ANALISIS KEBUTUHAN DAN KETERSEDIAAN AIR BERSIH DI WILAYAH KELURAHAN TANJUNG SELOR HILIR

SKRIPSI

Disusun Oleh:

SATRIA PRANATA

NPM. 202212002

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KALTARA

2026

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Satria Pranata

Npm : 202212002

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya buat dengan judul :

ANALISIS KEBUTUHAN DAN KETERSEDIAAN AIR BERSIH DI WILAYAH KELURAHAN TANJUNG SELOR HILIR

Merupakan salah satu persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kaltara. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikat untuk mendapatkan gelar sarjana di lingkungan Universitas Kaltara maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian sumber informasi yang dicantumkan sebagaimana mestinya, saya bertanggung jawab sepenuhnya atas kebenaran dari skripsi ini.

Demikian pernyataan skripsi ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Saya siap mendapatkan sanksi akademis apabila dikemudian hari ditemukan pelanggaran terkait penyusunan skripsi ini.

Tanjung Selor, Juli 2026

SATRIA PRANATA

202212002

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

ANALISIS KEBUTUHAN DAN KETERSEDIAAN AIR BERSIH DI WILAYAH KELURAHAN TANJUNG SELOR HILIR

Disusun Oleh :

SATRIA PRANATA
NPM. 202212002

Tanjung Selor, Juli 2026

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. Rachel Zandra Singal, S.T., M.T.
NIDN : 11.031079.01

Dosen Penguji 1

Sepry Rantesalu, S.T., M.T.
NIDN : 8810410016

Dosen Penguji 2

Ir. Enny Haryvanti, S.T., M.T.
NIDN : 11.220786.02

Menyetujui:
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. Rachel Zandra Singal, S.T., M.T.
NIDN : 11.031079.01

Mengetahui:
Dekan Fakultas Teknik

Ir. Enny Haryvanti, S.T., M.T.
NIDN : 11.220786.02

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunianya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Ujian Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana dengan judul ''ANALISIS KEBUTUHAN DAN KETERSEDIAAN AIR BERSIH DI WILAYAH KELURAHAN TANJUNG SELOR HILIR'' ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Kaltara. Dalam penulisan tugas akhir ini, dan tidak lupa penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah banyak memberi bantuan baik berupa moral maupun materi sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan yang Maha Esa yaitu Allah SWT.
2. Kepada kedua Orang Tua yaitu Bapak Kholik Purnadi dan Ibu Fatimah yang selalu memberikan semangat dan dukungan doa selama penelitian tugas akhir.
3. Kepada saudara Nur Qolby yang selalu memberikan motivasi kepada saya.
4. Dr. Didi Ardiansyah, S.T.P., M.M. Selaku Rektor Universitas Kaltara.
5. Ir. Enny Harviyanti,S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik.
6. Ir. Rachel Zandra Singal, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil
7. Ir. Rachel Zandra Singal, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik Sekaligus Dosen Pemimbing yang telah meluangkan waktu untuk membantu dan membimbing dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Sepry Rantesalu, S.T., M.T selaku Dosen Penguji 1 yang telah memberikan saran selama penyusunan tugas akhir ini.
9. Ir. Enny Harviyanti,S.T., M.T selaku Dosen Penguji 2 yang telah memberikan saran selama penyusunan tugas akhir ini.

10. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah banyak memberikan ilmu dan pengetahuan selama perkuliahan.

Demikian yang penulis dapat sampaikan, semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan mampu membantu mengurangi permasalahan yang terjadi. Penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun yang sangat penulis harapkan. Semoga tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi pembaca. Sekian dan Terima kasih.

Tanjung Selor, April 2026

SATRIA PRANATA

NPM: 202212002

Satria Pranata
202212002
Departemen Teknik Sipil

Dosen Pembimbing
Ir. Rachel Zandra Singal, S.T., M.T

ANALISIS KEBUTUHAN DAN KETERSEDIAAN AIR BERSIH DI WILAYAH KELURAHAN TANJUNG SELOR HILIR

ABSTRAK

Kelurahan Tanjung Selor Hilir merupakan kelurahan berpenduduk terbanyak di Kecamatan Tanjung Selor, Kabupaten Bulungan, sekaligus pusat pemerintahan Provinsi Kalimantan Utara. Penelitian ini dilatarbelakangi belum tersedianya data neraca air yang memastikan kapasitas produksi riil Perumda Air Minum Danum Benuanta mencukupi kebutuhan masyarakat hingga tahun 2035. Penelitian bertujuan memproyeksikan pertumbuhan penduduk, menghitung kebutuhan air domestik dan non-domestik, mengevaluasi ketersediaan air, serta menganalisis neraca air (water balance) periode 2026–2035.

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif analitis dengan data sekunder dari Kantor Kelurahan dan Perumda Air Minum Danum Benuanta. Proyeksi penduduk menggunakan Metode Aritmatik, Geometrik, dan Least Square, dipilih berdasarkan koefisien korelasi (r) tertinggi dan standar deviasi (SD) terkecil. Kebutuhan air mengacu standar Ditjen Cipta Karya Dep. PU (1996) dengan konsumsi domestik 100 liter/orang/hari melalui Sambungan Rumah (SR). Ketersediaan air berasal dari kapasitas riil IPA Sabanar Lama (64 L/dtk) dan IPA Sungai Buaya (104 L/dtk), total 168 L/dtk.

Hasil analisis menunjukkan Metode Least Square terpilih dengan r = 0,9939 dan SD = 485,298. Penduduk diproyeksikan mencapai 50.931 jiwa pada tahun 2035. Total kebutuhan air maksimum tahun 2035 sebesar 84,634 L/dtk (domestik 58,948; non-domestik 6,8689; kehilangan air NRW 16,90% sebesar 11,123 L/dtk; dikalikan faktor hari maksimum 1,1). Neraca air menunjukkan ketersediaan 168 L/dtk mampu memenuhi kebutuhan sepanjang 2026–2035, dengan surplus akhir sebesar 83,366 L/dtk, sehingga sistem berada dalam kondisi SURPLUS selama periode perencanaan. Perlu dicatat, surplus ini berdasarkan asumsi tingkat pelayanan 100% pada 2035, bukan kondisi riil saat ini, karena hingga 2025 sebagian penduduk belum terlayani Perumda dan masih memakai sumber air alternatif, sehingga optimalisasinya memerlukan perluasan Sambungan Rumah secara bertahap.

Kata Kunci : Air Bersih, Proyeksi Penduduk, Least Square, Neraca Air, NRW

Satria Pranata
202212002
Department of Civil Engineering

Supervising Lecturer
Ir. Rachel Zandra Singal, S.T., M.T

ANALYSIS OF CLEAN WATER DEMAND AND AVAILABILITY IN THE AREA OF TANJUNG SELOR HILIR URBAN VILLAGE

ABSTRACT

Tanjung Selor Hilir Urban Village is the most densely populated area in Tanjung Selor District, Bulungan Regency, North Kalimantan Province, serving as the provincial government center. The main problem of this study is the absence of comprehensive data on the balance between clean water demand and availability, making it uncertain whether the actual production capacity of Perumda Air Minum Danum Benuanta remains sufficient to meet the community's clean water needs through 2035. This study aims to project population growth, calculate domestic and non-domestic water demand, evaluate water availability, and analyze the water balance for the period 2026–2035.
This study employed a descriptive-analytical quantitative approach using secondary data from the Village Office and Perumda Air Minum Danum Benuanta. Population projection was carried out using the Arithmetic, Geometric, and Least Square methods, selected based on the highest correlation coefficient (r) and the lowest standard deviation (SD). Water demand was calculated based on the standards of the Directorate General of Cipta Karya, Ministry of Public Works (1996), with domestic consumption of 100 liters/person/day through house connections (SR). Water availability was determined from the production capacity of WTP Sabanar Lama (64 L/s) and WTP Sungai Buaya (104 L/s), with a total actual production capacity of 168 L/s. The analysis results indicate that the Least Square method was selected with r = 0.9939 and SD = 485.298. The population is projected to reach 50,931 people by 2035. The total maximum water demand in 2035 is 84.634 L/s, comprising domestic demand of 58.948 L/s, non-domestic demand of 6.8689 L/s, and water losses (NRW 16.90%) of 11.123 L/s, multiplied by a peak day factor of 1.1. The water balance analysis shows that the available supply of 168 L/s is sufficient to meet the maximum water demand throughout 2026–2035, with a surplus of 83.366 L/s at the end of the planning period. Therefore, the clean water supply system in Tanjung Selor Hilir Urban Village remains in a SURPLUS condition throughout the entire planning period. It should be noted that this surplus is based on a 100% service assumption by 2035, not the current condition, as some residents remained unserved and relied on alternative water sources as of 2025.

Keywords* : *Clean Water, Population Projection, Least Square, Water Balance, NRW

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI ..... **ii**
PENGESAHAN ..... **iii**
KATA PENGANTAR ..... **iv**
ABSTRAK ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 LATAR BELAKANG 1
1.2 RUMUSAN MASALAH 6
1.3 TUJUAN PENELITIAN 7
1.4 BATASAN MASALAH 7
1.5 MANFAAT PENELITIAN 9
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN 10
BAB II LANDASAN TEORI **12**
2.1 SIKLUS HIDROLOGI 12
2.1.1 Unsur Pembentukan Siklus Air 13
2.2 PENGERTIAN AIR 13
2.2.1 Jenis-jenis Sumber Air 14
2.3 PEMANFAATAN AIR BERSIH 15
2.4 SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM) 16
2.5 PROYEKSI PENDUDUK 17
2.5.1 Pemilihan Metode 22
2.6 PROYEKSI JUMLAH FASILITAS UMUM 23
2.7 KEBUTUHAN AIR BERSIH 24
2.7.1. Kebutuhan Air Domestik 24
2.7.2 Kebutuhan Non-Domestik 27

2.8 KAPASITAS KEBUTUHAN AIR BERSIH 31
2.9 KETERSEDIAAN AIR BERSIH 34
2.10 PENELITIAN TERDAHULU 35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 39
3.1 LOKASI PENELITIAN 39
3.2 PENDEKATAN PENELITIAN 40
3.3 PENGUMPULAN DATA 41
3.3.1 Waktu Penelitian 41
3.3.2 Peralatan Penelitian 41
3.3.3 Teknik Pengumpulan Data 42
3.3.4 Data Primer 43
3.3.5 Data Sekunder 43
3.4 TAHAPAN PENGOLAHAN DATA 46
3.5 BAGAN ALIR PENELITIAN 48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 52
4.1 TAHAPAN PENGUMPULAN DATA 52
4.1.1 Data Kapasitas Produksi IPA Perumda Air Minum Danum Benuanta 52
4.1.2 Data Jumlah Penduduk Kelurahan Tanjung Selor Hilir Tahun 2016–2025 53
4.1.3 Data Fasilitas Umum Kelurahan Tanjung Selor Hilir 53
4.2 PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA 54
4.2.1 Analisis Proyeksi Jumlah Penduduk 54
4.2.2 Analisis Proyeksi Jumlah Fasilitas Umum 72
4.2.3 Analisis Kebutuhan Air 81
4.2.4 Analisis Ketersediaan Air Bersih 103
4.2.5 Analisis Neraca Air (*Water Balance*) 104
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 105
5.1 KESIMPULAN 105
5.2 SARAN 107
DAFTAR PUSTAKA 108
DAFTAR RIWAYAT HIDUP 110

LAMPIRAN.....111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi 12
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian 38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Kebutuhan Air Domestik dan Non-Domestik 24
Tabel 2.2 Kebutuhan Air Non Domestik untuk Kategori I,II,III,IV 27
Tabel 2.3 Kebutuhan Air Non Domestik untuk Kategori V 27
Tabel 2.4 Kebutuhan Air Non Domestik Kategori Lain 28
Tabel 2.5 Standar Kebutuhan Air Non-Domestik Berbasis Unit Fasilitas .. 28
Tabel 2.6 Klasifikasi Status Neraca Air 32
Tabel 4.1 Data Kapasitas Produksi IPA PDAM 49
Tabel 4.2 Jumlah Penduduk Kelurahan Tanjung Selor Hilir 2016-2025 50
Tabel 4.3 Data Fasilitas Umum Kelurahan Tanjung Selor Hilir Tahun 2025 51
Tabel 4.4 Uji Korelasi Metode Aritmatik Kelurahan Tanjung Selor Hilir .. 53
Tabel 4.5 Perhitungan Standar Deviasi Metode Aritmatik 55
Tabel 4.6 Proyeksi Penduduk 10 Tahun Ke Depan Metode Aritmatik 57
Tabel 4.7 Uji Korelasi Metode Geometrik Kelurahan Tanjung Selor Hilir. 58
Tabel 4.8 Perhitungan Standar Deviasi Metode Geometrik 60
Tabel 4.9 Proyeksi Penduduk 10 Tahun Ke Depan Metode Geometrik 62
Tabel 4.10 Uji Korelasi Metode Least Square Kelurahan Tanjung Selor Hilir 63
Tabel 4.11 Perhitungan Standar Deviasi Metode Least Square 66
Tabel 4.12 Proyeksi Penduduk 10 Tahun ke Depan Metode Least Square . 67
Tabel 4.13 Perbandingan Nilai Koefisien Korelasi Dan Standar Deviasi ... 68
Tabel 4.14 Pertumbuhan Penduduk Metode Terpilih Least Square 69
Tabel 4.15 Jumlah Fasilitas Umum di Kelurahan Tanjung Selor Hilir 70
Tabel 4.16 Fasilitas Pendidikan di Kelurahan Tanjung Selor Hilir 72
Tabel 4.17 Fasilitas Peribadatan di Kelurahan Tanjung Selor Hilir 73
Tabel 4.18 Fasilitas Kesehatan di Kelurahan Tanjung Selor Hilir 74
Tabel 4.19 Fasilitas Pemerintahan & Pelayanan di Kelurahan Tanjung Selor Hilir 75
Tabel 4.20 Fasilitas Transportasi di Kelurahan Tanjung Selor Hilir 76

Tabel 4.21 Fasilitas Perdagangan, Jasa & Industri Kelurahan Tanjung Selor Hilir 77
Tabel 4.22 Hasil Proyeksi Kebutuhan Air Domestik Kelurahan Tanjung Selor Hilir Tahun 2026-2035 79
Tabel 4.23 Standar Kebutuhan Air Fasilitas Perkotaan 83
Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik Fasilitas Pendidikan 86
Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik Fasilitas Peribadatan 88
Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik Fasilitas Kesehatan 90
Tabel 4.27 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik Fasilitas Pemerintahan & Pelayanan 92
Tabel 4.28 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik Fasilitas Transportasi 94
Tabel 4.29 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik Fasilitas Perdagangan, Jasa & Industri 95
Tabel 4.30 Hasil Jumlah Kebutuhan Total Fasilitas Umum Kelurahan Tanjung Selor Hilir 96
Tabel 4.31 Hasil Rekapitulasi Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik 97
Tabel 4.32 Kebutuhan Air Bersih Kelurahan Tanjung Selor Hilir 98
Tabel 4.33 Data Kapasitas Produksi IPA PDAM 99
Tabel 4.34 Data Teknis Pelayanan Perumda Air Minum Danum Benuanta 99
Tabel 4.35 Keseimbangan Ketersediaan Air Bersih/*Water Balance* Kelurahan Tanjung Selor Hilir Tahun 2026-2035 100

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Air bersih merupakan kebutuhan dasar manusia yang ketersediaannya di alam sangat terbatas. Dari total keseluruhan air yang ada di bumi, sebesar 97,5% merupakan air asin yang terdapat di lautan dan tidak dapat langsung dimanfaatkan untuk kebutuhan domestik maupun non-domestik. Proporsi air tawar hanya sebesar 2,5%, dan dari jumlah tersebut, sekitar dua pertiganya tersimpan di kutub dalam bentuk gletser serta lapisan es yang tidak mudah diakses. Dengan demikian, air tawar yang benar-benar tersedia dan dapat diolah menjadi air bersih layak konsumsi hanyalah sebagian kecil dari total sumber daya air yang ada di bumi. Kondisi ini menjadikan pengelolaan dan perencanaan sistem penyediaan air bersih sebagai suatu keharusan teknis yang tidak dapat diabaikan, khususnya di wilayah-wilayah yang mengalami pertumbuhan penduduk dan perkembangan kawasan secara signifikan.

Dari perspektif teknis perencanaan infrastruktur, pertumbuhan penduduk merupakan variabel utama yang secara langsung menentukan besaran kebutuhan air bersih suatu wilayah pada masa mendatang. Setiap penambahan jumlah penduduk berarti peningkatan volume kebutuhan air secara proporsional, baik untuk keperluan domestik rumah tangga maupun fasilitas non-domestik yang turut berkembang seiring pertumbuhan kawasan. Apabila kapasitas produksi instalasi pengolahan air yang tersedia tidak mampu mengimbangi laju pertumbuhan kebutuhan tersebut, maka wilayah yang bersangkutan akan mengalami kondisi defisit layanan air bersih. Kondisi defisit ini tidak hanya berdampak pada kualitas sanitasi dan kesehatan masyarakat, tetapi juga menghambat aktivitas sosial-ekonomi secara keseluruhan. Oleh karena itu, analisis proyeksi kebutuhan air berbasis data kependudukan menjadi instrumen perencanaan teknis yang sangat krusial dalam memastikan kecukupan kapasitas infrastruktur air bersih untuk jangka panjang.

Provinsi Kalimantan Utara merupakan provinsi termuda di Indonesia yang terletak di bagian paling utara Pulau Kalimantan dan berbatasan langsung dengan negara Malaysia. Sebagai provinsi yang baru dimekarkan, Kalimantan Utara terdiri dari empat kabupaten dan satu kota, dengan Kabupaten Bulungan sebagai salah satu kabupaten yang memiliki peran strategis dalam struktur pemerintahan provinsi. Kecamatan Tanjung Selor yang berada di Kabupaten Bulungan mengemban fungsi ganda sebagai pusat pemerintahan Provinsi Kalimantan Utara sekaligus pusat pemerintahan Kabupaten Bulungan. Fungsi ganda tersebut mendorong perkembangan kawasan yang sangat pesat, ditandai dengan masifnya pembangunan gedung pemerintahan, kawasan perumahan baru, fasilitas pendidikan dan kesehatan, serta pusat perdagangan dan jasa. Kondisi perkembangan fisik kawasan yang demikian pesat secara langsung meningkatkan tekanan terhadap seluruh sistem infrastruktur dasar yang ada, termasuk sistem jaringan distribusi air bersih. Dalam konteks perencanaan teknis, perkembangan kawasan yang tidak diimbangi dengan pengembangan kapasitas infrastruktur air bersih secara proporsional berpotensi menimbulkan ketimpangan layanan yang semakin melebar dari waktu ke waktu.

Kelurahan Tanjung Selor Hilir merupakan salah satu kelurahan di Kecamatan Tanjung Selor dengan luas wilayah sebesar 348,86 km², yang mencakup berbagai kawasan permukiman padat, fasilitas umum, serta pusat kegiatan sosial dan ekonomi masyarakat. Berdasarkan data dari kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir, jumlah penduduk di kelurahan ini pada tahun 2025 telah mencapai 36.375 jiwa. Sebagai pusat pemerintahan Provinsi Kalimantan Utara, wilayah ini menjadi daya tarik bagi para pendatang yang mencari peluang kerja di sektor pemerintahan, perdagangan, dan jasa, sehingga fenomena perpindahan yang terjadi turut mempercepat laju pertumbuhan penduduk secara signifikan. Dengan laju pertumbuhan yang relatif tinggi tersebut, proyeksi kebutuhan air bersih di Kelurahan Tanjung Selor Hilir diprediksi akan terus meningkat dari tahun ke tahun dan memerlukan perencanaan kapasitas yang terstruktur dan berbasis data.

Dalam hal penyediaan air bersih, Kelurahan Tanjung Selor Hilir mendapatkan layanan dari Perusahaan Umum Daerah (Perumda) Air Minum

Danum Benuanta melalui dua unit Instalasi Pengolahan Air (IPA). Unit pertama adalah IPA Sabanar Lama dengan kapasitas terpasang sebesar 80 liter/detik dan kapasitas produksi riil sebesar 64 liter/detik, sedangkan unit kedua adalah IPA Sungai Buaya dengan kapasitas terpasang sebesar 130 liter/detik dan kapasitas produksi riil sebesar 104 liter/detik. Total kapasitas terpasang dari kedua IPA tersebut adalah 210 liter/detik dengan total kapasitas produksi riil sebesar 168 liter/detik (Perumda Air Minum Danum Benuanta, 2026). Adanya selisih antara kapasitas terpasang dan kapasitas produksi riil pada kedua unit IPA tersebut mengindikasikan bahwa tidak seluruh kapasitas desain instalasi dapat dioperasikan secara optimal, yang antara lain dapat disebabkan oleh kondisi sumber air baku, keterbatasan operasional, maupun kendala teknis pada unit-unit proses pengolahan air. Kelurahan Tanjung Selor Hilir merupakan wilayah dengan jumlah penduduk terbesar dalam daerah layanan kedua IPA tersebut, menjadikannya sebagai wilayah dengan beban kebutuhan air terbesar dalam sistem distribusi yang dikelola oleh Perumda Air Minum Danum Benuanta.

Berdasarkan data teknis Perumda Air Minum Danum Benuanta, tercatat tingkat kehilangan air (*Non-Revenue Wate*r/NRW) sebesar 16,90% dari total produksi. Data ini merupakan data resmi yang diserahkan oleh Perumda Air Minum Danum Benuanta melalui Surat Nomor 156/TK/Perumda-DB/VII/2026 tanggal 2 Juli 2026 perihal Informasi Data, sebagai balasan atas Surat Fakultas Teknik Universitas Kaltara Nomor 176/AMKM/FT-UNIKALTAR/VI/2026, sebagaimana dilampirkan pada Lampiran skripsi ini. Angka NRW ini mencerminkan besaran air yang diproduksi oleh IPA namun tidak menghasilkan pendapatan bagi pengelola, baik akibat kebocoran fisik pada jaringan pipa transmisi dan distribusi maupun faktor administratif seperti sambungan ilegal dan kesalahan pencatatan meter. Mengacu pada standar Direktorat Jendral Cipta Karya, batas toleransi NRW yang ditetapkan adalah sebesar 20-30%. Meskipun angka NRW Perumda Danum Benuanta masih berada di bawah ambang batas tersebut, nilai 16,90% tetap menunjukkan adanya ketidakmampuan teknis yang secara langsung mengurangi volume air bersih yang benar-benar tersedia bagi pelanggan dan harus diperhitungkan dalam menentukan total kebutuhan produksi riil sistem. Hingga

tahun 2025, sebagian penduduk pada wilayah layanan kedua IPA tersebut belum seluruhnya terlayani oleh jaringan Sambungan Rumah (SR), sehingga sebagian masyarakat masih mengandalkan sumber air alternatif seperti air sumur gali, sumur bor, dan air sungai yang kualitas serta kuantitasnya tidak terjamin secara teknis, sehingga berpotensi memengaruhi derajat kesehatan dan kondisi sanitasi lingkungan sekitarnya. Upaya perluasan cakupan layanan menuju 100% perlu terus diupayakan secara berkesinambungan, yang berarti kapasitas produksi IPA di masa mendatang harus mampu mengakomodasi pertambahan sambungan baru di samping melayani pelanggan yang sudah ada.

Berdasarkan standar Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum (1996), Kelurahan Tanjung Selor Hilir dengan jumlah penduduk paling tinggi saat ini yaitu 36.375 jiwa masuk dalam kategori Kota Kecil dengan rentang populasi 20.000 hingga 100.000 jiwa. Berdasarkan hasil konfirmasi ke instansi terkait, seluruh sistem pelayanan air bersih di wilayah ini dilayani sepenuhnya melalui unit Sambungan Rumah (SR) dan tidak terdapat unit Hidran Umum (HU) yang beroperasi, sehingga standar konsumsi air domestik yang digunakan mengacu pada 100 liter/orang/hari sesuai ketentuan Direktorat Jenderal Cipta Karya (1996). Selain komponen kebutuhan domestik, kebutuhan air non-domestik yang mencakup fasilitas pendidikan, kesehatan, peribadatan, perdagangan, perkantoran, dan fasilitas umum lainnya juga wajib diperhitungkan mengingat Kelurahan Tanjung Selor Hilir sebagai pusat pemerintahan memiliki ragam fasilitas yang cukup lengkap dan terus bertambah seiring perkembangan kawasan.

