

BAB 2

STUDI PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Keaslian kajian yang akan dipakai dapat diketahui setelah melakukan penelusuran hasil penelitian sebelum-sebelumnya yang telah dilakukan antara lain sebagai berikut :

Menurut Dita Cahya Kurniawan (2018), hasil penelitian ini menunjukkan bahwa simulasi yang dilakukan dengan software WaterGEMS V8i mengisi kriteria perancangan sistem perpipaan di pendistribusian air layak pakai. Secara khusus, sistem mempertahankan tekanan paling kecil di angka 0,5 atm dan tetap berada di bawah batas tekanan nominal macam-macam pipa yang dipilih, yang pada hal ini melibatkan jenis galvanis yang dirancang untuk menahan tekanan air sampai 99.705 atm. Daya least paling rendah pada jam puncak pukul 07:00 adalah 0,3 m/s, dilain sisi daya least paling kecil pada pukul 00:00 adalah 0,05 m/s. Meskipun yang terakhir jatuh di bawah kecepatan optimal, dianggap dapat diterima selama periode penggunaan air minimal. Selain itu, gradien headloss tetap di bawah 15 m/km.

Nur Syahkti Mala Sari (2019) melakukan investigasi kontekstual dengan menggunakan aplikasi WaterNet, yang meliputi peramalan pertumbuhan penduduk dan estimasi kehilangan kepala. Berdasarkan penelitian diperoleh kesimpulan proyeksi kebutuhan air bersih tahun 2028 sebesar 19.162 l/dtk, dengan kebutuhan air paling besar sejumlah 22.036 l/dtk, dan keperluan air jam tertinggi sejumlah 28.743 l/dtk untuk jumlah penduduk 11.497 individu. Hal ini menunjukkan daya tampung air saat ini bisa mengisi keperluan air layak pakai sampai 2028.

Darmadi (2019) melakukan evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Ideal menggunakan perhitungan manual dan software EPANET. Kebutuhan air yang teridentifikasi untuk tahun 2017 dan 2022 masing-masing adalah 27.564.485,416 ltr/hari dan 35.139.612,504 ltr/hari. Oleh karena itu, evaluasi terhadap sistem jaringan distribusi air yang optimal di sub-kawasan Koto Tangah menunjukkan perlunya penyesuaian dimensi pipa.

Zuyyina Ulfa (2020) melakukan analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Bersih di Yayasan Darut Taqwa Purwosari Pasuruan. Kajian ini menggunakan

metode Fj Mock untuk menghitung aliran dasar menggunakan data curah hujan dan klimatologi untuk menentukan ketersediaan air. Untuk menghitung kebutuhan air bersih, tiga metode proyeksi penduduk (aritmatika, geometrik, dan rata-rata aritmatika-geometris) digunakan, dan satu dengan standar deviasi terendah dipilih. Jumlah penduduk yang diproyeksikan tersebut kemudian digunakan untuk memperkirakan kebutuhan air bersih, dengan mempertimbangkan berbagai kebutuhan air bersih non-domestik.

Muhammad Agus Salim (2019) melakukan kajian tentang keperluan dan Aksesibilitas Air Bersih di Wilayah Bekasi Utara. Analisis dan pembahasan meliputi penghitungan keperluan air layak pakai mengacu pada keseluruhan penduduk tahun 2007, sehingga diperoleh angka 519.902 jiwa. Proyeksi penduduk dilakukan dengan menggunakan metode matematis. Ketersediaan air bersih pada tahun 2019 ditetapkan sebesar 2170 liter/detik, sedangkan proyeksi kebutuhan air layak pakai pada 2027 sejumlah 623,4 liter/detik. Dengan demikian, daya tampung air layak pakai saat ini diharapkan dapat mencukupi keperluan sampai 2027.

Sonia Rosa Aldina (2020) melakukan penelitian dengan variasi lokasi studi kasus, memanfaatkan aplikasi WaterCad dan menggunakan metode yang berbeda untuk menghitung proyeksi pertumbuhan penduduk dan kehilangan kepala. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa kebutuhan debit air layak pakai di daerah studi tahun 2019 dengan tingkat pelayanan 80% dan jumlah penduduk 12.484 jiwa, menghasilkan 9.987 jiwa yang terlayani. Jumlah pengguna per sambungan rumah tangga, sebanyak 1248 unit, menghasilkan kebutuhan air harian sebesar 4,1 l/dtk, kebutuhan harian maksimum 4,6 l/dtk, dan kebutuhan air jam puncak sebesar 6,2 l/dtk.

Taofik Budiman (2020) menyimpulkan dari kajiannya bahwa berdasarkan analisisnya, kebutuhan air bersih pada tahun terakhir rencana (2024) untuk wilayah pelayanan PDAM Tirta Galuh Ciamis Cabang Ciamis dengan mempertimbangkan kebutuhan air normal sebesar 0,0025 l/dtk/orang dan kebutuhan air jam puncak sebesar 0,00562 l/dtk/orang, tidak seluruhnya dapat dipenuhi oleh kapasitas produksi air bersih tahun 2024 yang sebesar 0,00318 l/dtk/orang. Akibatnya, kebutuhan air untuk memenuhi kebutuhan normal terpenuhi, namun kebutuhan pada jam sibuk tidak sepenuhnya terpenuhi.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Perkembangan Penduduk

Penduduk mengacu pada individu yang tinggal di area tertentu pada waktu tertentu, mencakup faktor-faktor seperti jumlah, usia, agama, orientasi, dan banyak lagi.

Perkembangan kependudukan merupakan suatu proses keseimbangan dinamis yang berlangsung terus-menerus antar komponen kependudukan yang dapat mengakibatkan bertambahnya atau berkurangnya jumlah penduduk di suatu wilayah setiap tahunnya. Seiring bertambahnya populasi, permintaan akan air bersih juga meningkat, menyoroti sifat penting untuk mengatasi masalah masyarakat terkait ketersediaan dan permintaan air.

Pertambahan jumlah penduduk yang terus menerus mengakibatkan persebaran sumber daya air bersih yang tidak merata menyebabkan sebagian masyarakat tidak dapat mengakses air bersih. Akibatnya, banyak orang menggunakan air tanah dan air sungai guna keperluan konsumsi rumah tangga, meskipun air tersebut mungkin tidak layak untuk dikonsumsi. Plus, degradasi lingkungan berkontribusi pada penurunan ketersediaan sumber air.

Guna mencukupi keperluan air masyarakat, menjadi keharusan untuk meramalkan pertumbuhan penduduk dalam periode perencanaan tertentu. Untuk menilai pertimbangan perencanaan ketersediaan air bersih, pendekatan matematis digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk di masa depan.

Proyeksi penduduk terdapat faktor-faktor sebagai berikut :

1. Kecepatan pertumbuhan penduduk
2. Jumlah populasi dalam suatu wilayah
3. Metode Aritmatik
4. Kurun waktu proyeksi

2.2.2. Jumlah Populasi

Istilah "populace" berasal dari kata Latin "populus", yang berarti sekelompok individu yang menempati wilayah tertentu secara bersamaan. Tingginya jumlah masyarakat di suatu wilayah, akan selaras dengan keperluan akan air bersih.

Populasi dapat dikategorikan menjadi dua jenis utama:

1. Populasi Terbatas:

Mengacu pada populasi yang jumlah pastinya bisa diukur atau ditentukan dengan pasti. Misalnya jumlah siswa, jumlah warga, jumlah produk.

2. Populasi Tak Terbatas:

Mengacu pada populasi yang jumlahnya tidak mampu diukur secara tepat atau ditentukan dengan pasti. Misalnya jumlah binatang melata di hutan, jumlah pohon dalam hutan, jumlah hewan laut.

