

**ANALISIS INFRASTRUKTUR JARINGAN DI BANK AIR
KAMPUNG TERBAN SEBAGAI PURWARUPA KOMUNIKASI
YANG HANDAL UNTUK PENGOLAHAN PRASARANA DATA
LINGKUNGAN**



Disusun Oleh:

N a m a : Nurman Mahza Al Savero

NIM : 13523160

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**ANALISIS INFRASTRUKTUR JARINGAN DI BANK AIR
KAMPUNG TERBAN SEBAGAI PURWARUPA KOMUNIKASI
YANG HANDAL UNTUK PENGOLAHAN PRASARANA DATA
LINGKUNGAN**



Yogyakarta, 29 Juni 2018

Pembimbing,

(Ari Sujarwo, S.Kom., MIT (Hons))

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**ANALISIS INFRASTRUKTUR JARINGAN DI BANK AIR
KAMPUNG TERBAN SEBAGAI PURWARUPA KOMUNIKASI
YANG HANDAL UNTUK PENGOLAHAN PRASARANA DATA
LINGKUNGAN**

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Teknik Informatika
di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 1 Agustus 2018

Tim Penguji

Ari Sujarwo, S.Kom., MIT (Hons)

Anggota 1

Taufiq Hidayat, S.T., MCS.

Anggota 2

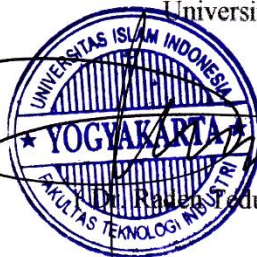
Almed Hamzah, S.T., M.Eng.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika – Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Rahmat Dirgahayu, S.T., M.Sc.)

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurman Mahza Al Savero

NIM : 13523160

Tugas akhir dengan judul:

**ANALISIS INFRASTRUKTUR JARINGAN DI BANK AIR
KAMPUNG TERBAN SEBAGAI PURWARUPA KOMUNIKASI
YANG HANDAL UNTUK PENGOLAHAN PRASARANA DATA
LINGKUNGAN**

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 28 Juni 2018



(Nurman Mahza Al Savero)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kepada Kehadirat Allah SWT atas segala nikmat yang tidak mungkin bisa dihitung, Shalawat serta keselamatan selalu terlimpah kepada Rasulullah Muhammad Sallallahu Alaihi Wasallam sebagai suri tauladan yang berakhlak mulia. Alhamdulillah atas terselesaikan karya yang sederhana ini, saya mengucapkan terima kasih kepada :

- Kedua orang tua (Alm.) Singgih Hermanu, Nur Rohmatika untuk semua dukungan, doa, dan kasih sayangnya.
- Untuk adik-adikku tersayang Vera, Dzaky, dan Kaysa sebagai penyemangat menyelesaikan karya ini.
- Bapak Ari Sujarwo, S.Kom., MIT (Hons) selaku pembimbing, motivator, dan pengajar yang saya rasakan selama ini sangat tulus dan ikhlas meluangkan waktunya.
- Tim penelitian Bank Air, Mas Rizky, Bayu, dan Jaka yang sudah banyak memberikan masukan serta saran yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

HALAMAN MOTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

Qs. Al-Insyirah : 5

“Bahwa tiada yang orang dapatkan, kecuali yang ia usahakan. Dan bahwa usahanya akan kelihatan nantinya”

Q.S. An Najm Ayat 39-40

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbilalamin puji dan syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan segala nikmat, rezeki, semangat, dan kelancaran yang tiada hentinya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ANALISIS INFRASTRUKTUR JARINGAN DI BANK AIR KAMPUNG TERBAN SEBAGAI PURWARUPA KOMUNIKASI YANG HANDAL UNTUK PENGOLAHAN PRASARANA DATA LINGKUNGAN”. Shalawat serta salam senantiasa saya haturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad Salallahu Alaihi Wasalam, yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah menuju jaman terang benderang.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat untuk memperoleh Sarjana Komputer (S.Kom) pada jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Peneliti menyadari bahwa dalam pengimplementasian sistem dan penyusunan laporan tidak lepas dari ilmu, dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Sehingga pada kesempatan ini , penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Raden Teduh Dirgahayu. S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika – Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ari Sujarwo, S.Kom., MIT (Hons), selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan waktunya untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak dan ibu dosen Jurusan Teknik Informatika yang telah membagi ilmunya kepada penulis.
4. Kedua orang tua, Alm. Singgih Hermanu dan Nur Rohmatika yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil dalam pembuatan tugas akhir ini.
5. Ketiga adikku, Vera, Dzaky, dan Kaysa yang telah memberikan semangat dan doa.
6. Tim penelitian Bank Air, Jaka, Bayu, dan Mas Rizky yang sudah membantu dalam memberikan segala masukan dan ide yang dibutuhkan dalam penelitian ini.
7. Teman-teman Eternity 2013 yang memberikan inspirasi hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Masyarakat kampung Terban yang telah memberikan informasi mengenai letak-letak mata air yang berada di daerah tersebut.

Tugas akhir ini tidak lepas dari kekurangan dan ketidaksempurnaan dikarenakan terbatasnya kemampuan dan pengalaman penulis, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar dapat lebih baik lagi. Semoga laporan ini dapat diterima dan bermanfaat bagi para pembacanya. Aamiin.

Yogyakarta, 28 Juni 2018

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'N' followed by several horizontal strokes.

(Nurman Mahza Al Savero)

SARI

Pemerintah Indonesia saat ini sedang gencar untuk mengukung program *Smart City*. *Smart City* adalah konsep menyajikan informasi keadaan suatu kota secara komprehensif dan *real time*. Informasi tersebut dapat diakses melalui *controlling room*. Sektor kunci dari *Smart City* meliputi transportasi, energi, kesehatan, air bersih dan limbah. Beberapa kota di Indonesia yang memulai mengadopsi konsep *Smart City* antara lain adalah Jakarta, Makassar, Bandung, dan Yogyakarta. Teknologi yang diterapkan pada *Smart City* adalah Internet of things (IoT). Agar IoT bekerja dengan baik diperlukan koneksi internet yang memadai. Perancangan struktur jaringan internet yang baik akan menjadi pokok dalam bahasan ini. Poin penting yang akan dibahas pada perancangan struktur internet ini adalah difokuskan pada implementasi penggunaan Xbee dan data hail lapangan dari perangkat Xbee.

Penelitian ini menggunakan metode *Network Development Life Cycle* yang disingkat dengan NDLC. NDLC merupakan sebuah metode yang bergantung pada proses pembangunan sebelumnya seperti perencanaan strategi bisnis, siklus pengembangan aplikasi, dan analisis pengiriman data. Tahap Analisis langkah yang akan dilakukan adalah melakukan observasi dan wawancara terkait mata air yang ada di Kampung Terban. Tahap Perancangan yang akan dilakukan melakukan merancang topologi dan merancangan fisik yang kemudian menghitung kekuatan sinyal menggunakan *software Radio Mobile For Wireless*. Tahap simulasi *prototype* yang akan dilakukan memilih 2 titik mata air yang ideal untuk dilakukan implementasi. Tahap implementasi menerapkan rancangan topologi dan rancangan fisik pada lokasi Kampung Terban dan melakukan serangkaian pengujian sinyal meliputi pengujian *range test*, pengujian *packet loss*, pengujian *latency*, dan pengujian *throughput*.

Hasil yang didapatkan pada tahap analisis berupa hasil observasi yang berisi tentang profil mata air. Hasil dari perancangan berupa gambar topologi, gambar rancangan fisik dan hasil tabel perhitungan sinyal menggunakan *software Radio Mobile For Wireless*. Hasil simulasi *prototype* berupa dipilihnya Mata air 2 dan Mata air 4 untuk dilakukan implementasi. Hasil pengujian *range test* dan *packet loss* antara Mata Air 2 dengan Mata air 4 adalah -70dBm dengan tidak ditemui *packet loss*. Hasil pengujian *latency* yang dihasilkan paling lama 2,2 ms dan paling cepat 0,8 ms dan rata-rata 1,6 ms. Hasil pengujian *throughput* adalah 6,73 Kbps dengan rata-rata 6 Kbps.

Kata kunci: *Smart city*, Air, Xbee, IoT, *sistem monitoring* sumber daya air.

GLOSARIUM

Obstacle	benda-benda yang menghalangi dari jalur komunikasi
Node mesh	penyebutan tempat perangkat interkomunikasi yang membentuk topologi jaringan mesh
MIMO	Multiple In dan Multiple out metode pada komunikasi wireless untuk melipatgandakan kapasitas dengan menggunakan banyak antena untuk mengirimkan dan menerima data
CDMA	Code Division Multiple Access komunikasi yang mengirimkan data dengan bentuk kode tertentu
WiFi	teknologi yang memungkinkan peralatan elektronik saling bertukar data dengan menggunakan gelombang radio melalui jaringan komputer tertentu
Ad-hoc	kumpulan dari beberapa perangkat jaringan wireless multihop yang bersifat dinamis
Multi hop	teknologi yang memiliki cakupan yang luas karena memiliki kelebihan melompat pada tiap node
Wireless	suatu media hubungan telekomunikasi menggunakan gelombang elektromagnetik sebagai pengganti media kabel
Xbee	perangkat keras dengan modul radio frekuensi yang beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz
Repeater	perangkat keras yang digunakan untuk mengulang atau meneruskan sinyal pada daerah tertentu
Latency	jeda waktu yang dibutuhkan dalam pengantaran paket data dari pengirim ke penerima
Throughput	pengujian untuk mengukur besar dari bandwidth yang digunakan selama pertukaran data berlangsung
Range Test	pengujian yang bertujuan untuk menguji jarak minimal dan maksimal yang dihasilkan
Software	perangkat lunak berupa aplikasi
Turbiditas	tingkat kekeruhan air

- Mikrokontroler sebuah semikonduktor yang dapat diprogram sehingga memiliki fungsi tertentu seperti mengendalikan perangkat lain maupun membaca nilai yang dihasilkan oleh sensor
- Internet of things konsep dimana beberapa perangkat keras dan perangkat lunak dapat saling terhubung dan berkomunikasi satu dengan yang lainnya melalui sebuah jaringan telekomunikasi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
SARI.....	ix
GLOSARIUM.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Penelitian.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	3
1.6.1 Metodologi Pengumpulan Data	3
1.6.2 Metodologi Perancangan Jaringan.....	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Makna Air Bagi Kehidupan.....	5
2.2 Kampung Terban	6
2.2.1 Mata air di Kampung Terban.....	8
2.3 Jenis-Jenis Antena	11
2.3.1 Antena <i>Omnidirectional</i>	11
2.3.2 Antena <i>Sectoral</i>	12
2.3.3 Antena Yagi	14
2.4 Studi Kasus Penelitian	15
BAB III METODOLOGI.....	20
3.1 Gambaran Penelitian.....	20
3.2 Metodologi.....	22
3.2.1 Analisis	22
3.2.2 Perancangan	23
3.2.3 Simulasi <i>Prototype</i>	23
3.2.4 Implementasi.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Observasi Lapangan	25
4.1.1 Profil Mata Air.....	25
4.2 Hasil Rancangan Interkoneksi	41
4.2.1 Hasil Rancangan Topologi.....	41
4.2.2 Hasil Rancangan Fisik	42
4.2.3 Hasil Perhitungan Sinyal Menggunakan <i>Software</i> RMW	44
4.3 Hasil Simulasi Prototype	46
4.4 Implementasi.....	47
4.4.1 Perangkat Sistem Keseluruhan	47
4.5 Hasil Pengujian.....	52
4.5.1 Hasil Pengujian <i>Range Test</i> dan <i>Packet Loss</i>	53

4.5.2 Hasil Pengujian <i>Latency</i>	57
4.5.3 Pengujian <i>Throughput</i>	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel Jarak dari Tiap Titik dengan Titik 1	26
Tabel 4.2 Tabel Jarak dari Tiap Titik dengan Titik 2	28
Tabel 4.3 Tabel Jarak dari Tiap Titik dengan Titik 3	29
Tabel 4.4 Tabel Jarak dari Tiap Titik dengan Titik 4	31
Tabel 4.5 Tabel Jarak dari Tiap Titik dengan Titik 5	34
Tabel 4.6 Tabel Jarak dari Tiap Titik dengan Titik 6	35
Tabel 4.7 Tabel Jarak dari Tiap Titik.....	38
Tabel 4.8 Tabel Jarak dari Tiap Titik dengan UII Net.....	39
Tabel 4.9 Tabel Data Perangkat Xbee.....	41
Tabel 4.10 Tabel Analisis Kekuatan Sinyal Antar Mata air	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Wilayah Kampung Terban	6
Gambar 2.2 Lingkungan Kampung Terban	7
Gambar 2.3 Mata Air di Kampung Terban	8
Gambar 2.4 Alat Filtering	9
Gambar 2.5 Mata Air di Kampung Terban	9
Gambar 2.6 Mata Air di Kampung Terban	10
Gambar 2.7 Antena <i>Omnidirectional</i>	12
Gambar 2.8 Pola Radiasi Antena <i>Omnidirectional</i>	12
Gambar 2.9 Bentuk Fisik Antena <i>Sectoral</i>	13
Gambar 2.10 Pola Radiasi Antena <i>Sectoral</i>	13
Gambar 2.11 Fisik Antena Yagi	14
Gambar 2.12 Pola Radiasi Antena Yagi	14
Gambar 2.13 Rencana Arsitektur di Korea	16
Gambar 2.14 <i>Obstacle</i> antara <i>Nodes</i>	17
Gambar 2.15 Hirarki <i>Node</i>	18
Gambar 3.1 Gambaran umum sistem	20
Gambar 3.2 Ranah bahasan penelitian (berarsir biru)	21
Gambar 3.3 Tahapan model <i>Network Development Life Cycle</i>	22
Gambar 4.1 Lokasi Titik Mata Air 1 dari Citra Satelit dan Google Maps	25
Gambar 4.2 Kondisi Proyek Mata Air 1	25
Gambar 4.3 Lokasi Titik Mata Air 2 dari Citra Satelit dan Google Maps	27
Gambar 4.4 Kondisi Proyek Mata Air 2	27
Gambar 4.5 Lokasi Titik Mata Air 3 dari Citra Satelit dan Google Maps	28
Gambar 4.6 Kondisi Proyek Mata Air 3	29
Gambar 4.7 Lokasi Titik Mata Air 4 dari Citra Satelit dan Google Maps	30
Gambar 4.8 Kondisi Proyek Mata Air 4	30
Gambar 4.9 Proyek Mata Air 4	31
Gambar 4.10 Lokasi Titik Mata Air 5 dari Citra Satelit dan Google Maps	32
Gambar 4.11 Proyek Mata Air 5	32
Gambar 4.12 Penampungan Air Tirta Kencana	33
Gambar 4.13 Lokasi Titik Mata Air 6 dari Citra Satelit dan Google Maps	34
Gambar 4.14 Proyek Mata Air 6	35

Gambar 4.15 Lokasi Titik Sentral dari Citra Satelit dan Google Maps	36
Gambar 4.16 Lokasi Titik Lanjutan 1 dari Citra Satelit dan Google Maps	37
Gambar 4.17 Lokasi Titik Lanjutan 2 dari Citra Satelit dan Google Maps	38
Gambar 4.18 Gedung yang Menjadi <i>Obstacle</i>	39
Gambar 4.19 Lokasi Titik UII Net dari Citra Satelit dan Google Maps	40
Gambar 4.20 Gambar Rancangan Topologi.....	41
Gambar 4.21 Rancangan fisik Interkoneksi Antar Mata Air	42
Gambar 4.22 Jalur Mata Air dengan UII Net.....	43
Gambar 4.24 Peta Kekuatan Sinyal	44
Gambar 4.25 Perhitungan Sinyal dengan RMW	45
Gambar 4.25 Rancangan Simulasi <i>Prototype</i>	46
Gambar 4.26 Perangkat Sistem Keseluruhan.....	48
Gambar 4.27 Perangkat Sistem Keseluruhan.....	49
Gambar 4.28 Perangkat Sistem Keseluruhan.....	49
Gambar 4.29 Perangkat Sentral.....	50
Gambar 4.30 Perangkat dengan Antena 9 dBi	50
Gambar 4.31 Konfigurasi XBee Perangkat Sentral	51
Gambar 4.32 Konfigurasi XBee Perangkat Sensor.....	52
Gambar 4.33 Mempersiapkan Alat	53
Gambar 4.34 Jarak Perangkat Sensor dengan Perangkat Sentral.....	54
Gambar 4.35 Pengujian Jarak Menggunakan Antena 9dB	55
Gambar 4.36 Hasil <i>Range Test</i> Menggunakan XCTU.....	55
Gambar 4.37 Hasil Range Test di dalam ruangan.....	56
Gambar 4.38 Hasil <i>Latency</i>	57
Gambar 4.39 Bentuk data yang dikirimkan	57
Gambar 4.40 Hasil <i>Throughput</i>	58

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemerintah Indonesia saat ini sedang gencar untuk mengukung program *Smart City*. *Smart City* adalah kota yang menggunakan teknologi digital untuk meningkatkan kinerja dan kesejahteraan, untuk mengurangi biaya dan konsumsi sumber daya, serta untuk terlibat lebih efektif dan aktif dengan harganya. *Smart City* adalah konsep menyajikan informasi keadaan suatu kota secara komprehensif dan *real time*. Informasi tersebut dapat diakses melalui *controlling room*. Sektor kunci dari *Smart City* meliputi transportasi, energi, kesehatan, air bersih dan limbah (Albino, Berardi, & Dangelico, 2015).

Wilayah perkotaan diprediksi akan menjadi kawasan hunian bagi sebagian besar penduduk Indonesia di masa mendatang. Seiring kota yang semakin lama akan semakin membesar maka permasalahan yang dihadapi kota juga akan menjadi semakin kompleks. Beberapa kota di Indonesia yang memulai mengadopsi konsep *Smart City* antara lain adalah Jakarta, Makassar, Bandung, dan Yogyakarta.

Terban merupakan kampung yang berada di tengah kota Yogyakarta yang berada di sebelah selatan Universitas Gadjah Mada dan berbatasan pula dengan sungai Code yang berada di sebelah barat. Pada Kampung Terban ditemukan mata air baru yang sebagian besar diantaranya berada didekat sungai Code. Setelah dilakukan penelitian, ternyata air tersebut dapat dikonsumsi dan hingga saat ini warga memanfaatkan sumber mata air tersebut sebagai sumber air minum. Untuk menentukan kelayakan air tersebut, sekali dalam seminggu dilakukan analisa sampel dari masing-masing air tersebut ke puskesmas terdekat untuk mengetahui suhu, kadar pH, bakteri *e-coli*, kadar metal dan sebagainya.

Pengecekan air tersebut tentu harus dilakukan secara berkala untuk memantau kondisi perubahan air secara terus menerus. Kondisi disini diartikan perubahan musim seperti ketika musim kemarau, hujan, atau bahkan ketika sungai meluap. Hal ini menjadi penting karena perubahan air tidak dapat diprediksi. Perubahan tersebut tentu akan berdampak pada kelayakan air tersebut untuk dikonsumsi dan kesehatan masyarakat yang mengonsumsinya.

Salah satu teknologi yang dapat diterapkan pada permasalahan tersebut adalah *Internet of Things* (IoT). *Internet of Things* adalah sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau

manusia ke komputer. Agar tercapainya cara kerja IoT tersebut internet menjadi penghubung antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara *user* hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung.

Koneksi internet yang baik menjadi tulang punggung bagi IoT. Tanpa internet IoT tidak akan berjalan dan tidak bisa menjadi solusi bagi permasalahan tersebut. Perancangan struktur jaringan internet yang baik akan menjadi pokok dalam bahasan ini.

Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi yang berjudul: Pengembangan Desain dan Prototip “Prasarana Data Lingkungan” Berteknologi *Internet of Things* untuk Pemantauan dan Perencanaan Kualitas Lingkungan di Wilayah Perkotaan Informal: Studi Kasus Kampung Terban Yogyakarta. Penelitian ini akan dilaksanakan selama 3 tahun yaitu tahun 2017-2019. Pada tahun pertama, akan difokuskan pada pengembangan model pendataan bentang air yaitu teknologi terapan untuk memonitor perilaku air dan penggunaannya, menciptakan respon berupa notifikasi dan langkah terprogram tertentu (otomasi) yang terintegrasi dengan pengetahuan lokal sehingga menjadi pengetahuan lokal baru berupa data bentang air (*Waterscape Map*) yang merupakan gambaran real-time bagaimana “perilaku air” di kawasan tertentu.

Penelitian tahun pertama ini akan dibagi menjadi beberapa bidang. Salah satu dari bidang tersebut adalah *Information Technology* yang diketuai oleh Bapak Ari Sujarwo, S.Kom., MIT (Hons). Bidang tersebut berfokus pada: Identifikasi teknologi sensing dan penstruktural data tentang air (*knowledge management*) dan Pengembangan konsep desain. Penelitian pada bidang *Information Technology* dibagi menjadi 4 sub bagian yang kemudian digunakan sebagai tugas akhir mahasiswa. Pada sub-penelitian ini akan difokuskan pada analisis perancangan struktur jaringan internet pada lokasi Bank Air Studi Kasus Kampung Terban Yogyakarta.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat diperoleh rumusan masalah yaitu “Bagaimana melakukan pemetaan lokasi mata air di Terban dan melakukan studi infrastruktur agar diperoleh rancangan topologi dan infrastruktur jaringan untuk menghubungkan antara perangkat sentral dengan perangkat sensor?”

1.3 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini lebih terarah, terfokus, dan tidak meluas, maka penelitian menggunakan batasan masalah diantaranya berikut:

- a. Pada tahap pengujian tahapan yang akan diuji meliputi *range test*, *packet loss*, *latency* dan *throughput*.
- b. Sebagai langkah awal implementasi menggunakan Antena *Omnidirectional* 9 dBi.
- c. Pada tahapan *prototype* yang akan dibangun hanya dipilih dua titik mata air.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai adalah perancangan infrastruktur jaringan di kampung Terban Yogyakarta pada studi kasus Bank Air kampung Terban Yogyakarta.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai sumber referensi perencanaan dan instalasi jaringan internet di wilayah Kampung Terban. Serta memberikan informasi mengenai proyek Bank Air Kami.

1.6 Metodologi Penelitian

1.6.1 Metodologi Pengumpulan Data

1. Metodologi Observasi

Merupakan pengumpulan data dan informasi dengan cara meninjau dan mengamati secara langsung kegiatan yang terjadi yang berhubungan dengan studi kasus yang dihadapi.

2. Metodologi Studi Pustaka

Merupakan pengumpulan data dan informasi dengan mencari dan memperoleh data-data atau informasi yang diperoleh dari sumber tertulis, baik dari buku, jurnal, skripsi ataupun dari situs internet.

1.6.2 Metodologi Perancangan Jaringan

Metode perancangan jaringan yang digunakan dalam penelitian ini adalah NDLC (*Network Development Life Cycle*). Dalam siklus NDLC terdapat enam tahap umum (Deris, 2009). Pada tahapan siklus NDLC dijelaskan sebagai berikut:

1. Analisis.

Tahap awal ini dilakukan analisa kebutuhan, analisa permasalahan yang muncul, analisa keinginan *user*, dan analisa topologi jaringan yang sudah ada saat ini.

2. Design.

Pada tahapan ini akan membuat gambar *design topology* jaringan interkoneksi yang akan dibangun, diharapkan dengan gambar ini akan memberikan gambaran seutuhnya dari kebutuhan yang ada.

3. *Simulation Prototype.*

Pada tahapan ini dibuat simulasi dengan menggunakan bantuan tools khusus di bidang network seperti Boson, Packet tracet, Netsim, dan sebagainya. Dengan tujuan melihat kinerja awal dari network yang akan dibangun.

4. *Implementation.*

Pada tahapan ini memulai penerapan semua yang telah direncanakan dan di rancang atau dibuat pada tahap sebelumnya.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun untuk memudahkan pembaca dalam memahami isi penelitian ini. Secara garis besar sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan, Manfaat, Metodologi Penelitian dan Sistematika Penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berisi uraian tentang landasan teori yang berhubungan dengan materi yang penulis buat.

BAB III METODOLOGI

Bab ini menjelaskan mengenai metode-metode yang digunakan penulis dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil serta pembahasan secara terperinci mengenai keseluruhan proses penelitian, serta memaparkan hasil pengujian.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi uraian tentang kesimpulan-kesimpulan yang didapat serta mengemukakan saran yang penulis dapatkan selama pengerjaan Tugas Akhir.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Makna Air Bagi Kehidupan

Air merupakan salah satu dari ketiga komponen yang membentuk bumi yaitu: zat padat, air. Sebanyak 70 % Bumi dilingkupi dengan air, sedangkan sisanya 30% berupa daratan. Udara mengandung uap air sebanyak 15% didalam atmosfer (Gabriel, 2001). Air merupakan kebutuhan dasar bagi makhluk hidup termasuk manusia. Kebutuhan akan air tersebut dapat diperoleh dari berbagai macam tindakan, antara lain: dengan menampung air hujan, air permukaan, ataupun dari air tanah. Perkiraan kuantitas dan distribusi air di bumi diberikan dapat dikatakan sebesar 97 persen dari air di bumi ada di laut dan sisanya sebesar 1,7 persen ada di kutub-kutub bumi berupa es, 1,7 persen berupa air bawah tanah dan hanya 0,1 persen berada sebagai air permukaan dan atmosfer (Indarto, 2010).

Fungsi air bagi manusia digunakan untuk berbagai keperluan sehari-hari seperti: untuk minum, keperluan rumah tangga, keperluan industri, pertanian, pembangkit tenaga listrik, untuk sanitasi, dan digunakan sebagai media transportasi baik di sungai maupun di laut (Arthana, 2002). Sumber daya air di Indonesia diatur oleh Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, menyebutkan bahwa sumber daya air merupakan karunia Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan manfaat untuk mewujudkan kesejahteraan bagi seluruh rakyat Indonesia dalam segala bidang.

Air menjadi sumber daya penting bagi kehidupan, keberadaan air tidak hanya mencakup tentang segi banyaknya jumlahnya namun juga harus memiliki kualitas yang baik. Seringkali masyarakat memandang kebutuhan air sudah terpenuhi apabila jumlah air cukup atau banyak, sedangkan dari kualitas jarang diperhatikan. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/MENKES/IX/1990 menyebutkan air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesejahteraan yang dapat diminum.

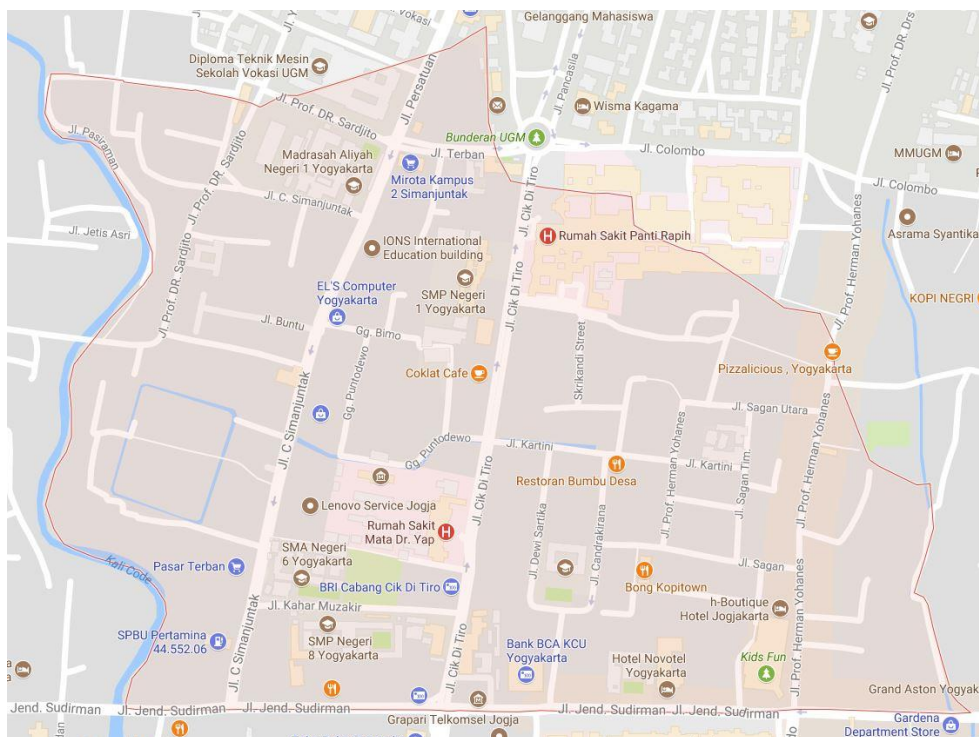
Sumber air minum berasal dari berbagai sumber seperti mata air dan air tanah. Air tanah adalah air yang berada di bawah tanah di dalam zona jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer. Sedangkan mata air adalah pemusatan keluarnya air tanah yang muncul di permukaan tanah sebagai arus dari aliran tanah (Tolman, 1937).

Guna memenuhi standarisasi kesehatan setiap sumber air baik air tanah maupun mata air harus melewati serangkaian pemeriksaan guna mengetahui kualitas layak dikonsumsi. Menurut keputusan Menteri Kesehatan RI nomor: 907/MENKES/SKVII 2002 persyaratan air minum, air

yang masuk distribusi, dan air pada sistem distribusi tidak mengandung bakteri *E.Coli* dan *Coliform*.

2.2 Kampung Terban

Kelurahan Terban adalah salah satu kelurahan yang ada di Kota Yogyakarta, terletak kurang lebih 500 meter di sebelah selatan Universitas Gadjah Mada, kelurahan ini berbatasan langsung dengan Dusun Blimbing Sari yang merupakan wilayah Kabupaten Sleman. Pada Gambar 2.1 di bawah tampilan dari wilayah Kelurahan Terban.



Gambar 2.1 Peta Wilayah Kampung Terban

Kelurahan Terban masuk ke dalam Kecamatan Gondokusuman. Wilayah Kecamatan Gondokusuman meliputi dari Kelurahan Terban, Kelurahan Baciro, Kelurahan Demangan, Kelurahan Klitren dan Kelurahan Baru. Kelurahan Terban diambil dari nama Jawa yaitu *Ledok Terban* yang mempunyai arti cekungan. Sejarah Kelurahan Terban merupakan sebuah kompleks Kuburan Cina. Komplek Kuburan Cina tersebut menjadi sumber ekonomi masyarakat sekitar, misalnya menjadi tukang gali kubur, juru kebersihan, pedagang bunga dan juru kunci.

Tiga puluh tahun dijadikan sebagai tempat pemakaman, pihak Keraton menghendaki pemindahan lokasi pemakaman tersebut. Mengetahui lahan Kelurahan Terban yang sudah tidak digunakan menjadi kompleks Kuburan Cina lagi, masyarakat Kelurahan Terban dan sekitarnya

mengajukan surat permohonan izin kepada pihak Keraton. Namun tanah tersebut harus dipakai selama sepuluh tahun dahulu, baru mengajukan sertifikat tanah ke Badan Pertanahan Nasional (BPN) dan dikenai pajak untuk Keraton.

Kelurahan Terban menjadi menarik karena terdapat banyak mata air disepanjang sungai Code. Mata air tersebut digunakan warga untuk keperluan kegiatan sehari-hari seperti mandi dan mencuci. Berbeda dengan kampung yang tumbuh di perkotaan lainnya yang harus membeli air bersih sebagai keperluan sehari-hari, keberadaan mata air di Kelurahan Terban dapat dinikmati secara bebas oleh warga sekitar. Akses jalan di Kampung Terban cukup sempit dan curam sehingga susah dilalui oleh kendaraan roda dua, bentuk jalan tersebut sudah berupa semen belum berupa aspal. Pada Gambar 2.2 di bawah adalah tampilan dari lingkungan Kampung Terban.



Gambar 2.2 Lingkungan Kampung Terban

2.2.1 Mata air di Kampung Terban

Jumlah mata air yang berada di Kampung Terban terpantau banyak, setidaknya ada 9 titik mata air berada di kampung tersebut. Kondisi dari mata air tersebut juga beragam terdapat mata air yang sudah dimanfaatkan warga untuk keperluan sehari-hari sehingga dibuat bangunan untuk melindungi mata air tersebut, dan juga mata air yang hanya berupa sumur namun belum dimanfaatkan dengan baik. Begitu pula dengan kejernihan air terdapat mata air jernih layak konsumsi dan ada mata air yang jernih namun belum layak konsumsi. Gambar 2.3 tampilan dari mata air di Kampung Terban.



Gambar 2.3 Mata Air di Kampung Terban

Gambar di atas adalah tampilan mata air jernih yang telah dibangun sumur sehingga dapat dikonsumsi warga untuk minum. Dari mata air tersebut kemudian diolah dengan filtrasi dan strerilisasi dengan konsep *reverse osmosis*. Alat penyaring dibangun tepat di sebelah lokasi sumur tersebut kemudian dibuat bangunan yang kokoh dan apik. Halangan atau *obstacle* di area mata air tersebut berupa rumah-rumah warga, dan bersebelahan dengan tebing yang cukup tinggi dan di atasnya terdapat bangunan tingkat dua. Gambar 2.4 adalah tampilan dari bangunan alat penyaring.



Gambar 2.4 Alat Filtering

Mata air berikutnya hanya dimanfaatkan untuk mandi, dan mencuci. Lokasi mata air bersebelahan dengan rumah warga, mata air tersebut kemudian dialirkan dan dibangun bangunan yang digunakan sebagai tempat berkumpul ketika mandi, atau hanya sekedar mencuci pakaian. Untuk halangan atau *obstacle* yang dijumpai di area tersebut berupa rumah warga. Gambar 2.5 adalah tampilan dari mata air tersebut.



Gambar 2.5 Mata Air di Kampung Terban

Mata air berikutnya berupa sumur yang berada di gubuk kecil. Mata air tersebut sudah tidak digunakan oleh warga dikarenakan rusak akibat banjir. Lokasi mata air agak menjorok ke bawah dan berada disamping sungai. Halangan atau *obstacle* yang ditemui lokasi yang berdekatan dengan Sungai Code. Gambar 2.6 adalah tampilan dari mata air tersebut.



Gambar 2.6 Mata Air di Kampung Terban

Mata air yang berada di kampung tersebut sangat jernih sehingga berpotensi sebagai air minum dan mendorong dilaksanakannya penelitian. Pada penelitian sebelumnya dilakukan pada tahun 2014 oleh Dr.-Ing. Ilya Maharika (Universitas Islam Indonesia), Prof. MarBöhlen (University at Buffalo, New York) dan Pemda Kota Yogyakarta. Penelitian eksperimental tersebut berusaha memahami intervensi teknologi di kampung melalui pembangunan BankAir (instalasi filtrasi penyediaan air minum di kampung bantaran Sungai Code Yogyakarta). (Bohlen, Maharika, Yin, & Hakim, 2014)

Penelitian tersebut meneliti kondisi air sumur yang berada di Terban bawah dengan melakukan pengetesan terhadap 14 sumur berbeda untuk mengetahui bagaimana kondisi air di

kampung Terban. Dalam penelitian tersebut juga dilakukan pemanfaatan mata air tua yang bernama Belik Ayu sebagai air minum. Pemanfaatan mata air tersebut dilakukan dengan filtrasi dan sterilisasi dengan konsep *reverse osmosis* ditambah dengan filter ultraviolet dan infusi ozon untuk menetralkan adanya bakteri sehingga air dapat terjamin kelayakannya. Kemudian air bersih disimpan kedalam BankAir (penyimpanan air), yang hasilnya didistribusikan kepada warga. (Bohlen et al., 2014)

Keberadaan Belik Ayu sebagai mata air yang dapat dikonsumsi disambut warga secara positif. Saat ini Belik Ayu dikelola oleh PKK (Perbinaan Kesejahteraan Keluarga). Hasil mata air tersebut kemudian dijual per-galon dengan harga 4000 Rupiah. Dalam sehari PKK dapat menjual kurang lebih 10 galon air. Hasil pendapatan penjualan tersebut kemudian digunakan untuk membayar biaya listrik dan penggantian filter. (Bohlen et al., 2014)

2.3 Jenis-Jenis Antena

Era saat ini masyarakat sangat familiar dengan antena. Antena erat berkaitan dengan televisi, telepon, atau radio. Di suatu perkampungan maupun perkotaan sering terlihat antena-antena yang diletakkan diatas rumah maupun di dalam rumah. Secara garis besar antena adalah suatu alat yang digunakan untuk mengirim dan menerima gelombang elektromagnetik disuatu frekuensi tertentu.

Bentuk fisik antena sangat beragam tergantung segi kebutuhan yang diperlukan mulai dari seutas kabel, piringan menyerupai wajan, dan besi berjaring yang disebut dengan grid, atau antena Yagi. Sifat antena cenderung tidak bisa meningkatkan daya kekuatan sinyal radio namun bekerja dengan memfokuskan sinyal mirip dengan reflektor pada lampu senter. Satuan ukur dari antena adalah dB. Jika nilai dari satuan tersebut bertambah maka jarak jangkauan dari antena tersebut juga ikut bertambah.

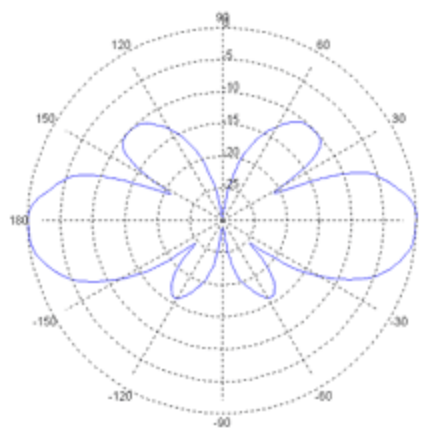
2.3.1 Antena *Omnidirectional*

Antena *Omnidirectional* memiliki karakteristik antena dengan pola pancaran sinyal ke segala arah dengan daya sama. Untuk menghasilkan cakupan area yang luas, gain dari antena *omnidirectional* harus memfokuskan dayanya secara horizontal 360 derajat, mirip dengan bentuk piring (Pascual et al., 2006). Antena *Omnidirectional* dipilih pada kondisi dengan lingkup area yang melebar. Antena *Omnidirectional* memiliki range gain tertentu, secara teori mempunyai gain Antena *Omnidirectional* dengan nilai paling kecil 3 dBi dan paling besar 12 dBi, dengan cakupan

jarak 1 km hingga 5 km. Pada Gambar 2.7 bentuk fisik dari Antena *Omnidirectional* dan pada Gambar 2.8 bentuk pola radiasi Antena *Omnidirectional*.