Kondisi teknis yang ada saat ini menimbulkan pertanyaan mendasar mengenai kecukupan kapasitas produksi riil kedua IPA terhadap kebutuhan air riil masyarakat Kelurahan Tanjung Selor Hilir, terutama apabila pertumbuhan penduduk terus berlangsung hingga tahun 2035. Analisis proyeksi pertumbuhan penduduk menggunakan tiga metode statistik, yaitu metode Aritmatika, Geometrik, dan *Least Square*, dengan pemilihan metode terbaik berdasarkan nilai koefisien korelasi (r) tertinggi yang mendekati angka 1 (satu), menjadi instrumen analisis utama yang akan menghasilkan data dasar proyeksi kebutuhan air untuk setiap

tahun perencanaan. Tanpa data proyeksi yang terstruktur dan komprehensif, tidak dapat dipastikan secara teknis apakah kapasitas produksi riil sebesar 168 liter/detik dari kedua IPA yang ada saat ini akan tetap mampu memenuhi kebutuhan air masyarakat hingga akhir periode perencanaan tahun 2035, atau justru akan mengalami kondisi kritis bahkan defisit pada tahun tertentu seiring meningkatnya jumlah penduduk. Indikasi kuat ke arah tersebut semakin nyata mengingat Perumda Air Minum Danum Benuanta sendiri telah menyusun dokumen perencanaan teknis untuk penambahan kapasitas IPA guna mengantisipasi pertumbuhan kebutuhan air di Kecamatan Tanjung Selor (Perumda Air Minum Danum Benuanta, 2026). Adanya rencana penambahan kapasitas ini menegaskan bahwa sistem produksi yang berjalan saat ini diprediksi tidak akan mampu mengakomodasi kebutuhan jangka panjang tanpa adanya intervensi pengembangan kapasitas yang terencana. Namun demikian, tanpa adanya analisis neraca air yang terstruktur, waktu yang tepat dan besaran kapasitas tambahan yang dibutuhkan belum dapat ditentukan secara akurat dan ilmiah.

Ketiadaan data yang komprehensif dan terstruktur mengenai keseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan air bersih, atau yang dalam ilmu teknis dikenal sebagai neraca air bersih (*Water Balance*), di wilayah ini menjadi hambatan serius dalam penyusunan rencana pengembangan infrastruktur yang tepat sasaran. Evaluasi teknis yang sistematis dan berbasis data sangat diperlukan, tidak hanya untuk memotret kondisi eksisting secara akurat, tetapi juga untuk memberikan gambaran proyektif yang dapat dijadikan acuan pengambilan keputusan teknis bagi pengelola sistem maupun pemerintah daerah. Tanpa evaluasi semacam ini, investasi infrastruktur air bersih berisiko tidak tepat sasaran, baik dari sisi penentuan waktu pelaksanaan maupun besaran kapasitas tambahan yang dibutuhkan, yang pada akhirnya dapat berujung pada pemborosan anggaran atau sebaliknya kekurangan kapasitas yang merugikan masyarakat.

Berdasarkan keseluruhan kondisi yang telah diuraikan, penelitian ini menjadi sangat penting untuk dilakukan. Kelurahan Tanjung Selor Hilir merupakan wilayah dengan jumlah penduduk terbesar pada wilayah layanan IPA Sabanar Lama dan IPA Sungai Buaya, sehingga wilayah ini perlu mendapat perhatian khusus

dalam perencanaan kebutuhan air bersih jangka panjang. Seiring bertambahnya jumlah penduduk setiap tahun, kebutuhan air bersih di wilayah ini juga akan terus meningkat, sehingga diperlukan analisis yang terstruktur dan berbasis data aktual untuk memastikan ketersediaan air tetap mencukupi hingga tahun 2035. Tanpa adanya kajian yang akurat mengenai kebutuhan dan ketersediaan air bersih, perencanaan infrastruktur air bersih berisiko tidak tepat sasaran, baik dari segi waktu pelaksanaan maupun kapasitas yang dibutuhkan, yang pada akhirnya dapat merugikan masyarakat maupun pengelola sistem.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang nyata bagi pengembangan ilmu teknik sipil, khususnya bidang rekayasa sumber daya air, sekaligus menjadi masukan strategis bagi Pemerintah Daerah Kabupaten Bulungan, Pemerintah Provinsi Kalimantan Utara, dan Perumda Air Minum Danum Benuanta dalam merumuskan kebijakan dan program investasi infrastruktur air bersih yang tepat sasaran, terencana, dan berkelanjutan. Atas dasar itulah, penelitian ini dilakukan dengan judul "Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih di Wilayah Kelurahan Tanjung Selor Hilir".

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan mengenai kondisi eksisting sistem penyediaan air bersih, tingkat kehilangan air, dan dinamika pertumbuhan penduduk di Kelurahan Tanjung Selor Hilir sebagai pusat pemerintahan Provinsi Kalimantan Utara, maka permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pertumbuhan penduduk di Kelurahan Tanjung Selor Hilir dan berapa hasil proyeksinya untuk periode 10 tahun mendatang (2026–2035) berdasarkan analisis tiga metode statistik?
2. Berapa besar total kebutuhan air bersih, baik untuk sektor domestik maupun non-domestik, di Kelurahan Tanjung Selor Hilir hingga tahun rencana 2035, dengan nilai konsumsi air (q) mengacu pada standar Direktorat Jenderal Cipta Karya (1996) dan memperhitungkan faktor kehilangan air (*water losses*)?

3. Berapa besar kapasitas produksi riil yang tersedia pada unit Instalasi Pengolahan Air (IPA) Perumda Air Minum Danum Benuanta yang melayani wilayah Kelurahan Tanjung Selor Hilir?
4. Bagaimana kondisi neraca air (*water balance*) antara ketersediaan kapasitas produksi riil unit IPA terhadap proyeksi total kebutuhan air bersih di Kelurahan Tanjung Selor Hilir hingga tahun 2035?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menghitung pertumbuhan penduduk di Kelurahan Tanjung Selor Hilir serta menentukan hasil proyeksi jumlah penduduk untuk periode 10 tahun mendatang (2026–2035) dengan menggunakan metode statistik yang memiliki tingkat akurasi tertinggi berdasarkan uji korelasi (r) dan Standar Deviasi terendah.
2. Menghitung besarnya total akumulasi kebutuhan air bersih yang mencakup sektor domestik dan non-domestik di wilayah studi hingga tahun rencana 2035, dengan nilai konsumsi air (q) mengacu pada standar Direktorat Jenderal Cipta Karya (1996) dan memperhitungkan faktor kehilangan air (*water losses*) berdasarkan data *Non-Revenue Water* (NRW) dari Perumda Air Minum Danum Benuanta.
3. Mengetahui besarnya kapasitas produksi riil yang tersedia pada unit Instalasi Pengolahan Air (IPA) Perumda Air Minum Danum Benuanta yang melayani wilayah Kelurahan Tanjung Selor Hilir.
4. Mengetahui kondisi neraca air (*water balance*) guna menentukan status surplus, kritis, atau defisit pelayanan air bersih di Kelurahan Tanjung Selor Hilir hingga tahun 2035.

1.4 BATASAN MASALAH

Mengingat luasnya permasalahan dalam sistem penyediaan air bersih, maka penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Ruang Lingkup Wilayah: Penelitian dilakukan secara administratif di Kelurahan Tanjung Selor Hilir, Kecamatan Tanjung Selor, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara.
2. Sektor Kebutuhan: Analisis kebutuhan air hanya mencakup kebutuhan domestik (rumah tangga) dan kebutuhan non-domestik (perkantoran, sekolah, tempat ibadah, dan fasilitas umum lainnya).
3. Sumber Data Kependudukan: Data jumlah penduduk diperoleh Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir untuk periode 2016–2025.
4. Parameter Ketersediaan: Ketersediaan air bersih dalam penelitian ini hanya ditinjau berdasarkan kapasitas produksi riil pada IPA Sabanar dan IPA Sungai Buaya milik Perumda Air Minum Danum Benuanta yang melayani wilayah Kelurahan Tanjung Selor Hilir. Variabel ketersediaan tidak mencakup debit air baku sungai.
5. Metode Proyeksi Penduduk: Metode proyeksi yang digunakan adalah Metode Aritmatik, Metode Geometrik, dan Metode *Least Square* (Regresi Linier). Pemilihan metode terbaik didasarkan pada nilai koefisien korelasi (r) yang paling mendekati +1.
6. Standar Teknis Kebutuhan Air: Perhitungan kebutuhan air domestik mengacu pada nilai konsumsi air (q) yang ditetapkan dalam standar Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum (1996), yaitu sebesar 100 liter/orang/hari untuk kategori Kota Kecil. Kebutuhan non-domestik dihitung per jenis fasilitas umum (pendidikan, peribadatan, kesehatan, perkantoran, dan fasilitas lainnya) mengacu pada standar yang sama. Faktor kehilangan air (NRW) menggunakan data aktual Perumda Air Minum Danum Benuanta sebesar 16,90%. Penelitian ini juga mengasumsikan tingkat pelayanan 100% pada akhir tahun perencanaan (2035) sebagai target pelayanan penuh sesuai praktik umum perencanaan SPAM.
7. Tahun Rencana: Jangka waktu proyeksi dilakukan untuk 10 tahun mendatang, yaitu periode tahun 2026 sampai dengan tahun 2035.

8. Metode Pengumpulan Data: Penelitian ini tidak melakukan wawancara kepada responden masyarakat maupun survei lapangan berbasis kuesioner. Pengumpulan data dilakukan melalui survei dengan mengambil data sekunder dari Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir dan Perumda Air Minum Danum Benuanta, serta dokumentasi lapangan berupa foto kondisi fisik unit IPA sebagai data pendukung deskriptif.
9. Kualitas Air: Penelitian ini tidak meninjau aspek kualitas air bersih, baik secara fisik, kimia, maupun biologis. Pembatasan ini dilakukan secara sengaja karena fokus penelitian adalah pada aspek kuantitas, yaitu keseimbangan antara volume kebutuhan dan kapasitas produksi air bersih. Aspek kualitas air dapat menjadi topik penelitian lanjutan yang terpisah.
10. Analisis kebutuhan air dalam penelitian ini dibatasi pada kebutuhan air harian maksimum (Qmaks) dan tidak mencakup perhitungan debit jam puncak (Qpeak) karena penelitian ini tidak membahas perencanaan detail jaringan distribusi.
11. Fasilitas Umum: Tidak menentukan titik lokasi seluruh Fasilitas Umum yang bersumber dari Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi berbagai pihak, antara lain:

1. Bagi Penulis: Sebagai sarana untuk mengaplikasikan ilmu pengetahuan di bidang Teknik Sipil, khususnya mengenai sistem penyediaan air bersih dan manajemen infrastruktur keairan. Selain itu, penelitian ini bermanfaat untuk mengasah kemampuan analisis teknis dalam memecahkan permasalahan nyata di lapangan.
2. Bagi Perumda Air Minum Danum Benuanta: Sebagai bahan evaluasi teknis mengenai kecukupan kapasitas produksi riil IPA dalam melayani kebutuhan air bersih masyarakat Kelurahan Tanjung Selor Hilir, serta sebagai dasar pertimbangan dalam perencanaan pengembangan kapasitas produksi ke depan.

3. Bagi Akademisi: Sebagai referensi dan bahan perbandingan untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih di wilayah perkotaan.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai penyusunan skripsi ini, maka sistematika penulisan dibagi menjadi beberapa bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang penelitian yang mencakup kondisi eksisting kebutuhan dan ketersediaan air bersih di Kelurahan Tanjung Selor Hilir, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi kajian teori yang relevan meliputi definisi siklus hidrologi, air bersih, sistem penyediaan air minum (SPAM), analisis proyeksi penduduk, standar kebutuhan air bersih domestik dan non-domestik berdasarkan Ditjen Cipta Karya, konsep ketersediaan air bersih, analisis neraca air (*water balance*), serta penelitian terdahulu. Bab ini berfungsi sebagai kerangka pikir yang menghubungkan judul penelitian dengan landasan teori yang digunakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi penjelasan mengenai lokasi penelitian, pendekatan penelitian kuantitatif deskriptif analitis, teknik pengumpulan data sekunder dari Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir dan Perumda, variabel penelitian, tahapan pengolahan data, dan bagan alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil analisis proyeksi penduduk menggunakan tiga metode statistik, perhitungan kebutuhan air bersih domestik dan non-domestik berdasarkan standar Ditjen Cipta Karya, evaluasi ketersediaan air dari kapasitas produksi riil IPA, serta analisis neraca air (*water balance*) beserta pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang menjawab seluruh tujuan penelitian serta saran dan rekomendasi teknis berdasarkan hasil analisis neraca air, termasuk

rekomendasi tindak lanjut apabila ditemukan kondisi defisit pada tahun proyeksi tertentu.

BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 SIKLUS HIDROLOGI

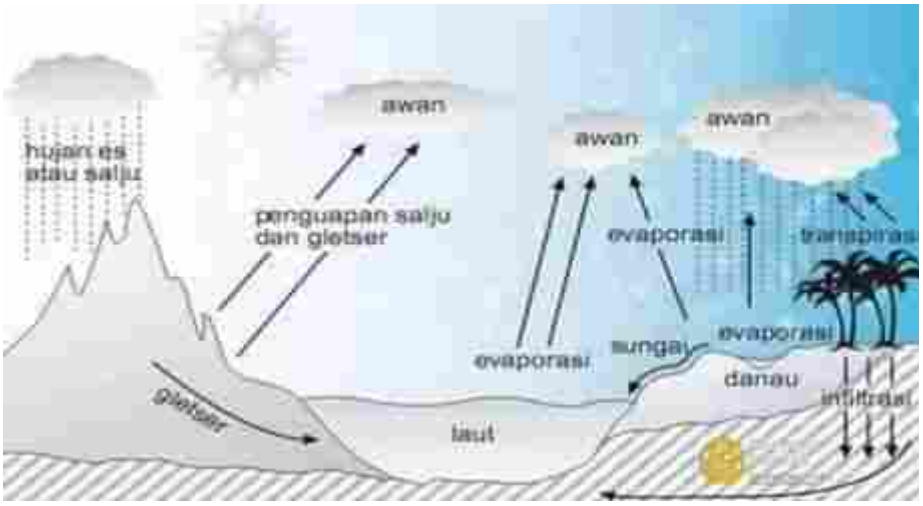
Siklus air dikenal dengan nama siklus hidrologi. Menurut Sosrodarsono (2003), siklus tersebut adalah air yang menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan.

1. Siklus Hidrologi Pendek

   Siklus air pendek ketika air laut mengalami evaporasi (penguapan). Uap tersebut akan mengalami kondensasi (terbentuk titik-titik hujan) yang nantinya akan terbentuk awan. Setelah itu akan terjadi presipitasi, yaitu hujan. Dimana air akan kembali ke laut.
2. Siklus Hidrologi sedang

   Proses ini terjadi karena uap dari air laut akan bergerak menuju daratan. Selanjutnya, akan terjadi kondensasi pada tingkat ketinggian, sehingga terjadi presipitasi atau hujan pada area daratan.
3. Siklus Hidrologi Panjang

   Pada siklus air ini, terjadi proses air laut yang menguap hingga terjadi kondensasi membentuk awan. Selanjutnya, awan akan bergerak didorong oleh angin menuju area daratan yang lebih tinggi. Awan tersebut kemudian akan menyatu dengan uap air yang bersumber dari luapan danau, sungai dan hasil transpirasi tumbuhan lainnya. Setelah itu terjadilah proses presipitasi atau hujan berupa air atau salju.



Sumber : Aulia, 2022

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

2.1.1 Unsur Pembentukan Siklus Air

1. Evaporasi

   Menurut Lakitan (1994), Evaporasi adalah proses penguapan air yang berasal dari permukaan bentangan air atau dari bahan padat yang mengandung air.

2. Kondensasi

   Kondenasasi adalah proses yang terjadi setelah uap air sudah terbentuk menurut Karnaningroem (1990), proses ini berupa wujud cair yang disebabkan oleh temperatur suhu yang berbeda.

3. Presipitasi

   Menurut Triadmodjo (2008), presipitasi adalah turunan air dari atmosfer ke permukaan bumi. Bisa berupa embun, salju, hujan air dan es.

4. Run-off

   Murtiono (2008), menjelaskan bahwa run-off merupakan air yang berasal dari hujan yang menjulur di permukaan tanah.

2.2 PENGERTIAN AIR

1. Air Bersih

   Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, air bersih didefinisikan sebagai air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang

kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Secara teknis, air bersih merupakan elemen krusial dalam pemenuhan kebutuhan domestik masyarakat yang harus memenuhi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi agar aman digunakan untuk aktivitas sanitasi maupun konsumsi rumah tangga (Permenkes No. 2 Tahun 2023). Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan PP Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan ini mengatur standar baku mutu kesehatan lingkungan, termasuk parameter fisik, kimia, biologi, dan radioaktif yang menjadi acuan penilaian kualitas air bersih di Indonesia.

2. Air Minum

   Berdasarkan standar Kementerian Kesehatan, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Perbedaan utamanya dengan air bersih terletak pada standar baku mutu yang lebih ketat, terutama pada parameter mikrobiologi, guna memastikan air tersebut tidak mengandung patogen yang membahayakan kesehatan saat dikonsumsi secara langsung (Permenkes No. 2 Tahun 2023).

2.2.1 Jenis-jenis Sumber Air

Jenis-jenis sumber air yang dapat dimanfaatkan sebagai air baku dalam sistem penyediaan air bersih adalah sebagai berikut:

a. Air Laut

   Air laut merupakan sumber air dengan volume yang sangat besar namun memiliki kadar salinitas (kandungan garam) yang tinggi. Pemanfaatannya sebagai air bersih memerlukan proses teknologi pengolahan tingkat lanjut, seperti desalinasi atau *Reverse Osmosis* (RO), untuk menurunkan kadar total zat terlarut hingga memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan.

b. Air Hujan (*Precipitation*)

   Air hujan berasal dari proses kondensasi uap air di atmosfer yang jatuh ke permukaan bumi. Kuantitas sumber ini sangat bergantung pada intensitas curah hujan, frekuensi hujan, dan luas area tangkapan. Secara kualitas, air

hujan cenderung memiliki kandungan mineral yang rendah namun rentan terhadap polutan di atmosfer serta bersifat korosif karena memiliki pH yang cenderung asam.

c. Air Permukaan (*Surface Water*)

Air permukaan mencakup seluruh massa air yang berada, mengalir, atau tergenang di atas permukaan tanah, seperti sungai, danau, rawa, dan waduk. Sumber ini merupakan tumpuan utama bagi penyediaan air bersih skala perkotaan karena memiliki potensi debit yang besar dan aksesibilitas yang relatif mudah, meskipun memiliki tingkat kekeruhan yang fluktuatif sehingga memerlukan unit pengolahan air (IPA) yang intensif.

d. Air Tanah (*Ground Water*)

Air tanah merupakan air yang tersimpan dalam lapisan akuifer di bawah permukaan tanah, yang terdiri dari:

1. Air Tanah Dangkal: Air yang berada pada akuifer bebas yang biasanya dimanfaatkan melalui sumur gali.
2. Air Tanah Dalam: Air yang berada pada akuifer tertekan di antara lapisan kedap air, yang memiliki kualitas dan kuantitas lebih stabil.
3. Mata Air: Pemunculan air tanah secara alamiah ke permukaan bumi akibat kondisi geologi tertentu, yang umumnya memiliki kualitas fisik dan mikrobiologi yang sangat baik sehingga dapat dimanfaatkan dengan pengolahan minimal.

2.3 PEMANFAATAN AIR BERSIH

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang sangat fundamental bagi kelangsungan hidup manusia. Pemanfaatannya mencakup spektrum yang luas, mulai dari pemenuhan kebutuhan cairan biologis tubuh hingga pendukung aktivitas ekonomi dan ekosistem. Secara spesifik, pemanfaatan air bersih diarahkan untuk memenuhi kebutuhan cairan tubuh, pembersihan badan (higiene), pencucian bahan makanan, proses memasak, serta menunjang operasional fasilitas umum maupun gedung bertingkat. Selain itu, dalam lingkup yang lebih luas, air bersih juga dimanfaatkan untuk keperluan irigasi dan pemeliharaan keseimbangan ekosistem

alam. Dalam merencanakan sistem penyediaan air bersih, pemanfaatan tersebut harus didasarkan pada konsep 3K (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1996), yaitu:

1. Kualitas: Menyangkut mutu air, baik pada tingkat air baku maupun air hasil pengolahan, yang harus memenuhi standar kesehatan agar siap didistribusikan kepada konsumen.
2. Kuantitas: Menyangkut ketersediaan volume air baku yang akan diolah. Perencanaan harus memastikan bahwa sumber air mampu memenuhi total proyeksi kebutuhan air selama umur rencana yang ditetapkan.
3. Kontinuitas: Menyangkut kesinambungan pengaliran air secara terus-menerus, termasuk kepastian bahwa sumber air baku mampu memenuhi kebutuhan air terutama pada kondisi kritis seperti musim kemarau.

Untuk mencapai pemanfaatan yang optimal dalam suatu komunitas, penyediaan air bersih harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Aman secara higienis.
2. Memiliki kualitas yang baik dan layak minum.
3. Tersedia dalam jumlah yang mencukupi kebutuhan (kuantitas).
4. Memiliki nilai ekonomi yang terjangkau bagi masyarakat.

2.4 SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM)

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) adalah satu kesatuan sarana dan prasarana penyediaan air minum yang terdiri atas unit air baku, unit produksi, unit distribusi, unit pelayanan, dan unit pengelolaan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 122 Tahun 2015, penyelenggaraan SPAM bertujuan untuk membangun, memperluas, dan meningkatkan sistem fisik maupun nonfisik dalam kesatuan yang utuh untuk melaksanakan penyediaan air minum kepada masyarakat.

Hingga saat ini, PP Nomor 122 Tahun 2015 masih berlaku sebagai dasar hukum utama penyelenggaraan SPAM di Indonesia, dan belum mengalami pencabutan maupun pembaruan. Peraturan Menteri PUPR Nomor 4 Tahun 2020 tentang Standar Teknis Sistem Penyediaan Air Minum mengatur secara lebih teknis mengenai komponen SPAM yang meliputi (Kementerian PUPR, 2020):

1. Unit Air Baku: Sarana pengambilan dan penyaluran air dari sumber air permukaan maupun air tanah menuju instalasi pengolahan air.
2. Unit Produksi/Instalasi Pengolahan Air (IPA): Rangkaian proses pengolahan air baku menjadi air bersih yang siap didistribusikan, meliputi koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan disinfeksi.
3. Unit Distribusi: Jaringan perpipaan yang menyalurkan air bersih dari reservoir distribusi ke sambungan rumah pelanggan.
4. Unit Pelayanan: Titik akhir penyaluran air kepada pelanggan, termasuk Sambungan Rumah (SR) dan Hidran Umum (HU).

Pemahaman atas komponen SPAM ini sangat penting sebagai landasan dalam menganalisis kapasitas produksi riil IPA, yang menjadi variabel ketersediaan utama dalam penelitian ini. Terdapat dua jenis fasilitas penyediaan air bersih yang dikenal dalam SPAM, yaitu fasilitas perpipaan yang terdiri dari Sambungan Rumah (SR), Sambungan Halaman, dan Sambungan Umum; serta fasilitas non-perpipaan yang terdiri dari sumur umum, hidran umum/kran umum, kendaraan tangki air, dan mata air (Triatmodjo, 2008).

2.5 PROYEKSI PENDUDUK

Proyeksi penduduk adalah suatu metode yang digunakan untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa mendatang. Proyeksi penduduk didasari oleh data pertumbuhan penduduk pada tahun yang telah lalu. Dengan memperhitungkan pertumbuhan penduduk diharapkan proyeksi yang diperoleh akurat dan mendekati keadaan nyata di lapangan. Hasil proyeksi yang akurat mempengaruhi baik atau buruknya sebuah perencanaan.

