



**PENGEMBANGAN PARAMETRIC OBJECT LIBRARY  
BERBASIS HBIM PADA BANGUNAN BERSEJARAH  
GEREJA IJEN KOTA MALANG**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR  
LABORATORIUM SENI DAN DESAIN ARSITEKTUR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Arsitektur



**EXACORINNA AZALIA SUCIPTO**

**NIM. 175060500111042**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2021**



Dr. Ema Yunita Titisari, ST., MT.

NIP 19750627 200012 2 001



Dr. Eng. Ir. Herry Santosa, ST., MT.

NIP 19730525 200003 1 004

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGEMBANGAN PARAMETRIC OBJECT LIBRARY

### BERBASIS HBIM PADA BANGUNAN BERSEJARAH

### GEREJA IJEN KOTA MALANG

### SKRIPSI

### PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR

### LABORATORIUM SENI DAN DESAIN ARSITEKTUR

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Arsitektur



EXACORINNA AZALIA SUCIPTO

NIM. 175060500111042

Skrripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 24 Mei 2021

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Arsitektur

Dosen Pembimbing

Dr. Eng. Ir. Herry Santosa, ST., MT.

NIP 19730525 200003 1 004

## PERNYATAAN ORISINILITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70)

Malang, 26 Juli 2021

Mahasiswa



Exacorinna Azalia Sucipto

NIM. 175060500111042

TURNITIN



UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM SARJANA



## SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 338 /UN10.F07.15/PP/2021

Sertifikat ini diberikan kepada :

**EXACORINNA AZALIA SUCIPTO**

Dengan Judul Skripsi :

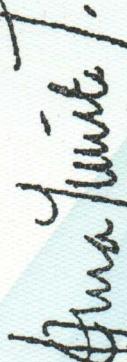
**PENGEMBANGAN PARAMETRIC OBJECT LIBRARY BERBASIS HBIM PADA BANGUNAN  
BERSEJARAH GEREJA IJEN KOTA MALANG**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi  $\leq 20\%$ , dan  
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 23 Juli 2021

Ketua Program Studi S1 Arsitektur



Ketua Program Studi S1 Arsitektur



Dr. Ema Yunita Titisari, ST., MT  
NIP. 19750627 200012 2 001



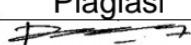
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
**JURUSAN ARSITEKTUR**

Jl. Mayjend Haryono No. 167 MALANG 65145 Indonesia  
Telp. : +62-341-567486 ; Fax : +62-341-567486  
<http://arsitektur.ub.ac.id> E-mail : arsftub@ub.ac.id

---

**LEMBAR HASIL  
DETEKSI PLAGIASI SKRIPSI**

Nama : Exacorinna Azalia Sucipto  
NIM : 175060500111042  
Judul Skripsi : Pengembangan *Parametric Object Library* Berbasis HBIM pada Bangunan Bersejarah Gereja Ijen Kota Malang  
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Ir. Herry Santosa, ST., MT.  
Periode Skripsi : Semester Genap 2020/2021  
Alamat Email : azaliacorinna@gmail.com

Tanggal	Deteksi Plagiasi ke-	Plagiasi yang terdeteksi (%)	TTD Petugas Plagiasi
21 Juli 2021	1	11%	
	2		
	dst		

Malang, 26 Juli 2021

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Kepala Laboratorium  
Dokumentasi dan Tugas Akhir



Dr. Eng. Ir. Herry Santosa, ST., MT.  
NIP. 19730525 200003 1 004

**Wasiska Iyati, ST, MT**  
NIP. 198705042019032014

Keterangan:

1. Batas maksimal plagiasi yang terdeteksi adalah sebesar 20%
2. Hasil lembar deteksi plagiasi skripsi dilampirkan pada hard copy skripsi bagian belakang setelah surat Pernyataan Originalitas dan Sertifikat Bebas Plagiasi

**Exacorinna Azalia Sucipto**, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Mei 2021, Pengembangan *Parametric Object Library* Berbasis HBIM pada Bangunan Bersejarah Gereja Ijen Kota Malang, Dosen Pembimbing: Dr. Eng. Ir. Herry Santosa, ST., MT.

## RINGKASAN

Pelestarian terhadap bangunan bersejarah sangat penting bagi sumber ilmu pengetahuan dan budaya. Namun, sebagian besar bangunan bersejarah di Indonesia hanya memiliki informasi umum seperti nama, alamat, sejarah, dan hanya memiliki gambar desain pada kertas. Seiring dengan berkembangnya teknologi, upaya pelestarian bangunan bersejarah di beberapa negara sudah mulai melakukan adanya digitalisasi. Penggunaan *Building Information Modelling* "BIM" telah digunakan pada beberapa bangunan bersejarah di dunia untuk upaya dokumentasi dan membuat gambar kerja serta informasi lengkap. Kemudian, seiring dengan upaya pelestarian terdapat pengembangan dari BIM yaitu *Historical Building Information Modelling* "HBIM" untuk menghasilkan elemen arsitektural yang lebih kompleks dari bangunan bersejarah.

Studi kasus pada penelitian ini adalah bangunan bersejarah Gereja Ijen Kota Malang yang telah dibangun sejak 1934. Bangunan ini dilakukan perekaman menggunakan *laser scanning* yang akan menghasilkan data *point cloud* yang akurat. Data ini yang digunakan pada penelitian ini untuk mengembangkan *parametric object library* dari bangunan Gereja Ijen Kota Malang. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *parametric object library* bangunan bersejarah Gereja Ijen untuk mengupayakan pelestarian secara digital. Penelitian ini berada pada tingkatan LOK 200 yang menghasilkan basis data digital berupa *parametric object library* berbasis HBIM.

Kata kunci: *parametric object library*, HBIM, *laser scanning*, *point cloud*

**Exacorinna Azalia Sucipto, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Brawijaya University, May 2021, HBIM Based Parametric Object Library Development in A Historic Building of The Church of Ijen Malang City, Academic Supervisor: Dr. Eng. Ir. Herry Santosa, ST., MT.**

*Preservation of historical buildings is very important as a source of knowledge and culture. However, most historical buildings in Indonesia only have general information such as name, address, history, and only have design drawings on paper. Along with the development of technology, efforts to preserve historic buildings in several countries have begun to carry out digitalization. The use of Building Information Modeling "BIM" has been used in several historical buildings in the world for documentation efforts and making working drawings and complete information. Then, along with preservation efforts, there is the development of BIM, namely Historical Building Information Modeling "HBIM" to produce architectural elements that are more complex than historic buildings.*

*The case study in this study is the historic building of the Ijen Church, Malang City, which has been built since 1934. This building is recorded using laser scanning which will produce accurate point cloud data. This data is used in this study to develop a parametric object library from the Ijen Church building in Malang City. This study aims to develop a parametric object library of the historic Ijen Church to seek digital preservation. This research is at the LOK 200 level which produces a digital database in the form of a parametric object library based on HBIM.*

**Keywords:** parametric object library, HBIM, laser scanning, point cloud



Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi tidak luput dari salah dan kekurangan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun sehingga dapat memberikan manfaat dan dapat dijadikan acuan bagi penelitian selanjutnya.

Malang, Maret 2021

**Penulis**



<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>1</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>3</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>6</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>7</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>9</b>
1.1. Latar Belakang .....	9
1.2. Identifikasi Masalah.....	11
1.3. Rumusan Masalah.....	11
1.4. Batasan Masalah .....	11
1.5. Tujuan .....	12
1.6. Manfaat .....	12
1.7. <i>Annotated Bibliography</i> .....	13
1.8. Skema Laporan Tertulis.....	18
1.9. Kerangka Pemikiran .....	19
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>20</b>
2.1. Kajian Topik .....	20
2.2. Diagram Sintesis Topik .....	23
2.3. Kajian Teori.....	24
2.4. Diagram <i>Theoretical Framework</i> .....	36
2.5. Kajian Metodologi.....	37
2.6. Diagaram Alir Metodologi.....	38
2.7. Kajian Temuan.....	39
2.8. <i>Novelty</i> .....	39
2.9. Diagram Alir <i>Novelty</i> .....	40
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>41</b>

3.1. Paradigma Penelitian .....	41
3.2. Rancangan Penelitian.....	41
3.3. Strategi Penelitian.....	41
3.4. Metode Penelitian .....	42
3.5. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	42
3.6. Metode Pengumpulan Data.....	44
3.7. Instrumen Penelitian .....	45
3.8. Prosedur dan Metode Pengembangan <i>Parametric Object Library</i> .....	45
3.9. Metode Validasi Data .....	49
3.10. Diagram Alir Penelitian .....	51
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>52</b>
4.1 Perekaman Data 3D <i>Point Cloud</i> .....	52
4.2 Post-Processing .....	53
4.2.1 Registration .....	53
4.2.2 Segmentasi dan Filtering .....	53
4.2.3 Global Registration .....	53
4.3 Konversi Data .....	53
4.4 Tracing dan Basic Modelling .....	53
4.5 Advanced Modelling .....	57
4.5.1 Penggunaan IFC.....	57
4.5.2 Dinding & Lantai .....	59
4.5.3 Atap.....	59
4.6 Pengembangan <i>Parametric Object Library</i> .....	60
4.6.1 Identifikasi Elemen Arsitektur pada Gereja Ijen .....	60
4.6.2 Pemodelan <i>Parametric Object</i> ,.....	62
4.6.3 Pendataan Parameter .....	69
4.6.4 Pendataan <i>Parametric Object Library</i> .....	73
4.7 Proses Penggabungan (HBIM) .....	77
4.8 Validasi Data.....	82
4.8.1 Validasi dengan Skala.....	82



<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>83</b>
<b>    5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>90</b>
<b>    5.2 Saran.....</b>	<b>91</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>92</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>94</b>



	<b>DAFTAR TABEL</b>	
1.1.	Tabel <i>Annotated Bibliography</i> .....	15
2.1.	Tabel Elemen dalam Arsitektur Gothic .....	34
4.1.	Tabel Identifikasi Elemen Arsitektur pada Gereja Ijen.....	62
4.2.	Tabel Visualisasi <i>Modelling</i> dengan <i>Multi-Software</i> .....	65
4.3.	Tabel <i>Parametric Object Library</i> .....	68
4.4.	Tabel Pendataan Parameter .....	70
4.5.	Tabel Pendataan Dimensi <i>Parametric Object Library</i> .....	75
4.6.	Tabel Pendataan Material <i>Parametric Object Library</i> .....	77
4.7.	Tabel Validasi Data melalui GDL.....	87

<b>DAFTAR GAMBAR</b>	
Gambar 3.1 Posisi Gereja Ijen pada Peta Kota Malang .....	45
Gambar 3.2 Gereja Ijen Kota Malang .....	45
Gambar 3.3 Interior Gereja Ijen .....	45
Gambar 3.4 Eksterior Gereja Ijen .....	45
Gambar 3.5 Perekaman dengan Kamera <i>Laser Scanner</i> .....	45
Gambar 3.6 Kamera <i>Laser Scanner</i> Leica RTC 360 .....	47
Gambar 4.1 Titik-Titik Perekaman pada Gereja Ijen.....	54
Gambar 4.2 3D <i>Point Cloud</i> Bagian Depan Gereja Ijen.....	54
Gambar 4.3 3D <i>Point Cloud</i> Bagian Samping Gereja Ijen .....	54
Gambar 4.4 <i>Levelling</i> pada Data 3D <i>Point Cloud</i> .....	56
Gambar 4.5 <i>Tracing</i> Lantai Dasar menggunakan <i>Grid</i> .....	57
Gambar 4.6 Penempatan Dinding Mengacu 3D <i>Point Cloud</i> .....	57
Gambar 4.7 Visualisasi Penempatan Dinding secara 3D.....	58
Gambar 4.8 <i>Basic Modelling</i> 2D .....	58
Gambar 4.9 <i>Basic Modelling</i> 3D .....	59
Gambar 4.10 Prosedur menjadikan Format IFC .....	60
Gambar 4.11 <i>Modelling</i> IFC .....	60
Gambar 4.12 Perubahan <i>Slab</i> dan Dinding pada ArchiCAD .....	61
Gambar 4.13 Pengembangan Atap pada Model .....	62
Gambar 4.14 Pembuatan Garis Bantu .....	66
Gambar 4.15 Penggunaan <i>Slab</i> .....	66

Gambar 4.16 Tahap Penyimpanan Informasi Elemen .....	67
Gambar 4.17 <i>Parametric Object Library</i> pada Software ArchiCAD .....	67
Gambar 4.18 Denah Lantai Dasar Skala 1:500.....	80
Gambar 4.19 Tampak Barat Skala 1:500.....	81
Gambar 4.20 Tampak Utara Skala 1:500.....	81
Gambar 4.21 Tampak Selatan Skala 1:500.....	82
Gambar 4.22 Tampak Timur Skala 1:500.....	82
Gambar 4.23 Potongan 1-1' Skala 1:500.....	83
Gambar 4.24 Potongan 2-2 Skala 1:500 .....	83
Gambar 4.25 Potongan 3-3 Skala 1:4500 .....	84
Gambar 4.26 Perbandingan Dimensi antara Data <i>Point Cloud</i> dengan <i>Advanced Modelling</i> .....	85
Gambar 4.27 Perbandingan Ketinggian antara Data <i>Point Cloud</i> dengan <i>Advanced Modelling</i> .....	85
Gambar 4.28 Tahap <i>Check Script</i> menggunakan GDL .....	86

## 1.1 Latar Belakang

Upaya pelestarian pada bangunan bersejarah di Indonesia masih terus diupayakan oleh para akademisi dan praktisi. Pelestarian terhadap bangunan bersejarah sangat penting bagi sumber ilmu pengetahuan dan budaya. Namun, sebagian besar bangunan bersejarah di Indonesia hanya memiliki informasi umum seperti nama, alamat, dan sejarah. Arsip yang dimiliki oleh bangunan bersejarah hampir semua hanya memiliki gambar desain analog (gambar desain pada kertas) dan jarang ditemukan perekaman data secara digital. Seiring dengan berkembangnya teknologi, upaya pelestarian bangunan sejarah di beberapa negara sudah mulai melakukan adanya digitalisasi. Hal ini senada dengan kesepakatan yang dikeluarkan oleh UNESCO mengenai pelestarian cagar budaya dalam bentuk digital untuk memastikan aksesibilitas publik, mencegah ancaman lenyap sehingga tidak dapat dinikmati oleh generasi penerus, dan kesinambungan digital dalam jangka panjang (UNESCO, 2003). Digitalisasi ini bermanfaat bagi pelestarian bangunan bersejarah untuk mengelola bangunan apabila terdapat kerusakan atau perubahan secara struktural.

BIM atau *Building Information Modelling* merupakan teknologi desain terbaru berbasis CAD (Dore & Murphy, 2012). BIM dapat merepresentasikan sebuah bangunan secara fisik dan fungsi menggunakan objek parametrik (sebuah objek yang dapat diubah menjadi berbagai konfigurasi dengan mengubah pengaturan parameterternya) untuk menyempurnakan tampilan tiga dimensi (Zhang et al., 2015). Pada awalnya, BIM digunakan untuk melakukan efisiensi dalam proses pekerjaan konstruksi. Seiring dengan upaya pelestarian pada bangunan bersejarah, muncul pengembangan metode dengan berbasis BIM yaitu *Heritage Building Information Modelling* (HBIM). Berbagai studi dan kegiatan praktis di lapangan telah membuktikan kehandalan metode HBIM dalam melakukan dokumentasi dan merekam segala informasi obyek bangunan bersejarah yang terkait dengan seluruh data historis, kebijakan konservasi serta *significance values* (Palomar et al., 2018).

Berkaitan dengan penggunaan metode HBIM, terdapat dua metode pada *automatic reconstruction* secara otomatis yaitu menggunakan *laser scanning* dan *photogrammetry*. *Laser scanning* memiliki keakuratan dan ketelitian yang lebih tinggi sehingga tepat untuk

## BAB I PENDAHULUAN

diaplikasikan dalam proses perekaman bangunan digital. Selain itu, kelebihan alat *laser scanner* yaitu pengambilan data lebih cepat dan proses pengambilan data serta pengukuran dapat dilakukan dari jarak cukup jauh sehingga efisiensi dan keselamatan pekerja dapat terjamin. Prinsip dasar perekaman data menggunakan *laser scanner* adalah sinar gelombang laser dipancarkan dari alat TLS (*Terrestrial Laser Scanner*) ke arah dua bagian yaitu ke sistem penerima untuk memulai pengukuran waktu dan yang lainnya memancar ke arah permukaan target atau obyek yang kemudian dipantulkan kembali ke sistem penerima (Rehestyuk, 2009). Hasil dari perekaman menggunakan *laser scanner* adalah memperoleh suatu data yang dinamakan *point clouds*, yaitu kumpulan titik-titik tiga dimensi yang memiliki koordinat (x, y, dan z) dalam suatu koordinat yang sama. Data ini yang kemudian diolah pada perangkat lunak berbasis HBIM sehingga menghasilkan obyek parametrik. BIM dapat merepresentasikan sebuah bangunan secara fisik dan fungsi menggunakan objek parametrik (sebuah objek yang dapat diubah menjadi berbagai konfigurasi dengan mengubah pengaturan parameternya) untuk menyempurnakan tampilan tiga dimensi (Zhang et al., 2015). Objek-objek parametrik ini dapat disimpan sebagai HBIM *library* yang dapat digunakan untuk pemodelan bangunan cagar budaya sehingga dapat berfungsi dalam pengelolaan bangunan bersejarah.

Kota Malang menjadi salah satu kota di Indonesia yang memiliki kekayaan terhadap bangunan bersejarah khususnya bangunan peninggalan kolonial Belanda. Di Malang pada zaman kolonial, terdapat dua buah gereja Katolik yang besar. Pertama adalah Gereja Hati Kudus Yesus yang ada di Jalan Kayoetangan (sekarang Jalan Basuki Rachmad), dan Gereja Santa Theresia (Theresia Kerk) yang berada di Jalan Ijen. Pada penelitian ini, penulis memilih obyek bangunan Gereja Santa Theresia yang biasa disebut masyarakat Kota Malang dengan sebutan Gereja Ijen. Bangunan gereja ini dipilih sebagai bangunan cagar budaya atas dasar lokasi gereja yang terletak di kawasan konservasi Jalan Ijen. Upaya pengelolaan Gereja Ijen sebagai bangunan cagar budaya dirasa masih terbatas informasinya. Sebagian besar hanya berisi informasi umum seperti nama, alamat, dan sejarah. Arsip yang dimiliki oleh bangunan ini hanya memiliki gambar desain analog (gambar desain pada kertas) yang menyebabkan sulit untuk mengelola bangunan apabila terdapat kerusakan atau perubahan secara struktural. Beberapa penelitian terdahulu telah menggunakan teknologi *laser scanning* untuk melakukan pengembangan *parametric object* berbasis HBIM. Penelitian tersebut antara lain; pemodelan HBIM pada bangunan bersejarah arsitektur Eropa klasik (Murphy, M., 2013),

## 1.2 Identifikasi Masalah

Dari beberapa uraian yang dikemukakan pada latar belakang, maka dapat diidentifikasi permasalahan yaitu:

1. Sebagian besar bangunan bersejarah di Indonesia hanya memiliki informasi umum seperti nama, alamat, dan sejarah.
2. Sebagian besar bangunan bersejarah di Indonesia hanya memiliki arsip data gambar pada kertas (gambar analog) dan belum adanya perekaman data secara digital.
3. Adanya teknologi *laser scanning* dan metode HBIM yang belum banyak diterapkan untuk upaya pelestarian bangunan bersejarah di Indonesia.
4. Belum adanya basis data secara digital berupa elemen-elemen pembentuk bangunan pada Gereja Ijen Kota Malang.

## 1.3 Rumusan Masalah

Dari beberapa uraian yang penulis kemukakan pada bagian latar belakang tersebut, penulis dapat merumuskan permasalahannya yaitu bagaimana mengembangkan *parametric object library* berbasis HBIM pada bangunan bersejarah Gereja Ijen?

## 1.4 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Obyek yang digunakan sebagai studi kasus untuk diteliti yaitu bangunan utama Gereja Ijen yang meliputi fasad depan, fasad samping, dan bagian dalam bangunan.

2. Perangkat lunak yang digunakan meliputi Cyclone Register, Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD, dan Google SketchUp.
3. Ruang lingkup penelitian yang diteliti adalah pengembangan *parametric object* yang didasarkan pada elemen-elemen pembentuk bangunan arsitektur Gothic.
4. Tingkatan HBIM pada penelitian ini berada pada LOG (*Level of Geometry*) 200 dengan akuisisi data 3D *point cloud* dari survei *laser scanning* (sumber data primer).
5. Tingkatan HBIM pada penelitian ini berada pada LOK (*Level of Knowledge*) 200 berisi informasi struktur sederhana (*basic structure*).
6. Tingkatan HBIM pada penelitian ini berada pada LoD (*Level of Detail*) 3 yaitu pengembangan desain (*design development*).

## 1.5 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini yaitu menghasilkan pengembangan *parametric object library* berbasis HBIM dengan tingkatan penelitian LOK 200, LOG 200, dan LoD 3 pada bangunan bersejarah Gereja Ijen Kota Malang.

## 1.6 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis
  - a. Menambah dan mengembangkan wawasan, informasi, pemikiran, serta ilmu pengetahuan mengenai pengembangan *parametric object library* bangunan Gereja Ijen kepada pihak lain.
  - b. Sebagai acuan dan pertimbangan bagi penelitian yang selanjutnya khususnya yang berkaitan dengan pengembangan *parametric object library* pada bangunan Gereja Ijen.
2. Manfaat Praktis
  - a. Menjadi salah satu pustaka data historis bagi Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kota Malang dalam upaya pelestarian bangunan cagar budaya di Kota Malang.
  - b. Menjadi acuan melakukan perubahan terhadap elemen bangunan dan rekonstruksi apabila terdapat kerusakan atau terjadinya bencana alam.

## 1.7 Annotated Bibliography

Tabel 1.1 Tabel Annotated Bibliography

Penulis	Judul	Teori	Topik & Metode	Temuan
Maurice Murphy, Eugene McGovern, Sara Pavia <i>ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing</i> 76 (2013) 89–102	<i>Historic Building Information Modelling – Adding Intelligence To Laser And Image Based Surveys Of European Classical Architecture</i>	Abmayr, T. 2005 – <i>Terrestrial laser scanning</i> Allen, P.K. 2003 – <i>New methods for digital modelling of historic sites</i> Chitham, R. 2005 – <i>The Classical Orders Of Architecture</i> Eastman, C. 2007 – <i>BIM Handbook: A Guide To Building Information Modelling</i>	Topik: Penerapan HBIM pada arsitektur klasik Eropa Metode: HBIM Modelling	Metodologi baru untuk HBIM bagi bangunan bersejarah melibatkan tahapan: pengumpulan dan pemrosesan data survei laser, mengidentifikasi detail bersejarah, pembangunan komponen parametrik, pemetaan objek parametrik ke data pemindaian
A. Baik, A. Alitany, J. Boehm, S. Robsonas <i>ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-5, 2014</i>	<i>Jeddah Historical Building Information Modelling “JHBIM” – Object Library</i>	Dore, C., Murphyb, M., n.d. <i>Semi-Automatic Modelling Of Building Facades With Shape Grammars Using Historic Building Information Modelling</i>	Topik: Penerapan metode HBIM pada bangunan bersejarah Metode: <i>Multiple-software modelling BIM</i>	HBIM dapat diterapkan untuk membuat <i>parametric object library</i> dan dikembangkan menjadi metode JHBIM ( <i>Jeddah Historical Building Information Modelling</i> )
Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya

Hung-Ming Cheng,  
Wun-Bin Yang,  
Ya-Ning Yen  
  
The International  
Archives of the  
Photogrammetry,  
Remote Sensing  
and Spatial  
Information  
Sciences, Volume  
XL-5/W7, 2015

BIM Applied in  
Historical Building  
Documentation and  
Refurbishing

(HBIM). Struct. Surv. 27,  
311–327.

Murphy, M., McGovern, E.,  
Pavia, S., 2009. Historic  
building  
information modelling  
(HBIM). Struct. Surv. 27,  
311–327.

Eastman. C., 2010. BIM  
Handbook: A Guide to  
Building Information  
Modelling. John Wiley and  
Sons, Inc. Hoboken, New  
Jersey

Del Giudice, M., & Osello,  
A., 2013. BIM for Cultural  
Heritage. International  
Archives of the  
Photogrammetry, Remote  
Sensing and Spatial  
Information Sciences, 1(2),  
pp.225-229

Russell, P., Elger, D. 2008.  
The Meaning of BIM,  
Aechitecture in Computro,  
Proceedings of the 26<sup>th</sup>  
aCAADe Conference,  
Antwerpen, pp.531-536

D. Oreni, R. Brumana, A. Brawijaya  
*HBIM Library Object for*

Dore, C., Murphy, M.. 2013. Topik: Permodelan  
*Semi-automatic modelling of 3D content models*

Menghasilkan model kompleks yang  
dapat dijadikan objek atau bentuk  
dasar di BIM sehingga dapat  
diadaptasi untuk tektonika elemen  
bangunan dan dapat dilakukan  
transfer ke LOD yang  
mendefinisikan komponen dan  
keandalan informasi.

Obyek studi kasus menunjukkan  
bahwa memungkinkan untuk

Georgopoulos, B. Cuca	<i>Conservation and Management of Built Heritage</i>	<i>building facades with shape grammars using historic building information modelling</i> , The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science.	menjadi HBIM untuk pelestarian dan manajemen bangunan bersejarah  Metode: Penggabungan software BIM	mengubah permodelan menjadi HBIM
Gustavo Rocha, Luis Mateus, Jorge Fernandes, and Victor Ferreira	<i>A Scan-to-BIM Methodology Applied to Heritage Buildings</i>	Rodríguez-Moreno, C.; Reinoso-Gordo, J.F.; Rivas-López, E.; Gómez-Blanco, A.; Ariza-López, F.J.; Ariza-López, I. From point cloud to Metode: <i>Multiple-BIM: An integrated workflow for documentation, research and modelling of architectural heritage.</i>	Topik: Alur kerja (workflow) dan prosedur HBIM  Metode: <i>Multiple-software modelling</i>	Menghasilkan <i>workflow</i> dari <i>modelling</i> sederhana dan <i>automatic processes</i> untuk rekonstruksi bangunan
Laila M. Khodeir, Dalia Aly, Shaimaa Tarek	<i>Integrating HBIM (Heritage Building Information Modelling) Tools in the Application of Sustainable Environmental Sciences 34 (2016)</i>	Barbosa, M. As-Built Building Information Modeling (BIM) Workflows: From Point cloud Data to BIM. Ph.D. Thesis, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2018	National Organization of Urban Harmony, Principles and Standards of Urban Harmony for Heritage and Special Value Buildings and Areas: Reference Guide, 1st ed.  Cairo: National Organization	Topik: Penerapan HBIM Tools pada <i>sustainable retrofitting</i> di pada bangunan bersejarah di Mesir  Penerapan HBIM dan <i>sustainable retrofit</i> pada bangunan bersejarah di Mesir sangat terbatas dan menemukan banyak tantangan sehingga perlu adanya studi lebih dalam mengenai penerapan HBIM

	<i>Heritage Buildings in Egypt</i>	of Urban Harmony - Egyptian Ministry of Culture, 2010	Metode: Penggabungan software	
Pocobelli, D.P., Boehm, J., Bryan, P., Still, J., Grau-Bove, J.  Heritage Science (2018) 6:30	BIM for Heritage Science: A Review	Dore, C., Murphy, M. 2012. <i>Integration of Historic Building Information Modelling (HBIM) and 3D GIS for Recording and Managing Cultural Heritage Sites.</i> 18 <sup>th</sup> International Conference on Virtual Systems and Multimedia. IEEE p. 369-76.	Topik: Proses BIM pada bangunan bersejarah  Metode: Penilaian BIM dengan referensi studi kasus praktis	Teknik survey dapat dilakukan dengan pendekatan tradisional hingga teknik otomatis ( <i>advanced</i> ) seperti TLS yang berintegrasi dengan GIS, <i>photogrammetry</i> , dan UAV.
Walijyanto dan Ni Putu Praja Chintya Dimensi (3D) Bangunan Cagar Budaya Menggunakan Data Point Cloud Studi Kasus Di	Pemodelan Tiga Dimensi (3D) Bangunan Cagar Budaya Menggunakan Data Point Cloud Studi Kasus Di	Worell, LL. 2015. <i>Building Information Modelling (BIM): The Untapped Potential for Preservation Documentation and Management.</i> Clemson University.	Remondino, F., El-Hakim, S. 2006. <i>Image-based 3D Modelling: A Review.</i> Photogramm Rec 21(115):269-91	Data <i>point cloud</i> mempresentasikan perekaman secara detail namun dalam konversi menjadi modelling 3D cukup memakan waktu.
		Dore, C., & Murphy, M. 2012. <i>Integration of Historic Building Information Modelling (HBIM) And 3D GIS For Recording and Managing Cultural Heritage Sites</i>	Topik: Proses pembuatan model 3D bangunan cagar budaya menggunakan data <i>point cloud</i>	<i>Parametric smart object libraries</i> dibuat sebagai generalisasi objek yang dapat merepresentasikan elemen bangunan bersejarah.  Fitur BIM yang paling menguntungkan untuk melakukan visualisasi terpadu yang dihubungkan dengan model 3D dan data.

	Gedung Perpustakaan Sekolah Vokasi UGM, Yogyakarta	Georgopoulos, A. 2013. <i>HBIM for Conservation and Management of Built Heritage</i>	Metode: Registrasi dan <i>filtering</i>	
Zdeněk Poloprutský  <i>The Civil Engineering Journal</i> 4-2019  Article no. 52	<i>Parametric Modelling For HBIM: Design Of Window Library For Rural Building</i>	Tommasi, C. <i>From Point Cloud To BIM: A Modelling Challenge In The Cultural Heritage Field.</i>	Topik: Proses desain dan pembuatan library object jendela menggunakan HBIM	Menghasilkan <i>modelling library component</i> yang dapat digunakan dalam <i>software BIM</i>
Sisilia Hermawati, Ir. C. Sudianto Aly, MT. Jonathan Hans Y.S., M.Archijaya  Jurnal RISA (Risetjaya Arsitektur) ISSN 2548-8074 Volume 02, Nomor 04, edisi Oktober 2018jaya	Penerapan Elemen Arsitektur Gothic Pada Gereja Santo Laurensius Di Alam Sutera, Serpong	Chiabrandi, F. <i>Historical Buildings Models and Their Handling Via 3D Survey: From Points Clouds to User-Oriented HBIM</i>	Metode: Kualitatif menggunakan abstraksi semantik dan HBIM	
	Athena Publications, Inc. 2016. <i>Introduction : The Flowering of the Gothic in Northen France</i>	Dingley, Andy. 2015. <i>Gothic Architecture</i> .	Topik: Analisa penerapan elemen arsitektur Gothic pada gereja Santo Laurensius, Serpong	Penerapan elemen Arsitektur Gothic pada Elemen gereja didominasi oleh Arsitektur Gothic yang berasal dari periode Neo-Gothic.
		Moris, Edd. 2010. <i>The Seven Key Characteristic of Gothic Architecture</i>	Metode: Kualitatif Deskriptif	

## 1.8 Skema Laporan Tertulis

Pada penelitian ini memiliki skema laporan tertulis dari bab I – V yang pembahasannya berurutan namun memungkinkan apabila mengembangkan bab sebelumnya setelah mendapatkan hasil di lapangan. Adapun skema laporan tertulis sebagai berikut:

### 1. Bab I: Pendahuluan

Bab I mencakup latar belakang yang menguraikan mengenai masalah penelitian serta pentingnya permasalahan tersebut untuk diteliti. Dari latar belakang tersebut selanjutnya menguraikan identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan dan sasaran, manfaat, pembatasan masalah, yang kemudian semua itu ditindak lanjuti oleh merangkum kondisi penelitian terkini melalui *state of the art* atau *annotated bibliography*.

### 2. Bab II: Kajian Pustaka

Bab II terdiri dari kajian topik, kajian teori, kajian metodologi, kajian temuan dan *novelty*. Berdasarkan *annotated bibliography*, kajian topik mendialogkan informasi atas topik-topik dari studi terdahulu yang kemudian dilakukan sintesis ide-ide topik hingga menjadi topik penelitian. Dari topik penelitian tersebut, dilakukan kajian teori dengan menguraikan semua informasi yang berkaitan dengan topik penelitian.

### 3. Bab III: Metode Penelitian

Bab III menguraikan paradigma penelitian yang dipilih, rancangan penelitian, strategi penelitian. Metode penelitian juga menguraikan mengenai bagaimana metode mengumpulkan data, metode validasi dan menguraikan diagram alir metode penelitian.

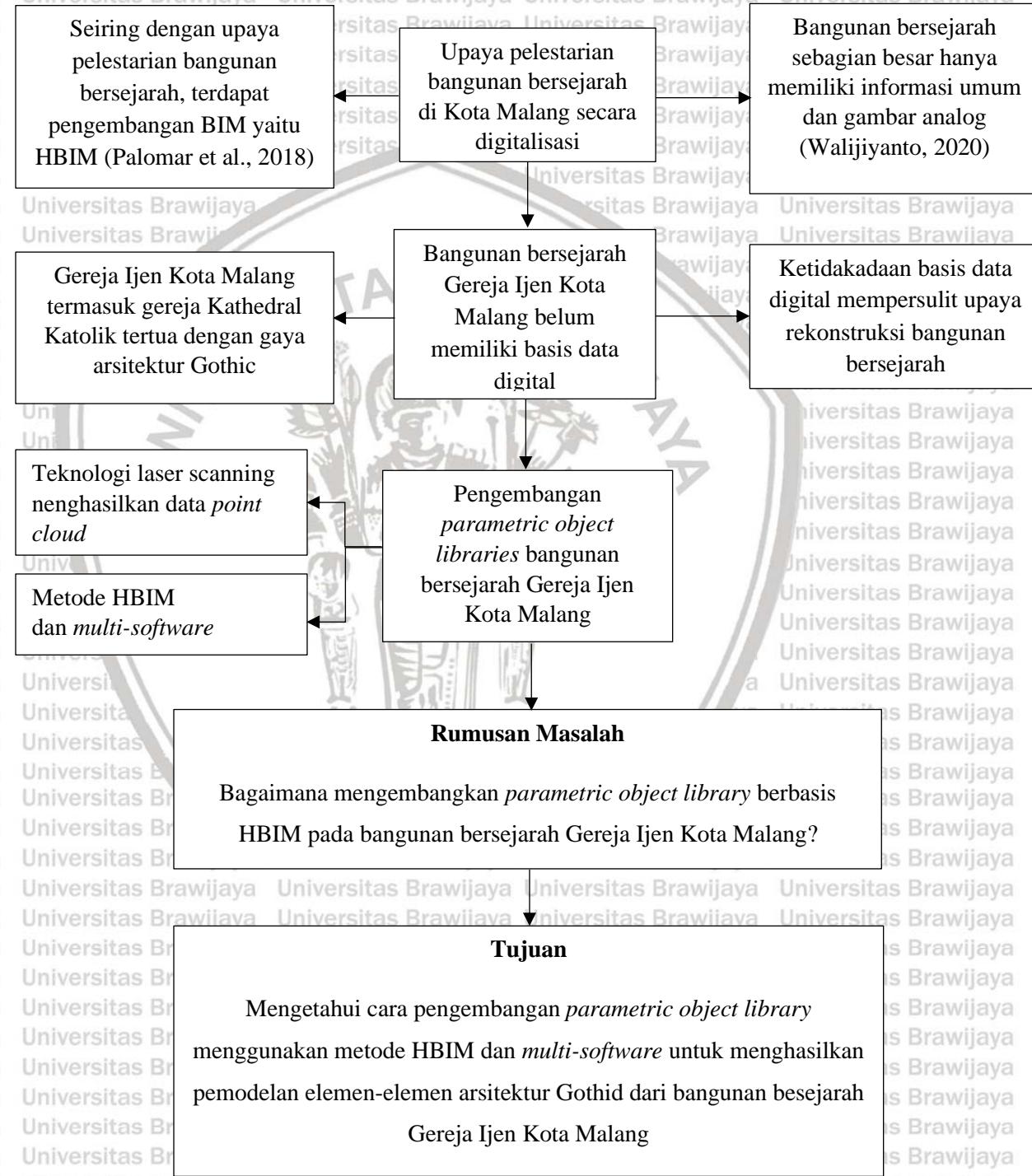
### 4. Bab IV: Hasil & Pembahasan

Bab IV menguraikan dimulai dari proses perekaman *laser scanning* hingga mendapatkan data *point cloud* yang kemudian diolah dalam *post processing*, dilanjutkan konversi data, *tracing* hingga mendapatkan *basic modelling*, kemudian dikembangkan menjadi *advanced modelling*, yang selanjutnya dilakukan analisis *parametric object*, pemodelan *parametric object*, pendataan *parametric object*, dan penggabungan HBIM. Setelah itu, menguraikan langkah-langkah validasi data.

