

# **EVALUASI PERHITUNGAN DEBIT AIR MINUM PDAM TIRTANADI CABANG MEDAN AMPLAS**

**SKRIPSI**

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mengikuti  
Sidang Sarjana Teknik Sipil*

**Disusun Oleh:**

**YOHANA IRSANI**  
**NPM 14.811.0088**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2021**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 14/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)14/12/21

**EVALUASI PERHITUNGAN DEBIT AIR MINUM PDAM TIRTANADI  
CABANG MEDAN AMPLAS  
SKRIPSI**

**Disusun Oleh:**

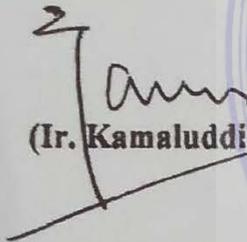
**YOHANA IRSANI**

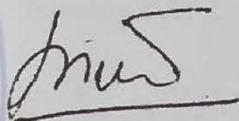
**NPM 14.811.0088**

**Disetujui :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

  
**(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)**

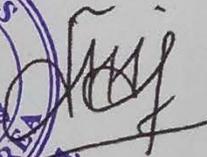
  
**(Ir. Nuril Mahda Rkt, MT)**

**Mengetahui :**

**Dekan Fakultas Teknik**

  
**(Dr. Ir. Dina Maizana, MT)**

**Ka. Prodi Teknik Sipil**

  
**(Susilawati, S.Kom, M.Kom)**

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang telah saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan belum pernah dipublikasikan dimanapun dan oleh siapapun. Pendapat atau temuan yang terdapat dalam skripsi ini dikutip dan dirujuk berdasarkan metode ilmiah, benar bebas dari plagiat. Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Medan, 26 Agustus 2021

Penulis,



Yohana Irsani  
14.811.0088

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai aktivitas akademis Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yohana Irsani

NPM : 14 811 0088

Program Studi : Teknik Sipil

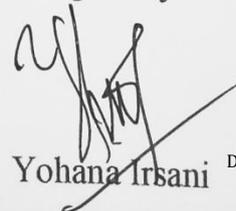
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area hak bebas royalti non eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : EVALUASI PERHITUNGAN DEBIT AIR MINUM PDAM TIRTANADI CABANG MEDAN AMPLAS. Beserta perangkat yang ada dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan dan mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 26 Agustus 2021

Yang Menyatakan,



Yohana Irsani

Document Accepted 14/12/21

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## ABSTRAK

PDAM Tirtanadi cabang Medan Amplas merupakan Perusahaan Air minum yang ada di Sumatera Utara pada umumnya berasal dari warisan pemerintah kolonial Belanda yang dikenal dengan nama Water Leading Bedriyf. PDAM Tirtanadi cabang Medan Amplas dibangun pada tahun 2004. PDAM Tirtanadi cabang Medan Amplas memiliki tujuan utama yaitu memberikan pelayanan dan mengelola air minum sesuai dengan persyaratan kesehatan, memajukan perekonomian daerah serta menambah kualitas lingkungan dan mencapai kesejahteraan umumnya. Pertambahan penduduk yang terjadi mengakibatkan meningkatnya kebutuhan terhadap air bersih. Maksud penelitian adalah mengevaluasi perhitungan debit air untuk kebutuhan Komplek Astra Medan Amplas. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui kebutuhan air bersih di Komplek Astra Medan Amplas serta mengetahui sistem jaringan pendistribusian air bersih di daerah pelayanan PDAM Tirtanadi cabang Medan Amplas khususnya di Komplek Astra. Berdasarkan hasil perhitungan didapat bahwa total kebutuhan air bersih untuk Komplek Astra sebesar 88,5612 m<sup>3</sup>/hari. Dari perhitungan ini kebutuhan air untuk konsumen sudah memenuhi. Dari penelitian ini dapat disimpulkan PDAM Tirtanadi cabang Medan Amplas sudah memenuhi kebutuhan masyarakat.