Perkembangan penduduk adalah salah satu faktor yang sangat penting dalam perencanaan kebutuhan air minum di masa yang akan datang. Analisa perkembangan penduduk digunakan untuk memperkirakan tingkat pelayanan air minum dan ketersediaan air dapat memenuhi kebutuhan air masyarakat pada masa yang sekarang dan masa yang akan datang pada masyarakat (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1996).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam proyeksi jumlah penduduk. Untuk mencapai proyeksi yang akurat, ditentukan nilai korelasi (r) dan standar deviasi (SD) dari beberapa metode yang digunakan yaitu metode aritmatik, geometri, dan Least Square. Nilai korelasi dari masing-masing metode yang mendekati angka 1 bersamaan dengan standar deviasi yang terkecil akan digunakan sebagai metode proyeksi penduduk (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1996). Perlu dicatat bahwa terdapat perbedaan pengkodean selang waktu (Xi) antar metode: Metode Aritmatik dan Geometrik menggunakan interval satuan (Xi = -9 hingga 0), sedangkan Metode Least Square menggunakan interval ganjil (Xi = -9, -7, -5, ..., 9) sesuai teknik pengkodean (*coding method*) yang lazim digunakan pada regresi linier untuk jumlah data genap, guna menyederhanakan perhitungan sekaligus memastikan jumlah total Xi (ΣXi) bernilai nol.

A. Metode Aritmatik

Metode Aritmatik merupakan metode proyeksi yang mengasumsikan bahwa pertumbuhan penduduk bersifat linier, yaitu jumlah penduduk pada masa depan akan bertambah dengan angka (jumlah jiwa) yang konstan setiap tahunnya, bukan dengan persentase pertumbuhan. Metode ini umumnya cocok digunakan pada wilayah yang memiliki kecenderungan pertumbuhan penduduk relatif stabil dan tidak mengalami fluktuasi tajam dari tahun ke tahun, karena pendekatannya menggambarkan pola pertambahan penduduk secara garis lurus (linier). Persamaan yang digunakan pada metode proyeksi aritmatik adalah :

Rumus :

$P_n = P_t + (k_a \cdot x)$

Keterangan :

Pn = Jumlah penduduk yang diproyeksikan pada tahun ke-n (jiwa)

Pt = Jumlah penduduk tahun akhir data (jiwa)

x = Selang waktu (tahun dari tahun n – tahun terakhir)

Ka = Konstanta aritmatik

1. Rumus persamaan Korelasi yang digunakan adalah :

$$r = \frac{n\,(\sum Xi\,.\,Yi) - (\sum Yi)\,(\sum Xi)}{\sqrt{[n\,(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2]\,.\,[n\,(\sum Yi^2) - (\sum Yi)^2]}}$$

Keterangan :

r = Korelasi

n = Tahun Proyeksi

Xi = Selang Waktu (tahun dari tahun n – tahun terakhir)

Yi = Jumlah Penduduk

2. Rumus persamaan Standar Deviasi yang digunakan adalah :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(Yi-Yn)^2}{(n-1)}}$$

$$Yn = Yi + Ka$$

$$Ka = \frac{(Po-Pt)}{t}$$

Keterangan :

SD = Standar Deviasi

Yi = Jumlah penduduk tahun awal

Yn = Jumlah penduduk proyeksi

n = Tahun Proyeksi

Ka = Konstanta aritmatik

Po = Jumlah Penduduk pada akhir tahun data

Pt = Jumlah penduduk pada awal tahun data

t = Jumlah data dikurangi 1

B. Metode Geometrik

Metode Geometrik merupakan metode proyeksi yang mengasumsikan bahwa pertumbuhan penduduk berlangsung secara eksponensial, yaitu jumlah penduduk bertambah dengan laju pertumbuhan (rasio persentase) yang dianggap tetap setiap tahunnya, menggunakan prinsip perhitungan bunga majemuk (compound growth). Berbeda dengan metode Aritmatik, pertambahan penduduk secara nominal pada metode ini akan semakin besar dari tahun ke tahun karena dihitung berdasarkan basis populasi yang juga terus bertambah. Metode ini umumnya sesuai digunakan pada wilayah yang mengalami pertumbuhan penduduk relatif pesat dan progresif. Persamaan yang digunakan pada metode geometrik :

Pn = Po x $(1+R)^n$

Keterangan :

Pn = Jumlah penduduk pada n tahun mendatang (Jiwa)

Po = Jumlah penduduk pada awal tahun data

R = Ratio kenaikan rata-rata pertahun (%)

n = Periode tahun proyeksi

1. Rumus persamaan korelasi yang digunakan adalah :

$$r = \frac{n\,(\sum Xi\,.\,In\,Yi) - (\sum Xi)\,(\sum In\,Yi)}{\sqrt{[n\,(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2\,.\,(n\,.\,(\sum Yi^2) - (\sum Yi)^2)]}}$$

Keterangan :

r = Korelasi

n = Tahun Proyeksi

Xi = Selang waktu

Yi = Jumlah Penduduk

2. Rumus persamaan Standar Deviasi yang digunakan adalah :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(Yi-Yn)^2}{(n-1)}}$$

Yn =$Yi \times (1+R)^t$

$$Kg = \frac{Po}{Pt}^{1/t} - 1$$

Keterangan :

SD = Standar Deviasi

Yi = Jumlah Penduduk tahun awal

Yn =Jumlah penduduk proyeksi

R = Ratio kenaikan rata-rata pertahun (%)

n =Tahun proyeksi

Kg =Ratio kenaikan penduduk rata-rata per tahun

Po = Jumlah penduduk pada akhir tahun data

Pt = Jumlah penduduk pada awal tahun data

t = Jumlah data dikurangi 1

C. Metode Regresi Linier (*Least Square*)

Metode Regresi Linier atau Least Square, yang juga dikenal sebagai metode analisis Tren, merupakan metode proyeksi yang menggunakan pendekatan statistik untuk menentukan satu garis linier yang paling representatif terhadap pola data penduduk pada periode waktu (time series) sebelumnya. Garis tersebut diperoleh dengan cara meminimalkan jumlah kuadrat selisih (error) antara data jumlah penduduk aktual dan nilai proyeksi pada garis tren, sehingga metode ini bersifat lebih objektif secara statistik karena memperhitungkan keseluruhan data historis secara simultan, bukan hanya berdasarkan rata-rata pertambahan penduduk pada dua titik waktu. Perkembangan penduduk berdasarkan Metode *Least Square* dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut :

$P_n = a + b \cdot X$

Keterangan :

Pn = Jumlah penduduk pada waktu n tahun mendatang

a,b = konstanta

X = Pertambahan tahun

1. Rumus persamaan korelasi yang digunakan :

$$r = \frac{n\,(\sum Xi\,.\,Yi) - (\sum Yi)\,(\sum Xi)}{\sqrt{[n\,(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2\,.\,(n\,.\,(\sum Yi^2) - (\sum Yi)^2)]}}$$

Keterangan :

r = Korelasi

n = Tahun proyeksi

Xi = Selang waktu (tahun dari tahun n – tahun terakhir)

Yi = Jumlah penduduk

2. Rumus persamaan Standar Deviasi yang digunakan adalah :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(Yi - Yn)^2}{(n-1)}}$$

$Yn = a + b \cdot Xi$

$$a = \frac{\sum Y - b\ \sum X}{n}$$

$$b = \frac{n\ \sum(XY) - \sum X\ \sum Y}{n\ \sum X^2 - (\sum X^2)}$$

Keterangan:

SD = Standar Deviasi

Yi = Jumlah penduduk tahun awal

Yn = Jumlah penduduk proyeksi

n = Tahun proyeksi

a,b = Konstanta

X = Pertambahan tahun

2.5.1 Pemilihan Metode

Ketiga metode proyeksi penduduk yang telah diuraikan di atas, Metode Aritmatik, Geometrik, dan Least Square akan menghasilkan angka proyeksi yang berbeda-beda karena masing-masing metode memiliki asumsi pola pertumbuhan yang berbeda. Oleh karena itu, diperlukan kriteria objektif untuk menentukan metode mana yang paling representatif dan sesuai dengan karakteristik data pertumbuhan penduduk pada wilayah studi. Penentuan metode terbaik dilakukan berdasarkan dua parameter statistik berikut:

1) Koefisien Korelasi (r)
   - Digunakan untuk menunjukkan tingkat keeratan hubungan antara variabel waktu (Xi) dan variabel jumlah penduduk (Yi) pada data historis.
   - Nilai r berkisar antara -1 hingga +1.
   - Semakin nilai r mendekati +1, semakin tinggi kecocokan pola data historis terhadap model matematis metode proyeksi yang digunakan.
   - Metode dengan nilai r paling mendekati +1 dianggap paling mampu menggambarkan pola pertumbuhan penduduk yang sesungguhnya terjadi di wilayah studi.
2) Standar Deviasi (SD)
   - Digunakan untuk mengukur besarnya penyebaran atau selisih antara data penduduk aktual (hasil pengamatan) dengan data penduduk hasil proyeksi pada periode yang sama.
   - Semakin kecil nilai SD, semakin rendah tingkat penyimpangan hasil proyeksi terhadap data aktual.

- Metode dengan nilai SD terkecil dianggap lebih akurat dan dapat dipercaya sebagai dasar proyeksi pada periode mendatang.

Kriteria penentuan metode terpilih:

- Nilai Koefisien Korelasi (r) tertinggi yang paling mendekati angka +1; dan
- Nilai Standar Deviasi (SD) terkecil di antara ketiga metode yang diuji.

Metode yang memenuhi kedua kriteria tersebut secara bersamaan dipilih sebagai metode terbaik, dan selanjutnya digunakan sebagai dasar perhitungan proyeksi jumlah penduduk Kelurahan Tanjung Selor Hilir untuk periode 10 tahun mendatang (2026–2035). Penggunaan koefisien korelasi dan standar deviasi sebagai kriteria pemilihan metode proyeksi mengacu pada kaidah analisis statistik yang umum digunakan dalam ilmu hidrologi terapan (Triatmodjo, 2008), sekaligus sejalan dengan standar perencanaan sistem penyediaan air minum (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1996).

2.6 PROYEKSI JUMLAH FASILITAS UMUM

Dalam menentukan total kebutuhan air bersih yang berdampak pada perencanaan kapasitas instalasi, keberadaan serta pengembangan fasilitas umum di wilayah rencana merupakan variabel yang krusial untuk diperhitungkan. Fasilitas umum yang termasuk dalam kategori kebutuhan non-domestik dalam sistem distribusi air meliputi tempat peribadatan, perkantoran, sarana pendidikan, fasilitas kesehatan, area komersial, industri, serta sarana penunjang lainnya.

Sejalan dengan proyeksi data penduduk, pertumbuhan jumlah fasilitas umum pada wilayah perencanaan juga harus dianalisis guna memenuhi estimasi kebutuhan air di masa mendatang. Hal ini didasarkan pada prinsip bahwa penyediaan fasilitas publik merupakan representasi dari tuntutan kebutuhan masyarakat, di mana penambahan jumlah fasilitas diasumsikan berbanding lurus dengan peningkatan jumlah penduduk yang dilayani.

Perhitungan proyeksi jumlah fasilitas umum dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan perbandingan pertumbuhan penduduk melalui persamaan berikut:

Rumus proyeksi Jumlah Unit :

$$\frac{Nn}{No} = \frac{Pn}{Po}$$

$$Nn = \frac{Pn}{Po} \times No$$

Keterangan :

Nn = Jumlah fasilitas umum pada tahun ke-n

No = Jumlah fasilitas umum pada tahun awal (tahun dasar)

Pn = Jumlah penduduk pada tahun ke-n

Po = Jumlah penduduk pada tahun awal (tahun dasar)

2.7 KEBUTUHAN AIR BERSIH

Kebutuhan air merupakan total volume air yang diperlukan untuk menunjang berbagai aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari, meliputi kegiatan domestik seperti mandi, cuci, masak, serta kegiatan pemeliharaan lainnya. Secara teoretis, kebutuhan air bersih dipandang sebagai jumlah minimal pasokan air yang harus agar masyarakat dapat hidup secara layak dan memenuhi standar kesehatan lingkungan.

Dalam analisis sistem penyediaan air, kebutuhan air secara umum diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama, yaitu:

1. Kebutuhan Domestik (Rumah Tangga): Penggunaan air untuk aktivitas harian di dalam tersedia lingkungan tempat tinggal.
2. Kebutuhan Non-Domestik: Penggunaan air untuk fasilitas publik dan kegiatan pendukung lainnya, yang meliputi perkantoran, sarana pendidikan, industri, peternakan, irigasi, serta kebutuhan untuk penggelontoran saluran kota.

2.7.1. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik merupakan komponen beban terbesar dalam perencanaan unit pengolahan dan jaringan distribusi air bersih. Besaran kebutuhan ini bersifat dinamis karena dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain pola kebiasaan masyarakat, tingkat kesejahteraan, serta perkembangan kondisi sosial ekonomi di wilayah pelayanan (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1996).

Dalam implementasi teknisnya, sarana penyediaan air bersih bagi masyarakat dibagi menjadi dua kategori fasilitas utama:

1. Fasilitas Perpipaan: Sistem distribusi air melalui jaringan perpipaan yang terdiri dari Sambungan Rumah (SR), Sambungan Halaman (SH), dan Sambungan Umum (SU).
2. Fasilitas Non-Perpipaan: Sarana penyediaan air yang tidak menggunakan jaringan pipa distribusi permanen ke pelanggan, meliputi Sumur Umum, Hidran Umum atau Kran Umum (HU/KU), pelayanan melalui kendaraan tangki air (*water tank*), serta pemanfaatan sumber mata air secara langsung.

Tingkat pemakaian air bersih per kapita (liter/orang/hari) ditentukan berdasarkan kategori wilayah berdasarkan jumlah penduduk (perkotaan dan perdesaan). Standar kebutuhan air domestik berdasarkan klasifikasi jenis kota tersebut secara mendetail dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kriteria Kebutuhan Air Domestik dan Non-Domestik

Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
	>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	<20.000
	Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR)(Liter/org/hari)	190	170	130	100	80
Konsumsi Unit Hidran(HU) (Liter/org/hari)	30	30	30	30	30
Konsumsi Unit Non Domestik	20-30	20-31	20-32	20-33	20-34

(Liter/org/hari)					
Kehilangan Air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
Faktor Hari Maksimum	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Faktor Jam Puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Jumlah Jiwa per SR (Jiwa)	5	5	5	5	5
Jumllah Jiwa per HU(Jiwa)	100	100	100	100	100
Sisa Tekan Di Penyedia Distribusi (Meter)	10	10	10	10	10
Jam Operasi	24	24	24	24	24
Volume Reservoir (%) Max Day Demand	15-25	15-25	15-25	15-25	15-25
SR : HU	50-50 s/d 80:20	50-50 s/d 80:20	80:20:00	70:30:00	80:20 :00
Cakupan Pelayanan	**)90	**)90	**)90	**)90	***)70

Sumber: Direktorat Jendral Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, 1996

Kebutuhan air domestik sendiri merupakan kebutuhan air bersih untuk keperluan rumah tangga yang didistribusikan melalui Sambungan Rumah (SR) serta kebutuhan umum yang disediakan melalui fasilitas Hidran Umum (HU) dan Kran Umum (KU). Berdasarkan standar Direktorat Jenderal Cipta Karya (1996), perencanaan pemenuhan kebutuhan ini harus mempertimbangkan cakupan

pelayanan, rasio perbandingan SR:HU, serta volume reservoir yang berkisar antara 15–25% dari kebutuhan hari maksimum.

Untuk menghitung besaran kebutuhan air domestik, digunakan persamaan sebagai berikut:

SR = Jumlah Penduduk × Tingkat Pelayanan (%)

$$Qd = \frac{Sd \times SR}{T}$$

Keterangan :

Qd = Debit kebutuhan air domestik (Liter/detik).

Sd = Standar kebutuhan air domestik (Liter/detik).

SR = Jumlah penduduk yang terlayani Melalui Sambungan Rumah (Jiwa).

T = Durasi waktu dalam satu hari (86.400 detik).

2.7.2 Kebutuhan Non-Domestik

Kebutuhan air non domestik merupakan komponen beban selanjutnya dalam perhitungan kebutuhan air bersih total. Besaran pemakaian air pada sektor ini ditentukan oleh jumlah konsumen non domestik yang terdiri dari berbagai fasilitas publik dan komersial. Perkembangan jumlah fasilitas tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu pertambahan jumlah penduduk, jenis dan perluasan fungsi fasilitas, serta perkembangan kondisi sosial ekonomi wilayah. Proyeksi kebutuhan fasilitas ini dapat dihitung menggunakan pendekatan perbandingan pertumbuhan penduduk (Triatmodja, 2008).

Secara definisi, kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih untuk sarana dan prasarana daerah yang teridentifikasi eksis maupun yang direncanakan berdasarkan rencana tata ruang wilayah. Sarana dan prasarana tersebut mencakup kepentingan sosial atau umum (seperti institusi pendidikan, tempat ibadah, dan fasilitas kesehatan) serta kepentingan komersial (seperti perhotelan, perkantoran, restoran, dan industri).

Perhitungan debit kebutuhan air non domestik dapat diestimasi menggunakan persamaan berikut:

$$Qn = \frac{F \times Sn}{T}$$

Keterangan :

Qn = Debit kebutuhan air non domestik (Liter/detik)

F = Standar kebutuhan air non domestik

Sn = Jumlah fasilitas (unit/murid)

T = Durasi waktu dalam satu hari (86.400 detik)

Analisis pada sektor non domestik dilakukan dengan merujuk pada data pertumbuhan terakhir fasilitas sosial ekonomi yang tersedia di wilayah perencanaan. Besaran kebutuhan air non domestik ini secara teknis diklasifikasikan berdasarkan kategori kota sebagai berikut:

a. Kota Kategori I (Metropolitan)
b. Kota Kategori II (Kota Besar)
c. Kota Kategori III (Kota Sedang)
d. Kota Kategori IV (Kota Kecil)
e. Kota Kategori V (Desa)

Standar kebutuhan air non domestik berdasarkan kriteria perencanaan Direktorat Jenderal Cipta Karya PU Tahun 1996 disajikan dalam Tabel 2.2 sampai Tabel 2.5. tabel-tabel tersebut menampilkan standar yang dapat digunakan untuk menghitung kebutuhan air bersih suatu daerah perkotaan dengan data rinci yang diperoleh dibagi lagi menjadi beberapa kategori yaitu kategori I,II,III,IV,V.

Tabel 2.2 Kebutuhan Air Non Domestik untuk Kategori I,II,III,IV

Sektor	Nilai	Satuan
Sekolah	10	Liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	2000	Liter/unit/hari
Masjid	3000	Liter/unit/hari
Kantor	10	Liter/pegawai/hari
Hotel	150	Liter/bed/hari
Rumah Makan	100	Liter/tempat duduk/hari
Komplek Militer	60	Liter/orang/hari

Kawasan Industri	0,2 – 0,8	Liter/detik/hektar
Kawasan Pariwisata	0,1 – 0,3	Liter/detik/hektar

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya, PU, 1996

Tabel 2.3 Kebutuhan Air Non Domestik untuk Kategori V

Sektor	Nilai	Satuan
Sekolah	5	Liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	1200	Liter/unit/hari
Masjid	3000	Liter/unit/hari
Musholla	2000	Liter/unit/hari
Pasar	12000	Liter/hektar/hari
Komersial/Industri	10	Liter/hari

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya, PU, 1996

Tabel 2.4 Kebutuhan Air Non Domestik Kategori Lain

Sektor	Nilai	Satuan
Lapangan Terbang	10	Liter/orang/hari
Pelabuhan	50	Liter/orang/hari
Stasiun KA dan Bus	10	Liter/orang/hari
Kawasan Industri	0,75	Liter/detik/hari

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya, PU, 1996

Selain standar kebutuhan non-domestik berdasarkan kategori kota sebagaimana disajikan pada Tabel 2.2 hingga Tabel 2.4, Direktorat Jenderal Cipta Karya (1996) juga menyediakan standar alternatif yang dinyatakan dalam satuan per-unit fasilitas, tanpa memerlukan data jumlah pengguna spesifik (jumlah bed, pegawai, atau jamaah). Standar ini digunakan dalam penelitian ini karena data jumlah pengguna spesifik untuk setiap fasilitas di Kelurahan Tanjung Selor Hilir tidak tersedia dari instansi terkait, sedangkan data jumlah unit fasilitas tersedia lengkap berdasarkan data Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir Tahun 2025. Standar tersebut disajikan pada Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Standar Kebutuhan Air Non-Domestik Berbasis Unit Fasilitas

Perdagangan dan Jasa	**Standar (Liter/Unit//hari)**
Warung/Toko	500
Perkantoran	1400
Bank	1100
Kantor Koperasi	1100
Kantor Asuransi	1100
Penginapan	1900
Terminal	2000
Pendidikan	**Standar (L/unit/hari)**
TK	2000
SD	2000
SMP	2000
SMU	2000
Perguruan Tinggi	2000
Kesehatan	**Standar (L/unit/hari)**
Balai Pengobatan	1000
Rumah Bersalin	600
Apotik	100
Puskesmas	1000
Rumah Sakit Umum	2000
Tempat Ibadah	**Standar (L/unit/hari)**
Masjid Kecamatan	800
Masjid Kelurahan	800
Langgar	500
Gereja	300
Pura	100
Vihara	100
Tempat Umum dan Rekreasi	**Standar (L/unit/hari)**
Bioskop	2000

Ruang Serba Guna	1000
Balai Pertemuan	1000
Kantor Pos	2000
Pos Pemadam Kebakaran	2000
Pos Polisi	2000
Olahraga dan Ruang Terbuka	**Standar (L/unit/hari)**
Tempat Bermain	1000
Lapangan Olahraga	2000

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya, 1996

2.8 KAPASITAS KEBUTUHAN AIR BERSIH

Kebutuhan air (*water requirement*) didefinisikan sebagai total volume air yang digunakan untuk menunjang segala aktivitas manusia, meliputi kebutuhan air bersih domestik dan non-domestik, air irigasi baik untuk sektor pertanian maupun perikanan, serta kebutuhan untuk penggelontoran saluran kota. Dalam analisis kapasitas sistem penyediaan air bersih, terdapat beberapa parameter perhitungan utama sebagai berikut:

a. Kehilangan Air

   Kehilangan air pada umumnya disebabkan oleh adanya kebocoran teknis pada pipa transmisi dan distribusi serta faktor non-teknis seperti kesalahan pembacaan meteran. Standar umum menetapkan kisaran kehilangan air sebesar 20%–30% dari kebutuhan rata-rata (total kebutuhan domestik dan non-domestik) sebagai batas toleransi. Namun, penelitian ini menggunakan data NRW aktual dari Perumda Air Minum Danum Benuanta sebesar 16,90% (Perumda Air Minum Danum Benuanta, 2026), yang berada di bawah batas toleransi tersebut. Persamaan untuk menghitung debit kehilangan air adalah:

   $Qa = (Qd + Qn) \times ra$

Keterangan :

Qa = Debit kehilangan air (Liter/detik)

Qd = Debit kebutuhan air domestik (Liter/detik)

Qn = Debit kebutuhan air non domestik (Liter/detik)

ra = Angka presentase kehilangan air (%)

b. Analisis Kebutuhan Air PDAM

Analisis produksi air total merupakan akumulasi dari keseluruhan jumlah kebutuhan air bersih, baik untuk sektor domestik, non-domestik, maupun besarnya nilai dari kehilangan air. Dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$Qt = Qd + Qn + Qa$

Keterangan :

Qt = Debit kebutuhan air total (Liter/detik)

Qd = Debit kebutuhan air domestik (Liter/detik)

Qn = Debit kebutuhan air non domestik (Liter/detik)

Qa = Debit kehilangan air (Liter/detik)

c. Faktor Fluktuasi

Faktor fluktuasi adalah angka pengali yang digunakan untuk menghitung besarnya kebutuhan air pada kondisi pemakaian tidak normal, yaitu pada saat kebutuhan air mencapai titik tertinggi dalam satu hari maupun dalam satu jam. Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum (1996), terdapat dua faktor fluktuasi utama yang digunakan dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih, yaitu:

1) Faktor Hari Maksimum (fmd)

Faktor hari maksimum digunakan untuk menghitung debit kebutuhan air terbesar yang terjadi dalam satu hari selama kurun waktu satu tahun. Nilai faktor hari maksimum untuk semua kategori kota ditetapkan sebesar 1,1. Persamaan yang digunakan adalah:

$Qmaks = Qt \times fmd$

Keterangan :

Qmaks = Debit kebutuhan air harian maksimum (Liter/detik)

Qt = Debit kebutuhan air total rata-rata (Liter/detik)

fmd = Faktor hari maksimum = 1,1

d. Keseimbangan Ketersediaan Air Bersih (*Water Balance*)

Untuk dapat mengetahui keseimbangan ketersediaan air bersih dengan kebutuhan air bersih menggunakan persamaan sebagai berikut :

Water Balance = Ketersediaan – Kebutuhan

Berdasarkan hasil perhitungan selisih debit, kondisi pelayanan air di wilayah penelitian dapat dikategorikan menjadi tiga kondisi sebagaimana dijelaskan dalam tabel berikut:

Tabel 2.6 Klasifikasi Status Neraca Air

Status	**Perbandingan Ketersediaan & Kebutuhan**	**Keterangan**
Surplus	Ketersediaan > Kebutuhan	Kapasitas produksi IPA PDAM masih mampu melayani kebutuhan. Terdapat cadangan yang aman.
Kritis	Ketersediaan ≈ Kebutuhan	Kapasitas produksi dalam kondisi pas-pasan. Tidak ada cadangan untuk jam puncak atau darurat.
Defisit	Ketersediaan < Kebutuhan	Kapasitas produksi IPA PDAM tidak mampu memenuhi kebutuhan. Diperlukan penambahan kapasitas segera.

