

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian studi kasus ini adalah di Gedung Asrama TB 4 Institut Teknologi Sumatera yang terletak di Jalan Terusan Ryacudu Way Huwi, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Secara geografis, Gedung Asrama TB 4 ITERA berada di koordinat $5^{\circ}21'32.4''\text{LS}$ dan $105^{\circ}19'02.7''\text{BT}$. Gedung Asrama TB 4 ITERA merupakan salah satu gedung yang dibangun pada tahun 2019. Gedung Asrama TB 4 ITERA merupakan salah satu gedung fasilitas yang saat ini dihuni oleh mahasiswa yang aktif dan terdaftar pada tahun pertama di ITERA..



Gambar 3.1 Citra Foto Udara Lokasi Penelitian di ITERA
Sumber: Laboratorium Teknik Geomatika, 2019



Gambar 3.2 Gedung Asrama TB 4 ITERA
Sumber: Dokumentasi Foto, 2020

3.2 Alat dan Data yang Dibutuhkan

3.2.1 Data

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu:

1. Data Spasial

Data spasial yang digunakan yaitu berupa citra foto udara ITERA saat ini sebagai acuan titik koordinat sebagai acuan georeferensi dan sketsa DED untuk acuan digitasi isi di dalam gedung untuk pembuatan jaringan utilitas air bersih dan air kotor Gedung Asrama TB 4.



Gambar 3.3 Peta Ortofoto ITERA
Sumber: Laboratorium Teknik Geomatika, 2019



Gambar 3.4 DED Utilitas Air Bersih
Sumber : UPT Sarpras ITERA, 2019



Gambar 3.5 DED Utilitas Air Kotor
Sumber: UPT Sarpras ITERA, 2019

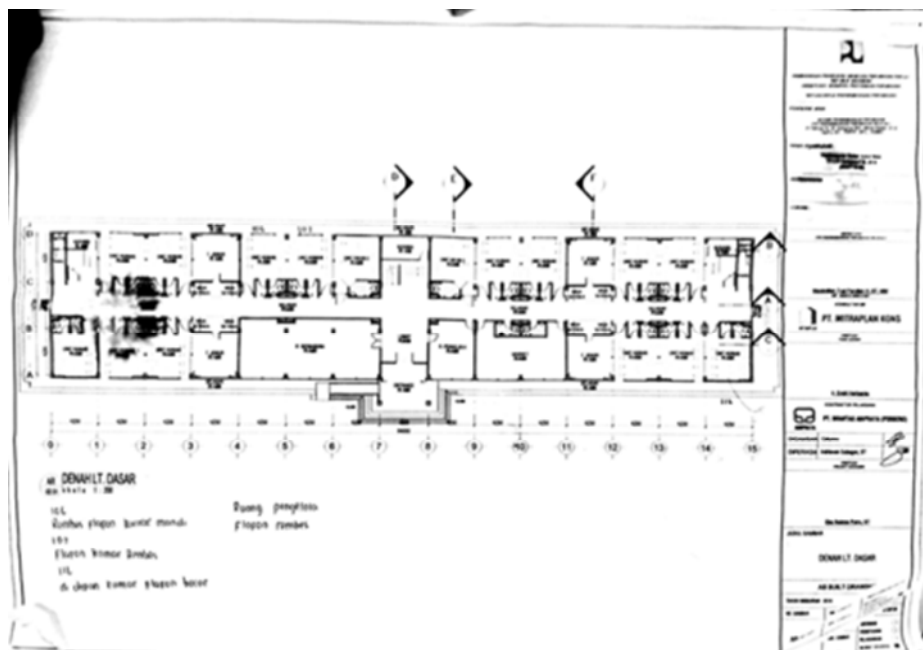
Setelah tahap digitasi dilakukan dengan menggunakan acuan georeferensi lewat aplikasi *software*, hasil tersebut akan dimasukkan ke folder file dalam bentuk format *shapefile*.

Name	Date modified	Type	Size
Floor_Drain	05/09/2020 05:30	AutoCAD Shape Source	4 KB
Keran_Air	04/09/2020 13:13	AutoCAD Shape Source	5 KB
Kloset_Duduk	04/09/2020 13:14	AutoCAD Shape Source	4 KB
Lubang_Pembuangan	05/09/2020 05:30	AutoCAD Shape Source	1 KB
Pembuangan_(Wastafel)	05/09/2020 05:29	AutoCAD Shape Source	4 KB
Pembuangan_(WC)	05/09/2020 05:55	AutoCAD Shape Source	4 KB
Pipa_Air_Bersih	04/09/2020 11:43	AutoCAD Shape Source	188 KB
Pipa_Air_Bersih_Vertices_PGR	04/09/2020 13:13	AutoCAD Shape Source	53 KB
Pipa_Air_Kotor	05/09/2020 05:53	AutoCAD Shape Source	43 KB
Pipa_Air_Kotor_Vertices_PGR	05/09/2020 05:55	AutoCAD Shape Source	14 KB
Pompa_Air	04/09/2020 13:14	AutoCAD Shape Source	1 KB
Rooftop	28/05/2020 16:49	AutoCAD Shape Source	1 KB
Ruang	13/08/2020 19:59	AutoCAD Shape Source	28 KB
Saluran_Air_Bekas	05/09/2020 05:29	AutoCAD Shape Source	116 KB
Saluran_Air_Bekas_Vertices_PGR	05/09/2020 05:29	AutoCAD Shape Source	35 KB
Septic_Tank	05/09/2020 05:46	AutoCAD Shape Source	1 KB
Sumur_Bor	04/09/2020 13:15	AutoCAD Shape Source	1 KB
Tandon	04/09/2020 13:15	AutoCAD Shape Source	1 KB
Toilet	18/08/2020 10:17	AutoCAD Shape Source	55 KB
Wastafel	04/09/2020 13:15	AutoCAD Shape Source	4 KB