**Kata Kunci : distribusi air bersih, kebutuhan air**

## **ABSTRACT**

*PDAM Tirtanadi Medan Amplas water utilities in North Sumatra which generally comes from the legacy of the Dutch colonial government known as Water Leading Bedriyf. PDAM Tirtanadi Medan Amplas was built in 2004. The main objective of PDAM Tirtanadi Medan Amplas is to manage and provide drinking water services that meet health requirements and to develop regional economies, increase regional income and improve environmental quality and achieve general welfare. The population growth that occurs has resulted in an increased need for clean water. The purpose of this research is to evaluate the water discharge calculation for the needs of the Medan Amplas Astra Complex. The purpose of this study was to determine the need for clean water in the Medan Amplas Astra Complex and to find out the clean water distribution network system in the service area of PDAM Tirtanadi Medan Amplas, especially in the Astra Complex. Based on the calculation results, it is found that the total need for clean water for the Astra Complex is 88,5612 m<sup>3</sup> / day. From this calculation for the water needs for consumers already meet. From this study, it can be concluded that PDAM Tirtanadi Medan Amplas already meet community needs.*

**Keywords :** *distribution of clean water, water needs*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan kehadiran ALLAH SWT atas rahmat-Nya memberikan kesempatan pada penulis, sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini berjudul “Evaluasi Perhitungan Debit Air Minum PDAM Tirtanadi Cabang Medan Amplas” merupakan tugas akhir yang wajib diselesaikan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program Strata I (SI) jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan petunjuk, kekuatan, kesabaran serta keteguhan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik tanpa melalaikan perintah-NYA.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc; selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, MT; selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Ibu Susilawati, S.Kom, M.Kom; selaku Ketua Program studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.

5. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT; selaku Dosen Pembimbing Skripsi I atas segala bimbingan dan arahan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
6. Ibu Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT; selaku Dosen Pembimbing Skripsi II yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
7. Kedua orangtua dan seluruh keluarga penulis, yang selalu memberikan nasehat, doa serta kesabarannya dalam setiap langkah hidup penulis.
8. Seluruh Dosen dan Pegawai Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.
9. Seluruh teman-teman yang telah memberikan dukungannya, bantuan dan saran kepada penulis.

Skripsi ini masih terdapat kekurangan dalam penyusunan oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dimasa mendatang.

Medan, 26 Agustus 2021

Hormat Saya,

Yohana Irsani

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PUBLIKASI AKADEMIS .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Perumusan Masalah.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1. Umum .....	5
2.2. Defenisi Air Bersih.....	7
2.3. Persyaratan dalam Penyediaan Air Bersih .....	8
2.3.1. Persyaratan Kualitatif.....	8
2.3.2. Persyaratan Kuantitatif.....	10

2.3.3. Persamaan Kontinuitas .....	10
2.4. Kebutuhan Air Bersih .....	10
2.4.1. Fluktuasi Kebutuhan Air .....	12
2.5. Sumber Air Bersih .....	14
2.6. Penyalahgunaan dan Pencemaran.....	15
2.7. Sistem Distribusi dan Sistem Pengaliran Air Bersih .....	16
2.7.1. Sistem Distribusi Air Bersih .....	16
2.7.2. Sistem Pengaliran Air Bersih.....	18
2.8. Hidraulika Aliran dalam Perpipaan .....	19
2.8.1. Pipa Bertekanan .....	19
2.8.2. Kecepatan dan Kapasitas Aliran Fluida .....	19
2.8.3. Kehilangan Tinggi Tekanan.....	21
2.8.3.1. Kehilangan Tinggi Tekanan Minor .....	21
2.8.3.2. Kehilangan Tinggi Tekanan Mayor.....	23
2.8.4. Persamaan Empiris untuk Aliran didalam Pipa .....	25
2.9. Mekanisme Aliran Pipa.....	25
2.9.1. Pipa Hubungan Seri.....	26
2.9.2. Pipa Hubungan Paralel .....	27
2.9.3. Pipa dengan Turbin .....	27
2.9.4. Pipa dengan Pompa .....	28
2.10. Sistem Jaringan Pipa .....	29
2.11. Sambungan Rumah (SR).....	31
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>