Jumlah penduduk umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, yang diuraikan sebagai berikut:

1. Kelahiran:

Faktor utama yang mempengaruhi populasi adalah kelahiran. Tingkat kelahiran memainkan peran krusial dalam penambahan populasi (semakin tinggi tingkat kelahiran, begitu pula dengan populasinya)

2. Kematian:

Faktor kedua adalah kematian. Kematian juga berpengaruh pada angka penduduk, karena populasi akan menjadi kecil ketika kematian menginggi.

3. Migrasi:

Perpindahan atau migrasi penduduk antar tempat dapat berdampak pada jumlah penduduk di kedua lokasi tersebut.

4. Angka Kematian:

Tingginya kematian, atau tingkat kematian, memiliki pengaruh pada keseluruhan kematian dalam populasi.

5. Tingkat Kesuburan:

Angka fertilitas atau kemampuan melahirkan anak secara langsung mempengaruhi jumlah kelahiran dan pertumbuhan penduduk.

6. Perubahan Lingkungan:

Bencana alam, pergantian iklim, serta alam yang rusak juga mampu berpengaruh pada keseluruhan populasi di suatu daerah atau lingkungan tertentu.

7. Tingkat Imigrasi dan Emigrasi:

Luasnya imigrasi, yang mengacu pada kedatangan individu dari luar, dan tingkat emigrasi, yang melibatkan kepergian individu dari populasi, juga berdampak pada total populasi.

2.2.3. Metode Aritmatik

Metode matematika adalah pendekatan numerik yang menghasilkan hasil yang berkaitan dengan tingkat pertumbuhan masyarakat. Pengukuran pertumbuhan masyarakat melalui pendekatan ini ditentukan melalui formula: (Muliakusumah, 2000) :

$$P_n = P_0 (1+r.n) \quad (2.1)$$

Dengan :

- r = Nilai penambahan penduduk setiap tahun (%)
- P₀ = Keseluruhan penduduk di tahun yang ditinjau (jiwa)
- n = Total tahun proyeksi (tahun)
- P_n = Keseluruhan penduduk di penghujung tahun ke-n (jiwa)

2.3. Definisi Kebutuhan Air Bersih

Air bersih didefinisikan sebagai air yang memenuhi keperluan keseharian dan layak dikonsumsi setelah mengalami perebusan. Secara khusus, air bersih memenuhi standar yang ditetapkan untuk sistem penyediaan air minum. Baku mutu tersebut mencakup berbagai aspek mutu air, baik mutu fisik, kimia, biologi, dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan dampak yang merugikan sesuai ketentuan Permenkes No.416/Menkes/Per/IX/1990.

Air berdiri sebagai sumber daya alam dengan potensi penting untuk mendukung kehidupan di Bumi. Sangat penting untuk melestarikan air untuk mempertahankan kegunaannya yang berkelanjutan bagi keberadaan manusia dan kesejahteraan organisme hidup lainnya. Pemahaman ini menggarisbawahi peran penting air, menyoroti kebutuhan dan ketersediaannya yang berkelanjutan untuk mendukung kehidupan sekarang dan masa depan serta pembangunan yang komprehensif. Fungsi normal kehidupan bergantung pada air, menjadikannya elemen yang sangat diperlukan.

2.4. Teori Kebutuhan

Setiap individu didorong oleh kombinasi faktor intrinsik dan ekstrinsik, yang dibentuk oleh keinginan dan minat individu. Menurut teori Hirarki Kebutuhan Abraham Maslow, ia mengemukakan teori motivasi manusia, dimana kebutuhan

manusia disusun dalam struktur yang hierarkis atau berlapis. Setiap tingkat kebutuhan mampu diatasi setelah tingkat sebelumnya (relatif) terpenuhi.

Manusia memiliki kebutuhan yang bisa dikriteriakan pada lima tingkatan, sebagai berikut:

1. **Kebutuhan Dasar Fisiologis:** Merupakan kebutuhan manusia paling dasar. Mereka termasuk persyaratan yang ditujukan untuk mempertahankan hidup, seperti kebutuhan asupan konsumsi seperti makanan dan minuman, udara untuk bernafas, serta reproduksi. Karena relevansi langsungnya dengan kelangsungan hidup, kebutuhan fisiologis dasar ini lebih diutamakan daripada kebutuhan lainnya.
2. **Kebutuhan akan Keamanan:** Kebutuhan ini menjadi menonjol dalam diri seseorang setelah kebutuhan fisiologisnya terpenuhi. Kebutuhan keamanan mencakup stabilitas, perlindungan, struktur, regulasi, keteraturan, batasan, dan kebebasan dari ketakutan dan kecemasan.
3. **Kebutuhan cinta and rasa memiliki:** Kebutuhan ini memotivasi individu untuk membentuk hubungan emosional dan menumbuhkan rasa memiliki. Ini mencakup keinginan untuk hubungan sosial, persahabatan, koneksi keluarga, dan penerimaan dalam komunitas atau kelompok.

2.5. Kebutuhan Air Bersih

Air adalah senyawa yang terdiri dari penyusun unsur hidrogen dan oksigen, hadir dalam bentuk gas, cair, dan padat. Itu berdiri sebagai salah satu elemen yang paling melimpah dan sangat diperlukan untuk keberadaan manusia. Meskipun tampak sebagai cairan tak berwarna dan tak berbau dalam kondisi normal, air memiliki kemampuan luar biasa untuk melarutkan berbagai senyawa lainnya.

Air ada dalam tiga bentuk berbeda: gas, padat, dan cair, dengan suhu memainkan peran penting dalam menentukan keadaan ini. Di planet kita, air mengalir sebagai cairan di sungai dan lautan, berwujud padat seperti es di wilayah kutub, dan ada sebagai gas (uap air) di atmosfer.

Kehadiran air meluas di bawah permukaan bumi dan merupakan komponen vital tumbuhan dan hewan. Setiap organisme hidup membutuhkan air dalam

beberapa bentuk untuk bertahan hidup di Bumi. Sementara manusia dapat bertahan lama tanpa makanan, mereka hanya dapat bertahan selama beberapa hari tanpa air.

Ada dua sumber utama air, diuraikan sebagai berikut:

1. Air Permukaan: Air permukaan ditemukan di danau, sungai, dan waduk.
2. Air Tanah : Air tanah terletak di bawah permukaan bumi, mengalir dan mengisi celah di dalam formasi batuan. Formasi batuan yang menyimpan dan mengirimkan air tanah ini disebut sebagai akuifer. Air tanah perlu dipompa dari akuifer ke permukaan bumi untuk berbagai keperluan.

Air bersih diartikan sebagai air yang tampak jernih dan memiliki kualitas yang baik, sehingga layak untuk diminum dan berbagai kegunaan lainnya tanpa menimbulkan efek yang merugikan bagi tubuh. Air yang memenuhi kriteria untuk dianggap bersih memiliki ciri-ciri sebagai berikut::

1. Tidak berwarna, tidak berbau
2. Tidak terkontaminasi mikrobiologi maupun senyawa kimia.
3. Tidak berasa

Permintaan air berkaitan dengan jumlah air yang digunakan dengan cara yang wajar untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia seperti penggunaan rumah tangga, bersama dengan kegiatan lain yang membutuhkan air. Terutama, orang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari mereka.

Pemanfaatan air masyarakat melampaui kebutuhan rumah tangga individu dan mencakup kebutuhan industri dan perkotaan. Besarnya konsumsi air masyarakat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain gaya hidup, pendidikan, status ekonomi, dan kondisi sosial. Akibatnya, ketika merancang infrastruktur penyediaan air, potensi penggunaan air dan fluktuasinya harus diperhitungkan dengan cermat (Linsley, 1996).

Kategori kebutuhan air bersih secara garis besar diklasifikasikan sebagai dua golongan:

1. Kebutuhan Non Domestik
2. Kebutuhan Domestik

2.5.1. Kebutuhan Domestik

Istilah “domestik” bisa berarti di lingkup rumah tangga dan esensial bagi kehidupan sehari-hari. Mengacu pada air yang dipakai di lingkungan perumahan

pribadi guna mencukupi keseharian seperti memasak, mencuci, minum, dsb.(sebagaimana didefinisikan oleh Ditjen Cipta Karya, 2000). Satuan takaran yang biasa digunakan untuk kebutuhan air rumah tangga adalah liter per individu per hari.