### 5. Bab V: Penutup

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian, pada Bab V akan menyajikan kesimpulan mengenai pengembangan *parametric object library* berbasis HBIM pada bangunan

### 1.9 Kerangka Pemikiran



**Gambar 1.1** Diagram Kerangka Pemikiran

## 2.1 KAJIAN TOPIK

### 2.1.1 Pengembangan *Parametric Object Library* Berbasis HBIM

*Parametric object* didefinisikan sebagai obyek digital yang memuat informasi dan dapat dilakukan perubahan otomatis terhadap obyek tersebut saat dibutuhkan. *Parametric object* dimodelkan dalam bentuk *Geometric Description Language* (GDL), yaitu bahasa pemrograman yang memuat parameter-parameter didalamnya (Pocobelli et al., 2018).

*Parametric object* memberikan kemudahan secara virtual karena obyek digital ini merupakan elemen konstruktif dan hanya perlu sekali dimodelkan, Sifat parametriknya dapat dimodifikasi dan diperbarui sesuai dengan kebutuhan, misalnya proses perubahan, pemeliharaan, penemuan baru, dan sebagainya (Pocobelli et al., 2018).

Pembuatan obyek parametrik yang tidak terdapat pada inventaris kepustakaan BIM akan memerlukan waktu yang lama untuk dimodelkan atau dimasukkan ke dalam *library* BIM. Akibatnya, perlu dilakukan upaya tinggi untuk mereproduksi *geometric singularity* dari bangunan bersejarah. Dalam melakukan hal ini, teknik akuisisi data *point cloud* dengan *terrestrial laser scanning* (TLS) dan *structure from motion* (SFM) atau fotogrametri menjadi penting untuk merepresentasikan geometri bangunan bersejarah ke dalam BIM. Pada literatur ilmiah, metode ini disebut *Scan-to-BIM* (Mesrop et al, 2020).

*Parametric object* memuat informasi parameter-parameter yang dapat dibagi menjadi beberapa kelompok dasar, antara lain: (Poloprusky, 2019)

1. Parameter dasar, meliputi dimensi dasar seperti panjang, lebar dan tinggi. Pada obyek yang lebih kompleks (*nested*) seperti pintu dan jendela, biasanya juga meliputi kedalaman.
2. Parameter lokasi, memfasilitasi penempatan di dalam BIM. Pada obyek kompleks (*nested*), berguna untuk mendefinisikan *offset* dari permukaan dinding (bidang horizontal) dan lantai (bidang vertikal).
3. Parameter arsitektur, menentukan morfologi arsitektur dari obyek parametrik dengan mencirikan elemen bangunan yang dimodelkan.
4. Parameter tambahan, memperluas variabilitas obyek parametrik, misalnya pada bidang komposisi material dan *finishing* permukaan, informasi deskriptif, dan representasi grafis.

Upaya melakukan pengembangan *parametric object library* ini bermanfaat bagi upaya pelestarian bangunan bersejarah. Elemen-elemen arsitektur pada bangunan bersejarah memiliki tingkat kompleksitas yang lebih dikarenakan terbuat dari material dan komponen non-geometri. Karakteristik elemen arsitektur bangunan bersejarah belum ada pada *library* BIM meskipun beberapa upaya telah dilakukan (Oreni et al., 2013, Baik et al., 2014, Logothetis et al., 2015).

## 2.1.2. Gereja Ijen sebagai Bangunan Bersejarah

### 2.1.2.1. Bangunan Bersejarah

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010 Pasal 1 Angka 1 tentang Cagar Budaya, menyatakan bahwa Cagar Budaya adalah warisan budaya bersifat kebendaan berupa Benda Cagar Budaya, Bangunan Cagar Budaya, Struktur Cagar Budaya, Situs Cagar Budaya, Kawasan Cagar Budaya di darat/atau di air yang perlu dilestarikan keberadaannya karena memiliki nilai penting bagi sejarah, ilmu pengetahuan, pendidikan, agama, dan/atau kebudayaan melalui proses penetapan.

Menurut pengertian tersebut menjelaskan bahwa bangunan cagar budaya penting keberadaannya untuk dilestarikan. Pelestarian bangunan bersejarah ini masih terus diupayakan oleh pihak-pihak bersangkutan seperti akademisi dan praktisi. Menurut Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010 Pasal 4 tentang Cagar Budaya, menjelaskan bahwa lingkup pelestarian Cagar Budaya meliputi:

- a. Pelindungan, merupakan upaya mencegah dan menanggulangi dari kerusakan, kehancuran, atau kemasuhan dengan cara penyelamatan, pengamanan, zonasi, pemeliharaan, dan pemugaran Cagar Budaya.
- b. Pengembangan, merupakan peningkatan potensi, nilai, informasi, dan promosi Cagar Budaya serta pemanfaatannya melalui penelitian, revitalisasi, dan adaptasi secara berkelanjutan serta tidak bertentangan dengan tujuan pelestarian.
- c. Pemanfaatan, merupakan pendayagunaan Cagar Budaya untuk kepentingan sebesar-besarnya kesejahteraan rakyat dengan tetap mempertahankan kelestariannya.

Kriteria yang dapat dijadikan sebagai benda Cagar Budaya adalah berusia 50 tahun atau lebih, memiliki masa gaya paling singkat 50 tahun, memiliki arti khusus bagi sejarah, ilmu pengetahuan, agama, dan/atau kebudayaan (Hayati, R., 2014).

### 2.1.2.2. Sejarah Gereja Ijen

Kota Malang menjadi salah satu kota di Indonesia yang memiliki kekayaan terhadap bangunan bersejarah khususnya bangunan peninggalan kolonial Belanda. Bangunan kolonial Belanda di Malang memiliki berbagai gaya bangunan dan jenis fungsi bangunan, salah satunya jenis fungsi bangunan peribadatan.

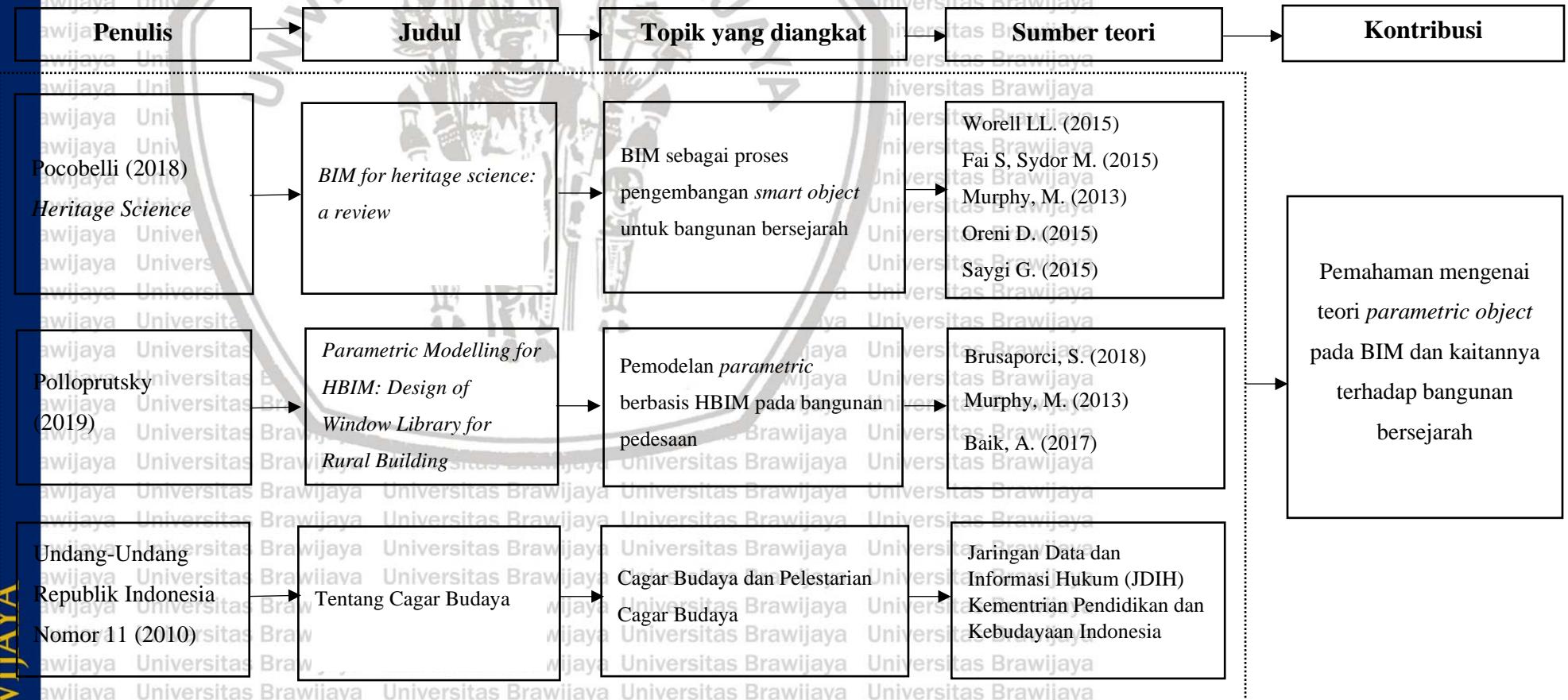
Terdapat tiga buah bangunan gereja kolonial di Kota Malang, antara lain Gereja GPIB Immanuel merupakan gereja Kristen tertua yang terletak di Jalan Merdeka Barat, Gereja Katolik Hati Kudus Yesus yang ada di Jalan Basuki Rahmat pada kawasan Kayutangan, serta Gereja Katedral Santa Maria Bunda Karmel yang berada di Jalan Buring pada kawasan Ijen.

Gereja Santa Theresia dibangun pada tahun 1934 dan pembangunannya berkaitan dengan kapasitas daya tampung gereja katolik di Kayutangan yang tidak lagi memadai. Pada tahun 1929, Mgr. Clemens Van Der Pas, O. Carm memiliki cita-cita adanya suatu Gereja Katedral di Malang, dan pada waktu itu baru memiliki satu gereja yaitu Gereja Paroki Hati Kudus Yesus. Tepatnya di Februari tahun 1934, dilakukannya peletakan batu pertama Gereja Santa Theresia (Theresia Kerk) yang kemudian diresmikan dan diberkati pada Oktober 1934. Pengerajan bangunan Gereja Ijen hanya memakan waktu delapan bulan yang dirancang oleh Henri Louis Joseph Estourgie dari *Architectenbureau Rijksen en Estourgie*.

Pada tahun 1961, berdasarkan Konstitusi Apostolik Paus Yohanes XXIII Quod Christus tentang Pendirian Hirarki Gereja Katolik Indonesia, Gereja Santa Theresia ini berganti nama menjadi Gereja Katolik Katedral Santa Perawan Maria dari Gunung Karmel. Katedral berarti pusat atau area yang berada di tengah-tengah gereja atau area keuskupan utama. Pada tahun 2002, sempat mengalami renovasi namun masih mempertahankan bentuk asli arsitektur gereja. Renovasi dilakukan dalam rangka merawat bangunan, yaitu mengganti bahan plafon yang awalnya dari bahan uatan lama menjadi bahan buatan pabrik modern serta mengecat kembali dinding interior.

Gereja yang biasa disebut oleh masyarakat Kota Malang dengan sebutan Gereja Ijen ini merupakan salah satu Gereja Kathedral di Indonesia dengan eksterior, interior, dan ornamen-ornamennya yang masih menunjukkan tipikal bangunan kolonial Belanda. Melihat dari fasad bangunan, gereja ini berlanggam Neo-Gothic terlihat dari adanya *rose window* yang menjadi ciri khas Gereja Katedral, adanya jendela dan pintu dengan bentuk melengkung, adanya menara kembar serta berbentuk simetri.

## 2.2 Diagram Sintesis Topik



**Gambar 2.1** Diagram Sintesis Topik

## 2.3 KAJIAN TEORI

### 2.3.1 Pengertian BIM

Teknologi informasi dan komunikasi secara digital telah digunakan dalam industri konstruksi di seluruh dunia. Teknologi secara digital telah memberikan dampak percepatan, efisiensi serta produktif dalam melakukan pembangunan, salah satunya adalah teknologi BIM (*Building Information Modelling*). BIM (*Building Information Modelling*) dapat didefinisikan sebagai gabungan dari teknologi, proses, dan kebijakan yang memungkinkan para *stakeholder* untuk merancang secara kolaboratif, membangun dan mengoperasikan fasilitas secara digital (BIM Dictionary, 2019).

Konsep *Building Information Modelling* (BIM) mulai berkembang di tahun 1970, namun terminologi “*Building Model*” dan “*Building Information Model*”, yang didalamnya termasuk BIM digunakan secara luas sejak tahun 2002 (Poloprutsky, 2019). Pada abad terakhir, para praktisi terbiasa menggunakan teknologi berbasis *Computer Aided Design* (CAD) untuk melakukan pemodelan hingga dokumentasi. Gambar CAD diciptakan secara independen atau tidak adanya keterkaitan antara objek-objek yang digambar sehingga saat ada perubahan desain perlu ditindaklanjuti secara manual pada setiap gambar CAD. Berbeda dengan teknologi berbasis BIM yang mana seluruh penggambaran objek memiliki keterkaitan dengan objek lainnya. Selain itu, objek pada BIM dapat dilakukan analisis seperti biaya, material, akustik, termal, dan sebagainya yang tidak dapat dilakukan oleh CAD. BIM juga dapat digunakan dalam proses konsep dan *massing*, produksi, dokumentasi, hingga pembuatan BQ (*Bill of Quantity*).

Dalam keperluan dokumentasi dan digitalisasi, BIM merupakan representasi digital dari karakter fisik dan karakter fungsional suatu bangunan sehingga didalamnya terkandung seluruh informasi mengenai elemen-elemen bangunan tersebut yang digunakan sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umur bangunan (NIBS, 2013). Seluruh prosesnya berjalan secara terintegrasi dalam sebuah model secara digital yang kemudian diterjemahkan sebagai model tiga dimensi (Institut BIM PUPR, 2018). Perangkat lunak komprehensif ini memberikan kemudahan bagi spesialis bangunan dan konstruksi untuk melakukan perancangan, simulasi, visualisasi, juga dapat meningkatkan kinerja organisasi pengguna jasa dan penyedia jasa konstruksi. Tidak hanya itu, BIM juga memberikan manfaat dalam efektifitas dan percepatan durasi pelaksanaan pembangunan infrastruktur (Institut BIM PUPR, 2018).

Pemodelan BIM tidak hanya mempresentasikan 2D dan 3D saja, namun terdapat tingkatan dimensi lainnya hingga 4D, 5D, 6D, hingga 7D. Pada pemodelan 3D berbasiskan obyek yang bersifat parametrik, 4D merupakan urutan dan penjadwalan material, 5D termasuk estimasi biaya dan *quantity take off*, 6D mempertimbangkan dampak lingkungan termasuk analisis energi dan deteksi konflik, serta 7D bagi manajemen fasilitas (Institut BIM PUPR, 2018).

### 2.3.2 HBIM

#### 2.3.2.1 Pengertian HBIM

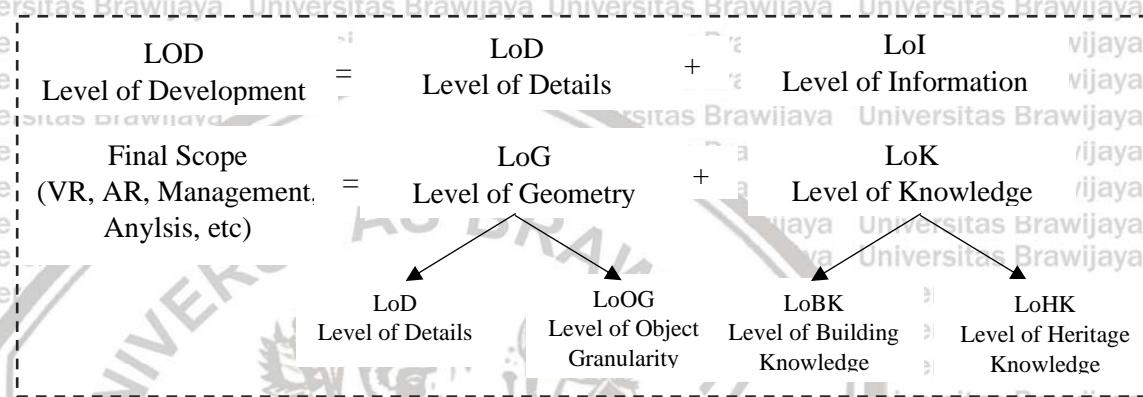
Pada awalnya, BIM digunakan untuk melakukan efisiensi dalam proses pekerjaan desain dan konstruksi. Seiring dengan perkembangannya dan berkontribusi dalam upaya pelestarian pada bangunan bersejarah, muncul pengembangan metode dengan berbasis BIM yaitu *Heritage Building Information Modelling* (HBIM). Berbagai studi dan kegiatan praktis di lapangan telah membuktikan kehandalan metode HBIM dalam melakukan dokumentasi dan merekam segala informasi obyek bangunan bersejarah yang terkait dengan seluruh data historis, kebijakan konservasi serta *significance values* (Palomar et al., 2018).

HBIM didefinisikan sebagai sebuah metode untuk menciptakan pemodelan secara digital yang mana didalamnya memuat berbagai macam informasi mengenai bangunan bersejarah tersebut. Dalam keperluan dokumentasi dan digitalisasi, HBIM adalah suatu solusi yang menghasilkan obyek parametrik secara interaktif untuk menjelaskan elemen arsitektural yang terkonstruksi dari data sejarah, elemen ini telah akurat dipetakan ke dalam data *point cloud* atau survey berbasis gambar (Murphy, 2013).

Literatur ilmiah mengupayakan mencapai penerapan yang efektif dari teknologi BIM untuk bangunan bersejarah (Pavlovskis, M., 2019, Biagini, C., 2016, Osello, A., 2018). HBIM memungkinkan untuk melakukan rekonstruksi digital aset bersejarah (Bruno et al., 2018, Bacci et al., 2019) dengan mempertimbangkan perubahan geometris aktual (Anton et al., 2019). Selain itu, dapat juga dilakukannya beragam simulasi pada model seperti penilaian perilaku struktural (Bruno et al., 2018, Oreni et al., 2014), keberlanjutan (*sustainability*) (Gigliarelli et al., 2017, Jordan-Palomar et al., 2018), kriteria keputusan untuk restorasi (Bienvenido et al., 2019), *scan-to-BIM* (Pavlovskis et al., 2019, Osello et al., 2018), keamanan di tempat kerja (Biagini et al., 2016) antara lain yaitu pengetahuan dan lingkungan yang mengimplementasikan teknologi ini.

### 2.3.2.2 Tingkat HBIM pada *Detail-Geometry-Accuracy*

Kebutuhan yang berkembang dengan penggunaan berbagai sumber data seperti *laser scanning* dan *photogrammetry* (sumber data primer) dan laporan sejarah, gambar analog, dan sebagainya (sumber data sekunder) dalam proses generatif model HBIM memperkenalkan level baru dari geometri (LOG) dalam spesifikasi LOD. LOG berguna untuk menekankan bagaimana pembuatan model HBIM yang tepat sehingga dapat berguna dan berorientasi pada analisis berbasis BIM yang berbeda-beda sesuai dengan skala dan *grade of accuracy* (GOA).



Gambar 2.2 Skema Level of HBIM (Maietti, 2020)

#### 1. *Levels of Development (LOD)*

Pada prosedur dalam BIM, *level of development* (LOD) adalah kekhususan yang diperlukan untuk elemen tertentu pada tahap tertentu dari sebuah proyek. LOD mengidentifikasi seberapa banyak informasi yang diketahui tentang elemen bangunan pada waktu tertentu.

BIM merupakan sebuah alat kolaborasi yang dianggap dapat sebagai komunikasi pada tahap pemrosesan desain dan proyek konstruktif. BIM mampu untuk mendeskripsikan tingkat elemen model yang secara aktif dimodelkan dan memungkinkan tidak hanya perancang yang mengetahui namun *stake holder* lainnya juga dapat mengetahuinya.

Kerangka kerja LOD pada BIM yaitu memungkinkan untuk menyimpulkan informasi dari BIM yang tidak dimaksudkan oleh perancang atau dimensi yang tidak disebutkan. Informasi ini dapat dimanfaatkan dan dikembangkan dengan ketepatan. Oleh karena itu, spesifikasi LOD memungkinkan perancang menyatakan keandalan elemen model dengan jelas sehingga konsep elemen tersebut dapat diandalkan.

Pada lingkungan kolaboratif, tim lebih bergantung kepada informasi dari model untuk memajukan pekerjaan mereka. Spesifikasi LOD dapat mengatasi masalah ini dengan

menyediakan standar yang dikembangkan industri untuk menggambarkan keadaan perkembangan berbagai sistem, rakitan, dan komponen dalam BIM. Standar ini memungkinkan efektivitas dan efisiensi komunikasi hingga eksekusinya (Cheng, 2015).

## 2. *Levels of Knowledge (LOK)*

Tujuan dari Levels of Knowledge adalah untuk menentukan jenis pengelolaan terhadap bangunan bersejarah berdasarkan informasi yang tersedia. Terdapat lima tingkatan dalam LOK, antara lain LOK100, LOK200, LOK300, LOK400, LOK500. Kategorisasi tingkatan ini digunakan pada metode BIM yang mana bertujuan untuk menyederhanakan konsep repertoire yang dihasilkan.

LOK100 atau dapat disebutkan sebagai tingkatan identifikasi, merupakan tingkatan yang memiliki identifikasi informasi dasar. Informasi yang ada dapat berbentuk data *point cloud* dari hasil *photogrammetry* atau *laser scanning* yang berisi *graphic codification* yang tidak dikategorisasi, seperti *georeference location and orientation*.

LOK200 atau disebut tingkatan *protection and dissemination* berisi informasi yang dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi aksi yang berhubungan dengan perlindungan resmi dari aset dan perencanaan strategis atau *master plan*. Informasi yang ada dapat berupa struktur *basic* seperti dinding, lantai, dan atap.

LOK300 yaitu *advance research* jauh lebih dalam pada karakteristik entitas grafis hingga dapat menunjukkan hasil penelitian khusus yang dilakukan dengan metodologi arkeologi atau studi disiplin khusus mengenai pemantauan dan diagnosis. Hal ini akan menjadi model pengetahuan lanjutan tentang aset untuk melakukan tingkat berikutnya, LOK 400, yang akan mencakup tindakan konservasi dan intervensi khusus pada elemen aset. LOK 400 membutuhkan informasi spesifik mengenai kriteria dan prosedur yang digunakan. Terakhir, LOK 500 berkaitan dengan model HBIM yang digunakan untuk pengelolaan secara efisien dan sistematis untuk melakukan tindakan yang telah direncanakan.



**Gambar 2.3 Skema Karakteristik LOK pada HBIM (Castellano M, 2019)**

### 3. *Levels of Geometry (LOG)*

Kebutuhan yang berkembang dengan penggunaan berbagai sumber data seperti *laser scanning* dan *photogrammetry* (sumber data primer) dan laporan sejarah, gambar analog, dan sebagainya (sumber data sekunder) dalam proses generatif model HBIM memperkenalkan level baru dari geometri (LOG) dalam spesifikasi LOD. LOG berguna untuk menekankan bagaimana pembuatan model HBIM yang tepat sehingga dapat berguna dan berorientasi pada analisis berbasis BIM yang berbeda-beda sesuai dengan skala dan *grade of accuracy* (GOA). Berdasarkan interpretasi literatur dari tingkatan LOG (Bloomberg et al. 2012), tingkatnya dilakukan dengan penurunan tingkat (500-100) dijelaskan dalam kasus HBIM dan tujuan pelestarian menurut pemodelan *scan-to-BIM*.

LOG500 merepresentasikan tingkatan terakhir dari HBIM. Proses generatif yang tepat memungkinkan untuk melakukan transfer menjadi model parametrik dengan akurasi tertinggi dalam survei pada CDE.

LOG300 merepresentasikan fase generatif biasa dari model 3D yang akurat dari *data point cloud*. HBIM berorientasi pada analisis energi atau FEM (*finite element model*).

Selanjutnya, pilihan skala yang tepat juga dapat menentukan untuk pembuatan model yang lebih sederhana seperti *ones for CoSIM*.

LOG400 memungkinkan orientasi model HBIM yang tepat untuk analisis berbasis BIM yang lebih dalam. Misalnya, analisis IRT, analisis peluruhan, dan simulasi struktur 3D yang memerlukan peningkatan akurasi geometris yang lebih baik untuk meningkatkan nilai informatif.

LOG200 merepresentasikan pengumpulan data dengan cara akuisisi data 3D *point cloud* dari survei *laser scanning* dan *digital photogrammetry* (sumber data primer).

LOG100 adalah pendekatan pertama pada bangunan bersejarah. Pendekatan ini bergantung pada literatur sejarah, gambar analog 2D pada kertas yang berguna bagi kedalaman pengetahuan sejarah bangunan dari satu generasi ke generasi berikutnya. (Brumana R et al. 2019).

#### 4. *Level of Detail (LoD)*

Pemodelan tiga dimensi dengan BIM didalamnya terkandung informasi suatu objek yang tingkat detilnya tergantung oleh *Level of Detail (LoD)* yang ingin dicapai. Semakin tinggi LoD maka semakin detil visualisasi objek atau semakin mendekati bentuk yang sebenarnya (Walijiyanto, 2020). Terdapat lima tingkatan dari LoD dalam BIM yaitu LoD1 (*pre-design*), LoD2 (*schematic design*), LoD3 (*design development*), LoD4 (*construction stage*), LoD5 (*as built*) (Biagini et al., 2016; Fai & Refeiro 2014).

##### 2.3.3 Metode Automatic Reconstruction Pemodelan 3D

HBIM berkaitan dengan pemodelan 3D digital yang akurat dan representatif sehingga diperlukan metode perekaman menggunakan teknologi yang akurat. Teknik survei digital diperlukan untuk menghasilkan model 3D yang detail sehingga menarik dan bermanfaat untuk berbagai tujuan dalam lingkup *cultural heritage* (Chiabrandi et al., 2015). Perekaman berarti mendekripsi dimensi, geometri atau bentuk, gaya, material, dan sebagainya. Maka dari itu, fase ini begitu krusial, karena membantu pemahaman bangunan (Williams J, 2016) dan mendukung perencanaan konservasi (Williams J, 2016; Di Giulio R et al, 2014).

Secara tradisional, survei dilakukan dengan metode *triangulation* yaitu dengan melakukan pengukuran secara manual, menentukan *reference-points* atau disebut juga dengan *stations* dan melakukan triangulasi setiap sudut menggunakan alat laser atau meteran (Carpiceci M, 2000).

Saat ini, teknik survei digital yang digunakan untuk perekaman pada objek dengan kompleksitas tinggi adalah *photogrammetry* dan *laser scanning* (Brumana, R., 2018; Mateus, L. 2019). Keduanya termasuk ke dalam teknik pengumpulan data (Boardman, C., 2018). Keuntungan dari kedua teknik ini adalah mengurangi pengulangan langkah dalam proses survei secara tradisional, memiliki waktu lebih banyak untuk melakukan proses penting seperti pemodelan dan analisis bangunan (Mateus, L., 2012). Keduanya memiliki pendekatan yang berbeda dalam melakukan akuisisi data.

### **1. Photogrammetry**

*Photogrammetry* merupakan seni dan ilmu pengetahuan untuk mengukur, memperoleh informasi mengenai sifat permukaan dan bentuk suatu objek yang kemudian merubahnya menjadi model 3D berbasis foto/gambar (Edward et al, 2001; Schenk, 2005; Remondino, 2011; Aicardi et al, 2018). Bidang aplikasi utama *photogrammetry* adalah kartografi, pemetaan dan dokumentasi model 3D *cultural heritage* (Grun et al, 2004).

*Photogrammetry* menggunakan foto/gambar sebagai sumber informasi dan terintegrasi dengan *computer vision* (Schindler, 2012). *Computer Vision* merupakan teknik matematika yang memiliki tujuan menampilkan model 3D dalam bentuk digital yang berbasis gambar (Szeliski, 2010; Aicardi et al, 2018; Remondino, 2010). Integrasi *photogrammetry* dengan *computer vision* dapat mengubah foto/gambar 2D menjadi model 3D dengan cara yang otomatis, fleksibel, dan berkualitas baik. Ketersediaan perangkat dan proses *photogrammetry* lebih mudah dibandingkan teknologi *laser scanning* (Garcia et al, 2014). Supaya hasil perekaman menggunakan metode *photogrammetry* tepat dilakukan, penting untuk memastikan kelengkapan gambar yang ditangkap supaya dapat dilakukannya *overlapping* gambar. Ketepatan hasil perekaman *photogrammetry* juga bergantung kepada kondisi cuaca dan pencahayaan yang merata (Waldhausl, P. 1994).

### **2. Laser Scanning**

Teknik ini mengandalkan teknologi laser dalam melakukan perekaman obyek. *Laser scanning* biasanya dilakukan untuk merekam objek yang besar, tinggi, dan kompleks (Grussenmeyer et al, 2011; Barbosa, M., 2018). Perekaman dengan metode *laser scanning* menggunakan alat pemindai yang dapat merekam informasi bentuk, tekstur permukaan objek dan situs (Vosselman, G., 2010). Alat pemindai mencakup berbagai instrumen dengan berbagai jenis prinsip dan fungsi yang ditujukan untuk berbagai jenis lingkungan dengan tingkat akurasi dan presisi yang tinggi (Boardman, C., 2018). Penting untuk memperhitungkan titik mana saja yang dapat dijangkau peralatan untuk memastikan koneksi

yang tepat antara setiap ruangan gedung, lantai, luar ruangan, dan area dalam ruangan. Seluruh tindakan ini penting supaya saat file mentah diproses, perangkat lunak dapat menyelaraskan pemindaian dengan benar (Rocha, G. 2020)

### 2.3.4 Pengertian *Point Cloud*

*Point cloud* merupakan data berupa kumpulan titik-titik yang terkam dalam koordinat x, y, dan z. Data *point cloud* didapatkan dari pemindaian dengan metode *terrestrial laser scan* (TLS) yang memuat informasi spasial dan perlu dilakukan proses lebih lanjut untuk menjadi pemodelan BIM (Williams J, 2016). Proses tersebut dinamakan *post-processing* yang didalamnya terdapat tiga tahap sebelum bisa dimodelkan ke dalam *software BIM*. Pertama, data mentah *point cloud* perlu dilakukan registrasi ke dalam satu sistem supaya seluruh *point cloud* dapat berkohesi dan menyatu. Langkah registrasi ini berpengaruh terhadap akurasi data yang akan digunakan serta berdampak terhadap proses selanjutnya yaitu pengolahan menjadi model 3D. Kedua, data yang telah teregistrasi ini dilakukan proses *segmentation and filtering* yaitu menghapus objek yang tidak diperlukan. Tahap ini membantu supaya kapasitas data *point cloud* tidak terlalu besar, karena *point cloud* bisa berisi ratusan hingga milyaran titik tergantung dengan objek yang dipindai. Ketiga, menggabungkan seluruh segmen data titik *point cloud* dengan sistem *global registration*.

Data *point cloud* dapat bekerja pada program BIM sebagai referensi pemodelan yang lebih akurat dibandingkan data lainnya (Hebert, M. et al, 2005). Data *point cloud* memberikan keakuratan yang tinggi dan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan foto pada lapangan. Apabila diolah dalam BIM, data *point cloud* dapat diolah dengan format (.xyz), (.e57), (.rcp), (.rcs), (.lgs) pada *software Autodesk Revit*. Sedangkan *software ArchiCAD* hanya dapat diolah dengan format (.e57) dan (.xyz).

### 2.3.5 Arsitektur Gothic

Gaya Gothic mulai diaplikasikan pada abad XII-XV di Eropa Barat dan sebenarnya adalah pengembangan dan peningkatan dari gaya Romawi. Penggunaan istilah “Gothic” tidak dapat dipisahkan dari istilah “Katedral Gothic”. Katedral Gothic pertama kali muncul di Perancis bagian utara yang kemudian terkenal di seluruh Eropa. Katedral tidak hanya sebagai tempat beribadah, namun merepresentasikan Tuhan, alam, dan manusia.

Interior Katedral Gothic memberi kesan luas dan rumit, terdiri dari *nave* yang tinggi dan *nave* apendiks yang lebih rendah, lantainya bermotifkan mozaik dan bentuk-bentuk yang secara visual memberi aksen vertikal menjulang tinggi (Gregorian C.R., 2015).