3.1. Lokasi Penelitian.....	32
3.2. Sejarah Singkat PDAM Tirtanadi Cab Medan Amplas .....	33
3.3. Klimatologi.....	34
3.4. Kondisi Topografi .....	34
3.5. Analisa Data.....	35
3.6. Kerangka Berpikir .....	35
3.7. Proses Perjalanan Air bersih PDAM hingga sampai ke rumah.....	37
<b>BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>40</b>
4.1. Perhitungan Kebutuhan Air.....	40
4.1.1. Kebutuhan Air Pelanggan PDAM di Komplek Astra .....	41
4.1.2. Kebutuhan Air Rumah 1 .....	42
4.1.3. Kebutuhan Air Rumah 2.....	43
4.1.4. Kebutuhan Air Rumah 3.....	44
4.1.5. Kebutuhan Air Rumah 4.....	44
4.1.6. Kebutuhan Air Rumah 5.....	45
4.1.7. Kebutuhan Air Rumah 6.....	46
4.1.8. Kebutuhan Air Rumah 7.....	47
4.1.9. Kebutuhan Air Rumah 8.....	48
4.1.10. Kebutuhan Air Rumah 9.....	48
4.1.11. Kebutuhan Air Rumah 10.....	49
4.2. Besarnya Debit Pemakaian Air Bersih di Komplek Astra.....	55
4.3. Perhitungan Diameter Pipa Distribusi .....	57
4.4. Hasil Kuesioner Masyarakatdi Komplek Astra.....	57

4.5. Pembahasan.....	58
<b>BAB V KESIMPULAN dan SARAN .....</b>	<b>59</b>
5.1. Kesimpulan.....	59
5.2. Saran .....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1. Standar Kebutuhan Air Bersih .....	12
2. Tabel 2.2. Kehilangan Minor dalam Pipa Akibat Peleburan.....	21
3. Tabel 2.3. Kehilangan Minor Jaringan Pipa Akibat Penyempitan .....	22
4. Tabel 2.4. Kehilangan Minor di Jaringan Pipa Akibat Belokan.....	22
5. Tabel 4.1. Perhitungan Kebutuhan Air Komplek Rumah 11 s/d 25 .....	50
6. Tabel 4.2. Perhitungan Kebutuhan Air Komplek Rumah 26 s/d 40 .....	51
7. Tabel 4.3. Perhitungan Kebutuhan Air Komplek Rumah 41 s/d 55 .....	52
8. Tabel 4.4. Perhitungan Kebutuhan Air Komplek Rumah 56 s/d 70 .....	53
9. Tabel 4.5. Perhitungan Kebutuhan Air Komplek Rumah 71 s/d 85 .....	54
10. Tabel 4.6. Perhitungan Kebutuhan Air Komplek Rumah 86 s/d 100 .....	55

## DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1. Air Mengalami Daur Ulang.....	5
2. Gambar 2.2. Diagram Moody.....	23
3. Gambar 2.3. Pipa yang Dihubungkan Seri.....	26
4. Gambar 2.4. Pipa yang Dihubungkan Paralel.....	27
5. Gambar 2.5. Pipa dengan Turbin.....	28
6. Gambar 2.6. Pipa dengan Pompa.....	29
7. Gambar 3.1. Lokasi PDAM Tirtanadi Cabang Medan Amplas .....	32
8. Gambar 3.2. Peta Wilayah yang Dilayani PDAM Tirtanadi Amplas .....	34
9. Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian .....	36
10. Gambar 3.4. Proses perjalanan air PDAM hingga ke rumah .....	37

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Keberadaan air bersih di daerah yang padat penduduk sangat penting karena aktifitas kehidupan masyarakat perkotaan dan masyarakat desa yang sangat dinamis. Air bersih untuk keperluan sehari-hari merupakan salah satu kebutuhan utama masyarakat perkotaan maupun pedesaan.

Kualitas air minum ditingkatkan dengan mengelola air dengan baik seperti melakukan sistem penyaringan air dari kotoran, lakukan pengecekan pipa secara berkala dan lain-lain. Selain kualitas air, selanjutnya perlu memperhatikan kuantitas air karena semakin modern pola hidup masyarakat di suatu daerah maka akan semakin meningkat pula kebutuhan air yang diperlukan masyarakat tersebut. Untuk keperluan minimum maka dibutuhkan air rata-rata sebanyak 5 liter/hari, sedangkan secara keseluruhan kebutuhan air suatu rumah tangga untuk masyarakat Indonesia diperkirakan sebesar 60 liter/hari. Air bersih disediakan untuk masyarakat telah diatur didalam pasal 5 UU No. 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, yaitu Negara menjamin hak setiap orang untuk mendapatkan air bagi kebutuhan pokok minimal sehari-hari guna memenuhi kebutuhannya yang sehat, bersih, dan produktif.