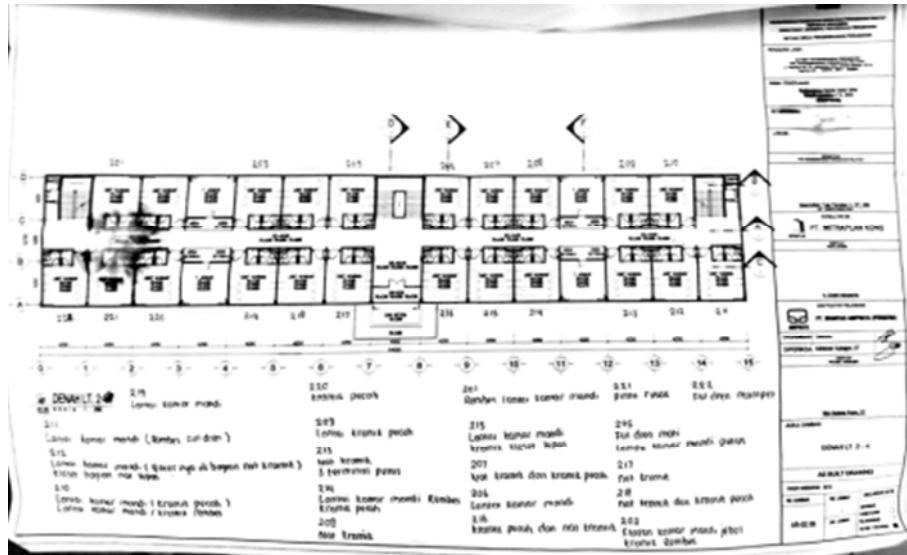
Gambar 3.6 Data *Shapefile* Utilitas Air Bersih & Air Kotor
Sumber: Pengolahan Data (*ArcGIS*), 2020

2. Data Non Spasial

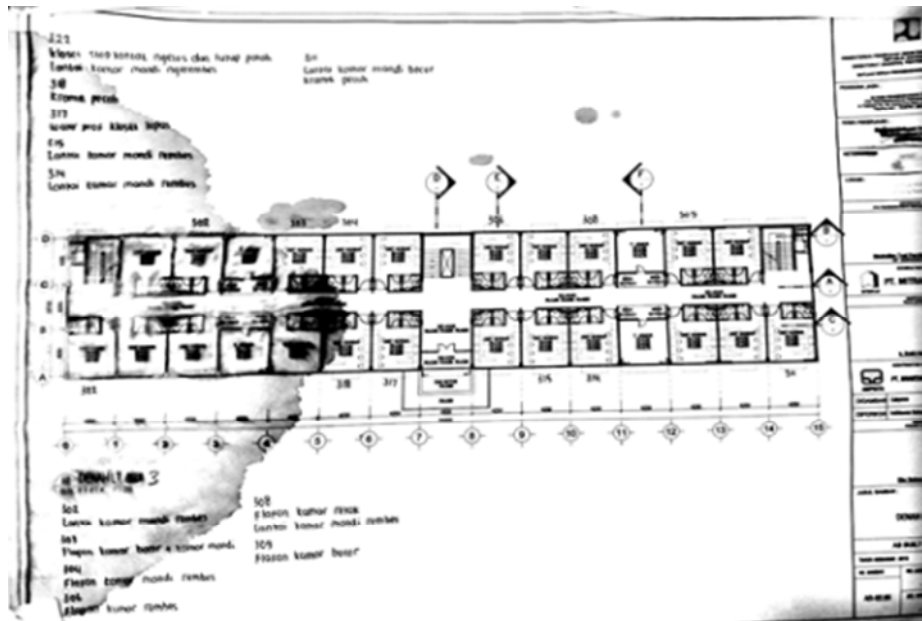
Data non spasial yang digunakan yaitu berupa daftar permasalahan di Gedung Asrama TB 4 dan wawancara dari beberapa pendapat UPT Sarpras ITERA, dimana hasilnya berupa faktor permasalahan dan keluhan pada mahasisiwi. Berikut daftar permasalahan di Gedung Asrama TB 4 tiap lantai yang didapat dari UPT Sarpras ITERA.