### 2.3.5.1 Elemen dalam Arsitektur Gothic

Berdasarkan periodenya, pembagian elemen arsitektur Gothic dapat dikelompokkan menjadi elemen penyusun ruang yang terdiri dari elemen struktur dan non-struktur yang dapat dikelompokkan sebagai berikut: (Hermawati, 2018)

#### 1. Elemen Struktur:

- a. *Columns and Piers* (Kolom)
- b. *Walls* (Dinding Pemikul)
- c. *Roof and Vaults* (Atap)

#### 2. Elemen Non-Struktur

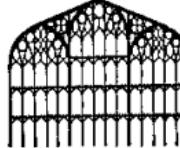
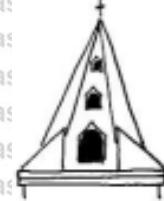
- a. *Walls* (Dinding Pengisi)
- b. *Openings* (Bukaan)
- c. *Moulding, Ornaments, Spires, Stained Glass, Sculpture* (Dekorasi)

**Tabel 2.1.** Elemen dalam Arsitektur Gothic

Elemen	Early Gothic	High Gothic	Late Gothic	Neo-Gothic
Landasan				
Kolom	Berbentuk persegi dengan dekorasi pada bagian kolom bawah	Berbentuk persegi dengan coakan tertentu	Bentuk mengikuti bentuk badan kolom dengan ukiran	Bentuk mengikuti bentuk badan kolom namun lebih sederhana
Badan Kolom	Berbentuk lingkaran besar	Terbentuk dari 4 lingkaran yang	Menyerupai <i>high gothic</i> namun	Terbentuk dari 4 pola lingkaran besar

<b>Kepala Kolom</b>	dengan lingkaran kecil yang mengelilinginya	disatukan dengan pola ukiran diantaranya	dengan pola lebih detail	dengan 2 buah pola lingkaran kecil diantaranya			
<b>Flying Buttress</b>							
<b>Ribbed Vault</b>	Keempatnya memiliki ukiran flora, namun khusus pada <i>Late Gothic</i> terdapat ukiran berwajah manusia						
<b>Ribbed Vault</b>		Seluruh gereja menggunakan <i>flying buttress</i>					
<b>Kubah</b>	 Seluruh gereja menggunakan <i>ribbed vault</i>						
<b>Pelana</b>	 Seluruh gereja pada periode Gothic menggunakan atap pelana						
<b>Dinding</b>							

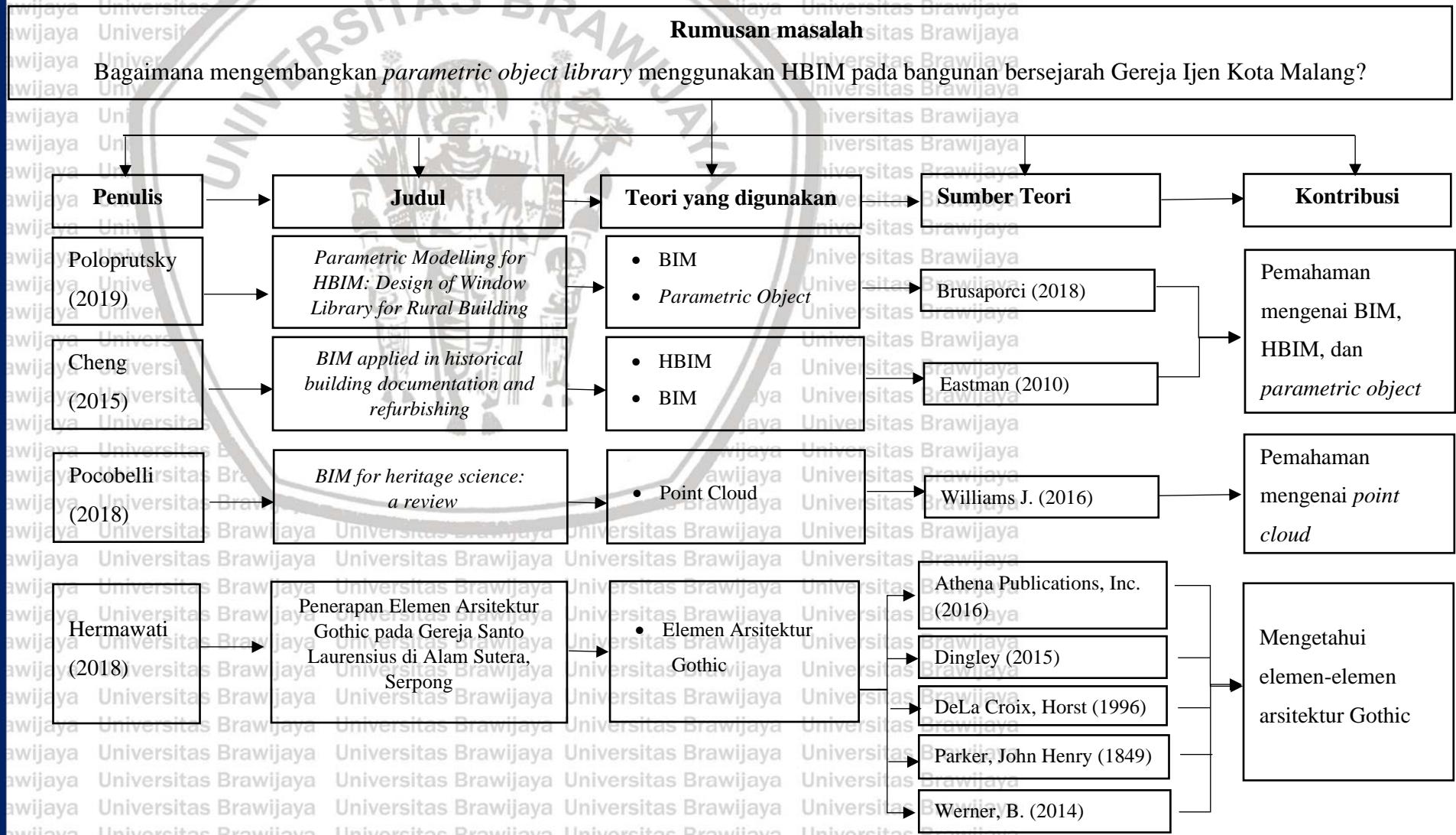
Universitas Brawijaya <i>clerestory</i>	Seluruh gereja menggunakan dinding yang terdiri dari 3 bagian yaitu <i>nave</i> , <i>triforium</i> , <i>clerestory</i>			
Pintu	Berbentuk melengkung pada bagian atasnya		Berbentuk <i>pointed arch</i> dengan ornamen ukiran diatasnya	
Jendela	Berbentuk <i>pointed arch</i> tanpa ornament di sekitarnya		Bentuk lebih variatif dengan bentuk dasar <i>pointed arch</i>	
Rose Window	Belum memiliki pola radial		Sudah mulai berpolai radial	
Moulding	Tidak terdapat perbedaan yang mencolok			

<b>Ornamen</b>					
<b>Tower</b>		Memiliki bentuk dasar oktagonal	Memiliki bentuk dasar oktagonal dan proporsi yang lebih ramping		Bagian dinding menara membentuk segitiga mengikuti segmen pada atap
<b>Kaca Patri</b>				Seluruh gereja pada periode Gothic menggunakan kaca patri. Umumnya, kaca patri memiliki gambar ornamen atau simbol religius mengenai suatu pesan atau peristiwa.	

## 2.4 Diagram Theoretical Framework

### Rumusan masalah

Bagaimana mengembangkan *parametric object library* menggunakan HBIM pada bangunan bersejarah Gereja Ijen Kota Malang?



Gambar 2.4 Diagram Theoretical Framework

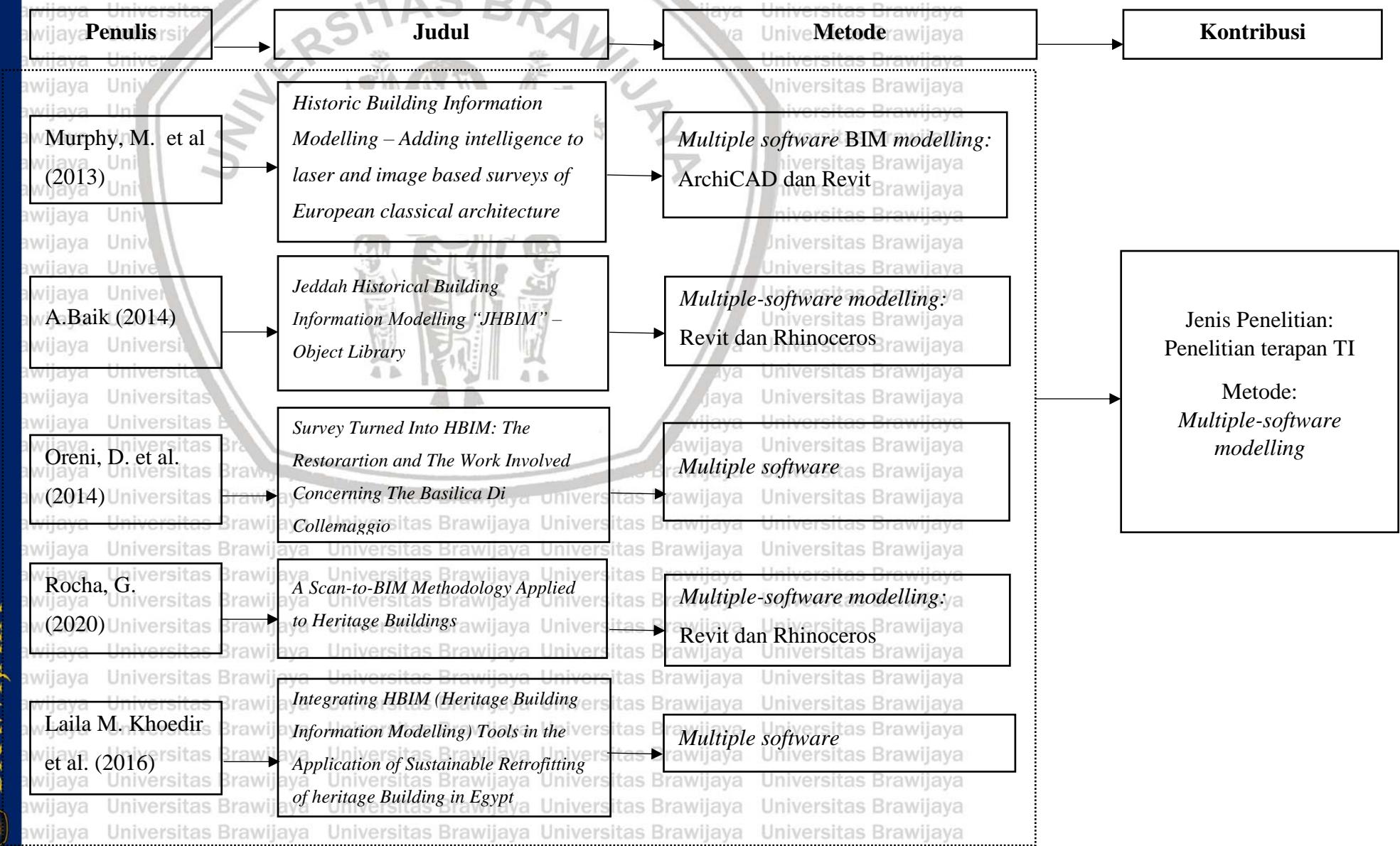
## 2.5 Kajian Metodologi

Pemilihan metode penelitian dilakukan dengan cara merujuk pada metode dari jurnal sebelumnya yang memiliki tema penelitian serupa mengenai pengembangan *parametric object based surveys of European classical architecture* yang ditulis oleh Maurice Murphy pada tahun

2013. Jurnal tersebut menggunakan metode *multiple software* yaitu menggunakan dua *software* untuk melakukan pemodelan elemen arsitektur klasik antara lain: Revit dan ArchiCAD. Jurnal kedua adalah jurnal yang berjudul *Jeddah Historical Building Information Modelling “JHBIM” – Object Library* yang ditulis oleh A. Baik pada tahun 2014. Jurnal tersebut menggunakan menerapkan HBIM yang dikembangkan menjadi suatu basis data bernama JHBIM, yaitu kumpulan HBIM pada Kota Jeddah. Jurnal ketiga berjudul *Survey Turned Into HBIM: The Restorartion and The Work Involved Concerning The Basilica Di Collemaggio* yang ditulis oleh Daniela Oreni pada tahun 2014. Jurnal ini menggunakan metode penggabungan *software* untuk melakukan pemodelan HBIM pada bangunan Basilica. Jurnal keempat berjudul *A Scan-to-BIM Methodology Applied to Heritage Buildings* yang ditulis oleh Gustavo Rocha pada tahun 2020. Jurnal tersebut menerapkan *multi-software modelling* dengan *software* Rhinoceros dan Autodesk

Revit untuk melakukan pemodelan HBIM. Jurnal yang terakhir berjudul *Integrating HBIM (Heritage Building Information Modelling) Tools in the Application of Sustainable Retrofitting of heritage Building in Egypt* yang ditulis oleh Laila M. Khoedir pada tahun 2016. Jurnal ini melakukan penggabungan *software* dan metode kualitatif dalam melakukan pemodelan untuk pelestarian bangunan di Mesir.

## 2.6 Diagram Alir Metodologi



Gambar 2.5 Diagram Alir Metodologi

## 2.7 Kajian Temuan

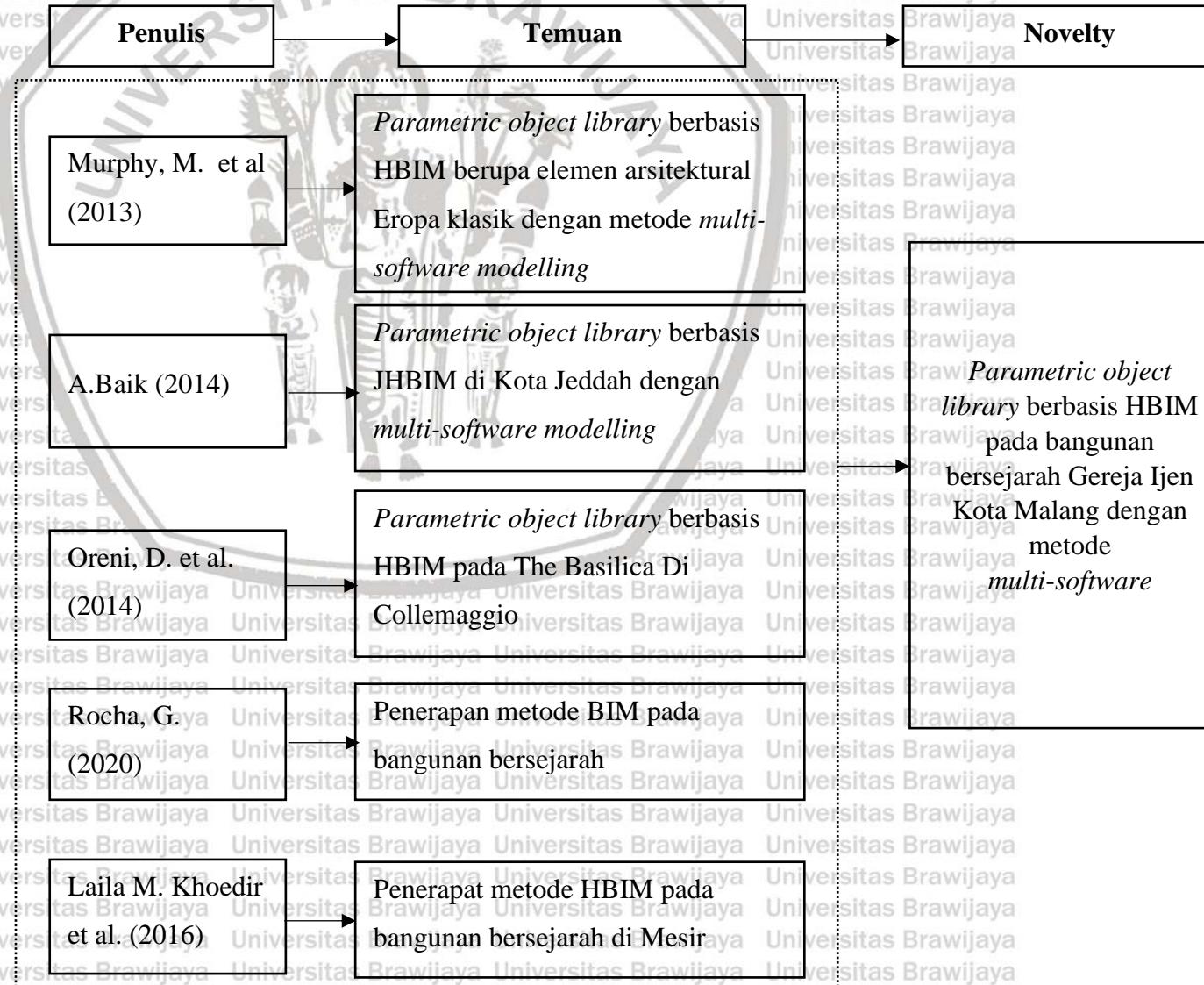
Literatur yang digunakan dalam membantu penelitian ini berupa jurnal penelitian. Jurnal terkait yang dapat membantu penelitian ini adalah (Maurice, M., 2013), (A. Baik, 2014), (Oreni, D., 2014), (Rocha, G., 2020), (Khoedir, Laila M., 2016). Pada jurnal (Maurice, M., 2013) membahas menghasilkan temuan berupa *parametric object library* berbasis HBIM. Pada jurnal (A. Baik, 2014) menghasilkan temuan berupa *modelling* HBIM. Pada jurnal (Oreni, D., 2014) menghasilkan temuan berupa *modelling* HBIM dan pendekatan rekonstruksi bangunan. Pada jurnal (Rocha, G., 2020) menghasilkan temuan berupa *modelling* HBIM. Pada jurnal (Khoedir, Laila M., 2016) menghasilkan temuan berupa *modelling* HBIM.

## 2.8 Novelty

Implementasi HBIM pada bangunan bersejarah khususnya di Kota Malang masih belum banyak dilakukan. Pada penelitian ini, peneliti akan membahas implementasi HBIM yaitu pengembangan *parametric object library* pada bangunan bersejarah Gereja Ijen Kota Malang.

Selain itu, metode *multi-software* pada pengembangan *parametric object* belum banyak dilakukan pada bangunan bersejarah. Pada penelitian ini, peneliti akan menggunakan metode *multi-software* untuk menghasilkan basis data digital *parametric object library* dari bangunan Gereja Ijen Kota Malang.

## 2.9 Diagram Alir Novelty



Gambar 2.6 Diagram Alir Novelty



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Paradigma Penelitian

Paradigma penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan di bidang Teknologi Informasi (TI) karena penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan basis data digital. Paradigma ini dipergunakan untuk menghasilkan suatu data dan menguji data tersebut sesuai dengan tujuan penelitian. Data yang dihasilkan dari penelitian ini adalah basis data digital berupa *parametric object library* berbasis HBIM pada Gereja Ijen Kota Malang.

Adapun beberapa cakupan dalam penelitian terapan TI yang diterapkan pada penelitian ini yaitu; sistem kontrol berbasis *soft-computing*, sistem operasi yang berbasis *open source*, sistem database dengan sistem *indexing* data baru, sistem pencarian dengan metode *searching* baru, sistem database dengan metode penyimpanan data baru, dan aplikasi pemodelan data yang mengakomodasi metode baru.

### 3.2 Rancangan Penelitian

Penelitian dimulai dengan tahap pengumpulan data Gereja Ijen Kota Malang melalui perekaman *laser scanning*. Perekaman dilakukan dengan cara menentukan beberapa titik pada bangunan sehingga dapat merekam keseluruhan bangunan secara 360°. Hasil data dari perekaman ini kemudian diproses dalam tahapan registrasi, *post processing*, dan *filtering*. Data inilah yang kemudian menjadi data primer untuk dilakukan pengembangan basis data digital *parametric object library*. Tahap selanjutnya yaitu mengembangkan basis data digital *parametric object library* ini menggunakan metode *multiple-software modelling*. Tahap terakhir pada penelitian ini yaitu validasi data dengan dua cara yaitu membandingkan ukuran dengan yang sebenarnya dan *GDL data checking*. Validasi ini bertujuan untuk membandingkan dan menyimpulkan keakuratan dari *parametric object library* yang telah dikembangkan dalam bentuk model.

### 3.3 Strategi Penelitian

Strategi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan memaksimalkan setiap kelebihan dari setiap *software*. *Software Revit* digunakan untuk melakukan *tracing* dan *levelling* dari data *point cloud* yang sudah dikonversikan sebelumnya. *Tracing* pada *software Revit* hanya perlu

dilakukan secara sederhana, hanya sebagai acuan dasar untuk melakukan pemodelan. Namun proses *tracing and levelling* ini begitu penting karena sangat menentukan kesesuaian dengan ukuran asli dari elemen bangunan yang diteliti. Selanjutnya, *software* ArchiCAD digunakan untuk mengembangkan hasil *tracing and levelling* menjadi *parametric object library*. Pengembangan *parametric object* ini dilakukan dengan cara membuat elemen-elemen arsitektural yang diteliti sesuai dengan BIM (*building information modelling*) elemen yang diteliti. Untuk *software*

Sketchup digunakan untuk elemen yang berbentuk organik atau membutuhkan detail khusus. Langkah yang terakhir adalah menggabungkan seluruh elemen bangunan dari setiap *software* untuk diolah pada *software* ArchiCAD dengan pendekatan berbasis HBIM.

### 3.4 Metode Penelitian

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode *multiple-software modelling*, yang merupakan pengembangan metode dari studi terdahulu. Metode *multiple-software modelling* merupakan metode dengan menggunakan beberapa *software* untuk melakukan pemodelan *parametric object library*. Metode *multiple-software modelling* ini digunakan dengan cara menggunakan kelebihan-kelebihan dari setiap *software*-nya.

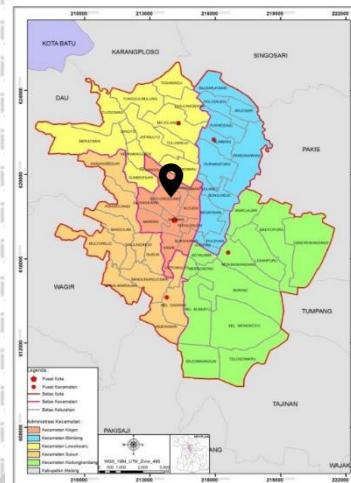
Terdapat tiga *software* untuk melakukan pemodelan antara lain Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD, dan Google Sketchup. Autodesk Revit digunakan untuk melakukan *tracing and levelling* data *point cloud* (.rcp dan .rcs) hingga melakukan pemodelan secara sederhana. Graphisoft ArchiCAD digunakan untuk mengembangkan pemodelan 3D sederhana (.rvt) hingga memproduksi data *parametric object library* dari bangunan bersejarah. Sketchup digunakan untuk membuat bentuk-bentuk organik seperti pada ornamen dan detail elemen bangunan. Dalam penggunaan *multiple-software modelling* ini tidak ada urutan penggunaan *software* dan dalam prosesnya memungkinkan adanya saling transfer data hingga menghasilkan produk akhir berupa *parametric object library* dari Gereja Ijen.

### 3.5 Lokasi dan Waktu Penelitian

#### 3.5.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yaitu Gereja Ijen berada di Jl. Buring No.60, Kelurahan Oro-oro Dowo,

Kecamatan Klojen, Kota Malang, Jawa Timur. Lokasi ini berada di Kawasan Ijen yang merupakan kawasan konservasi karena terdapat banyak bangunan bersejarah yang dilestarikan.



Gambar 3.1 Posisi Gereja Ijen pada Peta Kota Malang



Gambar 3.2 Gereja Ijen  
Kota Malang

### 3.5.2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dimulai pada tanggal 6 Agustus 2020 yaitu melakukan perekaman bangunan Gereja Ijen dimulai dari pukul 08.00 WIB hingga 11.00 WIB.



Gambar 3.3 Interior Gereja Ijen



Gambar 3.4 Eksterior Gereja Ijen



Gambar 3.5 Perekaman dengan kamera laser scanner

Selanjutnya yaitu melakukan tahap *post-processing* menggunakan perangkat lunak Cyclone Register 360 yang dilakukan pada tanggal 7 Agustus 2020. Setelah tahap *post processing*, kemudian dilakukan pemodelan *basic modelling* hingga pengembangan *parametric object libraries* yang dilakukan pada Agustus – September 2020.

### 3.6 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan merekam obyek bangunan studi kasus di lapangan serta melalui literatur. Perekaman obyek dilaksanakan dengan cara merekam seluruh bagian bangunan seluruhnya mulai dari bagian eksterior hingga interior. Untuk mendapatkan data keseluruhan bangunan secara 360°, maka *laser scanning* dilakukan di beberapa titik bangunan sesuai dengan kebutuhan. Sedangkan literatur dilakukan dengan cara pencarian sumber-sumber pustaka yang berasal dari buku-buku, artikel seminar, dan jurnal ilmiah.

#### 3.6.1. Data Primer

Data primer yang diperoleh berupa data *point cloud* hasil dari perekaman menggunakan kamera *laser scanner*. Alat ini menghasilkan data *point cloud photogrammetry* dan data *point cloud laser scanning* yang memiliki koordinat x, y, dan z. Obyek studi kasus membutuhkan data yang lebih detail, maka dari itu data yang digunakan hanyalah data *point cloud laser scanning*.

Sebelum data *point cloud laser scanning* ini digunakan, terdapat pemrosesan data *point cloud post processing* terlebih dahulu yang dibagi ke dalam dua tahap yaitu registrasi data dan *filtering*.

Tahap pertama yaitu registrasi data yang dilakukan pada *software Cyclone Register 360* untuk menggabungkan data antara satu titik dengan titik lainnya hingga seluruh data tergabung (*overlapping*). Kemudian, dilakukan tahap *filtering* yaitu membersihkan objek-objek yang terekam di lapangan namun tidak diperlukan seperti manusia, vegetasi, utilitas listrik, kendaraan, dan lain sebagainya. Setelah pemrosesan data *point cloud processing* telah dituntaskan maka data *point cloud laser scanning* (.project360) dilakukan *export* data menjadi format (.las, .e57, dan .lgs).

Data inilah yang kemudian diproses ke dalam *software BIM* untuk dilakukan pengembangan *parametric object library*.

#### 3.6.2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari studi literatur (*document review*) yang didapat dari pustaka yang telah ada maupun pengumpulan data dari sumber-sumber penunjang tinjauan teori untuk memperkaya wawasan mengenai pengembangan *parametric object* pada bangunan bersejarah Gereja Ijen di Kota Malang.

Dalam pencarian data sekunder melalui kegiatan studi literatur, peneliti menggunakan beberapa jurnal dan buku untuk mendukung dalam melakukan analisis pada data primer. Literatur tersebut antara lain; jurnal-jurnal yang telah dipaparkan pada *annotated bibliography*, buku berjudul *Introduction of the Study of Gothic Architecture* yang ditulis oleh John Henry dan Parker

di tahun 1849, serta beberapa artikel mengenai sejarah perkembangan langgam arsitektur Neo-Gothic pada gereja di Indonesia yang digunakan sebagai pengetahuan dasar mengenai perkembangan arsitektur Gothic.

### 3.7 Instrumen Penelitian

Pada penelitian ini peneliti menggunakan instrumen penelitian berupa perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan adalah alat pemindai laser 3D Leica RTC 360. Alat ini dapat digunakan untuk merekam seluruh bangunan secara 360° menggunakan teknologi laser. Pemindai laser Leica RTC360 dapat melakukan perekaman lapangan 3D lebih cepat dari sebelumnya. Dengan tingkat pengukuran hingga 2 juta titik per detik dan sistem pencitraan HDR canggih, pembuatan awan titik 3D berwarna dapat diselesaikan dalam waktu kurang dari dua menit. Perangkat pemindai laser ini menghasilkan data berupa data 3D *point cloud* yang nantinya digunakan untuk pengembangan *parametric object library*.



Gambar 3.6 Kamera Laser Scanner Leica RTC 360

Sumber: leica-geosystems.com

Adapun perangkat lunak yang digunakan peneliti dalam melakukan pemodelan *parametric object library* yaitu Leica Cyclone Register 360 3D, Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD, dan Google SketchUp.

### 3.8 Prosedur dan Metode Pengembangan *Parametric Object Library*

#### 3.8.1. Post-Processing

Proses perekaman 3D *laser scanning* menghasilkan data *point cloud* yang terdiri dari jutaan titik. Data ini perlu dilakukan proses lebih lanjut ke dalam *post-processing*, yaitu melakukan transisi dari jutaan titik ke poligon dan kemudian ke permukaan 3D *Computer Aided Design* (CAD) yang dapat digunakan untuk retopologis menggunakan perangkat lunak khusus. Terdapat

tiga tahapan dalam *post-processing* yaitu *registration*, *segmentation and filtering*, dan *global registration*.

*Registration* merupakan tahap penggabungan data antara satu titik dengan titik lain hingga semua data *overlap* menjadi sistem koordinat tunggal. Metode pendekatan registrasi dibagi menjadi 3 jenis: (Pfeifer, N., 2008 dan Boehm, J., 2008)

1. Pendekatan berbasis penanda, membutuhkan penggunaan penanda di tempat kejadian.
2. Pendekatan berbasis sensor, membutuhkan sensor tambahan pada pemindai seperti GPS dan kompas untuk secara langsung menentukan posisi dan orientasi pemindai.
3. Pendekatan berbasis data, menggunakan satu-satunya data mentah yang dihasilkan oleh pemindai tersebut.

Sebagian besar perangkat lunak yang digunakan pada tahap *registration* dapat mengenali penanda seperti pola yang telah ditentukan sebelumnya menggunakan teknik korelasi. Penanda yang telah dikenali kemudian divalidasi melalui informasi geometris untuk menghasilkan titik data *point cloud* untuk melakukan tahap *registration* (Aymen, 2011).

*Segmentation and filtering* merupakan proses membersihkan objek-objek yang terekam di lapangan namun tidak dibutuhkan. Selain membuat kapasitas penyimpanan data *point cloud* tidak terlalu besar, *segmentation and filtering* juga memudahkan dilakukannya *tracing* sehingga objek bangunan utama dapat terlihat dengan baik. Pada tahap ini terdapat dua pendekatan yang diterapkan pada perangkat lunak *post-processing* yang tersedia, yaitu: (Aymen, 2011)

1. Pendekatan pertama melalui segmentasi secara otomatis dari *point cloud* dan pengujian selanjutnya dari segmen yang dihasilkan untuk pemasangan *geometri primitive*.
2. Pendekatan kedua mengharuskan untuk memilih satu set titik *point cloud* dan menentukan jenis *primitive* yang sesuai, maka program hanya perlu menghitung perkiraan posisi dan skala *primitive* menggunakan set titik yang dipilih.

*Global registration* merupakan penggabungan seluruh segmen data *point cloud* menjadi satu data 3D *point cloud*. Data inilah yang akan digunakan sebagai acuan dasar untuk dilakukannya penelusuran (*tracing*).

### 3.8.2. Konversi Data

Data *point cloud* perlu dilakukan proses konversi data untuk dapat dilakukan pengembangan lebih lanjut ke dalam perangkat lunak lain. Konversi memungkinkan perangkat lunak lain dapat membaca data *point cloud* tersebut.

Pada penelitian ini memiliki tujuan untuk mengembangkan *parametric object* berbasis HBIM, maka data *point cloud* perlu dikonversikan ke dalam data yang dapat terbaca oleh *software BIM*. Adapun format yang dapat terbaca oleh perangkat lunak BIM (Revit dan ArchiCAD) adalah format *point clouds* dan format raw. Format point clouds terdiri dari format RCP dan RCS. Sedangkan format raw data terdiri dari 3DD, ASC, CL3, CLR, E57, FLS, FWS, IXF, LAS, LGS.

### 3.8.3. Tracing dan Basic Modelling

*Tracing* dari kata *trace* yang berarti penelusuran merupakan proses pembuatan bentuk dasar dengan menjadikan data *point cloud* sebagai acuan. *Tracing* dilakukan pada *software Revit* dengan cara menentukan ketinggian *levelling* bangunan dan dimensi bangunan. *Tracing* berfungsi untuk menghasilkan pemodelan bentuk dasar, yang disebut *basic modelling*. *Basic modelling* adalah bentuk dasar yang terdiri dari elemen dasar seperti dinding, lantai, dan atap.

### 3.8.4. Advanced Modelling

Pemodelan dasar (*basic modelling*) perlu dikembangkan menjadi pemodelan hingga menyerupai bangunan aslinya yaitu disebut pemodelan pengembangan (*advanced modelling*).

Dalam pengembangan *advanced modelling* ini, dilakukan beberapa proses yaitu pembenahan format file IFC, pengembangan dinding dan lantai (*slab*), dan pengembangan atap.

#### 1. Penggunaan IFC

Penelitian dengan metode *multi-software* memiliki keterbatasan dalam proses *importing* dan *transfer* data antar sesama *software BIM* yaitu Autodesk Revit dan Graphisoft ArchiCAD. Hal ini dikarenakan kedua *software* ini dikembangkan oleh perusahaan yang berbeda, sehingga memungkinkan adanya format data yang tidak terbaca atau tidak muncul. Solusi untuk menjembatani proses *importing* dan *transfer* data adalah melalui sistem IFC file. IFC (*Industry Foundation Classes*) file merupakan sistem yang memungkinkan untuk memindahkan data dari suatu *software* ke *software* lainnya.

## 2. Pengembangan Dinding dan Slab

*Basic modelling* dari sistem IFC masih terdapat perbedaan informasi material pada lantai (*slab*) dan dinding. Oleh karena itu, pada *software BIM* yaitu ArchiCAD harus dilakukan langkah untuk membenahi dinding dan lantai (*slab*) hasil *tracing* menjadi sesuai dengan material bangunan eksisting.

## 3. Pengembangan Atap

*Basic modelling* dari sistem IFC memiliki atap yang telah sesuai dengan ketinggian yang sebenarnya namun belum dilakukan pengolahan sudut kemiringan yang tepat sesuai dengan aslinya. Maka dari itu, pada *software BIM* yaitu ArchiCAD perlu dilakukan langkah untuk membenahi sudut kemiringan yang tepat sesuai dengan bangunan eksisting.

## 3.9 Pengembangan *Parametric Object Library*

### 3.9.1. Identifikasi Elemen Arsitektur Gereja Ijen

Mengacu dari dasar teori yang telah membahas elemen-elemen arsitektur Gothic, peneliti mengidentifikasi elemen-elemen arsitektur Gereja Ijen yang termasuk ke dalam elemen arsitektur Gereja Gothic. Identifikasi dilakukan dengan membuat daftar elemen arsitektur Gereja Ijen kemudian menyandingkan dengan daftar elemen arsitektur Gothic berdasarkan teori literatur. Hasil identifikasi adalah mengetahui elemen arsitektur apa saja pada Gereja Ijen yang termasuk ke dalam arsitektur Gothic, yaitu elemen-elemen yang memiliki bentuk dan karakteristik yang serupa dengan elemen arsitektur Gothic sesuai teori dan literatur.

### 3.9.2. Modelling *Parametric Object*

Mengacu dari hasil analisis elemen arsitektur Gereja Ijen maka tahap selanjutnya adalah membuat pemodelan *parametric object* menggunakan metode *multi-software* yaitu Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD, dan Google SketchUp. Metode ini mengandalkan kelebihan setiap *software* untuk mengembangkan *parametric object* sesuai dengan bangunan eksisting.

*Software* Autodesk Revit digunakan melakukan *tracing* pada data *point cloud*. Tahap *tracing* ini bertujuan mendapatkan ukuran dan dimensi dari masing-masing elemen sesuai dengan ukuran yang sebenarnya. Ukuran yang telah didapatkan ini kemudian dijadikan sebagai acuan untuk dilakukannya pemodelan *parametric object*.