Sistem distribusi yaitu jaringan perpipaan untuk mengalirkan air minum dari reservoir menuju daerah pelayanan/ konsumen. Pada pendistribusian air minum dapat didistribusi dengan tiga cara yaitu air dari sumber langsung dialirkan

ke pelanggan yang disebut aliran disrtibusi, air dari sumber yang dilairkan ke reservoir dengan aliran rata-rata, kemudian dari reservoir dialirkan lagi ke pelanggan/konsumen dan air dari sumber dialirkan ke unit-unit pengolahan, kemudian dari unit pengolahan, yang terakhir air terolah ke reservoir distribusi, dari reservoir tersebut didistribusikan keseluruh daerah pelayanan. (*Novdin M Sianturi, 2013*).

Sehingga saat ini perlu dikembangkan sistem jaringan air bersih yang tepat. Sistem jaringan air bersih dibuat untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk suatu kota atau suatu komunitas. Sumber air baku dapat berasal dari mata air, danau, sungai atau air tanah dalam. Air tersebut kemudian diolah pada instalasi pengolahan air supaya memenuhi standar air bersih yang dikeluarkan oleh Menteri kesehatan dan kemudian didistribusikan kepada konsumen.

Air merupakan zat yang tersusun dari unsur kimia hydrogen dan oksigen dan berada dalam bentuk gas, cair, dan padat. Ini adalah salah satu senyawa yang palinhg banyak dan penting. Cairan yang tidak berasa dan tidak berbau pada suhu ruang, memiliki kemampuan penting untuk melarutkan banyak zat lainnya. Air bersih yaitu air yang memiliki kualitas yang bagus, dapat diminum, dan dapat digunakan untuk kegiatan masyarakat setiap harinya seperti sanitasi.

Penelitian ini dilakukan di PDAM Tirtanadi cabang Medan Amplas dan juga di Komplek Astra Medan Amplas dengan tujuan agar mengetahui berapa banyak debit air bersih yang dibutuhkan oleh masyarakat Komplek Astra serta masalah pendistribusian air bersih yang dapat disalurkan dengan merata sehingga tidak terjadinya jam puncak pada jam 07:00 – 09:00 WIB pagi hari dan sore hari

pada pukul 17:00 – 19:00 karena pada saat itu pelanggan mulai beraktivitas sehingga pemakaian air sangat tinggi.

## **1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah mengevaluasi perhitungan debit air bersih untuk keperluan rumah tangga Komplek Astra Kecamatan Medan Amplas.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kebutuhan air bersih di Komplek Astra Kecamatan Medan Amplas serta mengetahui bagaimana sistem jaringan pendistribusian air bersih di daerah layanan subsistem PDAM Tirtanadi di Kecamatan Medan Amplas.

## **1.3. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan beberapa pokok permasalahan sebagai berikut:

- a. Berapa kebutuhan air bersih di PDAM Tirtanadi cabang Kecamatan Medan Amplas khususnya di Komplek Astra Medan Amplas
- b. Bagaimana cara memaksimalkan sumber air yang ada untuk memenuhi kebutuhan air bersih di PDAM Tirtanadi cabang Kecamatan Medan Amplas khususnya Komplek Astra Medan Amplas

## **1.4. Batasan Masalah**

Ditinjau dari kondisi serta mengingat waktu yang sangat terbatas, maka dalam penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

- a. Perhitungan debit air yang didistribusikan berdasarkan keperluan daerah pelayanan saja, tidak membahas pengolahan air bersih.
- b. Dikarenakan wilayah layanan di PDAM Tirtanadi cabang Kecamatan Medan Amplas sangat luas, maka perhitungan debit air dibatasi hanya Komplek Astra Medan Amplas saja.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

- a. Bagi Penulis

Menambah pengalaman dan wawasan dalam mengetahui kebutuhan air bersih yang diperlukan masyarakat apakah memenuhi atau tidak, dari air bersih yang dialirkan oleh PDAM Tirtanadi cabang Medan Amplas.

- b. Bagi Akademis

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pandangan bagi kepustakaan sebagai bahan pertimbangan bagi pihak yang akan mengadakan penelitian yang menyangkut dengan judul yang sama dengan penelitian ini.