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya, PU, 1996

2.9 KETERSEDIAAN AIR BERSIH

Ketersediaan air bersih dalam konteks sistem penyediaan air minum didefinisikan sebagai kemampuan nyata suatu sistem untuk memproduksi dan mendistribusikan air bersih kepada masyarakat yang dilayani. Ketersediaan air tidak hanya ditentukan oleh kapasitas terpasang suatu instalasi, melainkan lebih ditentukan oleh kapasitas produksi riil/operasional yang mencerminkan volume air yang benar-benar mampu dihasilkan dalam kondisi aktual peralatan dan mesin yang beroperasi (Kodoatie, 2005).

Dalam penelitian ini, terdapat dua jenis kapasitas yang perlu dibedakan, yaitu:

1. Kapasitas Terpasang (*Design Capacity*)

   Kapasitas terpasang adalah batas maksimal produksi air yang dirancang pada saat IPA dibangun. Nilai ini digunakan sebagai data pembanding untuk mengetahui seberapa besar potensi optimasi yang masih dapat dilakukan apabila diperlukan.

2. Kapasitas Produksi Riil/Operasional

   Kapasitas produksi riil adalah volume air yang benar-benar mampu diproduksi oleh IPA dalam kondisi aktual peralatan dan mesin saat beroperasi. Kapasitas ini dapat lebih rendah dari kapasitas terpasang akibat faktor usia peralatan, pemeliharaan berkala, maupun fluktuasi kualitas air baku. Kapasitas produksi riil inilah yang digunakan sebagai variabel ketersediaan air dalam penelitian ini.

Data kapasitas produksi riil diperoleh dari laporan resmi Perumda Air Minum Danum Benuanta sebagai data sekunder instansional dalam satuan liter/detik (L/dtk), yaitu satuan debit operasional standar yang umum digunakan dalam sistem penyediaan air minum. Dalam penelitian ini, seluruh komponen kebutuhan air (domestik, non-domestik, kehilangan air, dan kebutuhan maksimum) juga dinyatakan dalam satuan liter/detik agar konsisten dan dapat dibandingkan secara langsung dengan kapasitas produksi IPA dalam analisis neraca air, sehingga data kapasitas IPA tidak memerlukan konversi satuan. Konversi satuan justru diperlukan pada tahap perhitungan kebutuhan air domestik, karena hasil perhitungan awal

berdasarkan standar konsumsi (liter/orang/hari) masih dalam satuan liter/hari, sehingga perlu dikonversi ke liter/detik menggunakan persamaan berikut:

Q (liter/detik) = Q (liter/hari) ÷ 86.400

Keterangan:

Q (liter/detik) = Debit kebutuhan air dalam satuan liter/detik
Q (liter/hari) = Debit kebutuhan air hasil perhitungan awal berdasarkan standar konsumsi, dalam satuan liter/hari
86.400 = Faktor konversi tetap (60 detik × 60 menit × 24 jam)

2.10 PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian terdahulu berfungsi sebagai acuan dan pembanding untuk mempertegas posisi penelitian yang sedang dilakukan. Berikut adalah rangkuman beberapa studi relevan yang berkaitan dengan analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih :

No	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Metode & Hasil Utama
1	Maysuriati Ungau (2024)	Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih di Desa Jelarai Selor Kabupaten Bulungan	Menggunakan proyeksi Aritmatik hingga 2032. Hasil menunjukkan ketersediaan debit 35 L/detik masih mencukupi kebutuhan hingga 10 tahun kedepan.
2	Verrdy Chrisna Primandani dkk (2022)	Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih di Wilayah Pelayanan IPA Gunung Tugel PDAM Tirta Satria Banyumas	Mengevaluasi kapasitas produksi IPA terhadap kenaikan beban kebutuhan. Hasil menekankan perlunya evaluasi kapasitas rill guna menghindari penurunan debit pada jam puncak.

3	Rudi Leksana dkk (2024)	Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih di Kecamatan Klego Kabupaten Boyolali	Memprediksi kebutuhan hingga 2032. Menitikberatkan pada kecukupan debit produksi dan optimalisasi kapasitas reservoir.
4	Abdur Rosyid Firdaus dkk (2025)	Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air sebagai Dasar Evaluasi Perencanaan Sistem Pengolahan Air Bersih di Perumahan Bumi Citra Lestari	Mengevaluasi ketersediaan air berdasarkan perkembangan populasi di kawasan padat sebagai dasar perencanaan sistem yang berkelanjutan.
5	Dwi Dyna Yusni dkk (2023)	Analisis Kebutuhan Air Bersih dan Kapasitas Tampungan Reservoir di Kecamatan Siempat Rube Kabupaten Pakpak Bharat	Membandingkan Metode Geometrik dan Aritmatik. Menekankan penggunaan Uji Korelasi dan Standar Deviasi untuk akurasi proyeksi penduduk.
6	JefriKurniawan dkk (2024)	Analisis Kebutuhan Air Bersih PDAM Kota Padang Panjang	Menggunakan analisis neraca air (*water balance*) untuk membandingkan kapasitas produksi PDAM dengan total kebutuhan.

Sumber: Kompilasi Peneliti, 2026

A. Persamaan :

Persamaan antara penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu di atas terletak pada:

1. Tujuan Penelitian: Sama-sama bertujuan mengevaluasi keseimbangan antara kebutuhan (*demand*) air bersih masyarakat dengan ketersediaan (*supply*) kapasitas produksi air (Ungau, 2024; Primandani dkk., 2022; Leksana dkk., 2024; Firdaus dkk., 2025; Yusni dkk., 2023; Kurniawan dkk., 2024).
2. Metodologi: Menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode statistik (proyeksi penduduk) untuk memprediksi kebutuhan di masa mendatang (Ungau, 2024; Yusni dkk., 2023).
3. Standar Teknis: Mengacu pada standar normatif yang sama, yaitu Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum (1996) dalam menentukan kriteria kebutuhan air.

B. Perbedaan :

Perbedaan mendasar yang menjadi aspek originalitas dalam penelitian ini adalah:

1. Karakteristik Wilayah Studi: Fokus lokasi penelitian berada di Kelurahan Tanjung Selor Hilir yang memiliki karakteristik sebagai pusat aktivitas perkotaan dan pemerintahan di Provinsi Kalimantan Utara, sehingga memiliki kompleksitas kebutuhan air yang berbeda dengan wilayah perdesaan seperti yang diteliti Maysuriati Ungau (2024) dan Yusni dkk. (2023).
2. Batasan Parameter Ketersediaan: Analisis ketersediaan air secara spesifik dibatasi pada kapasitas produksi riil pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Perumda Air Minum Danum Benuanta, tanpa melakukan tinjauan pada aspek kualitas air maupun debit air baku sungai, berbeda dengan pendekatan Primandani dkk. (2022) yang juga meninjau evaluasi jam puncak distribusi.
3. Rentang Waktu Proyeksi: Penelitian ini melakukan proyeksi perencanaan yang lebih panjang, yaitu hingga tahun 2035, sedangkan

mayoritas penelitian terdahulu melakukan proyeksi dengan periode yang lebih singkat, seperti Ungau (2024) hingga 2032, Leksana dkk. (2024) hingga 2032, serta Yusni dkk. (2023) yang juga rata-rata hingga tahun 2032.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 LOKASI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Tanjung Selor Hilir, Kecamatan Tanjung Selor, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara. Pemilihan lokasi ini dilakukan secara sengaja dengan beberapa pertimbangan teknis sebagai berikut:

1. Pusat Pertumbuhan: Kelurahan Tanjung Selor Hilir merupakan pusat pemerintahan, ekonomi, dan pendidikan di Ibu Kota Provinsi Kalimantan Utara, sehingga memiliki fluktuasi kebutuhan air yang paling kompleks.
2. Kepadatan Penduduk: Memiliki tingkat kepadatan penduduk tertinggi di Kecamatan Tanjung Selor, yang berdampak langsung pada tingginya beban kebutuhan air domestik.
3. Konsentrasi Fasilitas Publik: Menjadi pusat sebaran fasilitas non-domestik (perkantoran, sekolah, dan tempat ibadah) yang signifikan memengaruhi proyeksi kebutuhan air hingga tahun 2035.

Secara geografis, wilayah studi ini terletak pada koordinat 2°51'59.25" Lintang Utara (LU) dan 117°22'20.50" Bujur Timur (BT). Fokus pengamatan teknis diarahkan pada dua infrastruktur utama sistem penyediaan air bersih yang melayani wilayah ini, yaitu:

1. Instalasi Pengolahan Air (IPA) Sabanar Lama
2. Instalasi Pengolahan Air (IPA) Sungai Buaya

Adapun batas-batas administratif Kelurahan Tanjung Selor Hilir adalah sebagai berikut:

1. Sebelah Utara: Berbatasan dengan Sungai Kayan / Kecamatan Tanjung Palas.
2. Sebelah Selatan: Berbatasan dengan Kelurahan Tanjung Selor Hulu.
3. Sebelah Timur: Berbatasan dengan Kelurahan Tanjung Selor Timur.
4. Sebelah Barat: Berbatasan dengan Kelurahan Tanjung Selor Hulu.

Sumber: Google Earth 2026

Gambar 3.1 Peta lokasi Penelitian

3.2 PENDEKATAN PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan Kuantitatif Deskriptif Analitis. Metode ini digunakan untuk mengolah data angka, menggambarkan kondisi lapangan, dan mengevaluasi hasilnya.

Tahapan penelitian ini meliputi:

1. Kuantitatif:

   Fokus pada perhitungan angka, yaitu memproyeksikan jumlah penduduk (2016-2035), menghitung total kebutuhan air bersih, serta mendata kapasitas produksi riil dari IPA Sabanar Lama dan IPA Sungai Buaya sesuai data Perumda Air Minum Danum Benuanta.

2. Deskriptif:

   Fokus pada gambaran nyata di lapangan. Peneliti menjelaskan kondisi fisik infrastruktur IPA dan wilayah pelayanan di Kelurahan Tanjung Selor Hilir melalui pengamatan langsung (Observasi).

3. Analitis:

   Fokus pada evaluasi atau penilaian. Peneliti membandingkan total kebutuhan air dengan ketersediaan air yang ada (Neraca Air). Hasilnya digunakan untuk memberikan saran teknis apakah sistem saat ini masih mencukupi hingga tahun 2035 atau perlu pengembangan.

3.3 PENGUMPULAN DATA

3.3.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dijadwalkan berlangsung mulai April 2026 sampai Juni 2026. Tahapan penelitian meliputi persiapan administrasi, pengumpulan data sekunder, observasi lapangan, analisis data, hingga penyusunan laporan akhir. Data kependudukan yang digunakan mencakup data *time series* selama 10 tahun terakhir, yaitu periode 2016–2025.

3.3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam mendukung kelancaran penelitian ini terbagi menjadi dua kategori:

A. Perangkat Keras (*Hardware*):

1. Kamera Digital/Smartphone: Digunakan untuk dokumentasi kondisi fisik unit Instalasi Pengolahan Air (IPA) Sabanar Lama dan Sungai Buaya.
2. Laptop: Perangkat utama untuk pengolahan data dan penyusunan laporan.
3. Alat Tulis: Untuk mencatat data teknis selama koordinasi di instansi terkait.
4. Fields Area Measure Pro: Untuk pengukuran luas lahan fasilitas Pasar secara langsung di lapangan berbasis GPS, mengingat data luasan resmi tidak tersedia pada instansi terkait.

B. Perangkat Lunak (*Software*):
    1. Microsoft Excel: Untuk komputasi proyeksi penduduk, perhitungan kebutuhan air, dan analisis neraca air.
    2. Google Earth: Untuk identifikasi geografis lokasi penelitian dan batas wilayah pelayanan.
    3. Microsoft Word: Untuk penyusunan naskah skripsi secara sistematis.

3.3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dirancang untuk memastikan validitas data teknis dan administratif. Adapun teknik yang digunakan adalah sebagai berikut:

A. Studi Dokumentasi (*Documentary Research*)

    Teknik ini dilakukan dengan mengumpulkan, mencatat, dan mempelajari dokumen resmi dari instansi terkait. Dokumen yang menjadi sumber utama dalam penelitian ini meliputi:

    1. Kelurahan Tanjung Selor Hilir : Data jumlah penduduk *time series* (2016–2025) dan data sebaran fasilitas umum di Kelurahan Tanjung Selor Hilir.
    2. Perumda Air Minum Danum Benuanta: kapasitas produksi riil/operasional IPA, jumlah sambungan rumah, serta data persentase kehilangan air (*Non-Revenue Water*).

B. Studi Pustaka (*Library Research*)

    Peneliti mengumpulkan landasan teori dan referensi yang relevan melalui literatur ilmiah untuk mendukung analisis. Referensi yang digunakan meliputi:

    1. Standar Regulasi: Standar Direktorat Jenderal Cipta Karya (Kementerian PUPR) mengenai kriteria perencanaan sistem penyediaan air bersih.
    2. Literatur Ilmiah: jurnal ilmiah, dan laporan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan analisis kebutuhan air dan proyeksi penduduk.

C. Observasi Lapangan (*Field Observation*)

    Peneliti melakukan peninjauan langsung ke lokasi Instalasi Pengolahan Air (IPA) Sabanar Lama dan IPA Sungai Buaya. Teknik ini bertujuan untuk:

1. Dokumentasi Teknis: Mengambil data gambar/foto sebagai pendukung deskriptif untuk menjelaskan kondisi eksisting infrastruktur yang melayani wilayah studi.
2. Pengukuran Luas Lahan: Mengukur luas lahan fasilitas Pasar secara langsung di lapangan menggunakan aplikasi pengukuran berbasis GPS, yaitu Fields Area Measure Pro, mengingat data luasan resmi tidak tersedia pada instansi terkait.

3.3.4 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh peneliti melalui pengamatan langsung di lokasi penelitian guna mendukung analisis deskriptif teknis. Mengingat penelitian ini berfokus pada kuantitas air tanpa instrumen wawancara, maka data primer yang dikumpulkan meliputi:

1. Dokumentasi Lapangan: Pengambilan data visual berupa foto-foto infrastruktur IPA, titik *intake* air baku dari Sungai Kayan. Dokumentasi ini berfungsi sebagai pendukung dalam mendeskripsikan kondisi eksisting wilayah studi.
2. Pengukuran Lapangan: Pengukuran luas lahan fasilitas Pasar dilakukan secara langsung menggunakan aplikasi pengukuran lahan berbasis GPS, yaitu Fields Area Measure Pro, mengingat data luasan resmi fasilitas tersebut tidak tersedia pada instansi terkait.

3.3.5 Data Sekunder

Data sekunder merupakan komponen utama dalam penelitian ini, karena seluruh perhitungan analitik didasarkan pada data tersebut. Data sekunder bersumber dari instansi resmi dan dokumen pendukung sebagai berikut:

A. Data dari Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir:

No	Jenis Data	Fungsi dalam Penelitian
1	Jumlah Penduduk Kelurahan Tanjung Selor Hilir (2016–2025)	Variabel utama untuk menghitung proyeksi pertumbuhan penduduk menggunakan metode Aritmatik, Geometrik, dan *Least Square*.

2	Jumlah Fasilitas umum (sekolah, masjid, kantor dll)	Dasar perhitungan estimasi kebutuhan air bersih sektor non-domestik.

Data jumlah penduduk yang digunakan merupakan data kumulatif (jumlah total penduduk) pada akhir tahun yang bersangkutan, bukan data pertambahan penduduk per tahun.

B. Data dari Perumda Air Minum Danum Benuanta (PDAM):

No	Jenis Data	Fungsi dalam Penelitian
1	Kapasitas produksi terpasang IPA	Parameter untuk mengetahui batasan maksimal kapasitas sistem penyediaan air bersih eksisting.
2	Kapasitas produksi rill/operasional IPA	Parameter utama untuk menentukan ketersediaan air aktual yang didistribusikan ke wilayah pelayanan.
3	Jumlah sambungan Rumah (SR) eksisting	Data pendukung untuk mengetahui tingkat cakupan pelayanan air bersih eksisting di wilayah studi sebagai konteks analisis.
4	Presentase kehilangan air (NRW)	Faktor koreksi dalam perhitungan total kebutuhan air guna mengantisipasi kehilangan air pada sistem distribusi.

C. Standar Kebutuhan Air Kriteria Perencanaan (Direktorat Jendral Cipta Karya, 1996) :

No	Parameter	Nilai Standar (Kota Kecil)	Fungsi dalam Penelitian
1	Konsumsi Air Domestik (SR)	100 Liter/orang/hari	Angka pengali jumlah penduduk untuk mendapat total kebutuhan rumah tangga.
2	Kebutuhan Non-Domestik	Sekolah: 2000L/unit/hari, Masjid: 800 L/unit/hari, Puskesmas: 1000L/unit/hari, Kantor: 1400L/unit/hari, dll	Dasar perhitungan kebutuhan air per jenis fasilitas umum di wilayah studi
3	Kehilangan Air (NRW)	20% - 30%	Batas toleransi kehilangan air dalam sistem distribusi sebagai faktor pengali kebutuhan.
4	Faktor Hari Maksimum	1,1	Untuk mengantisipasi fluktuasi lonjakan pemakaian air pada hari-hari tertentu.

D. Variabel Penelitian

No	Variabel	Sumber	Satuan
1	Jumlah penduduk	Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir	Jiwa
2	Fasilitas Umum	Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir	Unit
3	Kebutuhan Air Domestik	Ditjen Cipta Karya (1996)	Liter/orang/hari
4	Kebutuhan Air Non domestik	Ditjen Cipta Karya	Liter/detik
5	Kehilangan Air (NRW)	Perumda Air Minum Danum Benuanta	%
6	Kapasitas Produksi IPA	Perumda Air Minum Danum Benuanta	Liter/detik
7	Ketersediaan Air	Perumda Air Minum Danum Benuanta	Liter/detik

3.4 TAHAPAN PENGOLAHAN DATA

Tahapan pengolahan data merupakan langkah-langkah sistematis yang dilakukan untuk mentransformasi data mentah dari kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir dan Perumda menjadi informasi teknis guna menjawab rumusan masalah sebagaimana diuraikan pada Bab I. Setiap tahapan analitis mengacu pada formula-formula dan standar teknis yang telah dijelaskan dalam Bab II. Tahapan pengolahan data dibagi menjadi empat tahap utama:

1. Analisis Proyeksi Penduduk

   Tahapan ini bertujuan memprediksi jumlah penduduk Kelurahan Tanjung Selor Hilir hingga tahun 2035 berdasarkan data kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir periode 2016–2025. Data historis penduduk diinput ke dalam tabel Microsoft Excel, kemudian diproyeksikan menggunakan tiga metode statistik yaitu Metode Aritmatik, Metode Geometrik, dan Metode Least Square (Regresi Linier). Untuk menentukan metode terbaik, dilakukan uji validasi menggunakan Koefisien Korelasi (r) dan Standar Deviasi (Sd). Metode yang dipilih adalah yang menghasilkan nilai r paling mendekati +1 dan nilai Sd

terkecil, dan hasil proyeksinya digunakan sebagai dasar perhitungan kebutuhan air periode 2026–2035.

2. Analisis Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan hasil proyeksi penduduk dengan mengacu pada Sub-Bab II, mencakup empat komponen berikut:

a) Kebutuhan Air Domestik (Qd) Dihitung menggunakan Persamaan dengan nilai konsumsi perkapita (q) sebesar 100 liter/orang/hari sesuai standar Ditjen Cipta Karya (1996) untuk kategori Kota Kecil dengan sistem pelayanan Sambungan Rumah (SR). Hasil Qd dalam liter/hari dikonversi ke liter/detik dengan membagi 86.400.

b) Kebutuhan Air Non-Domestik (Qn) Dihitung berdasarkan pendekatan per jenis fasilitas sesuai standar Ditjen Cipta Karya (1996), meliputi sekolah, masjid, perkantoran, dan puskesmas yang terdapat di Kelurahan Tanjung Selor Hilir.

c) Kehilangan Air/*Non-Revenue Water* (Qa) Dihitung berdasarkan persentase NRW aktual sebesar 16,90% dari laporan Perumda Air Minum Danum Benuanta menggunakan Persamaan: Qa = (Qd + Qn) × NRW.

d) Total Kebutuhan Air (Qt) Merupakan akumulasi seluruh komponen menggunakan Persamaan : Qt = Qd + Qn + Qa, dihitung untuk setiap tahun proyeksi 2026–2035.

e) Kebutuhan Air Maksimum (Qmaks) dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikalikan dengan faktor hari maksimum (fmd) menggunakan persamaan sebagai berikut:

Qmaks = Qt × fmd

Keterangan :

Qmaks = Debit kebutuhan air maksimum yang diolah (L/dtk)

Qt = Debit kebutuhan air total (L/dtk)

fmd = Faktor hari maksimum sebesar 1,1 sesuai standar Ditjen Cipta Karya (1996) untuk kategori Kota Kecil

3. Analisis Ketersediaan Air

   Tahapan ini mengevaluasi kemampuan sistem produksi Perumda Air Minum Danum Benuanta mengacu Bab II. Ketersediaan air dalam penelitian ini didefinisikan sebagai kapasitas produksi rill/operasional, karena kapasitas riil mencerminkan kemampuan nyata IPA dalam kondisi aktual.

4. Kapasitas produksi riil IPA Sabanar Lama dan IPA Sungai Buaya diidentifikasi berdasarkan data resmi Perumda Air Minum Danum Benuanta sebesar 168 L/dtk, yang selanjutnya digunakan langsung sebagai variabel ketersediaan air dalam analisis neraca air.

5. Analisis Neraca Air (*Water Balance*)

   Tahap akhir adalah membandingkan ketersediaan dan kebutuhan air menggunakan persamaan:

   Neraca Air = Ketersediaan (L/dtk) − Kebutuhan Total (L/dtk)

   Status sistem setiap tahun diklasifikasikan berdasarkan Tabel 2.6 menjadi Surplus apabila Neraca Air > 0, Kritis apabila Neraca Air ≈ 0, dan Defisit apabila Neraca Air < 0.

   Apabila ditemukan kondisi kritis atau defisit, disusun rekomendasi teknis yang mencakup optimasi kapasitas IPA eksisting, penambahan unit pengolahan, pembangunan IPA baru, atau program penurunan NRW melalui rehabilitasi jaringan distribusi. Seluruh hasil analisis dirangkum dalam tabel neraca air tahunan periode 2026–2035 sebagai dasar penarikan kesimpulan penelitian.

