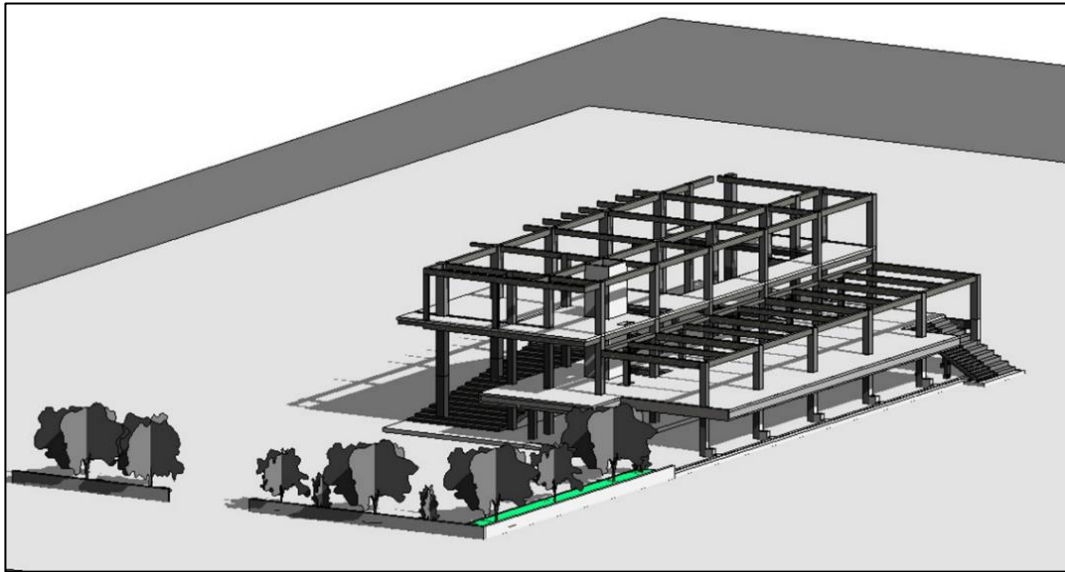
Gambar 4 Mengatur dan Mengisi Project Parameter
(Sumber : Penulis, 2024)

Memilih data yang dibutuhkan untuk di masukkan ke *schedule* yang di inginkan, atur *filter*, *sorting/group*, *formatting* dan *appearance* untuk hasil yang di inginkan [11]. Mengecek data yang ada di tabel apakah sudah sesuai dengan lokasi yang di inginkan, select data yang ada di table lalu klik *highlight in model*.

A	B	C	D	E	F
Kode Pengujian I	Lokasi	Klasifikasi Hammer	Rebound Rata-rata	Compressive Strength	Volume
HB-01	LT 1 B-1-2	Permukaan Beton	41.2	36	1.67 m³
HB-02	LT 1 1/B-C	Permukaan Beton	44.6	43	1.10 m³
HB-03	LT 1 3/C-D	Permukaan Beton	44	42	1.34 m³
HB-04	LT 1 D/1-2	Permukaan Beton	47.8	48	1.67 m³
HB-05	LT 1 D4-5	Lapisan Beton San	39.6	42	1.02 m³
HB-06	LT 1 3/F-G	Lapisan Beton San	38.2	40	1.44 m³
HB-07	LT 1 5/E-F	Permukaan Beton	45.7	44	1.40 m³
HB-08	LT 2 D/3-4	Permukaan Beton	42.3	38	0.54 m³
HB-09	LT 2 4/C-D	Permukaan Beton	44	42	0.92 m³
Grand total: 9					

Gambar 5 Mengecek Data di Table Schedule
(Sumber : Penulis, 2024)

Akan muncul 3D view pada revit, atur view sampai elemen yang di inginkan terlihat pada layer.



Gambar 6 View Sampai *Element* dan Tampilan Objek 3D *Software* Autodesk Revit
(Sumber : Penulis, 2024)

3.3 Material Take Off

Perhitungan volume beton dilakukan dengan cara memilih toolbar "View", kemudian memilih opsi "Schedule" dan "Schedule/Quantities" [14]. Setelah itu, pada daftar *filter*, pilih "Structure" dan pada "category", pilih komponen struktur yang volumenya ingin dihitung, seperti "Structure Column". Kemudian, pilih "fields" yang akan ditampilkan [8]. Hasil rekap perhitungan volume beton dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 Rekap *Material Take Off* (Volume)

Element	Volume (m ³)
Pelat	309.31
Balok	170.17
Kolom	106.40

(Sumber : Penulis, 2024)

3.4 Evaluasi Mutu Material Eksisting

Menurut SNI 6880:2016 Spesifikasi Beton Struktural, kuat tekan beton hasil pengujian harus memenuhi persyaratan dibawah [3], di mana berdasarkan data yang di dapatkan, mutu beton yang dipersyaratkan adalah $f_c' = 25$ MPa.