*Software* Graphisoft ArchiCAD memungkinkan untuk dapat membuat pemodelan *parametric object* secara langsung, namun terdapat beberapa elemen arsitektur Gothic yang memiliki bentuk organik atau kerumitan detail yang dapat dilakukan pemodelannya pada Google SketchUp.

Terdapat dua *workflow* yang digunakan dalam pemodelan *parametric object library* ini. *Workflow* yang pertama menggunakan *multi-software* yaitu Google SketchUp dan Graphisoft ArchiCAD. *Workflow* ini digunakan untuk membuat pemodelan dengan bentuk organik dan melengkung. *Workflow* yang kedua adalah hanya menggunakan *software BIM* yaitu ArchiCAD. *Workflow* ini memungkinkan untuk membuat pemodelan *parametric object* secara langsung dengan cara mengubah parameter terhadap objek yang terdapat didalam *library* ArchiCAD.

### 3.9.3. Pendataan Parameter dari *Parametric Object*

Setiap elemen yang telah dimodelkan menjadi *parametric object* memiliki parameter-parameter yang memuat informasi secara detail. Parameter-parameter inilah yang menjadi basis data bangunan bersejarah Gereja Ijen secara digital. Pada tahap ini, peneliti melakukan pendataan parameter yang dihasilkan dari setiap *parametric object* dan menunjukkan tangkapan layar dari parameter yang dihasilkan pada *parametric object library*.

### 3.9.4. Proses Penggabungan menjadi HBIM

Pada tahap ini dilakukan penggabungan *advanced modelling* dengan seluruh *parametric object library* menjadi satu kesatuan. Penggabungan dilakukan pada *software* ArchiCAD menjadi suatu pemodelan HBIM (*Historical Building Information Modelling*).

HBIM Gereja Ijen menghasilkan obyek parametrik untuk menjelaskan elemen arsitektural yang terkonstruksi dari data sejarah, yang dipetakan ke dalam *parametric object libraries*. Pemodelan HBIM ini menghasilkan gambar teknik yang berguna sebagai basis data secara digital.

## 3.10 Metode Validasi Data

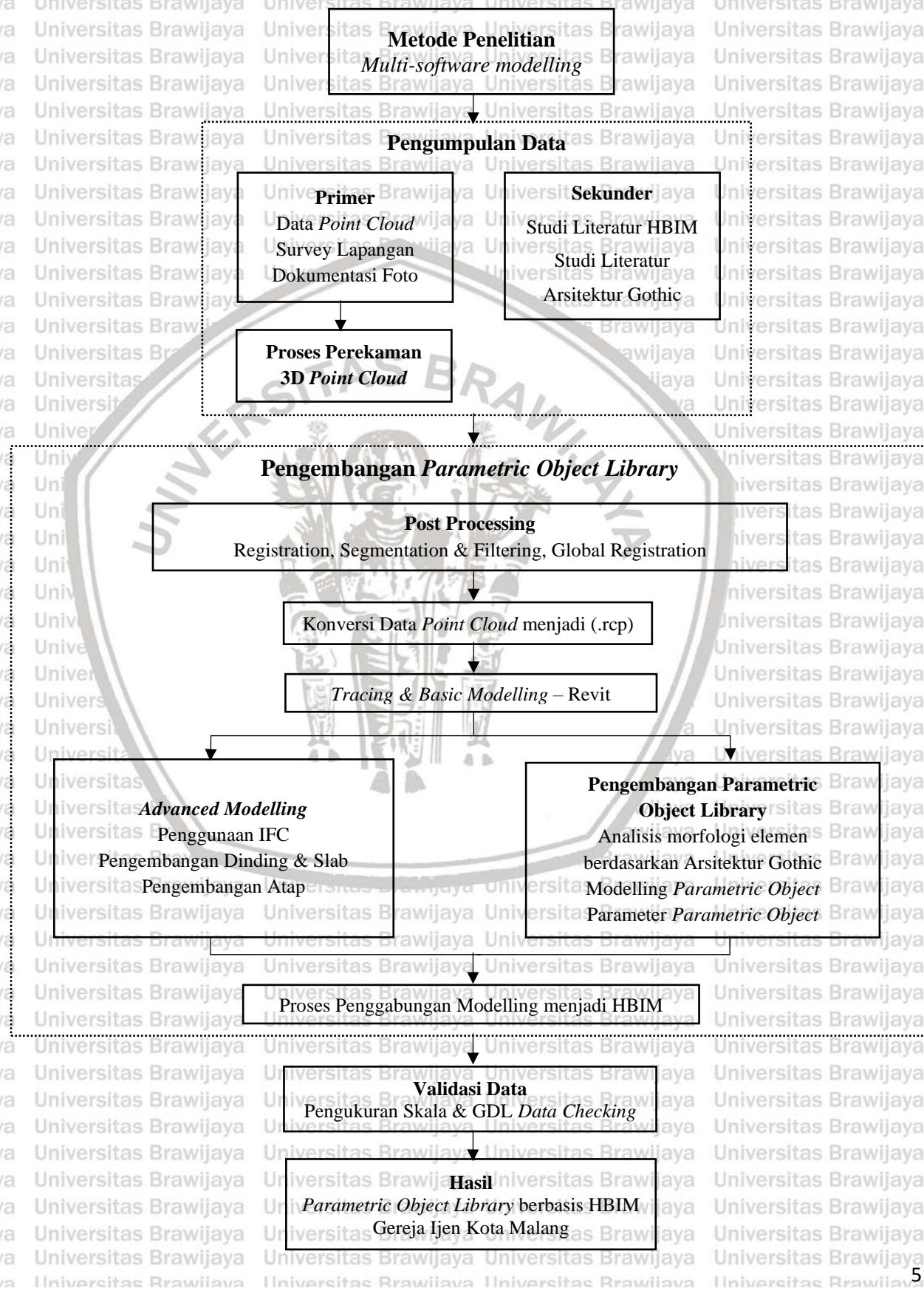
Pada penelitian ini, terdapat dua metode validasi data yang digunakan untuk dilakukan pemeriksaan bahwa data telah sesuai dengan kriteria yang ditetapkan dengan tujuan untuk

memastikan bahwa data yang akan dimasukkan ke dalam basis data dapat dijelaskan sumber dan kebenaran datanya.

Metode yang pertama yaitu membandingkan hasil *parametric object library* dengan data *point cloud* hasil pemindaian. Data *point cloud* yang memiliki keakuratan tinggi dapat dijadikan acuan untuk pemeriksaan dimensi dari *parametric object library*. Metode yang kedua yaitu menggunakan *Geometric Description Language* (GDL) yaitu dengan cara memeriksa *script* dari tiap objek pada *software ArchiCAD* (Murphy, M., et al, 2013 dan Wonka P., et al, 2010).



## 6.2 Diagram Alir Penelitian



#### 4.1 Perekaman Data 3D Point Cloud

Penelitian dimulai dari pengambilan data lapangan dengan cara memindai obyek studi menggunakan beberapa perangkat. Perangkat pemindai laser 3D Leica RTC360 menghasilkan data berupa data 3D *point cloud* yang nantinya digunakan untuk pengembangan *parametric object library*. Perekaman bangunan Gereja Ijen dilakukan di 47 titik di bagian luar dan bagian dalam bangunan. Jumlah titik rekam ini bergantung dari luasan obyek bangunan serta banyaknya ruangan yang tersekat-sekat oleh dinding. Perekaman dimulai dari bagian depan bangunan, dilanjutkan ke bagian samping bangunan kemudian ke bagian dalam bangunan. Gambar 4.1 menunjukkan titik-titik pemindaian yang dilakukan di Gereja Ijen.



Gambar 4.1 Titik-titik perekaman pada Gereja Ijen



Gambar 4.2 3D Point Cloud  
Bagian Depan Gereja Ijen



Gambar 4.3 3D Point Cloud  
Bagian Samping Gereja Ijen

## 4.2 Post Processing

Data 3D *point cloud* yang telah didapatkan dari proses pemindaian ini selanjutnya harus melalui proses yang disebut dengan *post processing*. Terdapat tiga tahap dalam *post processing*, antara lain *registration*, *segmentation* dan *filtering*, serta *global registration*.

### 4.2.1 Registration

Hasil perekaman berupa 47 data *point cloud* dilakukan penggabungan data antara satu titik dengan titik lain hingga semua data *overlap* menjadi sistem koordinat tunggal. Penggabungan dilakukan dengan cara mengkalibrasi sudut dan orientasi titik *point cloud*. Tahap ini dilakukan pada perangkat lunak Cyclone Register 360.

### 4.2.2 Segmentation dan filtering

Data *point cloud* yang telah menjadi sistem koordinat tunggal kemudian dilakukan tahap *filtering*, yaitu membersihkan objek-objek yang terekam di lapangan namun tidak dibutuhkan seperti kendaraan, vegetasi, manusia, utilitas listrik dan lain-lain.

### 4.2.3 Global registration

Merupakan penggabungan seluruh data 3D *point cloud* menjadi satu data yang digunakan untuk pengembangan permodelan HBIM. Data yang diperoleh dari tahap terakhir ini yaitu data *point cloud laser scanning* (.project360) yang harus dilakukan konversi data supaya dapat terbaca pada perangkat lunak BIM. menjadi format raw data seperti .fls, .fws, .las, .lgs, .e57. Pada penelitian ini data *export* menjadi format .las.

## 4.3 Konversi Data ke dalam BIM

Format raw data (.las) hasil dari *post processing* harus dikonversikan ke dalam format data yang dapat diterima oleh *software BIM*, yaitu RCP. File RCP adalah file yang menunjuk ke sejumlah file RCS dan berisi informasi tambahan seperti wilayah pemindaian, jarak yang direkam, dan *annotations*. Konversi data ini bertujuan untuk dilakukannya penelusuran data *point cloud* atau disebut *tracing* menjadi model sederhana (*basic modelling*) pada *software BIM*.

## 4.4 Tracing dan Basic Modelling

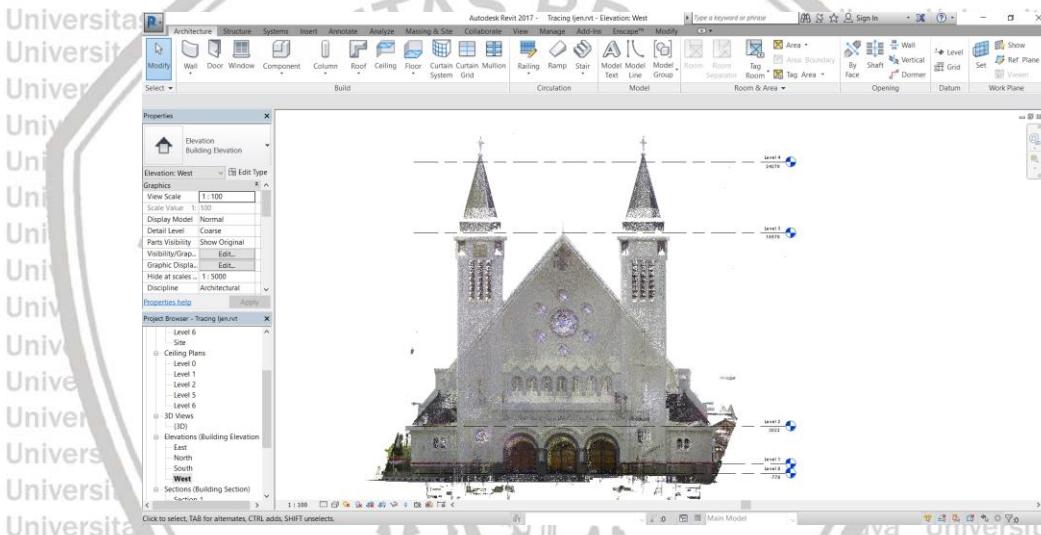
*Tracing* dari kata *trace* yang berarti penelusuran merupakan proses pembuatan *modelling* bentuk dasar dengan menjadikan data *point cloud* sebagai acuan. *Tracing* dilakukan pada tampak

dan lantai dasar (*floor plan*) yang ditampilkan dari data *point cloud* di *software* Revit. Tujuannya adalah untuk membuat *modelling* bentuk dasar bangunan sesuai dengan ukuran yang sebenarnya.

Adapun dua tahap yang dilakukan dalam melakukan *tracing*, yaitu *levelling* dan *plan tracing*.

#### 4.4.1 Levelling

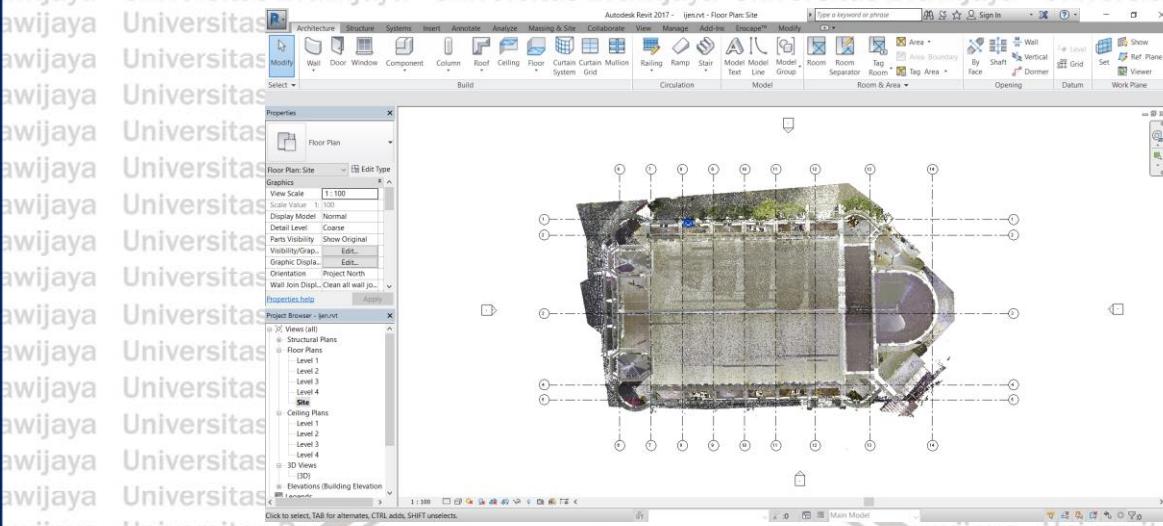
*Levelling* bertujuan untuk menentukan ketinggian bangunan atau elemen bangunan lainnya. *Levelling* dilakukan dengan cara membuat garis level menggunakan *tool* Level pada *software* Revit, kemudian menentukan ketinggian dari lantai dasar hingga elemen bangunan paling atas. Gambar 4.4 menunjukkan penempatan garis level pada tampilan tampak dari data *point cloud* Gereja Ijen.



Gambar 4.4 Levelling pada data 3D *point cloud*

#### 4.4.2 Plan Tracing

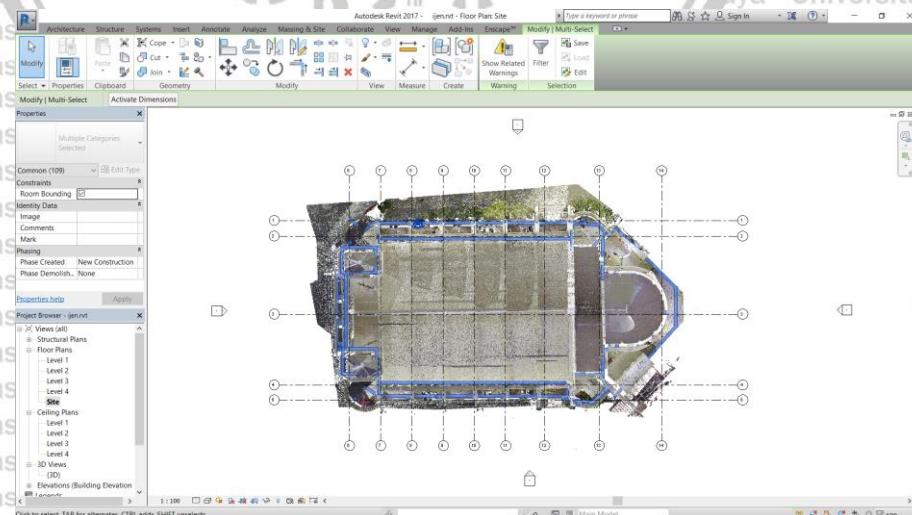
*Plan tracing* bertujuan untuk menelusuri ukuran dari denah lantai dasar (*floor plan*) sehingga mendapatkan dimensi panjang dan lebar bangunan. *Plan tracing* dilakukan menggunakan *tool* Grid pada *software* Revit, kemudian menentukan dimensi bangunan yang akan ditelusuri. Mengacu dari gambar denah lantai dasar, maka dapat diketahui ukuran dari penempatan kolom, dinding luar, dinding dalam, penempatan jendela dan pintu. Gambar 4.5 menunjukkan penempatan *Grid* pada denah lantai dasar Gereja Ijen.



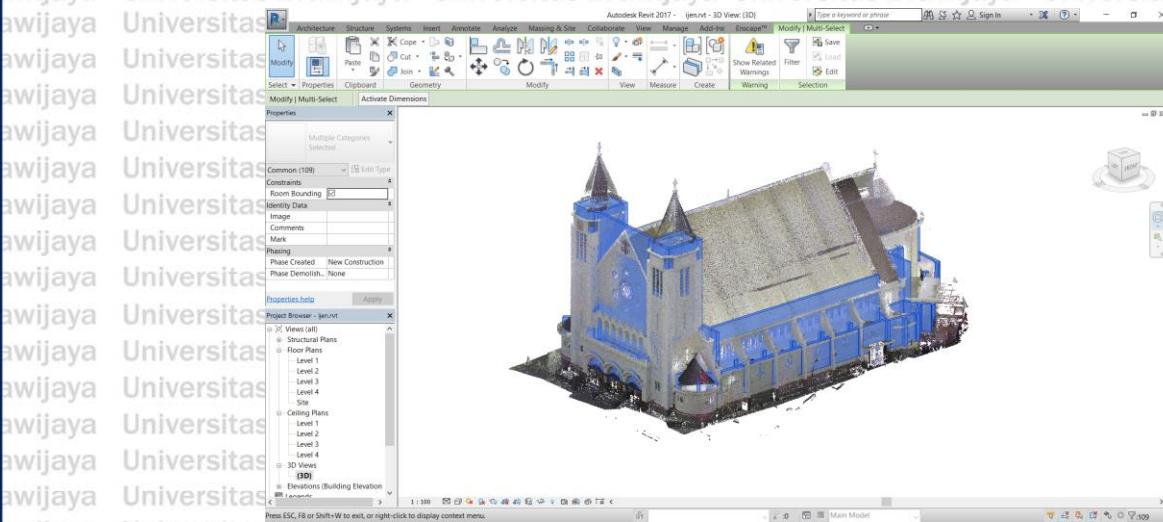
**Gambar 4.5** Tracing lantai dasar menggunakan Grid

#### 4.4.3 Basic Modelling

Apabila telah diketahui ketinggian dan dimensi dari bangunan, maka selanjutnya adalah membuat dinding (*wall*) dan lantai (*slab*). Pembuatan dinding dan lantai mengacu pada gambar *point cloud* dan bantuan garis level serta garis grid pada tahap sebelumnya. Dinding dan lantai ini yang akan menjadi bangunan dasar (*basic modelling*) untuk nantinya dikembangkan menjadi *modelling* yang lebih kompleks dan sesuai dengan bangunan eksisting. Gambar 4.6 menunjukkan pembuatan dinding (*wall*) dan lantai (*slab*) di *software* Revit mengacu pada gambar 3D *point cloud*.

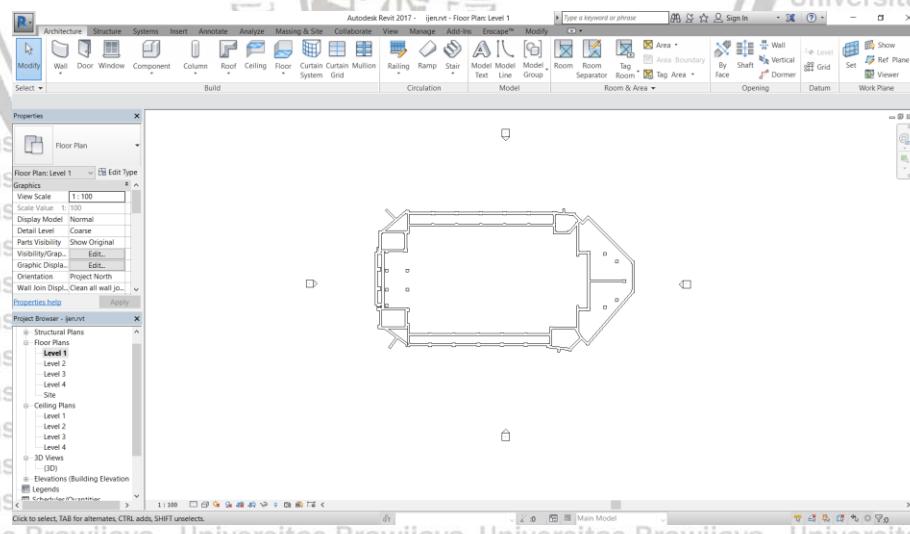


**Gambar 4.6** Penempatan dinding mengacu 3D *point cloud*

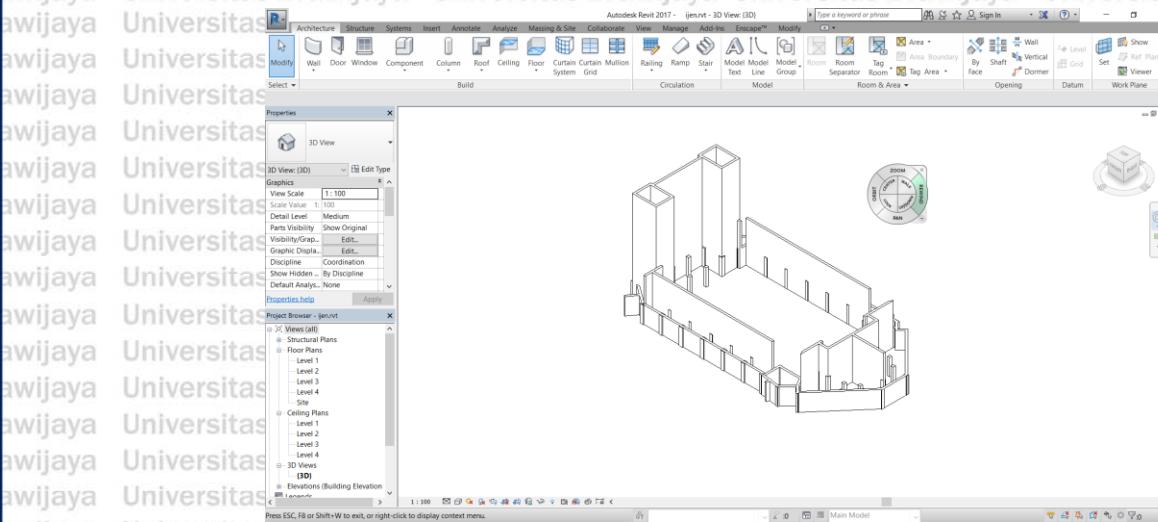


Gambar 4.7 Visualisasi penempatan dinding secara 3D

*Basic modelling* merupakan hasil dari *tracing levelling* dan *plan tracing* sehingga menghasilkan pemodelan bentuk sederhana bangunan obyek studi. *Basic modelling* inilah yang akan dikembangkan lebih lanjut pada *software ArchiCAD*. *Basic modelling* memiliki informasi ketinggian (*levelling*) dan dimensi yang sudah sesuai dengan data *3D point cloud*, sehingga saat dikembangkan pada *software ArchiCAD* tetap memiliki ketinggian dan dimensi yang sesuai dengan bangunan eksisting.



Gambar 4.8 Basic Modelling 2D



Gambar 4.9 Basic Modelling 3D

#### 4.5 Advanced Modelling

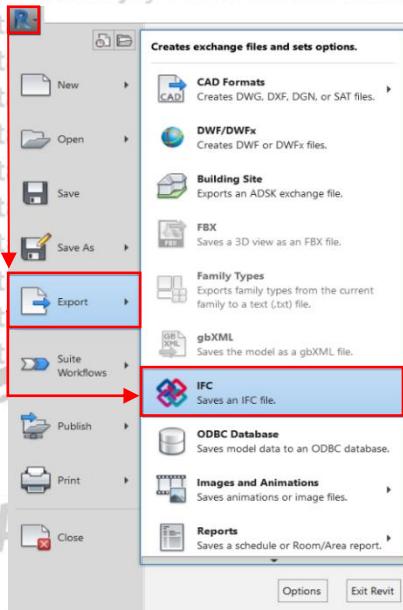
Pemodelan dasar (*basic modelling*) perlu dikembangkan menjadi pemodelan yang menyerupai bangunan aslinya yaitu disebut pemodelan pengembangan (*advanced modelling*).

Dalam pengembangan *advanced modelling* ini, dilakukan beberapa proses yaitu pembentahan format file IFC, pengembangan dinding dan *slab*, dan pengembangan atap.

##### 4.5.1 Penggunaan IFC

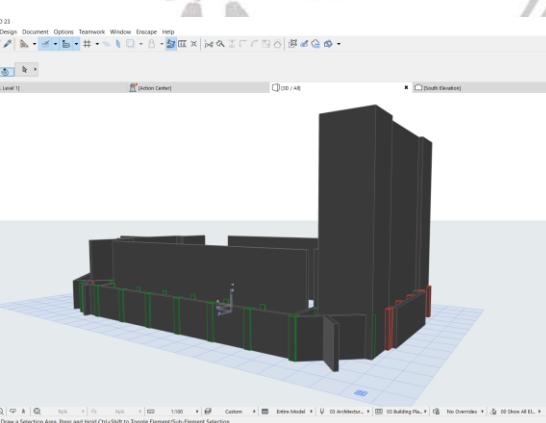
Penelitian dengan metode *multi-software* memiliki keterbatasan dalam proses *importing* dan *transfer* data antar sesama *software BIM* yaitu Autodesk Revit dan Graphisoft ArchiCAD. Hal ini dikarenakan kedua *software* ini dikembangkan oleh perusahaan yang berbeda, sehingga memungkinkan adanya format data yang tidak terbaca atau tidak muncul. Solusi untuk menjembatani proses *importing* dan *transfer* data adalah melalui sistem IFC *file*. IFC (*Industry Foundation Classes*) file merupakan sistem yang memungkinkan untuk memindahkan data dari suatu *software* ke *software* lainnya.

*Basic modelling* yang merupakan hasil tracing pada *software* Revit disimpan dalam bentuk *file* IFC, dengan cara *export* kemudian memilih pilihan *saves an IFC file*. Basic modelling yang sudah tersimpan dalam format IFC ini dapat dilakukan *importing* pada *software* ArchiCAD.



Gambar 4.10 Prosedur menjadikan format IFC

Namun terdapat kekurangan dalam penggunaan format IFC, yaitu akan ada informasi yang terbaca berbeda atau bahkan tidak terbaca pada saat memasukkan *modelling* ke dalam *software* lain. Pada pemodelan Gereja Ijen ini, informasi yang tidak terbaca adalah *levelling* dan material bangunan. Oleh karena itu, pembuatan dinding (*wall*) pada *software* Revit pada tahap sebelumnya harus memiliki ketinggian yang sesuai dengan data *point cloud*. Maka nantinya pada saat dilakukan *importing file* IFC di *software* ArchiCAD dapat diolah dan dikembangkan lagi.

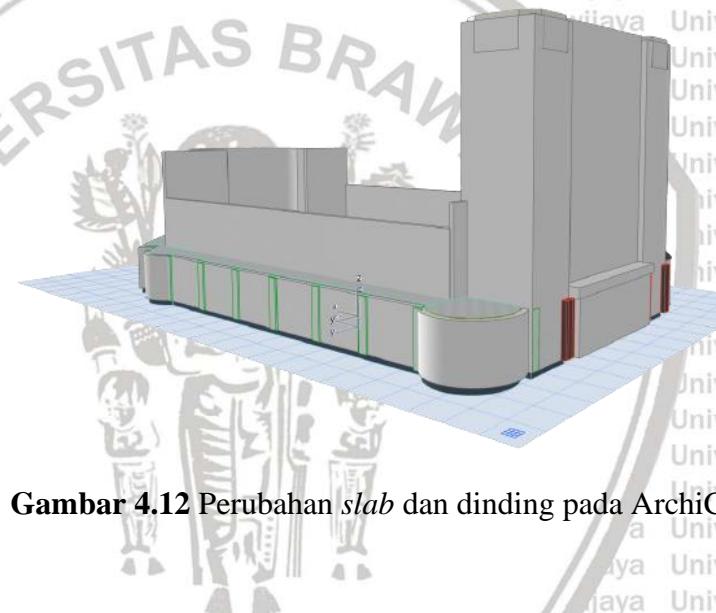


Gambar 4.11 Modelling IFC

#### 4.5.2 Dinding (Wall) & Lantai (Slab)

*Basic modelling* dari sistem IFC masih terdapat perbedaan informasi material pada lantai (*slab*) dan dinding. Oleh karena itu, pada *software* BIM Graphisoft ArchiCAD harus dilakukan langkah untuk membenahi dinding dan lantai (*slab*) hasil *tracing* menjadi sesuai dengan material bangunan eksisting.

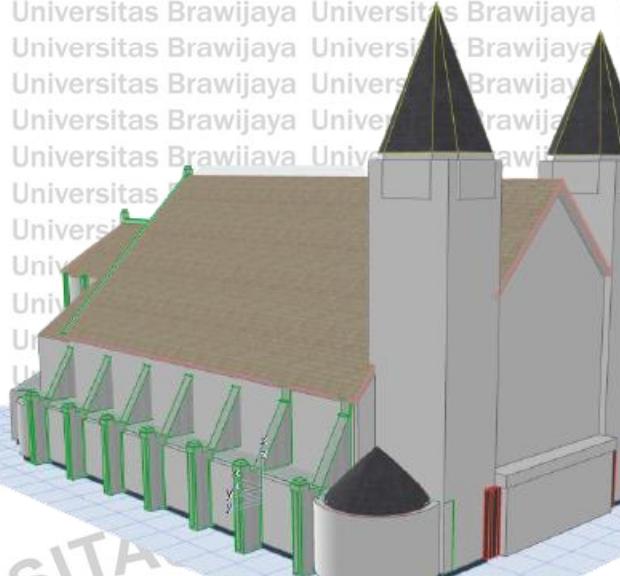
Material dinding dan *slab* awalnya menggunakan material *random* yang merupakan material bawaan dari format IFC, maka pada *software* ArchiCAD harus dilakukan pengubahan material sesuai dengan bangunan eksisting, yaitu plester (*stucco*) dengan *finishing cat (painted)*.



**Gambar 4.12** Perubahan *slab* dan dinding pada ArchiCAD

#### 4.5.3 Atap

Pengembangan model selanjutnya adalah pembuatan atap. Pada *software* ArchiCAD, atap dibuat menggunakan *tool Roof*, mengikuti ketinggian *levelling* dinding hasil *tracing* di *software* Revit. Terdapat tiga jenis atap pada pemodelan Gereja Ijen, yaitu atap pelana, atap kerucut pada menara (*tower*), dan atap kerucut dengan ukuran yang lebih kecil.



**Gambar 4.13 Pengembangan atap pada model**

## 4.6 Pengembangan *Parametric Object Library*

### 4.6.1 Identifikasi Elemen Arsitektur pada Gereja Ijen

Mengacu dari dasar teori yang telah membahas elemen-elemen arsitektur Neo-Gothic, peneliti mencoba mengidentifikasi elemen-elemen arsitektur Gereja Ijen yang termasuk ke dalam elemen arsitektur Gothic. Berikut merupakan tabel berisi elemen arsitektur Gereja Ijen yang kemudian disandingkan dengan gaya arsitektur dari literasi pendukung.

**Tabel 4.1 Tabel Identifikasi Elemen Arsitektur pada Gereja Ijen**

Elemen	Visualisasi	Literasi Pendukung	Gaya
Pelana			Gothic Seluruh gereja Gothic a menggunakan atap pelana

Dinding



Neo Gothic

Dinding terdiri dari 3

bagian: nave, triforium,  
clerestory

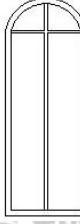
Pintu



Early Gothic

Berbentuk melengkung pada  
bagian atasnya

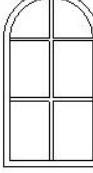
Jendela



Early Gothic

Berbentuk *pointed arch*  
tanpa ornament di sekitarnya

Jendela



Early Gothic

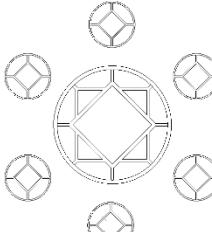
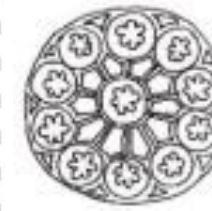
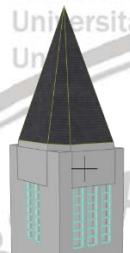
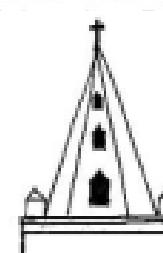
Berbentuk *pointed arch*  
tanpa ornament di sekitarnya

Jendela



Jendela



<i>Rose Window</i>			Neo Gothic
<i>Menara (Tower)</i>			Late Gothic Memiliki bentuk dasar oktagonal dan proporsi yang lebih ramping

#### 4.6.2 Pemodelan *Parametric Object*

Terdapat 9 elemen arsitektur pada bangunan Gereja Ijen, diantaranya terdapat dua elemen yang tidak teridentifikasi termasuk ke dalam elemen arsitektur Gothic. Maka tahap selanjutnya adalah membuat pemodelan *parametric object* menggunakan metode *multi-software* yaitu Graphisoft ArchiCAD dan Google SketchUp. Software Graphisoft ArchiCAD memungkinkan untuk dapat membuat pemodelan *parametric object* secara langsung, namun terdapat beberapa elemen arsitektur Gothic yang memiliki bentuk organik atau kerumitan detail yang dapat dilakukan pemodelannya pada Google SketchUp.

Diawali dengan melakukan *tracing* pada data *point cloud* dengan langkah-langkah pada tahap sebelumnya yaitu *tracing levelling* dan *plan tracing*. Tahap *tracing* ini bertujuan mendapatkan ukuran dan dimensi dari masing-masing elemen sesuai dengan ukuran yang sebenarnya. Ukuran yang telah didapatkan ini kemudian dijadikan sebagai acuan untuk dilakukannya pemodelan *parametric object*.