3.5 BAGAN ALIR PENELITIAN

Prosedur penelitian ini menjelaskan rincian setiap tahapan yang dilakukan, mulai dari tahap awal hingga penyusunan laporan akhir. Secara garis besar, alur penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan Peneliti melakukan studi literatur untuk memahami teori kependudukan, standar kebutuhan air bersih menurut Ditjen Cipta Karya (1996), serta regulasi terkait pelayanan air minum. Pada tahap ini juga

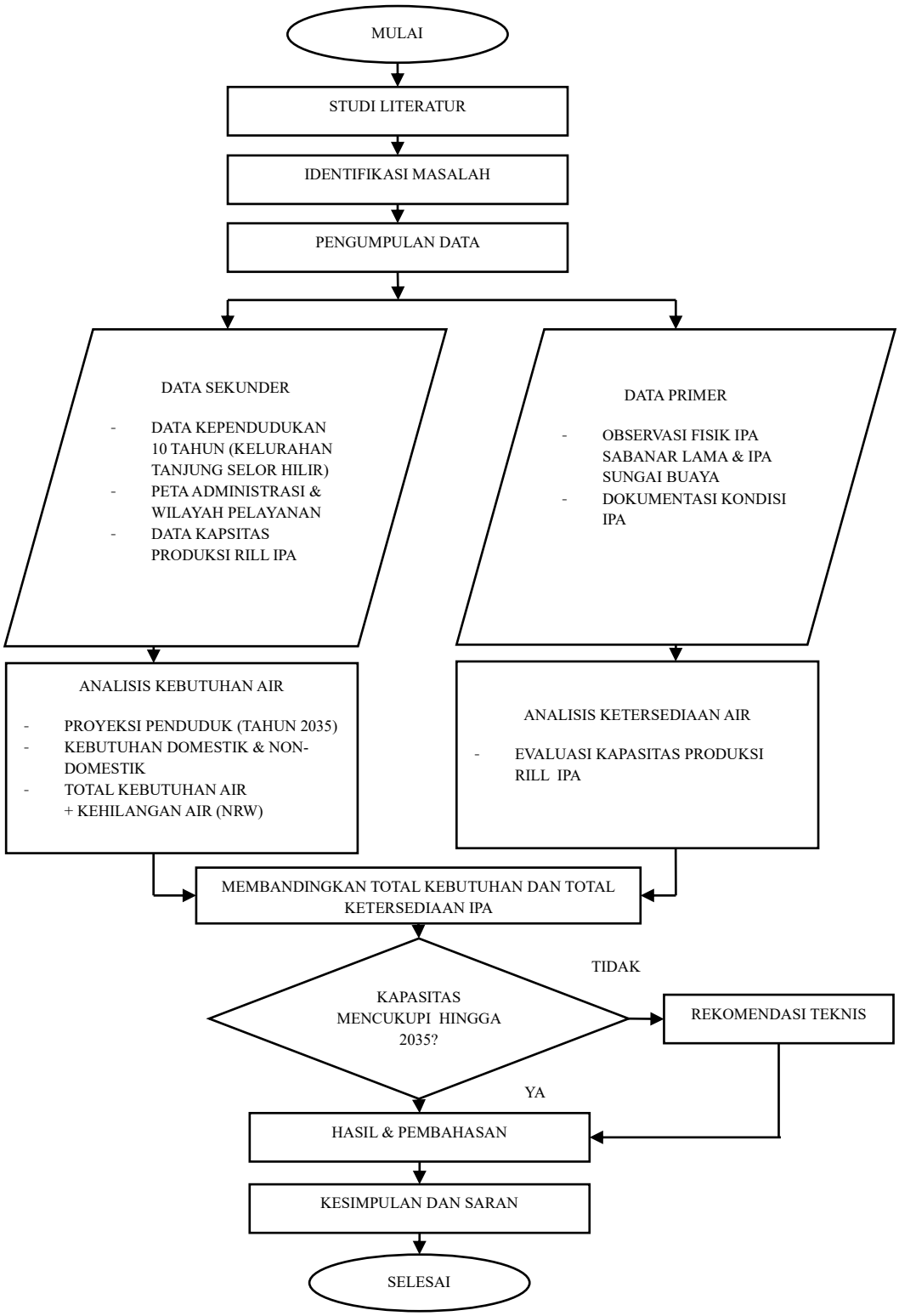
dilakukan identifikasi masalah awal terkait kondisi keseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan air bersih di Kelurahan Tanjung Selor Hilir.

2. Tahap Pengumpulan Data Data dikumpulkan dalam dua kategori, yaitu Data Primer berupa observasi dan dokumentasi kondisi fisik IPA Sabanar Lama dan IPA Sungai Buaya, serta pengukuran luas lahan fasilitas Pasar menggunakan aplikasi GPS, milik Perumda Air Minum Danum Benuanta, serta Data Sekunder berupa data jumlah penduduk periode 2016–2025 dari Kantor Kelurahan, data kapasitas produksi riil IPA, dan persentase NRW dari Perumda Air Minum Danum Benuanta.
3. Tahap Analisis Data Tahap ini mencakup dua analisis utama. Pertama, Analisis Kebutuhan Air yaitu proyeksi penduduk 2026–2035 menggunakan tiga metode statistik (Aritmatik, Geometrik, dan *Least Square*), dilanjutkan perhitungan total kebutuhan air domestik, non-domestik, dan faktor kehilangan air (NRW). Kedua, Analisis Ketersediaan Air yaitu evaluasi kapasitas produksi riil IPA yang digunakan langsung sebagai variabel ketersediaan air untuk Kelurahan Tanjung Selor Hilir.
4. Tahap Evaluasi Neraca Air (*Water Balance*) Membandingkan total proyeksi kebutuhan air dengan kapasitas produksi riil IPA untuk setiap tahun dalam periode 2026–2035, guna menentukan status sistem apakah berada dalam kondisi surplus, kritis, atau defisit berdasarkan klasifikasi pada Tabel 2.6.
5. Tahap Penyusunan Rekomendasi dan Laporan Akhir

   Apabila hasil evaluasi neraca air menunjukkan kondisi kritis atau defisit pada tahun tertentu dalam periode proyeksi, peneliti memberikan rekomendasi berupa saran teknis kepada Perumda Air Minum Danum Benuanta sebagai bahan pertimbangan dalam pengembangan sistem penyediaan air bersih ke depan. Rekomendasi ini tidak bersifat perencanaan teknis detail, melainkan masukan alternatif yang dapat ditindaklanjuti lebih lanjut oleh pihak terkait, antara lain:

a) Optimasi kapasitas produksi riil IPA eksisting apabila masih terdapat gap antara kapasitas terpasang dan kapasitas riil.
b) Program penurunan angka NRW melalui rehabilitasi dan pemeliharaan jaringan distribusi guna menekan kehilangan air secara fisik.
c) Peningkatan kapasitas produksi melalui penambahan unit pengolahan pada IPA Sabanar Lama dan IPA Sungai Buaya yang sudah beroperasi.
d) Pembangunan unit IPA baru apabila diperlukan penambahan kapasitas yang lebih signifikan.

Apabila hasil neraca air menunjukkan kondisi surplus sepanjang periode proyeksi, rekomendasi diarahkan pada pemeliharaan kapasitas produksi riil dan perluasan cakupan pelayanan bagi masyarakat yang belum terlayani. Tahap ini diakhiri dengan penarikan kesimpulan yang menjawab seluruh tujuan penelitian sebagaimana ditetapkan pada Bab I.



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 TAHAPAN PENGUMPULAN DATA

Dalam penelitian ini, tahapan pengumpulan data yang digunakan berupa data primer dari pengamatan langsung di lokasi penelitian berupa dokumentasi kondisi fisik Instalasi Pengolahan Air (IPA). Sedangkan data sekunder diperoleh dari Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir, dan Perumda Air Minum Danum Benuanta Kabupaten Bulungan.

4.1.1 Data Kapasitas Produksi IPA Perumda Air Minum Danum Benuanta

Data kapasitas produksi IPA diperoleh melalui permohonan data resmi kepada Perumda Air Minum Danum Benuanta. Data ini digunakan sebagai variabel ketersediaan air bersih (*supply*) dalam analisis neraca air (*water balance*). Pelayanan air bersih di Kelurahan Tanjung Selor Hilir dilayani oleh dua unit IPA, sebagaimana disajikan pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Data Kapasitas Produksi IPA PDAM

Unit IPA	Kapasitas Terpasang (L/dtk)	Kapasitas Riil (L/dtk)	Sumber air baku
IPA Sabanar Lama	80	64	Sungai Kayan
IPA Sungai Buaya	130	104	Sungai Kayan
Total	**210**	**168**	**-**

Sumber : Perumda Air Minum Danum Benuanta Kabupaten Bulungan, 2026

Konsep kapasitas produksi riil sebagai variabel ketersediaan air dalam penelitian ini dijelaskan lebih lanjut pada sub-bab 2.9.

4.1.2 Data Jumlah Penduduk Kelurahan Tanjung Selor Hilir Tahun 2016–2025

Data jumlah penduduk yang diperoleh dari Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir digunakan untuk menghitung proyeksi pertumbuhan penduduk dan memperkirakan kebutuhan air bersih untuk 10 tahun ke depan (2026–2035). Data jumlah penduduk Kelurahan Tanjung Selor Hilir periode 2016–2025 dapat dilihat pada Tabel 4.2. Data jumlah penduduk pada tabel tersebut merupakan angka kumulatif (jumlah total penduduk terdaftar) pada masing-masing tahun, bukan angka selisih pertambahan penduduk per tahun, sebagaimana diperoleh dari data Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir.

Tabel 4.2 Jumlah Penduduk Kelurahan Tanjung Selor Hilir Tahun 2016–2025

No	Tahun	Penduduk (Yi) (Jiwa)
1	2016	23.445
2	2017	24.033
3	2018	26.953
4	2019	28.171
5	2020	29.884
6	2021	30.505
7	2022	31.687
8	2023	33.285
9	2024	35.365
10	2025	36.375
Jumlah		299.703

Sumber: Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir Kabupaten Bulungan

4.1.3 Data Fasilitas Umum Kelurahan Tanjung Selor Hilir

Data fasilitas umum yang diperoleh dari Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir digunakan untuk menghitung perkiraan kebutuhan air bersih sektor non-domestik. Data fasilitas umum eksisting Kelurahan Tanjung Selor Hilir tahun 2025 dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Fasilitas Umum Kelurahan Tanjung Selor Hilir Tahun 2025

No	Jenis Fasilitas		Jumlah (Unit)
1	**Fasilitas Pendidikan**	Tk/PAUD	29
		SD	16
		SMP/MTS	10
		SMA/SMK/MA	8
		Perguruan Tinggi	4
2	**Fasilitas Peribadatan**	Masjid	43
		Gereja	18
		Vihara	2
		Pura	1
3	**Fasilitas Kesehatan**	Puskesmas	1
		Rumah Sakit Umum	2
		Rumah Bersalin	1
		Apotik/Klinik	23
4	**Fasilitas Pemerintahan & Pelayanan Umum**	Perkantoran	40
		Kantor Pos	1
		Kantor Pemadam Kebakaran	1
5	**Fasilitas Transportasi**	Bandara	1
		Pelabuhan	12
		Terminal	1
6	**Fasilitas perdagangan, jasa & industri**	Pasar	1
		Hotel/penginapan	23

Sumber : Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir Kabupaten Bulungan

4.2 PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

4.2.1 Analisis Proyeksi Jumlah Penduduk

Pemilihan metode proyeksi yang akan disesuaikan dengan kriteria dapat dilakukan secara statistik yaitu dengan menggunakan rumus standar deviasi (SD)

dan rumus koefisien korelasi (r). Penggunaan koefisien korelasi dimaksudkan untuk menunjukkan tingginya derajat hubungan antara dua variabel (x dan y), maka dari itu nilai koefisien korelasi harus mendekati 1, sedangkan standar deviasi digunakan untuk menghomogenkan data, maka dari itu nilai standar deviasi dipilih nilai yang paling kecil.

Metode proyeksi jumlah penduduk 10 tahun mendatang dihitung dengan menggunakan 3 metode sebagai bahan perbandingannya. Ketiga metode tersebut antara lain adalah:

1. Metode Aritmatik
2. Metode Geometrik
3. Metode Least Square

Data jumlah penduduk 10 tahun terakhir (2016–2025) dijadikan sebagai acuan perhitungan proyeksi penduduk sebagaimana telah disajikan pada Tabel 4.2 di atas. Data tersebut merupakan data kumulatif (jumlah total penduduk) pada akhir tahun yang bersangkutan, bukan data pertambahan penduduk per tahun.

A. Metode Aritmatik

$Pn = Pt + (Ka \times x)$

Keterangan :

Pn = Jumlah penduduk pada n tahun mendatang (jiwa)

Pt = Jumlah penduduk pada akhir tahun data

x = Selang waktu (tahun ke-n dikurangi tahun terakhir data)

Ka = Konstanta Aritmatik

1) Perhitungan Nilai Pada Kolom Tabel 4.4 Tahun 2016 :

- Menentukan nilai Xi untuk tahun 2016:

  Xi_{2016} = Tahun dari n – Tahun terakhir

  = 2016 – 2025

  = -9

- Menentukan nilai Xi.Yi:

  $Xi.Yi_{2016} = Xi \times Yi_{2016}$

  $= (-9) \times 23.445$

  = -211.005

- Menentukan nilai Yi^2:

  Yi^2_{2016} = $(23.445)^2$

  = 549.668.025

- Menentukan nilai Xi^2:

  $Xi^{2}{}^{2016}$ = $(-9)^2$

  = 81

Tabel 4.4 Uji Korelasi Metode Aritmatik Kelurahan Tanjung Selor Hilir

Tahun	Penduduk (Yi)	Xi	Xi. Yi	Yi^2	Xi^2
2016	23.445	-9	-211.005	549.668.025	81
2017	24.033	-8	-192.264	577.585.089	64
2018	26.953	-7	-188.671	726.464.209	49
2019	28.171	-6	-169.026	793.605.241	36
2020	29.884	-5	-149.420	893.053.456	25
2021	30.505	-4	-122.020	930.555.025	16
2022	31.687	-3	-95.061	1.004.065.969	9
2023	33.285	-2	-66.570	1.107.891.225	4
2024	35.365	-1	-35.365	1.250.683.225	1
2025	36.375	0	0	1.323.140.625	0
Jumlah	**299.703**	**-45**	**-1.229.402**	**9.156.712.089**	**285**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

2) Menentukan Nilai Korelasi (r):

Persentase pertambahan jumlah penduduk pada Metode Aritmatik menggunakan persamaan:

$$r = \frac{n\,(\sum Xi\,.\,Yi) - (\sum Yi)\,(\sum Xi)}{\sqrt{[n\,(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2]\;.\;(n\,(\sum Yi^2) - (\sum Yi)^2]}}$$

$$r = \frac{10(-1.229.402) - (299.703)(-45)}{\sqrt{[10(285)(-45)^2 \cdot [10(9.156.712.089) - (299.703)^2]}}$$

$$r = \frac{(-\,12.294.020) - (-13.486.635)}{\sqrt{[(2.850 - 2.025) \cdot (91.567.120.890 - 89.821.888.209)]}}$$

$$r = \frac{1.192.615}{\sqrt{825 \times 1.745.232.681}}$$

$$r = \frac{1.192.615}{\sqrt{1.439.816.961.825}}$$

$$r = \sqrt{1.439.816.961.825}$$

= 1.199.923,73

$r = \frac{1.192.615}{1.199.923,73}$

r = 0,9939

3) Menentukan Nilai Konstanta Aritmatik (Ka):

$Ka = \frac{(Po-Pt)}{t}$

$Ka = \frac{(36.375-23.445)}{10-1}$

$Ka = \frac{12.930}{9}$

Ka =1.437 Jiwa

4) Perhitungan Jumlah Penduduk Rata-Rata (Yn) – Metode Aritmatik:

Pertumbuhan jumlah penduduk rata-rata menggunakan persamaan Yn = Yi + Ka:

Yn_{2016} = Yi1 + Ka
= 23.445 + 1.437
= 24.882 jiwa

Yn_{2017} = Yi2 + Ka
= 24.882 + 1.437
= 26.319 jiwa

Yn_{2018} = Yi3 + Ka
= 26.319 + 1.437
= 27.756 jiwa

Yn_{2019} = Yi4 + Ka
= 27.756 + 1.437
= 29.193 jiwa

Yn_{2020} = Yi5 + Ka
= 29.193 + 1.437
= 30.630 jiwa

Yn_{2021} = Yi6 + Ka
= 30.630 + 1.437
= 32.067 jiwa

Yn_{2022} = Yi7 + Ka

$= 32.067 + 1.437$

$= 33.504$ jiwa

$Yn_{2023} = Yi8 + Ka$

$= 33.504 + 1.437$

$= 34.941$ jiwa

$Yn_{2024} = Yi9 + Ka$

$= 34.941 + 1.437$

$= 36.378$ jiwa

$Yn_{2025} = Yi10 + Ka$

$= 36.378 + 1.437$

$= 37.815$ jiwa

Tabel 4.5 Perhitungan Standar Deviasi Metode Aritmatik

Tahun	Penduduk (Yi)	Yn	(Yi – Yn)	$(Yi – Yn)^2$
2016	23.445	24.882	−1.437	2.064.969
2017	24.033	26.319	−2.286	5.225.796
2018	26.953	27.756	−803	644.809
2019	28.171	29.193	−1.022	1.044.484
2020	29.884	30.630	−746	556.516
2021	30.505	32.067	−1.562	2.439.844
2022	31.687	33.504	−1.817	3.301.489
2023	33.285	34.941	−1.656	2.742.336
2024	35.365	36.378	−1.013	1.026.169
2025	36.375	37.815	−1.440	2.073.600
Jumlah	**299.703**	**313.485**	**−13.782**	**21.120.012**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

5) Menentukan Nilai Standar Deviasi (SD) – Metode Aritmatik:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(Yi-Yn)^2}{(n-1)}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{21.120.012}{10-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{21.120.012}{9}}$$

$$SD = \sqrt{2.346.668}$$

SD = 1.531,884

6) Perhitungan Proyeksi Penduduk 10 Tahun – Metode Aritmatik:

Pertambahan jumlah penduduk dari tahun 2026–2035 menggunakan persamaan Pn = Pt + (Ka · X):

Pn_{2026} = Pt + (Ka · X)
= 36.375 + (1.437 × 1)
= 37.812 jiwa

Pn_{2027} = Pt + (Ka × X)
= 36.375 + (1.437 × 2)
= 39.249 jiwa

Pn_{2028} = Pt + (Ka × X)
= 36.375 + (1.437 × 3)
= 40.686 jiwa

Pn_{2029} = Pt + (Ka × X)
= 36.375 + (1.437 × 4)
= 42.123 jiwa

Pn_{2030} = Pt + (Ka × X)
= 36.375 + (1.437 × 5)
= 43.560 jiwa

Pn_{2031} = Pt + (Ka × X)
= 36.375 + (1.437 × 6)
= 44.997 jiwa

Pn_{2032} = Pt + (Ka × X)
= 36.375 + (1.437 × 7)
= 46.434 jiwa

Pn_{2033} = Pt + (Ka × X)
= 36.375 + (1.437 × 8)
= 47.871 jiwa

Pn_{2034} = Pt + (Ka × X)
= 36.375 + (1.437 × 9)
= 49.308 jiwa

Pn_{2035} = Pt + (Ka × X)

= 36.375 + (1.437 × 10)

= 50.745 jiwa

Tabel 4.6 Proyeksi Penduduk 10 Tahun Ke Depan Metode Aritmatik

Tahun	X	Pn (Jiwa)
2026	1	37.812
2027	2	39.249
2028	3	40.686
2029	4	42.123
2030	5	43.560
2031	6	44.997
2032	7	46.434
2033	8	47.871
2034	9	49.308
2035	10	50.745
Jumlah		**442.785**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

B. Metode Geometrik

$Pn = Po \times (1 + R)^n$

Keterangan :

P = Jumlah penduduk pada n tahun mendatang (jiwa)

Po = Jumlah penduduk pada awal tahun data

R = Ratio kenaikan penduduk rata-rata per tahun (%)

n = Periode tahun proyeksi

1. Perhitungan Nilai Pada Kolom Tabel 4.7 Pada Tahun 2016:
   - Menentukan nilai Xi untuk tahun 2016:

     Xi2016 = 2016 – 2025

     = -9
   - Menentukan nilai ln Yi untuk tahun 2016:

     ln Yi2016 = ln Yi 23.445

     = 10,062
   - Menentukan nilai Xi.ln Yi:

     $Xi.ln\ Yi_{2016}$ = (-9) × 10,062

= - 90,562

- Menentukan nilai $(\ln Yi)^2$:

$(\ln Yi)^2_{2016}$ = $(10,062)^2$

= 101,252

- Menentukan nilai Xi^2:

Xi^2_{2016} = $(-9)^2$

= 81

Tabel 4.7 Uji Korelasi Metode Geometrik Kelurahan Tanjung Selor Hilir

Tahun	Penduduk (Yi)	Xi	In Yi	Xi.In Yi	Xi^2	$(In\ Yi)^2$
2016	23.445	-9	10,062	-90,562	81	101,252
2017	24.033	-8	10,087	-80,697	64	101,751
2018	26.953	-7	10,202	-71,413	49	104,078
2019	28.171	-6	10,246	-61,476	36	104,982
2020	29.884	-5	10,305	-51,525	25	106,195
2021	30.505	-4	10,326	-41,303	16	106,619
2022	31.687	-3	10,364	-31,091	9	107,405
2023	33.285	-2	10,413	-20,826	4	108,428
2024	35.365	-1	10,473	-10,473	1	109,694
2025	36.375	0	10,502	0	0	110,284
Jumlah	**299.703**	**-45**	**102,980**	**-459,367**	**285**	**1.060,688**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

2. Menentukan Nilai Korelasi (r) – Metode Geometrik:

$$r = \frac{n\,(\sum Xi\ In\ Yi) - (\sum Xi)\,(\sum In\ Yi)}{\sqrt{[n\,(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2]\ [n\,(\sum (In\ Yi)^2 - (\sum In\ Yi)^2]}}$$

$$r = \frac{10(-459,367) - (-45)(102,980)}{\sqrt{[10(285) - (-45)^2][10(1.060,688) - (102,980)^2]}}$$

$$r = \frac{(-4.593,670) - (-4.634,100)}{\sqrt{[2.850 - 2.025]\ [10.606,880 - 10.604,880]}}$$

$$r = \frac{40,430}{\sqrt{[825 \times 2,025]}}$$

$$r = \frac{40,430}{\sqrt{1.670,367}}$$

$$r = \frac{40,430}{40,870}$$

r = 0,9892

3. Menentukan Nilai Ratio (Kg):

   $Kg = \left(\frac{Po}{Pt}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$

   $Kg = \left(\frac{36.375}{23.445}\right)^{\frac{1}{10-1}} - 1$

   $Kg = (1{,}5515)^{\frac{1}{9}} - 1$

   $Kg = (1{,}5515)^{0{,}1111} - 1$

   $Kg = 1{,}0500 - 1$

   $Kg = 0{,}0500$

   (jadi nilai rasio pertumbuhan penduduk adalah 0,0500 atau 5%)

4. Perhitungan Jumlah Penduduk rata-rata (Yn) – Metode Geometrik

   Pertumbuhan jumlah penduduk rata-rata dengan menggunakan persamaan rumus $Yn=Yi\times(1+R)^t$:

   $Yn_{2016} = Yi_1 \times (1+R)^{(2025-2016)}$

   $= 23.445 \times (1+ 0{,}0500)^9$

   $= 36.371$

   $Yn_{2017} = Yi_2 \times (1+R)^{(2025-2017)}$

   $= 24.033 \times (1+ 0{,}0500)^8$

   $= 35.508$

   $Yn_{2018} = Yi_3 \times (1+R)^{(2025-2018)}$

   $= 26.953 \times (1+ 0{,}0500)^7$

   $= 37.926$

   $Yn_{2019} = Yi_4 \times (1+R)^{(2025-2019)}$

   $= 28.171 \times (1+ 0{,}0500)^6$

   $= 37.752$

   $Yn_{2020} = Yi_5 \times (1+R)^{(2025-2020)}$

   $= 29.884 \times (1+ 0{,}0500)^5$

   $= 38.140$

   $Yn_{2021} = Yi_6 \times (1+R)^{(2025-2021)}$

   $= 30.505 \times (1+ 0{,}0500)^4$

   $= 37.079$

$Yn_{2022} = Yi_7 \times (1+R)^{(2025-2022)}$

$= 31.687 \times (1+ 0{,}0500)^3$

$= 36.682$

$Yn_{2023} = Yi_8 \times (1+R)^{(2025-2023)}$

$= 33.285 \times (1+ 0{,}0500)^2$

$= 36.697$

$Yn_{2024} = Yi_9 \times (1+R)^{(2025-2024)}$

$= 35.365 \times (1+ 0{,}0500)^1$

$= 37.133$

$Yn_{2025} = Yi_{10} \times (1+R)^{(2025-2025)}$

$= 36.375 \times (1+ 0{,}0500)^0$

$= 36.375$

Tabel 4.8 Perhitungan Standar Deviasi Metode Geometrik

Tahun	Penduduk (Yi)	Yn	(Yi-Yn)	$(Yi-Yn)^2$
2016	23.445	36.371	-12.926	167.081.476
2017	24.033	35.508	-11.475	131.675.625
2018	26.953	37.926	-10.973	120.406.729
2019	28.171	37.752	-9.581	91.795.561
2020	29.884	38.140	-8.256	68.161.536
2021	30.505	37.079	-6.574	43.217.476
2022	31.687	36.682	-4.995	24.950.025
2023	33.285	36.697	-3.412	11.641.744
2024	35.365	37.133	-1.768	3.125.824
2025	36.375	36.375	0	0
Jumlah	**299.703**	**369.657**	**-69.960**	**662.055.996**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

5. Menentukan Nilai Standar Deviasi (SD) – Metode Geometrik :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(Yi-Yn)^2}{(n-1)}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{662.055.996}{(10-1)}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{662.055.996}{9}}$$

SD = $\sqrt{73.561.777,33}$

SD = 8.576,816

6. Perhitungan Proyeksi Penduduk 10 Tahun – Metode Geometrik :

   Pertambahan jumlah penduduk dari tahun 2026–2035 menggunakan persamaan $Pn = Po \times (1+R)^n$:

   Pn2026 $= Po \times (1+R)^n$

   $= 36.375 \times (1+0,0500)^1$

   $= 38.194$ jiwa

   Pn2027 $= Po \times (1+R)^n$

   $=36.375 \times (1+0,0500)^2$

   $= 40.103$ jiwa

   Pn2028 $= Po \times (1+R)^n$

   $=36.375 \times (1+0,0500)^3$

   $= 42.109$ jiwa

   Pn2029 $= Po \times (1+R)^n$

   $=36.375 \times (1+0,0500)^4$

   $= 44.214$ jiwa

   Pn2030 $= Po \times (1+R)^n$

   $= 36.375 \times (1+0,0500)^5$

   $= 46.425$ jiwa

   Pn2031 $= Po \times (1+R)^n$

   $= 36.375 \times (1+0,0500)^6$

   $= 48.746$ jiwa

   Pn2032 $= Po \times (1+R)^n$

   $= 36.375 \times (1+0,0500)^7$

   $= 51.183$ jiwa

   Pn2033 $= Po \times (1+R)^n$

   $= 36.375 \times (1+0,0500)^8$

   $= 53.742$ jiwa

   Pn2034 $= Po \times (1+R)^n$

   $= 36.375 \times (1+0,0500)^9$

$= 56.430$ jiwa

Pn2035 $= Po \times (1+R)^n$

$= 36.375 \times (1+0{,}0500)^{10}$

$= 59.251$ jiwa

Tabel 4.9 Proyeksi Penduduk 10 Tahun Ke Depan Metode Geometrik

Tahun	n	Pn (Jiwa)
2026	1	38.194
2027	2	40.103
2028	3	42.109
2029	4	44.214
2030	5	46.425
2031	6	48.746
2032	7	51.183
2033	8	53.742
2034	9	56.430
2035	10	59.251
Jumlah		**480.397**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

C. Metode Least Square

Pn = a + b.X

Keterangan :

Pn = Jumlah penduduk pada waktu n tahun mendatang (jiwa)

a,b = Konstanta

X = Pertambahan tahun

Berbeda dengan Metode Aritmatik dan Geometrik yang menggunakan interval satuan, pengkodean Xi pada Metode Least Square menggunakan interval ganjil (kelipatan 2) agar jumlah total Xi (ΣXi) bernilai nol, sesuai teknik pengkodean yang lazim digunakan pada regresi linier untuk jumlah data genap.