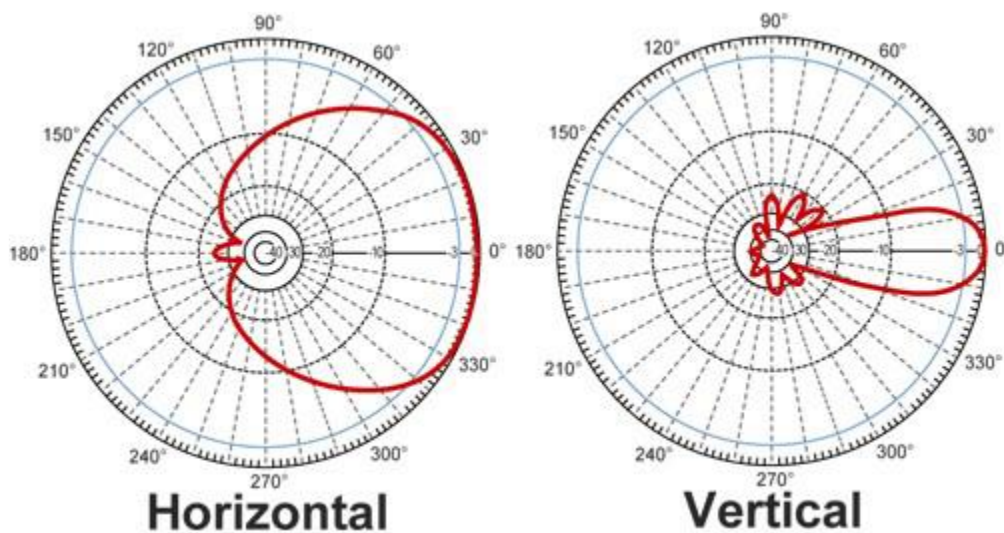
Gambar 2.7 Antena *Omnidirectional*



Gambar 2.8 Pola Radiasi Antena *Omnidirectional*

2.3.2 Antena *Sectoral*

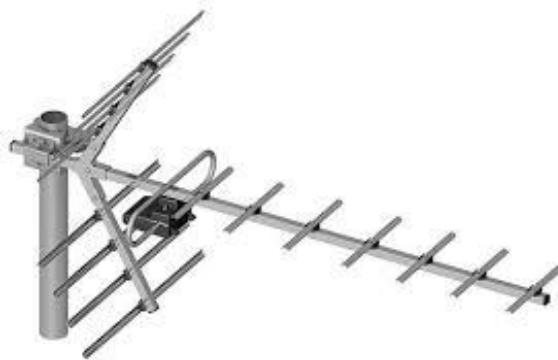
Antena *Sectoral* mirip dengan Antena *Omnidirectional*, namun perbedaannya dilihat dari pola radiasi antenna. Antena *Sectoral* memiliki pola radiasi melebar namun tidak melingkar 360 derajat, hanya terbatas pada arah dari antenna tersebut. Secara teori mempunyai gain Antena *Sectoral* lebih tinggi dari Antena *Omnidirectional* dengan nilai paling kecil 10 dBi dan paling besar 19 dBi. Dengan cakupan wilayah 6 km hingga 8 km. Pada Gambar 2.9 bentuk fisik dari Antena *Sectoral* dan pada Gambar 2.10 pola radiasi Antena *Sectorial*.

Gambar 2.9 Bentuk Fisik Antena *Sectoral*Gambar 2.10 Pola Radiasi Antena *Sectoral*

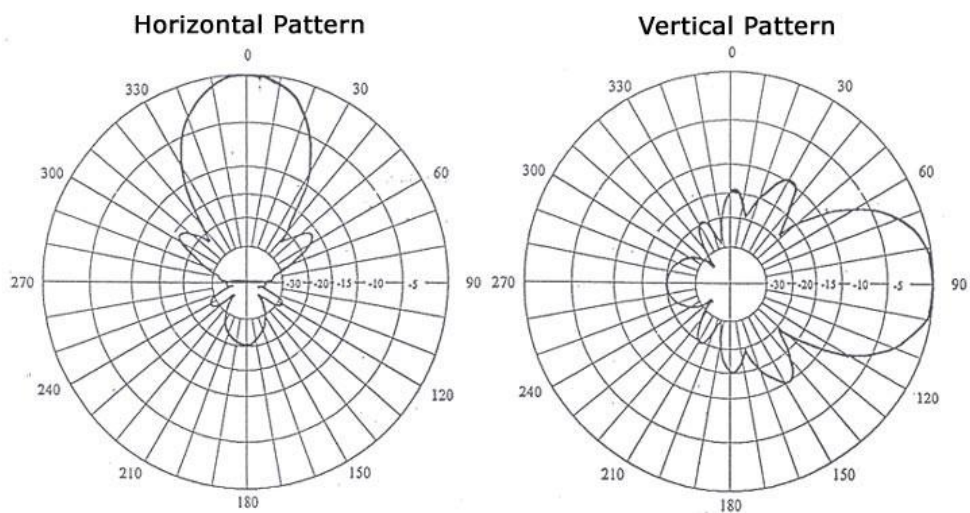
Pada gambar menunjukkan pola radiasi Antena *Sectoral*. Energi radiasi terbanyak terpancar sesuai dengan arah dari Antena *Sectoral*, sedangkan energi radiasi yang paling kecil terpancar membelakangi arah dari Antena *Sectoral*. Pola polarisasi Antena *Sectoral* sangat mirip dengan Antena *Omnidirectional* dimana area yang diberikan sangat kecil hanya sekitar 20 derajat.

2.3.3 Antena Yagi

Antena Yagi adalah salah satu jenis antena yang diciptakan oleh Hidetsugu Yagi. Antena ini bersifat *directional* atau terarah, ketika antena akan menambah gain hanya berlaku pada salah satu arahnya saja. Karakteristik Antena Yagi terletak pada gain yang besar pada bagian direktor dan gain yang kecil pada bagian belakang reflektor. Untuk menambahkan gain antena dengan cara menambahkan panjang dari *director*, namun dengan menambahnya panjang *director* membuat sempit arah yang akan dituju. Pada Gambar 2.11 fisik Antena Yagi dan pada Gambar pola radiasi Antena Yagi.



Gambar 2.11 Fisik Antena Yagi



Gambar 2.12 Pola Radiasi Antena Yagi

Pada Gambar Antenna Yagi terdiri dari tiga bagian, yaitu:

- *Driven* adalah titik kabel antena, panjang fisik *driven* adalah setengah panjang gelombang setengah λ dari frekuensi radio yang dipancarkan atau diterima.
- *Reflektor* adalah bagian belakang antena yang berfungsi sebagai pemantul sinyal.
- *Director* adalah bagian pengarah antena dengan ukuran lebih pendek dari ukuran *driven*.
- *Boom* adalah bagian yang menjadi tempat dari *driven*, *reflektor*, dan *direktor*. *Boom* berbentuk sebatang logam atau kayu yang panjang.
- *Gambut Brotherhood* adalah bagian yang digunakan untuk menangkap gelombang sinyal dan memperstabil sinyal yang akan diterima.

Dari ketiga jenis antena yang telah dijabarkan, yang akan dipilih untuk penelitian dua antena yaitu, Antena *Omnidirectional* dan Antena Yagi. Masalah yang dihadapi pada penelitian ini adalah lingkungan yang ekstrim, lingkungan dengan cakupan area yang luas, dan posisi mata air yang tersebar dalam jarak radius tertentu. Lingkungan penelitian dilakukan di area sungai yang berkelok huruf S namun memiliki ketinggian daratan yang terbilang datar. Untuk menyambungkan antara titik mata air dengan titik sentral menggunakan Antena *Omnidirectional*. Sedangkan untuk menyambungkan titik sentral ke UII Net menggunakan Antena Yagi.

2.4 Studi Kasus Penelitian

Menengok pada penelitian yang dilakukan (Ho-Hyun Lee, Sung-Taek Hong, Gang-Wook Shin, & Han-Il Kim, 2012), memiliki masalah dengan sungai-sungai yang ada di Korea Selatan sering mengalami banjir ataupun kekeringan air. Sungai tersebut memiliki panjang hingga 240 mil. Penelitian tersebut memiliki tujuan merehabilitasi ekosistem air, menyediakan ruang lingkup dan kegiatan disekitaran sungai, meningkatkan kualitas taraf hidup masyarakat, dan restorasi sungai dengan cara melakukan pemantauan dasar sungai dan lingkungan sekitarnya melalui video.

Guna mendukung penelitian tersebut, dibangun arsitektur jaringan dengan susunan dua ratus *node mesh MIMO* dan *non-MIMO* dan 300 yang didukung dengan sensor yang ditempatkan secara tersebar di sepanjang sungai. Penelitian tersebut memandangkan beragam jenis layanan *mobile* seperti *Code Division Multiple Access* disingkat dengan CDMA, *Wireless Broadband* disingkat dengan WiBro, dan *Wireless Fidelity* disingkat dengan Wi-Fi. Pada kasus CDMA memiliki kecepatan akses data yang tidak menjamin transmisi *real-time* sinyal data dan video. WiBro dan Wi-Fi memiliki kecepatan yang cepat namun jangkauan wilayah yang diberikan tidak bisa

mencangkup semua sisi sepanjang sungai tersebut. Berikut gambar rencana arsitektur yang akan ditempatkan disepanjang sungai. Gambar 2.13 tampilan dari bentuk sungai dan arsitektur yang akan dibangun di Korea.



Gambar 2.13 Rencana Arsitektur di Korea

(Sumber: Ho-Hyun Le, 2012)

Sebagai solusi Ho-Hyun Lee (2012) memilih jaringan *Wireless Mesh Nirkabel* disingkat dengan jaringan WMN untuk memantau dan menyediakan transmisi yang handal pada daerah sungai tersebut. Jaringan WMN adalah jaringan yang masing-masing memiliki independen *router*. *Node-node* tersebut terhubung seperti sebuah *web*, ketika salah satu *link* tersebut terputus, *Node-node* tersebut bisa komunikasi dengan metode *Self-Healing*. Karena itu sebuah jaringan *Mesh* bisa disebut dengan jaringan *ad-hoc*, karena pada *ad-hoc* memungkinkan membuat jaringan komunikasi bebas tanpa *node* kontrol. Jaringan WMN adalah jaringan nirkabel yang lengkap menggunakan komunikasi *multi-hop* dengan karakteristik komunikasi yang hirarki.

Menurut Ho-Hyun Lee (2012) jaringan WMN memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah pada segi biaya, jaringan WMN menggunakan biaya yang efisien, jika dibandingkan dengan menggunakan Wi-Fi dan WiBro. Kelebihan lain jaringan WMN adalah menyediakan cakupan wilayah yang luas. Selain itu jaringan WMN dinilai *reability* atau handal karena ketika satu *link* terputus, maka komunikasi tersebut akan dialihkan ke *link* yang lain. Jaringan WMN mampu memberikan akses pada ruang lingkup wilayah yang banyak ditemui halangan atau *obstacle*. Berikut Gambar 2.14 *obstacle* yang ditemui di Korea.



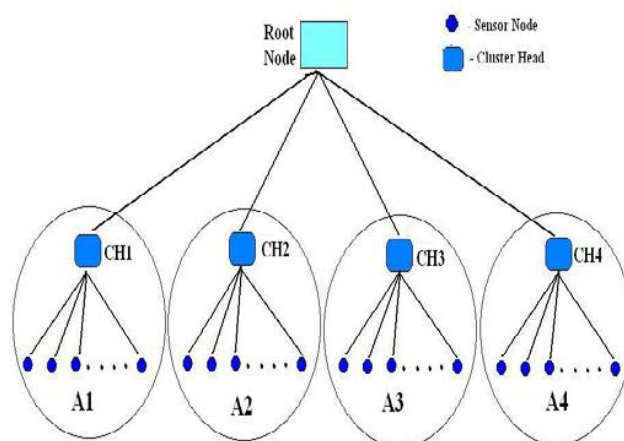
Gambar 2.14 *Obstacle* antara *Nodes*

(Sumber: Ho-Hyun Le, 2012)

Penelitian yang dilakukan Ho-Hyun Lee memiliki kemiripan dengan penelitian yang akan kami lakukan. Penelitian yang kami lakukan adalah menghubungkan beberapa perangkat yang tersebar di beberapa titik mata air di Kampung Terban di sepanjang Sungai Code. Kendala yang sama pada penelitian diatas adalah banyaknya halangan atau *obstacle* disepanjang sungai. Selain itu penelitian diatas menyebutkan jaringan WMN dinilai handal karena ketika satu *link* terputus, maka komunikasi tetap berjalan. Menurut Ho-Hyun Lee jaringan WMN menggunakan biaya yang efisien dari Wi-Fi yang harus menggunakan biaya yang lebih, karena harus menggunakan penghubung kabel ke jaringan *backbone*. Dari segi pertimbangan tersebut maka jaringan WMN bisa menjadi salah satu alternatif solusi yang bisa kami gunakan.

Penelitian yang dilakukan di India (Menon, P, & Ramesh, 2012) memberikan fakta bahwa banyak sungai yang dianggap suci oleh masyarakat, namun sungai tersebut telah tercemar dan mempengaruhi kesucian sungai-sungai tersebut. Selain itu parahnya polusi yang ada membuat air sungai tersebut tidak layak untuk dikonsumsi dan menyebabkan kelangkaan air. Divya P mengatakan pencemaran air sebagai salah satu penyebab utama kematian dan penyakit diseluruh dunia tercatat bahwa 14.000 jiwa meninggal setiap hari. Polusi air di india menyebabkan anak-anak rentan akan penyakit, sekitar 1 juta anak dibawah usia 5 tahun meninggal setiap tahun dikarenakan diare. Penelitian tersebut bertujuan melakukan pemantauan sungai secara *real time*, dan mengurangi polusi air dengan menggunakan teknologi *wireless*.

Guna mendukung penelitian tersebut Divya P menggunakan sistem *Wireless Sensor Network* disingkat dengan WSN menggunakan perangkat *Zigbee*. *Zigbee* digunakan karena menggunakan daya energi yang rendah. Gambar 2.15 adalah penggambaran arisetktur jaringan yang akan dibangun Divya P membuat beberapa hirarki yang disusun sebagai berikut.



Gambar 2.15 Hirarki Node

(Sumber: Menon, P, & Ramesh, 2012)

Hasil dari pemantauan melalui parameter-parameter sensor akan dikirimkan ke *cluster head* dengan menggunakan komunikasi *Zigbee*. Rentan wilayah transmisi *Zigbee* berkisar 70 meter. Jika dari *node* sensor ke *cluster head* melebihi dari batas wilayah *Zigbee* maka akan ditempatkan *repeater node*. Untuk menghilangkan *redundant* data atau data berlebih, pada *cluster head*, data akan diagregasi kembali, kemudian data tersebut akan dikirimkan ke *database* melalui internet untuk dianalisa setiap harinya. Data-data yang sudah dianalisis bisa divisualisasikan pada suatu *website* yang ada di pemerintahan daerah. Dari pemaparan penelitian tersebut, penggunaan *Zigbee* bisa diaplikasikan ke dalam penelitian kami.

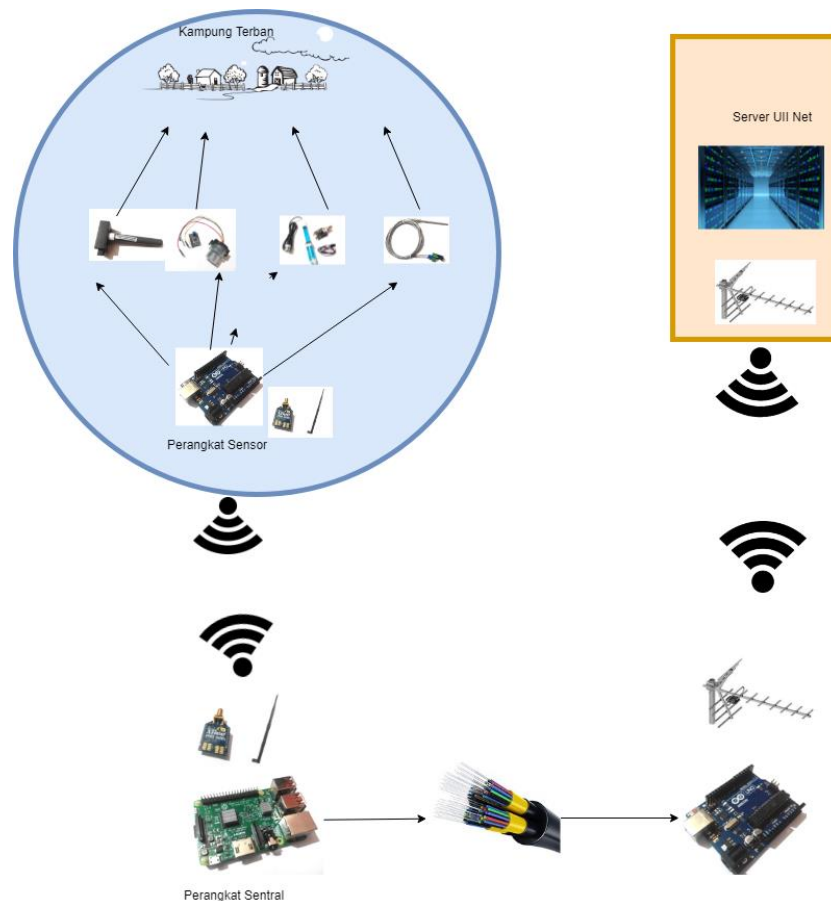
Menengok penelitian yang dilakukan oleh (Xianyang & Yangzan, 2013) teknologi yang cocok dengan pemantauan lingkungan, kebakaran hutan, dan rumah pintar menggunakan sistem *Wireless Sensor Network* disingkat dengan WSN dengan *hardware raspberry* dan *software OpenWrt*. Sistem WSN adalah jaringan *self-configuring* dari *node* sensor yang terhubung dengan jaringan nirkabel. Menurut Xin Cao sebagian besar *routing* protokol yang ada memiliki struktur distribusi yang rumit dan memakan konsumsi energi yang besar, dibandingkan dengan WSN.

Xin Cao menggunakan WSN dengan memusatkan pada satu titik yang disebut dengan *Centralized Routing Protocol*, rancangan tersebut mengurangi *routing overhead* dan konsumsi

energi dari seluruh jaringan. Pada WSN terdapat 2 jenis *node*, *sensor node* dan *sink node*. *Sensor node* adalah perangkat yang digunakan untuk memantau lingkungan, berdaya rendah dan dilengkapi dengan prosesor, memori, dan sumber daya. *Sink node* adalah sebuah gateway antara internet dan sistem WSN. Sebagai media komunikasi komponen radio menjadi kunci komunikasi nirkabel yang digunakan untuk transfer data dari *sensor node* ke *sink node*. Dari hasil pengujian yang dilakukan antara *Distributed Routing Protocol* dengan *Centralized Routing Protocol*, lebih baik *Centralized Routing Protocol* karena mampu mengurangi *routing overhead*.

