

ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM TIRTA MOUNTALA MENGGUNAKAN SOFTWARE WATERCAD

(Studi Kasus: Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar)

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat-syarat
yang Diperlukan untuk Memperoleh
Ijazah Sarjana Teknik

Oleh:

MUHAMMAD ISNAINI

NIM : 1903120159



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATHOH – BANDA ACEH
2024

LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS

Tugas Akhir dengan judul “Analisis Sistem Distribusi Air Bersih Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Mountala Menggunakan *Software WaterCAD* (Studi Kasus: Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar)”, disusun oleh:

Nama Mahasiswa : Muhammad Isnaini
NIM : 1903120159
Program Studi : Teknik Sipil

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat-syarat yang diperlukan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh, telah lulus pada tanggal 30 Januari 2024.

Banda Aceh, 30 Januari 2024

Disetujui Oleh,

Pembimbing,



Akmal, ST, M. Eng, IPM
NIDN. 1308068301

Co. Pembimbing,



Yulia, ST, MT, IPM
NIDN. 1319078601

Menyetujui/Mengesahkan,

Ketua

Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. Lamalkhani, ST, M.Eng.
Sc, IPM, ASEAN Eng
NIK. 19821027 201409 1 001

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Aceh



Prof. Dr. Ir. Halqidar A. Rani, ST, MM,
IPU, ASEAN Eng, ACPE, APEC Eng
NIK. 19700314 200004 2 001

LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI

"Analisis Sistem Distribusi Air Bersih Perusahaan Daerah Air Minum Tirta
Mountala Menggunakan *Software WaterCAD* (Studi Kasus:
Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar)"

Disusun oleh:

Nama Mahasiswa : Muhammad Isnaini
NIM : 1903120159
Program Studi : Teknik Sipil

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata-1 (S-1) di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh.

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing, Co Pembimbing dan Dosen Penguji untuk disahkan.

Banda Aceh, 30 Januari 2024

Pembimbing,

Co. Pembimbing,

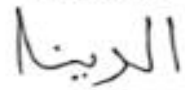

Akmal, ST, M. Eng, IPM
NIDN. 1308068301

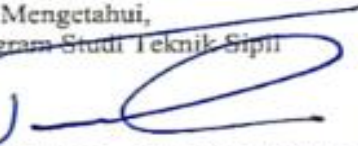

Yulia, ST, MT, IPM
NIDN. 1319078601

Penguji I,

Penguji II,


Ir. Ahsan Jass, ME
NIDN. 0108055301


Aldina Fatimah, ST, MT, IPM
NIDN. 1320058901


Mengetahui,
Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Fatmahanani, ST, M.Eng.Sc, IPM, ASEAN Eng
NIK. 19821027 201409 1 001

KATA PENGANTAR

“BISMILLAHIRRAHMANIRRAHIM”

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA sehingga penulis tugas akhir ini dapat diselesaikan pada waktunya.

Tugas akhir ini berjudul **“Analisis Sistem Distribusi Air Bersih Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Mountala Menggunakan *Software Watercad* (Studi Kasus: Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar)”**, ditulis dalam rangka melengkapi dan memenuhi salah satu syarat yang diperlukan untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Teknik Sipil pada Universitas Muhammadiyah Aceh.

Dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan tugas akhir ini, penulis telah memperoleh bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak terutama pembimbing. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih yang tulus kepada Bapak Akmal ST., M. Eng., IPM sebagai pembimbing dan juga kepada Ibu Yulia ST., MT, IPM sebagai co. Pembimbing. Selanjutnya, pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan terimakasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh Prof. Dr. Hj. Hafnidar A. Rani, ST., MM, IPU, ASEAN Eng, ACPE
2. Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh Dr. Ir. Tamalkhani, ST. M.Eng. Sc., IPM, ASEAN Eng dan Ibu Sekretaris Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh Cut Nawalul Azka, S.ST, MT.
3. Tenaga Pengajar pada Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh.
4. Bapak Akmal, ST., M. Eng sebagai Pembimbing dan Ibu Yulia, ST., MT, IPM sebagai Co. Pembimbing yang telah Membantu Penyusunan Penelitian Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. M. Ahsan Jass., ME Sebagai Pembahas I dan ibu Aldina Fatimah ST., MT., IPM Yang telah memberi masukan dan perbaikan pada Tugas Akhir.
6. Kedua orang tua ayahanda Muhammad Husen dan Ibunda Irawati, serta abang saya tercinta Saidi Maulana dan Adik-adik tercinta Muhammad Iqfar, Shiba

Salsabil yang selalu berdoa dan memberikan dorongan untuk keberhasilan penulis.

7. Kepada Vazilla, Spd yang telah berjuang bersama dan telah memberi support sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan sempurna.
8. Rekan – rekan Seperjuangan mahasiswa Teknik Sipil lainnya terima kasih atas semangat dan bantuannya selama ini.

Akhirnya kepada ALLAH SWT jugalah penulis berserah diri dan berharap semoga tulisan ini dapat berguna bagi pembaca.Amin.

Bathoh, 30 januari 2024
Penulis

Muhammad Isnaini
NIM.1903120159

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGESAHAN	i
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN	4
2.1 Pengertian air	4
2.2 Air Bersih dan Air Minum	4
2.3 Proyeksi Jumlah Penduduk	5
2.3.1 Metode Linier.....	5
2.3.2 Metode Geometrik	6
2.4 Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih.....	7
2.5 Kriteria Desain	7
2.5.1 Kebutuhan Air Domestik	8
2.5.2 Kebutuhan air Domestik	8
2.5.3 Kehilangan air	9
2.5.4 Fluktuasi Pemakaian air Minum	10
2.6 Perpipaan transmisi dan distribusi.....	11
2.6.1 Penentuan dimensi perpipaan transmisi dan distribusi	12
2.6.2 Perhitungan kecepatan aliran dalam pipa.....	14
2.7 Program WaterCAD V8-i	14
2.8 Penelitian Terdahulu	15
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Objek dan Lokasi Penelitian	17
3.2 Jenis dan Sumber Data	17

3.3	Survey Lokasi dan identifikasi.....	18
3.4	Pengolahan Data.....	18
3.4.1	Proyeksi jumlah pelanggan	12
3.4.2	Perhitungan kebutuhan air bersih.....	12
3.4.3	Pengolahan data dengan progam WaterCAD V8-i	12
3.5	Analisis Data	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		28
4.1	Proyeksi Pertumbuhan Pelanggan.....	28
4.1.1	Analisisi Proyeksi Pelanggan Metode Linier.....	28
4.1.2	Analisa Proyeksi Jumlah Pelanggan	
4.2	Perhitungan Kebutuhan Air Bersih.....	27
4.3	Perhitungan sistem jaringan Pipa Menggunakan <i>Software</i> Watercad V8 i	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		29
5.1	Kesimpulan	29
5.2	Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA		30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tampilan Awal Program WaterCad V8-I.....	20
Gambar 3.2 Penentuan Skala Gambar	20
Gambar 3.3 Mengubah Satuan International (SI)	21
Gambar 3.4 Background Penggambaran.....	22
Gambar 3.5. Memberikan Nomor Pada Node- Node (Simpul Pipa)	22
Gambar 3.6. Tampilan Running <i>WaterCAD</i>	23
Gambar 3.7 Hasil dari <i>software WaterCAD</i>	23

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Transmisi dan Distribusi	11
Tabel 2.9. Penelitian Terdahulu.....	15
Tabel 4.1 Laju Pertumbuhan pelanggan.....	26
Tabel 4.2 Jumlah Penduduk Kecamatan Peukan Bada dengan Metode Linier...	26
Tabel 4.3 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Untuk Jumlah Pelanggan	27

LAMPIRAN A

Gambar A.3.1	Bagan Alir Penelitian (1/2)	31
Gambar A.3.2	Peta Provinsi Aceh.	33
Gambar A.3.3	Peta Kabupaten Besar	33
Gambar A.3.4	Peta Batas Administrasi	35
Gamabr A.3.5	Peta Distribusi Air Kecamatan Peukan Bada.....	36
Gambar A.3.6	Hasil Watercad Kecamatan Peukan Bada	37
Gambar A.3.7	Dokumentasi Penelitian	38

LAMPIRAN B

Tabel B.1	Data Jumlah Pelanggan Peukan Bada	43
Tabel B.2	Koefisien Hazen William	45
Tabel B.2	Hasil <i>Software WaterCAD</i>	46

LAMPIRAN C

Perhitungan C.1.	Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Metode Linier	47
Perhitungan C.2.	Perhitungan Kebutuhan Air Bersih	48
Perhitungan C.3.	Perhitungan Hasil Software Watercad V8-i	49
Perhitungan C.3.1	Perhitungan Kecepatan (V)	50
Perhitungan C.3.2	Perhitungan Headloss Gradient.....	50

ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM TIRTA MOUNTALA MENGGUNAKAN SOFTWARE WATERCAD

(Studi Kasus: Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar)

Oleh:

Muhammad Isnaini
1903120159

Pembimbing:

Akmal, ST, M. Eng, IPM

Co. Pembimbing:

Yulia, ST., MT, IPM

ABSTRAK

Pertumbuhan jumlah pelanggan yang diikuti dengan peningkatan keadaan sosial ekonomi masyarakat menyebabkan peningkatan kebutuhan terhadap air baik dari segi kualitas maupun kuantitas hal tersebut juga terjadi di Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar. Hasil pengamatan secara langsung dan data Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Mountala Aceh Besar pada tahun 2023 di wilayah pelayanan Sistem Pengembangan Air Minum (SPAM) Instalasi Pengolahan Air (IPA) Peukan Bada, terdapat permasalahan yang terjadi pada pipa transmisi, yaitu pipa dari *intake* (sumber air baku utama) menuju ke Air IPA yang akan didistribusikan ke masyarakat. Meningkatnya jumlah penduduk sama halnya semakin meningkatnya pemenuhan akan kebutuhan air bersih. Permasalahan tersebut harus ditanggulangi dengan perencanaan dan pengembangan pipa dengan jenis dan diameter yang tepat sesuai hasil menggunakan *software WaterCAD V8-i*. Tujuan penelitian untuk mengetahui besarnya kebutuhan air pada tahun 2023 serta tahun 2028 dan mengetahui perencanaan dan pengembangan distribusi air bersih dengan *software WaterCAD*. Ruang lingkup masalah mengacu hanya satu kecamatan dan hanya merencanakan pipa induk pada *sotware WaterCAD*. Metode yang digunakan untuk mencari proyeksi jumlah pelanggan adalah metode linear dan untuk perencanaan serta pengembangan jaringan menggunakan *software WaterCAD*. Dari hasil perhitungan analisa pertumbuhan pelanggan Peukan Bada pada tahun 2028 dengan jumlah pelanggan 5.547 jiwa serta kebutuhan air harian rata-rata sebanyak 6,009 liter/detik, kebutuhan harian maksimum pada tahun 2028 sebesar 6,911 liter/detik dan kebutuhan jam puncak pada tahun 2028 sebesar 9,014 liter/detik. Perencanaan dan pengembangan jaringan pipa di Peukan Bada menggunakan *software WaterCAD*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pada tahun 2028 pertumbuhan pelanggan sebanyak 5.547 pelanggan dan kebutuhan air rata-rata sebanyak 6,009 liter/detik sedangkan IPA Lambadeuk menyediakan air sebesar 20 liter /detik sehingga air pada 2028 air untuk daerah pelayanan Peukan Bada masih cukup.

Kata Kunci : Air, Kecamatan Peukan Bada, Pelanggan, *Watercad V8-i*

BAB I

PENDAHULUAN

Sumber daya air adalah sumber daya berupa air yang berguna atau potensial bagi manusia. Kegunaan air meliputi penggunaan di bidang pertanian, industri, rumah tangga, rekreasi, dan aktivitas lingkungan. Sangat jelas terlihat bahwa seluruh manusia membutuhkan air. Air bersih adalah air tawar yang sudah siap dikonsumsi oleh masyarakat luas dan tidak mempunyai dampak negatif bagi kesehatan masyarakat. Sebagai kebutuhan vital bagi masyarakat, air bersih harus selalu tersedia guna mempertahankan kelangsungan hidupnya. Karena pentingnya kebutuhan akan air bersih, maka adalah hal wajar jika air bersih mendapatkan prioritas penanganan utama karena menyangkut kehidupan orang banyak.

Perencanaan air bersih diperlukan desain, cara pengumpulan, pemurnian, transmisi, dan distribusi yang baik. Demikian halnya yang dilakukan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Aceh Besar. PDAM Aceh Besar adalah sebuah perusahaan yang mengelola dan mensuplai kebutuhan air bersih untuk wilayah Aceh Besar. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih tersebut, PDAM Aceh Besar terus melakukan perbaikan pelayanan dengan meningkatkan kualitas air yang dikirim, menambah jumlah kapasitas produksi dan juga melalui perbaikan perbaikan sistem jaringan distribusi (Bernadhy, 2004). Sistem jaringan tertutup PDAM Aceh Besar diharapkan dapat mendistribusikan air bersih secara merata dan seimbang ke seluruh lokasi jaringan sesuai kebutuhan masing-masing.

Di Kabupaten Aceh Besar terdapat sumber air yang terdiri dari sumber air asli berupa mata air, danau, dan reservoir (waduk/embung). PDAM Aceh Besar menggunakan Embung Lambadeuk yang terletak di Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar dengan titik koordinat 5°32'31.5"LU 95°14'03.8"BT sebagai sumber air yang dapat mencukupi kebutuhan air pada masyarakat daerah pelayanan Peukan Bada, sehingga penyaluran air bersih yang dilakukan oleh PDAM Aceh Besar dapat memenuhi kebutuhan air standart nasional.

Pertumbuhan jumlah penduduk yang diikuti dengan meningkatnya keadaan sosial ekonomi masyarakat Aceh Besar di Kecamatan Peukan Bada menyebabkan

peningkatan yang sangat signifikan terhadap kebutuhan air baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Setiap tahun terjadi peningkatan pertumbuhan dan kepadatan penduduk yang tinggi seperti meningkatnya pembangunan kompleks perumahan, toko, dan perkantoran. Hal ini dapat berimplikasi terhadap akses untuk memperoleh air bersih sehingga bertambahnya jumlah pelanggan PDAM di Kecamatan Peukan Bada.