Terdapat dua *workflow* yang digunakan dalam pemodelan *parametric object library* ini. *Workflow* yang pertama menggunakan *multi-software* yaitu Google SketchUp dan Graphisoft ArchiCAD. Google SketchUp memiliki keunggulan dalam membuat pemodelan dengan bentuk organik, namun memiliki kekurangan yaitu tidak memiliki basis informasi selengkap seperti pada *software BIM*. Maka, elemen yang memiliki bentuk

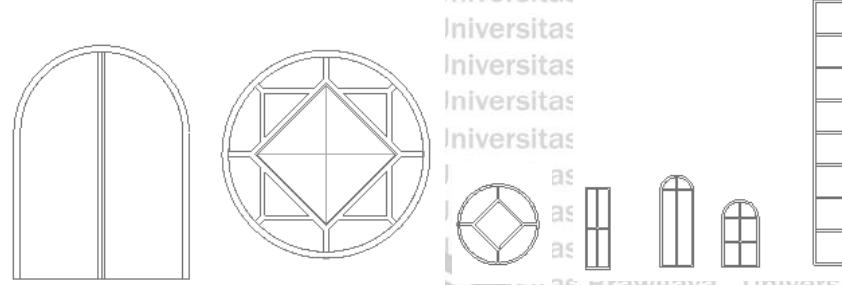
organic dapat dilakukan pemodelan pada *software* Google SketchUp yang kemudian dilakukan transfer data ke dalam *software* BIM.

Pada bagian fasad bangunan Gereja Ijen terdapat elemen dinding dan atap menara (*tower*) yang memiliki bentuk cukup rumit dan organik, maka digunakan workflow yang pertama yaitu menggunakan metode *multi-software*. Tabel berikut menampilkan bagaimana visualisasi pada *software* SketchUp dan ArchiCAD.

**Tabel 4.2** Tabel Visualisasi *Modelling* dengan *Multi-Software*

Elemen	Visualisasi pada SketchUp	Visualisasi pada ArchiCAD
Dinding		
Menara (Tower)		

Workflow yang kedua yaitu dapat langsung menggunakan *software* ArchiCAD untuk membuat pemodelan *parametric object*. Pemodelan dilakukan dengan cara membuat garis



Gambar 4.14 Pembuatan Garis Bantu

Selanjutnya adalah membuat permukaan menggunakan *Slab Tool* pada setiap elemen hingga menjadi objek yang memiliki bidang. Ketebalan *slab* setiap elemen harus diatur sesuai dengan ketebalan hasil tracing dari 3D *point cloud*. Material *slab* juga dapat diatur sesuai dengan elemen yang dibuat. Contohnya pada jendela memasukkan material alumunium dan kaca, sedangkan pada pintu menggunakan material kayu.

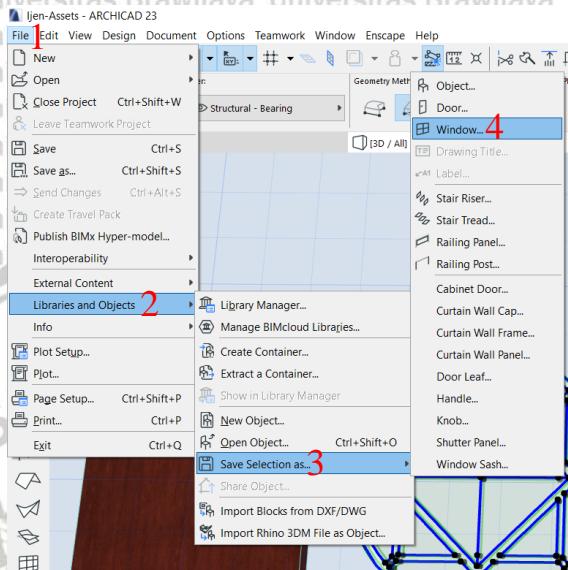
Pada gambar 4.15 menunjukkan hasil dari objek yang telah diberikan *slab* sebagai bidang permukaan objek dan memasukkan material.



Gambar 4.15 Penggunaan Slab

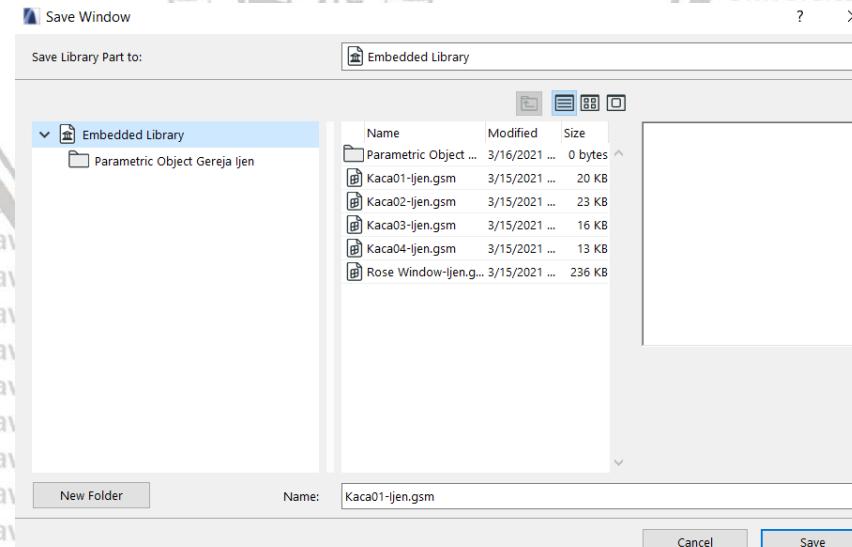
Informasi pada jendela dan pintu yang sudah terbentuk masih terbaca sebagai elemen *slab*. Untuk menjadikan setiap elemen yang sudah dimodelkan ini terbaca sebagai informasi jendela atau pintu, maka setiap elemen harus melalui beberapa tahap. Pilihlah elemen yang akan disimpan, kemudian pada tab File, pilih Library and Objects, kemudian pilih pilihan Save

Selection as dan selanjutnya adalah memilih akan menyimpan elemen tersebut sebagai informasi apa (*window, door, object*, dan lain-lain).



Gambar 4.16 Tahap Penyimpanan Informasi Elemen

Tahap tersebut dilakukan pada setiap elemen hingga terdata seluruh *parametric object* menjadi suatu *library* yang tersimpan di *software* ArchiCAD.



Gambar 4.17 *Parametric Object Library* pada *Software* ArchiCAD

Tabel berikut merupakan hasil dari pengembangan *parametric object library* menggunakan *workflow* kedua yaitu pada *software ArchiCAD*.

**Tabel 4.3 Tabel Parametric Object Library**

Elemen	Letak	Visualisasi
Rose Window	Fasad depan	
Jendela	Fasad depan	
Jendela	Fasad depan	
Jendela	Fasad samping	



Jendela (Tower)

Menara (Tower)

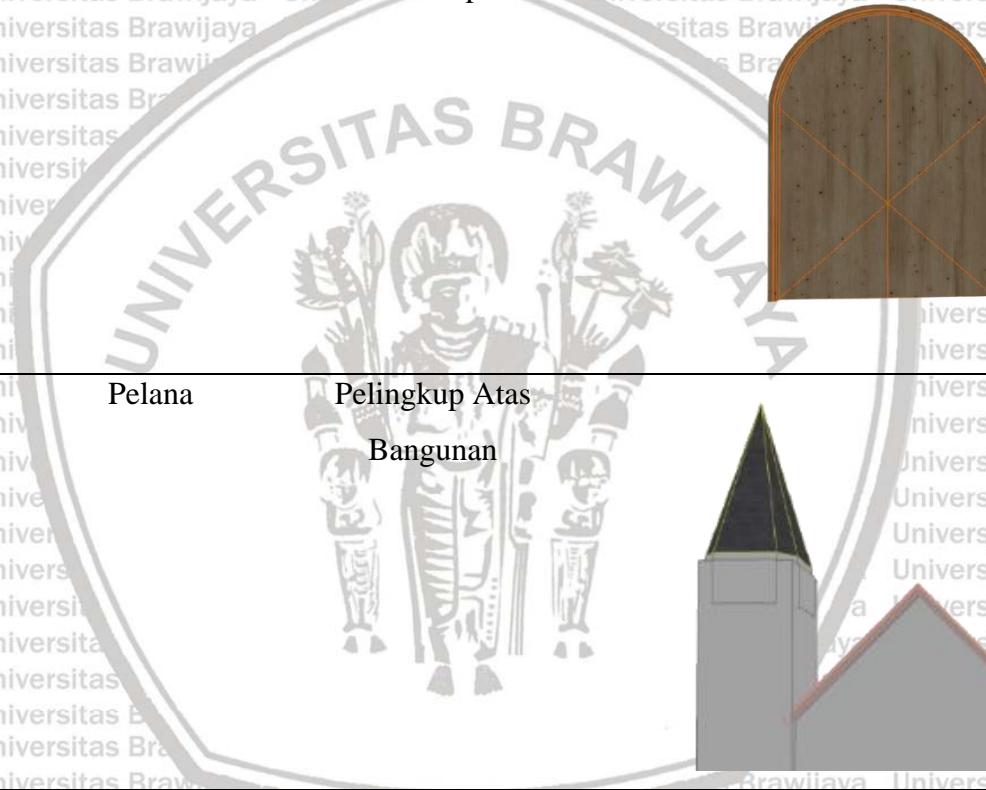
Pintu

Fasad depan

Pelana

Pelingkup Atas

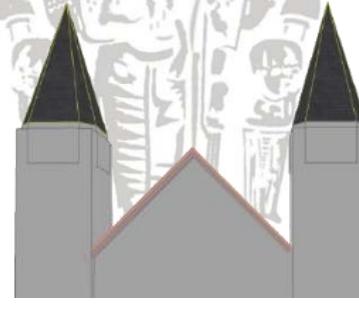
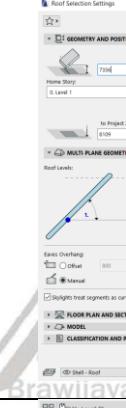
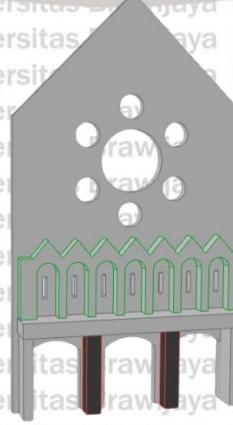
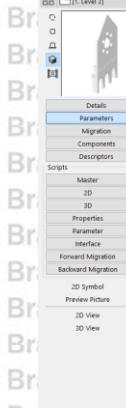
Bangunan



### 4.6.3 Pendataan Parameter

Setiap elemen yang telah dimodelkan menjadi *parametric object* ini memiliki parameter-parameter yang memuat informasi secara detail. Parameter-parameter inilah yang menjadi basis data bangunan bersejarah Gereja Ijen secara digital.

**Tabel 4.4** Tabel Pendataan Parameter

Elemen	Visualisasi Pemodelan	Parameter																																																																																																						
Pelana		 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th><th>Type</th><th>Value</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dimension 1</td><td>Dimension</td><td>2828</td></tr> <tr> <td>Dimension 2</td><td>Dimension</td><td>19483</td></tr> <tr> <td>ZZZX</td><td>Boolean</td><td>On</td></tr> <tr> <td>AC_show2DHotspots3D</td><td>Boolean</td><td>On</td></tr> <tr> <td>ac_bottomlevel</td><td>Boolean</td><td>1000</td></tr> <tr> <td>ac_toplevel</td><td>Boolean</td><td>0</td></tr> <tr> <td>use stored environment</td><td>Boolean</td><td>Off</td></tr> <tr> <td>Line 1</td><td>Line</td><td>1</td></tr> <tr> <td>MATERIAL_TITLE</td><td>Material</td><td></td></tr> <tr> <td>materialAttribute_1</td><td>MaterialAttribute</td><td></td></tr> <tr> <td>materialAttribute_2</td><td>MaterialAttribute</td><td></td></tr> <tr> <td>materialAttribute_3</td><td>MaterialAttribute</td><td></td></tr> <tr> <td>PEN_TITLE</td><td>Pen</td><td></td></tr> <tr> <td>penAttribute_1</td><td>PenAttribute</td><td>19</td></tr> <tr> <td>penAttribute_2</td><td>PenAttribute</td><td>161</td></tr> <tr> <td>penAttribute_3</td><td>PenAttribute</td><td>92</td></tr> <tr> <td>penAttribute_4</td><td>PenAttribute</td><td>0</td></tr> <tr> <td>BUILDING_MATERIAL_TITLE</td><td>BuildingMaterial</td><td></td></tr> <tr> <td>buildingMaterialAttribute_1</td><td>BuildingMaterialAttribute</td><td>54</td></tr> <tr> <td>buildingMaterialAttribute_2</td><td>BuildingMaterialAttribute</td><td>53</td></tr> </tbody> </table>	Name	Type	Value	Dimension 1	Dimension	2828	Dimension 2	Dimension	19483	ZZZX	Boolean	On	AC_show2DHotspots3D	Boolean	On	ac_bottomlevel	Boolean	1000	ac_toplevel	Boolean	0	use stored environment	Boolean	Off	Line 1	Line	1	MATERIAL_TITLE	Material		materialAttribute_1	MaterialAttribute		materialAttribute_2	MaterialAttribute		materialAttribute_3	MaterialAttribute		PEN_TITLE	Pen		penAttribute_1	PenAttribute	19	penAttribute_2	PenAttribute	161	penAttribute_3	PenAttribute	92	penAttribute_4	PenAttribute	0	BUILDING_MATERIAL_TITLE	BuildingMaterial		buildingMaterialAttribute_1	BuildingMaterialAttribute	54	buildingMaterialAttribute_2	BuildingMaterialAttribute	53																																							
Name	Type	Value																																																																																																						
Dimension 1	Dimension	2828																																																																																																						
Dimension 2	Dimension	19483																																																																																																						
ZZZX	Boolean	On																																																																																																						
AC_show2DHotspots3D	Boolean	On																																																																																																						
ac_bottomlevel	Boolean	1000																																																																																																						
ac_toplevel	Boolean	0																																																																																																						
use stored environment	Boolean	Off																																																																																																						
Line 1	Line	1																																																																																																						
MATERIAL_TITLE	Material																																																																																																							
materialAttribute_1	MaterialAttribute																																																																																																							
materialAttribute_2	MaterialAttribute																																																																																																							
materialAttribute_3	MaterialAttribute																																																																																																							
PEN_TITLE	Pen																																																																																																							
penAttribute_1	PenAttribute	19																																																																																																						
penAttribute_2	PenAttribute	161																																																																																																						
penAttribute_3	PenAttribute	92																																																																																																						
penAttribute_4	PenAttribute	0																																																																																																						
BUILDING_MATERIAL_TITLE	BuildingMaterial																																																																																																							
buildingMaterialAttribute_1	BuildingMaterialAttribute	54																																																																																																						
buildingMaterialAttribute_2	BuildingMaterialAttribute	53																																																																																																						
Dinding		 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th><th>Type</th><th>Value</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dimension 1</td><td>Dimension</td><td>352</td></tr> <tr> <td>Dimension 2</td><td>Dimension</td><td>9433</td></tr> <tr> <td>ZZZX</td><td>Boolean</td><td>On</td></tr> <tr> <td>Height</td><td>Height</td><td>16786</td></tr> <tr> <td>AC_show2DHotspots3D</td><td>Boolean</td><td>On</td></tr> <tr> <td>ac_bottomlevel</td><td>Boolean</td><td>1000</td></tr> <tr> <td>ac_toplevel</td><td>Boolean</td><td>0</td></tr> <tr> <td>use stored environment</td><td>Boolean</td><td>Off</td></tr> <tr> <td>FILL_TITLE</td><td>Fill</td><td></td></tr> <tr> <td>fillAttribute_1</td><td>FillAttribute</td><td>65</td></tr> <tr> <td>fillAttribute_2</td><td>FillAttribute</td><td>17</td></tr> <tr> <td>fillAttribute_3</td><td>FillAttribute</td><td>4</td></tr> <tr> <td>LINETYPE_TITLE</td><td>Line</td><td></td></tr> <tr> <td>lineTypeAttribute_1</td><td>LineAttribute</td><td>1</td></tr> <tr> <td>lineTypeAttribute_2</td><td>LineAttribute</td><td>4</td></tr> <tr> <td>lineTypeAttribute_3</td><td>LineAttribute</td><td>21</td></tr> <tr> <td>MATERIAL_TITLE</td><td>Material</td><td></td></tr> <tr> <td>materialAttribute_1</td><td>MaterialAttribute</td><td></td></tr> <tr> <td>materialAttribute_2</td><td>MaterialAttribute</td><td></td></tr> <tr> <td>materialAttribute_3</td><td>MaterialAttribute</td><td></td></tr> <tr> <td>materialAttribute_4</td><td>MaterialAttribute</td><td></td></tr> <tr> <td>materialAttribute_5</td><td>MaterialAttribute</td><td></td></tr> <tr> <td>materialAttribute_6</td><td>MaterialAttribute</td><td></td></tr> <tr> <td>materialAttribute_7</td><td>MaterialAttribute</td><td></td></tr> <tr> <td>materialAttribute_8</td><td>MaterialAttribute</td><td></td></tr> <tr> <td>materialAttribute_9</td><td>MaterialAttribute</td><td></td></tr> <tr> <td>PENS</td><td>Pen</td><td></td></tr> <tr> <td>penAttribute_1</td><td>PenAttribute</td><td>19</td></tr> <tr> <td>penAttribute_2</td><td>PenAttribute</td><td>87</td></tr> <tr> <td>penAttribute_3</td><td>PenAttribute</td><td>27</td></tr> <tr> <td>penAttribute_4</td><td>PenAttribute</td><td>101</td></tr> <tr> <td>penAttribute_5</td><td>PenAttribute</td><td>62</td></tr> <tr> <td>penAttribute_6</td><td>PenAttribute</td><td>63</td></tr> </tbody> </table>	Name	Type	Value	Dimension 1	Dimension	352	Dimension 2	Dimension	9433	ZZZX	Boolean	On	Height	Height	16786	AC_show2DHotspots3D	Boolean	On	ac_bottomlevel	Boolean	1000	ac_toplevel	Boolean	0	use stored environment	Boolean	Off	FILL_TITLE	Fill		fillAttribute_1	FillAttribute	65	fillAttribute_2	FillAttribute	17	fillAttribute_3	FillAttribute	4	LINETYPE_TITLE	Line		lineTypeAttribute_1	LineAttribute	1	lineTypeAttribute_2	LineAttribute	4	lineTypeAttribute_3	LineAttribute	21	MATERIAL_TITLE	Material		materialAttribute_1	MaterialAttribute		materialAttribute_2	MaterialAttribute		materialAttribute_3	MaterialAttribute		materialAttribute_4	MaterialAttribute		materialAttribute_5	MaterialAttribute		materialAttribute_6	MaterialAttribute		materialAttribute_7	MaterialAttribute		materialAttribute_8	MaterialAttribute		materialAttribute_9	MaterialAttribute		PENS	Pen		penAttribute_1	PenAttribute	19	penAttribute_2	PenAttribute	87	penAttribute_3	PenAttribute	27	penAttribute_4	PenAttribute	101	penAttribute_5	PenAttribute	62	penAttribute_6	PenAttribute	63
Name	Type	Value																																																																																																						
Dimension 1	Dimension	352																																																																																																						
Dimension 2	Dimension	9433																																																																																																						
ZZZX	Boolean	On																																																																																																						
Height	Height	16786																																																																																																						
AC_show2DHotspots3D	Boolean	On																																																																																																						
ac_bottomlevel	Boolean	1000																																																																																																						
ac_toplevel	Boolean	0																																																																																																						
use stored environment	Boolean	Off																																																																																																						
FILL_TITLE	Fill																																																																																																							
fillAttribute_1	FillAttribute	65																																																																																																						
fillAttribute_2	FillAttribute	17																																																																																																						
fillAttribute_3	FillAttribute	4																																																																																																						
LINETYPE_TITLE	Line																																																																																																							
lineTypeAttribute_1	LineAttribute	1																																																																																																						
lineTypeAttribute_2	LineAttribute	4																																																																																																						
lineTypeAttribute_3	LineAttribute	21																																																																																																						
MATERIAL_TITLE	Material																																																																																																							
materialAttribute_1	MaterialAttribute																																																																																																							
materialAttribute_2	MaterialAttribute																																																																																																							
materialAttribute_3	MaterialAttribute																																																																																																							
materialAttribute_4	MaterialAttribute																																																																																																							
materialAttribute_5	MaterialAttribute																																																																																																							
materialAttribute_6	MaterialAttribute																																																																																																							
materialAttribute_7	MaterialAttribute																																																																																																							
materialAttribute_8	MaterialAttribute																																																																																																							
materialAttribute_9	MaterialAttribute																																																																																																							
PENS	Pen																																																																																																							
penAttribute_1	PenAttribute	19																																																																																																						
penAttribute_2	PenAttribute	87																																																																																																						
penAttribute_3	PenAttribute	27																																																																																																						
penAttribute_4	PenAttribute	101																																																																																																						
penAttribute_5	PenAttribute	62																																																																																																						
penAttribute_6	PenAttribute	63																																																																																																						

Pintu



Arch Double Door 23

Selected: 1 Editable

PREVIEW AND POSITIONING

- Width: 2160
- Height: 3880
- Anchors: Sill to Story 0
- Reveal to Wall Face
- Flip

HINGED DOOR SETTINGS

- Panel Position: 64
- Joint: Butt Joint
- Override MDO for Door 1

FRAME, LEAF AND SASH SURFACES

- Uniform Door Surface
- Frame Outside: Wood - Pine Graine...
- Frame Inside: Wood - Pine Graine...
- Leaf Outside: Wood - Pine Graine...
- Leaf Inside: Wood - Pine Graine...

FRAME AND LEAF 3D PENS

- Frame Pen: 0.18 mm
- Leaf Pen: 0.18 mm

FLOOR PLAN AND SECTION

DIMENSION MARKER

MARкер TEXT STYLE

MARкер CUSTOM SETTINGS

CLASSIFICATION AND PROPERTIES

Cancel OK

[1] Level 2 [E-03 Elevation]

New Delete

Display Variable Type Name Value

- U\_ac\_revealToWallCore 0 Reveal to Wall Core
- U\_ac\_zone\_on\_reveal\_side -1 Opening Direction
- ac\_wido\_flip\_once Off Flip
- U\_pvli 0 Parapet Wall Inset Value
- B\_itTypeDemolitionFill 0 Demolition / New constr... 1
- gt\_new\_symb\_samp\_fill 1 New Wall Fill Type
- gt\_new\_symb\_pen\_fg 1 New Wall Fill Background Pen
- gt\_new\_symb\_pen\_bg 19 New Wall Fill Right
- gt\_new\_symb\_width\_r 150 New Wall Fill Width Left
- gt\_new\_symb\_width\_l 150 Show new construction on ... Off
- gt\_bShowDemolitionPar 1 Demolition line type
- gt\_transom\_display 0 Show Demolition/New para... Off
- gt\_door\_transom 0 Display as Transom Off

Details Parameters Migration Components Descriptors Scripts

Master 2D 3D Properties Parameter Interface Forward Migration Backward Migration 2D Symbol Preview Picture 2D View 3D View

gt\_shape\_geometry

- gt\_shoulder\_h
- gt\_sidelightTransRelation
- gt\_sidelightTransRelation\_m
- gt\_sidelight\_left
- gt\_sidelight\_width\_right
- gt\_sidelight\_width\_right\_orig
- gt\_sidelight\_parapet\_hgt\_right
- gt\_sidelight\_left
- gt\_sidelight\_width\_left
- gt\_sidelight\_width\_left\_half
- gt\_sidelight\_width\_left\_orig
- gt\_sidelight\_parapet\_hgt\_left
- gt\_door\_transom
- gt\_transom\_height
- gt\_door\_sizes
- gt\_pivotOffset

Shape Geometry

- Shoulder Height: 1900
- Sidelight Under Transom
- Sidelight 1: On
- Sidelight 2: Off
- Sidelight 1 Width: 600
- Sidelight 1 Height: 300
- Sidelight 1 Sill Height: 600
- Sidelight 2 Width: 600
- Sidelight 2 Height: 300
- Sidelight 2 Sill Height: 300
- Transom: On
- Transom Height: 300
- Door Size: Pivot Axis Offset: 275

Rose Window



PREVIEW AND POSITIONING

- Width: 2560
- Height: 2560
- Anchors: Sill to Story 1
- Reveal to Wall Core: 0
- Flip

CUSTOM SETTINGS

All Parameters...

Use Stored Environment

LINES

- Line 1: Solid Line

SURFACES

- Hole has Wall's Side Surface
- Hole Surface's Split is Curved

PEN

- Paint - Titanium Wh...

BUILDING MATERIALS

- Glass
- GENERIC - INTERN...

FLOOR PLAN AND SECTION

DIMENSION MARKER

MARкер TEXT STYLE

MARкер CUSTOM SETTINGS

CLASSIFICATION AND PROPERTIES

Cancel OK

[1] Level 2 [E-05 Elevation]

New Delete

3D AREA 3D AREA

3D SURFACE

3D LINE

3D POLYLINE

3D POINT

3D CIRCLE

3D CUBE

3D CYLINDER

3D SPHERE

3D CONE

3D TORUS

3D DOME

3D TUBE

3D HOLE

3D HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW CONE

3D HOLLOW TORUS

3D HOLLOW DOME

3D HOLLOW TUBE

3D HOLLOW HOLE

3D HOLLOW HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW HOLLOW CONE

3D HOLLOW HOLLOW TORUS

3D HOLLOW HOLLOW DOME

3D HOLLOW HOLLOW TUBE

3D HOLLOW HOLLOW HOLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW CONE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW TORUS

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW DOME

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW TUBE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CONE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TORUS

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW DOME

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TUBE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CONE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TORUS

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW DOME

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TUBE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CONE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TORUS

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW DOME

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TUBE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CONE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TORUS

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW DOME

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TUBE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CONE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TORUS

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW DOME

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TUBE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CONE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TORUS

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW DOME

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TUBE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLE

3D HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW CONE

3D HOLLOW TORUS

3D HOLLOW DOME

3D HOLLOW TUBE

3D HOLLOW HOLE

3D HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW CONE

3D HOLLOW TORUS

3D HOLLOW DOME

3D HOLLOW TUBE

3D HOLLOW HOLE

3D HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW CONE

3D HOLLOW TORUS

3D HOLLOW DOME

3D HOLLOW TUBE

3D HOLLOW HOLE

3D HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW CONE

3D HOLLOW TORUS

3D HOLLOW DOME

3D HOLLOW TUBE

3D HOLLOW HOLE

3D HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW CONE

3D HOLLOW TORUS

3D HOLLOW DOME

3D HOLLOW TUBE

3D HOLLOW HOLE

3D HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW CONE

3D HOLLOW TORUS

3D HOLLOW DOME

3D HOLLOW TUBE

3D HOLLOW HOLE

3D HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CONE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TORUS

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW DOME

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TUBE

3D HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CONE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TORUS

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW DOME

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TUBE

3D HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW CONE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW HOLLOW TORUS

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW DOME

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW TUBE

3D HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW CONE

3D HOLLOW HOLLOW HOLLOW TORUS

3D HOLLOW HOLLOW DOME

3D HOLLOW HOLLOW TUBE

3D HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW HOLLOW CONE

3D HOLLOW HOLLOW TORUS

3D HOLLOW DOME

3D HOLLOW TUBE

3D HOLLOW CIRCLE

3D HOLLOW CYLINDER

3D HOLLOW SPHERE

3D HOLLOW CONE

3D HOLLOW TORUS

3D DOME

3D TUBE

3D HOLLOW CIRCLE

3D CYLINDER

3D SPHERE

3D CONE

3D TORUS

3D DOME

3D TUBE

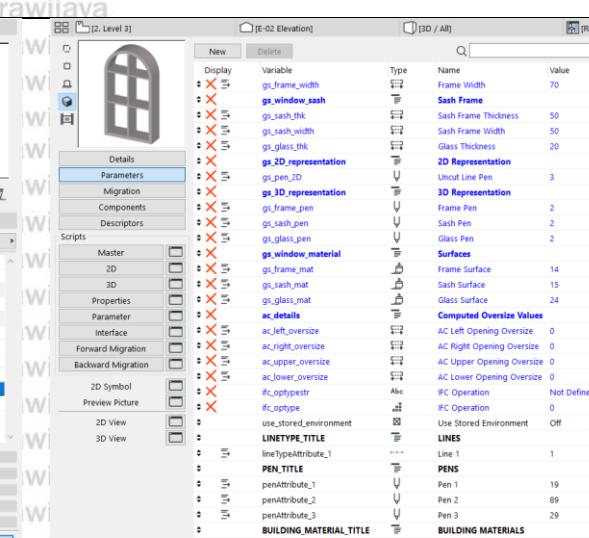
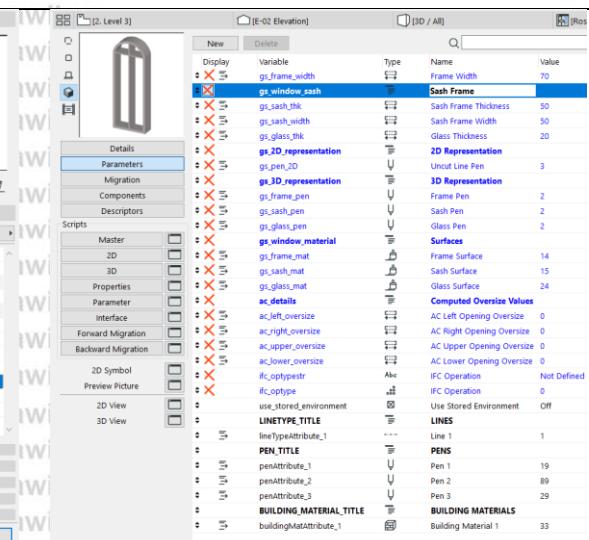
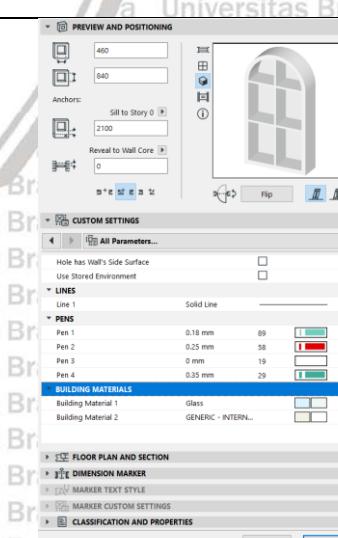
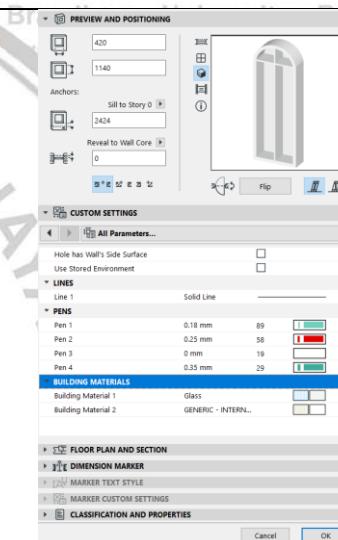
3D HOLLOW CIRCLE

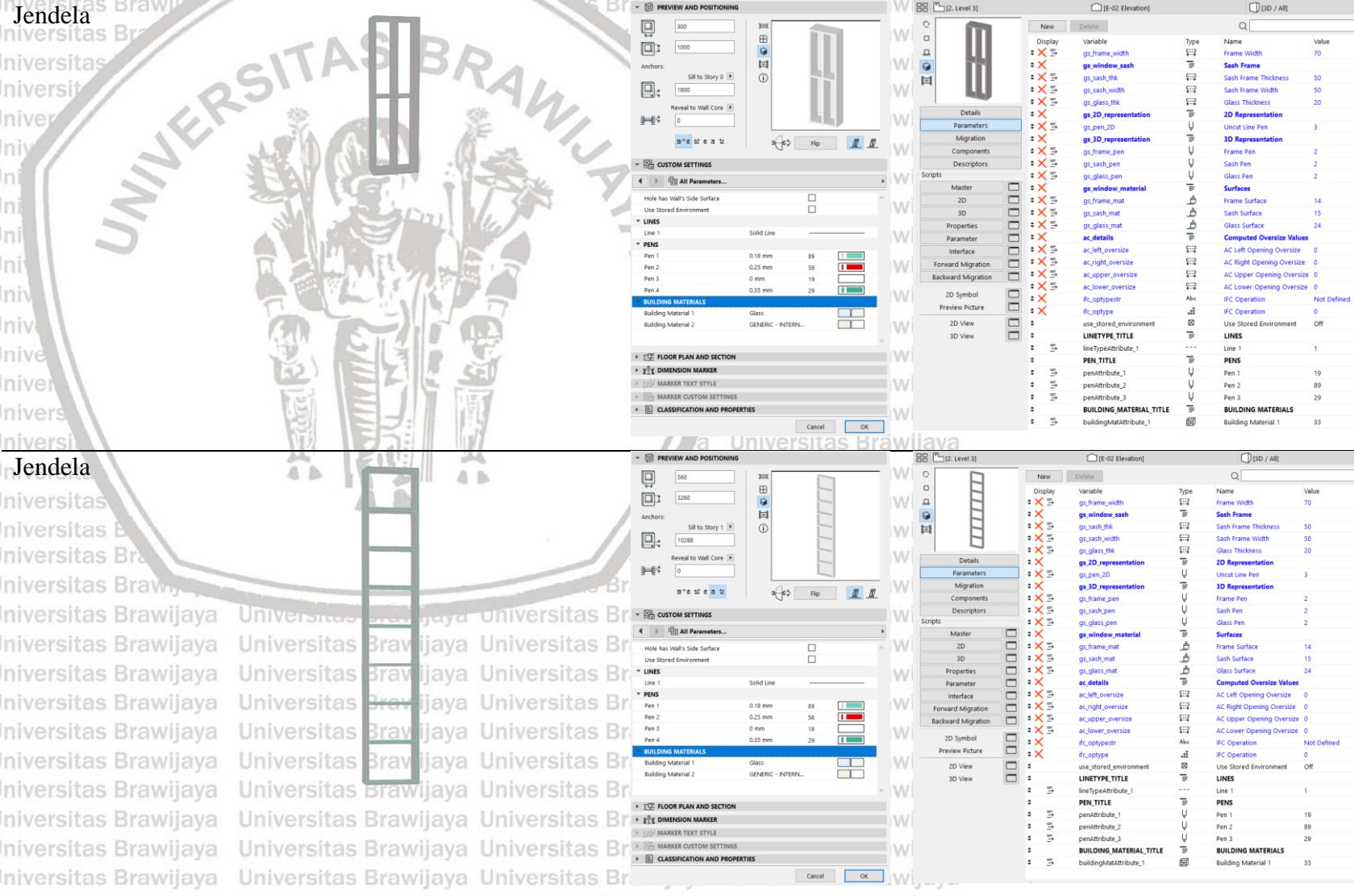
CLOSE

Jendela

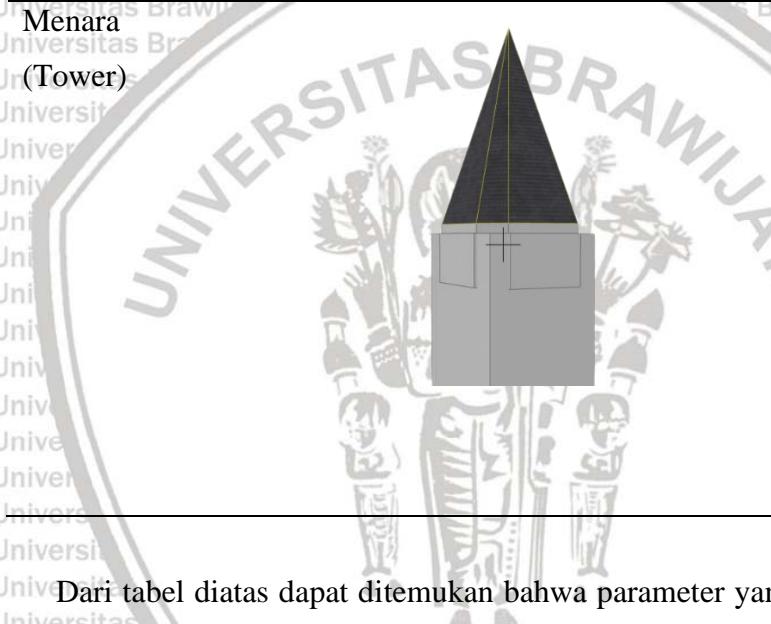


Jendela





## Menara (Tower)



Display	Variable	Type	Name	Value
<input checked="" type="checkbox"/>	B	Dimension 1	4700	
<input checked="" type="checkbox"/>	B	Dimension 2	3600	
<input checked="" type="checkbox"/>	ZZYX	Height	6445	
<input checked="" type="checkbox"/>	AC_show2DHotspotsIn3D	Show 2D Hotspots in 3D	On	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	ac_bottomlevel	Bottom Level	1000	
<input checked="" type="checkbox"/>	ac_toplevel	Top Level	0	
<b>Rotation</b>				
<input checked="" type="checkbox"/>	AngleX	Rotation around the X axis	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	AngleY	Rotation around the Y axis	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	AngleZ	Rotation around the Z axis	0	
<b>Scaling</b>				
<input checked="" type="checkbox"/>	ScaleX	X scaling factor	1	
<input checked="" type="checkbox"/>	ScaleY	Y scaling factor	1	
<input checked="" type="checkbox"/>	ScaleZ	Z scaling factor	1	
<b>Hotspots</b>				
<input checked="" type="checkbox"/>	HotspotsIn2D_Corners	Hotspots in 2D - Corners	On	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	HotspotsIn2D_Insertion	Hotspots in 2D - Insertion	On	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	HotspotsIn3D_Corners	Hotspots in 3D - Corners	On	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	HotspotsIn3D_Insertion	Hotspots in 3D - Insertion	On	<input checked="" type="checkbox"/>

Dari tabel diatas dapat ditemukan bahwa parameter yang dapat dihasilkan pada *software BIM* untuk setiap elemennya adalah

dimensi dasar seperti panjang, lebar, tinggi, ketebalan, dan sudut.