BAB III METODOLOGI

3.1 Gambaran Penelitian



Gambar 3.1 Gambaran umum sistem

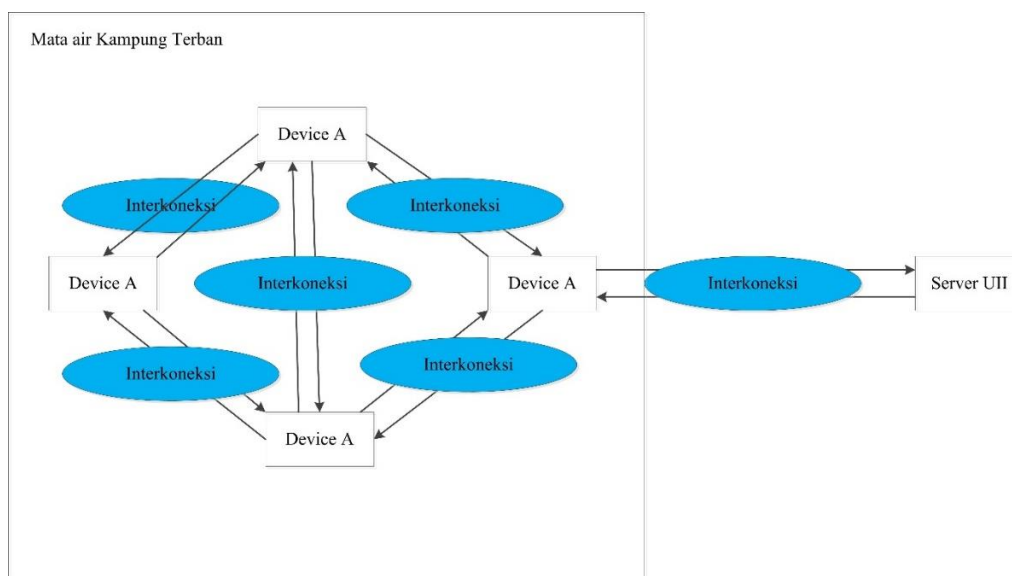
Gambar 3.1 menjelaskan alur proses pengambilan data dari mata air hingga tersimpan di server UII. Setiap mata air di kampung Terban ditempatkan beberapa sensor seperti, sensor pH (keasaman), *Turbidity* (kekeruhan), *Water Flow* (kuat arus) dan *ultrasonic range finder* (pengukur kedalaman). Sensor-sensor tersebut melakukan pengambilan data dari mata air, data tersebut berupa angka satuan yang kemudian ditransmisikan ke mikrokontroler. Mikrokontroler berfungsi sebagai eksekutor dan pusat kontrol yang mengatur jalannya sensor dan bagaimana data diubah ke dalam satuan baku.

Hasil data yang telah diperoleh kemudian dikirim ke server basis data lokal yang berada di kampung Terban. Dikarenakan lingkungan mata air kampung Terban yang unik, berada di tepi

tebing, kemudian banyak sekali halangan (*obstacle*), bentuk sungai yang menyerupai huruf S, dan lokasi tiap mata air yang tidak berdekatan. Sehingga diperlukan analisis guna menentukan media transmisi yang cocok untuk proses pengiriman data.

Server basis data lokal tersebut digunakan sebagai prasarana penyimpanan hasil pengambilan data di mata air. Data yang tersimpan kemudian disinkronisasi ke server pusat di UII Net guna disimpan secara permanen. Lokasi UII Net dengan lokasi mata air cukup jauh, berdasarkan pengukuran menggunakan media satelit Google Maps ditarik garis lurus keduanya berjarak kurang lebih 767 meter. Sehingga diperlukan analisis guna menentukan media transmisi yang cocok untuk proses sinkronisasi data.

Kemudian data di UII Net tersebut ditampilkan di *website*. *Website* tersebut berisi tampilan data di mata air kampung Terban. Selain menampilkan data dari mata air kampung Terban, *website* tersebut digunakan untuk memantau kondisi kelayakan mata air dan sebagai media dokumentasi guna melihat pola perubahan sifat air di berbagai cuaca dan musim. Berdasarkan gambaran umum yang akan dibangun, fokus bagian bahasan pada penelitian ini dijelaskan pada Gambar 3.2 di bawah ini.

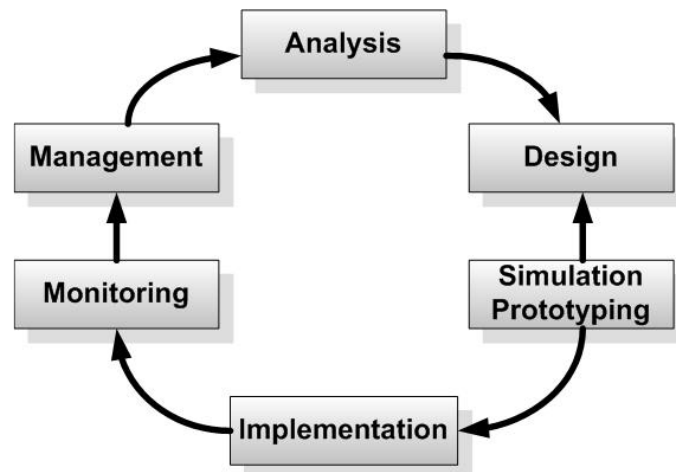


Gambar 3.2 Ranah bahasan penelitian (berarsir biru)

Penelitian ini akan difokuskan pada analisis media yang tepat untuk menghubungkan mikrokontroler ke *server* lokal di mata air terban sebagai media pengiriman data. Dan menghubungkan antara *server* lokal dengan *server* pusat UII Net.

3.2 Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode *Network Development Life Cycle* yang disingkat dengan NDLC. NDLC merupakan sebuah metode yang bergantung pada proses pembangunan sebelumnya seperti perencanaan strategi bisnis, siklus pengembangan aplikasi, dan analisis pengiriman data (Stiawan, 2009). Gambar 3.3 tampilan dari siklus model *Network Development Life Cycle* (NDLC).



Gambar 3.3 Tahapan model *Network Development Life Cycle*

(Sumber : Philips T. Rawles, 2001)

3.2.1 Analisis

Pada tahapan awal dilakukan menganalisa permasalahan yang ada pada penelitian maupun dilokasi penelitian. Selanjutnya menganalisa mulai *hardware* dan *software* yang akan digunakan, topologi atau jaringan yang sudah ada kemudian diterapkan pada penelitian yang akan dilakukan.

a. Observasi

Observasi dilakukan guna mendapatkan hasil penggambaran lokasi secara nyata. Ketika melakukan observasi biasa dilengkapi dengan berbagai alat ukur guna mengetahui detail pada lokasi tersebut. Membaca literatur atau jurnal terdahulu juga penting dilakukan sebagai bahan referensi ketika menemui permasalahan yang sama.

Observasi dilakukan di Sungai Code yang berada di Kampung Terban Yogyakarta. Kegiatan observasi yang akan dilakukan yaitu menelusuri Sungai Code yang berada di Kampung Terban untuk mencari lokasi sumber mata air. Setelah didapatkan lokasi mata air tersebut dilakukan pendataan lokasi dengan mencatat koordinat lokasi dengan bantuan Google Maps. Kegiatan observasi selanjutnya melakukan pengamatan pada setiap lokasi mata air untuk dibuat profile mata air.

Profile mata air berisi tentang kondisi data di lapangan, mulai dari kondisi di setiap mata air, kondisi di lingkungan mata air, data ada tidaknya sumber listrik, dan data *obstacle* atau objek benda yang menutupi lokasi di setiap mata air.

b. Wawancara

Proses wawancara dilakukan dengan penduduk di Kampung Terban. Proses wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi lebih banyak mengenai mata air yang kemudian ditambahkan di profile mata air. Proses wawancara juga dilakukan dengan dosen atau orang yang ahli jaringan. Hasil wawancara tersebut nantinya akan digunakan peneliti sebagai masukan dalam membuat topologi dan desain jaringan.

3.2.2 Perancangan

Pada tahapan perancangan atau *design* yang akan dibangun bentuk rancangan topologi dan rancangan fisik. Rancangan topologi berupa keperluan seluruh perangkat sensor dan perangkat sentral mulai dari rencana bentuk topologi, data nama lokasi yang akan diletakkan sensor dan data koordinat mata air. Rancangan fisik berupa gambaran denah lokasi peletakan perangkat sensor serta perangkat sentral dan gambaran denah lokasi antara penghubung UII Net dengan Kampung Terban. Penghubung antara Sentral dengan Titik lanjutan menggunakan *fiber optic* yang kecil dengan jarak 84 m, dan diletakkan di bawah tiang listrik sepanjang jalan menuju Sentral dengan tiang listrik agar tidak mengganggu aktivitas warga. Data dari perancangan topologi dan perancangan fisik akan dihitung kekuatan sinyal dengan *software Radio Mobile For Wireless*.

3.2.3 Simulasi *Prototype*

Tahap simulasi *prototype* bertujuan untuk menyiapkan perencanaan simulasi jaringan sebelum masuk pada tahap implementasi agar pada tahap implementasi nantinya berjalan dengan baik. Pada tahap simulasi *prototype* direncanakan akan dipilih 2 titik mata air yang ideal untuk dilakukan implementasi. Titik lokasi yang akan dipilih memenuhi beberapa parameter, seperti 2 titik lokasi berada dalam posisi *line of sight*, 2 titik lokasi memiliki tingkat *obstacle* yang sedikit, untuk keamanan alat sensor 2 titik lokasi memiliki bangunan yang kokoh, lokasi tersebut memiliki sumber daya listrik yang memadai.

3.2.4 Implementasi

Pada tahap implementasi dilakukan menerapkan rancangan topologi dan rancangan fisik pada lokasi Kampung Terban. Pada tahap implementasi ada beberapa langkah yang akan dilakukan

antara lain, menentukan titik yang akan dilakukan simulasi *prototype*, pemasangan alat dilokasi, dan serangkaian pengujian sinyal meliputi pengujian *range test*, pengujian *packet loss*, pengujian *latency*, dan pengujian *throughput*. Aktivitas tersebut didokumentasikan dan dibahas pada bab selanjutnya.

BAB IV

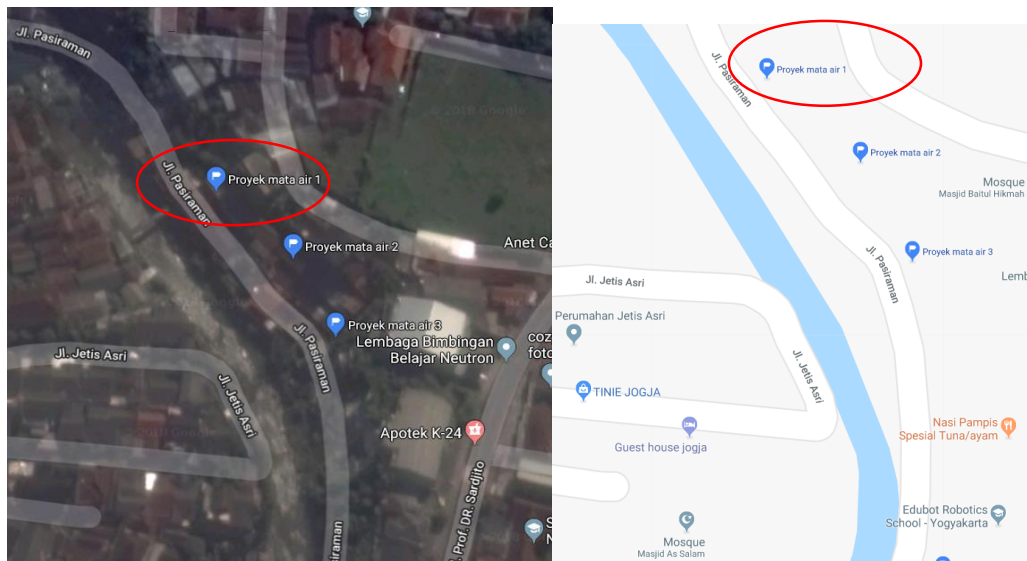
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Observasi Lapangan

4.1.1 Profil Mata Air

a. Lokasi Proyek Mata Air 1

Titik lokasi ditinjau menggunakan Google Maps (-7.776395, 110.370983).



Gambar 4.1 Lokasi Titik Mata Air 1 dari Citra Satelit dan Google Maps



Gambar 4.2 Kondisi Proyek Mata Air 1

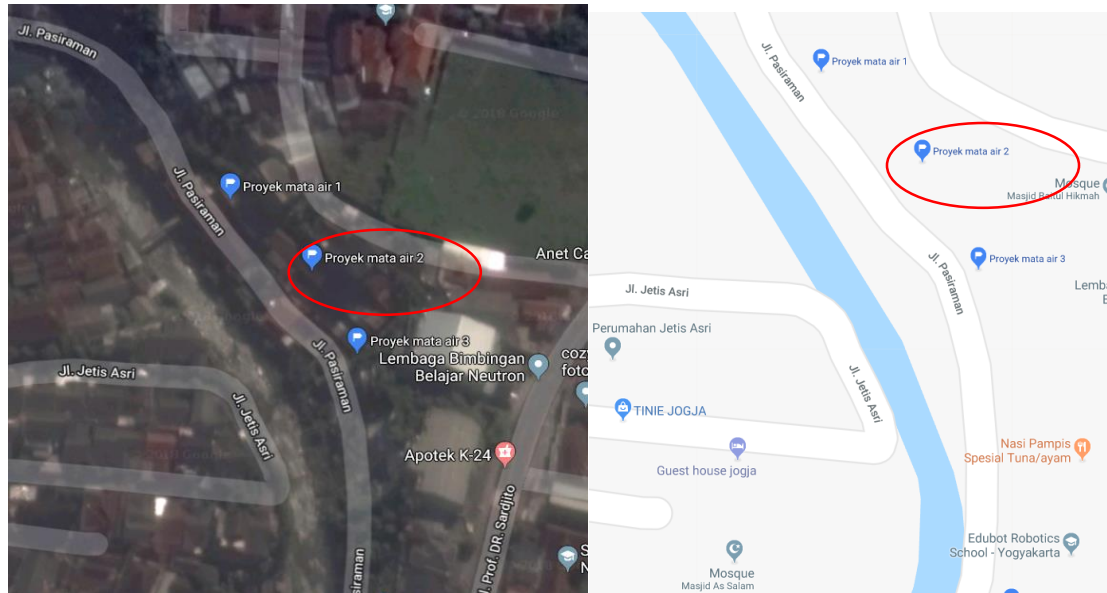
Gambar 4.1 adalah tampilan lokasi Proyek Mata Air 1 yang terletak paling utara dari proyek mata air lain. Mata air tersebut kemudian didirikan sebuah bangunan kecil yang digunakan sebagai melindungi mata air sekaligus tempat mandi dan mencuci. Pada Gambar 4.2 tampilan kondisi Proyek Mata Air 1. Proyek Mata Air 1 sering digunakan warga Terban untuk kebutuhan mencuci pakaian dan kegiatan mandi. Namun lingkungan di sekitar mata air tersebut sangat tidak terawat banyak pohon-pohon besar di sekitar lokasi. Lokasi dari mata air tersebut berhimpitan dengan rumah masyarakat di lingkungan tersebut, ditambah lokasi mata air yang berada tepat di tepi jalan setapak. Pada tabel 4.1 di bawah adalah data jarak dari Mata Air 1 dengan mata air yang lain.

Tabel 4.1 Tabel Jarak dari Tiap Titik dengan Titik 1

No.	Titik Mata air	Jarak Titik A ke B
1.	Titik Proyek Mata Air 1 ke 2	34 meter
2.	Titik Proyek Mata Air 1 ke 3	63 meter
3.	Titik Proyek Mata Air 1 ke 4	138 meter
4.	Titik Proyek Mata Air 1 ke 5	152 meter
5.	Titik Proyek Mata Air 1 ke 6	320 meter

b. Lokasi Proyek Mata Air 2

Titik lokasi ditinjau menggunakan Google Maps (-7.776592, 110.371203).



Gambar 4.3 Lokasi Titik Mata Air 2 dari Citra Satelit dan Google Maps



Gambar 4.4 Kondisi Proyek Mata Air 2

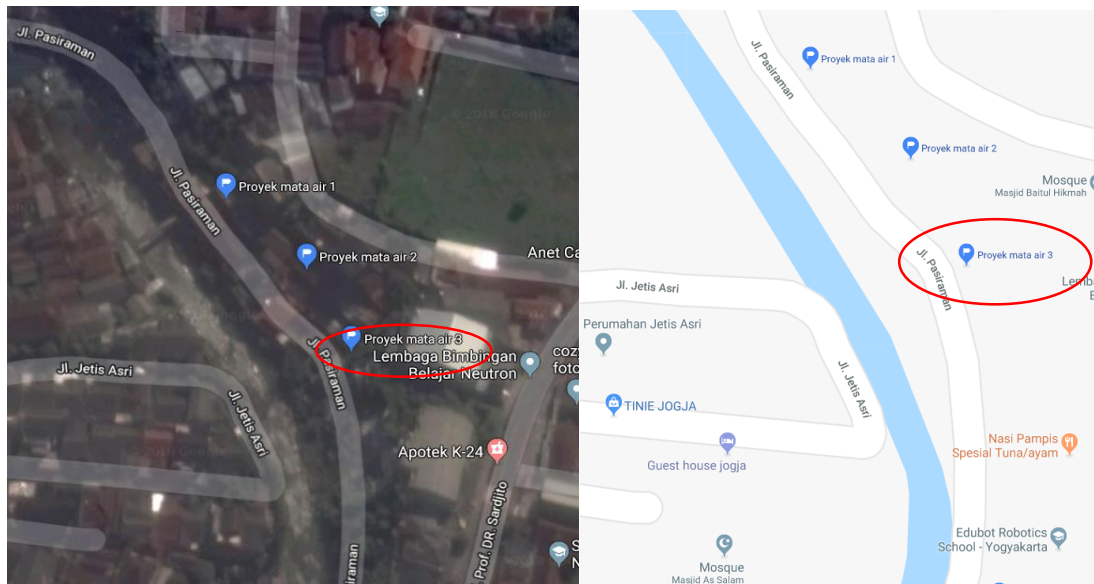
Gambar 4.3 tampilan dari lokasi Mata Air 2 ditinjau dari citra Google Maps. Gambar 4.4 adalah tampilan Proyek Mata Air 2 telah dibangun secara apik dan mendapatkan perhatian khusus sehingga air yang dihasilkan bisa digunakan sebagai air minum. Lokasi disekitar tersebut luas dan tidak berhimpitan dengan jalan setapak. Kondisi lingkungan di sekitar mata air terpantau sedikit pepohonan dan pondasi bangunan yang agak tinggi sehingga halangan dari rumah warga bisa terata. Proyek Mata Air 2 menjadi tempat yang memiliki *obstacle* yang sedikit sehingga ideal sebagai titik sentral. Tabel 4.2 adalah data jarak dari Proyek Mata Air 2 dengan mata air yang lain.

Tabel 4.2 Tabel Jarak dari Tiap Titik dengan Titik 2

No.	Titik Mata air	Jarak Titik A ke B
1.	Titik Proyek Mata Air 2 ke 1	34 meter
2.	Titik Proyek Mata Air 2 ke 3	32 meter
3.	Titik Proyek Mata Air 2 ke 4	113meter
4.	Titik Proyek Mata Air 2 ke 5	128 meter
5.	Titik Proyek Mata Air 2 ke 6	303 meter

c. Lokasi Proyek Mata Air 3

Titik lokasi ditinjau menggunakan Google Maps (-7.776823, 110.371325).



Gambar 4.5 Lokasi Titik Mata Air 3 dari Citra Satelit dan Google Maps



Gambar 4.6 Kondisi Proyek Mata Air 3

Gambar 4.5 tampilan lokasi Mata Air 3 ditinjau dari citra Google Maps. Proyek Mata Air 3 berlokasi sedikit turun dari jalan setapak dan tepat di samping sungai. Karena lokasi mata air yang berbeda dari mata air sebelumnya membuat lokasi ini sedikit susah untuk dijangkau dan rawan banjir ketika musim penghujan. Mata air ini tidak memiliki bangunan kokoh seperti mata air sebelumnya, Mata Air 3 hanya dilindungi oleh anyaman bambu sederhana. Lingkungan Mata air 3 tidak ada sumber listrik yang memadai sehingga ketika malam hari tempat ini menjadi gelap.