Permasalahan tersebut harus disesuaikan dengan pemilihan peralatan pompa dan transmisi air. Debit ketersediaan air di daerah Kecamatan Peukan Bada harus melebihi dari kapasitas pertumbuhan penduduk tersebut, sehingga kebutuhan air di masyarakat terpenuhi.

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah berapa kebutuhan air bersih yang harus disediakan oleh PDAM Aceh Besar untuk daerah pelayanan Peukan Bada untuk proyeksi pelanggan tahun 2023 sampai 2028 dan bagaimana hasil perencanaan serta pengembangan sistem distribusi air bersih dengan bantuan *software WaterCAD*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui besarnya kebutuhan air yang harus disediakan oleh PDAM Aceh Besar untuk daerah pelayanan Peukan Bada proyeksi pelanggan tahun 2023 sampai 2028 dan mengetahui hasil perencanaan serta pengembangan sistem jaringan distribusi air bersih dengan bantuan *software WaterCAD*.

Penelitian ini hanya membahas tentang kebutuhan air pada tahun 2028 dan bagaimana pengembangan perencanaan jaringan pipa menggunakan *software WaterCAD* di Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar. Penelitian ini hanya menggunakan data pelanggan dan data pipa pada daerah pelayanan Peukan Bada. Manfaat yang didapat dalam penelitian ini adalah sebagai bahan acuan untuk mengetahui berapa kebutuhan air PDAM Aceh Besar sampai tahun 2028 di daerah pelayanan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar. Kemudian juga dapat dijadikan sebagai bahan referensi bagi peneliti lain yang akan mengangkat tema yang sama namun dengan sudut pandang yang berbeda.

Metode yang digunakan untuk mencari proyeksi jumlah pelanggan adalah metode linear dan untuk perencanaan serta pengembangan jaringan pipa menggunakan *software WaterCAD*. Perhitungan untuk mencari proyeksi

menggunakan metode linear persamaan 2.2. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode linear untuk mencari jumlah pelanggan pada tahun yang akan datang, maka diperoleh hasil perhitungan dimana pada tahun 2028 mengalami pertumbuhan pelanggan sebanyak 5.547 jiwa serta jumlah kebutuhan air harian rata-rata pada tahun 2028 sebesar 6,009 liter/detik, kebutuhan harian maksimum pada tahun 2028 sebesar 6,911 liter/detik dan kebutuhan jam puncak pada tahun 2028 sebesar 9,014 liter/detik. Perencanaan dan pengembangan jaringan pipa di Peukan Bada menggunakan *software WaterCAD*. Maka diperoleh hasil perhitungan kecepatan (*velocity*) dan *Headloss Gradient* secara otomatis.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pada tahun 2028 mengalami pertumbuhan pelanggan sebanyak 5.547 jiwa dan kebutuhan air harian rata-rata sebesar 6,009 liter/detik sedangkan intake lambadeuk menyediakan air sebesar 20 liter/detik sehingga kebutuhan air pada tahun 2028 tersebut masih cukup untuk daerah pelayanan Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar.

BAB II

TINJAUAN KEPUSTAKAAN

Tinjaun pustaka adalah peninjauan kembali pustaka–pustaka yang terkait. Yang memiliki kegunaan untuk mengkaji sejarah permasalahan, untuk mendalami landasan teori yang berkaitan dengan permasalahan dan mengkaji kelebihan dan kekurangan hasil penelitian terdahulu. (Setyawan, 2014).

2.1 Pengertian Air

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 1405/Menkes/SK/XI/2002 tentang persyaratan kesehatan lingkungan kerja perkantoran dan industri terdapat pengertian mengenai air bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air bahwa yang dimaksud dengan air adalah semua air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, kecuali air laut dan air fosil.

2.2 Air Bersih dan Air minum

Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau melakukan aktivitas mereka sehari-hari dan memenuhi persyaratan untuk pengairan sawah, untuk treatment air minum dan untuk treatment air sanitasi. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM). Dengan persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisika, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan sehingga apabila

dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping. (ketentuan umum Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010).

Pengertian air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan yang dapat diminum. Alasan kesehatan dan teknis yang mendasari penentuan standar kualitas air minum adalah efek dari setiap parameter jika melebihi dosis yang telah ditetapkan. (Maryanto, 2013).

2.3 Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk merupakan perhitungan ilmiah berdasarkan dari data komponen-komponen yang mempengaruhi laju pertumbuhan penduduk. Adapun komponen-komponen tersebut meliputi data kelahiran, data kematian dan data perpindahan penduduk (Rahmi, 2017).

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi meningkatnya kebutuhan air bersih adalah sebagai berikut:

1. Jumlah penduduk suatu wilayah
2. Kecepatan pertumbuhan penduduk
3. Gaya hidup
4. Perubahan iklim

Oleh sebab itu, analisa ini selanjutnya dapat digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk pada tahun-tahun yang akan datang. Metode yang digunakan dalam proyeksi penduduk, antara lain:

1. Metode linear
2. Metode geometrik

2.3.1 Metode Linear

Menurut Permen PU No. 18/PRT/M/2007 metode ini mengasumsikan pertumbuhan penduduk yang jumlahnya konstan dari tahun ke tahun. Rumus metode linear dapat dilihat dalam persamaan (2.1) dan (2.2) sebagai berikut:

$$P_n = P_0 + (n \times r) \dots\dots\dots(2.1)$$

$$r = P_t - P_0 \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk proyeksi pada tahun ke – n

P_0 = Jumlah penduduk pada awal tahun data

P_t = Jumlah penduduk pada tahun data berikutnya

r = Laju pertumbuhan penduduk rata- rata

n = Jumlah waktu tahun proyeksi

2.3.2 Metode geometrik

Menurut Permen PU No.18/PRT/M/2007 metode geometrik mengasumsikan tingkat pertumbuhan penduduk tiap tahunnya akan selalu proporsional dengan jumlah penduduk tahun sebelumnya.

Rumus metode geometrik dapat dilihat dalam persamaan (2.3) dan (2.4) sebagai berikut:

$$P_n = P_t + (1 + r)^n \dots\dots\dots(2.3)$$

$$P_n = [(P_t/P_0)^{1/t}-1] \times 100 \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk proyeksi pada tahun ke – n

P_0 = Jumlah penduduk pada awal tahun data

P_t = Jumlah penduduk pada tahun data berikutnya

r = Laju pertumbuhan penduduk (%)

t = Selang waktu tahun data

n = Jumlah waktu tahun proyeksi

Menurut Mahdariza dan Ashari (2018), faktor-faktor yang mempengaruhi ketelitian proyeksi penduduk antara lain:

- 1) Jumlah populasi penduduk dalam suatu area.
- 2) Kurun waktu proyeksi.

- 3) Kecepatan pertumbuhan penduduk, dimana kecepatan pertumbuhan penduduk tinggi akan mengurangi ketelitian proyeksi.

2.4 Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih

Kategori kegiatan perencanaan untuk sistem distribusi air bersih/minum menurut Martin (2004) ada dua kategori yaitu:

1. Perencanaan pada daerah yang belum ada sistem distribusi perpipaan sama sekali atau biasa disebut sebagai *green area*.
2. Perencanaan pada daerah yang sudah ada sistem distribusi sebelumnya dan sifat perencanaan adalah mengembangkan sistem yang sudah ada.

Secara umum perbedaan langkah-langkah dalam perencanaan dari kedua kategori tersebut adalah pada daerah perencanaannya. Ada dua hal penting yang harus dikaji dalam merancang sistem air bersih yaitu:

1. Kajian dari sisi kebutuhan air.
2. Kajian dari sisi pasokan air.

2.5 Kriteria Desain

Kriteria desain untuk setiap sistem penyediaan air minum, pipa transmisi dan pipa distribusi berdasarkan Pedoman T-09-2005-C PAM BM Badan Litbang Dinas Pekerjaan Umum dan Petunjuk Praktis Pembangunan Penangkap Mata Air (PMA) Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Direktorat, Jenderal Tata Perkotaan dan Tata Perdesaan, untuk sarana air bersih mengambil sumber dari mata air adalah sebagai berikut:

1. Skala komunal.
2. Asumsi kebutuhan 30-60 liter per orang/hari.
3. Waktu pengambilan 8-20 jam per hari.

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Cipta Karya Penyusunan Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM). Kriteria Perencanaan teknis yang digunakan adalah sebagai berikut:

2.5.1 Kebutuhan air domestik

Kebutuhan air domestik adalah air yang diperlukan untuk rumah tangga, biasanya diperoleh dari sumur dangkal, perpipaan, hidran umum. Jumlah kebutuhan air rumah tangga sangat tergantung dari jumlah penghuni rumah (Kusuma, 2016).

Penyediaan air baku untuk keperluan rumah tangga dihitung dengan berdasarkan:

1. Jumlah penduduk
2. Presentase jumlah penduduk yang akan dilayani
3. Cara pelayanan air
4. Konsumsi pemakaian air (liter/orang/hari)
5. Cakupan pelayanan

Beberapa parameter yang dipakai dalam menentukan tingkat pelayanan air minum yang akan direncanakan meliputi :

1. Konsumsi pemakaian air minum domestik perkotaan ditentukan untuk sambungan rumah (SR) sebesar 120 liter/orang/hari dan Hidrant umum (HU) sebesar 30 liter/detik. Untuk konsumsi domestik perdesaan di tentukan sebesar 60 liter/orang/hari.
2. Jumlah jiwa per sambungan jumlah jiwa per sambungan rumah dihitung berdasarkan jumlah rata-rata untuk Sambungan Rumah (SR) sebesar 6 jiwa/sambungan dan Kran Umum sebesar 100 jiwa/sambungan.

Rumus kebutuhan air domestik dapat dilihat dalam persamaan (2.5) sebagai berikut:

$$Q_d = \text{jumlah penduduk}_n \times \text{asumsi SR sambungan} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

Q_d = Kebutuhan air Domestik
 n = tahun ke-n

2.5.2 Kebutuhan air non domestik

Ismahendra (2022) mengemukakan bahwa Kebutuhan air non domestik merupakan kebutuhan air yang digunakan oleh berbagai fasilitas penunjang

kegiatan di masyarakat, seperti fasilitas pendidikan, peribadatan, kesehatan, umum dan rekreasi, olahraga, kegiatan perdagangan jasa, kegiatan industri, irigasi pertanian, perikanan, peternakan, dan lain sebagainya. Rumus kebutuhan air non domestik dapat dilihat dalam persamaan (2.6) sebagai berikut:

$$Q_{md} = 30 \% \times \text{Total Kebutuhan air Domestik} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

$$Q_{md} = \text{Kebutuhan air Non Domestik}$$

Setelah mendapatkan nilai dari kebutuhan air domestik dan kebutuhan non domestik, selanjutnya mencari total kebutuhan, Rumus total kebutuhan air dapat dilihat dalam persamaan (2.7) sebagai berikut:

$$\text{Total kebutuhan} = Q_d + Q_{md} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

$$Q_d = \text{Kebutuhan air domestik}$$

$$Q_{md} = \text{Kebutuhan air non domestik}$$

2.5.3 Kehilangan Air

Kehilangan air dapat diartikan sebagai selisih antara banyaknya air yang disediakan (*water supply*) dengan air yang dikonsumsi (*water consumption*). Dalam setiap penyediaan air bersih, sangat sulit sekali untuk menghindari terjadinya kemungkinan kehilangan air dari sistem. Kehilangan air yang terjadi bisa disebabkan oleh faktor teknis maupun non teknis. Kehilangan air yang bersifat teknis disebabkan oleh kebocoran pipa distribusi atau kerusakan meter air. Sedangkan kehilangan air yang bersifat non teknis misalnya adanya pencurian air dari pipa distribusi air minum.

Untuk itu dalam perencanaan suatu sistem penyediaan air bersih, selalu diperhitungkan suatu besaran volume air untuk menghindari kemungkinan terjadinya kehilangan air. Besarnya kehilangan air tersebut diperkirakan sebesar 20% dari kebutuhan air total. Besar kehilangan air ini diperkirakan konstan mulai awal sampai tahun rencana. Hal ini dimaksudkan agar penyediaan air untuk masyarakat konsumen tidak terganggu bila terjadinya kehilangan air baik yang disebabkan faktor teknis maupun non teknis. Rumus Kehilangan air dapat dilihat

dalam persamaan (2.8) sebagai berikut:

$$KA = 20\% \times (Qd + Qmd) \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

- KA = Kehilangan air
- Qd = Kebutuhan air domestik
- Qmd = Kebutuhan air non domestik

Kebutuhan harian rata- rata adalah kebutuhan berapa liter/ hari yang digunakan setiap Sambungan rumah (SR) yang sudah di gabung dengan Kebutuhan domestik, kebtuhan non domestik dan kehilangan air. Rumus Kebutuhan harian rata -rata air (QT) dapat dilihat dalam persamaan (2.9) sebagai berikut:

$$QT = Qd + Qmd + KA \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

- QT = Kebutuhan harian rata -rata air
- KA = Kehilangan air
- Qd = Kebutuhan air domestik
- Qmd = Kebutuhan air non domestik

2.5.4 Fluktuasi Pemakaian Air Minum

Dalam perencanaan suatu sistem penyediaan air minum, dikenal istilah fluktuasi pemakaian air pada waktu hari maksimum dan fluktuasi pemakaian air pada saat jam puncak. Adapun dimaksud dengan fluktuasi pemakaian air minum pada saat jam puncak adalah sebagai berikut.