Gambar 3.7 Daftar Permasalahan di Gedung Asrama TB 4 ITERA Lantai 1
Sumber: UPT Sarparas ITERA, 2019



Gambar 3.8 Daftar Permasalahan di Gedung Asrama TB 4 ITERA Lantai 2
Sumber: UPT Sarpras ITERA, 2019



Gambar 3.9 Daftar Permasalahan di Gedung Asrama TB 4 ITERA Lantai 3
Sumber: UPT Sarpras ITERA, 2019

Sekunder	Sketsa DED Saluran Air Kotor	✓	
	Sketsa DED Saluran Air Bersih	✓	
	Faktor Permasalahan dan Keluhan Pada Mahasisiwi		✓
	Daftar Permasalahan		✓

3.2.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam pengolahan data yaitu berupa Aplikasi *Software*:

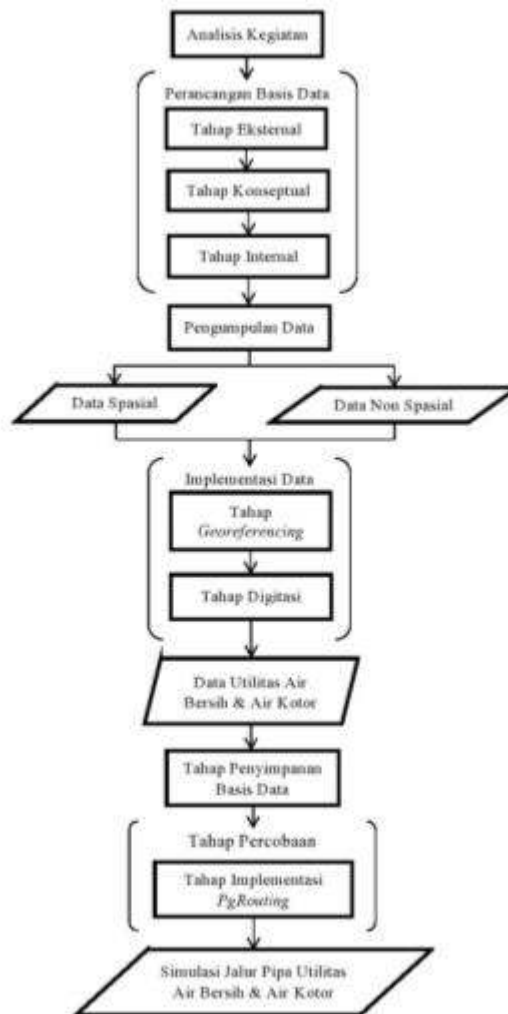
- *Microsoft Word* 2010 digunakan sebagai pembuatan laporan penelitian Tugas Akhir.
- *PostgreSQL* 9.4 dan *PostGIS* digunakan sebagai penyimpanan basis data spasial hingga proses *routing* sistem utilitas air bersih dan air kotor.
- *ArcMap* dan *ArcScene* 10.3 digunakan untuk membantu proses digitasi 2 & 3 dimensi.
- *QGIS* 3.4 digunakan untuk menampilkan hasil jalur pipa utilitas air bersih dan air kotor secara 3 dimensi.
- *Microsoft Visio* 2013 digunakan untuk pembuatan perancangan ERD (*Entity Relationship Diagram*)

3.3 Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu metode *System Development Life-Cycle* (SDLC). Metode ini merupakan pembangunan informasi dengan tahapan-tahapan pekerjaan yang dilakukan analisis sistem dan pemrograman dalam membangun sistem informasi. Metode SDLC yaitu melakukan survei dan penilaian kelayakan pengembangan sistem informasi dengan cara mempelajari dan menganalisis sistem informasi, memilih solusi atau pemecahan masalah yang paling baik serta memelihara peningkatan sistem informasi baru.

3.4 Diagram dan Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini memiliki tahap-tahap pada saat melakukan penelitian ilmiah. Berikut diagram alir penelitian di bawah ini:



Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian

3.4.1 Analisis Kegiatan

Analisis kegiatan melakukan studi dari sistem informasi yang utuh kedalam bagian-bagian komponen untuk mengidentifikasi, memahami, dan menganalisis kebutuhan-kebutuhan tentang utilitas air bersih dan air kotor di Gedung Asrama TB 4 ITERA. Di analisis sistem ini, penelitian yang dilakukan oleh analisis sistem adalah penelitian terinci; sedangkan, di perencanaan sistem sifatnya hanya penelitian pendahuluan. Menganalisis suatu kegiatan tentunya melakukan pengumpulan terhadap sejumlah informasi. Informasi yang diperoleh yaitu melalui:

- Wawancara dari UPT Sarpras ITERA.
- Melihat sumber skripsi atau tesis dari penelitian sebelumnya terkait penelitian ini.
- Mempelajari dan memahami terkait studi literatur dengan seksama.

