



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	II
HALAMAN PENGESAHAN	III
HALAMAN PERNYATAAN	IV
HALAMAN PERSEMBAHAN	V
KATA PENGANTAR	VI
DAFTAR ISI	VII
DAFTAR TABEL	X
DAFTAR GAMBAR	XI
DAFTAR GRAFIK	XVI
DAFTAR LAMPIRAN	XVII
INTISARI	XVIII
ABSTRACT	XIX
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Keaslian Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Pendahulu tentang Progres Kemajuan Data	4
2.2 Proses Pemantauan Kemajuan Konstruksi	6
2.3 Peran BIM dalam Pemantauan Kemajuan Progres	8
2.4 Proses BIM <i>Execution Plan</i> (BEP)	10
2.4.1 Mengidentifikasi Tujuan dan Penggunaan BIM	11
2.4.2 Merancang Proses BEP	12
2.4.3 Mengembangkan Pertukaran Informasi	12
2.4.4 Menetapkan Infrastruktur Pendukung untuk Implementasi BIM	13
2.5 BIM 4D untuk Perencanaan dan Penjadwalan Konstruksi	14



2.6	Perangkat Lunak Integrasi BIM.....	15
2.6.1	Microsoft Project	15
2.6.2	Blender.....	15
2.6.3	Polycam.....	16
2.6.4	Synchro Bentley.....	16
2.7	Kebaruan Penelitian.....	17
BAB III	LANDASAN TEORI.....	18
3.1	Building Information Modelling.....	18
3.1.1	Standar BIM (ISO 19650).....	18
3.1.2	Perangkat Lunak BIM.....	19
3.2	LiDAR	20
3.3	Point Clouds.....	22
3.3.1	Standar <i>Point Clouds</i> (ISO 19157)	22
3.3.2	Metode Cloud to Cloud.....	23
3.3.3	Pra-pemrosesan Data Point Clouds.....	24
3.3.4	Akuisisi Data Point Clouds Berbasis LiDAR Iphone	25
3.3.5	Akuisisi Data <i>Point Clouds</i> Berbasis <i>Drone</i>	26
3.4	Metode Observasi	27
3.5	Manajemen Proyek Konstruksi.....	27
BAB IV	METODE PENELITIAN	28
4.1	Studi Literatur	28
4.2	Lokasi Penelitian	28
4.3	Data Penelitian.....	28
4.4	Alat Penelitian	28
4.5	Langkah-Langkah Penelitian	29
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
5.1	Pembuatan BIM <i>Execution Plan</i> (BEP)	31
5.1.1	Menentukan Tujuan dan Sasaran Proyek.....	31
5.1.2	Menetapkan BIM <i>Use</i>	31
5.1.3	Menetapkan BIM <i>Deliverable</i> dan BIM <i>Process</i>	32
5.2	Proses Pembuatan BIM 4 Dimensi	33



5.3	Pengumpulan Data.....	39
5.3.1	Pengambilan foto udara menggunakan <i>Drone</i>	39
5.3.2	Proses LiDAR <i>Iphone</i>	47
5.4	Analisis Data.....	53
5.4.1	Pengimporan dan Pendaftaran Pindaian ke <i>Polycam</i>	53
5.4.2	Perbaikan data <i>point clouds</i>	54
5.4.3	Mengimpor penjadwalan proyek ke <i>Synchro</i>	55
5.4.4	Membuat <i>baseline</i> awal proyek	55
5.4.5	Mengimpor gambar konstruksi ke <i>Synchro</i>	56
5.4.6	Integrasi penjadwalan proyek dan model 3D di <i>Synchro</i>	56
5.5	Menghitung Kemajuan Progres Pekerjaan	57
5.5.1	Mengimpor point clouds ke <i>Synchro</i>	57
5.5.2	Pembaruan kemajuan progres	58
5.5.3	Validasi hasil <i>point clouds</i>	58
5.5.4	Tingkat akurasi data.....	61
5.6	Proses pengamatan.....	63
5.6.1	Kondisi awal pengamatan	63
5.6.2	Kondisi pengamatan kedua	63
5.6.3	Kondisi pengamatan ketiga.....	64
5.6.4	Kondisi pengamatan keempat	64
5.6.5	Kondisi akhir pengamatan	64
5.7	Menjadikan Penjadwalan Sebagai <i>Baseline</i>	65
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	67
6.1	Kesimpulan	67
6.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN		75