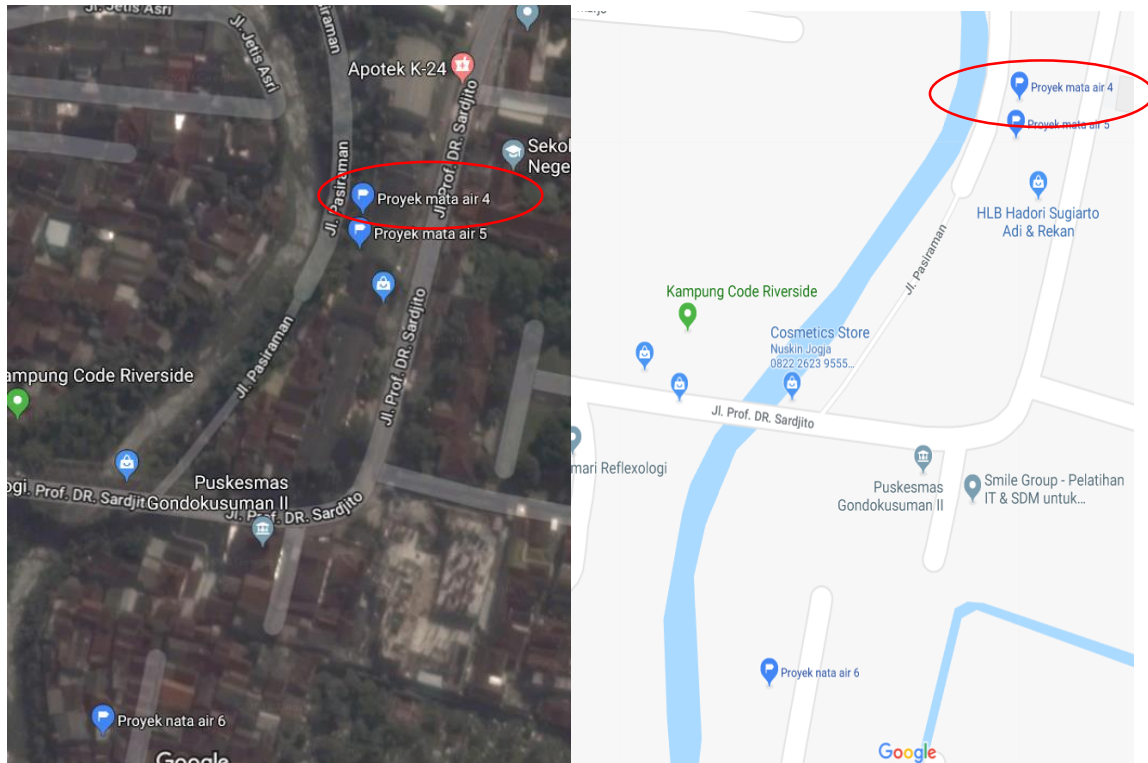
Mata air ini dulunya sering digunakan warga, namun akibat banjir beberapa hari yang lalu membuat mata air ini mulai ditinggalkan. Gambar 4.6 tampilan kondisi saat ini yang menunjukkan mata air ini sudah tidak terawat. Ditinjau dari segi *obstacle* pada lingkungan Proyek Mata Air 3 terpantau sangat banyak mulai dari pohon-pohon yang mengelilingi mata air dan bangunan pemukiman. Dari ulasan tersebut lokasi ini tidak ideal untuk menjadi titik sentral. Tabel 4.3 di bawah ini adalah data jarak Proyek Mata Air 3 dengan mata air yang lain.

Tabel 4.3 Tabel Jarak dari Tiap Titik dengan Titik 3

No.	Titik Mata air	Jarak Titik A ke B
1.	Titik Proyek Mata Air 3 ke 1	63 meter
2.	Titik Proyek Mata Air 3 ke 2	32 meter
3.	Titik Proyek Mata Air 3 ke 4	80 meter
4.	Titik Proyek Mata Air 3 ke 5	98 meter
5.	Titik Proyek Mata Air 3 ke 6	285 meter

d. Lokasi proyek mata air 4

Titik lokasi ditinjau menggunakan Google Maps (-7.777561, 110.371398).



Gambar 4.7 Lokasi Titik Mata Air 4 dari Citra Satelit dan Google Maps



Gambar 4.8 Kondisi Proyek Mata Air 4

Gambar 4.7 dari citra satelit Google Maps menunjukkan Proyek Mata Air 4 berlokasi sedikit jauh ke selatan dari Proyek Mata air 1, Proyek Mata Air 2 dan Proyek Mata Air 3. Lokasi mata air tersebut tepat di lereng sungai di sebelah timur Sungai Code. Ditinjau dari *obstacle* lingkungan mata air ini sangat minim pepohonan dan pemukiman masyarakat. Mata air tersebut telah mendapatkan bantuan dari pemerintah untuk masyarakat sekitar Kelurahan Jetisharjo yang berada di barat Sungai Code.

Pemerintah membuat bangunan di atas mata air untuk melindungi mata air agar terhindar dari bahaya longsor ketika banjir sesuai pada Gambar 4.8. Dan membuat penampungan air di Kelurahan Jetisharjo. Untuk jalur pengairan diletakkan pipa yang kemudian air dialirkan dan ditampung di penampungan. Di penampungan tersebut kemudian dibangun banyak toilet dan tempat cuci pakaian. Masyarakat dikenakan biaya tambahan untuk iuran listrik dan penggunaan air. Tempat tersebut dikelola oleh pemuka masyarakat disana. Gambar 4.9 adalah tampilan citra Proyek Mata Air 4 dan tabel 4.4 adalah data jarak Proyek Mata air 4 dengan mata air yang lain.



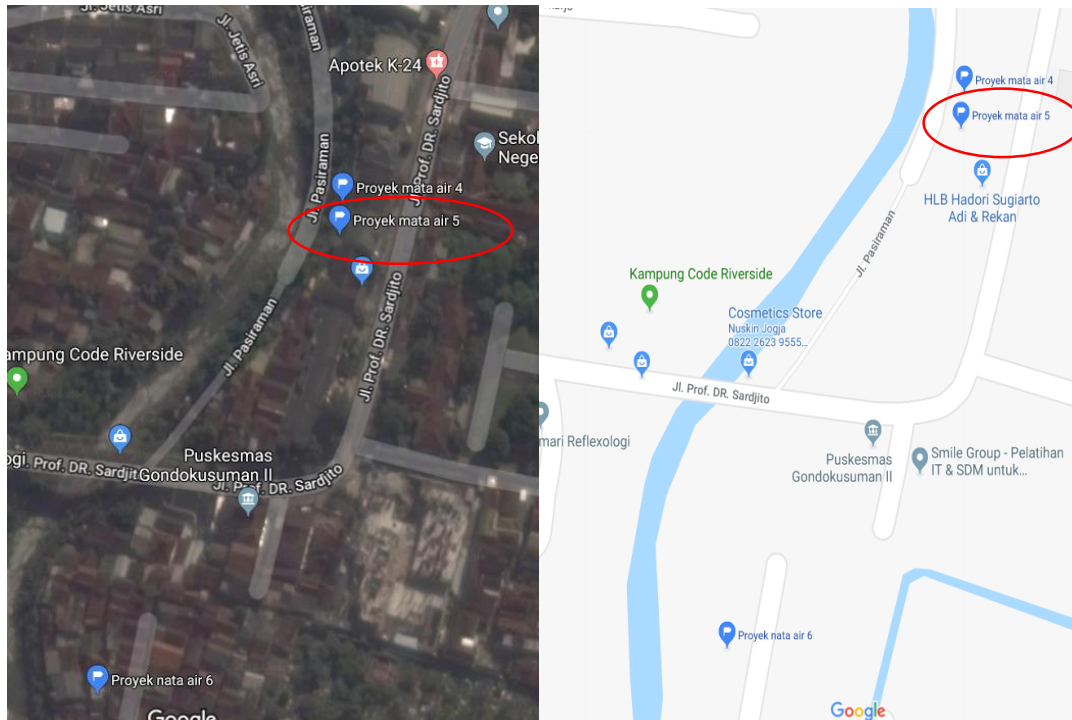
Gambar 4.9 Proyek Mata Air 4

Tabel 4.4 Tabel Jarak dari Tiap Titik dengan Titik 4

No.	Titik Mata air	Jarak Titik A ke B
1.	Titik Proyek Mata Air 4 ke 1	138 meter
2.	Titik Proyek Mata Air 4 ke 2	113 meter
3.	Titik Proyek Mata Air 4 ke 3	80 meter
4.	Titik Proyek Mata Air 4 ke 5	13 meter
5.	Titik Proyek Mata Air 4 ke 6	212 meter

e. Lokasi Proyek Mata Air 5

Titik lokasi ditinjau menggunakan Google Maps (-7.777672, 110.371386).



Gambar 4.10 Lokasi Titik Mata Air 5 dari Citra Satelit dan Google Maps



Gambar 4.11 Proyek Mata Air 5

Gambar 4.10 adalah tampilan lokasi Proyek Mata Air 5 di sebelah selatan Proyek Mata Air 4. Namun yang membedakan mata air ini sedikit ke dalam tanah tidak muncul seperti mata air sebelumnya. Lokasi mata air berada di lereng sungai seperti Proyek Mata Air 4 seperti pada Gambar 4.11. Ditinjau dari *obstacle* lingkungan mata air ini sangat minim pepohonan dan pemukiman masyarakat. Untuk melihat kondisi mata air ini sedikit susah karena berada di dalam tanah dan disemen. Mata air tersebut mendapatkan bantuan dari pihak Universitas Gadjah Mada untuk menjadi pemasok air yang digunakan sebanyak 250 kepala keluarga di Kelurahan Jetisharjo.

Pihak Universitas membangun pipa air yang diletakkan dari mata air yang kemudian dialirkan dan ditampung di Kelurahan Jetisharjo. Di Kelurahan Jetisharjo pihak Universitas membangun tempat penampungan air yang lengkap dengan alat seperti filer dan diesel. Tempat penampungan tersebut dikenal dengan Tirta Kencana. Berikut Gambar 4.12 tampilan dari penampungan air Tirta Kencana dan Tabel 4.5 adalah data jarak Proyek Mata air 5 dengan mata air yang lain.



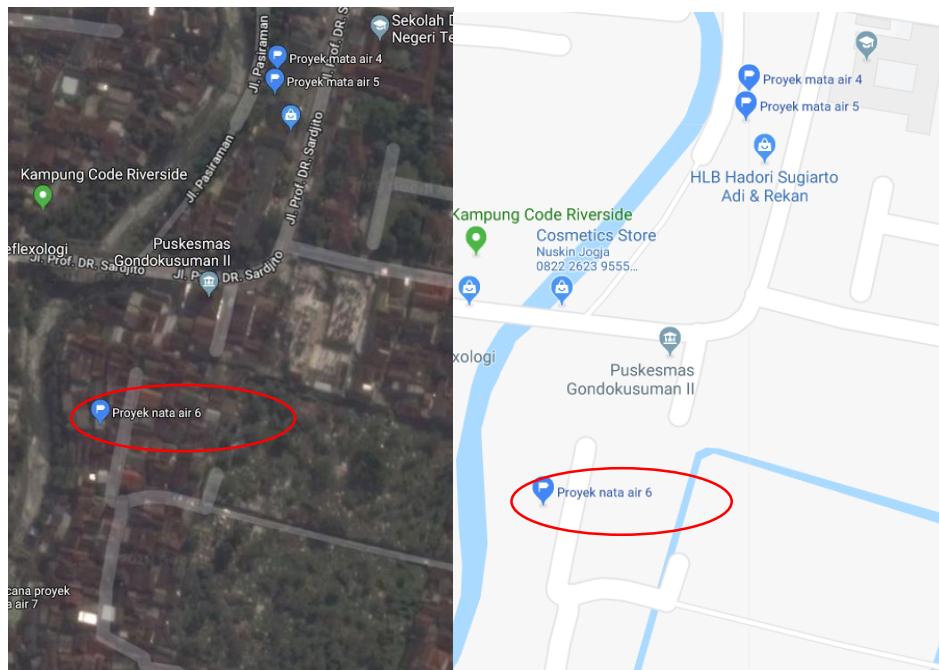
Gambar 4.12 Penampungan Air Tirta Kencana

Tabel 4.5 Tabel Jarak dari Tiap Titik dengan Titik 5

No.	Titik Mata air	Jarak Titik A ke B
1.	Titik Proyek Mata Air 5 ke 1	152 meter
2.	Titik Proyek Mata Air 5 ke 2	128 meter
3.	Titik Proyek Mata Air 5 ke 3	98 meter
4.	Titik Proyek Mata Air 5 ke 4	13 meter
5.	Titik Proyek Mata Air 5 ke 6	205 meter

f. Lokasi Proyek Mata Air 6

Titik lokasi ditinjau menggunakan Google Maps (-7.779270, 110.370539).



Gambar 4.13 Lokasi Titik Mata Air 6 dari Citra Satelit dan Google Maps



Gambar 4.14 Proyek Mata Air 6

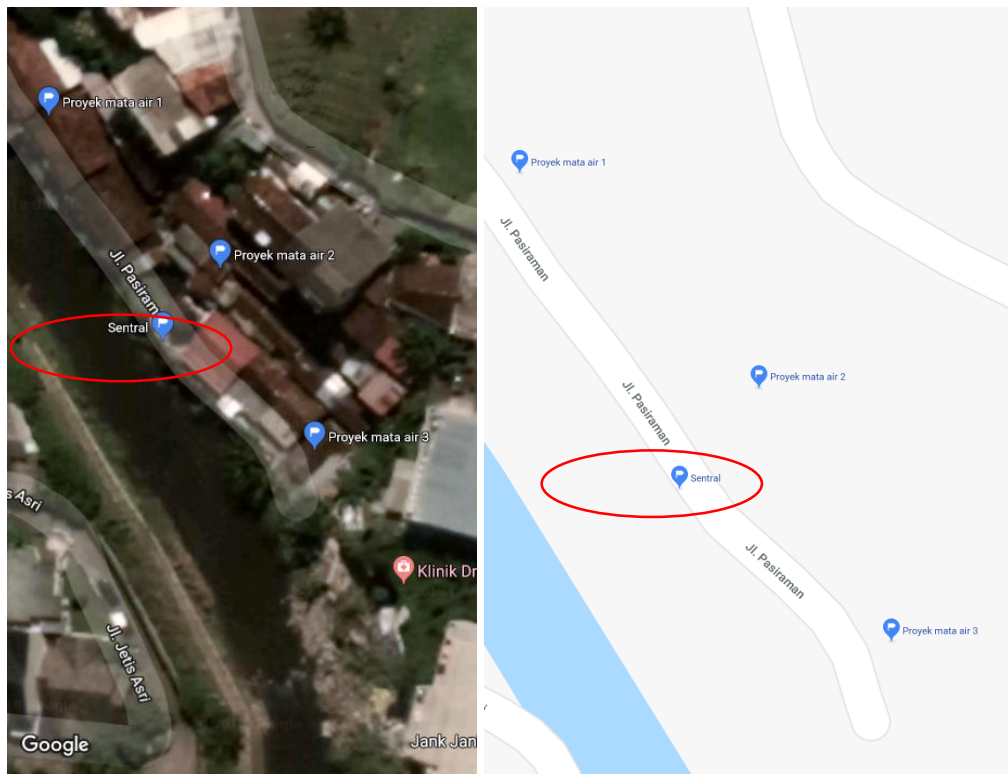
Gambar 4.13 adalah tampilan lokasi Proyek Mata Air 6 yang terletak di selatan Puskesmas Gondokusuman II tepatnya di RT 18 RW 04, Terban, Gondokusuman, Yogyakarta. Mata air ini dikelola mandiri oleh masyarakat setempat lepas dari tanggung jawab Ketua RT dan Ketua RW. Lingkungan mata air tersebut mirip dengan lokasi Proyek Mata Air 2 seperti pada Gambar 4.14. Lingkungan lokasi yang rapi namun tidak seluas lokasi Proyek Mata air 2. Dari segi *obstacle* nampak rumah penduduk yang bertingkat namun sedikit pepohonan. Lingkungan Proyek Mata Air 6 memiliki sumber daya listrik yang memadai. Proyek Mata Air 6 digunakan oleh masyarakat untuk keperluan mencuci pakaian dan digunakan untuk mandi. Proyek Mata Air 6 berpotensi untuk dilakukan penelitian lebih lanjut agar air tersebut bisa dikonsumsi seperti Proyek Mata Air 2. Tabel 4.6 dibawah adalah data jarak Proyek Mata air 6 dengan mata air yang lain.

Tabel 4.6 Tabel Jarak dari Tiap Titik dengan Titik 6

No.	Titik Mata air	Jarak Titik A ke B
1.	Titik Proyek Mata Air 6 ke 1	320 meter
2.	Titik Proyek Mata Air 6 ke 2	303 meter
3.	Titik Proyek Mata Air 6 ke 3	285 meter
4.	Titik Proyek Mata Air 6 ke 4	212 meter
5.	Titik Proyek Mata Air 6 ke 5	205 meter

g. Titik Sentral

Titik lokasi ditinjau menggunakan Google Maps (-7.776684, 110.371130).

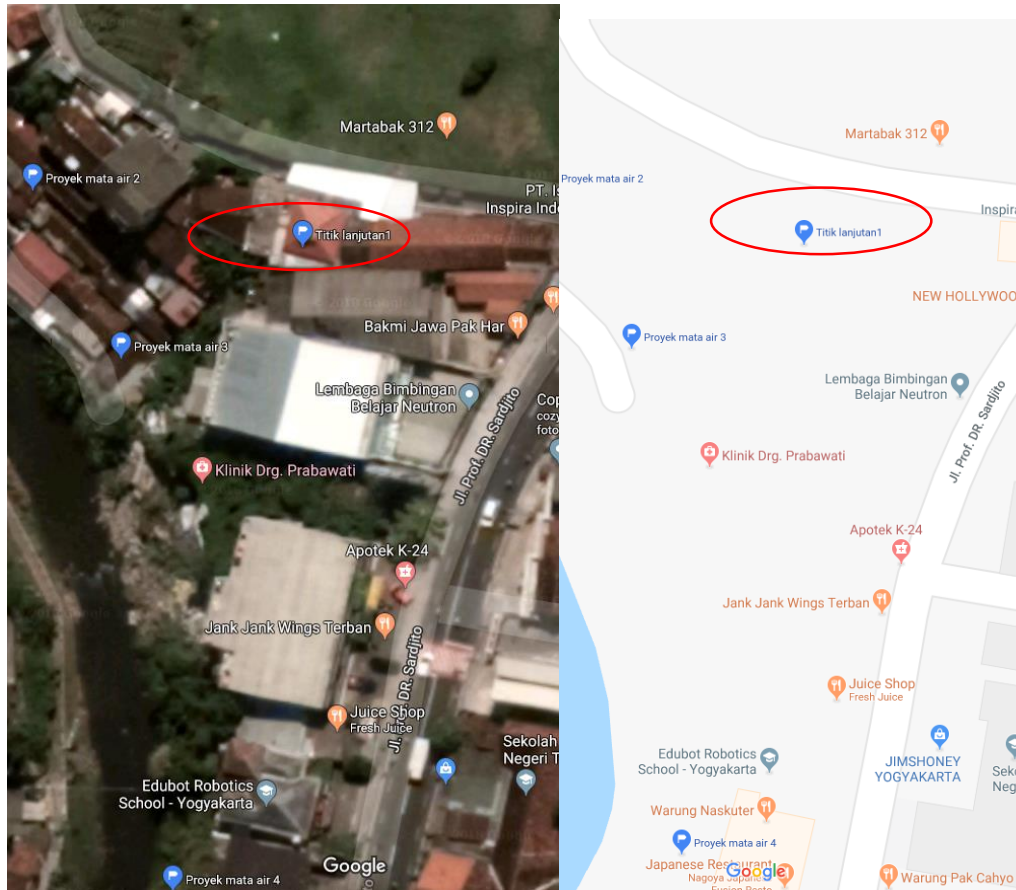


Gambar 4.15 Lokasi Titik Sentral dari Citra Satelit dan Google Maps

Titik Sentral dipilih di area yang tidak jauh dari titik Proyek Mata Air 2. Pada Gambar 4.15 adalah tampilan pemilihan lokasi titik Sentral berada di tepi bibir sungai. Lokasi tersebut menjadi tempat yang sangat bagus karena memenuhi banyak kriteria seperti posisi *line of sight* terhadap beberapa titik mata air, minim *obstacle*, dan terdapat sumber daya listrik yang baik. Namun dari segi keamanan lokasi ini sangat riskan oleh aktivitas warga yang melewati lokasi ini, untuk itu ketinggian antenna akan diukur secara matang agar aktivitas warga tidak terganggu adanya alat tersebut.

h. Titik Lanjutan 1

Titik lokasi ditinjau menggunakan Google Maps (-7.776671, 110.371578).