3.4.2 Perancangan Basis Data

Tahap perancangan basis data dilakukan untuk mendapatkan data yang efisien dalam ruang penyimpanan, cepat dalam akses, dan mudah memanipulasi data. Perancangan basis data menggunakan metode *Three Schema Architecture* (TSA) dengan 3 tahap yang digunakan yaitu:

1. Tahap Eksternal

Tahap ini melakukan survei lapangan dan wawancara kepada UPT Sarpras ITERA. Hasil survei lapangan yang didapatkan yaitu keberadaan suatu entitas, kondisi setiap toilet kamar asrama, dan berbagai informasi yang sesuai di lapangan. Sedangkan,, hasil wawancara yang didapat yaitu berupa arah jalur pipa antara sumber dan target dan keluhan pada mahasisiwi.

2. Tahap Konseptual

Menurut Brady dan Loonam (2010), *Entity Relationship Diagram* (ERD) merupakan teknik pemodelan kebutuhan data dari suatu organisasi, biasanya oleh *System Analyst* dalam tahap analisis persyaratan proyek pengembangan sistem. ERD dengan detail pendukung merupakan model data yang pada kardinalitas ERD digunakan sebagai spesifikasi untuk basis data. Kardinalitas relasi menunjukkan jumlah maksimum entitas yang dapat berelasi dengan entitas pada himpunan entitas lain. Kardinalitas ERD yang terjadi diantara dua himpunan entitas (A dan B) dapat berupa:

a. *One to One*

Setiap entitas pada himpunan entitas A hanya berelasi dengan paling banyak satu entitas pada himpunan entitas B, demikian juga sebaliknya.

b. *One to Many*

Setiap entitas pada himpunan entitas A dapat berelasi dengan entitas lainnya pada himpunan entitas B, tetapi tidak sebaliknya.

c. *Many to One*

Setiap entitas pada himpunan entitas A dapat berelasi dengan paling banyak satu entitas pada himpunan entitas B, tetapi tidak sebaliknya.

d. *Many to Many*

Setiap entitas pada himpunan entitas A dapat berelasi dengan entitas lainnya pada himpunan B, demikian juga sebaliknya.

Tabel 3.2 Kardinalitas dan Bentuk ERD

Kardinalitas ERD	Bentuk ERD
<i>One to One</i>	
<i>One to Many</i>	
<i>Many to One</i>	
<i>Many to Many</i>	

Beberapa entitas saling berhubungan dengan entitas lain yang digunakan untuk menyalurkan entitas satu dengan entitas lain dengan pipa untuk pembuatan sistem informasi utilitas air bersih dan air kotor di Gedung Asrama TB 4 ITERA. Entitas yang diperlukan untuk membangun model sistem basis data sistem informasi utilitas air bersih dan air kotor di Gedung Asrama TB 4 ITERA sebagai berikut:

a. Sumur Bor

Sumur bor merupakan entitas *node* pertama pada saluran air bersih. Sumur bor merupakan lubang yang dibuat ke dalam tanah dimana sumber air bersih dihasilkan. Sumur bor tidak perlu dilengkapi dengan pompa karena airnya akan menyembur keluar disebut sumber artesis buatan. Tipe geometri yang digunakan yaitu *point*.

b. Pompa Air

Pompa air merupakan entitas *node* kedua pada saluran air bersih dimana entitas sumur bor mengalirkannya. Pompa air digunakan untuk membawa dan mengangkat sumber air bersih ke atap gedung. Tipe geometri yang digunakan yaitu *point*.

c. Tandon

Tandon merupakan entitas *node* dimana pada sumber air bersih mengalirkan selanjutnya. Tandon merupakan tempat persediaan yang berfungsi sebagai tempat cadangan air. Tandon dibuat sebagai pusat penampungan air untuk kebutuhan sehari-hari. Tandon tersebut akan mengalir di setiap kamar toilet asrama. Tipe geometri yang digunakan yaitu *point*.

d. Keran Air

Keran air merupakan entitas yang menunjukkan titik akhir pengeluaran air dari air bersih. Keran air berada di setiap kamar asrama. Tipe geometri yang digunakan yaitu *point*.

e. Wastafel

Wastafel merupakan entitas yang menunjukkan titik akhir pengeluaran air dari air bersih. Wastafel adalah bak logam yang biasanya digunakan oleh para penghuni asrama untuk mencuci tangan atau mencuci piring. Wastafel berada di setiap kamar asrama. Tipe geometri yang digunakan yaitu *point*.

f. Kloset Duduk

Kloset duduk merupakan entitas yang menunjukkan titik akhir pengeluaran air dimana air di kloset tersebut akan menyimpannya sehingga dapat menyiram dan membuangnya setelah digunakan. Kloset duduk adalah kloset yang digunakan dengan cara mendudukinya untuk buang air besar atau buang air kecil. Kloset duduk berada di setiap kamar asrama. Tipe geometri yang digunakan yaitu *point*.

g. Ruang

Ruang merupakan bagan entitas dimana saluran air bersih dan saluran pembuangan mengalir. Ruang merupakan tempat penghuni bagi seluruh mahasiswi TPB. Tidak hanya ruang untuk penghuni asrama, tetapi juga ruang untuk fasilitas kebutuhan. Tipe geometri yang digunakan yaitu *polygon*.