2.5.2. Kebutuhan Non Domestik

Kebutuhan ini meliputi berbagai aspek diluar rumah tangga, antara lain (Dirjen Cipta Karya, 2000):

1. Pemakaian Komersial dan Industri:

Ini mengacu pada pemakaian air oleh entitas komersial dan industri untuk operasi masing-masing.

2. Penggunaan Umum:

Kategori ini mencakup penggunaan air untuk infrastruktur publik seperti gedung pemerintahan, tempat beribadah perkantoran, lembaga pendidikan.

2.5.3. Kehilangan Air

Menurut Ditjen Cipta Karya (1990), yang dituangkan dalam Pedoman Standar Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih, kehilangan air adalah air yang tidak dapat dipertanggungjawabkan yang diproduksi tetapi tidak dimanfaatkan oleh pengguna. Pedoman menetapkan batas toleransi 20% dari kapasitas debit produksi sebagai jumlah kehilangan wajar. Faktor kehilangan ini mampu berimbas pada kerugian sistem penyediaan air, yang berdampak baik bagi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) maupun konsumen. Kerugian tersebut menimbulkan implikasi finansial dan ekonomi bagi PDAM, sementara konsumen mengalami gangguan dalam kehandalan dan kontinuitas layanan.

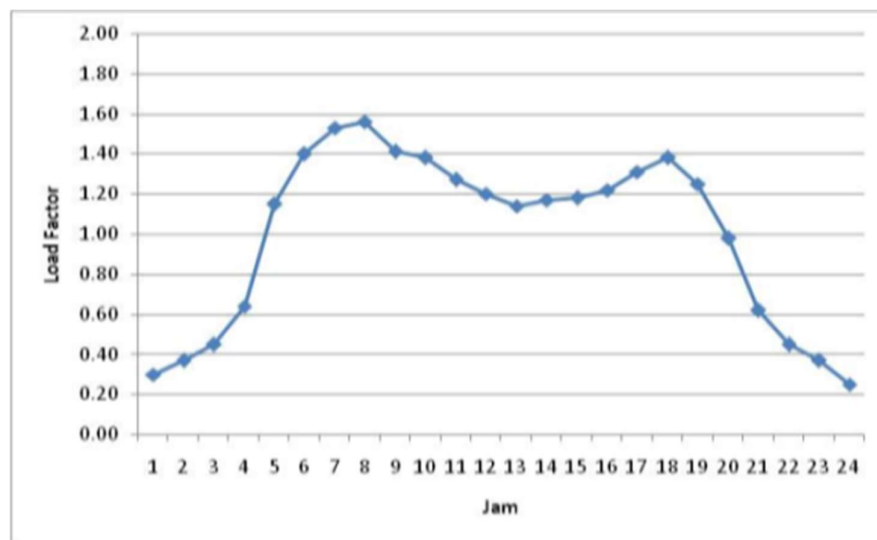
2.6. Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih

Pola pemakaian air di jaringan distribusi biasanya melibatkan aktivitas yang lebih tinggi di sore dan pagi, yang mana tingginya penggunaan mencapai puncaknya pada waktu tersebut. Dari total aktivitas (24 jam), memperlihatkan waktu tersebut adalah puncaknya.

Konsumsi air dalam suatu jaringan distribusi air bersih tidak konstan tetapi bervariasi antar waktu. Memasukkan unsur kehilangan air pada keperluan yang lebih rendah atau modifikasi keperluan air.

Pola fluktuasi keperluan air bersih keseharian di titik-titik distribusi ditentukan melalui pemakaian metode berbasis kajian yang dituangkan dalam Pedoman Sistem Penyediaan Air Bersih oleh Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum. Metodologi ini bertujuan untuk mengatasi fluktuasi permintaan air bersih dari waktu ke waktu di Indonesia. Variasi penggunaan air dikategorikan menjadi dua jenis:

1. Faktor Hari Maksimum: Faktor hari maksimum mengacu pada jumlah air tertinggi yang digunakan dalam satu hari selama setahun. Konsumsi hari puncak ini menjadi patokan merancang system pendistribusian air untuk penyediaan air konsumsi. Dengan membandingkan debit hari maksimal dengan debit tipikal, diperoleh variabel maksimum (f_m).
2. Penggunaan Jam Puncak: Jam puncak sesuai dengan jam saat konsumsi air tertinggi terjadi dalam periode 24 jam. Faktor jam puncak (f_p) berbanding terbalik dengan jumlah penduduk. Populasi yang lebih besar menyebabkan faktor jam puncak yang lebih kecil. Hubungan ini muncul karena populasi yang lebih tinggi melakukan aktivitas yang lebih beragam, menghasilkan variasi konsumsi yang lebih kecil.



Sumber : Ditjen Cipta Karya Departemen PU (1994)

Gambar 2.1 Fluktuasi Pemakaian Air Harian

Tabel 2.1 Kriteria Pemakaian Air Bersih

Jam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
LF	0,31	0,37	0,45	0,64	1,15	1,4	1,53	1,56	1,42	1,38	1,27	1,2
Jam	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
LF	1,14	1,17	1,18	1,22	1,31	1,38	1,25	0,98	0,62	0,45	0,37	0,25

Sumber : Grafik Fluktuasi Pemakaian Air Bersih oleh Ditjen Cipta Karya Departemen PU

2.7. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Kementerian Kesehatan RI telah menetapkan standar keperluan air layak pakai sejumlah 180 liter per orang per hari. Keperluan air ideal ini menjadi dasar perhitungan kapasitas pengolahan, kapasitas distribusi, dan kapasitas produksi. Berikut pedoman perencanaan yang digariskan oleh Direktorat Pekerjaan Umum Air Bersih:

1. Layanan fasilitas non-domestik biasanya dihitung sebesar 10% - 30% dari kebutuhan domestik.
2. Fluktuasi penggunaan air.
3. Kebocoran atau kehilangan air umumnya dianggap 20% dari total produksi.
4. Penggunaan air pada jam sibuk = $(1,50 - 2,00) \times Q_{total}$.
5. Penggunaan air pada hari maksimum = $(1,10 - 1,15) \times Q_{total}$.
6. Kapasitas suplai umumnya berkisar antara 15% - 20% dari total produksi (Q_{max}).
7. Pipa distribusi didesain untuk mengalirkan air pada saat debit jam puncak.
8. Pipa transmisi didesain untuk aliran air pada saat debit hari maksimum.

Tabel 2.2 Pedoman Perencanaan Air Bersih PU Cipta Karya, Kimpraswil (1998)

No	Uraian	Kategori Kota berdasarkan Jumlah Penduduk		
		Kota Sedang (100.000- 500.000) jiwa	Kota Kecil (20.000- 100.000) jiwa	Perdesaan 3.000 - 20.000 jiwa
1.	Konsumsi unit Sambungan Rumah (SR)- L/orang/hari	100 – 150	100 – 150	90 – 100
2.	Presentase konsumsi unit non domestik terhadap konsumsi domestik	25 – 30	20 – 25	10 – 20
3.	Persentase kehilangan air (%)	15 – 20	15 – 20	15 – 20
4.	Faktor hari maksimum	1,1	1,1	1,1 – 1,25
5.	Faktor jam puncak	1,5 – 2,0	1,5 – 2,0	1,5 – 2,0
6.	Jumlah jiwa per SR	6	5	4-5
7.	Jumlah jiwaper Hidran Umum (HU)	10	100-200	100-200
8.	Sisa tekan minimum di titik kritis jaringan distribusi (meter kolom air)	10	10	10
9.	Volume reservoir (%)	20 – 25	15 – 20	12 – 15
10.	Jam Operasi	24	24	24
11.	SR/HU(dalam% jiwa)	80 : 20	70 : 30	70 : 30