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelitian Pendahulu.....	3
Tabel 2.1 Perbandingan teknologi akuisisi data (Seungho dkk., 2020).	5
Tabel 3.1 Perangkat lunak BIM (Boanca, 2014).....	20
Tabel 5.1 Tujuan dan sasaran proyek.....	31
Tabel 5. 2 BIM Use	32
Tabel 5.3 Rekapitulasi pengamatan proyek.	45
Tabel 5.4 Perbandingan hasil <i>point clouds</i> pada setiap pengamatan	46
Tabel 5.5 Spesifikasi <i>Iphone 13 Pro</i>	47
Tabel 5.6 Hasil pengukuran dimensi LiDAR <i>Iphone</i> dibandingkan pengukuran manual.	49
Tabel 5.7 Perbandingan dari masing-masing aplikasi LiDAR <i>Iphone</i>	50
Tabel 5.8 Perbandingan penggunaan LiDAR <i>Iphone</i> dengan pengukuran manual untuk pekerjaan 1000m ² lantai acuan.	52
Tabel 5.9 Kesalahan data <i>point clouds</i> berbasis LiDAR <i>Iphone</i> dan foto udara <i>Drone</i>	59
Tabel 5.10 Rekapitulasi perbedaan <i>point clouds</i> dan 3D model.	60
Tabel 5.11 Perbandingan jumlah produksi <i>concrete</i> rencana dan aktual.	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Pemantauan Kemajuan Data (Alaloul dkk., 2021).	7
Gambar 2.2	Prosedur BIM <i>Execution Plan</i> (Pennsylvania State, 2010).	11
Gambar 2.3	Penggunaan dan kegiatan dalam proyek BIM (Pennsylvania State, 2010).	12
Gambar 2.4	Peta penggunaan BIM (Pennsylvania State, 2010).	12
Gambar 2.5	Contoh lembar pertukaran informasi (Pennsylvania State, 2010).	13
Gambar 2.6	Kategori rencana pelaksanaan proyek BIM (Pennsylvania State, 2010).	13
Gambar 2.7	Tampilan <i>Microsoft Project</i> (Blanga dkk., 2021).	15
Gambar 2.8	Tampilan <i>Blender</i> (Pelayo dkk., 2022).	16
Gambar 2.9	Tampilan <i>Polycam</i> (Giuseppina Vacca, 2023).	16
Gambar 2.10	Tampilan <i>Synchro Bentley</i> (Yong K. Cho, 2017).	17
Gambar 3.1	Proses Manajemen Informasi Berbasis ISO 19650.	19
Gambar 3.2	Representasi penginderaan jauh menggunakan LiDAR (I Wayan, 2016).	21
Gambar 3.3	Pedoman teknis <i>Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)</i> menggunakan ISO 19157.	22
Gambar 3.4	Metode <i>cloud to cloud</i> (Reshetyuk, 2009).	24
Gambar 3.5	Informasi geometrik dengan LiDAR (Seungho Kim dkk., 2020).	25
Gambar 3.6	Metode LiDAR menggunakan <i>Iphone</i> (Giuseppina Vacca, 2023).	26
Gambar 3.7	Informasi geometrik dengan <i>Drone</i> (Seungho Kim dkk., 2020).	26
Gambar 4.1	Lokasi proyek UNU Yogyakarta (<i>Google Maps</i>).	28
Gambar 5.1	Proses BIM.	33
Gambar 5.2	Alur pemrosesan model BIM 4D.	34
Gambar 5.3	Proses sekuensi pekerjaan.	34
Gambar 5.4	Penyesuaian penjadwalan.	35
Gambar 5.5	Model 3D perencanaan.	36
Gambar 5.6	Integrasi elemen model 3D ke penjadwalan.	36
Gambar 5.7	Alur pengambilan data proyek.	37
Gambar 5.8	Integrasi data aktual dalam BIM 4D.	38
Gambar 5.9	Verifikasi pengukuran dimensi pada kolom K4-4 lantai 2.	38
Gambar 5.10	Status penjadwalan proyek.	39