h. Saluran Pembuangan

Saluran pembuangan merupakan entitas awal dimana akan membuang kotoran ke titik akhir pembuangannya di toilet. Saluran pembuangan yang dimaksud ada 3 macam, yaitu saluran pembuangan pada *floor drain*, wastafel, dan kloset duduk. Tipe geometri yang akan digunakan yaitu *point*.

i. *Septic Tank*

Septic tank merupakan entitas *node* titik akhir dari pembuangan air kotor dari pipa air kotor. *Septic Tank* merupakan pembuangan massa dari kloset duduk yang berada di setiap kamar asrama TB 4. Tipe geometri yang digunakan yaitu *point*.

j. Lubang Pembuangan

Lubang Pembuangan merupakan entitas *node* titik akhir dari pembuangan air kotor dari saluran air bekas. Lubang Pembuangan adalah pembuangan massa air secara alami atau buatan dari wastafel atau *floor drain* yang berada di setiap dapur asrama TB 4. Pembuangan jalur saluran air bekas ini akan mengalirkan ke lubang pembuangan di ujung drainase air, dimana proses

selanjutnya akan mengalir ke kali pembuangan dan mengalir ke embung D ITERA. Tipe geometri yang digunakan yaitu *point*.

k. Pipa

Pipa merupakan entitas yang digunakan untuk menyalurkan dari titik satu ke titik lainnya. Di Gedung Asrama TB 4 ITERA, pipa menyalurkan terbagi menjadi 3 macam, yaitu pipa air bersih dimana mengalir dari sumber air bersih ke entitas yang berada di toilet kamar asrama masing-masing; pipa air kotor dimana menampung saluran pembuangan dari entitas kloset duduk ke entitas *septic tank*; sedangkan, saluran air bekas menampung saluran pembuangan berupa wastafel atau *floor drain* ke entitas lubang pembuangan. Tipe geometri yang digunakan yaitu *polyline*.

3. Tahap Internal

Model ini digunakan untuk menguraikan data di tingkat internal atau menjelaskan kepada pemakai bagaimana data-data dalam basis data disimpan dalam media penyimpanan secara fisik. Model ini jarang digunakan karena kerumitan dan kompleksitasnya yang justru menyulitkan pemakai. Model ini menampilkan nama kolom, tipe data kolom, *primary key*, *foreign key*, dan *relationship* yang menghubungkan tabel satu dengan tabel lainnya [18]. Berdasarkan entitas yang telah dibuat, maka berikut di bawah ini merupakan isi pada atribut:

- a. Sumur Bor (gid, id_code, kondisi, kedalaman, diameter, tahun_dipasang, id_node).
- b. Pompa Air (gid, id_nomor, model, kondisi, merek, tipe, tahun_dipasang, id_node).
- c. Tandon (gid, id_code, kondisi, merek, lantai, kapasitas, warna, tahun_dipasang, id_node).
- d. Saluran Air Bersih (gid, id_code, kondisi, merek, lantai, tanggal_pemasangan, id_node).
- e. Saluran Pembuangan (gid, id_code, kondisi, lantai, tanggal_pemasangan, id_node).
- f. *Septic Tank* (gid, id_code, kondisi, merek, tahun_dipasang, id_node).
- g. Lubang Pembuangan (gid, id_code, kondisi, diameter, tahun_dibuat, id_node).

- h. Pipa/Saluran (gid, id_code, merek, jenis, diameter, keterangan, lantai, tanggal_pemasangan, source, target, cost, reverse_cost).
- i. Ruang (id_room, nama_ruang, kondisi, luas, tahun, lantai).

Setelah merancang perencanaan ERD dan menentukan atribut pada setiap entitas, langkah berikutnya yaitu tahap normalisasi. Bentuk normal adalah aturan-aturan yang harus dipenuhi oleh relasi-relasi dalam basis data. Tahap normalisasi dimulai dari tahap paling ringan (1NF) hingga paling ketat (5NF). Biasanya hanya sampai pada tingkat 3NF karena sudah cukup memadai untuk menghasilkan tabel-tabel berkualitas baik. Berikut tabel di bawah merupakan cuplikan tabel sumur bor yang sudah dinormalisasikan.

Tabel 3.3 Cuplikan Tabel Normalisasi

gid	id_code	kondisi	kedalaman	diameter	id_node
1	SU4R	Baik	120 m	1.6 m	1

3.4.3 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan penelitian secara nyata. Pengumpulan data ditentukan oleh variabel-variabel yang sesuai dengan hipotesisnya. Pengumpulan data tersebut dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

1. Wawancara

Wawancara merupakan tahap cara pengambilan data berdasarkan pendapat seseorang. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai permasalahan saat ini di Gedung Asrama TB 4 ITERA. Target wawancara dalam penelitian ini yaitu karyawan UPT Sarpras ITERA. Sebelum melakukan wawancara, terlebih dahulu dibuat *form* perizinan survei wawancara sebagai informasi dari pendapat seseorang. Pengumpulan data dengan wawancara menghasilkan data non spasial yaitu data yang didapatkan berupa faktor permasalahan dan keluhan pada mahasisiwi.