1. Perhitungan Nilai Pada Kolom Tabel 4.10 pada Tahun 2016 :

   Xi2016 = 2016-2025

   $= -9$

   Xi.Yi2016 = (-9) x 23.445

   $= -211.005$

Yi^2 2016 $= (23.445)^2$

$= 549.668.025$

Xi^2 2016 $= (-9)^2$

$= 81$

Tabel 4.10 Uji Korelasi Metode Least Square Kelurahan Tanjung Selor Hilir

Tahun	Penduduk (Yi)	Xi	Xi. Yi	Yi^2	Xi^2
2016	23.445	-9	-211.005	549.668.025	81
2017	24.033	-7	-168.231	577.585.089	49
2018	26.953	-5	-134.765	726.464.209	25
2019	28.171	-3	-84.513	793.605.241	9
2020	29.884	-1	-29.884	893.053.456	1
2021	30.505	1	30.505	930.555.025	1
2022	31.687	3	95.061	1.004.065.969	9
2023	33.285	5	166.425	1.107.891.225	25
2024	35.365	7	247.555	1.250.683.225	49
2025	36.375	9	327.375	1.323.140.625	81
Jumlah	**299.703**	**0**	**238.523**	**9.156.712.089**	**330**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

2. Menentukan Nilai Korelasi (r) - Metode Least Square :

$$r = \frac{n\,(\sum Xi\,.\,Yi) - (\sum Yi)\,(\sum Xi)}{\sqrt{[n\,(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2]\,[(n\,(\sum Yi^2) - (\sum Yi)^2]}}$$

$$r = \frac{10(238.523) - (299.703)(0)}{\sqrt{[10(330) - (0)^2][10(9.156.712.089) - (299.703)^2]}}$$

$$r = \frac{2.385.230 - 0}{\sqrt{[3.300 - 0][91.567.120.890 - 89.821.888.209]}}$$

$$r = \frac{2.385.230}{\sqrt{[3.300][1.745.232.681]}}$$

$$r = \frac{2.385.230}{\sqrt{5.759.267.847.300}}$$

$$r = \frac{2.385.230}{2.399.847{,}463}$$

$r = 0{,}9939$

3. Menentukan Nilai Konstanta b dan a :

- $b = \frac{[n\ \sum(Xi.Yi) - (\sum Xi)(\sum Yi)]}{[n\,(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2]}$

$$= \frac{[10(238.523) - (0)(299.703)]}{[10(330) - (0)^2]}$$

$$= \frac{2.385.230-0}{3.300-0}$$

$$= \frac{2.385.230}{3.300}$$

$$= 722{,}797$$

- a $= \frac{(\sum Yi)-b\,(\sum Xi)}{n}$

$$= \frac{299.703-722{,}797\ (0)}{10}$$

$$= \frac{299.703-0}{10}$$

$$= \frac{299.703}{10}$$

$$= 29.970{,}300$$

4. Perhitungan Jumlah Penduduk Rata-Rata (Yn) - Metode Least Square:

Yn_{2016} $= a + b \cdot X$

$= 29.970{,}300+(722{,}797 \text{ x } (-9))$

$= 29.970{,}300+(-6.505{,}173)$

$= 23.465$ jiwa

Yn_{2017} $= a + b \cdot X$

$= 29.970{,}300+(722{,}797 \text{ x } (-7))$

$= 29.970{,}300+(-5.059{,}579)$

$= 24.911$ jiwa

Yn_{2018} $= a + b \cdot X$

$= 29.970{,}300+(722{,}797 \text{ x } (-5))$

$= 29.970{,}300+(-3.613{,}985)$

$= 26.356$ jiwa

Yn_{2019} $= a + b \cdot X$

$= 29.970{,}300+(722{,}797 \text{ x } (-3))$

$= 29.970{,}300+(-2.168{,}391)$

= 27.802 jiwa

Yn_{2020} = a + b · X

= 29.970,300+(722,797 x (-1))

= 29.970,300+(−722,797)

= 29.248 jiwa

Yn_{2021} = a + b · X

= 29.970,300+(722,797 x 1)

= 29.970,300+722,797

= 30.693 jiwa

Yn_{2022} = a + b · X

= 29.970,300+(722,797 x 3)

= 29.970,300+2.168,391

= 32.139 jiwa

Yn_{2023} = a + b · X

= 29.970,300+(722,797 x 5)

= 29.970,300+3.613,985

= 33.584 jiwa

Yn_{2024} = a + b · X

= 29.970,300+(722,797 x 7)

= 29.970,300+5.059,579

= 35.030 jiwa

Yn_{2025} = a + b · X

= 29.970,300+(722,797 x 9)

= 29.970,300+6.505,173

= 36.475 jiwa

Tabel 4.11 Perhitungan Standar Deviasi Metode Least Square

Tahun	Penduduk (Yi)	Xi	Yn	(Yi-Yn)	$(Yi-Yn)^2$
2016	23.445	-9	23.465	-20	400
2017	24.033	-7	24.911	-878	770.884
2018	26.953	-5	26.356	597	356.409
2019	28.171	-3	27.802	369	136.161
2020	29.884	-1	29.248	636	404.496
2021	30.505	1	30.693	-188	35.344
2022	31.687	3	32.139	-452	204.304
2023	33.285	5	33.584	-299	89.401
2024	35.365	7	35.030	335	112.225
2025	36.375	9	36.475	-100	10.000
Jumlah	**299.703**	**0**	**299.703**	**0**	**2.119.624**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

5. Menentukan Nilai Standar Deviasi (SD) – Metode Least Square :

   $SD = \sqrt{\frac{\sum(Yi-Yn)^2}{n-1}}$

   $SD = \sqrt{\frac{\mathbf{2.119.624}}{10-1}}$

   $SD = \sqrt{\frac{\mathbf{2.119.624}}{9}}$

   $SD = \sqrt{235.514}$

   SD = 485,298

6. Perhitungan Proyeksi Penduduk 10 Tahun – Metode Least Square :

   Pertambahan jumlah penduduk dari tahun 2026–2035 menggunakan persamaan $P_n = a + b \cdot X$:

   $Pn_{2026} = a + b \cdot X$
   = 29.970,300+(722,797 x 11)
   = 37.921 jiwa

   $Pn_{2027} = a + b \cdot X$
   = 29.970,300+(722,797 x 13)

= 39.367 jiwa

Pn_{2028} = a + b · X

= 29.970,300+(722,797 x 15)

= 40.812 jiwa

Pn_{2029} = a + b · X

= 29.970,300+(722,797 x 17)

= 42.258 jiwa

Pn_{2030} = a + b · X

= 29.970,300+(722,797 x 19)

= 43.703 jiwa

Pn_{2031} = a + b · X

= 29.970,300+(722,797 x 21)

= 45.149 jiwa

Pn_{2032} = a + b · X

= 29.970,300+(722,797 x 23)

= 46.595 jiwa

Pn_{2033} = a + b · X

= 29.970,300+(722,797 x 25)

= 48.040 jiwa

Pn_{2034} = a + b · X

= 29.970,300+(722,797 x 27)

= 49.486 jiwa

Pn_{2035} = a + b · X

= 29.970,300+(722,797 x 29)

= 50.931 jiwa

Tabel 4.12 Proyeksi Penduduk 10 Tahun ke Depan Metode Least Square

Tahun	X	Pn (Jiwa)
2026	11	37.921
2027	13	39.367
2028	15	40.812
2029	17	42.258
2030	19	43.703
2031	21	45.149
2032	23	46.595
2033	25	48.040
2034	27	49.486
2035	29	50.931
Jumlah		**444.262**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

D. Pemilihan Metode Proyeksi Yang Digunakan

Setelah dilakukan perhitungan dari ketiga metode di atas didapatkan nilai r dan SD dari masing-masing metode. Pemilihan metode tersebut dilakukan dengan pertimbangan:

- Korelasi (r) harus bernilai 1 atau -1 dan/atau mendekati keduanya;
- Standar deviasi (SD) harus yang paling kecil. Karena nilai standar deviasi yang kecil menunjukkan bahwa data yang didapat dari proyeksi tidak berbeda jauh dengan data aslinya.

Tabel 4.13 Perbandingan Nilai Koefisien Korelasi Dan Standar Deviasi

Metode	Koefisien Korelasi (r)	Standar Deviasi (SD)
Aritmatik	0,9939	1.531,884
Geometrik	0,9892	8.576,816
Least Square	**0,9939**	**485,298**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

Berdasarkan Tabel 4.13, hasil perhitungan nilai koefisien korelasi (r) dan standar deviasi (SD) dari ketiga metode proyeksi penduduk adalah sebagai berikut:

Metode Aritmatik menghasilkan nilai koefisien korelasi sebesar r = 0,9939 dengan standar deviasi sebesar SD = 1.531,884. Metode Geometrik menghasilkan nilai koefisien korelasi sebesar r = 0,9892 dengan standar deviasi sebesar SD = 8.576,816. Sedangkan Metode Least Square menghasilkan nilai koefisien korelasi sebesar r = 0,9939 dengan standar deviasi sebesar SD = 485,298.

Dalam pemilihan metode proyeksi yang paling tepat, terdapat dua kriteria utama yang digunakan, yaitu nilai koefisien korelasi (r) yang mendekati 1 dan nilai standar deviasi (SD) yang terkecil. Metode Geometrik memiliki nilai r = 0,9892 yang lebih kecil dibandingkan Metode Aritmatik dan Least Square, serta memiliki nilai SD = 8.576,816 yang sangat besar, sehingga metode ini tidak dipilih. Metode Aritmatik dan Least Square memiliki nilai r yang sama yaitu 0,9939, sehingga pemilihan dilakukan berdasarkan nilai SD terkecil. Metode Least Square memiliki nilai SD = 485,298 yang jauh lebih kecil dibandingkan Metode Aritmatik dengan SD = 1.531,884.

Dengan demikian, metode proyeksi penduduk yang paling tepat dan terpilih untuk digunakan dalam penelitian ini adalah **Metode Least Square**, karena memiliki nilai standar deviasi terkecil yang menunjukkan tingkat akurasi proyeksi yang paling tinggi dibandingkan metode lainnya.

Tabel 4.14 Pertumbuhan Penduduk Metode Terpilih Least Square

Tahun	X	Pn (Jiwa)
2026	11	37.921
2027	13	39.367
2028	15	40.812
2029	17	42.258
2030	19	43.703
2031	21	45.149
2032	23	46.595
2033	25	48.040
2034	27	49.486
2035	29	50.931
Jumlah		**444.262**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

Dilihat dari Tabel 4.14 proyeksi jumlah penduduk Kelurahan Tanjung Selor Hilir dengan Metode Least Square pada tahun 2035 mencapai 50.931 jiwa, meningkat signifikan dari tahun awal proyeksi 2026 yang mencapai 37.921 jiwa.

4.2.2 Analisis Proyeksi Jumlah Fasilitas Umum

pertumbuhan jumlah penduduk yang terjadi disuatu wilayah akan berpengaruh terhadap jumlah fasilitas umum yang dibutuhkan. Apabila pertumbuhan jumlah penduduk semakin tinggi, maka jumlah fasilitas umum yang dibutuhkan akan semakin banyak. Untuk mendapatkan proyeksi jumlah fasilitas umum berdasarkan pertumbuhan penduduk menggunakan persamaan rumus :

Rumus proyeksi Jumlah Unit :

$$\frac{Nn}{No} = \frac{Pn}{Po}$$

$$Nn = \frac{Pn}{Po} \times No$$

Keterangan :

Nn = Jumlah fasilitas umum di tahun ke – n

No = Jumlah fasilitas umum di awal tahun data

Pn = Jumlah penduduk di tahun ke-n

Po = Jumlah penduduk di tahun awal data

Tabel 4.15 Jumlah Unit Fasilitas Umum di Kelurahan Tanjung Selor Hilir

No	**Jenis Fasilitas**		**Tahun 2025**
			Unit
1	Fasilitas Pendidikan	TK/PAUD	29
		SD	16
		SMP/MTS	10
		SMA/SMK/MA	8
		Perguruan Tinggi	4
2	Fasilitas Peribadatan	Masjid	43
		Gereja	18
		Vihara	2
		Pura	1
3	Fasilitas Kesehatan	Puskesmas	1
		Rumah Sakit Umum	2
		Rumah Bersalin	1
		Apotik/Klinik	23
4	Fasilitas Pemerintahan & Pelayanan Umum	Perkantoran	40
		Kantor Pos	1
		Kantor Pemadam Kebakaran	1
5	Fasilitas Transportasi	Bandara	1
		Pelabuhan	12
		Terminal	1
6	Fasilitas perdagangan, jasa & industri	Pasar	1
		Hotel/penginapan	23

Sumber : Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir Kabupaten Bulungan.

A. Perhitungan Proyeksi Jumlah Fasilitas pendidikan tahun 2026 :

- TK/PAUD :

$$\frac{Nn}{No} = \frac{Pn}{Po}$$

$$N_{2026} = \frac{Pn}{Po} \times No$$

$$= \frac{\text{Populasi tahun 2026}}{\text{Populasi tahun 2025}} \times \text{Jumlah Unit 2025}$$

$$= \frac{37.921}{36.375} \times 29$$

$$= 30 \text{ unit}$$

- SD :

$$= \frac{\text{Populasi tahun 2026}}{\text{Populasi tahun 2025}} \times \text{Jumlah Unit 2025}$$

$$= \frac{37.921}{36.375} \times 16$$

$$= 17 \text{ unit}$$

- SMP/MTS :

$$= \frac{\text{Populasi tahun 2026}}{\text{Populasi tahun 2025}} \times \text{Jumlah Unit 2025}$$

$$= \frac{37.921}{36.375} \times 10$$

$$= 10 \text{ unit}$$

- SMA/SMK/MA :

$$= \frac{\text{Populasi tahun 2026}}{\text{Populasi tahun 2025}} \times \text{Jumlah Unit 2025}$$

$$= \frac{37.921}{36.375} \times 8$$

$$= 8 \text{ unit}$$

- Perguruan Tinggi :

$$N_{2026} = \frac{Pn}{Po} \times No$$

$$= \frac{\text{Populasi tahun 2026}}{\text{Populasi tahun 2025}} \times \text{Jumlah Unit 2025}$$

$$= \frac{37.921}{36.375} \times 4$$

$$= 4 \text{ Unit}$$

Tabel 4.16 Fasilitas Pendidikan di Kelurahan Tanjung Selor Hilir

Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah Fasilitas (Unit)				
		TK /PAUD	SD	SMP /MTS	SMA/SMK /MA	Perguruan Tinggi (Unit)
2025	36.375	29	16	10	8	4
2026	37.921	30	17	10	8	4
2027	39.366	31	17	11	9	4
2028	40.812	33	18	11	9	4
2029	42.257	34	19	12	9	5
2030	43.703	35	19	12	10	5
2031	45.149	36	20	12	10	5
2032	46.594	37	20	13	10	5
2033	48.040	38	21	13	11	5
2034	49.485	39	22	14	11	5
2035	50.931	41	22	14	11	6

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

B. Perhitungan Proyeksi Jumlah Fasilitas Peribadatan Tahun 2026

- Masjid :

$$\frac{Nn}{No} = \frac{Pn}{Po}$$

$$Nn = \frac{Pn}{Po} \times No$$

$$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 43$$

$$= 45 \text{ Unit}$$

- Gereja :

$$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 18$$

$$= 19 \text{ Unit}$$

- Vihara :

$$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 2$$

$= 2$ Unit

- Pura :

$$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 1$$

$= 1$ Unit

Tabel 4.17 Fasilitas Peribadatan di Kelurahan Tanjung Selor Hilir

Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah Fasilitas (Unit)			
		Masjid	Gereja	Vihara	Pura
2025	36.375	43	18	2	1
2026	37.921	45	19	2	1
2027	39.366	47	19	2	1
2028	40.812	48	20	2	1
2029	42.257	50	21	2	1
2030	43.703	52	22	2	1
2031	45.149	53	22	2	1
2032	46.594	55	23	3	1
2033	48.040	57	24	3	1
2034	49.485	58	24	3	1
2035	50.931	60	25	3	1

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

C. Perhitungan Proyeksi Jumlah Fasilitas Kesehatan Tahun 2026 :

- Puskesmas :

$$\frac{Nn}{No} = \frac{Pn}{Po}$$

$$Nn = \frac{Pn}{Po} \times No$$

$$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 1$$

$= 1$ Unit

- Rumah Sakit Umum :

$$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 2$$

$= 2$ Unit

- Rumah Bersalin :

$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 1$

$= 1$ Unit

- Apotik/Klinik :

$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 23$

$= 24$ Unit

Tabel 4.18 Fasilitas Kesehatan di Kelurahan Tanjung Selor Hilir

Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah Fasilitas (Unit)			
		Puskesmas	RSU	Rumah Bersalin	Apotik/Klinik
2025	36.375	1	2	1	23
2026	37.921	1	2	1	24
2027	39.366	1	2	1	25
2028	40.812	1	2	1	26
2029	42.257	1	2	1	27
2030	43.703	1	2	1	28
2031	45.149	1	2	1	29
2032	46.594	1	3	1	29
2033	48.040	1	3	1	30
2034	49.485	1	3	1	31
2035	50.931	1	3	1	32

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

D. Perhitungan Proyeksi Jumlah Fasilitas Pemerintahan & Pelayanan Umum Tahun 2026 :

- Perkantoran :

$\frac{Nn}{No} = \frac{Pn}{Po}$

$Nn = \frac{Pn}{Po} \times No$

$$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 40$$

$$= 42 \text{ Unit}$$

- Kantor Pos :

$$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 1$$

$$= 1 \text{ Unit}$$

- Kantor Pemadam Kebakaran :

$$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 1$$

$$= 1 \text{ Unit}$$

Tabel 4.19 Fasilitas Pemerintahan & Pelayanan di Kelurahan Tanjung Selor Hilir

Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah Fasilitas (Unit)		
		Perkantoran	Kantor Pos	Kantor Damkar
2025	36.375	40	1	1
2026	37.921	42	1	1
2027	39.366	43	1	1
2028	40.812	45	1	1
2029	42.257	46	1	1
2030	43.703	48	1	1
2031	45.149	50	1	1
2032	46.594	51	1	1
2033	48.040	53	1	1
2034	49.485	54	1	1
2035	50.931	56	1	1

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

Berdasarkan Tabel 4.19, jumlah unit Kantor Pos dan Kantor Pemadam Kebakaran tetap sebesar 1 unit sepanjang tahun 2026–2035. Hal ini terjadi karena hasil perhitungan proyeksi (Nn = Pn/Po × No) dengan jumlah awal (No) sebesar 1 unit hanya menghasilkan nilai maksimum sekitar 1,4 unit pada tahun 2035, seiring pertumbuhan penduduk sebesar ±40% selama periode perencanaan, sehingga secara pembulatan belum mencapai ambang penambahan 1 unit baru. Kondisi ini

wajar mengingat kedua fasilitas tersebut merupakan fasilitas pelayanan skala kelurahan yang umumnya hanya membutuhkan satu unit untuk melayani satu wilayah administratif, berbeda dengan Rumah Sakit Umum yang jumlah awalnya lebih besar (2 unit) sehingga lebih cepat mencapai ambang penambahan unit di tahun 2032.

E. Perhitungan Proyeksi Jumlah Fasilitas Transportasi Tahun 2026 :

- Bandara :

$$\frac{Nn}{No} = \frac{Pn}{Po}$$

$$Nn = \frac{Pn}{Po} \times No$$

$$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 6$$

$$= 1 \text{ Unit}$$

- Pelabuhan :

$$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 1.378$$

$$= 13 \text{ Unit}$$

- Terminal :

$$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 216$$

$$= 1 \text{ Unit}$$

Tabel 4.20 Fasilitas Transportasi di Kelurahan Tanjung Selor Hilir

Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah Fasilitas (0rang)		
		Bandara	Pelabuhan	Terminal
2025	36.375	6	1.378	216
2026	37.921	6	1.437	225
2027	39.366	6	1.491	234
2028	40.812	7	1.546	242
2029	42.257	7	1.601	251
2030	43.703	7	1.656	260
2031	45.149	7	1.710	268

2032	46.594	8	1.765	277
2033	48.040	8	1.820	285
2034	49.485	8	1.875	294
2035	50.931	8	1.929	302

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

Sebagaimana terlihat pada Tabel 4.20, jumlah unit fasilitas Bandara, Pelabuhan dan Terminal secara fisik relatif tetap karena wilayah studi hanya memiliki satu fasilitas untuk masing-masing jenis tersebut. Oleh karena itu, pertumbuhan kebutuhan pada ketiga fasilitas ini tidak direpresentasikan melalui penambahan jumlah unit, melainkan melalui peningkatan volume orang yang dilayani per hari, yang selanjutnya menjadi dasar perhitungan kebutuhan air non-domestik pada sub-bab 4.2.3.