Sumber : Cipta Karya 1998

Adapun kajian yang dilakukan untuk menentukan kebutuhan air yang sudah ditetapkan pada kriteria perencanaan sistem penyediaan air bersih sebagai berikut:

1. Jumlah pelayanan domestik

Rumus :

Jumlah Sambungan Rumah

$$\Sigma SR = (100\% N \times J) / J \quad (2.2)$$

Keterangan:

N : Jumlah penduduk (jiwa)

J : Kapasitas pemakai (jiwa)

2. Kebutuhan Air Domestik

Rumus :

$$Q_{dom} = N \times 100\% \times Q_r \quad (2.3)$$

Keterangan:

N : Angka keseluruhan penduduk (jiwa)

J : Kapasitas pemakai (jiwa)

Q_r : Konsumsi air (liter/hari)

Q_{dom} : Keperluan air domestik (liter hari)

3. Kebutuhan Air Non Domestik

Rumus :

$$Q_{nondom} = P \times Q_{dom} \quad (2.4)$$

Keterangan:

Q_{nondom} : Keperluan air non domestik (liter/hari)

P : Prosentase keperluan air non domestik (%)

Q_{dom} : Keperluan air domestik (liter/hari)

4. Kehilangan Air

Rumus :

$$Q_{hl} = Phl \times Q_{ply} \quad (2.5)$$

Keterangan:

Q_{ply} : Keperluan air guna pelayanan (liter/hari)

Phl : Prosentase kehilangan air (%)

Q_{hl} : Kehilangan air (liter/hari)

5. Kebutuhan Air Rata-Rata

Rumus :

$$Q_{rt} = Q_{ply} + Q_{hl} \quad (2.6)$$

Keterangan :

Q_{hl} : Kehilangan air (liter/hari)

Q_{ply} : Keperluan air untuk pelayanan (liter/hari)

Q_{rt} : Keperluan air rata-rata (liter/hari)

6. Kebutuhan Air Hari Maksimum

Rumus :

$$Q_{max} = F_m \times Q_{rt} \quad (2.7)$$

Keterangan:

Q_{max} : Kebutuhan air hari maksimum (liter/hari)

F : Faktor kebutuhan air hari maksimum

Q_{rt} : Kebutuhan air rata-rata (liter hari)

7. Kebutuhan Air Pada Jam Puncak

Rumus :

$$Q_p = F_p \times Q_{rt} \quad (2.8)$$

Keterangan:

- Q_p : Kebutuhan air pada jam puncak (liter/hari)
 F_p : Faktor keperluan air diwaktu tertinggi
 Q_{rt} : Keperluan air rata-rata (liter/hari)

2.8. Sistem Hidraulika Dalam Distribusi Air Bersih

Distribusi air tawar yang efisien kepada konsumen, memastikan pasokan, kualitas, dan tekanan yang memadai, bergantung pada pasokan dan sistem perpipaan yang dirancang dengan baik. Metode distribusi air bergantung pada geografi sumber air dan wilayah layanan. Sistem distribusi berikut digunakan:

1. Metode Gravitasi:

Sistem ini dipakai ketika ada perbedaan elevasi yang signifikan antara sumber air dan daerah pelayanan. Pendekatan ini memanfaatkan energi potensial yang disediakan oleh gravitasi untuk mendistribusikan air secara efektif ke area layanan yang jauh. Metode ini sangat ekonomis karena memanfaatkan variasi ketinggian.

2. Metode Pemompaan:

Pemompaan digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk distribusi air dari sumber pasokan ke konsumen. Teknik ini digunakan ketika perbedaan ketinggian antara sumber air atau fasilitas pengolahan dan area layanan tidak cukup untuk memberikan tekanan yang memadai.

3. Pendekatan Gabungan:

Dalam sistem ini, aliran air dicapai dengan menyatukan dua mekanisme drainase – mekanisme pompa dan gravitasi. Metode ini melibatkan pengangkutan air dari sumber ke reservoir melalui kombinasi aliran gravitasi dan pemompaan.

2.9. Hidraulika Aliran pada Sistem Jaringan Pipa Air Bersih

Garis atau saluran mengacu pada sistem di dalam fasilitas atau struktur, biasanya digunakan untuk pengangkutan aliran gas atau cairan (Raswari, 1986, p.123). Kerangka Penyediaan Air Minum Optimal (SPAB) terdiri dari sistem, subsistem, dan komponen sistem yang beragam, meliputi sumber air baku, sistem

pengolahan air (IPA), sistem transmisi, dan sistem distribusi. Setiap komponen sistem dapat terdiri dari beberapa sub-sistem atau elemen sistem.

Air dalam saluran biasanya bergerak dari daerah dengan tingkat energi lebih tinggi ke daerah dengan tingkat energi lebih rendah. Aliran mencakup tiga jenis energi (Priyantoro, 1991):

1. Energi Kinetik: Energi kinetik adalah energi yang dibawa oleh molekul air karena kecepatannya.
2. Energi Tekanan: Energi tekanan adalah energi yang terkait dengan molekul air sehubungan dengan tekanan.
3. Energi Potensial: Energi potensial adalah energi yang dimiliki oleh molekul air berdasarkan ketinggiannya relatif terhadap suatu garis referensi (garis datum).

2.10. Kecepatan Aliran Jaringan Pipa

Laju aliran yang diperbolehkan adalah 0,1 hingga 2,5 meter per detik (Mawiti Infantri, 2020). Namun, kisaran ini dapat disesuaikan berdasarkan kondisi setempat, termasuk kemiringan medan dan tekanan tambahan dari tekanan pompa. Kecepatan harus ideal untuk menghindari endapan tidak terangkut secara memadai di dalam pipa. Selain itu, berkurangnya diameter pipa karena penumpukan sedimen dapat meningkatkan biaya pemeliharaan. Di lain sisi, jika terlalu tinggi, hal itu dapat menyebabkan korosi pipa dan peningkatan kehilangan tekanan, yang mengakibatkan peningkatan level reservoir. Untuk menghitung kecepatan, rumus berikut digunakan:

$$Q = A.V \quad (2.9)$$

$$Q = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot V \quad (2.10)$$

Dimana :

Q = debit aliran (m³/det) V = kecepatan aliran (m/det)

A = luas basah (m²) D = diameter pipa (m)

2.10.1. Hukum Bernoulli

Air di dalam pipa biasanya mengalir dari lokasi dengan energi lebih tinggi ke lokasi dengan energi lebih rendah. Prinsip ini diketahui sebagai Bernoulli.

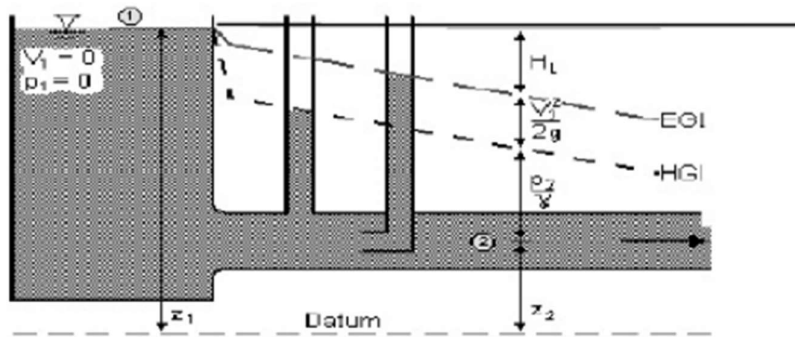
Prinsip Bernoulli menyatakan bahwa energi total head pada penampang pipa

adalah jumlah energi kinetik, energi tekanan, dan energi potensial (ketinggian) energi. Secara matematis, dapat dinyatakan sebagai berikut :

E_{Tot} = Energi tekanan + Energi kecepatan + Energi Ketinggian

$$E_{Tot} = h + \frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\gamma_w} \quad (2.11)$$