2. Survei Lapangan

Survei lapangan merupakan tahap cara pengambilan data untuk mendapatkan informasi *real* berdasarkan di lapangan. Sebelum melakukan survei ke lapangan, harus ada perizinan dari pihak asramanya. Oleh karena itu dibuat *form* perizinan survei. Pengumpulan data dengan cara melakukan survei lapangan

menghasilkan data spasial yaitu berupa citra foto udara ITERA yang digunakan sebagai acuan titik koordinat sebagai acuan georeferensi dan sketsa DED untuk acuan digitasi isi di dalam gedung untuk pembuatan jaringan utilitas air bersih dan air kotor Gedung Asrama TB 4 ITERA.

3.4.4 Implementasi Data

Implementasi data merupakan suatu proses yang dapat menghasilkan data menjadi lebih berguna yang berupa informasi. Implementasi data yang baik secara manual maupun dengan komputerisasi terdiri dari 2 tahap, yaitu:

1. Tahap *Georeferencing*

Tahap ini melakukan pemberian koordinat pada peta ortofoto ITERA dan DED Utilitas Air Bersih dan Air Kotor dengan menempatkan titik ikat antara garis lintang dan bujur. Terdapat dua cara proses georeferencing di *ArcGIS*, yaitu:

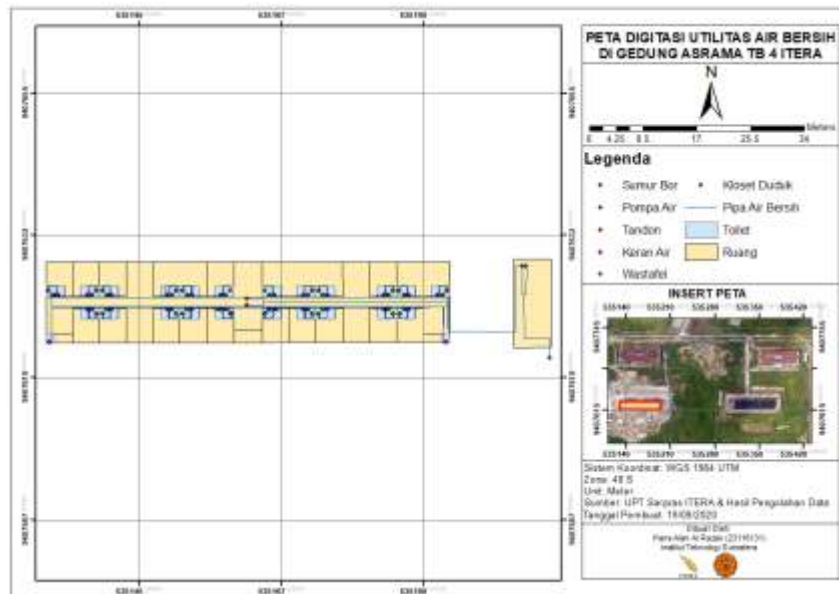
- a. Menempatkan titik kontrol pada suatu garis berpotongan lintang dan bujur kemudian masukan nilai koordinat X dan Y.
- b. Menempatkan titik kontrol pada peta kemudian masukan nilai koordinat titik kontrol dengan menggunakan titik acuan yang sebelumnya dibuat. Cara ini dilakukan agar mendapatkan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) lebih kecil.

2. Tahap Digitasi

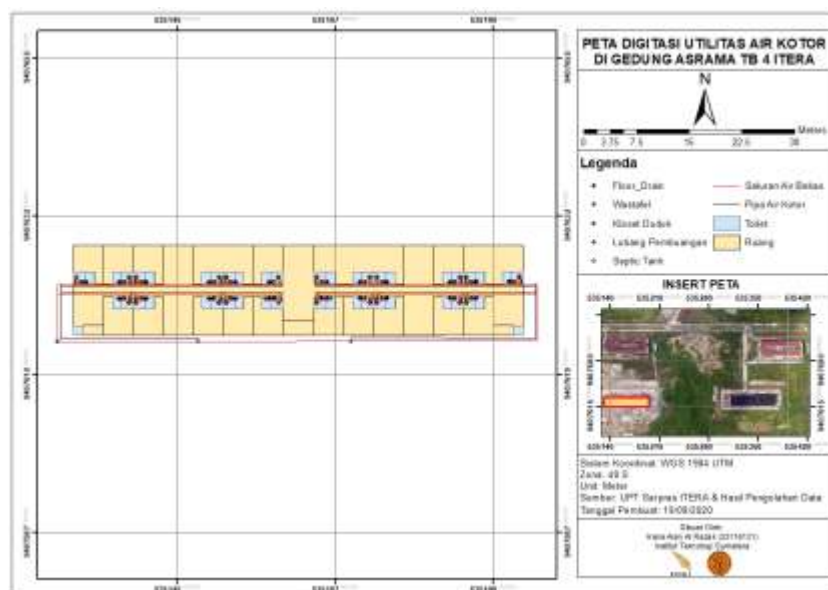
Tahap ini merupakan dimana data visual/analog diubah ke dalam bentuk data digital dengan bantuan *tools*. Pada tahap ini, peta yang masih dalam bentuk lembaran kertas kemudian dirubah ke dalam bentuk format digital, yaitu format yang dapat dibaca dan diolah oleh komputer. Proses digitasi pada penelitian ini dibagi menjadi 2 tahap, yaitu:

a. Tahap digitasi 2D

Mendigitasi 2D merupakan proses awal dilakukan untuk mengolah suatu proses. Aplikasi yang digunakan untuk penelitian ini yaitu aplikasi *software ArcMap* versi 10.3. Hasilnya berupa visualisasi peta *layout* 2D.



Gambar 3.13 Peta Digitasi Utilitas Air Bersih 2D Lantai 1 – 5
Sumber: Pengolahan Data (*ArcMap* 10.3), 2020

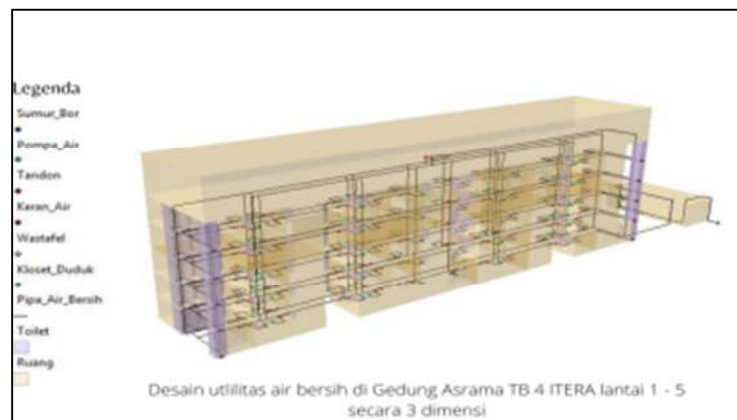


Gambar 3.14 Peta Digitasi Utilitas Air Kotor 2D Lantai 1 – 5
Sumber: Pengolahan Data (*ArcMap* 10.3), 2020

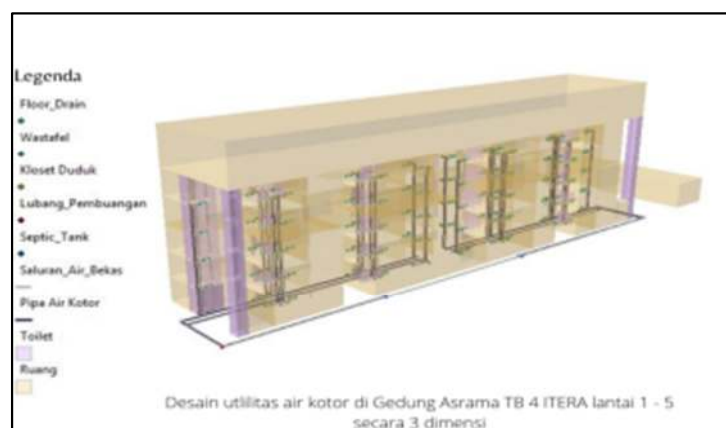
b. Tahap digitasi 3D

Proses digitasi 3D tidak jauh beda dengan tahap digitasi 2D. Bedanya yaitu hanya menambahkan dan memasukkan nilai koordinat Z (dimana tinggi per lantai = 3.4 m) supaya dapat terlihat secara 3 dimensi. Nilai koordinat Z ditentukan berdasarkan tinggi bangunan yang dapat dilihat dari pengukuran

DED. Aplikasi yang digunakan untuk penelitian ini yaitu aplikasi *software ArcScene* versi 10.3. Hasilnya berupa visualisasi peta 3D.