1. Selama sehari ada jam-jam tertentu dimana penggunaan air minum lebih tinggi dari pemakaian per jam rata-rata.
2. Pemakaian air pada jam tertinggi inilah yang disebut sebagai pemakaian jam puncak, yang biasa terjadi pada pagi dan sore hari. Sedangkan yang dimaksud dengan fluktuasi pemakaian air minum pada waktu hari maksimum.
3. Selama setahun ada hari-hari tertentu dimana pemakaian air lebih tinggi dari pemakaian air per hari rata-rata, pemakaian inilah yang disebut pemakaian air pada hari maksimum. Bila tidak ada data yang lengkap, yang menunjukkan beberapa faktor pengali untuk pemakaian air hari maksimum dan jam puncak,

maka faktor-faktor tersebut diambil dari Peraturan Menteri No. 27 Tahun 2016, yaitu:

- a. Hari maksimum = 1,10 – 1,50
- b. Jam puncak = 1,15 – 3

Rumus kebutuhan maksimum air dapat dilihat dalam persamaan (2.10) sebagai berikut:

$$Q_{maks} = QT \times \text{Indikator Hari Maksium} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

- QT = Kebutuhan harian rata -rata air
- Q_{maks} = Kebutuhan Maksimum

Rumus kebutuhan jam puncak dapat dilihat dalam persamaan (2.11) sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan jam puncak} = QT \times \text{indikator jam puncak} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

- QT = Kebutuhan harian rata -rata air

2.6 Perpipaan Transmisi dan Distribusi

Untuk kriteria pipa transmisi dan distribusi yang dikeluarkan oleh Pedoman T-09-2005-C PAM BM Badan Litbang Dinas Pekerjaan Umum. Di dalamnya terdapat kriteria pipa yang digunakan. Ketentuannya dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1. Kriteria Pipa Transmisi (1/2)

NO	URAIAN	NOTASI	KRITERIA
1	2	3	4
1	Faktor Jam Puncak	F_{max}	1,10 – 1,50
2	Debit perencanaan	Q_{max}	Kebutuhan air jam puncak $Q_{max} = F_{max} \times Q_{rata-rata}$

Tabel 2.1 kriteria pipa transmisi (2/2)

NO	URAIAN	NOTASI	KRITERIA
3	Kecepatan aliran dalam pipa		
	a. Kecepatan Minimum	$V_{\min}$	0,3 – 0,6 m/s
	b. Kecepatan maximum		
	Pipa PVC atau ACP Pipa Baja atau DCIP	$V_{\max}$ $V_{\max}$	3,0 – 4,5 m/s 6,0 m/s
4	Tekanan Minimum		
	a. Tekanan Minimum	$H_{\min}$	(0,5 – 1) atm, pada titik jangkauan terjauh
	b. Tekanan Maksimum		
	Pipa PVC Atau ACP	$H_{\max}$	6 – 8 atm atau 0,61 – 0,81 Mpa
	Pipa Baja atau DCIP	$H_{\max}$	10 atm atau 1,01 Mpa
	Pipa HDPE ND 100 PIPA HDPE ND 80	$H_{\max}$ $H_{\max}$	12,4 Mpa 9,0 Mpa

Sumber: Pedoman T-09-2005-C PAM BM Badan Litbang Dinas Pekerjaan Umum.

Keterangan pipa:

1. Pipa PVC (*PolyVinyl Chloride*) adalah terbuat dari polimer termoplastik memiliki sifat yang keras, ringan dan kuat.
2. Pipa DCIP (*Ductile Cast Iron Pipe*) memiliki sifat yang kuat terhadap tekanan melebihi pipa lainnya, seperti PVC, HDPE, dan PVCO serta tidak mudah pecah bila mendapat tekanan beban dari luar.
3. Pipa HDPE (*High Density Polyethylene*) adalah pipa plastik bertekanan yang banyak digunakan untuk pipa air dan pipa gas. Disebut pipa plastik karena material HDPE berasal dari polimer minyak bumi.

2.6.1 Penentuan dimensi perpipaan transmisi dan distribusi

Rumus penentuan dimensi perpipaan transmisi dan distribusi dapat dilihat dalam persamaan (2.12) sebagai berikut:

$$Q = V \times A \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana:

- Q = Debit aliran dalam pipa (m³/det)
- V = Kecepatan aliran dalam pipa (m/det)
- A = Luas penampang pipa ($\frac{1}{4} \pi D^2$) (m²)
- D = Diameter pipa (m)

Dari persamaan $Q=V \times A$, maka didapatkan persamaan kehilangan tinggi tekan mayor menurut *Hazen-Williams* sebesar (Webber,1971:121):

$$H_f = k \cdot Q^{1,85} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana:

$$k = \frac{10,675 \cdot L}{C_{hw}^{1,85} \cdot D^{4,87}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

- H_f = kehilangan tinggi tekan mayor (m)
- K = koefisien karakteristik pipa
- D = diameter pipa (mm)
- L = panjang pipa
- C_{hw} = koefisien kekasaran pipa *Hazen-williams*
- Q = debit aliran pada pipa (m³/det)

Dari persamaan $H_f = k \cdot Q^{1,85}$, maka dapat mencari berapa *Headloss Gradient* data dilihat dalam persamaan (2.14) Sebagai berikut:

$$\frac{h_f}{L} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

- H_f = kehilangan tinggi tekan mayor (m)
- L = panjang pipa

2.7 Program WaterCAD V8-i

Program *WaterCAD V8-i* merupakan produksi dari Haestad tahun 2001 dengan jumlah pipa yang mampu dianalisis yaitu 250 buah pipa sesuai pemesanan

spesifikasi program *WaterCAD* V8-i pada Haestad. Program ini dapat bekerja pada sistem Windows 95, 98, dan 2003 Windows 11.

Program ini memiliki tampilan interfacenya yang memudahkan pengguna untuk menyelesaikan lingkup perencanaan dan pengoptimalisasian sistem jaringan distribusi air baku, seperti (Haestad, 2001):

1. Menganalisis sistem jaringan distribusi air pada satu kondisi waktu (kondisi permanen). Maksudnya adalah menghitung jaringan perpipaan dalam satu kondisi waktu yang tetap tidak berubah-ubah menurut waktu yang ada.
2. Menganalisis tahapan-tahapan atau periodisasi simulasi pada sistem jaringan terhadap adanya kebutuhan air yang berfluktuatif menurut waktu (kondisi tidak permanen). Maksudnya adalah dapat menghitung kebutuhan air dari waktu yang berbeda-beda menurut jam yang diatur dengan kebutuhan air puncak dan tidak ada penggunaan air yang diperlukan.
3. Menganalisis skenario perbandingan atau alternatif jaringan pada kondisi yang berlainan pada satu file kerja. Maksudnya adalah membuat alternatif jaringan perpipaan jika kondisi pipa tidak sesuai dengan ketentuan.
4. Menganalisis kondisi jaringan pada saat kondisi ekstrim untuk keperluan pemadam kebakaran atau hydrant (*fire flow analysis*). Maksudnya adalah menghitung kebutuhan pemadam kebakaran atau hydrant yang tersedia di masyarakat.
5. Menganalisis kualitas air pada sistem jaringan distribusi air baku. Maksudnya adalah menghitung kondisi air yang ada di distribusi perpipaan ke masyarakat, sehingga tau pipa tersebut mengalami tekanan atau kecepatan yang besar atau tidak.

Adapun kelebihan program *WaterCAD* V8i dibandingkan dengan program lain adalah (Haestad, 2001):

1. Mendukung GIS database connection (Sistem Informasi Geografis) pada program Arcview, Arcinfo, ArcCAD, MapInfo dan AutoCad yang memudahkan untuk penggabungan model hidrolik *WaterCAD* V8i dengan database utama pada program tersebut.

2. Mendukung program Microsoft Office, Microsoft Excel dan Microsoft Access untuk sharing data pada file *WaterCAD* V8i.
3. Mendukung program Epanet versi Windows dan Kypipe sehingga dapat mengubah file jaringan pipa program tersebut ke dalam bentuk file *WaterCAD* V8i (.wcd).

2.8 Peneliti Terdahulu

Penulis membutuhkan penelitian tersebut dan akan dijadikan sebagai acuan penelitian penulis, adapun penelitian terdahulu relevan dan akan jadi sebagai acuan penulis diantaranya adalah:

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu (1/2)

NO	Peneliti	Judul Peneliti	Hasil
1	2	3	4
1	Yekti,dkk (2020)	Evaluasi sistem penyediaan air bersih menggunakan software watercad di Desa Batungsel Kecamatan Pupuan Kabupaten Tabanan	Proyeksi jumlah penduduk desa Batungsel hingga tahun 2033 menggunakan metode aritmatik, dengan hasil proyeksi yaitu banjar Batungsel Kelod sebesar 1371 jiwa, banjar Batungsel Kaja sebesar 2097 jiwa, banjar Dinas Penempatan 772 jiwa. Proyeksi kebutuhan air bersih pada kondisi eksisting hingga tahun 2033 didapatkan hasil banjar Batungsel Kelod sebesar 1,75 liter/detik, banjar Batungsel Kaja sebesar 2,71 liter/detik, dan banjar Dinas Penempatan sebesar 0,01 liter/detik. Proyeksi kebutuhan air bersih rata-rata untuk banjar Dinas Pempatan pada tahap pengembangan hingga tahun 2033 sebesar 1,20 liter/detik.
2	Kurniawan, dkk (2021)	Perencanaan jaringan perpipaan air minum menggunakan	Dari hasil analisis ketersediaan air yang ada, danau laut tawar masih bisa digunakan dalam jangka waktu 10 tahun yang akan datang dengan

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu (2/2)

NO	Peneliti	Judul Peneliti	Hasil
1	2	3	4
		aplikasi Watercad v8-i	proyeksi kebutuhan air dan hasil simulasi software Watercad V8-i menunjukkan bahwa pipa yang sebelumnya tidak dapat lagi digunakan, dan harus diganti dengan pipa yang lebih kuat dan tahan lama. Pipa sebelumnya berjenis PVC dengan diameter pipa 350 mm dan diganti dengan jenis pipa HDPE dengan diameter pipa 350 mm.
3	Haribowo, dkk (2019)	Model simulasi jaringan pipa dan penentuan tarif air minum di Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang	Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, diketahui bahwa kebutuhan air bersih rata-rata untuk ketiga desa layanan pada tahun 2037 adalah sebesar 17,90 l/dt, sedangkan total kebutuhan air pada jam puncak adalah sebesar 27,93 l/dt, yang artinya bahwa total jumlah kebutuhan tersebut masih dapat dilayani oleh sumber Dieng yang mempunyai debit sebesar 150 lt/dt. Dari hasil simulasi kondisi hidraulis menggunakan bantuan waterCAD V8i dapat disimpulkan bahwa jaringan telah optimal.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dikemukakan metodologi penelitian berupa suatu proses yang terdiri dari langkah-langkah yang digunakan untuk mendapatkan dan menganalisis informasi untuk meningkatkan pemahaman tentang suatu topik atau masalah. Adapun bagan alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.3.1 hal 35.

3.1 Objek dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah tempat yang akan di teliti pada saat dilakukan ini. Adapun yang menjadi lokasi penelitian adalah Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar dengan titik koordinat 5°32'31.5"LU 95°14'03.8"BT. Objek Penelitian ini adalah Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Tirta Mountala Aceh Besar di Peukan Bada pada intake Lambadeuk Aceh Besar.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Data adalah suatu bentuk kumpulan informasi baik berupa lisan maupun tulisan, yang menunjang dalam penulisan penelitian. Jenis dan sumber data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti dari sumber yang sudah ada atau yang sudah dipublikasi. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut; Peta Provinsi Aceh dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.3.2 hal 37, Peta Kabupaten Aceh Besar dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.3.3 hal 38, Peta batas Administrasi Aceh Besar dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.3.4 hal 39, Peta jari di Kecamatan Peukan Bada Aceh Besar dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.3.5 hal 40, Data pelanggan Peukan Bada

dapat dilihat pada Lampiran B.1 hal 45 , Data-data *koefisien Hazen-William* dapat dilihat pada Lampiran A Gambar B.2 hal 47.

2. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung dari sumbernya. Data primer yang digunakan dalam penelitian adalah untuk mengetahui bagaimana sistem pengolahan air pada intake Lambadeuk .

3.3 Survey Lokasi dan Identifikasi

Survey lokasi yang dimaksudkan untuk mengetahui secara langsung kondisi sarana dan prasarana air bersih di Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar sebagai langkah awal untuk melakukan penelitian. Kemudian data diperoleh dari hasil survey tersebut dapat dicatat secara cermat sehingga masalah yang terjadi di wilayah penelitian dapat diidentifikasi. Maksud identifikasi adalah meneliti, mengumpulkan dan mencatat informasi data dari kebutuhan lapangan, sehingga mengetahui berbagai masalah yang terjadi di lapangan. Data-data yang disurvei berupa jumlah pelanggan yang ada di Kecamatan Peukan Bada, kondisi eksisting pipa dan mengetahui debit sumber air yang digunakan untuk perencanaan pipa.

3.4 Pengolahan Data

Teknik pengumpulan data penelitian dilakukan dengan metode kuantitatif dengan meminta referensi data pada instansi terkait dan pengamatan data pada lapangan. Adapun data pengamatan lapangan (Data Primer) dibutuhkan identifikasi bagaimana sistem pengolahan dan sistem penyaluran air di intake Lambadeuk. Sedangkan data pada instansi terkait (data sekunder) yang dibutuhkan adalah sebagai berikut data Pelanggan di Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar dan data pipa di Peukan Bada yang di dapat dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Mountala Aceh Besar. Adapun tahapan-tahapan dalam Pengolahan data yaitu sebagai berikut :

3.4.1 Proyeksi jumlah pelanggan

Proyeksi jumlah pelanggan digunakan sebagai langkah awal dalam menghitung proyeksi kebutuhan air bersih. Adapun Langkah-langkah untuk menghitung proyeksi jumlah pelanggan sebagai berikut:

1. Menghitung laju pertumbuhan pelanggan menggunakan data pelanggan periode 2018-2023 dengan persamaan (2.2).
2. Menghitung jumlah pelanggan pada tahun 2028 menggunakan metode linear dengan persamaan (2.1).