Gambar 4.16 Lokasi Titik Lanjutan 1 dari Citra Satelit dan Google Maps

Titik Lanjutan dibangun untuk menghubungkan dari Titik Sentral dengan server UII Net. Jumlah Titik Lanjutan yang digunakan adalah 2 titik dan diberi nama Titik Lanjutan 1 dan Titik Lanjutan 2. Titik Lanjutan 1 berlokasi di Kampung Terban jika diukur garis lurus melalui citra satelit dan Google Maps lokasi ini berjarak 34 meter dari Titik Sentral. Namun jika diukur secara rute berjalan kaki jarak kedua titik dirasa jauh karena ketinggian lokasi yang berbeda. Pada Gambar 4.16 adalah tampilan lokasi titik tersebut.

Pemilihan lokasi Titik Lanjutan 1 dipilih tepat di masjid yang berada di area tersebut. Lokasi ini dipilih karena lokasi ini memiliki ketinggian tanah rata dengan lokasi Titik Lanjutan 2 dan UII Net. Perbedaan tinggi permukaan tanah berpengaruh dalam pengukuran sinyal nantinya.

Untuk menghubungkan antara Titik Sentral dengan Titik lanjutan 1 menggunakan *fiber optic* karena perbedaan tinggi permukaan tanah. Serat *fiber optic* yang dibutuhkan berukuran kecil

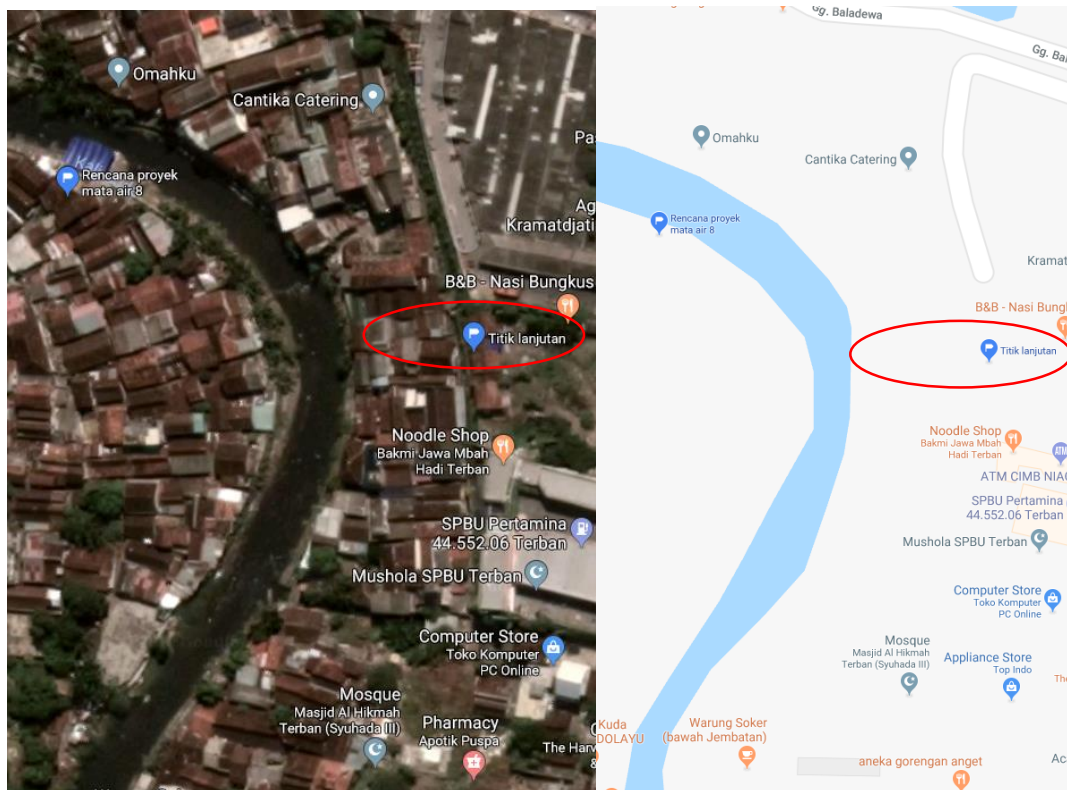
dengan jarak 84 m. Untuk pemasangan serat *fiber optic* antara Titik Lanjutan 1 dengan Titik Sentral akan diletakkan dibawah tiang listrik mengikuti alur sepanjang jalan menuju Titik Sentral. Rencana ini diharapkan agar tidak mengganggu aktivitas warga. Tabel 4.7 di bawah ini adalah data jarak antara Titik Lanjutan 1 dengan titik yang lain.

Tabel 4.7 Tabel Jarak dari Tiap Titik

No.	Titik Mata air	Jarak Titik A ke B
1.	Titik Sentral ke Titik Lanjutan 1	34 meter
2.	Titik Lanjutan 1 ke Titik Lanjutan 2	551meter

i. Titik Lanjutan 2

Titik lokasi ditinjau menggunakan Google Maps (-7.781687, 110.371871).



Gambar 4.17 Lokasi Titik Lanjutan 2 dari Citra Satelit dan Google Maps

Gambar 4.17 adalah tampilan lokasi melalui citra satelit Google Maps. Awal perencanaan dilakukan penghubungan langsung dari Titik Lanjutan 1 dengan UII Net. Setelah diobservasi lebih lanjut kondisi lingkungan dan melihat citra satelit Google Maps ketika digaris lurus antara Titik

Lanjutan 1 dengan UII Net penuh dengan gedung-gedung bertingkat. Gedung-gedung tersebut menjadi *obstacle* yang nantinya mempengaruhi kualitas sinyal. Pada gambar 4.18 tampilan gedung-gedung area dari UII Net dengan Titik Lanjutan 1. Titik Lanjutan 2 berlokasi dekat dengan SPBU Pertamina Terban. Titik lanjutan 2 berperan sebagai penerus sinyal dari Titik Lanjutan 1 dengan UII Net agar kekuatan dan kualitas sinyal tidak terganggu oleh gedung-gedung tersebut. Tabel 4.8 di bawah adalah data jarak dari masing-masing titik.



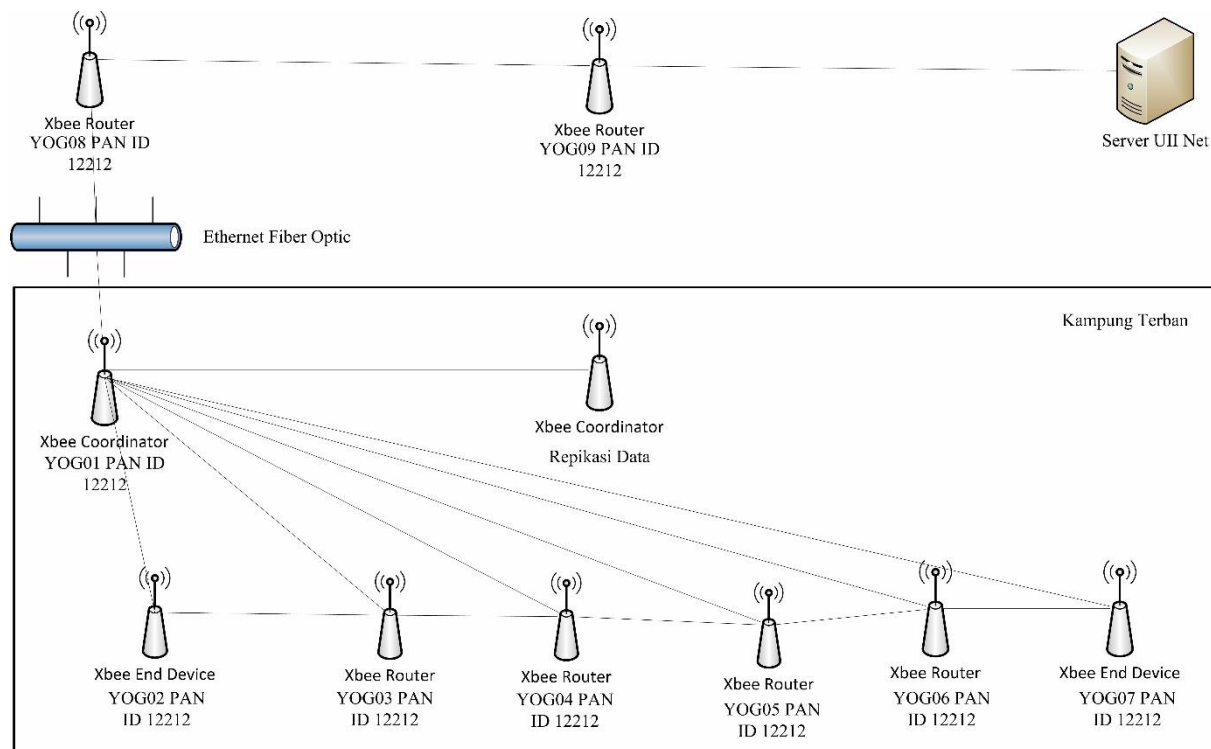
Gambar 4.18 Gedung yang Menjadi *Obstacle*

Tabel 4.8 Tabel Jarak dari Tiap Titik dengan UII Net

No.	Titik Mata air	Jarak Titik A ke B
1.	Titik Lanjutan 1 ke Titik Lanjutan 2	551 meter
2.	Titik Lanjutan 2 ke Titik Lanjutan UII Net	302,5 meter

4.2 Hasil Rancangan Interkoneksi

4.2.1 Hasil Rancangan Topologi



Gambar 4.20 Gambar Rancangan Topologi

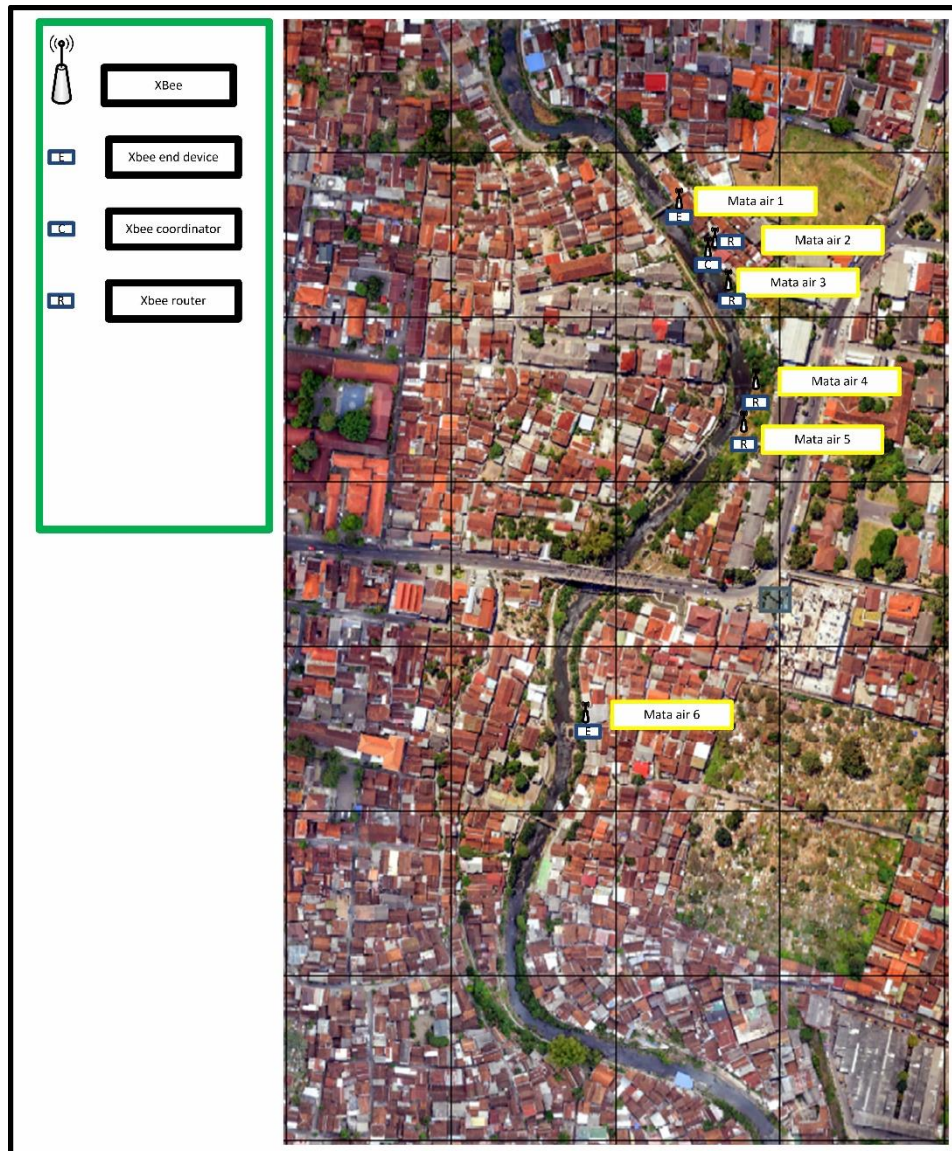
Gambar 4.20 adalah tampilan hasil rancangan topologi. Topologi tersebut nantinya diharapkan mampu bekerja dengan baik. Tiap perangkat Xbee akan diberikan nama YOG yang diikuti dengan nomor urutan dan kemudian diberikan PAN ID 12212. Untuk mempermudah pendataan pada Tabel 4.9 adalah tampilan data dari lokasi dan koordinat yang akan diletakkan perangkat sensor.

Tabel 4.9 Tabel Data Perangkat Xbee

No	Nama Lokasi	Nama Device	Koordinat Lokasi	Pan ID
1	Titik Sentral	YOG01	-7.776684,110.371130	12212
2	Mata Air 1	YOG02	-7.776395,110.370983	12212
3	Mata Air 2	YOG03	-7.776592,110.371203	12212
4	Mata Air 3	YOG04	-7.776823,110.371325	12212
5	Mata Air 4	YOG05	-7.777561,110.371398	12212
7	Mata Air 5	YOG06	-7.777672,110.371386	12212

8	Mata Air 6	YOG07	-7.779270,110.370539	12212
9	Titik Lanjutan 1	YOG08	-7.776671, 110.371578	12212
10	Titik Lanjutan 2	YOG09	-7.781687, 110.371871	12212

4.2.2 Hasil Rancangan Fisik



Gambar 4.21 Rancangan fisik Interkoneksi Antar Mata Air

Rancangan fisik berupa perencanaan diletakkan perangkat sensor dan perangkat sentral seperti pada Gambar 4.21 di atas. Pada gambar tersebut Xbee dibedakan menjadi tiga jenis, xbee end device, xbee coordinator, dan xbee router. Xbee end device berfungsi hanya mengirimkan data. Xbee Router berfungsi sebagai penerima dan pengirim data. Xbee coordinator menjadi perangkat sentral yang berfungsi menerima data (Sridharan, 2014). Penghubung antara Sentral

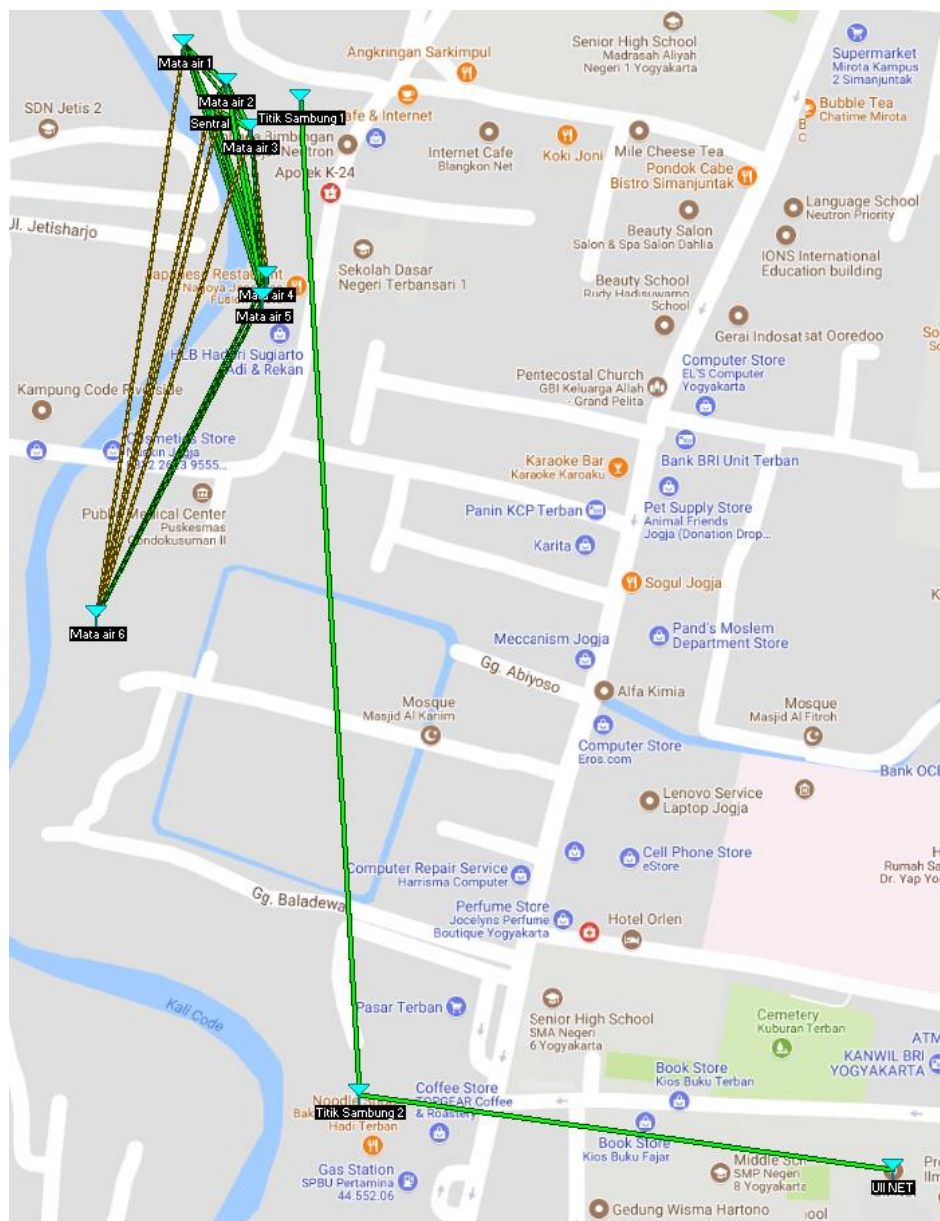
dengan Titik lanjutan menggunakan *fiber optic* yang kecil dengan jarak 84 m, dan diletakkan dibawah tiang listrik sepanjang jalan menuju Sentral dengan tiang listrik agar tidak mengganggu aktivitas warga. Untuk penghubung antara UII Net dengan Mata air tampilan seperti pada gambar 4.22 di bawah ini.