1. $0.85 f_c'$ (rata – rata) = 21.25 MPa
2. $0.75 f_c'$ (minimum) = 18.75 MPa

Berdasarkan data pengujian *hammer* pada beton maka dapat dievaluasi mutu beton eksisting dari konversi grafik *hammer* alat hasil rekap pengujian dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Rekapitulasi *Test Hammer*

Element	fc' rata-rata	Cek	fc' min.	Cek
	(MPa)		(MPa)	
Pelat	40.00	Ok	30.00	Ok
Balok	41.67	Ok	38.20	Ok
Kolom	40.32	Ok	26.00	Ok

(Sumber : Penulis, 2024)

Dari hasil pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* pada struktur bangunan gedung, nilai kecepatan rambatan gelombang dapat di klasifikasikan kualitas betonnya menggunakan tabel 3.

Tabel 3 Klasifikasi Kualitas Beton BS1881-1986,2004

Kecepatan V (m/s)	Klasifikasi
$V < 2130$	Kurang
$2130 < V < 3060$	Cukup
$3060 < V < 3670$	Cukup Baik
$3670 < V < 4570$	Baik
$4570 < V$	Baik Sekali

(Sumber : BS1881-1986,2004)

Berdasarkan data pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* pada beton maka dapat dievaluasi mutu beton eksisting, hasil rekap pengujian dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 4 Rekapitulasi Hasil Minimum Kepadatan Beton

Element	Min	
	Velocity (m/s)	Klasifikasi
Pelat	2903	Cukup
Balok	3089	Cukup Baik
Kolom	3263	Cukup Baik

(Sumber : Penulis, 2024)

Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Rata-Rata Kepadatan Beton

Element	Rata - Rata	
	Velocity (m/s)	Velocity (m/s)
Pelat	3267	Cukup Baik
Balok	3501	Cukup Baik
Kolom	3541	Cukup Baik

(Sumber : Penulis, 2024)

Dari hasil pengamatan, diketahui bahwa Kondisi bangunan terdapat kerusakan retak pada elemen struktur bangunan Gedung [7], tes keretakan beton dapat dilakukan dengan metode atau mode retak yang ada pada alat *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) bertipe PUNDIT Pundit 200PE. hasil rekap pengujian dapat dilihat pada tabel 6

dibawah.

Tabel 6 Rekapitulasi Pengujian Kedalaman Retakan di Lokasi

Element	Lokasi		Kedalaman Retak (cm)
Balok	Ring Balk	As 3-5/E	1.90
Balok	Ring Balk	As 3/C-D	2.40
Balok	Ring Balk	As 2/D-E	2.20
Balok	Lt 2 Auditorium	As 4-5/E	2.10
Balok	Lt 2 Auditorium	As 5-4/E	3.00
Balok	Lt 2 Auditorium	As 5-4/E	2.70
Balok	Lt 2	As 4-5/D	1.10
Balok	Lt 2	As 4-5/D	2.90
Balok	Lt 2	As 3/D-E	3.60
Balok	Lt 1	As 4-5/D	2.60
Balok	Lt 1	As 4-5/C	3.20
Balok	Lt 1	As 3-2/D	4.40
Min			1.10
Max			4.40
Rata-Rata			2.84

(Sumber : Penulis, 2024)

Dari hasil pengukuran di lokasi dihasilkan bahwa sampel elemen yang diperiksa memiliki konfigurasi penulangan dan tebal selimut yang sesuai dengan data as built. Rekap hasil pengujian Rebar detector dapat dilihat pada tabel 7 ini:

Tabel 7 Rekapitulasi Rebar Detector dan Cover Meter

Nama	Tulangan	Hasil Bacaan	Tebal Selimut (mm)
R1 Kolom K1A	Lentur A	4 D16	39
	Lentur B	3 D16	73
	Sengkang	D13-150	39
	Rata-Rata		50
R2 Kolom K1B	Lentur A	3 D16	38
	Lentur B	5 D16	45
	Sengkang	D13-150	45
	Rata-Rata		43
R3 Balok RB4	Lentur Lapangan	3 D16	33
	Lentur Tumpuan	2 D16	22
	Sengkang	D13-150	19
	Rata-Rata		25
R4 Balok B2	Lentur Lapangan	3 D16	32
	Lentur Tumpuan	2 D16	19
	Sengkang	D13-200	19