Menurut prinsip Kekekalan Energi yang berasal dari prinsip Bernoulli, jika tidak ada energi yang ditransfer atau diterima antara dua titik dalam sistem tertutup, energi total tetap konstan. Konsep ini dapat diilustrasikan melalui Gambar 2.2 di bawah ini:



Sumber : Haestad, 2002 : 267

Gambar 2.2 Diagram Energi dan Garis Tekanan

Hukum Kekekalan Bernoulli pada Gambar 2.2 dapat ditulis sebagai berikut (Haestad, 2002 : 267) :

$$h_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = h_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_L \quad (2.12)$$

Dengan :

$\frac{V_1^2}{2g}, \frac{V_2^2}{2g}$ = tinggi energi di titik 1 dan 2 (m)

$\frac{p_1}{\gamma}, \frac{p_2}{\gamma}$ = tinggi tekanan di titik 1 dan 2 (m)

P_1, P_2 = tekanan di titik 1 dan 2 (kg/m^2)

V_1, V_2 = kecepatan aliran di titik 1 dan 2 (m/det)

g = percepatan gravitasi (m/det^2)

γ_w = berat jenis air (kg/m^3)

h_L = kehilangan tinggi tekanan dalam pipa (m)

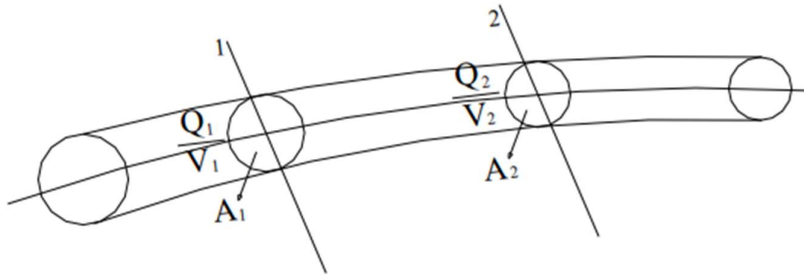
h_1, h_2 = tinggi elevasi di titik 1 dan 2 dari garis tinjau (m)

Pada diagram di atas, dapat terlihat garis yang mewakili tekanan air pada ketinggian, yang dikenal sebagai garis kemiringan hidrolik atau garis gradien

hidrolik. Jarak vertikal antara garis-garis ini dan gradien hidrolik mewakili tekanan di dalam pipa. Perbedaan elevasi antara titik 1 dan 2 menunjukkan hilangnya energi di sepanjang bagian 1 dan 2.

2.10.2. Hukum Kontinuitas

Untuk air yang mengalir secara stabil dalam pipa dengan luas penampang dan kecepatan tertentu, debit tetap sama di setiap penampang. Hukum kontinuitas menyatakan bahwa aliran masuk ke pipa sama dengan aliran keluar.



Sumber : Triatmodjo 1996 : 173

Gambar 2.3 Aliran dengan Penampang Pipa yang Berbeda

Jadi mampu diformulasikan sebagai berikut :

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \quad (2.13)$$

$$Q = A \cdot V = \text{konstan} \quad (2.14)$$

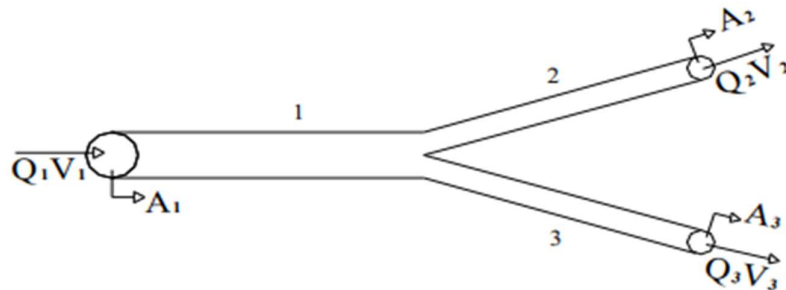
dengan :

A_1, A_2 = luas penampang pada potongan 1 dan 2 (m^2)

V_1, V_2 = kecepatan pada potongan 1 dan 2 (m/det)

Q_1, Q_2 = debit pada potongan 1 dan 2 (m^3/det)

Prinsip kontinuitas juga berlaku untuk aliran pipa memanjang, dimana debit yang masuk ke dalam pipa sama dengan debit yang keluar dari pipa. Ini dapat diungkapkan sebagai berikut:



Sumber : Triatmodjo 1996 : 137

Gambar 2.4 Persamaan Kontinuitas pada Pipa Bercabang

Sedangkan hukum kontinuitas pada pipa bercabang dapat diuraikan sebagai berikut (Triatmodjo, 1996 : 137) :

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \quad (2.15)$$

atau

$$A_1 \cdot V_1 = (A_2 \cdot V_2) + (A_3 \cdot V_3) \quad (2.16)$$

dengan :

A_1, A_2, A_3 = luas penampang pada potongan 1,2 dan 3 (m^2)

V_1, V_2, V_3 = kecepatan pada potongan 1,2 dan 3 (m/det)

Q_1, Q_2, Q_3 = debit potongan 1,2 dan 3 (m^3 /det)

Dalam jaringan distribusi air yang ideal, pipa berfungsi sebagai komponen utama yang bertanggung jawab untuk mengalirkan cairan antar titik. Aliran di dalam pipa terjadi ketika ada perbedaan tekanan antara dua titik. Perbedaan ini dapat dikaitkan dengan variasi elevasi muka air atau penerapan pompa.

2.11. Sistem Jaringan Perpipaan Transmisi

Sistem saluran transmisi berfungsi untuk mengangkut air baku dari fasilitas intake air baku ke unit pengolahan, atau untuk mengalirkan air olahan dari unit pengolahan ke reservoir. Saluran transmisi dikategorikan menjadi dua jenis aliran:

1. Saluran transmisi untuk aliran terbuka/tidak bertekanan.
2. Saluran transmisi untuk aliran bertekanan.

Saluran transmisi untuk aliran terbuka/tidak bertekanan terdiri dari struktur berikut:

- a. Saluran Terbuka: Saluran terbuka untuk saluran transmisi sering dibangun menggunakan beton bertulang. Penampang saluran terbuka biasanya berbentuk trapesium.
- b. Saluran air: Saluran air adalah saluran terbuka yang didukung oleh jembatan, yang dirancang untuk membawa air tanpa tekanan melintasi lembah atau ngarai.
- c. Terowongan: Terowongan adalah saluran air tertutup dengan bentuk seperti parit. Jenis saluran air ini digunakan ketika saluran terbuka perlu melewati bukit atau lereng.

Pendistribusian guna aliran bertekanan terutama memakai pipa sebagai saluran untuk mengangkut air. Jalur transmisi ini dapat mengikuti kontur medan yang dilaluinya. Penting untuk memperhatikan titik tertinggi dan terendah sepanjang pipa transmisi untuk aliran bertekanan. Pada titik tertinggi, udara bisa terperangkap, menghambat aliran air. Untuk mengatasinya, katup pelepas udara dipasang untuk melepaskan udara yang terperangkap dan memfasilitasi aliran air. Katup ini juga memungkinkan udara masuk ke saluran, membantu percepatan aliran air sambil mengeringkan saluran. Di sisi lain, pada titik terendah pipa bertekanan, sedimen yang terbawa aliran air dapat menumpuk. Untuk mengurangi masalah ini, pemasangan katup pembuangan diperlukan.

Jaringan pipa transmisi dibagi menjadi dua kategori:

1. Jaringan pipa transmisi air baku : Jaringan ini memiliki fungsi guna mengirimkan air dari sumber air baku ke instalasi pengolahan air.
2. Jaringan pipa transmisi air bersih/air minum: Jaringan ini mengangkut air olahan dan air minum bersih dari fasilitas pengolahan ke reservoir yang menampung air olahan atau dari penampungan utama (waduk air olahan) ke penampungan sekunder sebelum didistribusikan.