F. Perhitungan Proyeksi Jumlah Fasilitas Perdagangan, Jasa & Industri Tahun 2026 :

- Pasar :

$$\frac{Nn}{No} = \frac{Pn}{Po}$$

$$Nn = \frac{Pn}{Po} \times No$$

$$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 1$$

$$= 1 \text{ Unit}$$

- Hotel/Penginapan :

$$N_{2026} = \frac{37.921}{36.375} \times 23$$

$$= 24 \text{ Unit}$$

Tabel 4.21 Fasilitas Perdagangan, Jasa & Industri Kelurahan Tanjung Selor Hilir

Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah Fasilitas (Unit)	
		Pasar	Hotel/Penginapan
2025	36.375	1	23
2026	37.921	1	24
2027	39.366	1	25
2028	40.812	1	26
2029	42.257	1	27
2030	43.703	1	28
2031	45.149	1	29
2032	46.594	1	29
2033	48.040	1	30
2034	49.485	1	31
2035	50.931	1	32

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

4.2.3 Analisis Kebutuhan Air

A. Kebutuhan Air Domestik

Pelayanan air bersih bagi masyarakat pada tahun 2035 menggunakan sistem Sambungan Rumah (SR) dengan tingkat pelayanan 100%. Perlu dicatat bahwa tingkat pelayanan pada kondisi eksisting belum mencapai 100%, sehingga asumsi ini merupakan target akhir periode perencanaan yang perlu dicapai secara bertahap, sebagaimana telah disampaikan pada bagian saran penelitian. Asumsi tingkat pelayanan 100% dipilih sebagai skenario perencanaan maksimum (*worst-case demand*) sesuai dengan prinsip perencanaan SPAM menurut Ditjen Cipta Karya, dimana kebutuhan air pada akhir periode rencana harus dihitung berdasarkan cakupan pelayanan penuh agar kapasitas sistem yang direkomendasikan mampu mengakomodasi seluruh penduduk, bukan hanya sebagian, sehingga hasil analisis kebutuhan air bersifat konservatif dan tidak berisiko mengalami kekurangan kapasitas apabila cakupan pelayanan benar-benar mencapai 100% sesuai target pemerintah. Jumlah penduduk di Kelurahan Tanjung Selor Hilir pada akhir tahun

perencanaan yaitu tahun 2035 sebesar 50.931 jiwa. Berdasarkan Tabel 2.1 diperoleh konsumsi air rata-rata SR adalah 100 ltr/org/hari untuk kategori Kota Kecil. Perhitungan kebutuhan air domestik untuk Kelurahan Tanjung Selor Hilir dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Proyeksi Kebutuhan Air Domestik Kelurahan Tanjung Selor Hilir Tahun 2026-2035

No	Tahun	Jenis Sambungan	Jumlah penduduk	Tingkat pelayanan (ltr/org/hri)	Jumlah Terlayani (Jiwa)	Konsumsi Air Rata-rata (ltr/org/hri)	Jumlah kebutuhan air (Ltr/dtk)
1	2026	SR	37.921	100	37.921	100	43,890
2	2027	SR	39.366	100	39.366	100	45,563
3	2028	SR	40.812	100	40.812	100	47,236
4	2029	SR	42.257	100	42.257	100	48,909
5	2030	SR	43.703	100	43.703	100	50,582
6	2031	SR	45.149	100	45.149	100	52,256
7	2032	SR	46.594	100	46.594	100	53,928
8	2033	SR	48.040	100	48.040	100	55,602
9	2034	SR	49.485	100	49.485	100	57,274
10	2035	SR	50.931	100	50.931	100	58,948
Jumlah			**444.258**				**514,188**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

Rumus :

1) Jumlah Penduduk Terlayani

   SR = Jumlah Penduduk × Tingkat Pelayanan (%)

2) Kebutuhan Air untuk SR

   $Qd = \frac{Sd \times SR}{T}$

   Keterangan :

   Qd = Debit kebutuhan air domestik (Liter/detik).

   Sd = Standar kebutuhan air domestik (Liter/detik).

   SR = Jumlah penduduk yang terlayani Melalui Sambungan Rumah (Jiwa).

   T = Durasi waktu dalam satu hari (86.400 detik).

   a) Perhitungan kebutuhan air domestik pada tahun 2026 :

      - Jumlah penduduk terlayani :

        SR = Jumlah penduduk × Tingkat pelayanan (%)

        = 37.921 × 100% = 37.921 jiwa

      - Kebutuhan air untuk SR :

        $Qd = \frac{Sd \times SR}{T}$

        $= \frac{100 \times 37.921}{86.400\ dtk/hari}$ = 43,890 L/detik

   b) Perhitungan kebutuhan air domestik pada tahun 2027 :

      - Jumlah penduduk terlayani :

        SR = Jumlah penduduk × tingkat pelayanan (%)

        = 39.366 × 100% = 39.366 jiwa

      - Kebutuhan air untuk SR :

        $Qd = \frac{Sd \times SR}{T}$

        $= \frac{100 \times 39.366}{86.400\ dtk/hari}$ = 45,563 L/detik

   c) Perhitungan kebutuhan air domestik pada tahun 2028 :

      - Jumlah penduduk terlayani :

        SR = Jumlah penduduk × tingkat pelayanan (%)

        = 40.812 × 100% = 40.812 jiwa

- Kebutuhan air untuk SR :

$$Qd = \frac{Sd \times SR}{T}$$

$$= \frac{100 \times 40.812}{86.400\ dtk/hari} = 47{,}236 \text{ L/detik}$$

d) Perhitungan kebutuhan air domestik pada tahun 2029 :

- Jumlah penduduk terlayani :

SR = Jumlah penduduk × tingkat pelayanan (%)

= 42.257 × 100% = 42.257 jiwa

- Kebutuhan air untuk SR :

$$Qd = \frac{Sd \times SR}{T}$$

$$= \frac{100 \times 42.257}{86.400\ dtk/hari} = 48{,}909 \text{ L/detik}$$

e) Perhitungan kebutuhan air domestik pada tahun 2030 :

- Jumlah penduduk terlayani :

SR = Jumlah penduduk × tingkat pelayanan (%)

= 43.703 × 100% = 43.703 jiwa

- Kebutuhan air untuk SR :

$$Qd = \frac{Sd \times SR}{T}$$

$$= \frac{100 \times 43.703}{86.400\ dtk/hari} = 50{,}582 \text{ L/detik}$$

f) Perhitungan kebutuhan air domestik pada tahun 2031 :

- Jumlah penduduk terlayani :

SR = Jumlah penduduk × tingkat pelayanan (%)

= 45.149 × 100% = 45.149 jiwa

- Kebutuhan air untuk SR :

$$Qd = \frac{Sd \times SR}{T}$$

$$= \frac{100 \times 45.149}{86.400\ dtk/hari} = 52{,}256 \text{ L/detik}$$

g) Perhitungan kebutuhan air domestik pada tahun 2032 :

- Jumlah penduduk terlayani :

SR = Jumlah penduduk × tingkat pelayanan (%)

= 46.594 × 100% = 46.594 jiwa

- Kebutuhan air untuk SR :

Qd = $\frac{\text{Sd} \times \text{SR}}{T}$

= $\frac{100 \times 46.594}{86.400\ dtk/hari}$ = 53,928 L/detik

h) Perhitungan kebutuhan air domestik pada tahun 2033 :

- Jumlah penduduk terlayani :

SR = Jumlah penduduk × tingkat pelayanan (%)

= 48.040 × 100% = 48.040 jiwa

- Kebutuhan air untuk SR :

Qd = $\frac{\text{Sd} \times \text{SR}}{T}$

= $\frac{100 \times 48.040}{86.400\ dtk/hari}$ = 55,602 L/detik

i) Perhitungan kebutuhan air domestik pada tahun 2034 :

- Jumlah penduduk terlayani :

SR = Jumlah penduduk × tingkat pelayanan (%)

= 49.485 × 100% = 49.485 jiwa

- Kebutuhan air untuk SR :

Qd = $\frac{\text{Sd} \times \text{SR}}{T}$

= $\frac{100 \times 49.485}{86.400\ dtk/hari}$ = 57,274 L/detik

j) Perhitungan kebutuhan air domestik pada tahun 2035 :

- Jumlah penduduk terlayani :

SR = Jumlah penduduk × tingkat pelayanan (%)

= 50.931 × 100% = 50.931 jiwa

- Kebutuhan air untuk SR :

Qd = $\frac{\text{Sd} \times \text{SR}}{T}$

= $\frac{100 \times 50.931}{86.400\ dtk/hari}$ = 58,948 L/detik

B. Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air untuk fasilitas non domestik dihitung berdasarkan standar yang telah ditentukan. Untuk menganalisa kebutuhan air pada fasilitas non domestik dapat dilihat standar kebutuhan yang telah ditentukan pada setiap masing-masing fasilitas menurut kriteria perencanaan Direktorat Jendral Cipta Karya Tahun 1996 pada Tabel 4.21.

Tabel 4.23 Standar Kebutuhan Air Fasilitas Perkotaan

Perdagangan dan Jasa	**Standar (Liter/Unit//hari)**
Warung/Toko	500
Perkantoran	1400
Bank	1100
Kantor Koperasi	1100
Kantor Asuransi	1100
Penginapan	1900
Terminal	2000
Pendidikan	**Standar (L/unit/hari)**
TK	2000
SD	2000
SMP	2000
SMA	2000
Perguruan Tinggi	2000
Kesehatan	**Standar (L/unit/hari)**
Balai Pengobatan	1000
Rumah Bersalin	600
Apotik	100
Puskesmas	1000
Rumah Sakit Umum	2000
Tempat Ibadah	**Standar (L/unit/hari)**
Masjid Kecamatan	800
Masjid Kelurahan	800

Langgar	500
Gereja	300
Pura	100
Vihara	100
Tempat Umum dan Rekreasi	**Standar (L/unit/hari)**
Bioskop	2000
Ruang Serba Guna	1000
Balai Pertemuan	1000
Kantor Pos	2000
Pos Pemadam Kebakaran	2000
Pos Polisi	2000
Olahraga dan Ruang Terbuka	**Standar (L/unit/hari)**
Tempat Bermain	1000
Lapangan Olahraga	2000

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya, 1996

Rumus :

$Qn = \frac{F \times Sn}{T}$

Keterangan :

Qn = Debit kebutuhan air non domestik (Liter/detik)

F = Standar kebutuhan air non domestik

Sn = Jumlah fasilitas (unit/murid/hektar sesuai kategori fasilitas)

T = Durasi waktu dalam satu hari (86.400 detik)

a) Fasilitas Pendidikan

Perhitungan kebutuhan air bersih untuk fasilitas pendidikan tahun 2035 :

1) Kebutuhan air untuk fasilitas TK

$$Qn = \frac{F \times Sn}{T}$$

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{2000 \times 41}{86.400} = 0{,}9491 \text{L/detik}$$

2) Kebutuhan air untuk fasilitas SD

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{2000 \times 22}{86.400} = 0{,}5093 \text{ L/detik}$$

3) Kebutuhan air untuk fasilitas SMP

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{2000 \times 14}{86.400} = 0{,}3241 \text{ L/detik}$$

4) Kebutuhan air untuk fasilitas SMA

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{2000 \times 11}{86.400} = 0{,}2546 \text{ L/detik}$$

5) Kebutuhan air untuk fasilitas Perguruan Tinggi :

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{2.000 \times 6}{86.400} = 0{,}1389 \text{ L/detik}$$

Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik Fasilitas Pendidikan

No	Tahun	Jenis Fasilitas (Unit)														
		TK/PAUD			SD			SMP/MTS			SMA/SMK/MA			Perguruan Tinggi		
		Standar Kebutuhan	Jumlah Unit	Kebutuhan Air	Standar Kebutuhan	Jumlah Unit	Kebutuhan Air	Standar Kebutuhan	Jumlah Unit	Kebutuhan Air	Standar Kebutuhan	Jumlah Unit	Kebutuhan Air	Standar Kebutuhan	Jumlah Unit	Kebutuhan Air
1	2026	2000	30	0,6944	2000	17	0,3935	2000	10	0,2315	2000	8	0,1852	2000	4	0,0926
2	2027	2000	31	0,7176	2000	17	0,3935	2000	11	0,2546	2000	9	0,2083	2000	4	0,0926
3	2028	2000	33	0,7639	2000	18	0,4167	2000	11	0,2546	2000	9	0,2083	2000	4	0,0926
4	2029	2000	34	0,7870	2000	19	0,4398	2000	12	0,2778	2000	9	0,2083	2000	5	0,1157
5	2030	2000	35	0,8102	2000	19	0,4398	2000	12	0,2778	2000	10	0,2315	2000	5	0,1157
6	2031	2000	36	0,8333	2000	20	0,4630	2000	12	0,2778	2000	10	0,2315	2000	5	0,1157
7	2032	2000	37	0,8565	2000	20	0,4630	2000	13	0,3009	2000	10	0,2315	2000	5	0,1157
8	2033	2000	38	0,8796	2000	21	0,4861	2000	13	0,3009	2000	11	0,2546	2000	5	0,1157
9	2034	2000	39	0,9028	2000	22	0,5093	2000	14	0,3241	2000	11	0,2546	2000	5	0,1157
10	2035	2000	41	0,9491	2000	22	0,5093	2000	14	0,3241	2000	11	0,2546	2000	6	0,1389
Jumlah				**8,1944**			**4,5139**			**2,8241**			**2,2685**			**1,1111**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

b) Fasilitas Peribadatan

Pada peraturan yang ditetapkan Ditjen Cipta Karya Dep.PU didapat kebutuhan air bersih untuk Masjid sebesar 800 liter/unit/hari, Gereja sebesar 300 liter/unit/hari, Vihara sebesar 100 liter/unit/hari dan Pura sebesar 100 liter/unit/hari dengan menggunakan persamaan Rumus. Perhitungan kebutuhan air bersih untuk fasilitas peribadatan tahun 2035 :

1) Masjid :

$$Qn = \frac{F \times Sn}{T}$$

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah Unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{800 \times 60}{86.400} = 0{,}5556 \text{ L/detik}$$

2) Gereja :

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah Unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{300 \times 25}{86.400} = 0{,}0868 \text{ L/detik}$$

3) Vihara :

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah Unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{100 \times 3}{86.400} = 0{,}0035 \text{ L/detik}$$

4) Pura :

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah Unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{100 \times 1}{86.400} = 0{,}0012 \text{ L/detik}$$

Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik Fasilitas Peribadatan

No	Tahun	Jenis Fasilitas (Unit)`											
		Masjid			Gereja			Vihara			Pura		
		Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Jumlah Unit	Kebutuhan Air	Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Jumlah Unit	Kebutuhan Air	Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Jumlah Unit	Kebutuhan Air	Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Jumlah Unit	Kebutuhan Air
1	2026	800	45	0,4167	300	19	0,0660	100	2	0,0023	100	1	0,0012
2	2027	800	47	0,4352	300	19	0,0660	100	2	0,0023	100	1	0,0012
3	2028	800	48	0,4444	300	20	0,0694	100	2	0,0023	100	1	0,0012
4	2029	800	50	0,4630	300	21	0,0729	100	2	0,0023	100	1	0,0012
5	2030	800	52	0,4815	300	22	0,0764	100	2	0,0023	100	1	0,0012
6	2031	800	53	0,4907	300	22	0,0764	100	2	0,0023	100	1	0,0012
7	2032	800	55	0,5093	300	23	0,0799	100	3	0,0035	100	1	0,0012
8	2033	800	57	0,5278	300	24	0,0833	100	3	0,0035	100	1	0,0012
9	2034	800	58	0,5370	300	24	0,0833	100	3	0,0035	100	1	0,0012
10	2035	800	60	0,5556	300	25	0,0868	100	3	0,0035	100	1	0,0012
Jumlah				**4,8611**			**0,7604**			**0,0278**			**0,0116**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

c) Fasilitas Kesehatan

Pada peraturan yang ditetapkan Ditjen Cipta Karya Dep.PU didapat kebutuhan air bersih untuk Puskesmas sebesar 1.000 liter/unit/hari, Rumah Sakit Umum sebesar 2.000 liter/unit/hari, Rumah Bersalin sebesar 600 liter/unit/hari dan Apotik/Klinik sebesar 100 liter/unit/hari dengan menggunakan persamaan Rumus.

Perhitungan kebutuhan air bersih untuk fasilitas kesehatan tahun 2035 :

1) Puskesmas :

$$Qn = \frac{F \times Sn}{T}$$

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah Unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{1.000 \times 1}{86.400} = 0{,}0116 \text{ L/detik}$$

2) Rumah Sakit Umum :

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah Unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{2.000 \times 3}{86.400} = 0{,}0694 \text{ L/detik}$$

3) Rumah Bersalin :

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah Unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{600 \times 1}{86.400} = 0{,}0069 \text{ L/detik}$$

4) Apotik/Klinik :

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah Unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{100 \times 32}{86.400} = 0{,}0370 \text{ L/detik}$$

Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik Fasilitas Kesehatan

No	Tahun	Jenis Fasilitas (Unit)`											
		Puskesmas			Rumah Sakit Umum			Rumah Bersalin			Apotik/Klinik		
		Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Jumlah Unit	Kebutuhan Air	Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Jumlah Unit	Kebutuhan Air	Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Jumlah Unit	Kebutuhan Air	Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Jumlah Unit	Kebutuhan Air
1	2026	1000	1	0,0116	2000	2	0,0463	600	1	0,0069	100	24	0,0278
2	2027	1000	1	0,0116	2000	2	0,0463	600	1	0,0069	100	25	0,0289
3	2028	1000	1	0,0116	2000	2	0,0463	600	1	0,0069	100	26	0,0301
4	2029	1000	1	0,0116	2000	2	0,0463	600	1	0,0069	100	27	0,0313
5	2030	1000	1	0,0116	2000	2	0,0463	600	1	0,0069	100	28	0,0324
6	2031	1000	1	0,0116	2000	2	0,0463	600	1	0,0069	100	29	0,0336
7	2032	1000	1	0,0116	2000	3	0,0694	600	1	0,0069	100	29	0,0336
8	2033	1000	1	0,0116	2000	3	0,0694	600	1	0,0069	100	30	0,0347
9	2034	1000	1	0,0116	2000	3	0,0694	600	1	0,0069	100	31	0,0359
10	2035	1000	1	0,0116	2000	3	0,0694	600	1	0,0069	100	32	0,0370
Jumlah				**0,1157**			**0,5556**			**0,0694**			**0,3252**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

d) Fasilitas Pemerintahan & Pelayanan Umum

Pada peraturan yang ditetapkan Ditjen Cipta Karya Dep.PU didapat kebutuhan air bersih untuk Perkantoran sebesar 1.400 liter/unit/hari, Kantor Pos sebesar 2.000 liter/unit/hari dan Kantor Pemadam Kebakaran sebesar 2.000 liter/unit/hari dengan menggunakan persamaan Rumus.

Perhitungan kebutuhan air bersih untuk fasilitas pemerintahan tahun 2035 :

1) Perkantoran :

$$Qn = \frac{F \times Sn}{T}$$

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah Unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{1.400 \times 56}{86.400} = 0{,}9074 \text{ L/detik}$$

2) Kantor Pos :

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah Unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{2.000 \times 1}{86.400} = 0{,}0231 \text{ L/detik}$$

3) Kantor Pemadam Kebakaran :

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah Unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{2.000 \times 1}{86.400} = 0{,}0231 \text{ L/detik}$$

Tabel 4.27 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik Fasilitas Pemerintahan & Pelayanan

No	Tahun	Jenis Fasilitas (Unit)`								
		Perkantoran			Kantor Pos			Kantor Pemadam Kebakaran		
		Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Jumlah Unit	Kebutuhan Air	Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Jumlah Unit	Kebutuhan Air	Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Jumlah Unit	Kebutuhan Air
1	2026	1400	42	0,6806	2000	1	0,0231	2000	1	0,0231
2	2027	1400	43	0,6968	2000	1	0,0231	2000	1	0,0231
3	2028	1400	45	0,7292	2000	1	0,0231	2000	1	0,0231
4	2029	1400	46	0,7454	2000	1	0,0231	2000	1	0,0231
5	2030	1400	48	0,7778	2000	1	0,0231	2000	1	0,0231
6	2031	1400	50	0,8102	2000	1	0,0231	2000	1	0,0231
7	2032	1400	51	0,8264	2000	1	0,0231	2000	1	0,0231
8	2033	1400	53	0,8588	2000	1	0,0231	2000	1	0,0231
9	2034	1400	54	0,8750	2000	1	0,0231	2000	1	0,0231
10	2035	1400	56	0,9074	2000	1	0,0231	2000	1	0,0231
Jumlah				**7,9074**			**0,2315**			**0,2315**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

e) Fasilitas Transportasi

Pada peraturan yang ditetapkan Ditjen Cipta Karya Dep.PU, kebutuhan air bersih untuk fasilitas transportasi dihitung berdasarkan jumlah orang yang dilayani per hari, dengan standar kebutuhan sebesar 10 liter/orang/hari untuk Bandara, 50 liter/orang/hari untuk Pelabuhan, dan 10 liter/orang/hari untuk Terminal, menggunakan persamaan Rumus.