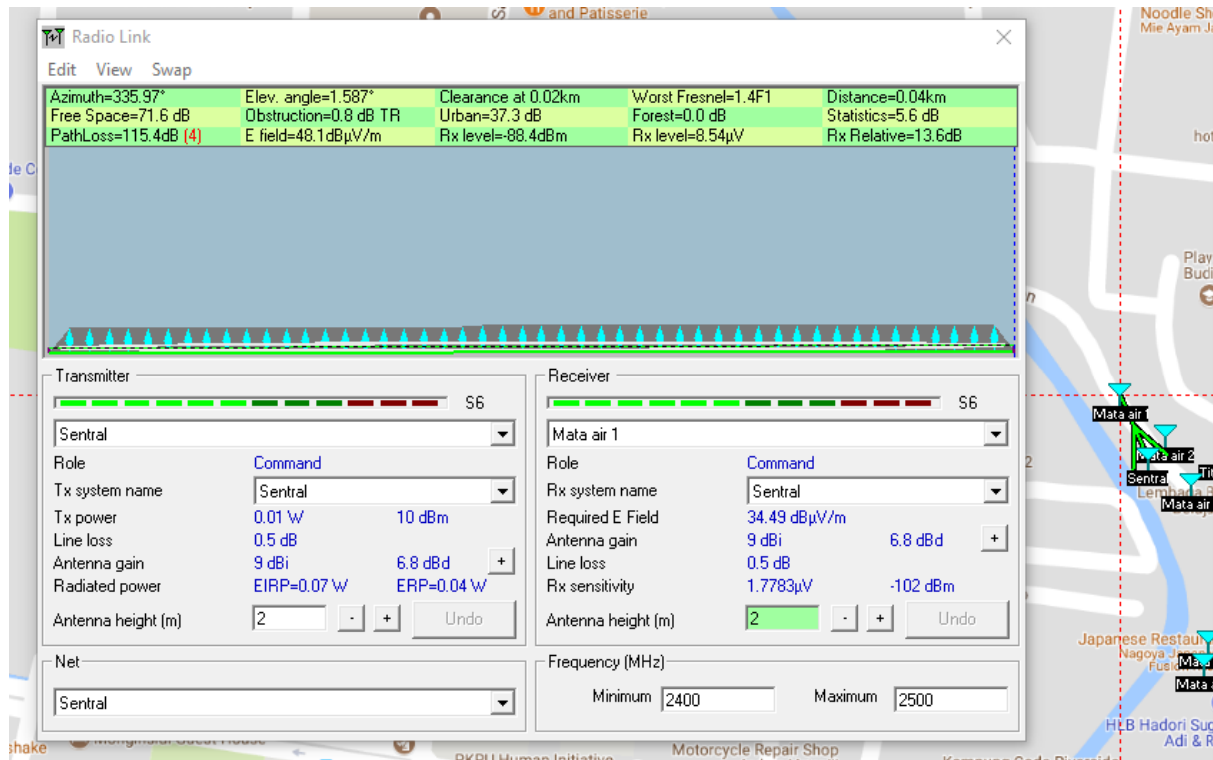
Gambar 4.22 Jalur Mata Air dengan UII Net

4.2.3 Hasil Perhitungan Sinyal Menggunakan Software RMW

Untuk keamanan perangkat Arduino dan alat sensor akan dipasang di wadah khusus kotak berukuran dengan ukuran 22 x 15 x 10 cm. Untuk Xbee di perangkat sensor dan di perangkat sentral dilengkapi antena omni yang sama dengan kekuatan 9 dBi. Pada Gambar 4.24 tampilan dari peta kekuatan sinyal. Peta tersebut dibuat menggunakan aplikasi *Radio Mobile Wireless* disingkat dengan RMW. Pada Gambar 4.25 berikut adalah tampilan dari perhitungan visibilitas menggunakan RMW. Guna mempermudah pendataan di Tabel 4.10 data analisis dari kekuatan sinyal antar mata air.



Gambar 4.23 Peta Kekuatan Sinyal



Gambar 4.24 Perhitungan Sinyal dengan RMW

Tabel 4.10 Tabel Analisis Kekuatan Sinyal Antar Mata air

No.	Mata air	Sentral	M. A 1	M. A 2	M. A 3	M. A 4	M. A 5	M. A 6
1	Sentral	-	-88,4 dBm	-80,3 dBm	-84,1 dBm	-91,7 dBm	-93,2 dBm	-101,2 dBm
2	M. A 1	-88,4 dBm	-	-85,9 dBm	-94,7 dBm	-94,5 dBm	-94,9 dBm	-102 dBm
3	M. A 2	-80,3 dBm	-85,9 dBm	-	-83,9 dBm	-93,2 dBm	-92,5 dBm	-101,2 dBm
4	M. A 3	-84,1 dBm	-94,7 dBm	-83,9 dBm	-	-102,8 dBm	-96,6 dBm	-101,4 dBm
5	M. A 4	-91,7 dBm	-94,5 dBm	-93,2 dBm	-102,8 dBm	-	-77,8 dBm	-98,5 dBm
6	M. A 5	-93,2 dBm	-94,9 dBm	-92,5 dBm	-96,6 dBm	-77,9 dBm	-	-98,3 dBm
7	M. A 6	-101,2 dBm	-102 dBm	-101,2 dBm	-101,4 dBm	-98,5 dBm	-98,3 dBm	-

Tabel 4.10 diatas menunjukkan kekautan sinyal antar mata air yang berbeda-beda namun dengan antenna omni yang sama yaitu 9 dBi. Kolom yang diasir hijau menunjukkan bahwa secara teori dan simulasi konektifitas yang dibangun masuk kategori aman. Sedangkan yang kuning menunjukkan bahwa dengan antenna omni 9 dBi kurang mampu memberikan konektifias yang baik. Dengan data tersebut pada kolom-kolom kuning dan merah sebagai contoh Mata air 4 dengan mata air 1 perlu antena yang bagus seperti antena Yagi atau menggunakan antean omni dengan kapasitas yang besar. Contoh lain mata air 6 dengan sentral perlu menggunakan antena Yagi dengan kapasitas yang besar karena lokasinya yang terlalu jauh.

4.3 Hasil Simulasi *Prototype*

Pada tahap simulasi *prototype* akan dipilih 2 titik koordinat mata air yang nantinya akan diletakkan alat sensor untuk implementasi di lapangan. Parameter yang telah disebutkan pada bab sebelumnya lokasi titik mata air yang akan dipilih adalah Proyek Mata Air 2 dengan Proyek Mata Air 4. Gambar 4.25 tampilan rancangan simulasi *protype*.



Gambar 4.25 Rancangan Simulasi *Prototype*

Mata Air 2 dengan koordinat $(-7.776592, 110.371203)$ memiliki daerah yang potensial. Daerah tersebut minim pepohonan yang rindang, memiliki wilayah yang luas dan memiliki bangunan tetap guna peletakan alat. Mata Air 4 dengan koordinat $(-7.777561, 110.371398)$ memiliki daerah yang juga minim pepohonan dan tidak ada bangunan yang menghimpit daerah

tersebut. Seperti halnya Mata Air 2, Mata Air 4 juga memiliki bangunan yang tetap guna untuk peletakan alat.

Dua lokasi tersebut dinilai sangat ideal karena dua poin tersebut sangat berpengaruh pada pemilihan sebagai titik simulasi prototype. Nilai tambah dari dua lokasi tersebut terdapat aliran suplai sumber daya listrik yang memadai. Nantinya ketika pemasangan, tim memiliki dua opsi utama dalam hal suplai listrik, dengan menggunakan aliran listrik yang ada atau memasang *solar cell*. Untuk lokasi pemasangan titik sentral dipasang pada tepi jalan di daerah lokasi Mata Air 2. Lokasi tersebut dinilai line of sight dengan Mata Air 4. Untuk sebagai bahan uji kekuatan Xbee kedua tempat tersebut dinilai memenuhi syarat *line of sight*.

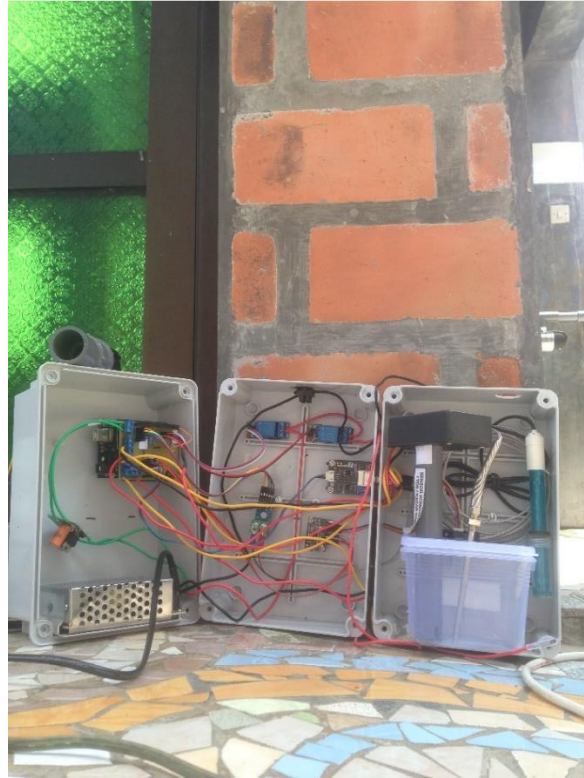
4.4 Implementasi

Tahap implementasi merupakan tahap pembuatan sistem yang akan dilakukan mengacu pada tahapan pembuatan perancangan dan perancangan sebelumnya. Proses implementasi yang akan dilakukan membutuhkan satu buah komputer, dua buah Raspberry yang telah dilengkapi dengan Xbee, dan dua antenna 9 dBi. Pada implementasi ada beberapa tahapan yang akan dilakukan. Langkah pertama adalah konfigurasi Xbee. Langkah kedua adalah implementasi uji coba di mata air Kampung Terban yang telah ditentukan letaknya. Langkah ketiga dilakukan serangkaian pengujian kualitas sinyal Xbee dari segi *range test*, *latency* dan *throughput* menggunakan software XCTU.

4.4.1 Perangkat Sistem Keseluruhan

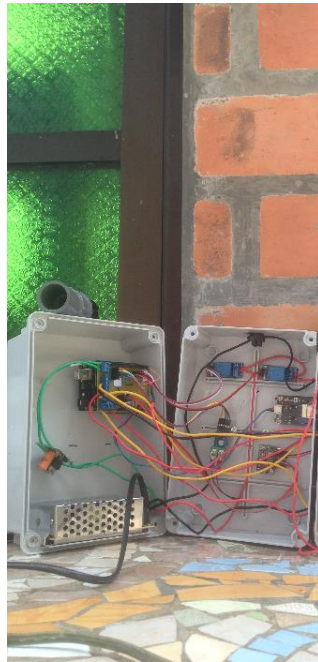
Bentuk dari sistem yang akan dibangun dibagi menjadi dua bagian yaitu perangkat sentral dan perangkat sensor. Perangkat sensor akan ditempatkan di tiap lokasi mata air. Sensor yang akan digunakan adalah sensor suhu, sensor keasaman air, sensor aliran air, sensor konduktivitas, dan sensor turbiditas.

Implementasi perangkat sensor menggunakan arduino UNO. Untuk keamanan perangkat Arduino dan alat sensor akan dipasang di wadah khusus kotak berukuran dengan ukuran 22 x 15 x 10 cm. Pada Gambar 4.26 perangkat sensor keseluruhan membutuhkan dua buah kotak.



Gambar 4.26 Perangkat Sistem Keseluruhan

Kotak yang pertama pada Gambar 4.27 ditempatkan arduino UNO, modul sensor dan aki sebagai suplai daya. Kotak yang kedua pada Gambar 4.28 berisi wadah penampung, alat pompa DC, dan alat sensor. Wadah penampung akan digunakan sebagai tempat menampung air yang akan diambil seluruh datanya. Air tersebut melewati pipa yang terhubung dengan katup solenoid. Kemudian proses pembuangan air melewati pompa DC.



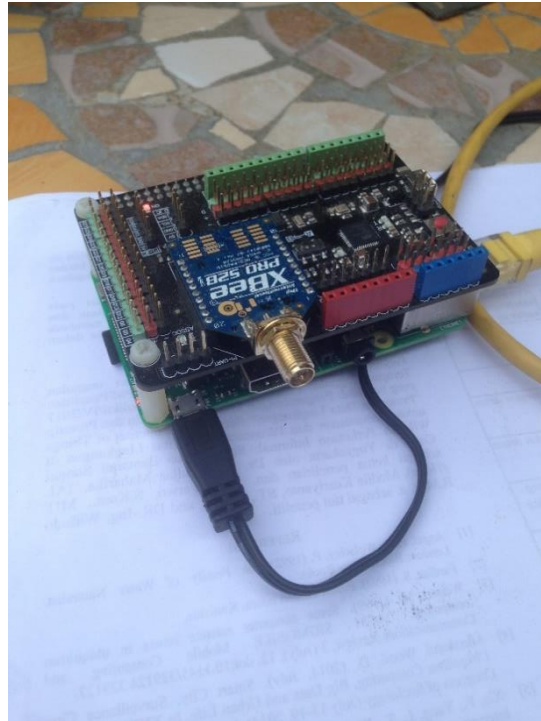
Gambar 4.27 Perangkat Sistem Keseluruhan



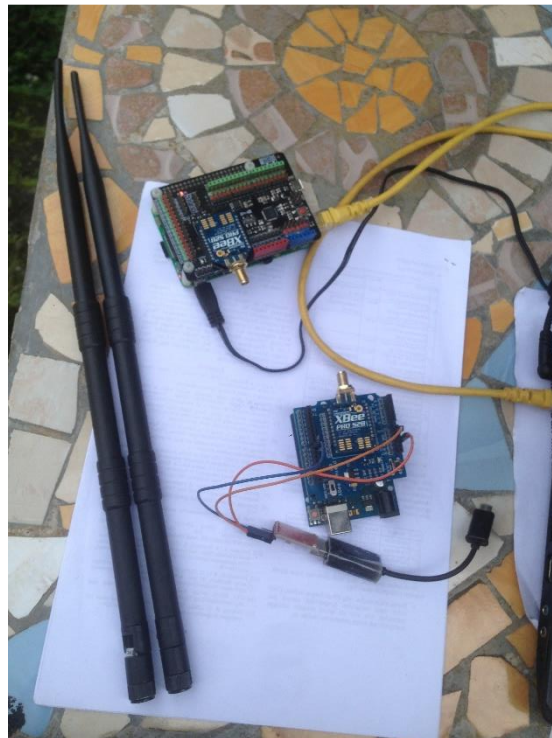
Gambar 4.28 Perangkat Sistem Keseluruhan

Implementasi perangkat sentral menggunakan Raspberry Pi yang dilengkapi dengan Xbee. Perangkat sentral pada Gambar 4.29 bertugas sebagai penerima data dari perangkat sensor. Untuk keamanan di musim penghujan perangkat sentral akan dipasang menggunakan wadah khusus

yang anti hujan. Untuk implementasi purwarupa pada sistem ini perangkat sensor dan perangkat sentral pada Gambar 4.30 akan dilengkapi dengan antenna 9 dBi.



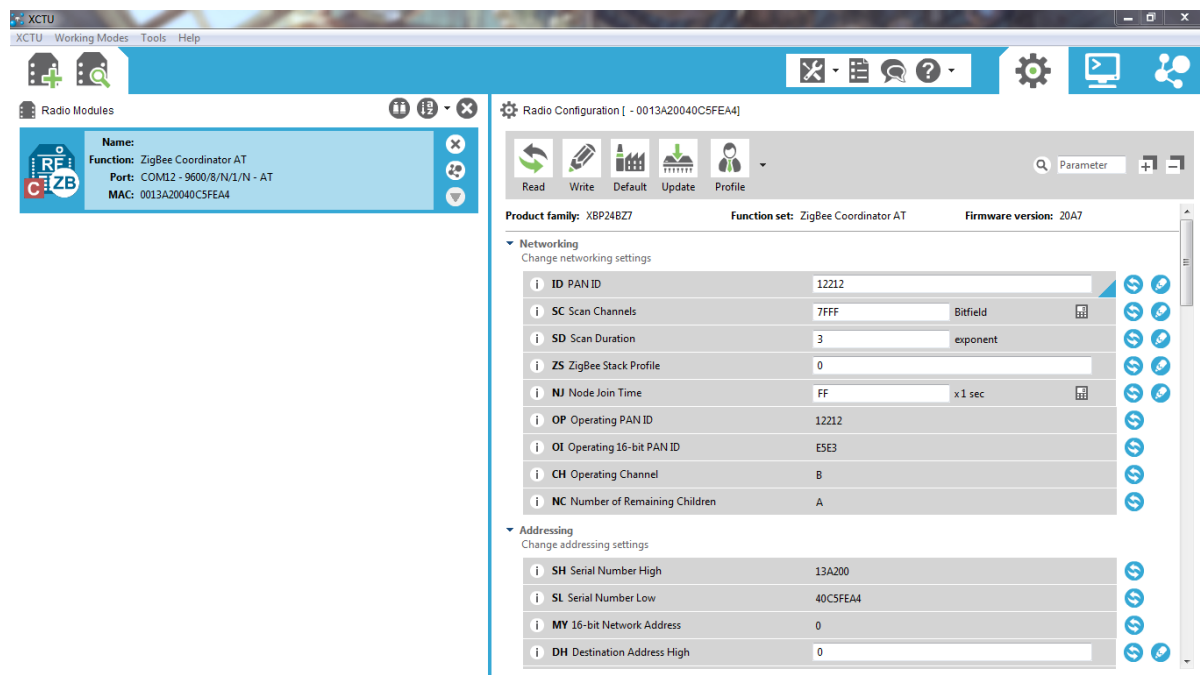
Gambar 4.29 Perangkat Sentral



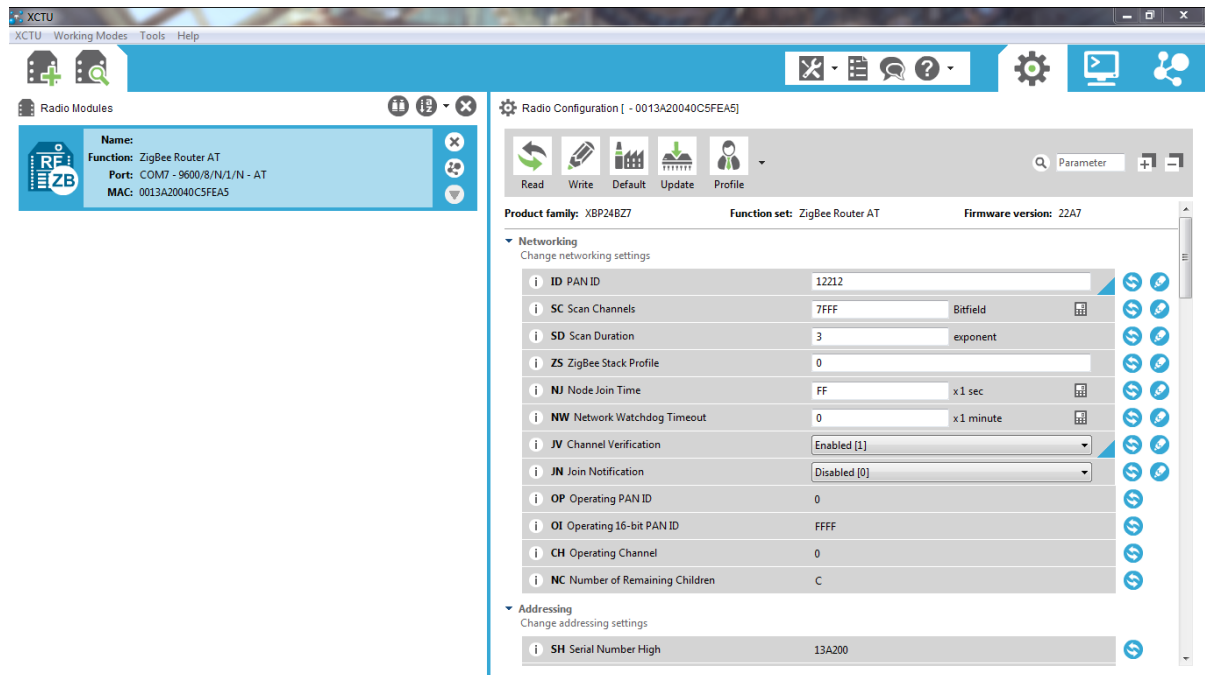
Gambar 4.30 Perangkat dengan Antena 9 dBi

Konfigurasi XBee

Langkah konfigurasi XBee menggunakan perangkat lunak yang bernama XCTU. Perangkat lunak XCTU adalah perangkat lunak yang dirancang khusus untuk memenuhi keperluan dari konfigurasi XBee. Perangkat lunak XCTU mendukung semua jenis Xbee, serta perangkat lunak XCTU ini bisa melakukan pembaruan versi. Bentuk interkomunikasi dari XBee sendiri dibagi menjadi tiga jenis, yaitu sebagai *coordinator*, *router*, dan *end device*. *Coordinator* sebagai penerima data, *router* sebagai pengirim dan sebagai jembatan tambahan apabila jarak titik terlalu jauh, dan *end device* sebagai hanya untuk pengirim. Pada implementasi saat ini Xbee di perangkat sentral dibuat menjadi *coordinator*, sedangkan Xbee di perangkat sensor sebagai *router*. PAN ID pada kedua XBee tersebut diatur menjadi 12212. Gambar 4.31 tampilan dari konfigurasi XBee perangkat sentral dan Gambar 4.32 tampilan dari konfigurasi XBee perangkat sensor.