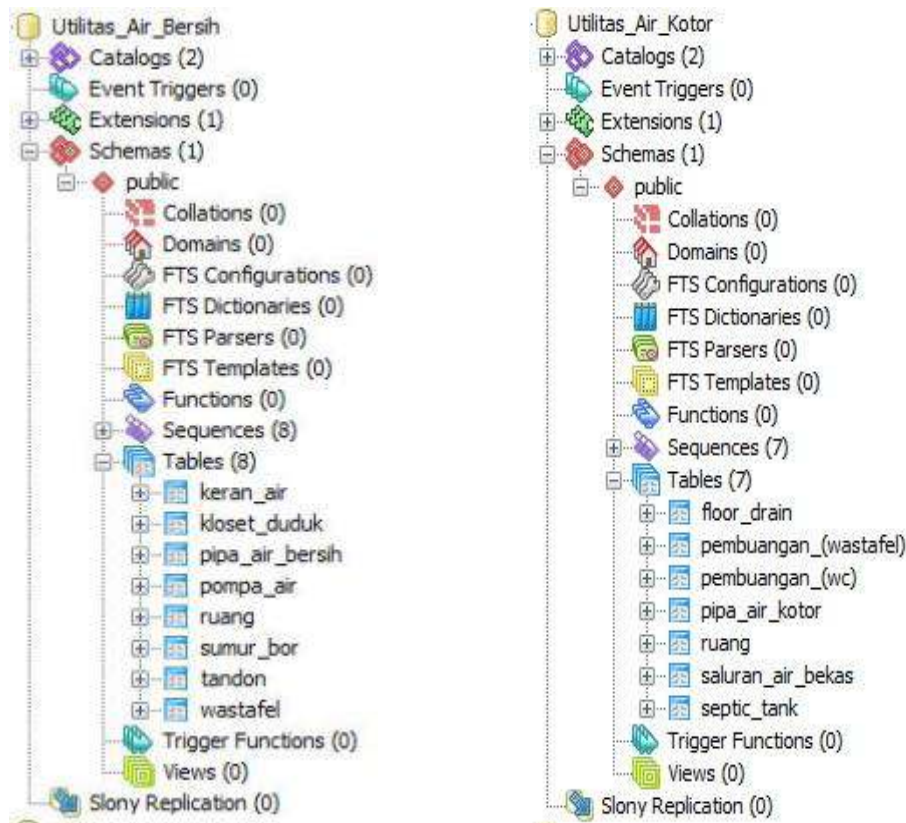
Gambar 3.15 Peta Visualisasi Utilitas Air bersih 3D
Sumber: Pengolahan Data (*ArcScene* 10.3), 2020



Gambar 3.16 Peta Visualisasi Utilitas Air Kotor 3D
Sumber: Pengolahan Data (*ArcScene* 10.3), 2020

3.4.5 Tahap Penyimpanan Basis Data

Setelah tahap proses digitasi selesai, data *shapefile* yang telah didigitasi dapat disimpan dengan cara mengimpornya ke aplikasi *software PostgreSQL* dengan bantuan *tools PostGIS*, dimana atribut menjadi sebuah kolom pada tabel tersebut.

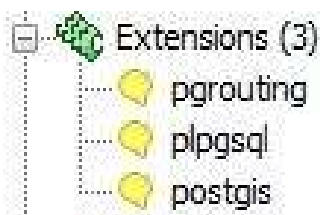


Gambar 3.17 Penyimpanan Basis Data Utilitas Air Bersih & Air Kotor

Sumber: PostgreSQL 9.4, 2020

3.4.6 Tahap Percobaan

Tahap percobaan pada penelitian ini yaitu mengimplementasi *PgRouting*. *PgRouting* diimplementasikan dalam bentuk sederhana yaitu mencari rute terpendek dari satu titik ke titik yang lain. Hasil pencarian tidak ditampilkan dalam bentuk gambar, hanya data dalam bentuk tabular. Prosesnya dilakukan langsung di dalam basis data dengan menjalankan salah satu fungsi yang disediakan oleh *PgRouting* [29]. Pada penelitian ini, implementasi *PgRouting* menggunakan aplikasi *software PgAdmin III*. *PgAdmin* harus diberikan *extensions pgrouting* terlebih dahulu untuk menjalankan tools ini.



Gambar 3.18 Extension *PgRouting*

Sumber: PostgreSQL 9.4, 2020

Proses *PgRouting* memiliki 2 tahap, yaitu:

a) Proses Pembuatan Topologi

Proses pembuatan topologi dilakukan untuk membangun topologi berdasarkan informasi geometri yang ada dengan menggunakan fungsi *pgr_createtopology3D*. Hal ini dilakukan agar antara tabel memiliki hubungan satu sama lain.

b) Proses Implementasi *Query*

SQL adalah sebuah bahasa *database* yang luas yang memiliki pernyataan, salah satunya untuk definisi *query*. Setelah tahap topologi sudah berhasil dan dijalankan, *query* tersebut dapat dijalankan dan diimplementasikan. Sebuah *query* yang diekspresikan dalam sebuah bahasa *query* tingkat tinggi seperti SQL harus dibaca, diuraikan, dan disahkan (*scanning, parsing, validating*) [31].

Pernyataan dasar dari SQL adalah SELECT. Bentuk dasar dari pernyataan SELECT terdiri dari tiga macam klausa yaitu SELECT, FROM, dan WHERE yang mempunyai bentuk sebagai berikut :

SELECT <attribute> FROM <table> WHERE <condition>
--

Dimana, <attribute> adalah sebuah nama atribut yang nilainya didapatkan oleh *query*, <table> adalah tabel yang diperlukan untuk proses sebuah *query*, <condition> adalah sebuah kondisi ekspresi *boolean* yang mengidentifikasi tuple-tuple yang akan dikembalikan oleh *query*.

Mulai dari tahap penyimpanan basis data hingga tahap implementasi *PgRouting* akan menghasilkan simulasi jalur pipa air bersih dan air kotor. Pembangunan sistem informasi jaringan utilitas air bersih & air kotor di Gedung Asrama TB 4 ITERA mencari rute terpendek dari satu titik ke titik yang lain.