Perhitungan kebutuhan air bersih untuk fasilitas transportasi tahun 2035 :

1) Bandara :

$$Qn = \frac{F \times Sn}{T}$$

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah orang}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{10 \times 8}{86.400} = 0{,}0009 \text{ L/detik}$$

2) Pelabuhan :

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah orang}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{50 \times 1.929}{86.400} = 1{,}1163 \text{ L/detik}$$

3) Terminal :

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah orang}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{10 \times 302}{86.400} = 0{,}0350 \text{ L/detik}$$

Tabel 4.28 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik Fasilitas Transportasi

No	Tahun	Jenis Fasilitas (Orang)								
		Bandara			Pelabuhan			Terminal		
		Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Jumlah orang	Kebutuhan Air	Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Jumlah orang	Kebutuhan Air	Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Jumlah orang	Kebutuhan Air
1	2026	10	6	0,0007	50	1.437	0,8313	10	225	0,0261
2	2027	10	6	0,0007	50	1.491	0,8630	10	234	0,0271
3	2028	10	7	0,0008	50	1.546	0,8947	10	242	0,0280
4	2029	10	7	0,0008	50	1.601	0,9264	10	251	0,0290
5	2030	10	7	0,0008	50	1.656	0,9581	10	260	0,0300
6	2031	10	7	0,0008	50	1.710	0,9898	10	268	0,0310
7	2032	10	8	0,0009	50	1.765	1,0215	10	277	0,0320
8	2033	10	8	0,0009	50	1.820	1,0532	10	285	0,0330
9	2034	10	8	0,0009	50	1.875	1,0849	10	294	0,0340
10	2035	10	8	0,0009	50	1.929	1,1166	10	302	0,0350
Jumlah				**0,0083**						**0,3053**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

f) Fasilitas Perdagangan, Jasa & Industri

Standar kebutuhan non-domestik pada penelitian ini secara umum mengacu pada Tabel 2.5 (standar berbasis unit fasilitas). Khusus untuk fasilitas Pasar, standar tersebut tidak tersedia pada Tabel 2.5 maupun Tabel 2.2, sehingga digunakan nilai dari Tabel 2.3 yang ditetapkan Ditjen Cipta Karya Dep.PU sebesar 12.000 liter/hektar/hari, dengan luas lahan Pasar sebesar 8 hektar yang diperoleh dari hasil pengukuran langsung di lapangan menggunakan aplikasi Fields Area Measure Pro pada tahun 2026. Adapun kebutuhan air untuk Hotel/Penginapan sebesar 1.900 liter/unit/hari mengacu pada Tabel 2.5, dengan menggunakan persamaan Rumus

Perhitungan kebutuhan air bersih untuk fasilitas perdagangan tahun 2035 :

1) Pasar :

$$Qn = \frac{F \times Sn}{T}$$

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{Luas (Hektar)}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{12.000 \times 8}{86.400} = 1{,}1111 \text{ L/detik}$$

2) Hotel/Penginapan :

$$= \frac{\text{standar kebutuhan} \times \text{jumlah Unit}}{86.400 \text{ detik/hari}}$$

$$= \frac{1.900 \times 32}{86.400} = 0{,}7037 \text{ L/detik}$$

Tabel 4.29 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik Fasilitas Perdagangan, Jasa & Industri

No	Tahun	Jenis Fasilitas (Unit)`					
		Pasar			Hotel/Penginapan		
		Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Hektar	Kebutuhan Air	Standar Kebutuhan (ltr/dtk)	Jumlah Unit	Kebutuhan Air
1	2026	12000	8	1,1111	1900	24	0,5278
2	2027	12000	8	1,1111	1900	25	0,5498
3	2028	12000	8	1,1111	1900	26	0,5718
4	2029	12000	8	1,1111	1900	27	0,5938
5	2030	12000	8	1,1111	1900	28	0,6157
6	2031	12000	8	1,1111	1900	29	0,6377
7	2032	12000	8	1,1111	1900	29	0,6377
8	2033	12000	8	1,1111	1900	30	0,6597
9	2034	12000	8	1,1111	1900	31	0,6817
10	2035	12000	8	1,1111	1900	32	0,7037
Jumlah				**11,1111**			**6,1794**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

Tabel 4.30 Hasil Jumlah Kebutuhan Total Fasilitas Umum Kelurahan Tanjung Selor Hilir

No	Tahun	Jenis Fasilitas Non Domestik						Jumlah (L/detik)
		Pendidikan	Peribadatan	Kesehatan	Pemerintahan	Transportasi	Perdagangan	
1	2026	1,5972	0,4861	0,0926	0,7269	0,8581	1,6389	5,3998
2	2027	1,6667	0,5046	0,0938	0,7431	0,8908	1,6609	5,5598
3	2028	1,7361	0,5174	0,0949	0,7755	0,9236	1,6829	5,7303
4	2029	1,8287	0,5394	0,0961	0,7917	0,9563	1,7049	5,9169
5	2030	1,8750	0,5613	0,0972	0,8241	0,9890	1,7269	6,0734
6	2031	1,9213	0,5706	0,0984	0,8565	1,0216	1,7488	6,2172
7	2032	1,9676	0,5938	0,1215	0,8727	1,0544	1,7488	6,3588
8	2033	2,0370	0,6157	0,1227	0,9051	1,0871	1,7708	6,5385
9	2034	2,1065	0,6250	0,1238	0,9213	1,1198	1,7928	6,6892
10	2035	2,1759	0,6470	0,1250	0,9537	1,1525	1,8148	6,8689

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

C. Rekapitulasi Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik

Tabel 4.31 Hasil Rekapitulasi Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik Kelurahan Tanjung Selor Hilir

No	Fasilitas	Kebutuhan (L/detik)									
		2026	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
1	**Domestik**										
	Sambungan Rumah	43,890	45,563	47,236	48,909	50,582	52,256	53,928	55,602	57,274	58,948
Jumlah (L/detik)		**43,890**	**45,563**	**47,236**	**48,909**	**50,582**	**52,256**	**53,928**	**55,602**	**57,274**	**58,948**
2	**Non Domestik**										
	Fasilitas Pendidikan	1,5972	1,6667	1,7361	1,8287	1,8750	1,9213	1,9676	2,0370	2,1065	2,1759
	Fasilitas Peribadatan	0,4861	0,5046	0,5174	0,5394	0,5613	0,5706	0,5938	0,6157	0,6250	0,6470
	Fasilitas Kesehatan	0,0926	0,0938	0,0949	0,0961	0,0972	0,0984	0,1215	0,1227	0,1238	0,1250
	Fasilitas Pemerintahan	0,7269	0,7431	0,7755	0,7917	0,8241	0,8565	0,8727	0,9051	0,9213	0,9537
	Fasilitas Transportasi	0,8581	0,8908	0,9236	0,9563	0,9890	1,0216	1,0544	1,0871	1,1198	1,1525
	Fasilitas Perdagangan	1,6389	1,6609	1,6829	1,7049	1,7269	1,7488	1,7488	1,7708	1,7928	1,8148
Jumlah (L/detik)		**5,3998**	**5,5598**	**5,7303**	**5,9169**	**6,0734**	**6,2172**	**6,3588**	**6,5385**	**6,6892**	**6,8689**
Jumlah Total (L/detik)		**49,290**	**51,122**	**52,966**	**54,825**	**56,656**	**58,473**	**60,287**	**62,140**	**63,964**	**65,817**
Kehilangan Air (16,90%)		**8,330**	**8,640**	**8,951**	**9,266**	**9,575**	**9,882**	**10,189**	**10,502**	**10,810**	**11,123**
Total Pemakaian Air (L/detik)		**57,620**	**59,762**	**61,918**	**64,091**	**66,230**	**68,355**	**70,476**	**72,642**	**74,773**	**76,940**

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

Jadi jumlah kebutuhan air domestik dan non domestik untuk Kelurahan Tanjung Selor Hilir pada tahun 2035 yaitu 65,817 L/detik dengan kehilangan air 16,90% diperoleh total pemakaian air yaitu 76,940 L/detik.

Kapasitas dari bangunan pengolahan air dihitung berdasarkan faktor maksimum hari, dimana faktor maksimum hari (fmd) sebesar 1,1 sesuai kategori Kota Kecil berdasarkan Tabel 2.1 Ditjen Cipta Karya 1996. Total kebutuhan domestik dan non domestik pada tahun 2035 adalah 65,081 L/detik sehingga kapasitas produksi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

1) Perhitungan Qa (Kehilangan Air) Tahun 2035 :

   Qa = (Qd + Qn) × ra

   = (58,948 + 6,8689) × 16,90%

   = 11,123 L/detik

2) Perhitungan Qt (Kebutuhan Air Total) Tahun 2035:

   Qt = Qd + Qn + Qa

   = 58,948 + 6,8689 + 11,123

   = 76,940 L/detik

3) Perhitungan Qmaks (Kebutuhan Air Harian Maksimum) Tahun 2035:

   Qmaks = Qt × fmd

   = 76,940 × 1,1

   = 84,634 L/detik

Tabel 4.32 Kebutuhan Air Bersih Kelurahan Tanjung Selor Hilir

Tahun	Qtotal (L/detik)	Qmaks (L/detik)
2026	57,620	63,382
2027	59,762	65,738
2028	61,918	68,110
2029	64,091	70,500
2030	66,230	72,853
2031	68,355	75,190
2032	70,476	77,523
2033	72,642	79,906
2034	74,773	82,251
2035	76,940	84,634

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

Jadi total kebutuhan air bersih untuk Kelurahan Tanjung Selor Hilir pada tahun 2035 yaitu 76,940 L/detik dengan kebutuhan air harian maksimum (Qmaks) sebesar 84,634 L/detik.

4.2.4 Analisis Ketersediaan Air Bersih

Analisis ketersediaan air dilakukan dengan menggunakan data *existing* sumber air baku yang sudah didapat melalui permohonan tertulis kepada Perumda Air Minum Danum Benuanta Kabupaten Bulungan. Adapun data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33 Data Kapasitas Produksi IPA PDAM

Unit IPA	Kapasitas Terpasang (L/dtk)	Kapasitas Riil (L/dtk)	Sumber air baku
IPA Sabanar Lama	80	64	Sungai Kayan
IPA Sungai Buaya	130	104	Sungai Kayan
Total	**210**	**168**	**-**

Sumber : Perumda Air Minum Danum Benuanta Kabupaten Bulungan, 2026

Kapasitas produksi riil IPA Sabanar Lama dan IPA Sungai Buaya diidentifikasi berdasarkan data resmi Perumda Air Minum Danum Benuanta sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.33. Total kapasitas produksi riil kedua IPA tersebut adalah sebesar 168 L/dtk dan digunakan langsung sebagai variabel ketersediaan air dalam analisis neraca air. Nilai ketersediaan ini bersifat tetap sepanjang periode 2026–2035 mengingat tidak ada penambahan kapasitas IPA yang direncanakan dalam periode tersebut.

Tabel 4.34 Data Teknis Pelayanan Perumda Air Minum Danum Benuanta

No	Jenis Data	Nilai
1	NRW/Kehilangan Air	16,90%
2	Jumlah Sambungan Rumah (SR) Aktif	11.074 unit

Sumber : Perumda Air Minum Danum Benuanta Kabupaten Bulungan, 2026

Berdasarkan Tabel 4.34, tingkat kehilangan air (NRW) sebesar 16,90% digunakan sebagai faktor koreksi dalam perhitungan total kebutuhan air. Adapun jumlah Sambungan Rumah (SR) aktif yang telah terlayani di wilayah Kelurahan Tanjung Selor Hilir hingga tahun 2025 adalah sebanyak 11.074 unit, yang

menunjukkan bahwa masih terdapat potensi perluasan cakupan pelayanan mengingat penelitian ini mengasumsikan tingkat pelayanan 100% pada akhir periode perencanaan tahun 2035.

4.2.5 Analisis Neraca Air (*Water Balance*)

Berdasarkan data dari Perumda Air Minum Danum Benuanta sebagai PDAM yang melayani wilayah Kelurahan Tanjung Selor Hilir, total kapasitas ketersediaan air bersih yang tersedia adalah 168 L/dtk. Sehingga keseimbangan ketersediaan air bersih di tahun 2035 adalah dengan menggunakan persamaan Rumus sebagai berikut:

Water Balance = Ketersediaan Air – Kebutuhan Air

= 168 L/dtk – 84,634 L/dtk

= 83,366 L/dtk

Tabel 4.35 Keseimbangan Ketersediaan Air Bersih Kelurahan Tanjung Selor Hilir Tahun 2026–2035

No	Tahun	Ketersediaan Air (L/detik)	Kebutuhan Air/Qmaks (L/detik)	Water Balance	Status
1	2026	168	63,382	104,618	SURPLUS
2	2027	168	65,738	102,262	SURPLUS
3	2028	168	68,110	99,890	SURPLUS
4	2029	168	70,500	97,500	SURPLUS
5	2030	168	72,853	95,147	SURPLUS
6	2031	168	75,190	92,810	SURPLUS
7	2032	168	77,523	90,477	SURPLUS
8	2033	168	79,906	88,094	SURPLUS
9	2034	168	82,251	85,749	SURPLUS
10	2035	168	84,634	83,366	SURPLUS

Sumber : Hasil Perhitungan Excel, 2026

Maka dapat diketahui bahwa *Water Balance* mengalami kelebihan ketersediaan air setiap tahun, dimana ketersediaan air mampu mencukupi kebutuhan air bersih masyarakat di Kelurahan Tanjung Selor Hilir hingga tahun 2035. Ketersediaan air sebesar 168 L/dtk masih jauh melebihi kebutuhan air maksimum pada akhir tahun perencanaan sebesar 83,366 L/dtk, sehingga sistem penyediaan air bersih di Kelurahan Tanjung Selor Hilir dalam kondisi SURPLUS sepanjang periode perencanaan 2026–2035.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai kebutuhan dan ketersediaan air bersih di wilayah Kelurahan Tanjung Selor Hilir Kabupaten Bulungan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Proyeksi Jumlah Penduduk

Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk menggunakan tiga metode yaitu Metode Aritmatik, Metode Geometrik, dan Metode *Least Square*, diperoleh nilai koefisien korelasi r dan standar deviasi (SD) sebagai berikut:

Metode	Koefisien Korelasi (r)	Standar Deviasi (SD)
Aritmatik	0,9939	1.531,884
Geometrik	0,9892	8.576,816
Least Square	**0,9939**	**485,298**

Metode yang terpilih adalah Metode Least Square karena memiliki nilai standar deviasi terkecil yaitu 485,298 yang menunjukkan tingkat akurasi proyeksi paling tinggi. Berdasarkan metode tersebut, jumlah penduduk Kelurahan Tanjung Selor Hilir diproyeksikan akan mencapai 50.931 jiwa pada akhir tahun perencanaan 2035, meningkat dari jumlah penduduk tahun 2025 sebesar 36.375 jiwa.

2. Kebutuhan air bersih

Kebutuhan Air Bersih di Kelurahan Tanjung Selor Hilir terdiri dari kebutuhan air domestik dan non domestik. Pelayanan air bersih dilakukan seluruhnya melalui Sambungan Rumah (SR) dengan tingkat pelayanan 100% dan konsumsi air rata-rata 100 liter/orang/hari sesuai standar Ditjen Cipta Karya (1996) untuk kategori Kota Kecil. Total kebutuhan air bersih pada akhir tahun perencanaan 2035 adalah sebagai berikut:

1) Kebutuhan Air Domestik (Qd) = 58,948 L/dtk
2) Kebutuhan Air Non Domestik (Qn) = 6,8689 L/dtk
3) Kehilangan Air/NRW (Qa) = 11,123 L/dtk (16,90% dari Qt)
4) Total Kebutuhan Air (Qt) = 76,940 L/dtk
5) Kebutuhan Air Maksimum (Qmaks) = 84,634 L/dtk *(Qt × fmd 1,1)*

3. Ketersediaan Air Bersih

Ketersediaan air bersih yang melayani Kelurahan Tanjung Selor Hilir bersumber dari dua Instalasi Pengolahan Air (IPA) milik Perumda Air Minum Danum Benuanta yaitu IPA Sabanar Lama dengan kapasitas riil 64 L/dtk dan IPA Sungai Buaya dengan kapasitas riil 104 L/dtk, sehingga total kapasitas produksi riil yang tersedia adalah 168 L/dtk.

4. Keseimbangan Ketersediaan Air Bersih (*Water Balance*)

Berdasarkan hasil analisis *water balance* dengan membandingkan ketersediaan air sebesar 168 L/dtk dengan kebutuhan air maksimum (Qmaks), diperoleh hasil bahwa ketersediaan air bersih di Kelurahan Tanjung Selor Hilir berada dalam kondisi SURPLUS sepanjang periode perencanaan 2026–2035. Nilai *water balance* pada akhir tahun perencanaan 2035 adalah:

Water Balance = 168 L/dtk – 84,634 L/dtk = 83,366 L/dtk (SURPLUS)

Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas produksi riil Perumda Air Minum Danum Benuanta sebesar 168 L/dtk masih mampu memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat di Kelurahan Tanjung Selor Hilir hingga akhir tahun perencanaan 2035.

Perlu ditegaskan bahwa angka *water balance* surplus sebesar 83,366 L/detik tersebut dihitung berdasarkan proyeksi kebutuhan seluruh penduduk Kelurahan Tanjung Selor Hilir pada tahun 2035 dengan asumsi tingkat pelayanan 100%, bukan menggambarkan kondisi riil di lapangan saat ini. Sebagaimana disampaikan pada Bab I, hingga tahun 2025 sebagian penduduk di wilayah ini belum menjadi pelanggan Perumda Air Minum Danum Benuanta dan masih mengandalkan sumber air alternatif seperti sumur gali, sumur bor, dan air sungai. Dengan demikian, kondisi surplus kapasitas produksi yang diperoleh dari hasil analisis ini sesungguhnya merupakan potensi yang baru dapat dirasakan

sepenuhnya oleh masyarakat apabila diikuti dengan perluasan jaringan Sambungan Rumah (SR) secara bertahap kepada penduduk yang belum terlayani, sebagaimana telah dijabarkan pada bagian saran penelitian.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

A. Bagi Perumda Air Minum Danum Benuanta
   1. Melakukan program penurunan angka *Non-Revenue Water* (NRW) dari 16,90% secara bertahap melalui rehabilitasi jaringan pipa distribusi yang bocor, penggantian meter air yang tidak akurat, dan penertiban sambungan ilegal, dengan target NRW di bawah 15% sesuai standar pelayanan air minum.
   2. Memperluas jaringan Sambungan Rumah (SR) secara bertahap ke wilayah-wilayah dalam Kelurahan Tanjung Selor Hilir yang belum terlayani, mengingat penelitian ini mengasumsikan tingkat pelayanan 100% pada tahun 2035.

B. Bagi Peneliti Selanjutnya
   1. Melakukan penelitian lanjutan dengan mempertimbangkan variabel kualitas air baku Sungai Kayan dan Sungai Buaya sebagai sumber air baku kedua IPA, mengingat penelitian ini hanya menganalisis aspek kuantitas (debit) tanpa memperhitungkan aspek kualitas air.
   2. Memperbarui data proyeksi penduduk dan kebutuhan air menggunakan data terbaru dari BPS dan Dinas Kependudukan Kabupaten Bulungan, agar hasil analisis tetap relevan dengan kondisi aktual di lapangan.
   3. Memperluas cakupan wilayah penelitian ke kelurahan-kelurahan lain dalam Kecamatan Tanjung Selor yang juga dilayani oleh IPA Sabanar Lama dan IPA Sungai Buaya, sehingga dapat diperoleh gambaran neraca air yang lebih komprehensif untuk keseluruhan sistem distribusi Perumda Air Minum Danum Benuanta.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum. (1996). *Kriteria Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Firdaus, A. R., dkk. (2025). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air sebagai Dasar Evaluasi Perencanaan Sistem Pengolahan Air Bersih di Perumahan Bumi Citra Lestari. *Jurnal Teknik Sipil*.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan PP Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Kemenkes RI.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2020). *Peraturan Menteri PUPR Nomor 4 Tahun 2020 tentang Standar Teknis Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Kemen PUPR.

Kodoatie, R. J. (2005). *Pengantar Manajemen Infrastruktur*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Kurniawan, J., dkk. (2024). Analisis Kebutuhan Air Bersih PDAM Kota Padang Panjang. *Jurnal Teknik Sipil*.

Leksana, R., dkk. (2024). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih di Kecamatan Klego Kabupaten Boyolali. *Jurnal Teknik Sipil*.

Pemerintah Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Pemerintah Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Sekretariat Negara.

Perumda Air Minum Danum Benuanta. (2026). *Kapasitas Produksi dan Data Pelanggan IPA Sabanar Lama dan IPA Sungai Buaya Tahun 2025*. Tanjung Selor: Perumda Air Minum Danum Benuanta.

Primandani, V. C., dkk. (2022). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih di Wilayah Pelayanan IPA Gunung Tugel PDAM Tirta Satria Banyumas. *Jurnal Teknik Sipil*.

Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (2003). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Ungau, M. (2024). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih di Desa Jelarai Selor Kabupaten Bulungan. *Skripsi / Jurnal Teknik Sipil*. Tanjung Selor.

Yusni, D. D., dkk. (2023). Analisis Kebutuhan Air Bersih dan Kapasitas Tampungan Reservoir di Kecamatan Siempat Rube Kabupaten Pakpak Bharat. *Jurnal Teknik Sipil*.

Aulia, G. (2022, 12 Oktober). *Mengenal Siklus Air Menurut Para Ahli dan Unsur Pembentuknya*. Katadata.co.id.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Satria Pranata, lahir di Bunyu, 26 Juni 2004, merupakan Putra kedua Bapak Kholik Purnadi dan Ibu Fatimah, Lulus Taman Kanak-kanak Tunas Teratai Tahun 2010, Lulus Sekolah Dasar Negeri Nomor 003 Bunyu tahun 2016, Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Bunyu lulus tahun 2019, Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Tanjung Selor Jurusan IPS lulus tahun 2022. Pada tahun 2022, masuk Perguruan Tinggi jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kaltara Tanjung Selor.

Dari bulan April s/d Juli 2025 melaksanakan Kuliah Kerja Praktik pada PT. Global Konstruksi Abadi di Kecamatan Tanjung Selor. Bulan Agustus s/d September 2025 melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN-BBM) di Desa Mara Satu Kecamatan Tanjung Palas Barat.

Tempat tinggal di jalan Rajawali RT.046 No.09, Kelurahan Tanjung Selor Hilir, Kecamatan Tanjung Selor, Kabupaten Bulungan, Kalimantan Utara.

LAMPIRAN

A. Dokumentasi IPA Sungai Buaya

1. *Intake* (Rumah Pompa)

2. Proses Koagulasi

3. Proses Flokulasi

4. Proses Sedimentasi

5. Proses Filtrasi

6. *Ground Reservoir*

B. Dokumentasi IPA Sabanar Lama

1. Intake (Rumah Pompa)

2. Injeksi Alum

3. Proses Koagulasi

4. Proses Flokulasi

5. Proses Sedimentasi

6. Proses Filtrasi

7. Ground Reservoir

B. Dokumentasi Ujian Seminar Proposal

C. Dokumentasi Ujian Seminar Hasil

D. Dokumentasi Ujian Seminar Akhir

E. Surat Balasan Permohonan Data Kantor Kelurahan Tanjung Selor Hilir Kabupaten Bulungan :

PEMERINTAH KABUPATEN BULUNGAN
KECAMATAN TANJUNG SELOR
KELURAHAN TANJUNG SELOR HILIR
Jl. Kol. Soetadji RT.06 RW.03 Email: kelurahantanjungselorhilir@gmail.com Kode Pos: 77211

Tanjung Selor, 29 Mei 2026

Nomor : 400.12/ 90 /KTSHI-PUM
Sifat : -
Lampiran : -
Perihal : Jumlah Data Penduduk dan Fasilitas Umum.

Yth. Yayasan Pendidikan Tanah Seribu, Universitas Kaltara
Cq. Fakultas Teknik
di-
Tempat

Menindaklanjuti surat Yayasan Pendidikan Tanah Seribu, Universitas Kaltara No. 072/AMKMUPT-UNIKALTARA/V/2026, tanggal 7 Mei 2026 perihal Permintaan Informasi data.

Sehubungan dengan perihal tersebut diatas, maka dengan ini kami sampaikan data yang dimaksud sebagai berikut :

Data Penduduk :

No	Uraian	Jumlah	Keterangan
	Jumlah Penduduk		
1.	Tahun 2015	22.562 jiwa	
2.	Tahun 2016	23.455 jiwa	
3.	Tahun 2017	24.033 jiwa	
4.	Tahun 2018	26.953 jiwa	
5.	Tahun 2019	28.171 jiwa	
6.	Tahun 2020	29.884 jiwa	
7.	Tahun 2021	30.505 jiwa	
8.	Tahun 2022	31.687 jiwa	
9.	Tahun 2023	33.285 jiwa	
10.	Tahun 2024	35.365 jiwa	
11.	Tahun 2026	36.375 jiwa	

Data Fasilitas Umum :

No	uraian	Jumlah	Keterangan
1.	Sekolah		
	a. TK	29	
	b. SD/sederajat	16	
	c. SMP/sederajat	10	
	d. SMA/Sederajat	8	
	e. Universitas/Perguruan Tinggi	4	
2.	Rumah Sakit	2	
3.	Puskesmas	1	
4.	Masjid/Musholla	43	
5.	Gereja	18	
6.	Pura	1	
7.	Vihara	2	
8.	Perkantoran	40	
9.	Pasar	1	
10	Bandara	1	
11.	Pelabuhan	12	
12.	Terminal	1	
13.	Kawasan Industri	-	
14.	Hotel/penginapan	23	

Demikian surat ini di sampaikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya terima kasih.

Pj. H. MARDIANTO, S.E
NIP. 19840626200112100?

F. Surat Balasan Permohonan Data Perumda Danum Benuanta Kabupaten Bulungan :

PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM
"DANUM BENUANTA"
KABUPATEN BULUNGAN
Jl. Rambutan No. 02, Tanjung Selor Hilir Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara, 77212 Telp. (0552) 21139; Fax : (0552) 22036; Hp.082179310933 ; email : pdam.bulungan@yahoo.co.id

Tanjung Selor, 2 Juli 2026

Nomor : 188 /TX/Perumda-DB/VII/2026.
Lampiran : ---
Perihal : Informasi Data.

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Teknik
UNIVERSITAS KALTARA
Di –
Tanjung Selor.

Dengan Hormat,

Menindaklanjuti Surat Nomor : 176/AMKM/FT-UNIKALTAR/VI/2026 tanggal 29 Juni 2026, perihal Permintaan Informasi Data terkait Tugas Akhir (Skripsi) Mahasiswa/I Fakultas Teknik Universitas Kaltara, mengenai Analisis Kehilangan dan Ketersediaan Air Bersih di Wilayah Kelurahan Tanjung Selor Hilir, Kecamatan Tanjung Selor, Kabupaten Bulungan.

Maka bersama ini kami sampaikan informasi data dimaksud, antara lain sebagai berikut :

1. Kapasitas Terpasang IPA Sungai Buaya dan Sabanar (Soft Copy)
2. Kapasitas Riil/Operasional IPA Sungai Buaya dan Sabanar (Soft Copy)
3. Data Kehilangan Air/NRW (Soft Copy)
4. Jumlah Penduduk Daerah Layanan IPA Sungai Buaya dan Sabanar (Soft Copy)
5. Data Jumlah SR (Soft Copy)

Demikian kami sampaikan untuk diketahui, atas perhatiannya diucapkan terimakasih.

Direktur

ELDIANSYAH, S.E

Tembusan : Disampaikan Kepada Yth :
1. Kepala SPI Perumda Air Minum Danum Benuanta di *Tanjung Selor.*