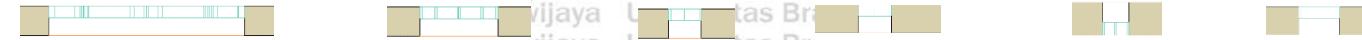
#### 4.6.4 Pendataan *Parametric Object Library*

Dari banyaknya informasi secara detail yang didapatkan dari setiap elemennya, terdapat dua parameter besar yang menjadi basis data digital bangunan bersejarah Gereja Ijen yaitu dimensi dan material. Berikut merupakan tabel yang menjelaskan dimensi dan material dari setiap elemen arsitektur bangunan bersejarah Gereja Ijen.

**Tabel 4.5 Pendataan Dimensi *Parametric Object Library***

Nama Jendela	Rose Window	Rose Window	Jendela-1	Jendela-2	Jendela-3	Jendela-4
Jumlah	1	6	2	8	24	10
Panjang (m)	2.56 m	1.00 m	0.42 m	0.46 m	0.30 m	0.56 m
Lebar (m)	0.15 m	0.15 m	0.15 m	0.15 m	0.15 m	0.15 m
Tinggi (m)	2.56 m	1.00 m	1.14 m	0.84 m	1.00 m	3.26 m
Ketebalan kusen (m)	0.15 m	0.15 m	0.15 m	0.15 m	0.15 m	0.15 m
Ketebalan kaca (m)	0.05 m	0.05 m	0.05 m	0.05 m	0.05 m	0.05 m

2D (Denah)

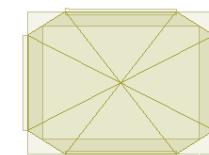
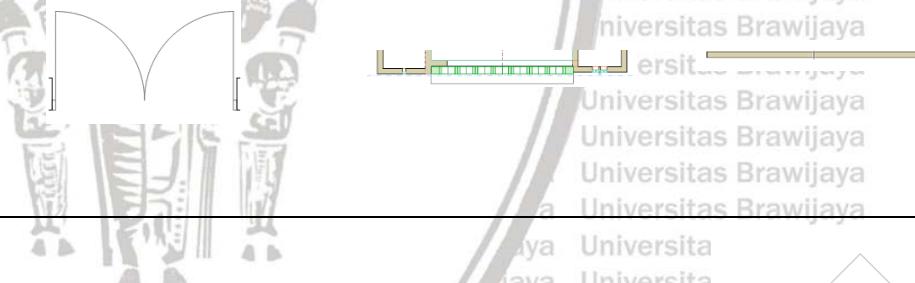


2D (Tampak)

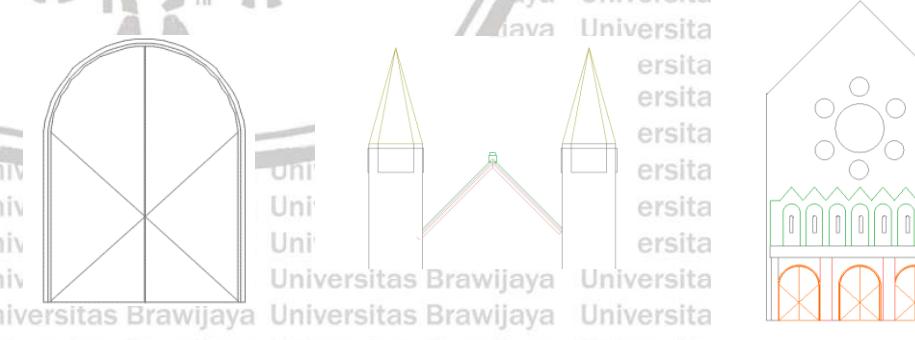


Nama Jendela	Pintu Utama	Pelana	Dinding	Menara
Jumlah	3	1	1	2
Panjang (m)	2.16 m	30.00 m	9.60 m	4.70 m
Lebar (m)	0.40 m	19.50 m	0.15 m	3.70 m
Tinggi (m)	2.88 m	17.30 m	16.80 m	24.80 m
Sudut (°)	-	45°	-	70°
Ketebalan kusen (m)	0.40 m	-	-	-
Ketebalan kaca (m)	-	-	-	-

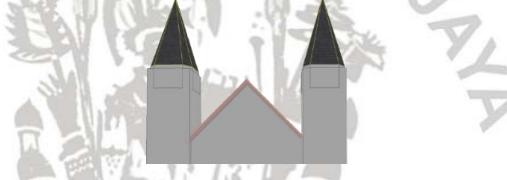
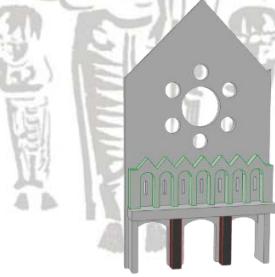
2D (Denah)



2D (Tampak)



**Tabel 4.5** Pendataan Material *Parametric Object Library*

Elemen	Visualisasi Pemodelan	Material	
		Material Dasar	Material Finishing
Pelana		Stucco	Paint
Dinding		Stucco	Paint
Pintu		Wood	
Rose Window		Kusen: Alumunium Kaca: Glass	

Jendela



Kusen: *Alumunium*

Kaca: *Glass*

Jendela



Kusen: *Alumunium*

Kaca: *Glass*

Jendela



Kusen: *Alumunium*

Kaca: *Glass*

Jendela



Kusen: *Alumunium*

Kaca: *Glass*

Menara  
(Tower)



*Stucco*

*Paint*

#### 4.7 Proses Penggabungan (HBIM)

Pada tahap ini dilakukan penggabungan *advanced modelling* dengan seluruh *parametric object library* menjadi satu kesatuan. Penggabungan dilakukan pada *software ArchiCAD* menjadi suatu permodelan HBIM (*Historical Building Information Modelling*). HBIM Gereja Ijen menghasilkan obyek parametrik untuk menjelaskan elemen arsitektural yang terkonstruksi dari data sejarah, yang dipetakan ke dalam *parametric object libraries*.

##### 4.7.1 Level of Detail (LoD) pada HBIM

Tingkat kedekatan pada obyek parametrik dapat dijelaskan melalui LoD (*level of detail*).

Semakin tinggi LoD maka tidak hanya meningkatkan kompleksitas suatu model namun juga meningkatkan kualitas semantik (deskripsi geometri pada model) dari obyek parametrik tersebut.

Pemodelan bangunan Gereja Ijen menghasilkan model dengan LoD3, yaitu model elemen arsitektur yang lengkap hingga elemen jendela dan pintu. Obyek yang dimodelkan memuat informasi ukuran, bentuk, orientasi sesuai dengan hasil data pengukuran dan bukan dari perkiraan.

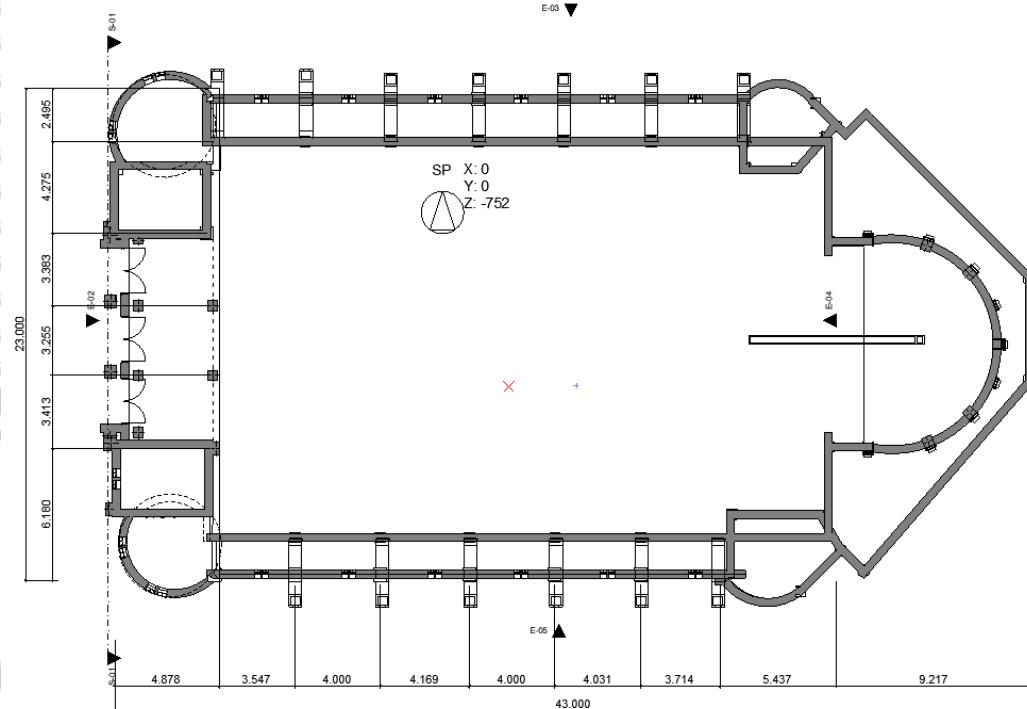
*Basic modelling* yang telah dijelaskan pada paragraf 4.4 termasuk ke dalam LoD1 karena merupakan pemodelan bentuk sederhana hasil dari *tracing* data *point cloud*, ada juga yang dilakukan secara manual menyesuaikan parameter dari *libraries BIM*. Pada tingkat LoD1, obyek parametrik berbasis HBIM pada bangunan bersejarah Gereja Ijen ini berupa pemodelan bentuk sederhana yang kemudian dikembangkan menjadi LoD2, yaitu *advanced modelling*.

Penambahan material bahan dasar (LoD 2): *basic modelling* dengan tingkat LoD1 kemudian dilakukan penambahan material dasar pada model. Cara yang dilakukan adalah menyelaraskan material ke parameter yang telah ditentukan. Contohnya pada salah satu obyek parametrik yaitu *rose window*, penambahan material alumunium dan kaca patri dimasukkan ke dalam obyek *rose window* tersebut. Perlakuan ini dilakukan pada sembilan obyek parametrik yang telah selesai dimodelkan.

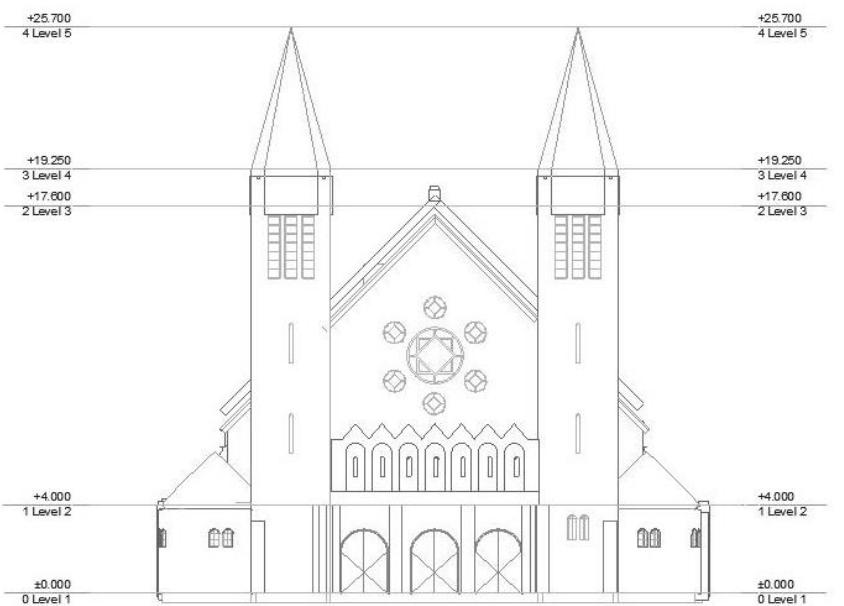
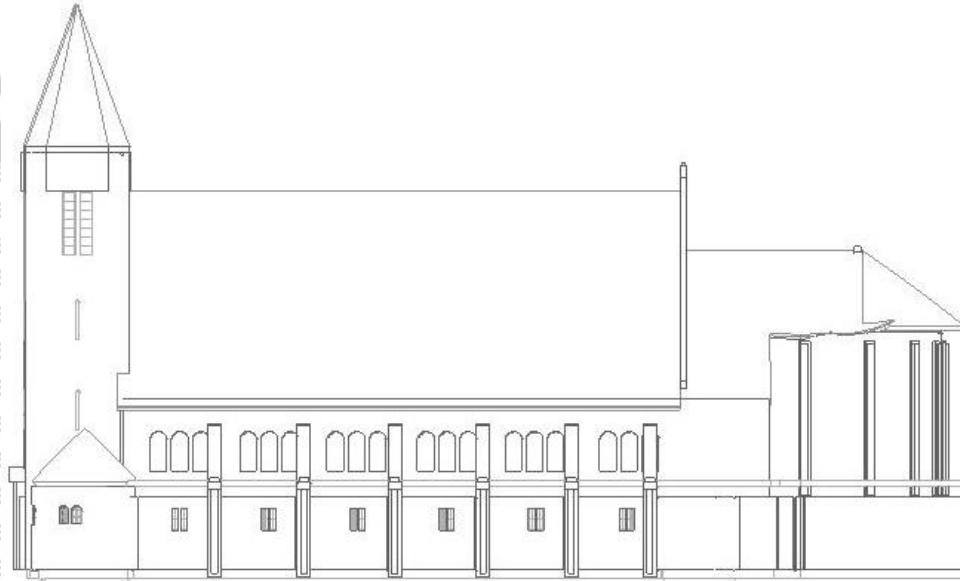
Penambahan elemen *custom* (LoD 3): Obyek dengan tingkat detil LoD 3 merupakan kumpulan individu yang dikembangkan lebih lanjut dari LoD 2 termasuk geometri dekorasi luar dan dalam. Metode yang dapat dilakukan dengan cara melakukan *tracing* kembali pada data *point cloud* untuk dilakukan pemodelan *custom* di *software Sketchup* kemudian dilakukan penggabungan pada *software BIM ArchiCAD*. Pada obyek parameterik bangunan bersejarah Gereja Ijen dengan tingkat detil LoD3 ini memuat kumpulan informasi yang detail sehingga berbeda dengan obyek parametrik sederhana pada *libraries BIM*.

Berikut merupakan hasil dari peng gabungan HBIM dengan tingkat merepresentasikan bangunan bersejarah Gereja Ijen Kota Malang arsitekturnya berupa atap, dinding, kolom, lantai, pintu, dan jendela.

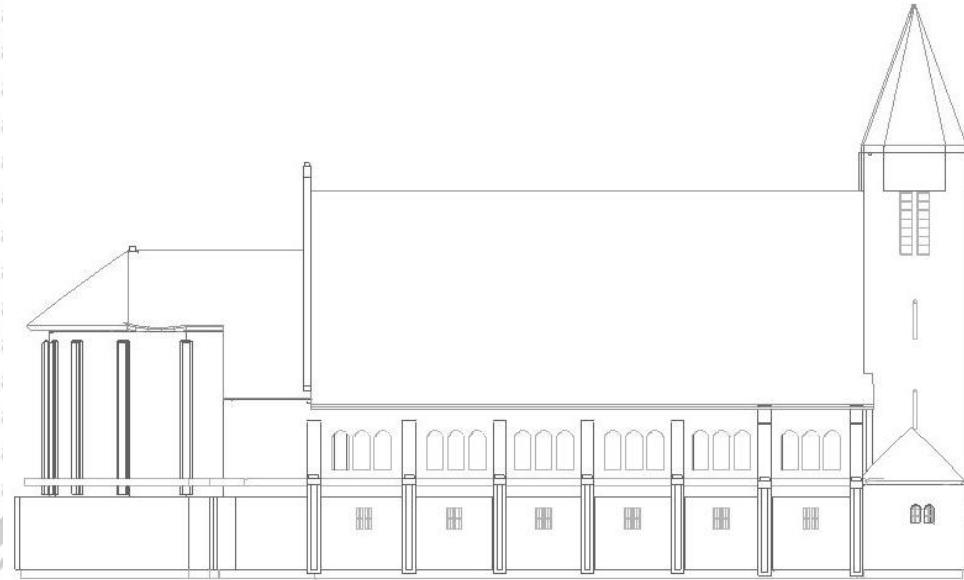
#### 4.7.2 Denah Lantai Dasar



Gambar 4.18 Denah Lantai Dasar Skala 1:500

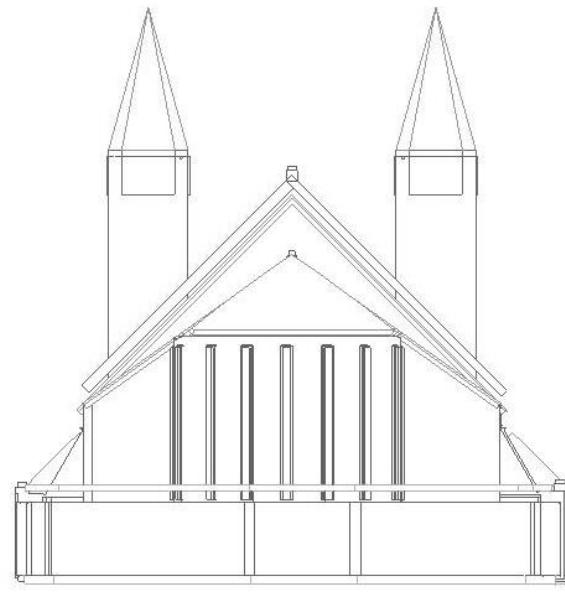
**4.7.3 Tampak Barat****Gambar 4.19** Tampak Barat Skala 1:500**4.7.4 Tampak Utara****Gambar 4.20** Tampak Utara Skala 1:500

#### 4.7.5 Tampak Selatan

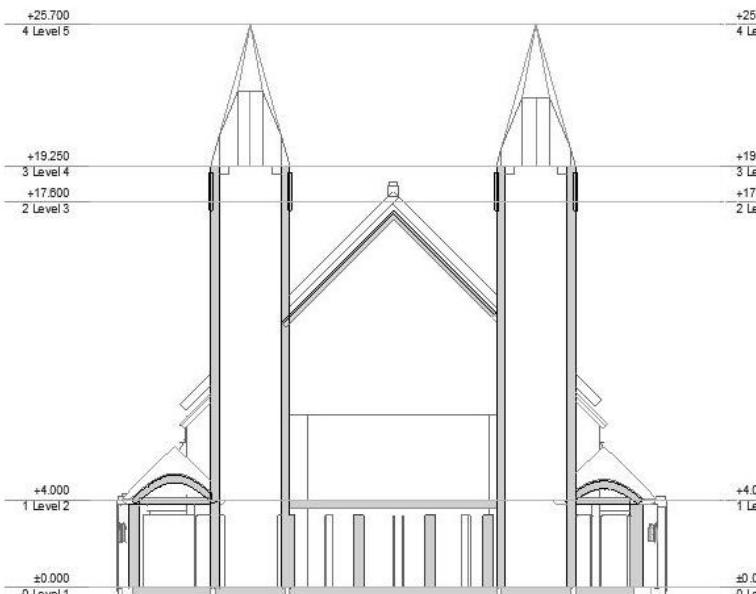
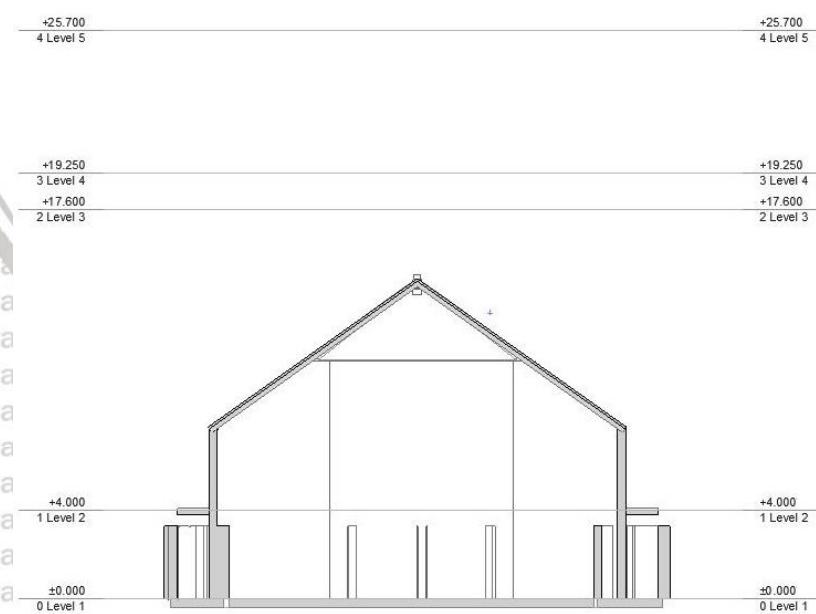


Gambar 4.21 Tampak Selatan Skala 1:500

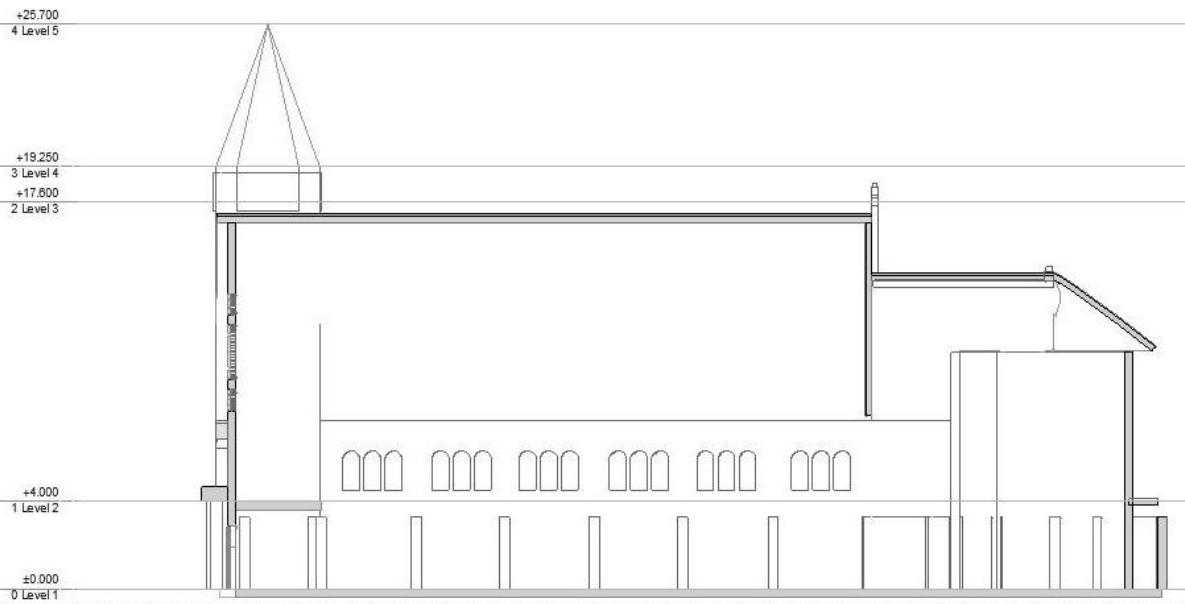
#### 4.7.6 Tampak Timur



Gambar 4.22 Tampak Timur Skala 1:500

**4.7.7 Potongan 1-1'****Gambar 4.23 Potongan 1-1' Skala 1:500****4.7.8 Potongan 2-2'****Gambar 4.24 Potongan 2-2' Skala 1:500**

#### 4.7.9 Potongan 3-3'



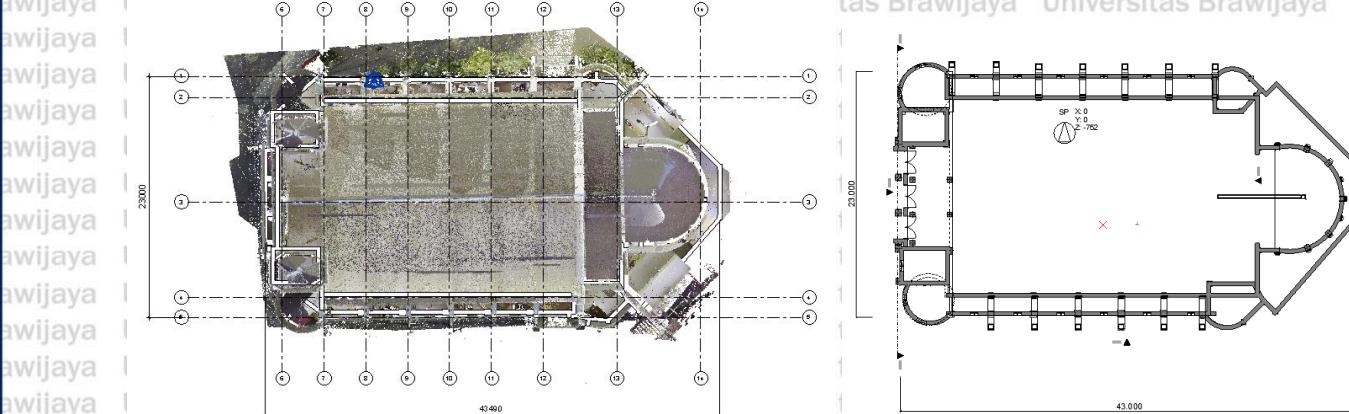
**Gambar 4.25** Potongan 3-3' Skala 1:500

#### 4.8 Validasi Data

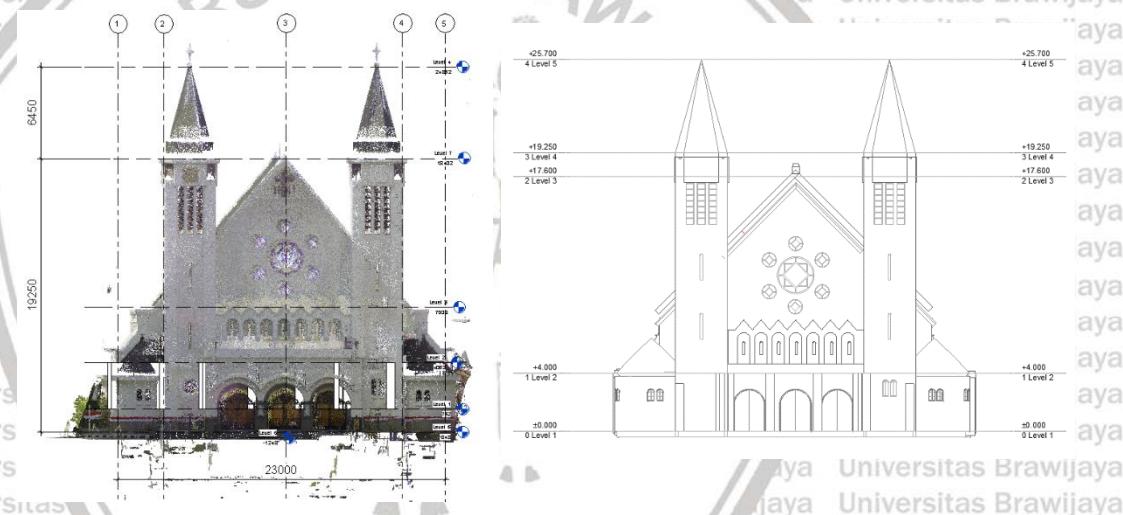
Pada penelitian ini, terdapat dua metode validasi data yang digunakan yaitu melalui skala dan menggunakan pemeriksaan *script* melalui bahasa pemrograman GDL. Validasi data ini bertujuan untuk memastikan ketepatan basis data yang dihasilkan dalam penelitian dengan data lapangan dari proses perekaman.

##### 4.8.1 Validasi menggunakan Skala

Tahap ini dilakukan dengan cara membandingkan ukuran antara hasil *parametric object library* dengan data *point cloud*. Tahap ini cukup dilakukan pada bangunan secara keseluruhan yaitu panjang, lebar, dan tinggi bangunan, yang kemudian pemeriksaan elemen arsitektur lainnya mengacu skala dari elemen yang sudah valid.



**Gambar 4.26 Perbandingan Dimensi antara Data Point Cloud dengan Advanced Modelling**



**Gambar 4.27 Perbandingan Ketinggian antara Data Point Cloud dengan Advanced Modelling**

Dari kedua gambar diatas menunjukkan bahwa dimensi (panjang, lebar, dan tinggi)

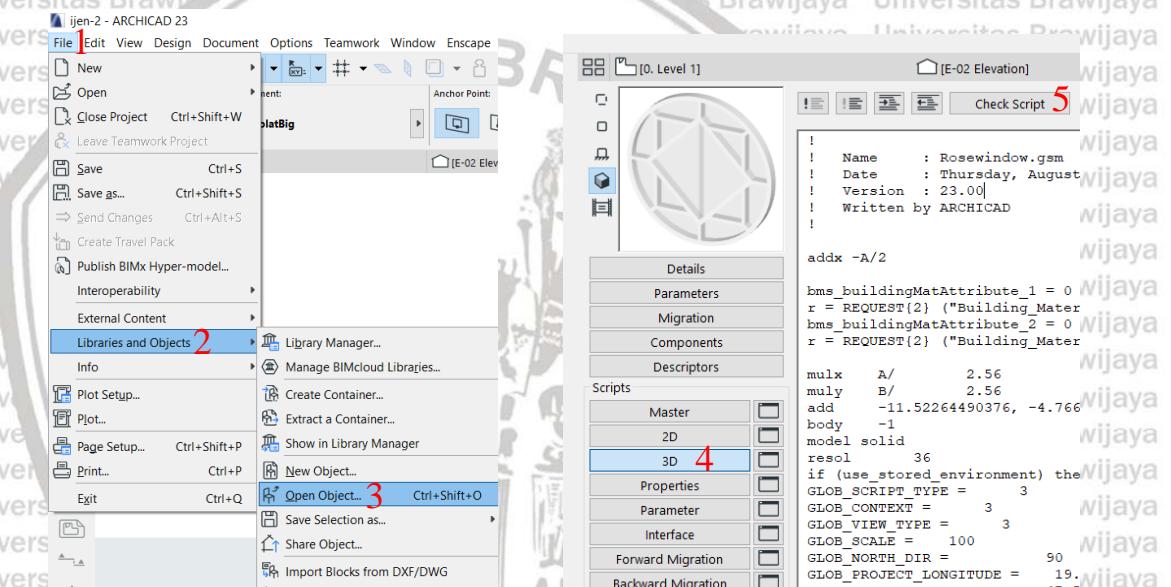
bangunan sudah sesuai ukurannya dengan data *point cloud* hasil perekaman di lapangan. Adapun lebar bangunan sebesar 23 meter dan ketinggiannya bangunan sebesar 19,25 meter dan dua menara kembar tingginya mencapai 25,7 meter.

#### 4.8.2 Validasi menggunakan GDL

Tahap ini dilakukan dengan cara memeriksa validitas *parametric object library* menggunakan bahasa pemrograman pada software ArchiCAD yang disebut *Geometric*

*Description Language (GDL)*. GDL berisi susunan *script* yang memuat informasi *library* yang mana dalam konteks penelitian ini berupa *parametric object library*. GDL dapat membaca suatu elemen atau objek apakah telah memiliki informasi dan parameter yang tepat sesuai dengan jenis objeknya. Misalnya pada elemen jendela, apabila terbaca penggunaan material tidak sesuai (*water*, *roof*, *grass*, dsb.) pada elemen jendela maka *script GDL* dapat memberitahukan terdapat material yang tidak sesuai pada elemen jendela sehingga tidak valid.

Validitas data melalui bahasa pemrograman GDL dapat dilakukan dengan cara memilih pilihan *Check Script* pada setiap *parametric object library* yang ada.



Gambar 4.28 Tahap *Check Script* menggunakan GDL

Setiap *parametric object library* bangunan bersejarah Gereja Ijen Kota Malang dilakukan uji validitas data menggunakan langkah-langkah yang telah dijelaskan sebelumnya hingga muncul *dialog box* yang menampilkan “The GDL Script is OK”. Tabel 4.5 menjelaskan uji validitas data pada setiap *parametric object library* dari bangunan bersejarah Gereja Ijen Kota Malang.