Nama	Tulangan	Hasil Bacaan	Tebal Selimut (mm)
	Rata-Rata		23
R5 Balok B3	Lentur Lapangan	3 D16	17
	Lentur Tumpuan	3 D16	29
	Sengkang	D13-150	31
	Rata-Rata		26
R6 Kolom K1B	Lentur A	5 D16	60
	Lentur B	3 D16	62
	Sengkang	D13-150	62
	Rata-Rata		61
R7 Kolom K1A	Lentur A	5 D16	71
	Lentur B	6 D16	61
	Sengkang	D13-150	73
	Rata-Rata		68
R8 Balok B5	Lentur Lapangan	4 D16	31
	Lentur Tumpuan	3 D16	17
	Sengkang	D13-150	31
	Rata-Rata		26
R9 Kolom Lt. Dasar	Lentur A	3 D16	33
	Lentur B	5 D16	39
	Sengkang	D13-150	29
	Rata-Rata		34
R10 Kolom Lt. Dasar	Lentur A	4 D16	33
	Lentur B	3 D16	46
	Sengkang	D13-150	45
	Rata-Rata		41

(Sumber : Penulis, 2024)

Menurut SNI 2847-2019 kedalaman retak yang terjadi tidak sampai melebihi dari tebal cover beton (selimut beton) maka bisa di kategorikan sebagai retak permukaan atau retak bukan struktural, dan untuk retakan yang melebihi atau sama dengan cover meter bisa di kategorikan dalam retak struktural. Rekapitulasi hasil kedalaman retak terhadap tebal selimut pada element balok dapat dilihat pada tabel 8 berikut :

Tabel 8 Hasil Rekapitulasi Kedalaman Retak Terhadap Tebal Selimut Beton

Jenis Balok	Lokasi Retak	Tebal Selimut (cm)	Kedalaman Retak (cm)	Kategori
RB4	As 3-5/E	2.5	1.9	Retak Bukan Struktural
RB4	As 3/C-D	2.5	2.4	Retak Bukan Struktural
RB4	As 2/D-E	2.5	2.2	Retak Bukan Struktural

Jenis Balok	Lokasi Retak	Tebal Selimut (cm)	Kedalaman Retak (cm)	Kategori
B3	As 4-5/E	2.6	2.1	Retak Bukan Struktural
B3	As 5-4/E	2.6	3	Retak Struktural
B3	As 5-4/E	2.6	2.7	Retak Struktural
B3	As 4-5/D	2.6	1.1	Retak Bukan Struktural
B3	As 4-5/D	2.6	2.9	Retak Struktural
B3	As 3/D-E	2.6	3.6	Retak Struktural
B2	As 4-5/D	2.3	2.6	Retak Struktural
B2	As 4-5/C	2.3	3.2	Retak Struktural
B2	As 3-2/D	2.3	4.4	Retak Struktural

(Sumber : Penulis, 2024)

Rekomendasi perbaikan pada struktur yang mengalami keretakan, saran perbaikan yang perlu dilakukan adalah melakukan penutupan permukaan retak dengan perbaikan yang menyeluruh dari permukaan hingga ke kedalaman retak, dapat dilakukan *injeksi epoxy* dengan tekanan agar rongga atau celah retak yang ada bisa tertutup secara sempurna.

4. KESIMPULAN

Hasil evaluasi penerapan Building Information Modeling (BIM) pada Gedung *Creative Center* (GCC). Berdasarkan hasil pengujian hammer test, dapat disimpulkan bahwa secara umum tingkat keseragaman beton eksisting memenuhi standar untuk $f_c' = 25$ MPa. Sementara itu, hasil pengujian UPV menunjukkan bahwa tingkat kepadatan beton berkisar antara cukup hingga baik. Selain itu, pengujian beton juga mengungkapkan bahwa beton telah mengalami retakan dengan kedalaman bervariasi antara 1,10 cm hingga 4,40 cm, dengan rata-rata kedalaman retak sebesar 2,84 cm¹. Pengujian rebar disimpulkan bahwa tulangan yang terpasang pada struktur eksisting adalah sama dengan yang terdapat pada *as-build drawings*.

Hasil pengujian atau forensik assessment struktur eksisting menunjukkan bahwa secara keseluruhan bangunan masih dalam batas aman. Retakan yang terdapat di lokasi pada umumnya dapat dimasukkan dalam kategori ringan dan hanya beberapa titik yang sudah masuk kategori sedang, agar struktural dapat bertahan dapat dilakukan perbaikan menggunakan metode *injeksi epoxy* pada element struktur yang mengalami kerusakan.