3.4.2 Perhitungan kebutuhan air bersih

Adapun Langkah-langkah untuk menghitung kebutuhan air bersih sebagai berikut:

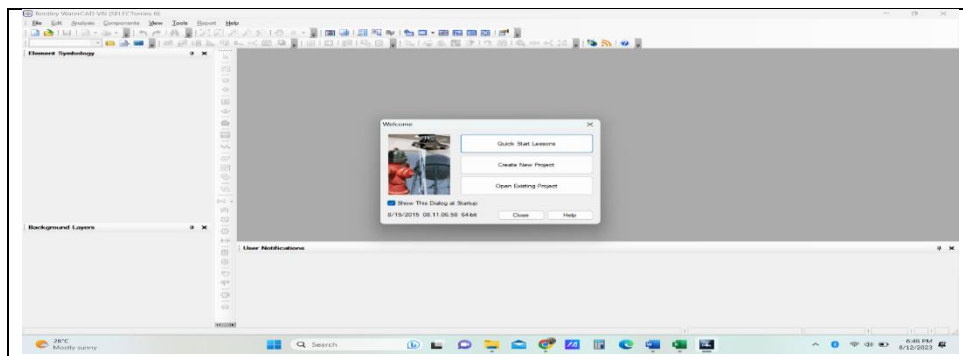
1. Menghitung jumlah pelanggan pada tahun 2028 menggunakan metode linear dengan persamaan (2.1).
2. Menghitung kebutuhan air domestik menggunakan persamaan (2.5) jika SR sudah di ketahui maka langsung dikali dengan jumlah konsumsi domestik perdesaan yaitu sebesar 60 liter/orang/hari.
3. Menghitung kebutuhan air non domestik menggunakan persamaan (2.6)
4. Menghitung total kebutuhan air menggunakan persamaan (2.7)
5. Menghitung kehilangan air menggunakan persamaan (2.8)
6. Menghitung kebutuhan air rata-rata menggunakan persamaan (2.9)
7. Menghitung kebutuhan maksimum air menggunakan persamaan (2.10)
8. Menghitung kebutuhan air pada jam puncak menggunakan persamaan (2.11)

3.4.3 Pengolahan data dengan progam *WaterCAD V8-i*

Pada pengolahan data progam *WaterCAD V8-i* bertujuan untuk evaluasi dan pengembang sistem jaringan distribusi air minum. Setelah melakukan Analisa data proyeksi jumlah penduduk selama 5 tahun ke depan. Maka dilanjutkan dengan pengolahan data *WaterCAD V8-i*.

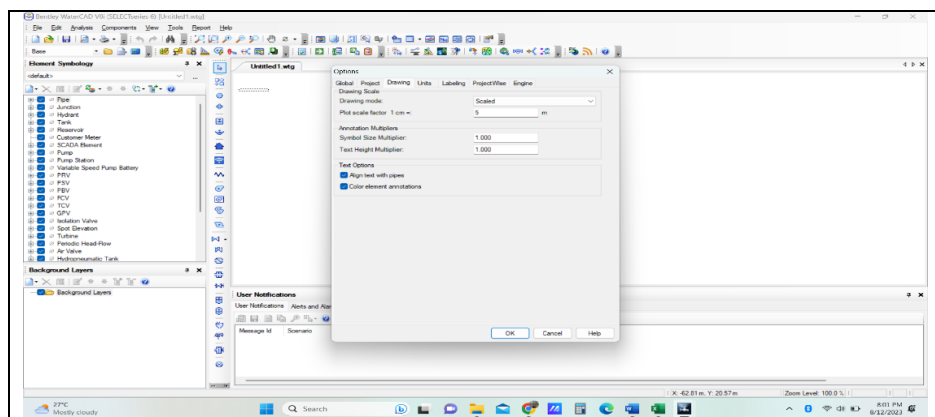
Adapun tahap-tahap menjalankan program *software WaterCAD V8-I* sebagai berikut:

1. Klik Program *WaterCAD V8-I*. Setelah Program dibuka, tampilan awal program *WaterCAD V8-I* akan seperti pada Gambar 3.1. pada tampilan awal, ada *quick new lesson*, *Create new project* dan *open existing project*. lalu pilih *Create New Project* untuk memulai *WaterCAD V8-i*.



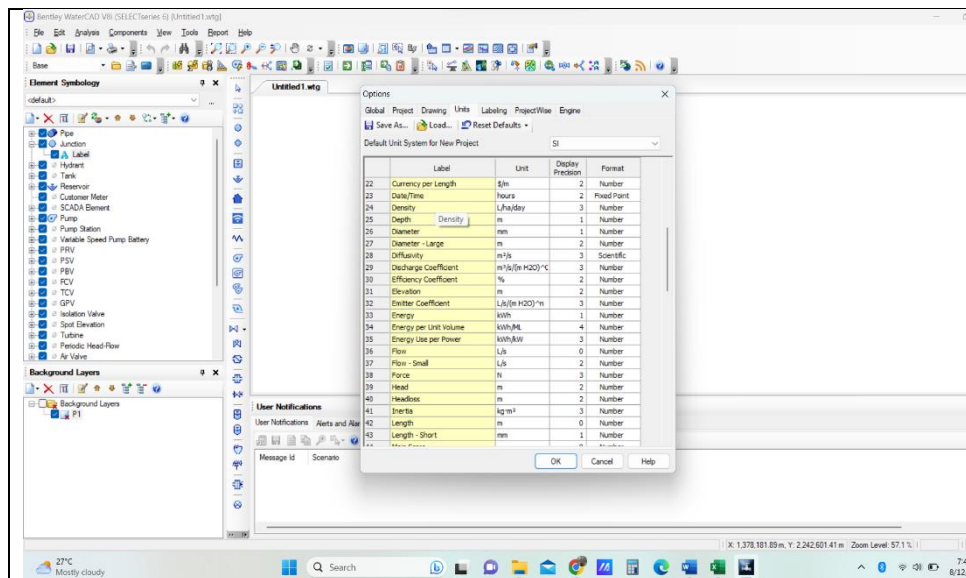
Gambar 3.1. Tampilan Awal Software *WaterCAD*

2. Pada tampilan awal *background WaterCAD V8-I* adalah berwarna putih, namun kita dapat mengubah background tersebut sesuai dengan warna yang kita inginkan.. Pada menu *Global* terdapat tulisan *Background*, lalu kita klik ikon yang ada tiga titik di samping warna tersebut dan ubah sesuai warna yang kalian inginkan selanjutnya *Object*, kita dapat mengatur skala gambar yang akan kita buat. Penentuan skala gambar dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3.2. Penentuan skala gambar

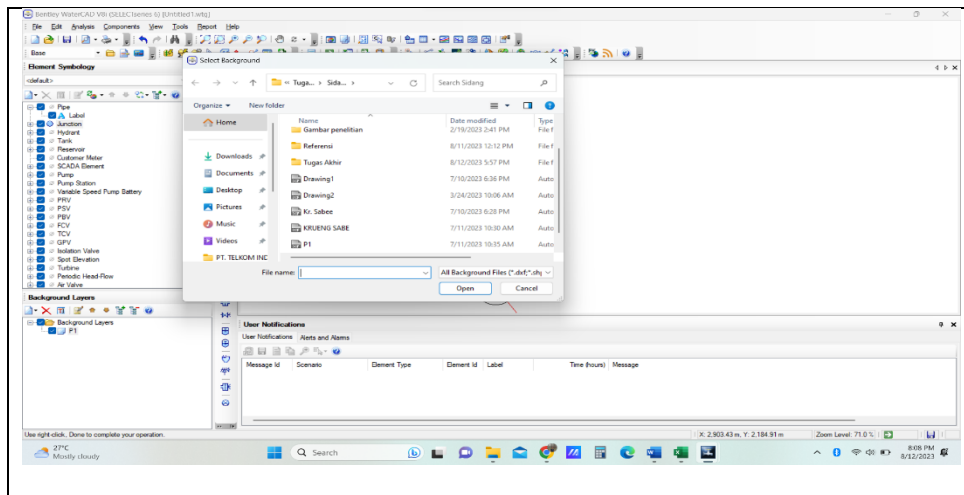
3. Pada menu tools, lalu pilih option lalu ada bagian untuk mengubah Unit, di aplikasi tertera satuan unit US Customary (Standar US), karena di Indonesia menggunakan Satuan Internasional (SI), maka di ubah menjadi Satuan Internasional (SI) agar mempermudah penggambaran yang akan kita buat nanti. Mengubah Satuan Internasional (SI) dapat dilihat dalam Gambar 3.4 sebagai berikut:



Gambar 3.3. Mengubah Satuan International (SI)

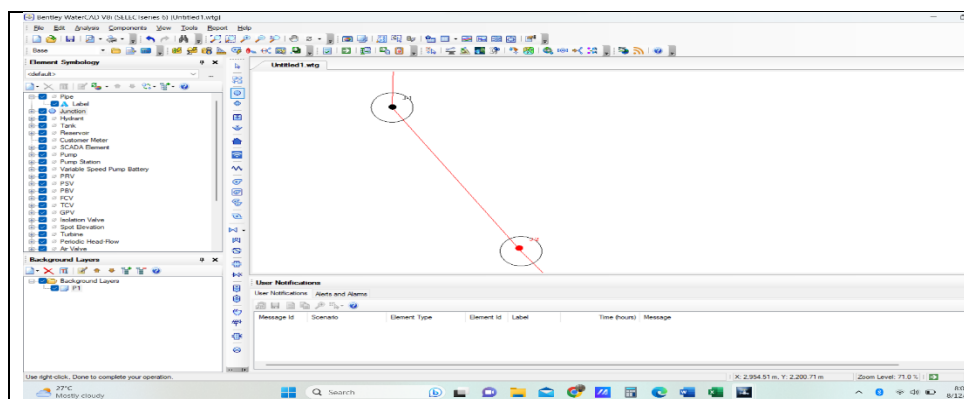
4. Untuk memudahkan penggambaran jaringan perpipaan, maka kita perlu membuat background peta lokasi yang akan direncanakan jaringan pipanya. Peta lokasi biasanya dalam bentuk *.dwg, maka untuk memindahkan file peta tersebut perlu dilakukan *save as* di *autocad* kemudian dirubah dalam bentuk *.dxf, setelah itu diimport ke *WaterCAD*, dengan cara sebagai berikut.
 1. Klik kanan pada Background Layers (yang berada bawah kiri tampilan *WaterCAD*).
 - a. Klik new dan pilih file.
 - b. Pilih file yang kita simpan dalam bentuk *.dxf.
5. Sebelum dimasukkan ke aplikasi *WaterCAD*, dipastikan di aplikasi *Autocad*, gambar peta tersebut di transparankan jadi memudahkan saat

menentukan junction pada aplikasi *WaterCAD*. Lalu di buat pada penandaan bulat setiap persimpangan elevasi supaya mudah disaat penginputan *junction node*. Adapun Membuat Background penggambaran dapat dilihat dalam Gambar 3.4 sebagai berikut:



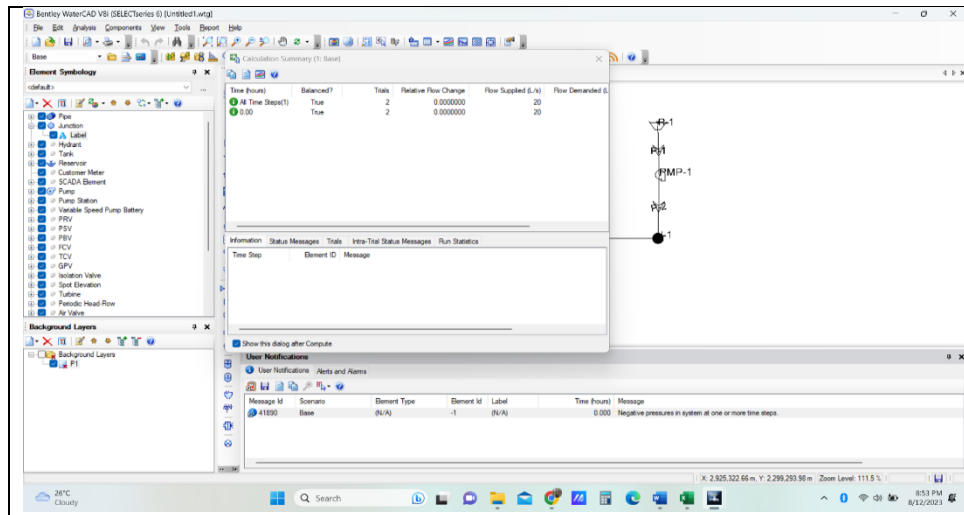
Gambar 3.4. Background Penggambaran

6. Setelah memasukkan file format **dxf*, Setiap daerah persimpangan pipa akan diberi *junction node* dengan menginput nilai elevasi, kebutuhan air dan pola pemakaian air selama 24 jam pada junction tersebut. Untuk nilai elevasi *junction* didapat dari *Google Earth*. Kemudian memasukkan node pipa ke dalam jaringan dengan memasukkan nilai panjang pipa, koefisien kekasaran pipa dan diameter pipa. Memberikan nomor pada *node-node* (simpul pipa) dapat dilihat dalam Gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.5. Memberikan Nomor Pada Node- Node (Simpul Pipa)

7. Setelah jaringan transmisi air baku dirancang sedemikian rupa, maka dilakukan simulasi jaringan dimana variabel yang ditinjau dalam simulasi ini adalah sistem *flow balance*, tekanan, head, kecepatan aliran dan kehilangan tekanan pada pipa. Apabila hasil running berhasil maka akan seperti Gambar 3.7 di bawah ini.