**Tabel 4.5 Tabel Validasi Data melalui GDL**

Elemen	Visualisasi Pemodelan	GDL Data Checking
Pelana		
Dinding		

Pintu

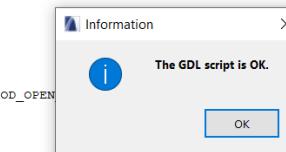
Rose Window



```
[1. Level 2] [E-03 Elevation] [3D / All]
Check Script

gs_door_transom = 0
gs_sidelight_right = 0
gs_sidelight_left = 0
bArchedTop = 1
bEnableLeafUnderCut = 1
iOpeningMethod = 2 ! OPENMETHOD_OPEN
bAsymmetricLeafs = 0
bMetalDoor = 0
bEnableLeafRebateDepth3D = 1

if GLOB_SCRIPT_TYPE <> 7 & GLOB_SCRIPT_TYPE <> 8 then
    call "gs_general_lt_door_macro" parameters all A=A,
        gs_door_transom = gs_door_transom,
        gs_sidelight_right = gs_sidelight_right,
        gs_sidelight_left = gs_sidelight_left,
        bArchedTop = bArchedTop,
        bEnableLeafUnderCut = bEnableLeafUnderCut,
        iOpeningMethod = iOpeningMethod,
        bAsymmetricLeafs = bAsymmetricLeafs,
        bMetalDoor = bMetalDoor,
        bEnableLeafRebateDepth3D = bEnableLeafRebateDepth3D
endif
```



```
[2. Level 3] [E-02 Elevation] [3D / All]
Check Script

! Name : Rose Window-Ijen.gam
! Date : Monday, March 15, 2021
! Version : 23.00
! Written by ARCHICAD

hms_buildingMatAttribute_1 = 0
r = REQUEST(2) ("Building_Material_info", buildingMatAttribute_1, "gs_bmat_surface", hms_buildingMatAttribute_1)

multi A/4, 656899797591
multi B/5, 354899797591
multi -32, 71376423768
addx 0, 368816616512
bobj -1
model solid
resol 35
if (a is stored environment) then
    GLOB_SCRIPT_TYPE = 3
    GLOB_CONTEXT = 3
    GLOB_VIEW_TYPE = 3
    GLOB_SCALE = 100
    GLOB_DRAWING_DIR = 90
    GLOB_PROJECT_LONGITUDE = 105.47719
    GLOB_PROJECT_LATITUDE = 47.559708
    GLOB_DRAWING_BOD_PEN = penAttribute_1
    GLOB_FRAME_NR = 0
    GLOB_EYEFOR_X = 31.9921829827
    GLOB_EYEFOR_Y = 3.205684079214
    GLOB_EYEFOR_Z = 13.12179205048
    GLOB_TARGETFOR_X = 32.12656942021
    GLOB_TARGETFOR_Y = 8.040563811848
    GLOB_TARGETFOR_Z = 18.63730289575
    GLOB_SUN_ASIMUTH = 240
    GLOB_SUN_ALTITUDE = 35
endif
group "group_D5F9B5E_D124_466C_AAE7_SD79AEE9D4B"
addz -0.15
pen penAttribute_2
set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT
set attr(2) penAttribute_3, lineTypeAttribute_1
oprim(4) materialAttribute_1, materialAttribute_1, materialAttribute_1, 7,
    0.06, 0.15,
    31.43376423768, 6.046266715309, 0, 79, materialAttribute_1,
    31.43376423768, 5.98059256034, 0, 79, materialAttribute_1,
```



Jendela



[2. Level 3] [E-02 Elevation] [3D / All] [Rose Window-jen] [Kaca01-jen]

**Check Script**

```

! Name : Kaca01-Ijen.gsm
! Date : Monday, March 15, 2021
! Version : 23.00
! Written by ARCHICAD

bms_buildingMatAttribute_1 = 0
r = REQUEST(2) ("Building_Material_info", buildingMatAttribute_1, "gs_bmat_surface", kms_buildingMatAttribute_1)

mulx A/ 0.42
muly B/1.140719188083
addx -39.8735301832
addy -4.635641595988
body -1
model solid
resol 36
if (use_stored_environment) then
GLOB_SCRIPT_TYPE = 3
GLOB_CONTEXT = 3
GLOB_VIEW_TYPE = 3
GLOB_SCALE = 100
GLOB_FRAME_NR = 0
GLOB_NORTH_DIR = 90
GLOB_PROJECT_LONGITUDE = 19.054779
GLOB_PROJECT_LATITUDE = 47.559708
GLOB_DRAWING_BGD_PEN = penattribute_1
GLOB_FRAME_NR = 40.07120881785
GLOB_EXPOS_X = 4.331764393752
GLOB_EXPOS_Y = 3.507736506198
GLOB_TARGPOS_X = 40.20559525279
GLOB_TARGPOS_Y = 9.930049191386
GLOB_TARGPOS_Z = -28.29162789164
GLOB_JUN_AZIMUTH = 240
GLOB_SUN_AZIMUTH = 35
endif
group "group_30784043_6f5f_4c8a_9c19_ab7776d5910c"
    addz -0.15
    pen penattribute_1
    set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT
    set attrs(2) penattribute_1, lineTypeAttribute_1
    cprims(4) bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1, kms_buildingMatAttribute_1, 7,
        52, 0.15,
        39.6635301832, 5.609245243136, 0, 15, kms_buildingMatAttribute_1,
        39.6635301832, 4.635641595988, 0, 15, kms_buildingMatAttribute_1,
        41.6246432566, 4.580139133198, 0, 15, kms_buildingMatAttribute_1,
        42.0846432566, 4.580139133198, 0, 15, kms_buildingMatAttribute_1,
    ^ 76 kms_buildingMatAttribute_1
    ^ 76 kms_buildingMatAttribute_1

```

The GDL script is OK.

OK

Jendela



[2. Level 3] [E-02 Elevation] [3D / All] [Rose Window-jen] [Kaca01-jen] [Kaca02-jen]

**Check Script**

```

! Name : Kaca02-Ijen.gsm
! Date : Monday, March 15, 2021
! Version : 23.00
! Written by ARCHICAD

bms_buildingMatAttribute_1 = 0
r = REQUEST(2) ("Building_Material_info", buildingMatAttribute_1, "gs_bmat_surface", kms_buildingMatAttribute_1)

mulx A/ 0.46
muly B/ 0.84
addx -41.8546432566
addy -5.580139133198
body -1
model solid
resol 36
if (use_stored_environment) then
GLOB_SCRIPT_TYPE = 3
GLOB_CONTEXT = 3
GLOB_VIEW_TYPE = 3
GLOB_SCALE = 100
GLOB_NORTH_DIR = 90
GLOB_PROJECT_LONGITUDE = 19.054779
GLOB_PROJECT_LATITUDE = 47.559708
GLOB_DRAWING_BGD_PEN = penattribute_1
GLOB_FRAME_NR = 42.51669719803
GLOB_EXPOS_X = 3.5077365061949
GLOB_EXPOS_Y = 3.5077365061949
GLOB_TARGPOS_X = 42.651036326296
GLOB_TARGPOS_Y = 9.106109259883
GLOB_TARGPOS_Z = -27.03218980778
GLOB_JUN_AZIMUTH = 240
GLOB_SUN_AZIMUTH = 35
endif
group "group_BF3F2527_08EA_43B8_AE40_A434BB53B590"
    addz -0.15
    pen penattribute_2
    set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT
    set attrs(2) penattribute_3, lineTypeAttribute_1
    cprims(4) bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1, kms_buildingMatAttribute_1, 7,
        57, 0.15,
        41.6246432566, 4.580139133198, 0, 15, kms_buildingMatAttribute_1,
        42.0846432566, 4.580139133198, 0, 15, kms_buildingMatAttribute_1,
        41.6246432566, 4.580139133198, 0, 15, kms_buildingMatAttribute_1,
        42.0846432566, 4.580139133198, 0, 15, kms_buildingMatAttribute_1,
    ^ 76 kms_buildingMatAttribute_1
    ^ 76 kms_buildingMatAttribute_1

```

The GDL script is OK.

OK



Jendela



Jendela



[D- Level 3] [E-02 Elevation] [3D / All] [Kaca04-jjen]

**Details**  
Parameters  
Migration  
Components  
Descriptors  
Scripts

**Master**  
**2D** **3D** **Properties** **Parameter** **Interface**

**Forward Migration** **Backward Migration**

**2D Symbol** **Preview Picture** **2D View** **3D View**

```

: Name : Kaca04-jjen.gsm
: Date : Monday, March 15, 2021
: Version : 23.00
: Written by ARCHICAD

bms_buildingMatAttribute_1 = 0
r = REQUEST(2) ("Building_Material_info", buildingMatAttribute_1, "gs_bmat_surface", bms_buildingMatAttribute_1)

mulx A/ 0.3
muly B/ 1
addx -37.82309507533
addy -4.450234656986
body -1
model solid
resol 36
if (use_stored_environment) then
    GLOB_CONTEXT = 3
    GLOB_VIEW_TYPE = 3
    GLOB_SCALE = 100
    GLOB_NORTH_DIR = 90
    GLOB_PROJECT_LONGITUDE = 19.054779
    GLOB_PROJECT_LATITUDE = 47.559708
    GLOB_DRAWING_BDG_PEN = penAttribute_1
    GLOB_FRAME_NR = -1
    GLOB_EYEREF_X = 37.60622507423
    GLOB_EYEREF_Y = 9.806467595366
    GLOB_EYEREF_Z = 3.327693015671
    GLOB_TARGPOS_X = 37.7406650916
    GLOB_TARGPOS_Y = 9.806467595366
    GLOB_TARGPOS_Z = -20.43141273356
    GLOB_SUN_AZIMUTH = 240
    GLOB_SUN_ALTITUDE = 35
endif
group "group_E97D468E_FFEA_46DD_B1F2_TDDECEA775E6"
adds -0.15
pen penAttribute_2
set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT
sect_attr(2) penAttribute_3, lineTypeAttribute_1
oprim(4) bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1, 7,
37.67309507533, 5.450234656986, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1,
37.67309507533, 4.450234656986, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1,
...

```

Information

The GDL script is OK.

OK

[D- Level 3] [E-02 Elevation] [3D / All] [Kaca03-jjen]

**Details**  
Parameters  
Migration  
Components  
Descriptors  
Scripts

**Master**  
**2D** **3D** **Properties** **Parameter** **Interface**

**Forward Migration** **Backward Migration**

**2D Symbol** **Preview Picture** **2D View** **3D View**

```

: Name : Kaca03-jjen.gsm
: Date : Monday, March 15, 2021
: Version : 23.00
: Written by ARCHICAD

bms_buildingMatAttribute_1 = 0
r = REQUEST(2) ("Building_Material_info", buildingMatAttribute_1, "gs_bmat_surface", bms_buildingMatAttribute_1)

mulx A/ 0.56
muly B/ 3.26
addx -44.52562529748
addy -4.596741966704
body -1
model solid
resol 36
if (use_stored_environment) then
    GLOB_CONTEXT = 3
    GLOB_VIEW_TYPE = 3
    GLOB_SCALE = 100
    GLOB_NORTH_DIR = 90
    GLOB_PROJECT_LONGITUDE = 19.054779
    GLOB_PROJECT_LATITUDE = 47.559708
    GLOB_DRAWING_BDG_PEN = penAttribute_1
    GLOB_FRAME_NR = -1
    GLOB_EYEREF_X = 41.9643320751
    GLOB_EYEREF_Y = 4.952627530746
    GLOB_EYEREF_Z = 9.427160358936
    GLOB_TARGPOS_X = 42.04071574244
    GLOB_TARGPOS_Y = 10.59100028338
    GLOB_TARGPOS_Z = 22.33193532029
    GLOB_SUN_AZIMUTH = 240
    GLOB_SUN_ALTITUDE = 35
endif
group "group_B130103B_ASSA_40C9_0134_E835197018D6"
adds -0.15
pen penAttribute_2
set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT
sect_attr(2) penAttribute_3, lineTypeAttribute_1
oprim(4) bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1, 7,
45, 0.15,
44.24569289740, 4.596741966704, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1,
44.80569289740, 4.596741966704, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1,
...

```

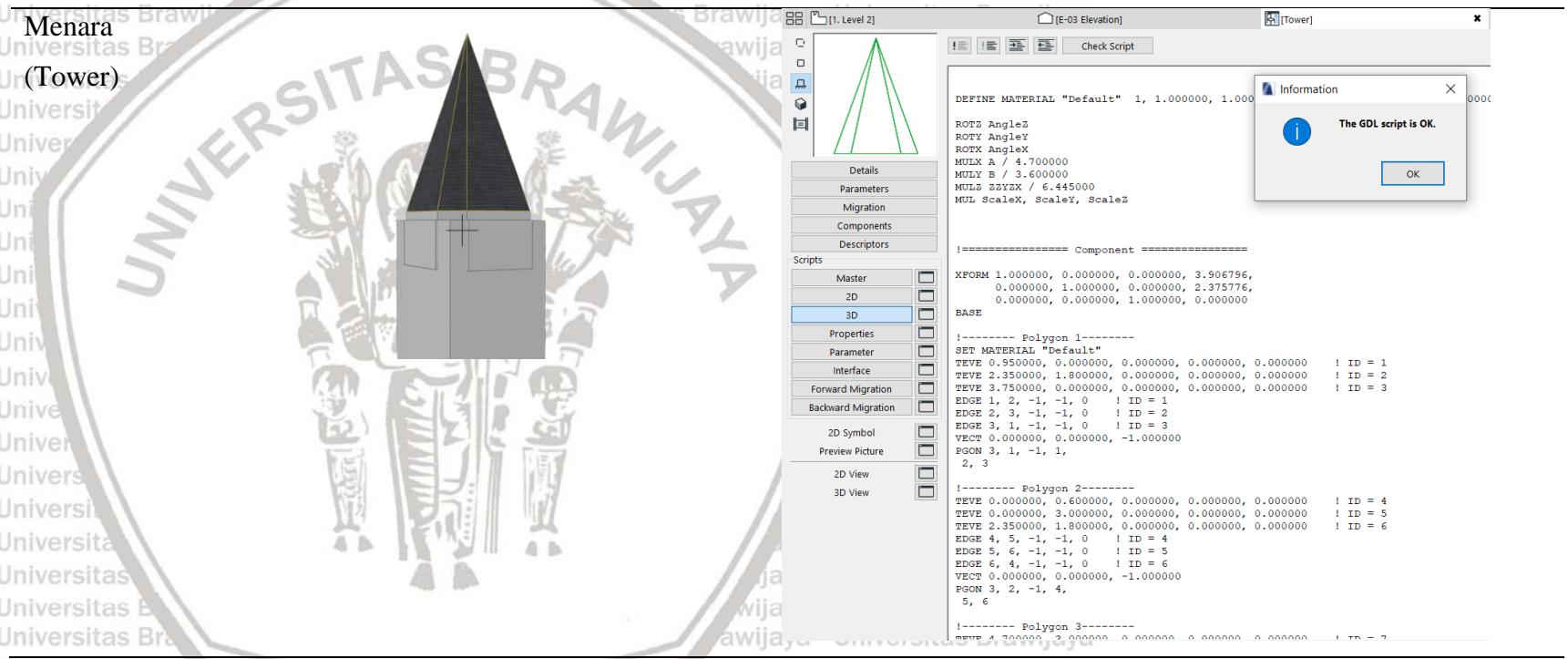
Information

The GDL script is OK.

OK

Universitas Brawijaya

## Menara (Tower)



Secara keseluruhan, jika diambil benang merah dengan meninjau identifikasi elemen arsitektur Gothic, maka dapat disimpulkan bahwa elemen pembentuk arsitektur Gothic pada bangunan bersejarah Gereja Ijen berjumlah tujuh elemen, diantaranya adalah pelana, dinding, *rose window*, pintu, dua jenis jendela melengkung, dan menara (*tower*). Masing-masing elemen pembentuk arsitektur Gothic ini telah dimodelkan menggunakan metode *multi-software* yang memuat parameter-parameter. Adapun parameter yang dihasilkan yaitu parameter dasar yang meliputi dimensi dasar seperti panjang, lebar, dan tinggi serta pada obyek pintu dan jendela juga meliputi kedalaman. Selanjutnya adalah parameter tambahan yaitu variabilitas obyek parametrik yang meliputi komposisi material dan finishing permukaan, informasi deskriptif, dan representasi grafis.

## 5.1 Kesimpulan

Pengembangan *parametric object library* berbasis HBIM dilakukan sebagai upaya dokumentasi secara digital pada bangunan bersejarah Gereja Ijen yang harus terjaga keasliannya. Penelitian ini berada pada tingkatan LOG 200 yang mana akuisisi data primer dilakukan dengan cara perekaman *laser scanning* yang hasil datanya dipetakan dalam bentuk data 3D *point cloud*. Data *point cloud* ini yang kemudian dikembangkan menjadi *parametric object* menggunakan metode *multi-software*. Kemudian, penelitian ini berada pada tingkatan LOK 200 yang menghasilkan informasi struktur sederhana (*basic structure*). Adapun hasil dari identifikasi elemen arsitektur Gereja Ijen yang bergaya Gothic berjumlah tujuh elemen, diantaranya adalah pelana, dinding, *rose window*, pintu, dua jenis jendela melengkung, dan menara (*tower*). Selanjutnya, pemodelan *parametric object* Gereja Ijen menghasilkan model dengan tingkatan LoD3, yaitu model elemen arsitektur yang lengkap hingga elemen jendela dan pintu. Obyek yang dimodelkan memuat informasi ukuran, bentuk, orientasi sesuai dengan hasil data pengukuran dan bukan dari perkiraan.

Hasil dari *parametric object library* dilakukan validasi data menggunakan dua metode yaitu membandingkan skala dan menggunakan bahasa pemrograman GDL (*Geometric Descriptive Language*). Validasi menggunakan skala dilakukan dengan cara membandingkan dimensi *parametric object* dengan data 3D *point cloud*. Sedangkan, validasi melalui GDL dilakukan dengan cara pemeriksaan *script* melalui bahasa pemrograman GDL.

*Parametric object library* secara khusus dapat menjadi basis data (*database*) digital bagi bangunan bersejarah Gereja Ijen Kota Malang yang selanjutnya dapat menjadi acuan melakukan perubahan terhadap elemen bangunan dan rekonstruksi apabila terdapat kerusakan atau terjadinya bencana alam. Adapun dalam pengembangan *parametric object library* pada penelitian ini memiliki keterbatasan waktu sehingga harus ditindaklanjuti pada langkah-langkah untuk melengkapi data kompleksitas sehingga dapat digunakan *stake holder* yang lebih luas.

## BAB V PENUTUP

## 5.2 Saran

Bagi penelitian selanjutnya dengan topik yang serupa, penulis memberikan saran-saran berupa:

1. Bagi penelitian selanjutnya dapat memperkaya referensi data historis dan data material pada bangunan bersejarah Gereja Ijen sehingga dapat ditindaklanjuti pada ranah data kompleksitas dan dapat digunakan *stake holder* yang lebih luas.
2. Bagi penelitian selanjutnya dapat melakukan penelitian lebih lanjut terhadap bangunan bersejarah di Kota Malang ataupun di wilayah Indonesia lainnya menggunakan metode pendekatan *multi-software* atau pengembangan metode lainnya untuk menghasilkan basis data digital (*libraries*) berupa obyek parametrik berbasis HBIM.
3. Bagi pihak yang berwewenang terhadap pelestarian Gereja Ijen Kota Malang supaya dapat mempertimbangkan mengembangkan basis data (*database*) berupa *parametric object library* untuk menjadi pustaka data digital sehingga dapat menjadi acuan apabila terdapat upaya rekonstruksi terhadap elemen bangunan yang rusak.
4. Bagi pengelolaan bangunan bersejarah di Kota Malang supaya dapat mempertimbangkan upaya pelestarian bangunan bersejarah di Kota Malang secara digital untuk dapat diakses oleh publik dan mencegah anyaman lenyap.



## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. 2018. *Prinsip Dasar Sistem Teknologi BIM dan Implementasinya di Indonesia*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Baik, A., Alitany, A., Boehm, J., Robson, S. (2014). *Jeddah Historical Building Information Modeling "JHBIM"-Object Library*. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume 2, 41 – 47.
- Biagini, C.; Capone, P.; Donato, V.; Facchini, N. *Towards the BIM Implementation for Historical Building Restoration Sites*. Autom. Constr **2016**, *71*, 74–86.
- Brumana, R., Banfi, F., Cantini, M. Previtali, Torre, S. Della, (2019). *HBIM Level of Detail-Geometry-Accuracy and Survey Analysis for Architectural Preservation*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W11. GEORES 2019.
- Cheng, H., Yang, Wun-Bin., Yen, Ya-Ning. (2015). *BIM Applied in Historical Building Documentation and Refurbishing*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5/W7.
- Fai, S., & Rafeiro, J. (2014). *Establishing an Appropriate Level of Detail (LoD) for A Building Information Model (BIM)-West Block, Parliament Hill, Ottawa, Canada*. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, **2**(5), 123.
- Hermawati, S., Sudianto, A., Jonathan Hans YS. (2018). *The Application Of Gothic Architecture On Santo Laurensius Church Alam Sutra, Serpong*. Riset Arsitektur (RISA), Volume 2, 358 – 371.
- Khodeir, Laila M., Aly, D., Tarek, S. (2016). *Integrating HBIM (Heritage Building Information Modeling) Tools in the Application of Sustainable Retrofitting of Heritage Buildings in Egypt*. Procedia Environmental Sciences, Volume 34, 258 – 270.
- Maietti, F., Giulio, Roberto D., Medici, M., Ferrari, F., Ziri, A. E., Turillazzi, B., Bonsma, P. (2020). *Documentation, Processing, and Representation of Architectural Heritage Through 3D Semantic Modelling: The INCEPTION Project*. IGI Global, Pages 37.

- Murphy, M., McGovern, E., Pavia, S. (2013). *Historic Building Information Modelling – Adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture*. Structural Survey, Volume 27, 311–327.
- Oreni, D., Brumana, R., Georgopoulos, A., Cuca, B. (2014). *HBIM Library Objects for Conservation and Management of Built Heritage*. International Journal of Heritage in the Digital Era, Volume 3, 321–334.
- Osello, A.; Lucibello, G.; Morgagni, F. HBIM and virtual tools: A new chance to preserve architectural heritage. *Buildings* **2018**, *8*, 12.
- Palomar, I.J., Tzortzopoulos, P., Valldecabres, J.G., Pellicer, E., (2018). *Protocol to Manage Heritage-Building Interventions Using Heritage Building Information Modelling (HBIM)*. MDPI.
- Pavlovskis, M.; Migilinskas, D.; Antucheviciene, J. Implementing BIM for industrial and heritage building conversion. In Proceedings of the 17th International Colloquium Sustainable Decisions in Built Environment, Vilnius, Lithuania, 15 May 2019.
- Petricia, H.A., Wardhani, D.K., Antariksa. (2014). *Elemen Pembentuk Citra Kawasan Bersejarah di Pusat Kota Malang*. Jurnal RUAS, Volume 12 No.1.
- Pocobelli, D.P., Boehm, J., Bryan, P., Still, J., Grau-Bove, J., (2018). *BIM for Heritage Science: A Review*. Heritage Science.
- Poloprutsky, Z. (2019). *Parametric Modelling For HBIM: Design of Window Library for Rural Building*. The Civil Engineering Journal 4, Article No.54.
- Reshetyuk, Y., (2009). *Self-calibration, and Direct Georeferencing In Terrestrial Laser Scanning*. Saarbrucken, Germany: VDM Verlag Dr. Muller.
- Rocha, G., Mateus L., Fernández J., Ferreira V. (2020). *A Scan-to-BIM Methodology Applied to Heritage Buildings*. Heritage, Volume 3, 47–67.
- Walijiyanto, Chintya, Ni Putu Praja. (2020). Pemodelan Tiga Dimensi (3D) Bangunan Cagar Budaya Menggunakan Data Point Cloud Studi Kasus di Gedung Perpustakaan Sekolah Vokasi UGM, Yogyakarta.
- Zhang, S., Sulankivi, K., Kiviniemi, M., Romo, I., Eastman, C.M., & Teizer, J. (2015). *BIM-based fall hazard identification and prevention in construction safety planning*. Safety Science, **72**, 31–45.

**Dokumentasi Pelaksanaan Perekaman di Lapangan****LAMPIRAN**

Bagian Bangunan	Dokumentasi	Keterangan
Fasad Depan	 	Perekaman fasad depan menggunakan kamera Leica RTC 360
		Pintu utama pada bagian fasad depan bangunan Gereja Ijen

		Jendela pada bagian fasad bangunan Gereja Ijen
Fasad Samping	 	Fasad samping bangunan Gereja Ijen

		
<p><b>Bagian Dalam Bangunan (Main Hall)</b></p>	 	<p>Perekaman <i>main hall</i> bangunan menggunakan kamera Leica RTC 360</p>
		<p>Interior bangunan dengan gaya arsitektur Gothic terlihat dari plafon yang berbentuk <i>pointed arch</i></p>



**Bagian altar Gereja Ijen**

Perekaman bagian dalam bangunan di lantai kedua menggunakan kamera Leica RTC 360

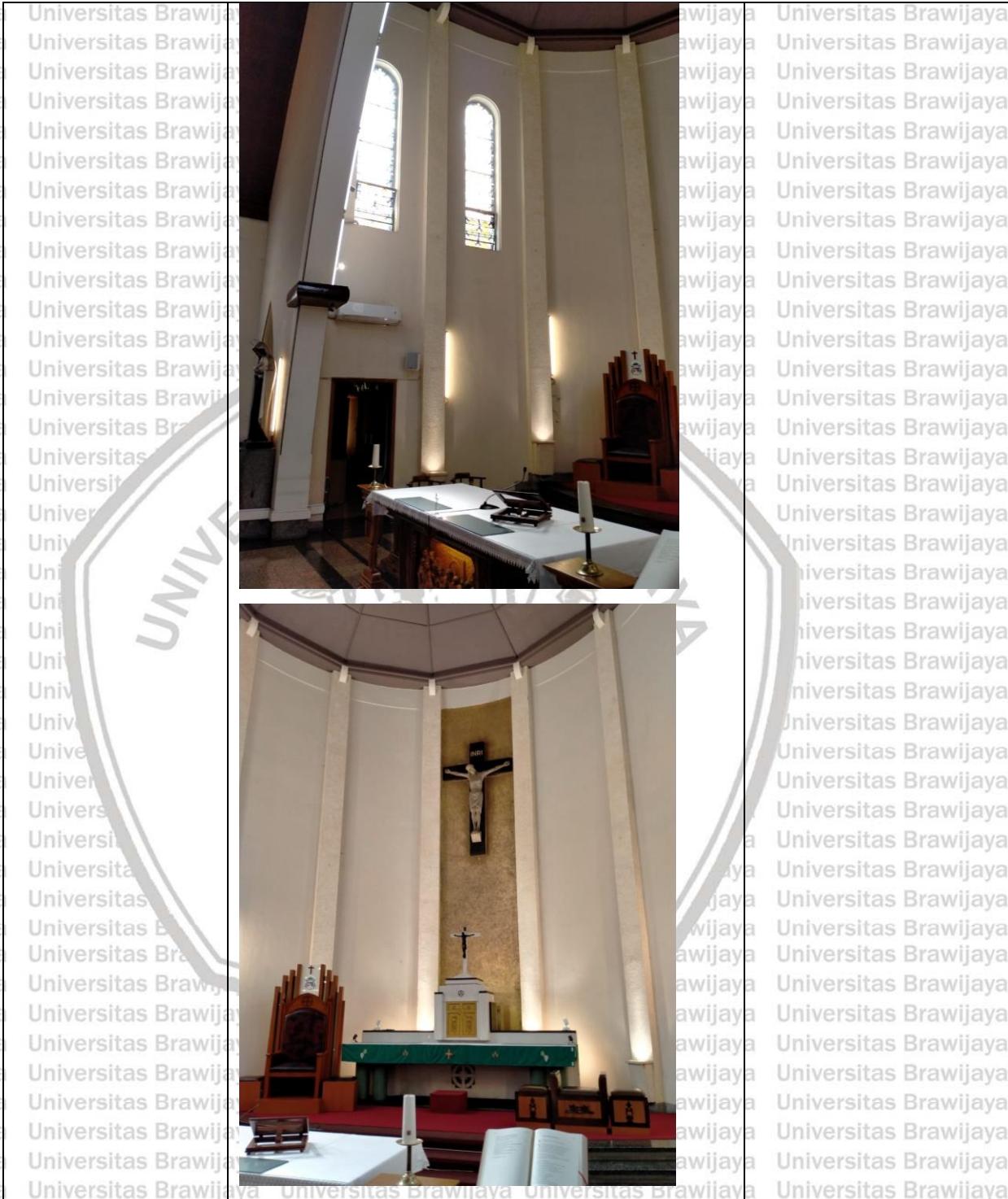
*Main hall Gereja Ijen, tempat jemaat beribadah*



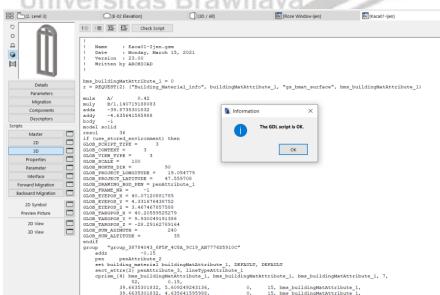
Ciri khas dari gaya arsitektur Gothic pada bangunan Gereja Kathedral yaitu penempatan jendela yang repetitif.

Dinding bergaya arsitektur Gothic terlihat dari adanya bentuk *pointed arch*.

Detail ornamen pada dinding bangunan



## Dokumentasi Script GDL pada *Parametric Object*

<i>Parametric Object</i>	Script GDL
	<pre> ! Name : Jendela2.gsm ! Date : Thursday, August 27, 2020 ! Version : 23.00 ! Written by ARCHICAD ! ! addx -A/2  bms_buildingMatAttribute_1 = 0 r = REQUEST{2} ("Building_Material_info", buildingMatAttribute_1, "gs_bmat_surface", bms_buildingMatAttribute_1) bms_buildingMatAttribute_2 = 0 r = REQUEST{2} ("Building_Material_info", buildingMatAttribute_2, "gs_bmat_surface", bms_buildingMatAttribute_2)  mulx A/ 0.42 muly B/ 1.14 add -17.24469282624, -4.635641595988, 0.15 body -1 model solid resol 36 if (use_stored_environment) then GLOB_SCRIPT_TYPE = 3 GLOB_CONTEXT = 3 GLOB_VIEW_TYPE = 3 GLOB_SCALE = 100 GLOB_NORTH_DIR = 90 GLOB_PROJECT_LONGITUDE = 19.054779 GLOB_PROJECT_LATITUDE = 47.559708 GLOB_DRAWING_BGD_PEN = penAttribute_3 GLOB_FRAME_NR = -1 GLOB_EYEPOS_X = 16.08017717618 GLOB_EYEPOS_Y = 5.038489516911 GLOB_EYEPOS_Z = 9.476489004439 GLOB_TARGPOS_X = 16.38913869284 GLOB_TARGPOS_Y = 10.62994549658 GLOB_TARGPOS_Z = -22.28260674479 GLOB_SUN_AZIMUTH = 240 GLOB_SUN_ALTITUDE = 35 endif group "group_C7445715_5583_4AD3_BDC8_DA00F9901CCE" addz -0.15 pen penAttribute_1 set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT sect_attr{2} penAttribute_4, lineTypeAttribute_1 cprism_{4} bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1, 7, 11, 0.15, 17.27469282624, 5.605641595988, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1, 17.44719282624, 5.605641595988, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1, 17.44719282624, 5.745490091883, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1, 17.43095818648, 5.744833926906, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 17.39921007197, 5.737903302974, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 17.36914777288, 5.725564968564, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 17.34168471694, 5.708193817724, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 17.31765535522, 5.686317664081, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, </pre>



Universitas Brawijaya	17.29778980772, 5.660601203494,	0, 79,	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.28269167903, 5.631825817605,	0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.27469282624, 5.605641595988,	0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1	17.27469282624, 5.605641595988,	0, 79,
Universitas Brawijaya	del 1	-0.15	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	addr 1	-0.15	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	base	vert 35.74363628664, 11.37975448987,	0.15
Universitas Brawijaya	vert 35.57113628664, 11.23990599398,	0.15	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	vert 35.83523579701, 11.26674633459,	0.15	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	vert 35.74363628664, 11.37975448987,	0.3	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	coor{2} 20, 224, -1, -2, -3, -4		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	del 1		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	endgroup		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	group "group_15198F11_2E4A_4EB2_878B_B11ECD8EBE88"		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	addr 1		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	sect attrs{2} penAttribute_4, lineTypeAttribute_1		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	cprism_{4} bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1,		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 7,		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	11, 0.15,		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	17.46219282624, 5.605641595988,	0, 15,	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.63469282624, 5.605641595988,	0, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.63069334448, 5.621389555423,	0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.61734669428, 5.651017975075,	0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.59905788859, 5.677878650971,	0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.57638262354, 5.701155435066,	0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.55000987558, 5.720141074054,	0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.52074096731, 5.734258698902,	0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.48946521969, 5.743079352722,	0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.46219282624, 5.745490091883,	0, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.46219282624, 5.605641595988,	0, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1	del 1	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	addr 1	-0.15	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	base	vert 36.16504620905, 11.23990599398,	0.15
Universitas Brawijaya	vert 35.99254620905, 11.37975448987,	0.15	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	vert 36.07342869867, 11.1268978387,	0.15	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	vert 36.16504620905, 11.23990599398,	0.3	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	coor{2} 20, 224, -1, -2, -3, -4		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	del 1		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	endgroup		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	group "group_F3D014FA_68DD_4066_B771_43D7EB0ED0BB"		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	addr 1	-0.15	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	sect attrs{2} penAttribute_4, lineTypeAttribute_1		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	cprism_{4} bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1,		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 7,		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	5, 0.15,		Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	17.27469282624, 5.590641595988,	0, 15,	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.27469282624, 4.665641595988,	0, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.44719282177, 4.665641595988,	0, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.44719282177, 5.590641595988,	0, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1		Universitas Brawijaya



Universitas Brawijaya	17.27469282624, 5.590641595988, 0, -1, bms_buildingMatAttribute_1 del 1 addrz -0.15 base vert 35.59434124784, 11.18128319198, 0.15 vert 35.59434124784, 10.25628319198, 0.15 vert 35.76684124337, 11.18128319198, 0.15 vert 35.59434124784, 11.18128319198, 0.3 coor{2} 20, 224, -1, -2, -3, -4 del 1 endgroup group "group_C78CEB65_F015_451F_9EFA_95D332D62683" addrz -0.15 set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT sect_attr{2} penAttribute_4, lineTypeAttribute_1 cprism_{4} bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1 bms_buildingMatAttribute_1, 7, 5, 0.15, 17.46219282624, 4.665641595988, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1, 17.63469282177, 4.665641595988, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1, 17.63469282177, 5.590641595988, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1, 17.46219282624, 5.590641595988, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1, 17.46219282624, 4.665641595988, 0, -1, bms_buildingMatAttribute_1 del 1 addrz -0.15 base vert 36.14184124337, 9.331283191976, 0.15 vert 36.14184124337, 10.25628319198, 0.15 vert 35.96934124784, 9.331283191976, 0.15 vert 36.14184124337, 9.331283191976, 0.3 coor{2} 20, 224, -1, -2, -3, -4 del 1 endgroup group "group_1ECD9DA3_1976_4DBB_8511_6899AC817CF9" addrz -0.15 set building_material buildingMatAttribute_2, DEFAULT, DEFAULT sect_attr{2} penAttribute_4, lineTypeAttribute_1 cprism_{4} bms_buildingMatAttribute_2, bms_buildingMatAttribute_2 bms_buildingMatAttribute_2, 7, 52, 0.15, 17.24469282624, 5.609249243136, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_2, 17.24469282624, 4.635641595988, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_2, 17.66469282624, 4.635641595988, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_2, 17.66469282624, 5.609249243136, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_2, 17.66037771626, 5.627621862476, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_2, 17.64549786498, 5.662310236443, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_2, 17.64282049915, 5.693887757007, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_2, 17.59897389007, 5.721394957185, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_2, 17.56874337387, 5.743996044617, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_2, 17.5350474895, 5.7610042967, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_2, 17.49891006935, 5.771902926299, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_2, 17.46142913063, 5.776360784071, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_2,
-----------------------	--