Untuk desain jaringan transmisi untuk penyaluran, beberapa informasi perlu diatur sebagai berikut:

1. Kebutuhan air di setiap wilayah pelayanan, meliputi kebutuhan domestik dan non domestik.
2. Peta wilayah layanan yang memberikan perincian tentang rute jalan, jenis penggunaan lahan (misalnya, perumahan, komersial, industri), jarak antar lokasi, dan bentuk geografis.
3. Perhitungan kapasitas pelayanan yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan.
4. Pemilihan jenis pipa yang akan digunakan..

2.12. Sistem Perpipaan Jaringan Distribusi

Pipa berguna menjadi saluran untuk mengangkut air ke waduk dan dari waduk ke konsumen. Sebab itu, penerapan jenis pipa harus diperhatikan secara seksama untuk menjamin distribusi air layak yang efektif dan maksimal.

Berbagai jenis pipa biasanya digunakan dalam sistem distribusi air, dengan ukuran dan tujuan yang berbeda-beda:

1. Jalur Sekunder:

Saluran sekunder adalah pipa dengan diameter sama atau lebih kecil dari saluran utama. Ini bercabang dari jalur utama dan terhubung ke konsumen individu.

2. Jalur Utama/Jalur Utama:

Jalur utama adalah pipa berdiameter relatif besar yang mengalirkan air olahan dari instalasi pengolahan atau reservoir distribusi ke area layanan.

3. Jalur Layanan atau Jalur Pasokan Air:

Jalur layanan, juga dikenal sebagai jalur pasokan air, adalah pipa yang terhubung langsung ke properti konsumen. Pipa-pipa ini memiliki diameter yang relatif kecil dibandingkan dengan saluran sekunder dan tersier dan dapat terhubung ke saluran sekunder dan tersier.

4. Jalur Tersier:

Saluran tersier adalah pipa yang lebih kecil yang dapat langsung terhubung ke saluran sekunder atau primer. Ini digunakan untuk melayani pipa layanan yang mengarah ke properti individu.

5. Pipa Besi Cor:

Pipa ini seringkali dilapisi dengan cairan pelindung guna mencegah karat. Panjangnya 4 meter dan 6 meter. Tekanan pipa maksimum adalah 25 kg/cm², dan masa pakainya bisa mencapai 100 tahun.

6. Pipa Besi Galvanis:

Pipa besi galvanis terbuat dari baja berlapis seng. Lapisan seng efektif mencegah karat. Namun, umur mereka relatif singkat, berkisar antara 7 hingga 10 tahun. Pipa galvanis biasanya digunakan dalam sistem distribusi kecil.

7. Pipa Plastik (PVC):

Memiliki panjang 4 meter atau 6 meter, dengan diameter mulai dari 16mm hingga 350mm. Pipa ini memiliki umur hingga 75 tahun.

8. Pipa Beton:

Pipa beton tersedia dalam ukuran mulai dari diameter 750mm hingga 3600mm, dengan panjang standar 3,6 hingga 7,2 meter. Pipa ini memiliki umur 30 sampai

50 tahun.

9. Pipa HDPE (High-Density Polyethylene):

Pipa ini kerap dipakai guna saluran air dan gas. Mereka terbuat dari polimer minyak dan sangat tahan lama karena teknologi rekayasa canggih. Pipa ini dapat disambung memakai heat fusion guna membuat sambungan yang kuat dan bebas bocor. Mereka tidak menimbulkan korosi, tuberkulosis, atau mendukung pertumbuhan biologis.

10. Pipa Baja:

Pipa baja tersusun dari baja ringan dengan variasi yang beragam. Pipa baja yang diisolasi dengan baik memiliki umur minimal 40 tahun.

2.13. Perencanaan Teknik Unit Distribusi

Saat mengatur jaringan distribusi, air yang dipasok oleh otoritas pengelolaan air dapat disimpan di waduk. Reservoir berfungsi untuk menjaga keseimbangan antara produksi dan permintaan, melayani situasi darurat, dan mengatasi tantangan infrastruktur. Waduk dibangun sebagai penyimpanan di permukaan tanah, biasanya digunakan untuk menyimpan air dari sistem pengolahan air, atau sebagai menara air, terutama digunakan untuk memenuhi permintaan puncak di area distribusi..

Pertimbangan utama dalam merencanakan tata letak sistem distribusi meliputi:

- a. Tata Letak Geografis: Desain mekanisme pendistribusian ditetapkan mengacu dari bentuk geografi daerah layanan dan tempat lembaga manajemen air.
- b. Jenis Sistem Distribusi: Jenis sistem distribusi ditetapkan mengacu pada topografi daerah layanan. Apabila geografi mendukung mekanisme gravitasi, itu lebih disukai. Namun, apabila tidak maka sistem gravitasi lengkap, penyatuan gravitasi dan pompa mungkin diperlukan. Di daerah datar, mekanisme pompa langsung dapat digunakan dengan kombinasi menara air atau pompa pendorong.
- c. Penggunaan Pompa: Jika area servis memiliki tingkat ketinggian yang berbeda-beda, penyatuan mekanisme gravitasi dan pompa dapat digunakan. Jika perbedaan elevasi signifikan, area layanan dapat dibedakan menjadi beberapa zona untuk memenuhi persyaratan tekanan minimum. Katup pengurang tekanan dapat digunakan untuk mengurangi tekanan yang

berlebihan.

- d. Pembagian Zona: Jika perbedaan ketinggian di area layanan melebihi 40 meter, area layanan dapat dibagi menjadi beberapa zona untuk memastikan distribusi tekanan yang tepat. Katup pengurang tekanan juga dapat digunakan untuk mempertahankan tingkat tekanan yang aman dan optimal.

2.14. Analisa Perpipaan

Memilih rumus pada *Software Watergems* yang digunakan menggunakan koefisien Hazen-William :

$$hf = \frac{10.666 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.85}} \times L \quad (2.11)$$

keterangan :

hf : kehilangan energi atau tekanan (m)

Q : debit pipa

L : Panjang pipa

D : diameter pipa

C : koefisien kekasaran pipa

Tabel 2.3 Koefisien Kekasaran Pipa Hazen – Williams

Material	Koefisien Hazen - Williams (C)
Aluminium	130 – 150
ABS – Styrene Butadiene Acrylonite	130
Lapisan Aspal	130 – 140
Asbes Semen	140
Kuningan	130 – 140
Brick Selokan	90 – 100
Cast Iron laut berlapis	120
Cast Iron tak bergaris(CIP)	130
Cast Iron 20 thn	89 – 100
Cast Iron tempa polos	100
Cast Iron semen	140
Cast Iron 40 thn	43 – 64
Cast Iron aspal berjajar	140
Cast Iron 30 thn	75 – 90
Beton berjajar, bentuk kayu	120
Beton	100 – 140
Semen lapisan	130 – 140
Beton berjajar, bentuk-bentuk baja	140
Cast Iron aspal dilapisi	100
Cast Iron 10 thn	107 – 113

Tembaga	130 – 140
Beton tua	100 – 110
Ulet Besi, semen berbaris	120
Ulet Pipa Besi (DIP)	140
Corrugated Metal	60
Besi berlapis seng	120
Pipa Viber Glass (FRP)	150
Kaca	130
Serat	140
Plastik	130 - 150
Pipa Metal – sangat halus	130 - 140
Polyethylene, PE, Peh	140
Baja baru tak bergaris	140 – 150
Pipa halus	140
Polivinil klorida, PVC, CPVC	150
Baja dilas dan mulus	100
Baja bergelombang	60
Vitrifikasi Clay	110
Timah	130
Baja membantu, terpaku spiral	90 – 100
Kayu Stave	110 – 120
Kayu	120
Besi tempa, polos	100

Sumber : [Http ://Engineering tool box.com/Hazel Williams-Coefficients-d789.html](http://Engineering tool box.com/Hazel Williams-Coefficients-d789.html).