Gambar 3.6. Tampilan Running WaterCAD

8. Setelah *running* maka dapat dilihat hasil *velocity* dan *headloss gradient* pada software WaterCAD. Untuk melihat hasil tersebut yang pertama tekan view lalu pipe table maka keluar lah hasil dari pengolahan pipa tersebut. Berikut hasil dari WaterCAD dapat dilihat pada gambar 3.8

FlexTables: Pipe Table (Current Time: 0.000 hours) (PIPA.REVV.wtg)

ID	Label	Length (Scaled)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
144: P-8	144: P-8	1.9 10	3-4	3-101	250.0	PVC	150.0	47.76	0.97	0.003
149: P-11	149: P-11	2.781	3-4	3-5	250.0	PVC	150.0	5.873,89	119.66	22.626
152: P-13	152: P-13	3.49	3-5	3-104	250.0	PVC	150.0	95.51	1.95	0.011
154: P-14	154: P-14	1.105	3-104	3-105	250.0	PVC	150.0	47.76	0.97	0.003
155: P-15	155: P-15	383.5	3-5	3-6	250.0	PVC	150.0	5.730,62	116.74	21.614
156: P-16	156: P-16	78	3-6	3-8	250.0	PVC	150.0	5.682,86	115.77	21.282
159: P-19	159: P-19	65	3-8	3-13	250.0	PVC	150.0	2.753,62	56.10	5.562
160: P-20	160: P-20	234	3-13	3-9	250.0	PVC	150.0	1.368,73	27.88	1.524
161: P-21	161: P-21	13	3-9	3-10	250.0	PVC	150.0	2.817,55	57.40	5.804
163: P-23	163: P-23	119	3-9	3-9	250.0	PVC	150.0	2.881,48	58.70	6.050
164: P-24	164: P-24	54	3-9	3-24	250.0	PVC	150.0	1.384,90	28.21	1.558
166: P-25	166: P-25	16	3-24	3-106	250.0	PVC	150.0	47.76	0.97	0.003
168: P-26	168: P-26	68	3-13	3-107	250.0	PVC	150.0	47.76	0.97	0.003
169: P-27	169: P-27	87	3-13	3-14	250.0	PVC	150.0	1.289,39	26.27	1.364
170: P-28	170: P-28	41	3-14	3-15	250.0	PVC	150.0	1.098,37	22.28	1.014
171: P-29	171: P-29	38	3-15	3-16	250.0	PVC	150.0	1.002,86	20.43	0.857
173: P-31	173: P-31	39	3-17	3-18	250.0	PVC	150.0	620.82	12.65	0.353
174: P-32	174: P-32	41	3-18	3-19	250.0	PVC	150.0	525.31	10.70	0.259
178: P-33	178: P-33	139	3-19	3-20	250.0	PVC	150.0	429.80	8.76	0.178
177: P-34	177: P-34	133	3-20	3-108	250.0	PVC	150.0	47.76	0.97	0.003
179: P-35	179: P-35	19	3-15	3-109	250.0	PVC	150.0	47.76	0.97	0.003
181: P-36	181: P-36	37	3-16	3-110	250.0	PVC	150.0	143.27	2.92	0.023
183: P-37	183: P-37	18	3-110	3-111	250.0	PVC	150.0	47.76	0.97	0.003
185: P-38	185: P-38	23	3-110	3-112	250.0	PVC	150.0	47.76	0.97	0.003
187: P-39	187: P-39	37	3-17	3-113	250.0	PVC	150.0	47.76	0.97	0.003
189: P-40	189: P-40	10	3-16	3-114	250.0	PVC	150.0	811.84	16.54	0.579
190: P-41	190: P-41	45	3-114	3-117	250.0	PVC	150.0	716.33	14.59	0.459
192: P-42	192: P-42	42	3-114	3-115	250.0	PVC	150.0	47.76	0.97	0.003
194: P-43	194: P-43	38	3-18	3-116	250.0	PVC	150.0	47.76	0.97	0.003
196: P-44	196: P-44	58	3-19	3-117	250.0	PVC	150.0	47.76	0.97	0.003
197: P-45	197: P-45	271	3-10	3-26	250.0	PVC	150.0	2.769,80	56.43	5.623
199: P-46	199: P-46	306	3-26	3-118	250.0	PVC	150.0	95.51	1.95	0.011
206: P-50	206: P-50	52	3-29	3-121	250.0	PVC	150.0	47.76	0.97	0.003
207: P-51	207: P-51	36	3-24	3-23	250.0	PVC	150.0	1.289,39	26.27	1.364
208: P-52	208: P-52	171	3-23	3-25	250.0	PVC	150.0	1.193,88	24.32	1.183
209: P-53	209: P-53	176	3-25	3-28	250.0	PVC	150.0	1.146,12	23.35	1.097
210: P-54	210: P-54	33	3-28	3-29	250.0	PVC	150.0	1.098,37	22.28	1.014
211: P-55	211: P-55	172	3-29	3-30	250.0	PVC	150.0	1.002,86	20.43	0.857
212: P-56	212: P-56	133	3-30	3-31	250.0	PVC	150.0	907.35	18.48	0.712
213: P-57	213: P-57	94	3-31	3-32	250.0	PVC	150.0	811.84	16.54	0.579
215: P-58	215: P-58	63	3-32	3-122	250.0	PVC	150.0	47.76	0.97	0.003

Gambar 3.7 Hasil dari software WaterCAD

3.5 Analisis Data

Analisis data adalah pengolahan data untuk tujuan menemukan informasi yang berguna yang dapat dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk memecahkan suatu masalah. Proses analisis ini meliputi kegiatan pengelompokan data berdasarkan karakteristiknya, pembersihan data, transformasi data, pembuatan model data hingga mencari informasi penting dari data tersebut. Adapun tahapan-tahapan dalam Analisa data yaitu:

1. Mengetahui jumlah pelanggan dengan mengumpulkan data pelanggan 5 tahun terakhir yaitu dari tahun 2018 s/d 2023.
2. Analisa proyeksi pertumbuhan pelanggan menggunakan metode linear yaitu persamaan 2.1 dan 2.2 tahun proyeksi 5 tahun.
3. Perhitungan air bersih 5 tahun kedepan dengan menggunakan persamaan 2.7
4. Perencanaan jaringan pipa yang baru dan pengembangan ukuran pipa yang baru pada *software WaterCAD*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan mengemukakan hasil-hasil pengolahan data yang berdasarkan pada metode penelitian dan pembahasan mengenai hasil penelitian dimulai dari proyeksi jumlah pelanggan, perhitungan kebutuhan air bersih, perhitungan sistem jaringan pipa menggunakan *software WaterCAD V8-I* dapat diuraikan sebagai berikut.

4.1 Proyeksi Pertumbuhan Pelanggan

Proyeksi jumlah pelanggan digunakan sebagai langkah awal dalam menghitung proyeksi kebutuhan air bersih. Dalam buku perencanaan Sistem Penyedia Air Minum (SPAM) terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi Proyeksi pelanggan diantaranya, yaitu jumlah populasi dalam suatu wilayah perencanaan akan mempengaruhi ketelitian proyeksi apabila jumlah pelanggan pada data awal semakin meningkat maka ketelitian proyeksi pelanggan akan menurun, dan apabila rentang waktu proyeksi pelanggan dalam waktu kurun waktu yang panjang, maka ketelitian proyeksi akan berkurang.

Sistem Penyediaan Air Minum IKK Peukan Bada memiliki kapasitas terpasang sebesar kapasitas produksi sebesar 20 L/detik. Untuk menghitung analisa proyeksi jumlah pelanggan tahun 2028 digunakan data pelanggan kecamatan yang ditinjau selama 5 tahun sebelumnya, yaitu mulai tahun 2018 sampai dengan tahun 2023 yang bersumber dari PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Kabupaten Aceh Besar.

4.1.1 Analisa Proyeksi Jumlah Pelanggan Metode Linier

Menghitung proyeksi jumlah pelanggan adalah menghitung laju pertumbuhan pelanggan periode 2018-2023 dengan persamaan (2.2). Hasil perhitungan laju pertumbuhan pelanggan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1. Laju Pertumbuhan Pelanggan

Kecamatan	Tahun	Jumlah Pelanggan	Laju pertumbuha (r) pelanggan
1	2	3	4
Peukan Bada	2018	3554	0
	2019	3802	248
	2020	4020	218
	2021	4231	211
	2022	4369	138
	2023	4551	182
Laju pertumbuhan rata-rata			166

Memproyeksikan jumlah pelanggan pada tahun 2028 menggunakan metode linear dengan persamaan (2.1). Selanjutnya berdasarkan perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini. Pertumbuhan pelanggan wilayah perencanaan diproyeksikan dari tahun 2023 hingga tahun 2028.

Tabel 4.2. Jumlah Pelanggan Kecamatan Peukan Bada dengan Metode Linier

Tahun	Jumlah Pelanggan KecamatanPeukan Bada	Keterangan
1	2	3
2023	4551	Pelanggan
2024	4.883	Pelanggan
2025	5.049	Pelanggan
2026	5.215	Pelanggan
2027	5.381	Pelanggan
2028	5.547	Pelanggan

Hasil perhitungan di atas menggunakan metode linear yang mana pada tahun 2028 mengalami pertumbuhan pelanggan sebanyak 5.547 SR.

4.2 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Dalam IKK Kecamatan Peukan Bada untuk 1 SR kebutuhan airnya sebesar 60 liter/orang/hari. Hidrant umum disini tidak dihitung, karena tidak terdapat hidrant umum di Kecamatan Peukan Bada. Pada kebutuhan non domestik dihitung dengan menggunakan 30% dari kebutuhan domestik dikarenakan bangunan non domestik yang tidak terlalu banyak. Perhitungan kebutuhan air bersih untuk jumlah pelanggan dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Untuk Jumlah Pelanggan

Tahun	Jumlah Pelanggan (SR)	Kebutuhan Harian Rata – Rata (QT) (Liter/Detik)	Kebutuhan Harian Maksimum (Qmaks) (liter/Detik)	Kebutuhan Jam Puncak (Liter/Detik)
1	2	3	4	5
2023	4.551	4,930	5,669	7,916
2024	4.883	5,266	6,056	7,900
2025	5.049	5,470	6,290	8,205
2026	5.215	5,650	6,497	8,474
2027	5.381	5,829	6,704	8,744
2028	5.547	6,009	6,911	9,014

Hasil Perhitungan di atas menunjukkan Bahwa Kebutuhan Air bersih Mengalami peningkatan dari tahun ke tahun yang ditunjukkan oleh pertumbuhan pelanggan di Kecamatan peukan Bada hasil perhitungan tersebut terdapat di Lampiran C Halaman 47.

4.3 Perhitungan Sistem Jaringan Pipa Menggunakan *Software WaterCAD V8i*

Untuk Jaringan Pipa menggunakan *Software WaterCAD V8-I* hasil parameter diikuti berdasarkan pedoman T-09-2005-C PAM BM badan litbang Dinas Pekerjaan Umum, diantaranya kecepatan minimum sebesar 0,3 – 0,6 m/detik dan kecepatan maksimum sebesar 6 m/detik dan untuk tekanan minimum 0,5 – 1 atm dan tekanan

maksimum sebesar 10 atm (untuk jenis besi atau baja). Permasalahan di IKK Peukan Bada pengalihan yang illegal oleh beberapa kontraktor atau warga yang mengakibatkan kebocoran pipa.

Data yang dimasukkan simulasi *Software WaterCAD V8-I* berupa data Panjang pipa, elevasi pipa, diameter pipa, jenis pipa, koefisien Hazzen Williams dan koefisien kehilangan energi (*minor Losses*), untuk panjang pipa dan elevasi pipa dapat dilihat pada lampiran a yang berupa potongan per STA mulai dari reservoir menuju ke instalasi pengolahan air (IPA), untuk koefisien Hazzen Williams dan koefisien kehilangan energi (*Minor Losses*) dapat dilihat pada lampiran b yang terdiri dari beberapa material yang digunakan di lapangan. Hasil perhitungan simulasi *software WaterCAD v8-I* berupa kecepatan, *headloss gradient*, *headloss friction*, *headloss minor*, *hydraulic grade* dan tekanan.

Dalam hasil perhitungan simulasi *software WaterCAD v8-I* dapat digunakan dalam beberapa persamaan yaitu, untuk mencari nilai *Headloss mayor* dapat digunakan persamaan (2.13) untuk mencari nilai *headloss minor* dapat digunakan persamaan (2.14) dan untuk mencari nilai lainnya dapat dilihat pada lampiran c halaman 49.

Berikut ini hasil dari simulasi *software WaterCAD V8-i* di IKK Peukan Bada, Perencanaan ini diambil dalam Satu simulasi, yaitu simulasi dengan booster Untuk hasil simulasi masing-masing pipa menggunakan booster dengan *software WaterCAD V8-i* dapat dilihat pada lampiran B.4 halaman 45.

Hasil Simulasi *WaterCAD V8i* pada element pipa dengan material pipa PVC (*PolyVinyl Chloride*) dan diameter pipa adalah 250 mm dengan menggunakan material PVC dengan memiliki beberapa kelebihan yaitu memiliki ketahanan yang tinggi, fleksibel dan ringan, Pada tabel di atas mempunyai pipa sebanyak 49 pipa, *Velocity* rata-rata sebesar 0,41 m/s, *headloss gradient* rata-rata sebesar 0,0216 m/m, nilai Hazen William C yaitu sebesar 150.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan mengemukakan hasil-hasil pengolahan data yang berdasarkan pada metode penelitian dan pembahasan mengenai hasil penelitian dari objek dan lokasi penelitian, jenis dan sumber data, survey lokasi dan identifikasi, teknik pengumpulan data, analisis data dan pengolahan data dengan program *WaterCAD V8-I*,

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan pengolahan data pada bab sebelumnya mengenai analisis perencanaan jaringan air minum menggunakan aplikasi *WaterCAD* di instalasi kota kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar, maka dapat diberikan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan kebutuhan air pada tahun 2028 sebesar 6,009 liter/detik masih cukup untuk daerah pelayanan Kecamatan Peukan Bada dikarenakan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Lambadeuk memproduksi sebanyak 20 liter/detik.
2. Hasil simulasi Software *WaterCAD V8-i* menunjukkan bahwa pipa Eksisting PVC masih dapat digunakan dengan melakukan pemeliharaan secara rutin.