Universitas Brawijaya	17.42374351272, 5.774242420262, bms_buildingMatAttribute_2, 17.38699827404, 5.765612200285,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.35230990008, 5.750732349007,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.32073237951, 5.730054983178,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.29322517933, 5.704208374097,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.2706240919, 5.673977857902,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.25361583982, 5.640281973529,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.24469282624, 5.609249243136,	0, 0,	-1, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.44719282624, 5.745490091883,	0, 0,	15, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.44719282624, 5.605641595988,	0, 0,	15, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.27469282624, 5.605641595988,	0, 0,	15, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.28269167903, 5.631825817605,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.29778980772, 5.660601203494,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.31765535522, 5.686317664081,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.34168471694, 5.708193817724,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.36914777288, 5.725564968564,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.39921007197, 5.737903302974,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.43095818648, 5.744833926906,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.44719282624, 5.745490091883,	0, 0,	-1, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.46219282624, 5.605641595988,	0, 0,	15, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.46219282624, 5.745490091883,	0, 0,	15, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.48946521969, 5.743079352722,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.52074096731, 5.734258698902,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.55000987558, 5.720141074054,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.57638262354, 5.701155435066,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.59905788859, 5.677878650971,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.61734669428, 5.651017975075,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.63069334448, 5.621389555423,	0, 0,	79, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.63469282624, 5.605641595988,	0, 0,	15, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.46219282624, 5.605641595988,	0, 0,	-1, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.44719282177, 5.590641595988,	0, 0,	15, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.44719282624, 4.665641595988,	0, 0,	15, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.27469282624, 4.665641595988,	0, 0,	15, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.27469282624, 5.590641595988,	0, 0,	15, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2, 17.44719282177, 5.590641595988,	0, 0,	-1, 15,



Universitas Brawijaya	17.46219282624, 4.665641595988,	0,	15,	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2,	17.46219282624, 5.590641595988,	0,	15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2,	17.63469282624, 5.590641595988,	0,	15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2,	17.63469282624, 4.665641595988,	0,	15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_2,	17.46219282624, 4.665641595988,	0,	15,
Universitas Brawijaya	base	vert 35.53434124784, 11.38489083912,	0.15	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	vert 35.53434124784, 10.24489083912,	0.15	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	vert 35.95434124784, 11.38489083912,	0.15	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	vert 35.53434124784, 11.38489083912,	0.3	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	coor{2} 20, 224, -1, -2, -3, -4	del 1	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	endgroup	addz -0.15	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	group "group_A486C26F_0EE3_4471_AA97_8C1013C376AC"	base	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	addz -0.15	vert 35.53434124784,	0.15	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT	vert 35.53434124784,	0.15	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	sect_attr{2} penAttribute_4, lineTypeAttribute_1	vert 35.95434124784,	0.15	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	cprism_{4} bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1,	vert 35.53434124784,	0.3	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 7,	coor{2} 20, 224, -1, -2, -3, -4	del 1	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	20, 0.125,	endgroup	addz -0.15	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	17.24469282624, 5.609249243136,	base	vert 35.53434124784,	0.15
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	vert 35.53434124784,	0.15	Universitas Brawijaya
Universitas Brawijaya	17.24469282624, 4.635641595988,	bms_buildingMatAttribute_1,	vert 35.95434124784,	0.15
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.66469282624, 4.635641595988,	vert 35.53434124784,	0.3
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.66469282624, 5.609249243136,	coor{2} 20, 224, -1, -2, -3, -4	del 1
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.66037771626, 5.627621862476,	endgroup	addz -0.15
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.64549786498, 5.662310236443,	group "group_A486C26F_0EE3_4471_AA97_8C1013C376AC"	base
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.62482049915, 5.693887757007,	addz -0.15	vert 35.53434124784,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.59897389007, 5.721394957185,	set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT	0.15
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.56874337387, 5.743996044617,	sect_attr{2} penAttribute_4, lineTypeAttribute_1	vert 35.53434124784,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.5350474895, 5.7610042967,	cprism_{4} bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1,	0.15
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.49891006935, 5.771902926299,	bms_buildingMatAttribute_1,	17.24469282624, 4.665641595988,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.46142913063, 5.776360784071,	bms_buildingMatAttribute_1,	17.66469282624, 4.635641595988,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.42374351272, 5.774242420262,	bms_buildingMatAttribute_1,	17.66469282624, 5.609249243136,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.38699827404, 5.765612200285,	bms_buildingMatAttribute_1,	17.66037771626, 5.627621862476,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.35230990008, 5.750732349007,	bms_buildingMatAttribute_1,	17.64549786498, 5.662310236443,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.32073237951, 5.730054983178,	bms_buildingMatAttribute_1,	17.62482049915, 5.693887757007,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.29322517933, 5.704208374097,	bms_buildingMatAttribute_1,	17.59897389007, 5.721394957185,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.2706240919, 5.673977857902,	bms_buildingMatAttribute_1,	17.56874337387, 5.743996044617,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.25361583982, 5.640281973529,	bms_buildingMatAttribute_1,	17.5350474895, 5.7610042967,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1,	17.24469282624, 5.609249243136,	bms_buildingMatAttribute_1,	17.49891006935, 5.771902926299,
Universitas Brawijaya	del 1	addz -0.15	base	vert 34.48938565249, 11.38489083912,
Universitas Brawijaya	addz -0.15	base	vert 34.48938565249, 11.38489083912,	0.15



Universitas Brawijaya	vert 34.48938565249, 10.24489083912, 0.15
Universitas Brawijaya	vert 34.90938565249, 11.38489083912, 0.15
Universitas Brawijaya	vert 34.48938565249, 11.38489083912, 0.3
Universitas Brawijaya	coor{2} 20, 224, -1, -2, -3, -4
Universitas Brawijaya	del 1
Universitas Brawijaya	endgroup
Universitas Brawijaya	group "group_E52A15A6_C64C_4731_B87D_FDCB2EA4B930"
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_1ECD9DA3_1976_4DBB_8511_6899AC817CF9")
Universitas Brawijaya	endgroup
!ISLA - 018 7FB7BD74-0569-48DE-9C01-3256D3324F3A	
Universitas Brawijaya	group "group_00B3285D_16A0_4856_B915_70BE3D19A739"
Universitas Brawijaya	endgroup
!ISLA - 019 BDD59C2B-71CF-4D20-8B22-1A4A4C1C0A14	
Universitas Brawijaya	group "group_81A5ED39_358D_4FC6_A034_DFFCF263B290"
Universitas Brawijaya	endgroup
!ISLA - 020 4B34A034-87FD-43F0-A25E-FB943122038E	
Universitas Brawijaya	group "group_8F5033D4_E8FD_4466_B290_B07339E9342B"
Universitas Brawijaya	endgroup
!ISLA - 021 59544A18-0D36-4AD2-A863-12A5C992AC02	
Universitas Brawijaya	group "group_82CB49B4_624B_4903_B08F_EB38AD50AA83"
Universitas Brawijaya	endgroup
!ISLA - 022 700B19BE-ACD4-4A6C-887A-D5DD2DF66883	
Universitas Brawijaya	group "group_8DF81096_8006_4197_86B1_8CDBDADA962C"
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_E52A15A6_C64C_4731_B87D_FDCB2EA4B930")
Universitas Brawijaya	endgroup
!!WALLHOLE 036C5D25-FCF0-4CAC-BEBF-18BA3A0A2B1F	
Universitas Brawijaya	addrz -0.15
Universitas Brawijaya	wallhole 19, 1,
Universitas Brawijaya	17.24469282624, 5.609249243136, 15,
Universitas Brawijaya	17.24469282624, 4.635641595988, 15,
Universitas Brawijaya	17.66469282624, 4.635641595988, 15,
Universitas Brawijaya	17.66469282624, 5.609249243136, 15,
Universitas Brawijaya	17.66037771626, 5.627621862476, 15,
Universitas Brawijaya	17.64549786498, 5.662310236443, 15,
Universitas Brawijaya	17.62482049915, 5.693887757007, 15,
Universitas Brawijaya	17.59897389007, 5.721394957185, 15,
Universitas Brawijaya	17.56874337387, 5.743996044617, 15,
Universitas Brawijaya	17.5350474895, 5.7610042967, 15,
Universitas Brawijaya	17.49891006935, 5.771902926299, 15,
Universitas Brawijaya	17.46142913063, 5.7776360784071, 15,
Universitas Brawijaya	17.42374351272, 5.774242420262, 15,
Universitas Brawijaya	17.38699827404, 5.765612200285, 15,
Universitas Brawijaya	17.35230990008, 5.750732349007, 15,
Universitas Brawijaya	17.32073237951, 5.730054983178, 15,
Universitas Brawijaya	17.29322517933, 5.704208374097, 15,
Universitas Brawijaya	17.2706240919, 5.673977857902, 15,
Universitas Brawijaya	17.25361583982, 5.640281973529, 15,
Universitas Brawijaya	0, 0, 1
Universitas Brawijaya	del 1
Universitas Brawijaya	group "group_ACE3B755_2E48_4EA5_96DD_882D24C38CC7"
Universitas Brawijaya	endgroup
Universitas Brawijaya	group "group_DBCCFCE4_274C_4871_9C6E_632A2573F43D"
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_00B3285D_16A0_4856_B915_70BE3D19A739")
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_C7445715_5583_4AD3_BDC8_DA00F9901CCE")
Universitas Brawijaya	endgroup
Universitas Brawijaya	group "group_66242533_BF74_4708_B591_1E3EF97040DC"
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_81A5ED39_358D_4FC6_A034_DFFCF263B290")
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_15198F11_2E4A_4EB2_878B_B11ECD8EBE88")
Universitas Brawijaya	endgroup
Universitas Brawijaya	group "group_9D1ACCC7_6177_4787_AEA6_450FFC9A3FCF"
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_8F5033D4_E8FD_4466_B290_B07339E9342B")
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_F3D014FA_68DD_4066_B771_43D7EB0ED0BB")
Universitas Brawijaya	endgroup
Universitas Brawijaya	group "group_A1E50CA2_4044_4BDC_B209_3092E28F66F9"
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_82CB49B4_624B_4903_B08F_EB38AD50AA83")
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_C78CEB65_F015_451F_9EFA_95D332D62683")
Universitas Brawijaya	endgroup
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_1ECD9DA3_1976_4DBB_8511_6899AC817CF9")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_E52A15A6_C64C_4731_B87D_FDCB2EA4B930")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_A486C26F_00E3_4471_AA97_8C1013C376AC")

		killgroup ("group_00B3285D_16A0_4856_B915_70BE3D19A739") killgroup ("group_C7445715_5583_4AD3_BDC8_DA00F9901CCE") killgroup ("group_81A5ED39_358D_4FC6_A034_DFFCF263B290") killgroup ("group_15198F11_2E4A_4EB2_878B_B11ECD8EBE88") killgroup ("group_8F5033D4_E8FD_4466_B290_B07339E9342B") killgroup ("group_F3D014FA_68DD_4066_B771_43D7EB0ED0BB") killgroup ("group_82CB49B4_624B_4903_B08F_EB38AD50AA83") killgroup ("group_C78CEB65_F015_451F_9EFA_95D332D62683") placegroup ("group_DBCCFCE4_274C_4871_9C6E_632A2573F43D") placegroup ("group_66242533_BF74_4708_B591_1E3EF97040DC") placegroup ("group_9D1ACCC7_6177_4787_AEA6_450FFC9A3FCF") placegroup ("group_A1E50CA2_4044_4BDC_B209_3092E28F66F9") placegroup ("group_8DF81096_8006_4197_86B1_8CDBDADA962C") placegroup ("group_ACE3B755_2E48_4EA5_96DD_882D24C38CC7") killgroup ("group_DBCCFCE4_274C_4871_9C6E_632A2573F43D") killgroup ("group_66242533_BF74_4708_B591_1E3EF97040DC") killgroup ("group_9D1ACCC7_6177_4787_AEA6_450FFC9A3FCF") killgroup ("group_A1E50CA2_4044_4BDC_B209_3092E28F66F9") killgroup ("group_8DF81096_8006_4197_86B1_8CDBDADA962C") killgroup ("group_ACE3B755_2E48_4EA5_96DD_882D24C38CC7") del 1
	<pre> ! Name : Jendela3.gsm ! Date  : Thursday, August 27, 2020 ! Version : 23.00 ! Written by ARCHICAD ! ! addx -A/2  bms_buildingMatAttribute_1 = 0 r = REQUEST{2} ("Building_Material_info", buildingMatAttribute_1, "gs_bmat_surface", bms_buildingMatAttribute_1) bms_buildingMatAttribute_2 = 0 r = REQUEST{2} ("Building_Material_info", buildingMatAttribute_2, "gs_bmat_surface", bms_buildingMatAttribute_2)  mulx A/ 0.46 muly B/ 0.84 add -18.00165579073, -4.580139133198, 0.15 body -1 model solid resol 36 if (use_stored_environment) then GLOB_SCRIPT_TYPE = 3 GLOB_CONTEXT = 3 GLOB_VIEW_TYPE = 3 GLOB_SCALE = 100 GLOB_NORTH_DIR = 90 GLOB_PROJECT_LONGITUDE = 19.054779 GLOB_PROJECT_LATITUDE = 47.559708 GLOB_DRAWING_BGD_PEN = penAttribute_3 GLOB_FRAME_NR = -1 GLOB_EYEPOS_X = 18.6279455594 GLOB_EYEPOS_Y = 3.837629074118 GLOB_EYEPOS_Z = 14.20508821499 GLOB_TARGPOS_X = 18.93690707605 GLOB_TARGPOS_Y = 9.429085053785 GLOB_TARGPOS_Z = -17.55400753424 GLOB_SUN_AZIMUTH = 240 GLOB_SUN_ALTITUDE = 35 endif group "group_465E31A0_DB13_4E08_924F_C5592325653A" addz -0.15 pen penAttribute_1 set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT sect_attrs{2} penAttribute_4, lineTypeAttribute_1 </pre>	



		cprism_{4} bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1, 7, 12, 0.15, 18.03179646521, 5.197639133198, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1, 18.22415579073, 5.197639133198, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1, 18.22415579073, 5.389998458725, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1, 18.20667036545, 5.389342293749, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.17245868439, 5.381977276564, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.14004567745, 5.368783354468, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.11041619744, 5.350161418107, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.08447052112, 5.326677285595, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.06299699475, 5.299044510413, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.04664808054, 5.268102700454, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.03592053199, 5.234792006954, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.03179646521, 5.197639133198, 0, -1, bms_buildingMatAttribute_1 del 1 addrz -0.15 base vert 38.03468005765, 10.6253792854, 0.15 vert 37.84232073212, 10.43301995987, 0.15 vert 38.16860141388, 10.49145792916, 0.15 vert 38.03468005765, 10.6253792854, 0.3 coor{2} 20, 224, -1, -2, -3, -4 del 1 endgroup group "group_DCCD3DOC_AAFD_417A_AA19_0A663F6F2615" addrz -0.15 set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT sect_attrs{2} penAttribute_4, lineTypeAttribute_1 cprism_{4} bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1, 7, 12, 0.15, 18.23915579073, 5.197639133198, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1, 18.43151511626, 5.197639133198, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1, 18.43085895128, 5.215124558482, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.4234939341, 5.249336239545, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.410300012, 5.281749246487, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.39167807564, 5.311378726493, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.36819394313, 5.337324402808, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.34056116795, 5.358797929185, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.30961935799, 5.375146843391, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.27630866449, 5.385874391941, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.23915579073, 5.389998458725, 0, 15, bms_buildingMatAttribute_1, 18.23915579073, 5.197639133198, 0, -1, bms_buildingMatAttribute_1 del 1 addrz -0.15
--	--	--



```
base
vert 38.52488209565, 10.43301995987, 0.15
vert 38.33252277012, 10.6253792854, 0.15
vert 38.39096073941, 10.29909860363, 0.15
vert 38.52488209565, 10.43301995987, 0.3
coor{2} 20, 224, -1, -2, -3, -4
del 1
endgroup
group "group_7C7380A2_054F_4700_A9EB_E33BD0145BA6"
addrz -0.15
set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT
sect_attr{2} penAttribute_4, lineTypeAttribute_1
cprism_{4} bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1,
bms_buildingMatAttribute_1, 7,
      5, 0.15,
      18.03165579073, 5.182639133198, 0, 15,
bms_buildingMatAttribute_1,
      18.03165579073, 4.907639133198, 0, 15,
bms_buildingMatAttribute_1,
      18.22415579073, 4.907639133198, 0, 15,
bms_buildingMatAttribute_1,
      18.22415579073, 5.182639133198, 0, 15,
bms_buildingMatAttribute_1,
      18.03165579073, 5.182639133198, 0, -1, bms_buildingMatAttribute_1
del 1
addrz -0.15
base
vert 37.87978107665, 10.3652782664, 0.15
vert 37.87978107665, 10.0902782664, 0.15
vert 38.07228107665, 10.3652782664, 0.15
vert 37.87978107665, 10.3652782664, 0.3
coor{2} 20, 224, -1, -2, -3, -4
del 1
endgroup
group "group_6C4D9ECA_DCC7_4990_A2B3_D60B487808DD"
addrz -0.15
set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT
sect_attr{2} penAttribute_4, lineTypeAttribute_1
cprism_{4} bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1,
bms_buildingMatAttribute_1, 7,
      5, 0.15,
      18.23915579073, 5.182639133198, 0, 15,
bms_buildingMatAttribute_1,
      18.23915579073, 4.907639133198, 0, 15,
bms_buildingMatAttribute_1,
      18.43165579073, 4.907639133198, 0, 15,
bms_buildingMatAttribute_1,
      18.43165579073, 5.182639133198, 0, 15,
bms_buildingMatAttribute_1,
      18.23915579073, 5.182639133198, 0, -1, bms_buildingMatAttribute_1
del 1
addrz -0.15
base
vert 38.29478107665, 10.3652782664, 0.15
vert 38.29478107665, 10.0902782664, 0.15
vert 38.48728107665, 10.3652782664, 0.15
vert 38.29478107665, 10.3652782664, 0.3
coor{2} 20, 224, -1, -2, -3, -4
del 1
endgroup
group "group_8DA012EC_2645_4F6A_8E3D_7E64AE1CB9D0"
addrz -0.15
set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT
sect_attr{2} penAttribute_4, lineTypeAttribute_1
cprism_{4} bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1,
bms_buildingMatAttribute_1, 7,
```



	<pre> 5,          0.15, 18.03165579073, 4.892639133198,      0,    15, bms_buildingMatAttribute_1, 18.03165579073, 4.610139133198,      0,    15, bms_buildingMatAttribute_1, 18.22415578943, 4.610139133198,      0,    15, bms_buildingMatAttribute_1, 18.22415578943, 4.892639133198,      0,    15, bms_buildingMatAttribute_1, 18.03165579073, 4.892639133198,      0,    -1, bms_buildingMatAttribute_1 del 1 addz -0.15 base vert 37.87978107665, 9.785278266397, 0.15 vert 37.87978107665, 9.502778266397, 0.15 vert 38.07228107534, 9.785278266397, 0.15 vert 37.87978107665, 9.785278266397, 0.3 coor{2} 20, 224, -1, -2, -3, -4 del 1 endgroup group "group_29A15B6A_3FD4_4DD4_848E_5858243BAC08" addz -0.15 set building_material buildingMatAttribute_1, DEFAULT, DEFAULT sect_attrs{2} penAttribute_4, lineTypeAttribute_1 cprism_{4} bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1, 7,       5,          0.15, 18.23915579073, 4.892639133198,      0,    15, bms_buildingMatAttribute_1, 18.23915579073, 4.610139133198,      0,    15, bms_buildingMatAttribute_1, 18.43165578943, 4.610139133198,      0,    15, bms_buildingMatAttribute_1, 18.43165578943, 4.892639133198,      0,    15, bms_buildingMatAttribute_1, 18.23915579073, 4.892639133198,      0,    -1, bms_buildingMatAttribute_1 del 1 addz -0.15 base vert 38.29478107665, 9.785278266397, 0.15 vert 38.29478107665, 9.502778266397, 0.15 vert 38.48728107534, 9.785278266397, 0.15 vert 38.29478107665, 9.785278266397, 0.3 coor{2} 20, 224, -1, -2, -3, -4 del 1 endgroup group "group_BF1B80D4_86D1_4019_A5C0_3B4F63FAA671" addz -0.15 set building_material buildingMatAttribute_2, DEFAULT, DEFAULT sect_attrs{2} penAttribute_4, lineTypeAttribute_1 cprism_{4} bms_buildingMatAttribute_2, bms_buildingMatAttribute_2, bms_buildingMatAttribute_2, 7,       67,          0.15, 18.00165579073, 4.580139133198,      0,    15, bms_buildingMatAttribute_2, 18.46165579073, 4.580139133198,      0,    15, bms_buildingMatAttribute_2, 18.46165579073, 5.190139133198,      0,    79, bms_buildingMatAttribute_2, 18.46165579073, 5.210261525809,      0,    79, bms_buildingMatAttribute_2, 18.45466735712, 5.249894902314,      0,    79, bms_buildingMatAttribute_2, 18.44090282991, 5.287712630012,      0,    79, bms_buildingMatAttribute_2, 18.4207804373, 5.322565636384,      0,    79, bms_buildingMatAttribute_2 </pre>	
--	--	--







Universitas Brawijaya	cprism_{4} bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1, bms_buildingMatAttribute_1, 7, 23, 0.125, 18.00165579073, 5.190139133198, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.00165579073, 4.580139133198, 0, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.46165579073, 4.580139133198, 0, 15,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.46165579073, 5.190139133198, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.46165579073, 5.210261525809, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.45466735712, 5.249894902314, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.44090282991, 5.287712630012, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.4207804373, 5.322565636384, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.394911588, 5.353394930468, 0, 79, bms_buildingMatAttribute_1, 18.36408229392, 5.379263779763, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.32922928755, 5.399386172374, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.29141155985, 5.413150699584, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.25177818335, 5.420139133198, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.21153339812, 5.420139133198, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.17190002162, 5.413150699584, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.13408229392, 5.399386172374, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.09922928755, 5.379263779763, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.06839999346, 5.353394930468, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.042253114417, 5.322565636384, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.022240875156, 5.287712630012, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.00864422435, 5.249894902314, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.00165579073, 5.210261525809, 0, 79,
Universitas Brawijaya	bms_buildingMatAttribute_1, 18.00165579073, 5.190139133198, 0, 79, -1, bms_buildingMatAttribute_1 del 1 addrz -0.15 base vert 36.00331158147, 10.6102782664, 0.15 vert 36.00331158147, 9.770278266397, 0.15 vert 36.46331158147, 10.6102782664, 0.15 vert 36.00331158147, 10.6102782664, 0.3 coor{2} 20, 224, -1, -2, -3, -4 del 1 endgroup group "group_B35AFF82_DB7A_4C05_98B2_D10575098794" placegroup ("group_BF1B80D4_86D1_4019_A5C0_3B4F63FAA671") endgroup !ISLA - 023 167BA382-C9CB-428E-8AE9-335BB06850AO group "group_E88A6F1C_1BE5_4014_B81B_7AB8101FFE21" endgroup !ISLA - 024 E70CDE6D-F115-424D-9907-92C0C37EDE2C group "group_B47AEECF_ADBB_49A0_9BCB_C3DAD390FEA2" endgroup !ISLA - 025 73F8AD85-C3CA-4B08-B83A-AA54F89710D9



		group "group_E66AA2CF_0508_45DC_BFC8_FEFB2D232918" endgroup !ISLA - 026 224B97D6-B37D-4E18-879D-88E9BDC7CB39 group "group_E093ECC7_BF6E_4EA2_B16E_21D6DDC44FFA" endgroup !ISLA - 027 D83F9513-AAF7-4884-94D3-E7F9F38D0489 group "group_67C77CCD_6553_45DF_9C1A_6462BBAC7479" endgroup !ISLA - 028 1EAFC2C-43FE-40A9-A70B-EB5D16D45430 group "group_2CC4F663_077C_4A8C_B0B2_DF7CAB65CC4C" endgroup !ISLA - 029 2FAA2372-4DBB-4012-9D2D-85023A0C22A6 group "group_5E7739B3_B164_4440_A2A7_59A4DE9D908D" placegroup ("group_B35AFF82_DB7A_4C05_98B2_D10575098794") endgroup !lwallhole 23B7AE4C-E4D6-42C0-9765-B82E4FD81CD0 addr -0.15 wallhole 22, 1, 18.00165579073, 5.190139133198, 15, 18.00165579073, 4.580139133198, 15, 18.46165579073, 4.580139133198, 15, 18.46165579073, 5.190139133198, 15, 18.46165579073, 5.210261525809, 15, 18.45466735712, 5.249894902314, 15, 18.44090282991, 5.287712630012, 15, 18.4207804373, 5.322565636384, 15, 18.394911588, 5.353394930468, 15, 18.36408229392, 5.379263779763, 15, 18.32922928755, 5.399386172374, 15, 18.29141155985, 5.413150699584, 15, 18.25177818335, 5.420139133198, 15, 18.21153339812, 5.420139133198, 15, 18.17190002162, 5.413150699584, 15, 18.13408229392, 5.399386172374, 15, 18.09922928755, 5.379263779763, 15, 18.06839999346, 5.353394930468, 15, 18.04253114417, 5.322565636384, 15, 18.02240875156, 5.287712630012, 15, 18.00864422435, 5.249894902314, 15, 18.00165579073, 5.210261525809, 15, 0, 0, 1 del 1 group "group_247AADF6_68F5_4C7B_A539_64B27881B26E" endgroup group "group_69C56943_CFF1_44F4_B416_B5F893BD2D42" placegroup ("group_E88A6F1C_1BE5_4014_B81B_7AB8101FFE21") placegroup ("group_465E31A0_DB13_E408_924F_C5592325653A") endgroup group "group_6463F4CC_0749_4ACD_A366_B29AC5BA5191" placegroup ("group_B47AEECF_ADDB_49A0_9BCB_C3DAD390FEA2") placegroup ("group_DCCD3D0C_AAFD_417A_AA19_0A663F6F2615") endgroup group "group_5E07EE15_6D4A_4F1D_A60C_862A5A4A5C20" placegroup ("group_E66AA2CF_0508_45DC_BFC8_FEFB2D232918") placegroup ("group_7C7380A2_054E_4700_A9EB_E33BD0145BA6") endgroup group "group_67959945_0483_4F98_BBAE_5BF217B4F479" placegroup ("group_E093ECC7_BF6E_4EA2_B16E_21D6DDC44FFA") placegroup ("group_6C4D9ECA_DCC7_4990_A2B3_D60B487808DD") endgroup group "group_8FCA3044_CD1F_4BDB_B9BD_3B0021145148" placegroup ("group_67C77CCD_6553_45DF_9C1A_6462BBAC7479") placegroup ("group_8DA012EC_2645_4F6A_8E3D_7E64AE1CB9D0") endgroup group "group_7BBDAAC76_B350_4710_8E7D_0B93F8940E82" placegroup ("group_2CC4F663_077C_4A8C_B0B2_DF7CAB65CC4C")
--	--	---



Universitas Brawijaya	placegroup ("group_29A15B6A_3FD4_4DD4_848E_5858243BAC08")
Universitas Brawijaya	endgroup
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_BF1B8D4_86D1_4019_A5C0_3B4F63FAA671")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_B35AFF82_DB7A_4C05_98B2_D10575098794")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_32C3FEC7_D312_43AE_BB6C_CC53128AFC2F")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_E88A6F1C_1BE5_4014_B81B_7AB8101FFE21")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_465E31AO_DB13_4E08_924F_C5592325653A")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_B47AECCF_ADBB_49A0_9BCB_C3DAD390FEA2")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_DCCD3D0C_AAFC_417A_AA19_0A663F6F2615")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_E66AA2CF_0508_45DC_BFC8_FEFB2D232918")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_7C7380A2_054E_4700_A9EB_E33BD0145BA6")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_E093ECC7_BF6E_4EA2_B16E_21D6DDC44FFA")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_6C4D9ECA_DCC7_4990_A2B3_D60B487808DD")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_67C77CCD_6553_45DF_9C1A_6462BBC7479")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_8DA012EC_2645_4F6A_8E3D_7E64AE1CB9D0")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_2CC4F663_077C_4A8C_B0B2_DF7CAB65CC4C")
Universitas Brawijaya	killgroup ("group_29A15B6A_3FD4_4DD4_848E_5858243BAC08")
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_69C56943_CFF1_44F4_B416_B5F893BD2D42")
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_6463F4CC_0749_4ACD_A366_B29AC5BA5191")
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_5E07EE15_6D4A_4F1D_A60C_862A5A4A5C20")
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_67959945_0483_4F98_BBAE_5BF217B4F479")
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_8FCA3044_CD1F_4BDB_B9BD_3B0021145148")
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_7BBDA476_B350_4710_8E7D_0B93F8940E82")
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_5E7739B3_B164_4440_A2A7_59A4DE9D908D")
Universitas Brawijaya	placegroup ("group_247AADF6_68F5_4C7B_A539_64B27881B26E")
Universitas Brawijaya	del 1



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN ARSITEKTUR

Jl. Mayjend Haryono No. 167 MALANG 65145 Indonesia

Telp. : +62-341-567486 ; Fax : +62-341-567486

<http://arsitektur.ub.ac.id> E-mail : arsftub@ub.ac.id

US-2a

**BERITA ACARA REVISI UJIAN SKRIPSI**

**Nama Mahasiswa**

: Exacorinna Azalia Sucipto NIM. 175060500111042

**Judul Skripsi**

: Pengembangan *Parametric Object Library* Berbasis HBIM pada Bangunan Bersejarah Gereja Ijen Kota Malang

**Periode**

: Semester Ganjil/Genap \*) Tahun Akademik 2020/2021

**Dosen Pembimbing**

: Dr. Eng. Ir. Herry Santosa, ST., MT. NIP.197305252000031004

Telah dievaluasi dengan catatan revisi skripsi sebagai berikut :

NO.	CATATAN REVISI PEMBIMBING
	Lengkapi kesimpulan dan saran terkait diseminasi data HBIM ke khalayak umum.

Malang, .....

Dosen Pembimbing

Dr. Eng. Ir. Herry Santosa, ST, MT

Catatan:

- \*) Coret yang tidak perlu
- satu kopi untuk mahasiswa





## BERITA ACARA REVISI UJIAN SKRIPSI

**Nama Mahasiswa**

: Exacorinna Azalia Sucipto NIM. 175060500111042

**Judul Skripsi**

: Pengembangan *Parametric Object Library* Berbasis HBIM pada Bangunan Bersejarah Gereja Ijen Kota Malang

**Periode**

: Semester Ganjil/Genap \*) Tahun Akademik 2020/2021

**Dosen Pembimbing**

: Dr. Eng. Ir. Herry Santosa, ST., MT. NIP.197305252000031004

Telah dievaluasi dengan catatan revisi skripsi sebagai berikut :

NO.	CATATAN REVISI PENGUJI
	Mohon ditambahkan penjelasan mengenai keterbatasan perangkat lunak, terutama terkait kasus penggunaan perangkat lunak dalam bangunan bersejarah.

Malang, .....

Dosen Penguji

Tito Haripradiano, ST, MT

Catatan:

- \*) Coret yang tidak perlu
- satu kopit untuk mahasiswa





## BERITA ACARA REVISI UJIAN SKRIPSI

**Nama Mahasiswa**

: Exacorinna Azalia Sucipto NIM. 175060500111042

**Judul Skripsi**

: Pengembangan *Parametric Object Library* Berbasis HBIM pada Bangunan Bersejarah Gereja Ijen Kota Malang

**Periode**

: Semester Ganjil/Genap \*) Tahun Akademik 2020/2021

**Dosen Pembimbing**

: Dr. Eng. Ir. Herry Santosa, ST., MT. NIP.197305252000031004

Telah dievaluasi dengan catatan revisi skripsi sebagai berikut :

NO.	CATATAN REVISI PENGUJI
	<p>Hati-hati dengan penggunaan PREPOSISI (kata depan) pada JUDUL, karena akan menunjukkan posisi penelitian anda, apakah sudah benar-benar kolaboratif dengan berbagai jaringan informasi lain (berbasis HBIM) atau masih singular (for HBIM) yaitu masih pada tahap menginisiasi parametric object library untuk menjadi BAGIAN dari big data HBIM Gereja Ijen di waktu yang akan datang.</p> <p>Penetapan berbagai macam level termasuk hasil akhir (parameter objek yang bersifat dasar) sebaiknya dibuat sejalan dengan tujuan penelitian dan juga sejalan dengan rumusan masalahnya.</p> <p>Perbaiki bagian kesimpulan. Kaitkan masalah style bangunan yang penuh detail rumit (misalnya) dengan bagaimana tantangan capaian level of detail and accuracy yang harus diperhatikan oleh operator modelling.</p>

Malang, .....

Dosen Penguji

Indyah Martiningrum, ST, MT

Catatan:

- \*) Coret yang tidak perlu
- satu kopi untuk mahasiswa



**FORM CEKLIS REVISI SKRIPSI****Nama Mahasiswa**

Exacorinna Azalia Sucipto NIM. 175060500111042

**Judul Skripsi**Pengembangan *Parametric Object Library* Berbasis HBIM pada Bangunan Bersejarah Gereja Ijen Kota Malang**Periode**

Semester Ganjil/Genap \*) Tahun Akademik 2021/2022

**Dosen Pembimbing**

Dr. Eng. Ir. Herry Santosa, ST., MT. NIP. 197305252000031004

No	Poin-poin Berita Acara Revisi Dosen Pembimbing	Ceklis Revisi
1	Menambahkan pada batasan masalah yaitu penelitian memiliki keterbatasan waktu sehingga penelitian selanjutnya dapat menindaklanjuti pada ranah data kompleksitas	<input checked="" type="checkbox"/>

No	Poin-poin Berita Acara Revisi Dosen Pengaji-1	Ceklis Revisi
1	Bab V Bagian saran ditambahkan peneliti selanjutnya dapat memperkaya referensi data historis dan data material pada bangunan bersejarah Gereja Ijen untuk ditindaklanjuti lebih luas	<input checked="" type="checkbox"/>

No	Poin-poin Berita Acara Revisi Dosen Pengaji-2	Ceklis Revisi
1	BAB I Menambahkan pada latar belakang bahwa penelitian ini berada pada tingkatan LOG 200, LOK 200, dan LoD 3	<input checked="" type="checkbox"/>
2	BAB I Mempertegas pada rumusan masalah dan identifikasi masalah mengenai <i>basic structure</i>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	BAB III Mengaitkan kesimpulan poin nomor 3 dengan nomor 2 yaitu hasil identifikasi dengan tingkatan penelitian	<input checked="" type="checkbox"/>

Mengetahui,  
 Dosen Pembimbing,



Dr. Eng. Ir. Herry Santosa, ST., MT.  
 NIP. 197305252000031004

**Catatan:**

Dilampirkan pada bagian akhir naskah skripsi.