Gambar 5.11 Drone DJI Mavic Air 2.....	40
Gambar 5.12 Foto lokasi proyek 23 Juli 2022.	40
Gambar 5.13 Ketinggian matahari 23 Juli 2022.	40
Gambar 5.14 Data <i>Lux meter</i> proyek 23 Juli 2022.	40
Gambar 5.15 Data <i>Humidity meter</i> proyek 23 Juli 2022.....	41
Gambar 5.16 Foto lokasi proyek 31 Juli 2022.	41
Gambar 5.17 Ketinggian matahari 31 Juli 2022.	41
Gambar 5.18 Data <i>Lux meter</i> proyek 31 Juli 2022.	41
Gambar 5.19 Data <i>Humidity meter</i> proyek 31 Juli 2022.....	42
Gambar 5.20 Foto lokasi proyek 5 Agustus 2022.....	42
Gambar 5.21 Ketinggian matahari 5 Agustus 2022.	42
Gambar 5.22 Data <i>Lux meter</i> proyek 5 Agustus 2022.	42
Gambar 5.23 Data <i>Humidity meter</i> proyek 5 Agustus 2022.	43
Gambar 5.24 Foto lokasi proyek 12 Agustus 2022.....	43
Gambar 5.25 Ketinggian matahari 12 Agustus 2022.	43
Gambar 5.26 Data <i>Lux meter</i> proyek 12 Agustus 2022.	43
Gambar 5.27 Data <i>Humidity meter</i> proyek 12 Agustus 2022.	44
Gambar 5.28 Foto lokasi proyek 24 Agustus 2022.....	44
Gambar 5.29 Ketinggian matahari 24 Agustus 2022.	44
Gambar 5.30 Data <i>Lux meter</i> proyek 24 Agustus 2022.	44
Gambar 5.31 Data <i>Humidity meter</i> proyek 24 Agustus 2022.	45
Gambar 5.32 Tampilan aplikasi LiDAR <i>Iphone</i> (<i>Scaniverse</i> , <i>Polycam</i> , <i>3D Scanner Apps</i> dan <i>Canvas</i>).	48
Gambar 5.33 Perbandingan objek 3D pada masing-masing aplikasi LiDAR <i>Iphone</i>	51
Gambar 5.34 Mengimpor <i>file</i> pindaian ke <i>Polycam</i>	53
Gambar 5.35 Pendaftaran pemindaian otomatis.	53
Gambar 5.36 Hasil <i>point clouds</i> 3D.	54
Gambar 5.37 Mengekspor <i>point clouds</i>	54
Gambar 5.38 Proses penghapusan <i>point clouds</i> yang tidak terpakai.	54
Gambar 5.39 Versi bersih gambar <i>point clouds</i>	55
Gambar 5.40 Penjadwalan proyek di <i>Synchro</i>	55
Gambar 5.41 Pembuatan <i>Baseline</i> awal.....	55