5.2. Saran

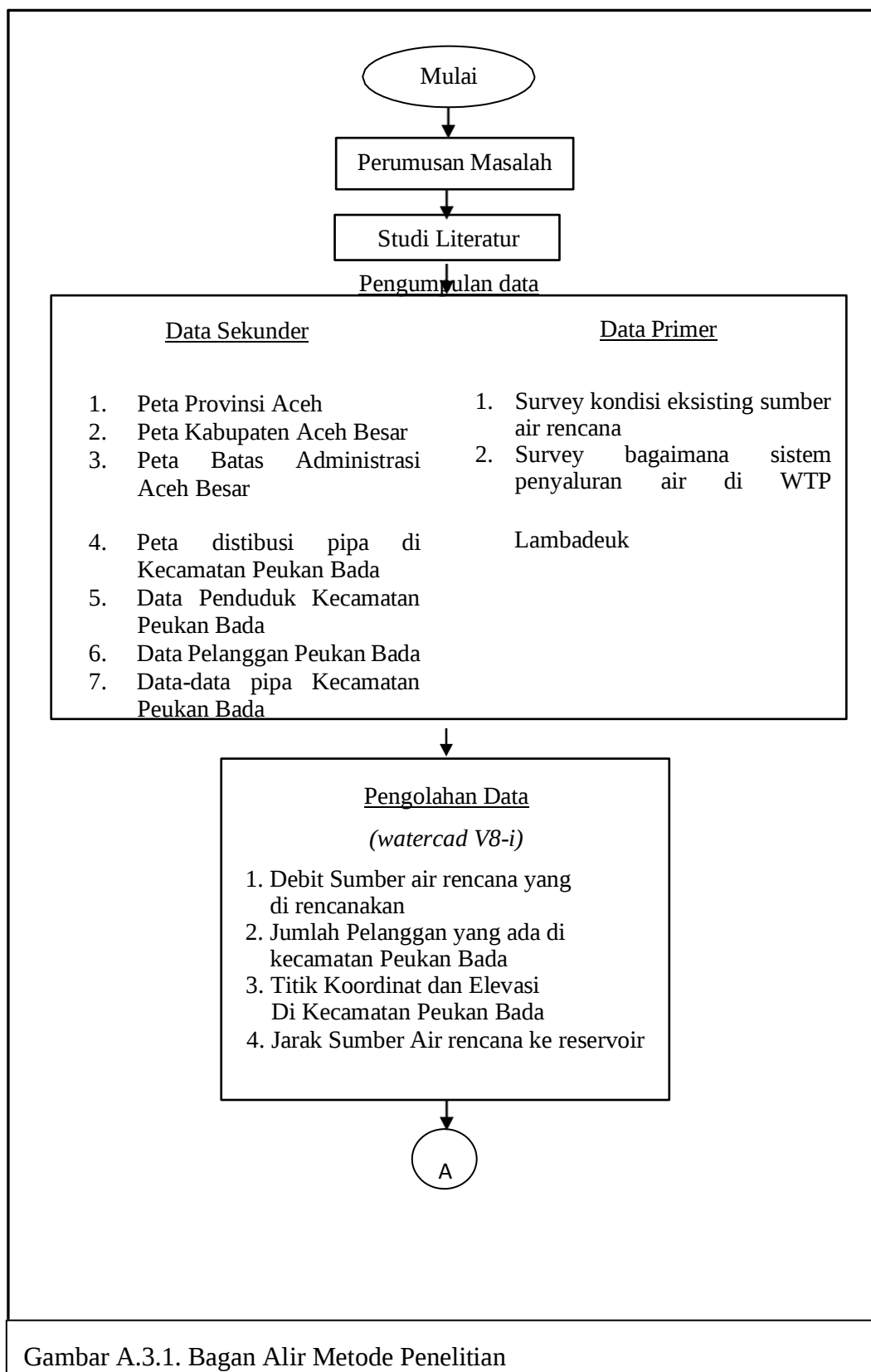
Berdasarkan dari pembahasan yang dilakukan analisis kebutuhan air bersih, maka dengan ini disampaikan saran-saran sebagai berikut :

1. Tercukupinya debit ketersediaan air pada masa yang akan datang, di harapkan pada PDAM Aceh Besar untuk mengecek jaringan pipa apakah ada yang rusak dan bocor, Sehingga air yang di selalurkan tetap cukup sampai tujuan.
2. Jenis pipa diharapkan sudah disiapkan guna menjaga kestabilan air yang akan mengalami pertambahan kebutuhan air dalam waktu yang akan datang

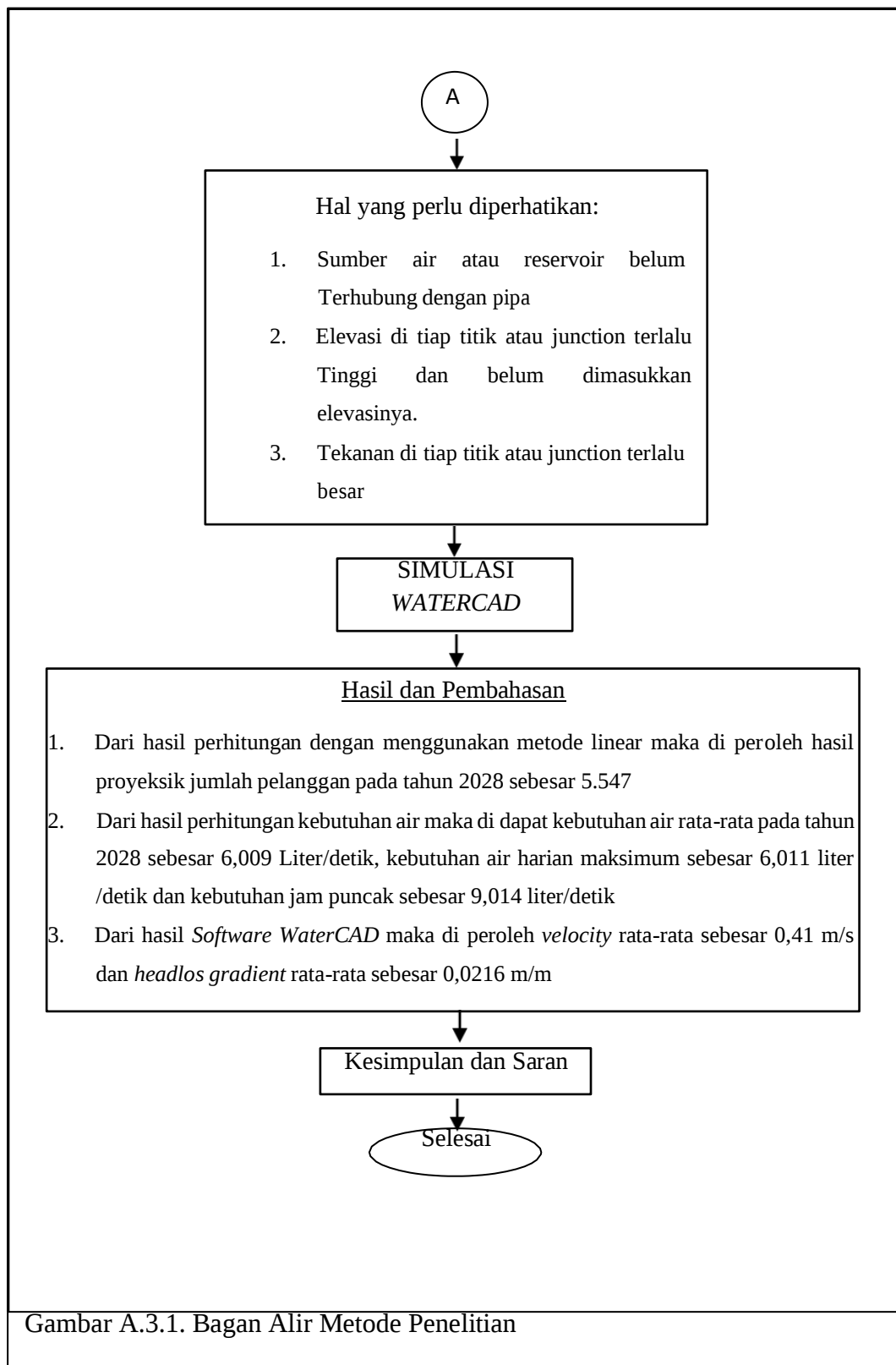
DAFTAR PUSTAKA

- Bernadhy, Benny.2004 . Analisis Kebutuhan Air Bersih Dan Kapasitas Jaringan Pipa Utama Pelanggan PDAM Kabupaten Boyolali. Skripsi, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Surakarta : Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 492/menkes/per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Jakarta: Depkes RI; 2010.
- Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum. (2007). Petunjuk Teknis Pelaksanaan Prasarana Air Minum Sederhana.
- Haestad Methods. (2001). User Guide WaterCAD v 4.5 for Windows. Waterbury CT, USA : Haestad Press.
- Ismahendra, Reynaldi. 2022. Analisis Kebutuhan Air Bersih PDAM Thirta Dharma di wilayah Kecamatan Bayang Kabupaten Banjarnegara. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Penyehatan Lingkungan Kerja Perkantoran.
- Kusuma, I. (2016). Analisis Ketersedian Dan Kebutuhan Air Pada DAS Sampean. Jurnal Teknik Sipil , Vol. 2 No.6, 57-68. ISSN 2407-7332.
- Kurniawan, I, dkk (2021). Perencanaan Jaringan Perpipaan Air Minum Menggunakan Aplikasi Watercad V8-I. Jurnal Teras.
- Mahdariza, F., & Ashari, T. M. (2018). Perencanaan Reservoir Air Bersih Pada Zona 4 Pdam Tirta Daroy. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
- Maryanto, H. (2013). Perencanaan Teknis Pembangunan Jaringan Distribusi Air Bersih di Daerah Perbukitan Selatan Kec. Marangkayu Kab. Kutai Kartanegara. Jurnal Universitas 17 Agustus 1945.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2007). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Rahmi, L. (2017). Analisis Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Terhadap Kondisi Ketenagakerjaan di Kota Sawahlunto Sumatera Barat. Georaflesia, 2(1), 95–106.