2.15. Analisa Sistem Jaringan Perpipaan Menggunakan Software Watergems

Meneliti struktur kompleks mekanisme transmisi air jernih melibatkan persiapan yang kompleks. Faktor utama yang berkontribusi terhadap kompleksitas investigasi ini adalah rangkaian proses trial-and-error yang ekstensif yang diperlukan oleh keseluruhan komponen dalam sistem jaringan distribusi air bersih. Saat ini, perangkat lunak komputer yang dirancang untuk merencanakan mekanisme transmisi air layak telah berkembang secara signifikan, secara efektif mengurangi kerumitan yang terkait dengan pengorganisasian jaringan tersebut. Proses percobaan sekarang dapat dilakukan secara efisien dalam rentang waktu pendek dan dengan margin kesalahan yang cenderung rendah, mengingat kemampuan analitik perangkat lunak. Dalam studi ini, perangkat lunak WaterGEMS akan digunakan karena statusnya sebagai penawaran terbaru dari industri Sistem Bentley, yang mewakili alat tingkat atas untuk analisis sistem jaringan perpipaan.

2.16. Deskripsi Software WaterGEMS



Gambar 2.5. Logo *Software WaterGEMS*

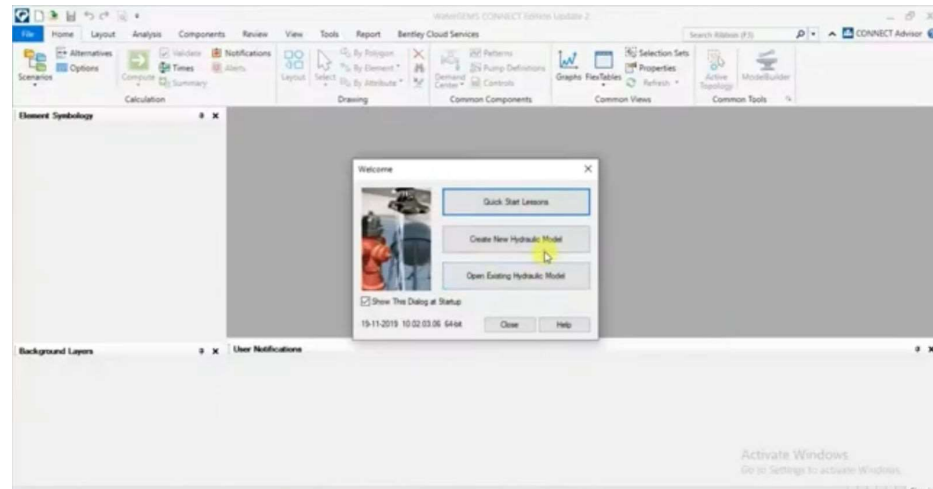
WaterGEMS adalah perangkat lunak pemodelan hidrolis yang dikembangkan oleh Bentley, sebuah perusahaan perangkat lunak yang berbasis di Amerika. Perangkat lunak ini berfungsi sebagai alat yang berharga untuk membuat model dan melakukan proses simulasi untuk menganalisis perilaku hidrolis sistem jaringan perpipaan. Ini sangat menguntungkan untuk simulasi dan evaluasi sistem jaringan distribusi air bersih.

WaterGEMS adalah perangkat lunak komprehensif untuk pemodelan distribusi air dan dikenal dengan antarmuka yang ramah pengguna. Itu dapat dioperasikan dalam berbagai platform seperti ArcGIS, AutoCAD, MicroStation, atau sebagai aplikasi mandiri.

2.17. Analisa Tahapan Penggunaan *Software WaterGEMS*

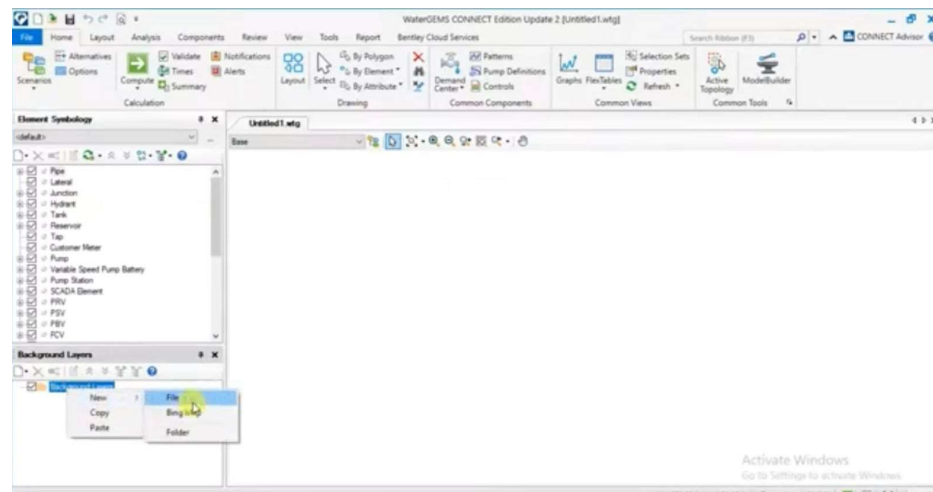
Proses penggunaan perangkat lunak WaterGEMS melibatkan langkah-langkah berikut:

1. Luncurkan perangkat lunak WaterGEMS. Saat memulai program, kotak dialog akan segera muncul. Kotak dialog ini menampilkan beberapa opsi, termasuk Contoh Mulai Cepat, Buat Proyek Baru, dan Buka Proyek yang Ada. Melalui kotak dialog ini, pengguna dapat memilih opsi yang diinginkan berdasarkan kebutuhannya, seperti yang diilustrasikan pada gambar terlampir.



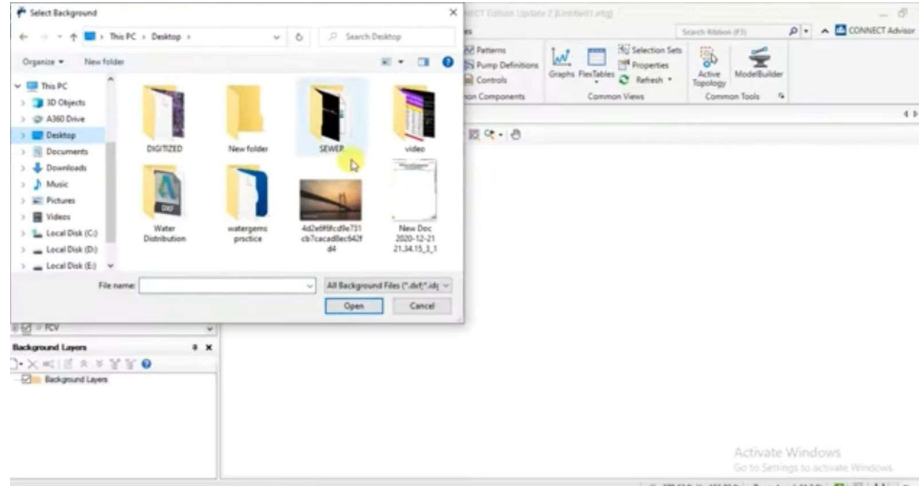
Sumber : Bentley, 2020

Gambar 2.6 Tampilan Kotak Dialog pada *software* WaterGEMS



Sumber : Bentley, 2020

Gambar 2.7 Tampilan setelah memilih *Create New Project* pada kotak

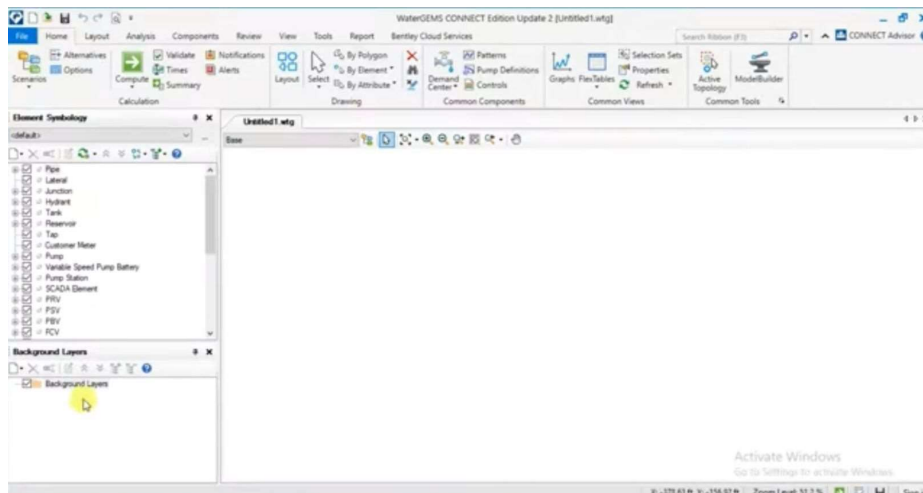


Sumber : Bentley, 2020

Gambar 2.8 Tampilan setelah memilih Open Existing Project pada kotak

2. Membuat Lembar Kerja

Untuk memulai lembar kerja baru, Anda dapat memilih "Buat Proyek Baru" di kotak dialog atau klik ikon file yang terletak di sudut kiri atas halaman, lalu pilih "Baru".