Gambar 5.42 Gambar konstruksi struktural di <i>Synchro</i>	56
Gambar 5.43 Proses integrasi penjadwalan dan model 3D.....	56
Gambar 5.44 Hasil integrasi antara penjadwalan dan model 3D.	56
Gambar 5.45 Mengimpor <i>point clouds</i> ke <i>Synchro</i>	57
Gambar 5.46 Bagian konstruksi yang tidak terdeteksi <i>point clouds</i>	57
Gambar 5.47 Hasil gabungan <i>point clouds</i> dari LiDAR <i>Iphone</i> dan <i>Drone</i>	58
Gambar 5.48 Pembaruan penjadwalan.....	58
Gambar 5.49 Dimensi kolom K4-4 lantai 2: (a) 3D model, (b) <i>Drone</i> , (c) LiDAR <i>Iphone</i>	59
Gambar 5.50 <i>Point clouds</i> lantai 4 kolom K8-2.....	62
Gambar 5.51 Kondisi pemindaian: (a) lantai 4, (b) lantai 5.....	62
Gambar 5.52 Hasil awal pengamatan.....	63
Gambar 5.53 Hasil pengamatan kedua.....	63
Gambar 5.54 Hasil pengamatan ketiga	64
Gambar 5.55 Hasil pengamatan keempat.....	64
Gambar 5.56 Status akhir kondisi proyek	65
Gambar 5.57 Pembuatan <i>Baseline</i> per tanggal 24 Agustus 2022.	66
Gambar 6.1 <i>Point clouds</i> 23 Juli 2022.	75
Gambar 6.2 <i>Point clouds</i> 31 Juli 2022.	75
Gambar 6.3 <i>Point clouds</i> 5 Agustus 2022.....	75
Gambar 6.4 <i>Point clouds</i> 12 Agustus 2022.....	76
Gambar 6.5 <i>Point clouds</i> 24 Agustus 2022.....	76
Gambar 6.6 Dimensi kolom K3A-1 lantai 4: (a) 3D model, (b) HP.	77
Gambar 6.7 Dimensi kolom K3A-2 lantai 4: (a) 3D model, (b) HP.	77
Gambar 6.8 Dimensi kolom K3A-3 lantai 4: (a) 3D model, (b) HP.	77
Gambar 6.9 Dimensi kolom K3A-4 lantai 4: (a) 3D model, (b) HP.	77
Gambar 6.10 Dimensi kolom K8-1 lantai 4: (a) 3D model, (b) HP.....	78
Gambar 6.11 Dimensi kolom K8-2 lantai 4: (a) 3D model, (b) HP.	78
Gambar 6.12 Dimensi kolom K8-3 lantai 4: (a) 3D model, (b) HP.	78
Gambar 6.13 Dimensi kolom K3A-5 lantai 4: (a) 3D model, (b) HP.	78
Gambar 6.14 Dimensi kolom K4-1 lantai 2: (a) 3D model, (b) HP.	79
Gambar 6.15 Dimensi <i>Drone</i> kolom K4-1 lantai 2.....	79