LAMPIRAN A



LAMPIRAN A

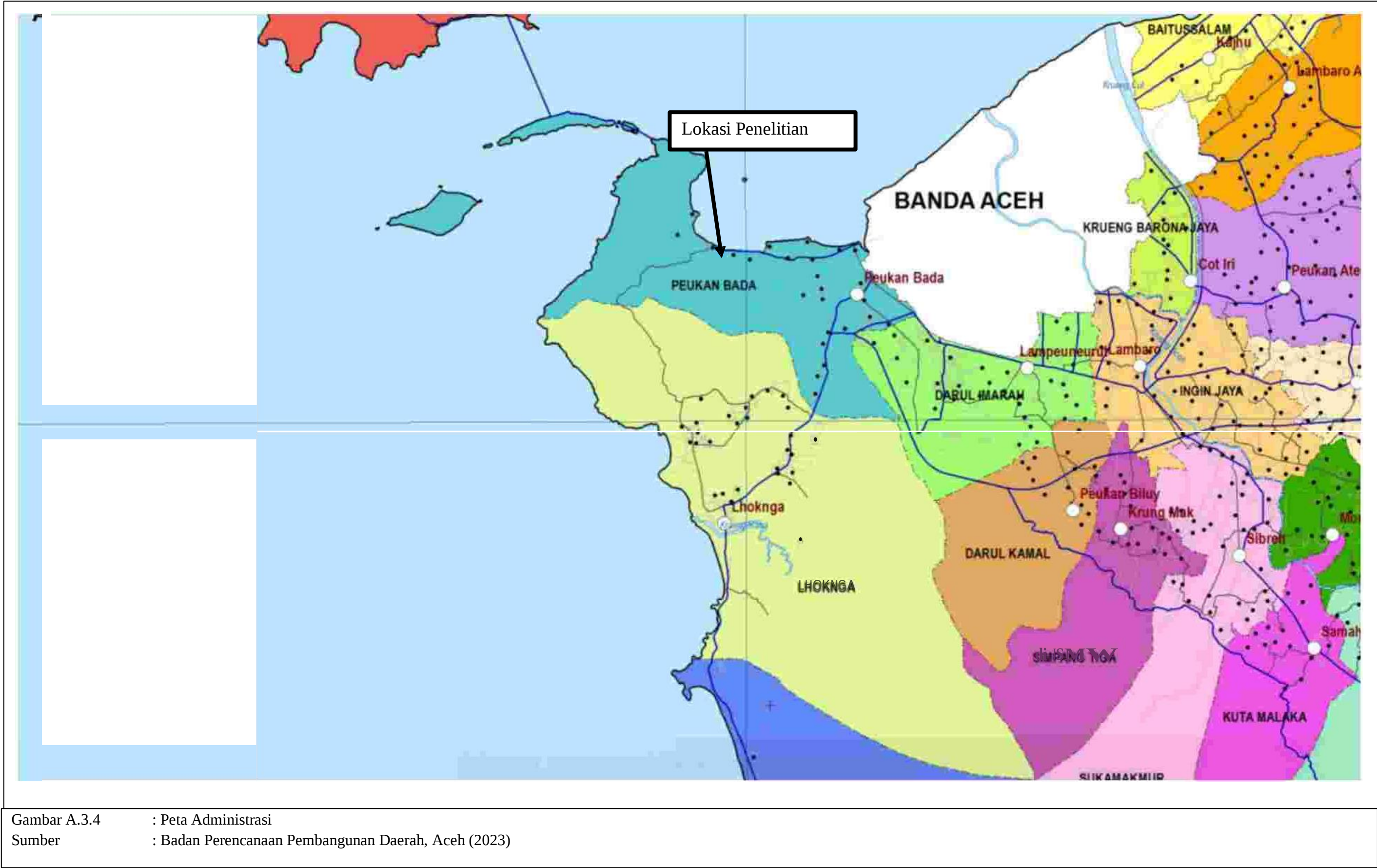


LAMPIRAN A

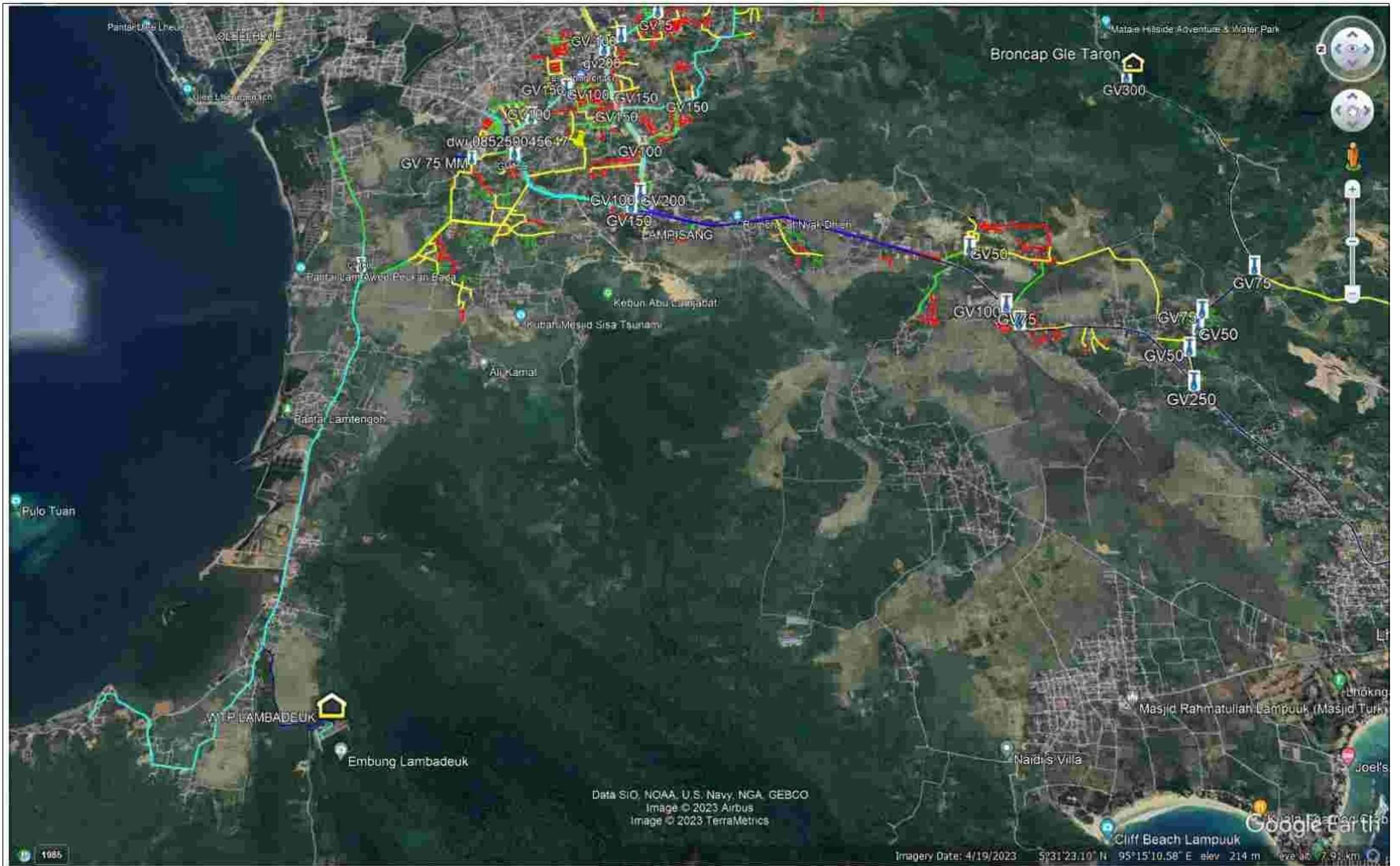


Gambar A.3.2 : Peta Provinsi Aceh

Sumber : Dishub Aceh (2023)

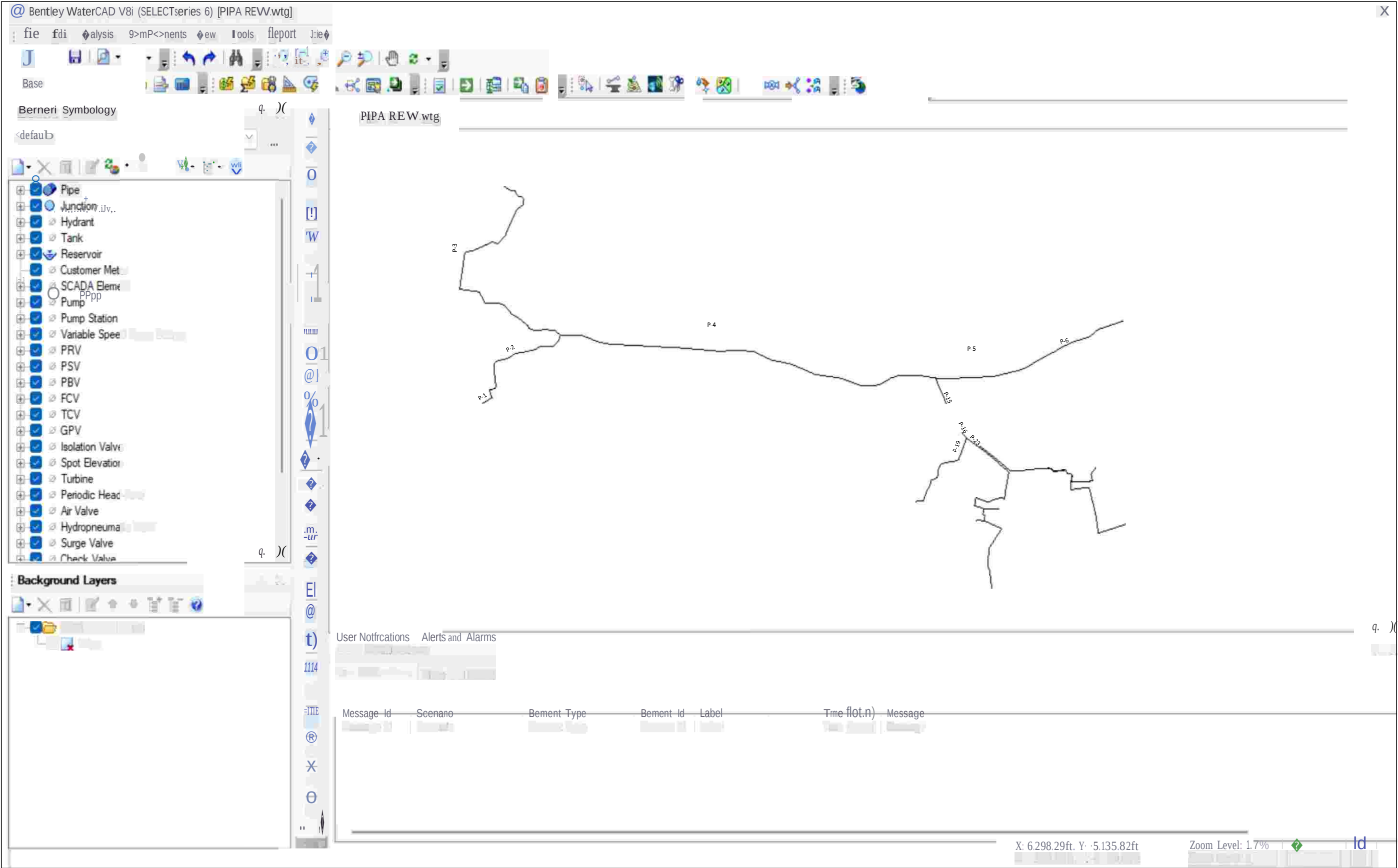


LAMPIRAN A



Gambar A.3.6 : Peta Jaringan Pipa Di Peukan Bada
 Sumber : PDAM Tirta Mountala (2023)

LAMPIRAN A



Gambar A.3.6 : Hasil simulasi Software WaterCAD
Sumber : Penulis (2024)

LAMPIRAN



Gambar A.3.7 :Lokasi sumber air di Embung Lambadeuk Peukan Bada
Sumber : Lapangan (2 Desember 2023)



Gambar A.3.8 : Instalasi pengolahan air di Peukan Bada
Sumber : Lapangan (2 Desember 2023)

LAMPIRAN



Gambar A.3.9 : Tempat penyimpanan air bersih di Lambadeuk Peukan Bada
Sumber : Lapangan (2 Desember 2023)



Gambar A.3.10 : Reservoar plat baja di Lambadeuk Peukan Bada
Sumber : Lapangan (2 Desember 2023)

LAMPIRAN



Gambar A.3.11 : Mesin pompa air PDAM di Lambadeuk Peukan Bada
Sumber : Lapangan (2 Desember 2023)



Gambar A.3.11 : Wawancara kepada pegawai PDAM
Sumber : Lapangan (26 Desember 2023)

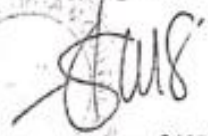
LAMPIRAN

LAMPIRAN B

Tabel B. 2. Data Pelanggan di Kecamatan Peukan Bada

No	Tahun	Jumlah Pelanggan
1	2018	3554
2	2019	3802
3	2020	4020
4	2021	4231
5	2022	4289
6	2023	4551

Sumber: PDAM Tirta Mountala Aceh Besar

Mengetahui

(MUHAMMAD DASEH)

LAMPIRAN

PERTANYAAN	JAWABAN
1. Bagaimana proses penyaluran air di WTP Lambadeuk?	yang pertama air dari sumber air waduk disalurkan ke Instalasi Pengolahan Air (IPA) menggunakan sistem gravitasi setelah itu air dikelola menggunakan IPA tersebut. Lalu, air hasil dari IPA tersebut dialirkan atau ditampung ke dalam reservoir / bak penampung air. Setelah itu air dipompa menuju reservoir plat baja yang ada di atas gunung, baru disalurkan ke masyarakat menggunakan sistem gravitasi.
2. Berapa jam yang diperlukan untuk mengisi air menuju reservoir plat baja menggunakan pompa?	Setiap 5 jam sekali.
3. Berapa kebutuhan air per hari di daerah Pelayanan Puskesmas Baba?	Kebutuhan air di Puskesmas Baba per 1 SR sebanyak 60 liter/hari.
4. Bagaimana elevasi reservoir plat baja dan berapa elevasi rumah warga?	Untuk elevasi reservoir plat baja sebesar 33 meter dan elevasi rumah warga sebesar 3 meter.

Mengetahui


MUHAMMAD DASRIL

LAMPIRAN

Tabel B. 3. Koefisien Hazen-William (1/2)

Material	Hazen-Williams Coefficient C
(1)	(2)
ABS – Acrylonite Butadiene Styrene	130
Aluminium	130 – 150
Asbestos Cement	140
Asphalt Lining	130 – 140
Brass	130 – 140
Brick Sewer	90 – 100
Cast Iron – New Unlined (CIP)	130
Cast-Iron 10 Years Old	107 - 113
Cast-Iron 20 Years Old	89 – 100
Cast-Iron 30 Years Old	75 – 90
Cast-Iron 40 Years Old	64 – 83
Cast-Iron, Asphalt Coated	100
Cast-Iron, Cement Lined	140
Cast-Iron, Bituminous Lined	140
Cast-Iron, Sea-Coated	120
Cast-Iron, Wrought Plain	100
Cement Lining	130 – 140
Concrete	100 – 140
Concrete Lined, Steel Forms	140
Concrete Lined, Wooden Forms	120
Concrete, Old	100 – 110
Copper	130 – 140
Corrugated Metal	60
Ductile Iron Pipe (DIP)	140
Ductile Iron, Cement Lined	120

LAMPIRAN

Tabel B.3. Koefisien Hazen-William (2/2)

(1)	(2)
Fiber	120
Fiber Glass Pipe – FRP	150
Galvanized Iron	120
Glass 130	130
Lead	130 -140
Metal Pipes – Very To Extremely Smooth	130 – 140
Plastic	130 – 150
Polyethylene, PE, PEH	140
Polyvinyl Chloride, PVC, CPVC	150
Smooth Pipes	140
Steel New Unlined	140 – 150
Steel, Corrugated	60
Steel, Welded and Seamless	100
Steel Interior Riveted, No Projecting Rivets	110
Steel, Projecting Girth and Horizontal Rivets	100
Steel, Vitrified, Spira-Riveted	90 – 110
Steel, Welded and Seamless	100
Tin	130
Vitrified Clay	110
Wrought Iron, Plain	100
Wooden or Masonry Pipe – Smooth	120
Wood Stave	110 – 120

Sumber: Pumpapplication.blogspot.com

LAMPIRAN

Tabel B.4 Hasil *software WaterCAD* (1/2)

Label	Leng (user Defined (m))	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (%)
P-3	1.910	J-4	J-101	250	20	0,41	0,0006
P-4	2.781	J-4	J-5	250	20	0,41	0,0004
P-5	349	J-5	J-104	250	20	0,41	0,0034
P-6	1.105	J-104	J-105	250	20	0,41	0,0011
P-7	383	J-5	J-6	250	20	0,41	0,0031
P-8	78	J-6	J-8	250	20	0,41	0,0151
P-19	65	J-8	J-13	250	20	0,41	0,0182
P-21	13	J-9	J-10	250	20	0,41	0,0908
P-23	119	J-8	J-9	250	20	0,41	0,0099
P-24	54	J-9	J-24	250	20	0,41	0,0219
P-27	87	J-13	J-14	250	20	0,41	0,0136
P-28	41	J-14	J-15	250	20	0,41	0,0288
P-29	38	J-15	J-16	250	20	0,41	0,0311
P-31	39	J-17	J-18	250	20	0,41	0,0303
P-32	41	J-18	J-19	250	20	0,41	0,0288
P-33	139	J-19	J-20	250	20	0,41	0,0085
P-34	133	J-20	J-108	250	20	0,41	0,0089
P-40	10	J-16	J-114	250	20	0,41	0,1181
P-41	45	J-114	J-17	250	20	0,41	0,0262
P-45	271	J-10	J-26	250	20	0,41	0,0044
P-51	36	J-24	J-23	250	20	0,41	0,0328
P-52	171	J-23	J-25	250	20	0,41	0,0069
P-53	176	J-25	J-28	250	20	0,41	0,0067
P-54	33	J-28	J-29	250	20	0,41	0,0358
P-55	172	J-29	J-30	250	20	0,41	0,0069
P-56	133	J-30	J-31	250	20	0,41	0,0089
P-57	94	J-31	J-32	250	20	0,41	0,0126
P-58	63	J-32	J-122	250	20	0,41	0,0187
P-59	36	J-32	J-33	250	20	0,41	0,0328
P-66	99	J-33	J-35	250	20	0,41	0,0119
P-83	115	J-31	J-136	250	20	0,41	0,0103
P-86	89	J-137	J-37	250	20	0,41	0,0133
P-90	43	J-37	J-38	250	20	0,41	0,0275
P-92	54	J-38	J-40	250	20	0,41	0,0219

LAMPIRAN

Tabel B.4 Hasil *software WaterCAD* (2/2)