Sumber : Bentley, 2020

Gambar 2.9 Tampilan lembar kerja pada software WaterGEMS

3. Menampilkan Komponen mekanisme transmisi Air Yang Ideal

Guna merepresentasikan setiap elemen mekanisme transmisi air layak secara akurat, WaterGEMS menawarkan fitur pelabelan otomatis yang dapat

disesuaikan sesuai kebutuhan untuk pengelolaan, identifikasi, penggantian, atau pencarian komponen spesifik yang lebih mudah. Komponen mekanisme aliran air yang ideal meliputi reservoir, pipa, sambungan (titik simpul), dll., yang disimulasikan untuk mendekati kinerja dunia nyata dari elemen aslinya. Untuk tujuan representasi, WaterGEMS menyediakan label otomatis untuk komponen ini, yang dapat dimodifikasi seperlunya untuk meningkatkan pengelolaan, identifikasi, penggantian, atau pengambilan elemen tertentu. Untuk secara mahir merepresentasikan masing-masing perkakas dari mekanisme transmisi air layak, insinyur harus mahir dalam memanfaatkan WaterGEMS untuk memodelkan komponen-komponen ini. Metode simulasi komponen untuk mekanisme transmisi air layak di WaterGEMS diuraikan meliputi:

a) Node Pemodelan (Persimpangan)

Node mewakili titik penghubung atau komponen yang langsung berinteraksi dengan konsumen dengan mengirimkan air yang tidak diolah. Dua jenis aliran terjadi pada node ini: permintaan air (outflow) dan inflow. Jenis aliran untuk permintaan air baku digunakan jika ada tambahan debit masuk di node tersebut. Informasi yang diperlukan untuk node masukan meliputi elevasi dan detail mengenai volume air olahan yang dibutuhkan pada node tersebut.

b) Pemodelan Kebutuhan Air Baku

Kebutuhan air baku di setiap node dapat berbeda-beda berdasarkan jangkauan pelayanan dan jumlah konsumen di node tersebut. Menurut WaterGEMS, permintaan air dikategorikan menjadi permintaan tetap dan permintaan variabel. Permintaan tetap mewakili kebutuhan air rata-rata harian, sedangkan permintaan variabel mengacu pada kebutuhan air yang berfluktuasi secara teratur berdasarkan penggunaan air.

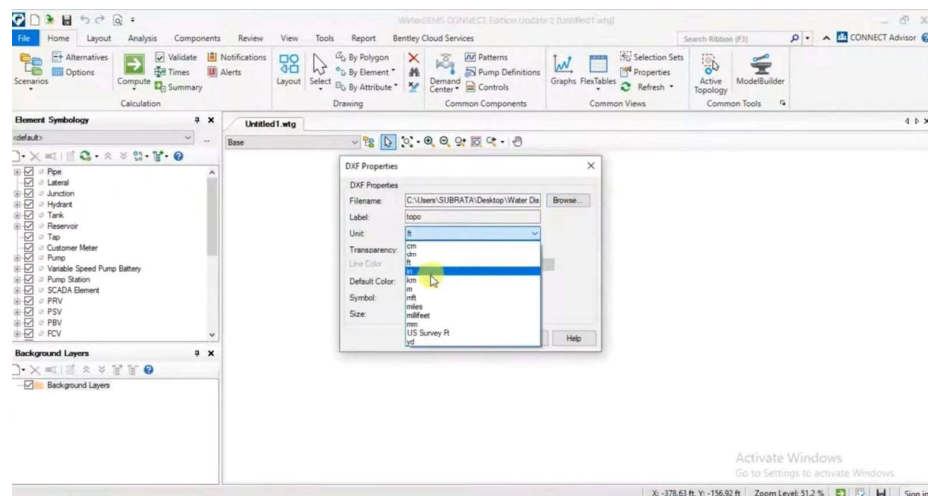
c) Pemodelan Pipa

Pipa berfungsi sebagai komponen yang menghubungkan katup, node, dan pompa. Pemodelan pipa membutuhkan beberapa detail teknis, termasuk jenis material, diameter dan panjang pipa, kekasaran, dan status pipa (terbuka atau tertutup). WaterGEMS menawarkan pilihan material pipa

untuk pilihan langsung berdasarkan penggunaan material di dunia nyata. Sedangkan dalam konteks skematis, panjang pipa dapat disesuaikan, terlepas dari panjang yang ditampilkan di layar komputer..

d) Pemodelan Reservoir (Pasokan).

Pada software WaterGEMS, reservoir digunakan untuk merepresentasikan sumber air seperti danau dan sungai. Dalam konteks ini, waduk digambarkan sebagai sumber air yang tetap tidak dikonsumsi atau mempertahankan ketinggian air yang relatif konsisten meskipun ada kebutuhan air. Informasi yang diperlukan untuk pemodelan reservoir meliputi kapasitas debit dan ketinggian air.

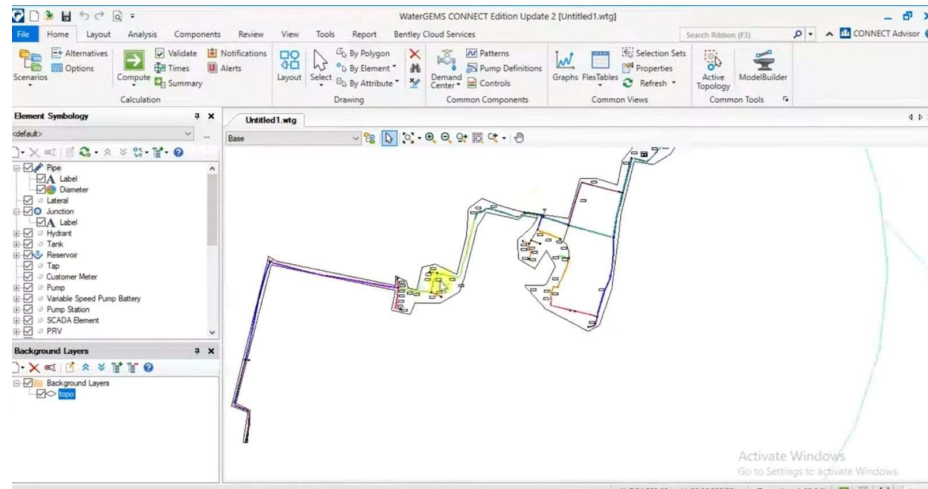


Sumber : Bentley, 2020.

Gambar 2.10 Kotak data teknis pada *software* WaterGEMS

4. Perhitungan dan Analisis Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih

Setelah tata letak jaringan dirancang dan semua komponen ditentukan secara akurat, simulasi dilakukan untuk menganalisis sistem jaringan distribusi.



Sumber : Bentley, 2020.

Gambar 2.11 Tampilan pemodelan pada *software* WaterGEM