Gambar 6.16 Dimensi kolom K4-2 lantai 2: (a) 3D model, (b) HP.....	79
Gambar 6.17 Dimensi <i>Drone</i> kolom K4-2 lantai 2.....	79
Gambar 6.18 Dimensi kolom K4-3 lantai 2: (a) 3D model, (b) HP.....	80
Gambar 6.19 Dimensi <i>Drone</i> kolom K4-3 lantai 2.....	80
Gambar 6.20 Dimensi kolom K4-4 lantai 2: (a) 3D model, (b) HP.....	80
Gambar 6.21 Dimensi <i>Drone</i> kolom K4-4 lantai 2.....	80
Gambar 6.22 Dimensi kolom K6-1 lantai 2: (a) 3D model, (b) HP.....	81
Gambar 6.23 Dimensi <i>Drone</i> kolom K6-1 lantai 2.....	81
Gambar 6.24 Dimensi kolom K1-1 lantai 2: (a) 3D model, (b) HP.....	81
Gambar 6.25 Dimensi <i>Drone</i> kolom K1-1 lantai 2.....	81
Gambar 6.26 Dimensi kolom K7-1 lantai 2: (a) 3D model, (b) HP.....	82
Gambar 6.27 Dimensi <i>Drone</i> kolom K7-1 lantai 2.....	82
Gambar 6.28 Dimensi kolom K3-1 lantai 2: (a) 3D model, (b) HP.....	82
Gambar 6.29 Dimensi <i>Drone</i> kolom K3-1 lantai 2.....	82
Gambar 6.30 Dimensi kolom K4B-1 lantai 4: (a) 3D model, (b) HP.....	83
Gambar 6.31 Dimensi <i>Drone</i> kolom K4B-1 lantai 4.....	83
Gambar 6.32 Dimensi kolom K3A-2 lantai 5: (a) 3D model, (b) HP.....	83
Gambar 6.33 Dimensi <i>Drone</i> kolom K3A-2 lantai 5.....	83
Gambar 6.34 Dimensi balok B1 lantai 5: (a) 3D model, (b) HP.....	84
Gambar 6.35 Volume <i>concrete</i> lantai dasar zona 1.....	85
Gambar 6.36 Volume <i>concrete</i> lantai dasar zona 2.....	85
Gambar 6.37 Volume <i>concrete</i> lantai dasar zona 3.....	85
Gambar 6.38 Volume <i>concrete</i> lantai 2 zona 1.....	86
Gambar 6.39 Volume <i>concrete</i> lantai 2 zona 2.....	86
Gambar 6.40 Volume <i>concrete</i> lantai 2 zona 3.....	86
Gambar 6.41 Volume <i>concrete</i> lantai 3 zona 1.....	87
Gambar 6.42 Volume <i>concrete</i> lantai 3 zona 2.....	87
Gambar 6.43 Volume <i>concrete</i> lantai 3 zona 3.....	87
Gambar 6.44 Volume <i>concrete</i> lantai 4 zona 1.....	88
Gambar 6.45 Volume <i>concrete</i> lantai 4 zona 2.....	88
Gambar 6.46 Volume <i>concrete</i> lantai 4 zona 3.....	88



Gambar 6.47 Volume <i>concrete</i> lantai 5 zona 1.....	89
Gambar 6.48 Volume <i>concrete</i> lantai 5 zona 2.....	89
Gambar 6.49 Volume <i>concrete</i> lantai 5 zona 3.....	89
Gambar 6.50 Volume <i>concrete</i> lantai 6 zona 1.....	90
Gambar 6.51 Volume <i>concrete</i> lantai 6 zona 2.....	90
Gambar 6.52 Volume <i>concrete</i> lantai 6 zona 3.....	90
Gambar 6.53 Volume <i>concrete</i> lantai 7 zona 1.....	91
Gambar 6.54 Volume <i>concrete</i> lantai 7 zona 2.....	91
Gambar 6.55 Volume <i>concrete</i> lantai 7 zona 3.....	91
Gambar 6.56 Volume <i>concrete</i> lantai 8 zona 1.....	92
Gambar 6.57 Volume <i>concrete</i> lantai 8 zona 2.....	92
Gambar 6.58 Volume <i>concrete</i> lantai 9 zona 1.....	92
Gambar 6.59 Volume <i>concrete</i> lantai 9 zona 2.....	93
Gambar 6.60 Volume <i>concrete</i> lantai atap.....	93
Gambar 6.61 Volume <i>concrete</i> gedung umkm lantai 1.	93
Gambar 6.62 Volume <i>concrete</i> gedung umkm lantai 2.	94
Gambar 6.63 Volume <i>concrete</i> gedung umkm lantai 3 dan atap.	94



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Sistem Pemantauan Progres Pekerjaan Berbasis BIM dengan Pemanfaatan Teknologi Point Clouds
SAKTI AULIA SULISTYO, Akhmad Aminullah, S.T., M.T., Ph.D.; Ir. Ashar Saputra, S.T., M.T., Ph.D., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1 Rekapitulasi dimensi *Iphone*, *Drone* dan 3D model..... 61



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil <i>point clouds</i> pada setiap pengamatan	75
Lampiran 2 Data perhitungan dimensi berdasarkan 3D model dan <i>point clouds</i>	77
Lampiran 3 Data volume <i>concrete</i>	85