Label	Leng (user Defined (m))	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (%)
P-94	5	J-40	J-39	250	20	0,41	0,2362
P-95	95	J-39	J-144	250	20	0,41	0,0124
P-106	74	J-26	J-27	250	20	0,41	0,0160
P-109	190	J-27	J-159	250	20	0,41	0,0062
P-110	257	J-159	J-160	250	20	0,41	0,0046
P-111	256	J-159	J-47	250	20	0,41	0,0046
P-112	134	J-47	J-161	250	20	0,41	0,0088
P-113	192	J-160	J-162	250	20	0,41	0,0062
P-119	121	J-161	J-165	250	20	0,41	0,0098
P-146	119	J-183	J-48	250	20	0,41	0,0099
P-202	209	J-48	J-184	250	20	0,41	0,0057
P-2	807	J-222	J-4	250	20	0,41	0,0015
P-1	82	R-1	J-222	250	20	0,41	0,0144
P-216	146	J-35	J-137	250	20	0,41	0,0081
P-218	190	J-162	J-183	250	20	0,41	0,0062

LAMPIRAN

PERHITUNGAN

C.1. Proyeksi Pertumbuhan Pelanggan Metode Linear

Rumus Metode Linear Menurut Permen PU No, 18/PRT/M/2007 menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_n = P_0 + (n \times r)$$

$$r = P_t - P_0$$

Langkah Pertama untuk menghitung proyeksi pertumbuhan pelanggan adalah menghitung laju pertumbuhan pelanggan periode 2018 – 2023 dengan persamaan :

Diketahui : $P_{2019} = 3802$ Pelanggan

$P_{2018} = 3554$ Pelanggan

Penyelesain :

$$r_1 = P_{2019} - P_{2018}$$

$$r_1 = 3802 - 3554$$

$$r_1 = 248 \text{ Pelanggan}$$

Dengan rumus yang sama sehingga hasil perhitungan laju pelanggan selanjutnya dapat dilihat pada **Tabel 4.1**. Langkah selanjutnya adalah memproyeksikan jumlah pelanggan pada tahun 2028 dengan persamaan :

Diketahui : $P_0 = 4551$ Pelanggan

$$n = 6$$

$$r = 166 \text{ Pelanggan}$$

Penyelesaian :

$$P_{2028} = 4551 + (6 \times 166)$$

$$P_{2028} = 5547 \text{ Pelanggan}$$

Selanjutnya berdasarkan perhitungan pertumbuhan pelanggan di atas, untuk tahun 2023 sampai 2028 dapat dilihat pada **tabel 4.2**

C.2. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

LAMPIRAN

Perhitungan Kebutuhan air bersih dilihat dari kebutuhan domestik dan kebutuhan non domestic dapat dilihat persamaan berikut ini.

$$\begin{aligned}\text{Sambungan Rumah (SR)} &= 4.551 \text{ SR} \times 60 \text{ liter/hari/orang} \\ &= 273.060 \text{ liter/hari}\end{aligned}$$

$$\text{Hidrant Umum} = -$$

$$\text{Kebutuhan domestik (Qd)} = 273.060 \text{ liter/hari}$$

Kebutuhan Non Domestik

$$\begin{aligned}(\text{Qmd}) &= 30 \% \times \text{Total Kebutuhan Domestik} \\ &= 30 \% \times 273.060 \text{ liter/hari} \\ &= 81.918 \text{ Liter Hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total Kebutuhan} &= \text{Qd} + \text{Qmd} \\ &= 273.060 \text{ liter/ hari} + 81.918 \text{ liter/hari} \\ &= 354.978 \text{ liter / hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kehilangan air (KA)} &= 20 \% \times (\text{Qd} + \text{Qmd}) \\ &= 20 \% \times 354.978 \text{ liter /hari} \\ &= 70.995 \text{ liter/hari}\end{aligned}$$

Kebutuhan harian Rata – Rata

$$\begin{aligned}(\text{QT}) &= \text{Qd} + \text{Qmd} + \text{KA} \\ &= 354.978 \text{ liter / hari} + 70.995 \text{ liter/hari} \\ &= 425.973 \text{ liter/hari} \\ &= 425.973 / 864000\text{s} \\ &= 4,930 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

Kebutuhan Harian Maks,

$$\begin{aligned}(\text{Qmaks}) &= \text{QT} \times 1,15 \\ &= 425.973 \text{ liter/hari} \times 1,15 \\ &= 489.868,95 \text{ Liter/Hari} \\ &= 489.868,95 / 864000\text{s}\end{aligned}$$

LAMPIRAN

$$= 5,669 \text{ liter/detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan jam puncak} &= QT \times 1,5 \\ &= 425.973 \text{ liter/hari} \times 1,5 \\ &= 638.959,5 \text{ Liter/Hari} \\ &= 489.868,95 / 864000s \\ &= 7,916 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Selanjutnya dengan persamaan yang di atas perhitungan air bersih untuk jumlah pelanggan dapat dilihat pada **Tabel 4.3**

C.4 Perhitungan Hasil Software *Watercad V8 -i*,

Berikut ini adalah Perhitungan manual dari hasil *software watercad V8-I* Berupa kecepatan, *headloss gradient*, *headloss friction*, *headloss minor*, *hydrolic grade* dan tekanan.

C.4.1. Perhitungan Kecepatan (V)

Diketahui:

$$\begin{aligned} Q &= 20,00 \text{ L/s} = 0,020 \text{ m}^3/\text{det} \\ d &= 250 \text{ mm} \longrightarrow 0,25 \text{ m} \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{A} \\ V &= \frac{0,04776 \text{ m}^3/\text{detik}}{\left(\frac{1}{4}\pi D^2\right)} \\ V &= \frac{0,04776 \text{ m}^3/\text{detik}}{\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,25)^2\right)} \\ V &= \frac{0,020 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,049 \text{ m}^2} \\ V &= 0,041 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

LAMPIRAN

C.4.2 Perhitungan *Headloss Gradient*

Diketahui:

$$Q = 20,00 \text{ L/s} = 0,020 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$d = 250 \text{ mm} = 0,25 \text{ m}$$

$$C_{hw} = 150$$

$$L = 1910 \text{ m}$$

$$H_f = 5,915 \text{ m}$$

Penyelesaian:

$$\frac{h_f}{L} = \frac{1,181}{1910} = 0,0006 \text{ m/m}$$

C.4.2.1 Perhitungan koefisien karakteristik pipa

$$k = \frac{10,675 \cdot L}{C_{hw}^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

$$k = \frac{10,675 \cdot 1910}{150^{1,85} \cdot 0,25^{4,87}}$$

$$k = 1643,102$$

C.4.2.2 Perhitungan kehilangan tinggi tekan mayor

$$H_f = k \cdot Q^{1,85}$$

$$H_f = 1643,102 \cdot 0,020^{1,85}$$

$$H_f = 1,181 \text{ m}$$

BERITA ACARA SIDANG TUGAS AKHIR

Telah dilaksanakan sidang Tugas Akhir Tahun Ajaran 2023/2024.

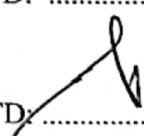
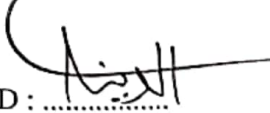
Hari / Tanggal : Selasa / 30 Januari 2024
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik Universitas
Muhammadiyah Aceh
Nama Mahasiswa : Muhammad Isnaini
NIM : 1903120159
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Laporan : Analisis Sistem Distribusi Air Bersih Perusahaan
Daerah Air Minum Tirta Mountala Menggunakan
Software WaterCAD (Studi Kasus: Kecamatan Peukan
Bada Kabupaten Aceh Besar)

Dengan Hasil Sidang Tugas Akhir :

1. Sidang cukup satu kali
- ②. Sidang cukup satu kali dengan perbaikan

Mengetahui dan menilai :

1. Pembimbing
Akmal, ST, M. Eng, IPM
2. Co. Pembimbing
Yulia, ST, MT, IPM
3. Penguji I
Ir. Ahsan Jass, ME
4. Penguji II
Aldina Fatimah, ST, MT, IPM

TTD: 
TTD: 
TTD: 
TTD: 

Mengetahui,
Pimpinan Sidang


Akmal, ST, M. Eng, IPM
NIDN : 1308068301

RESUME SIDANG TUGAS AKHIR

Penguji I : Ir. Ahsan Jass, ME.

No.	Pertanyaan	Jawaban
(1)	(2)	(3)
1.	Perhitungan laju pelanggan menggunakan data apa?	Untuk mencari laju pelanggan maka memerlukan data pelanggan PDAM pada tahun 2018 s/d 2023
2.	1 jam berapa detik	3600 detik
3.	Tambahkan perhitungan detik pada lampiran C	Sudah di tambah sesuai arahan dapat dilihat pada lampiran C halaman 48
4.	Fungsi watercad apa saja	Untuk merencanakan jaringan pipa di daerah pelayanan peukan bada dan untuk mengembangkan jenis pipa yang ada
5.	P itu apa pada hasil <i>software watercad</i>	1. P itu label pipa
6.	Peta jaringan peukan bada ubah namanya aja	Sudah di ubah sesuai arahan dapat dilihat pada lampiran A halaman 36
7.	Parameter apa saja yang diminta sama <i>software watercad</i> ?	Panjang pipa serta elevasi pipa di daerah pelayanan Peukan Bada
8.	Nilai flow dan velocity tidak masuk akal analisa ulang	Sudah dianalisa ulang sesuai arahan untuk hasil dapat dilihat pada lampiran B halaman 45

Mengetahui,
Pembimbing



Akmal, ST, M.Eng, IPM
NIDN. 1308068301

Mengetahui,
Co. Pembimbing



Yulia, ST, MT., IPM
NIDN. 1319078601

Mengetahui,
Penguji I



Ir. Ahsan Jass, ME
NIDN. 0108055301

RESUME SIDANG TUGAS AKHIR

Penguji II : Aldina Fatimah, ST, MT, IPM

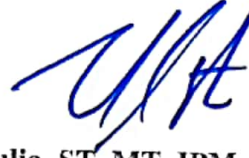
No.	Pertanyaan	Jawaban
(1)	(2)	(3)
1.	Perbaiki margin pada cover	Sudah diperbaiki pada cover.
2.	Perbaiki abstrak	Sudah di perbaiki sesuai arahan dapat dilihat pada halaman vi
3.	Permasalahan tersebut pada bab I harus diperbaiki	Sudah di perbaiki sesuai arahan dapat dilihat pada halaman 2
4.	Perbaiki kata menurut Martin, D., 2004,	Sudah diperbaiki pada halaman 7
5.	Perbaiki tabel bab II ikuti sesuai buku panduan	Sudah diperbaiki pada halaman 15 dan 16
6.	Kenapa mengacu pada kecamatan saja?	Karena hanya meneliti 1 kecamatan saja.
7.	Penjelasan pada tabel bab IV harus ada keterangan.	Sudah ditambahkan sesuai arahan dapat dilihat pada bab 4 halaman 26.
8.	Tambahkan kebutuhan air pada tahun 2023.	Sudah ditambahkan dapat dilihat pada halaman 27.
9.	Jumlah pelanggan dari mana kamu peroleh	Jumlah pelanggan didapat berdasarkan data dari PDAM Tirta Mountala Aceh Besar
10.	Dihalaman 26 $r(jiwa)$ itu apa.	$r(jiwa)$ adalah laju pertumbuhan pelanggan.

Mengetahui,
Pembimbing



Akmal, ST, M.Eng, IPM
NIDN. 1308068301

Mengetahui,
Co. Pembimbing



Yulia, ST, MT, IPM
NIDN. 1319078601

Mengetahui,
Penguji II



Aldina Fatimah, ST, MT, IPM
NIDN. 1320058901



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH

Jalan Muhammadiyah No. 91 Batoh Lueng Bata – Banda Aceh 23245

KARTU KENDALI KEGIATAN PENULISAN TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Isnaini
NIM : 1903120159
Dosen Pembimbing : Akmal ST, M Eng, IPM
Co. Pembimbing : Yulia ST, MT, IPM
Judul Tugas Akhir : Analisis Sistem Distribusi Air Bersih Perusahaan
Daerah Air Minum Tirta Mountala Menggunakan
Software Water-Cad (Studi Kasus: Kecamatan Peukan
Bada Kabupaten Aceh Besar)

NO	Tanggal	Uraian Kegiatan	Tanda tangan pembimbing
1	9 Jan 2024	- Kerja mencari lokasi penelitian tipe Aker - BM ± =ukur diukur 2	
		ygukur diukur diukur ukur ukur - peker	
2	10/Januari 2024	- Pengerjaan kerja Ismu Syukur dan pengerjaan → pengerjaan	



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH

Jalan Muhammadiyah No. 91 Batoh Lueng Bata – Banda Aceh 23245

NO	Tanggal	Uraian Kegiatan	Tanda tangan pembimbing
3)	13/ Januari 2019	- Water cost. - perbaiki pelat - konsultasi perencana.	
		perbaiki & lengkapi	
4)	15/ Januari 2019	lengkap. pelat & Bata 3. uraian lengkap 3.4.1 Angkur . . .	
		3.4.2 . servis.	
		Bat 4 Perbaikan pelat	
		lengkap + Material - Rupa - hasil - by konsultan? Penulisan keterangan notasi & lain-lain. Pekerja	



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH

Jalan Muhammadiyah No. 91 Batoh Lueng Bata – Banda Aceh 23245

NO	Tanggal	Uraian Kegiatan	Tanda tangan pembimbing
6)	23 Jan. 24	Daftar pustaka + → 15-20 literatur - Bagi Aki ?	
		lengkap gbr	
7)	24/1/24	Persiapkan Lampiran & lq A - Menor - - Akron -	
		Lampiran ke pemb.g.	
8)	25-1-2024	- Mahasiswa sudah dapat mendefinisikan Sidang Akhir	



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH

Jalan Muhammadiyah No. 91 Batoh Lueng Bata – Banda Aceh 23245

KARTU KENDALI KEGIATAN PENULISAN TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Isnaini
NIM : 1903120159
Dosen Pembimbing : Akmal ST, M Eng, IPM
Co. Pembimbing : Yulia ST, MT, IPM
Judul Tugas Akhir : Analisis Sistem Distribusi Air Bersih Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Mountala Menggunakan Software Water-Cad (Studi Kasus: Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar)

NO	Tanggal	Uraian Kegiatan	Tanda tangan pembimbing
	25. Jan 2024	- Mahasiswa telah dapat mendaftar siskog Toga Aceh. =	