Gambar 4.31 Konfigurasi XBee Perangkat Sentral



Gambar 4.32 Konfigurasi XBee Perangkat Sensor

4.5 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan implementasi yang telah dibangun, serta untuk memantau apakah implementasi yang telah dibangun berjalan dengan baik atau tidak. Pengujian yang akan dilakukan menggunakan perangkat lunak XCTU meliputi *range test*, *packet lose*, *latency* dan *throughput*. Perangkat yang diuji yaitu perangkat dengan sentral di lokasi Bank Air Kami dengan satu perangkat sensor di lokasi mata air empat. Pada Gambar 4.33 adalah tampilan dari perangkat sentral yang dihubungkan dengan komputer dan perangkat sensor yang dihubungkan dengan power bank.



Gambar 4.33 Mempersiapkan Alat

4.5.1 Hasil Pengujian *Range Test* dan *Packet Loss*

Pengujian *range test* dilakukan untuk menguji jarak minimal dan maksimal yang dihasilkan dengan XBee. Pengujian pertama dilakukan dengan melepas antena guna mengetahui jarak maksimal yang bisa dijangkau dengan XBee dengan asumsi tidak adanya *packet loss* yang berlangsung. Pada Gambar 4.34 hasil yang didapatkan tanpa menggunakan antena Xbee terlalu dekat hanya berjarak kurang lebih dua meter dari perangkat sentral.

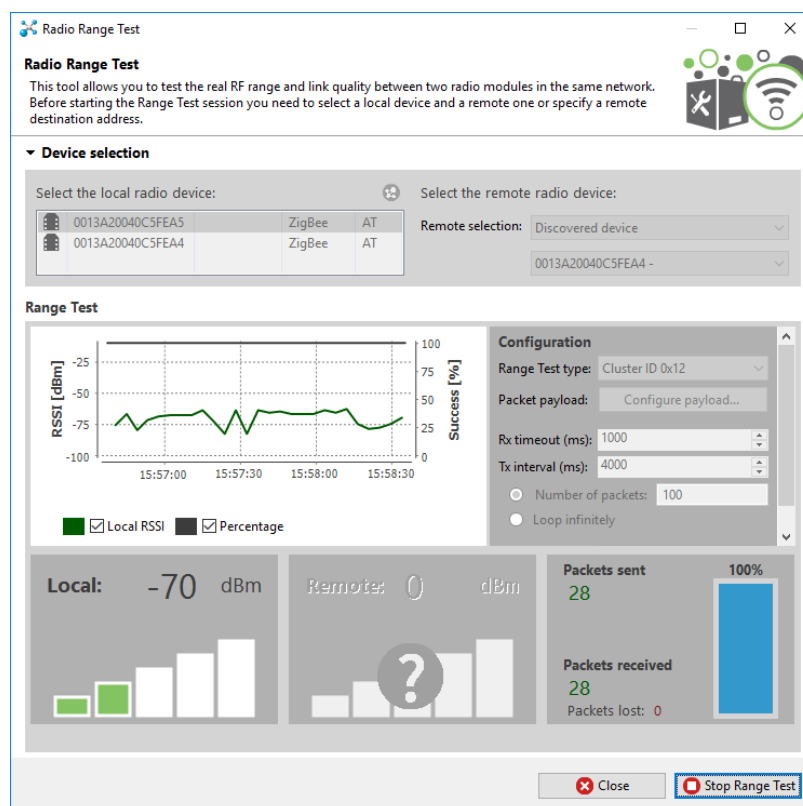


Gambar 4.34 Jarak Perangkat Sensor dengan Perangkat Sentral

Pengujian dilanjutkan dengan menggunakan antena 9 dbi di perangkat sentral maupun perangkat sensor. Pada gambar 4.35 dengan jarak tercatat 113 meter tepat di lokasi mata air empat, perangkat sensor dengan perangkat sentral komunikasi masih berjalan dengan baik. Pada Gambar 4.36 tampilan dari hasil *range test* menggunakan perangkat lunak XCTU. Pada Gambar 4.36 didapatkan kualitas sinyal -70dBm dan tidak didapati *packet loss*.



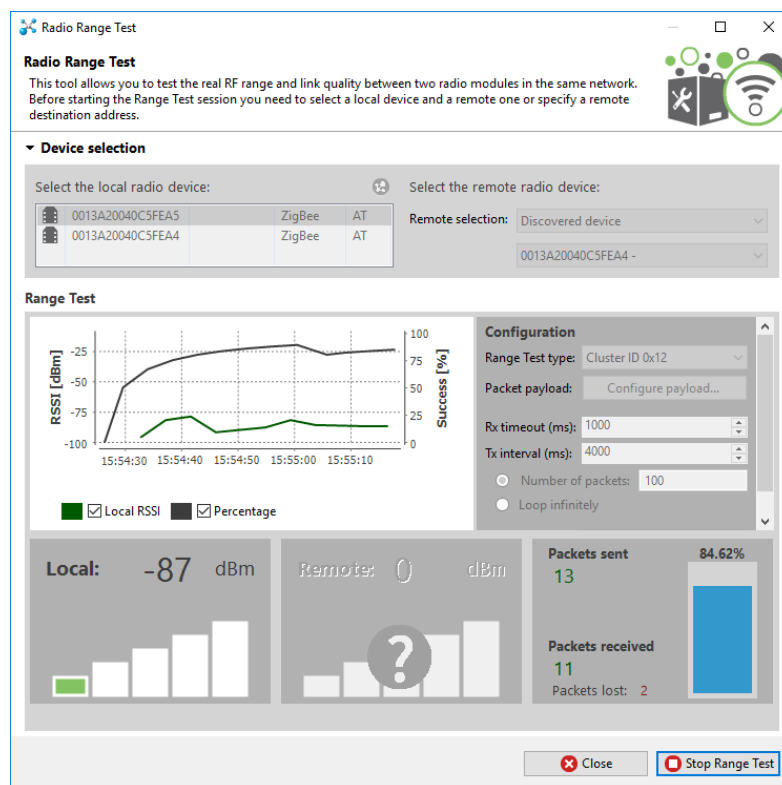
Gambar 4.35 Pengujian Jarak Menggunakan Antena 9dB



Gambar 4.36 Hasil *Range Test* Menggunakan XCTU

Gambar 4.36 diatas terdapat grafik kecil yang menunjukkan sinyal yang diterima dengan persentase sukses seratus persen. Grafik sinyal tersebut bernilai dengan rata-rata -70 dBm. Paket yang diterima dan dikirim bernilai sama 28, hal ini menunjukkan tidak ada *packet loss* dan pengiriman memiliki presentase seratus persen.

Pengujian dilanjutkan dengan menempatkan perangkat sensor kedalam ruangan di mata air empat. Dengan asumsi kedua perangkat masih bisa saling bertukar data. Pada Gambar 4.37 data dari perangkat lunak XCTU menampilkan adanya *packet loss*. Hasil data tersebut kemudian menjadi perbandingan bahwa lebih baik apabila perangkat Xbee di perangkat sensor dan perangkat Xbee di perangkat sentral diletakkan diluar dan dengan keadaan lingkungan yang *line of sight*.

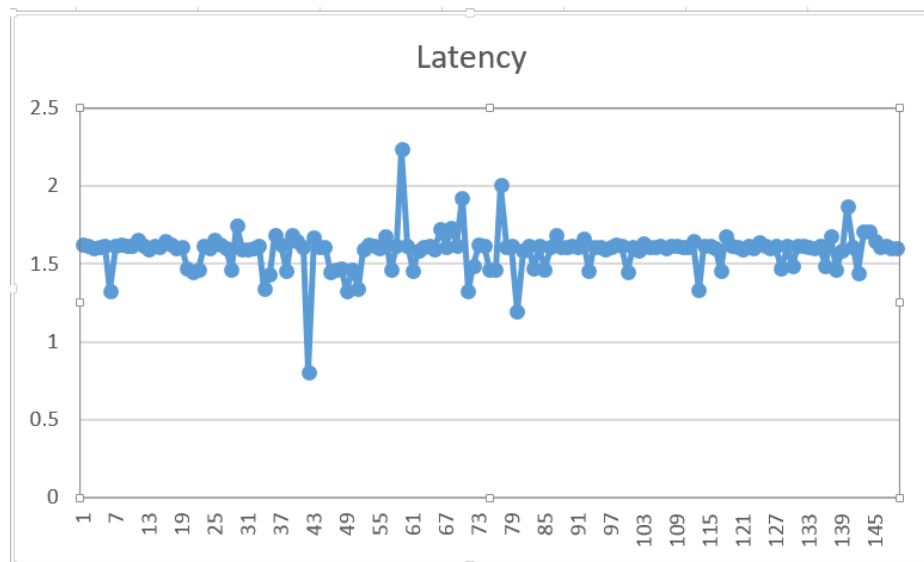


Gambar 4.37 Hasil Range Test di dalam ruangan

Gambar 4.37 diatas terdapat grafik kecil yang menunjukkan sinyal yang diterima dengan persentase yang menurun. Grafik sinyal tersebut bernilai dengan rata-rata -87 dBm. Paket yang diterima dan dikirim bernilai berbeda. Ketika paket dikirim berjumlah 13 , namun yang diterima hanya 11, hal ini menunjukkan tidak ada *packet loss* dan pengiriman memiliki presentase 84,62 persen.

4.5.2 Hasil Pengujian *Latency*

Pengujian *latency* dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam komunikasi pertukaran data. Semakin tinggi *latency* yang dihasilkan maka semakin berisiko kegagalan interkoneksi. Pada gambar 4.38 *latency* yang dihasilkan dari perangkat sensor dan perangkat sentral. *Latency* yang dihasilkan paling lama 2,2 ms dan paling cepat 0,8 ms dan rata-rata 1,6 ms. Dengan data tersebut perangkat Xbee dinilai mampu bekerja dengan baik.



Gambar 4.38 Hasil *Latency*

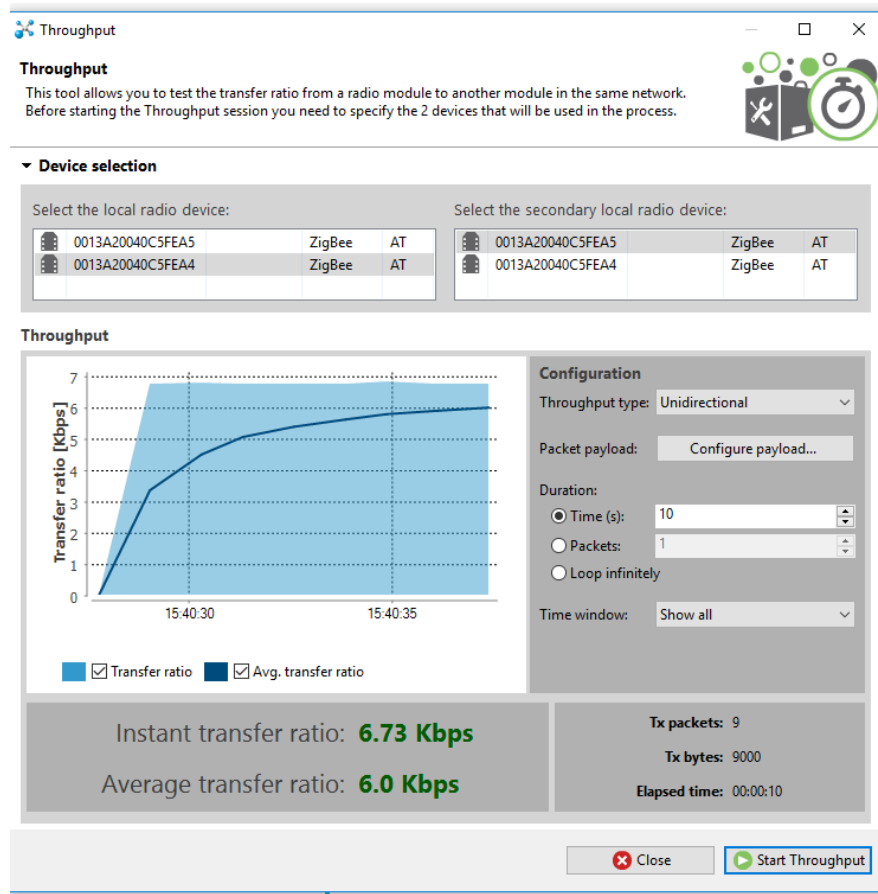
4.5.3 Pengujian *Throughput*

Pengujian *throughput* dilakukan untuk mengukur besar dari bandwidth yang digunakan selama pertukaran data berlangsung (Burchfield, Venkatesan, & Weiner, 2007). Pengujian akan menggunakan perangkat lunak XCTU. Pada Gambar 4.39 tampilan dari satu data yang dikirimkan dari perangkat sensor kemudian diterima oleh perangkat sentral dengan total 80 byte. Dengan perhitungan byte ke bit 80 byte menjadi 640 bit.

```
{YOG022,, -
180.000000,110.000000,,FL100.00,,CO581.00,,TU1960.55,,TE25.
66,,PH9.23}
```

Gambar 4.39 Bentuk data yang dikirimkan

Pada Gambar 4.40 hasil data *throughput* yang didapatkan adalah 6,73 Kbps dengan rata-rata 6 Kbps. Dengan perhitungan Kbps to bit 6 Kbps menjadi 6144 bit , dengan data tersebut perangkat XBee mampu menampung pengiriman data 640 bit dengan baik.



Gambar 4.40 Hasil *Throughput*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian di kampung Terban dapat ditarik kesimpulan yaitu perangkat Xbee mampu menghubungkan dan bekerja dengan baik untuk menghubungkan perangkat sentral dengan perangkat sensor di lokasi ekstrim pada kasus di lembah sungai Kampung Terban. Hasil pengujian *range test* dengan ukuran antena 9 dBi mampu memberikan komunikasi yang baik dengan jarak 113 meter. Waktu *latency* yang dihasilkan di perangkat Xbee cenderung stabil dan singkat. *Throughput* yang diberikan bernilai 6,73 Kbps dengan rata-rata 6 Kbps atau 6144 bit. Proses sekali pengiriman data besar data yang dikirimkan adalah 80 byte atau 640 bit.

5.2 Saran

Penelitian yang telah dilakukan masih memiliki banyak kekurangan. Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Pengembangan sistem selanjutnya disarankan menggunakan antena Yagi dengan kapasitas besar, agar pada titik-titik mata air yang paling ujung memiliki komunikasi yang lebih baik.
- b. Pengembangan sistem selanjutnya disarankan untuk titik sentral menggunakan antena omni dengan kapasitas yang besar.
- c. Untuk meningkatkan keamanan agar memperhatikan bentuk box kotak pelindung dari perangkat sentral maupun dari perangkat sensor.
- d. Pada penelitian ini komunikasi antara perangkat sensor dan perangkat sentral hanya satu arah yaitu dari sensor ke perangkat sentral. Pengembangan sistem selanjutnya diharapkan mampu membangun sistem komunikasi dua arah, sehingga mampu melakukan sinkronisasi antara perangkat sensor dengan perangkat sentral.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim1, 1990, Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air.
- Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart Cities : Definitions , Dimensions , Performance , and Initiatives Smart Cities : Definitions , Dimensions , Performance , and Initiatives, (April). <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
- Arthana, W. (2002). Kualitas air beberapa mata air di sekitar bedugul, bali (, (3), 1–9.
- Bohlen, M., Maharika, I., Yin, Z., & Hakim, L. (2014). Biosensing in the kampung. *Proceedings - 2014 International Conference on Intelligent Environments, IE 2014*, 23–30. <https://doi.org/10.1109/IE.2014.11>
- Burchfield, T. R., Venkatesan, S., & Weiner, D. (2007). Maximizing Throughput in ZigBee Wireless Networks through Analysis , Simulations and Implementations *, 1–13.
- Gabriel, J. F. 2001. Fisika Lingkungan. Cetakan Pertama. Jakarta : Penerbit Hipokrates.
- Ho-Hyun Lee, Sung-Taek Hong, Gang-Wook Shin, & Han-Il Kim. (2012). Propagation analysis of wireless mesh network for real-time monitoring around the Four Major Rivers in South Korea. *2012 International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT)*, 428–433. <https://doi.org/10.1109/ISCIT.2012.6380935>
- Indarto. (2010). Hidrologi : Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi. Jakarta: Bumi Aksara.
- Menon, K. a., P, D., & Ramesh, M. (2012). Wireless sensor network for river water quality monitoring in India. *2012 Third International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT'12)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT.2012.6512437>
- Pascual, A. E., Purbo, O. W., Budget, L., Power, R., Gain, A., Space, F., ... Installation, A. (2006). MULTIMEDIA TRAINING KIT ANTENNAS AND CABLES HANDOUT Table of Contents.
- Sridharan, S. (2014). Water Quality Monitoring System Using Zigbee Based Wireless Sensor Network, 3(2), 51–57.
- Stiawan, D. (2009). Fundamental Internetworking Development & Design Life Cycle “, (April), 1–13.
- Tolman, C. F. (1937). Ground Water. New York and London: McGraw-Hill Book Company, inc.

Xianyang, F., & Yangzan. (2013). Design and Implementation of QoS Routing Protocol for Wireless Sensor Network. *2013 Fourth International Conference on Digital Manufacturing & Automation*, (2014), 428–431. <https://doi.org/10.1109/ICDMA.2013.100>

LAMPIRAN

a. Foto Perhitungan Visibilitas dengan RMW