Penggunaan konsep BIM menggunakan Revit dapat menghasilkan total volume beton element balok 170.1 m³, kolom 106.4 m³, dan plat 309.31 m³, dengan pemodelan 3D, dapat dihasilkan output material takeoff yang lebih terperinci.

Berdasarkan aplikasi Building Information Modeling (BIM) dalam model Forensic Assessment, analisis terhadap kondisi bangunan gedung dapat dilakukan dengan lebih mendalam menggunakan data yang terintegrasi dan akurat, dapat

mengintegrasikan model DED 2D menjadi bentuk 3D. Model 3D desain dapat divisualisasi dengan lebih realistis, sehingga memberi gambaran tentang Kondisi bangunan pasca konstruksi. Permodelan BIM menggunakan Revit dapat memberikan informasi mengenai detail struktur beserta informasi struktur di dalamnya. Permodelan BIM menggunakan Revit dapat mengintegrasikan proses desain dengan proses analisis volume pekerjaan. BIM dalam penelitian ini dikategorikan sebagai BIM 4D. Permodelan BIM menggunakan Revit membuat seluruh komponen desain menjadi terintegrasi sehingga perubahan akan mudah diterapkan.

5. REFERENSI

- [1] American Standard Testing and Material, Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete, ASTM C 597-02, 2002.
- [2] American Standard Testing and Material, Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete, ASTM C 805-02, 2002.
- [3] Badan Standarisasi Nasional, Spesifikasi Beton Struktural, SNI 6880:2016, Jakarta: BSN, 2016.
- [4] British Standard, Testing Concrete Recommendations for Measurement of Velocity of Ultrasonic Pulses in Concrete, BS 1881-1986, 2004.
- [5] Ahmad Yudi, M. Shoful Ulum, M. Titan Nugroho. 2020. "Perancangan Detail Engineering Design Gedung Bertingkat Berbasis Building Information Modeling (Studi Kasus: Asrama Institut Teknologi Sumatera)". Media Komunikasi Teknik Sipil Volume 00, No.00, September 2020.
- [6] Anjas Fadhilah, Edy Purwanto, Achmad Basuki. 2022. "Aplikasi Building Information Modeling (BIM) Dalam Perancangan Bangunan Gedung". Jurnal Matriks Teknik Sipil, Vol 10, No 3 (2022): September.
- [7] Arief Subakti Ariyanto. 2020. "Analisis Jenis Kerusakan Pada Bangunan Gedung Bertingkat (Studi Kasus pada Gedung Apartemen dan Hotel Candiland Semarang)". Bangun Rekaprima Vol.06/1/April/2020.
- [8] Danny Laorent, Paulus Nugraha, Januar Budiman. 2019. "Analisa Quantity Take-Off Dengan Menggunakan Autodesk Revit". Dimensi Utama Teknik Sipil, Vol.6 No.1 April 2019.
- [9] Itsna Aulya Reista, Annisa, dan Ilham. 2022. "Implementasi Building Information Modelling (BIM) dalam Estimasi Volume Pekerjaan Struktural dan Arsitektural". Journal of Sustainable Construction Vol 2, No. 1, Oktober 2022, 13-22.
- [10] M. Gemilang, Nedra Neswita, Sri Agustin. 2023. "Analisa Tingkat Kerusakan Dan Estimasi Biaya Perawatan Bangunan Gedung Utama Sekolah Tinggi Teknologi Indragiri". Jurnal Sipil Terapan Vol. 1, No. 1 Mei 2023.
- [11] Rayendra, Biemo W. Soemardi. 2014. "Studi Aplikasi Teknologi

Building Information Modeling Untuk Pra-Konstruksi”. Simposium Nasional RAPI XIII - 2014 FT UMS.

- [12] Senot Sangadji, S.A. Kristiawan, dan Inton Kurniawan Saputra. 2019. “Pengaplikasian Building Information Modeling (BIM) Dalam Desain Bangunan Gedung”. e-Jurnal Matriks Teknik Sipil/ Desember 2019.
- [13] Aco Wahyudi Efendi, 2022, “*View of Identification of building reliability with a forensic audit of the Non Destructive Test method*”. Jurnal Informasi, Sains, dan Teknologi, 05 (02) 2022.
- [14] Wilona Benita Megawati, Hari Purwanto. 2022. “Perbandingan BIM Dengan Konvensional Pada Hasil BQ Proyek X”. Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure (JACEIT) Vol. 3 No. 2 (2022) 01 – 09.