- c. Bagi Instansi Penerus

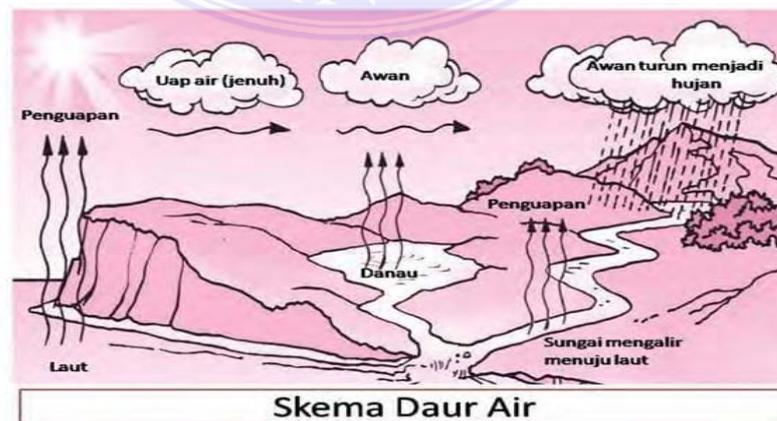
Dapat menjadi refrensi untuk peneliti lainnya yang berkaitan dengan kebutuhan air bersih yang diperlukan masyarakat dalam aktivitasnya sehari-hari.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Umum

Air merupakan bagian sangat penting dalam kehidupan. Tanpa air di bumi tidak akan ada kehidupan. Air adalah bagian terbesar penyusun tubuh makhluk hidup. Tubuh kita mengandung air lebih dari 60%. Sebagian besar permukaan bumi ditutupi oleh air atau lautan. Air mengisi cekungan-cekungan di permukaan bumi, seperti terbentuknya laut, danau, situ, kolam, sungai, dan mata air. Air menentukan kesuburan tanah. Air ada di berbagai lapisan bumi, di permukaan bumi, udara, dan di dalam bumi. Air di dalam bumi disebut air tanah sebagai sumber mata air. Air hujan yang jatuh ke bumi diserap oleh tanah menjadi air tanah. Mata air di gunung sebagai sumber aliran air sungai. Semua sungai mengalirkan airnya ke laut. Air laut dapat menguap oleh pemanasan sinar matahari. Uap air menjadi awan atau mendung sebagai bakal hujan. Air di alam mengalami daur ulang sebagaimana ditunjukkan gambar di bawah ini.



Gambar 2.1. Air mengalami daur ulang  
Sumber : Daur Air (Siklus Hidrologi). Samhis Setiawan. 2021.

Air memiliki banyak kegunaan bagi kehidupan. Di bidang kesehatan, air dapat digunakan sebagai bahan pembersih, bahan pelarut zat, alat pengangkut zat, dan media kerja enzim. Di bidang teknik, aliran air digunakan sebagai sarana dan prasarana air minum dan tenaga pembangkit listrik. Di bidang pariwisata, air digunakan sebagai sarana rekreasi dan hiburan. Dalam bidang pertanian, air berguna untuk irigasi (pengairan) sawah, ladang, dan perkebunan. Untuk tumbuhan, air diperlukan untuk bahan fotosintesis dan alat pengangkutan zat hara yang diserap dari tanah lewat akar-akarnya.

Salah satu yang mempengaruhi ketersediaan air di suatu daerah yaitu iklim. Daerah yang memiliki iklim dengan curah hujan yang tinggi maka biasanya mengalami ketersediaan air yang melimpah. Sedangkan daerah dengan curah hujan rendah sering kali mengalami kekurangan persediaan air. Polusi air juga dapat mempengaruhi ketersediaan air bersih. Polusi air yaitu penyebab tercemarnya air bersih menjadi kotor sehingga tidak dapat dikonsumsi. Polusi air dapat terus menyebar secara merata didalam air, mengakibatkan berkurangnya ketersediaan air bersih. Polusi air juga membunuh organisme air membuat air tersebut mengandung banyak bangkai yang semakin memperparah pencemarannya.

Unsur-unsur yang membentuk ketersediaan air di masyarakat perkotaan meliputi:

1. Sumber-sumber yang menyediakan air
2. Sumber-sumber penampungan
3. Sumber-sumber penyaluran

4. Sumber-sumber pengolahan
5. Sumber-sumber penyaluran

Dalam hal memenuhi air bersih ke rumah penduduk, pabrik, perdagangan, perikanan dan lainnya diperlukan sistem distribusi pipa air bersih. Sistem distribusi air jaringan perpipaan untuk mengalirkan air minum dari reservoir menuju daerah pelayanan/ konsumen. Fungsi dari reservoir antara lain adalah untuk menampung air bersih yang siap didistribusikan, meratakan debit air dalam sistem jaringan distribusi serta mengatur tekanan air dalam jaringan distribusi. Merencanakan sistem distribusi air bersih harus memperhatikan keperluan air setiap daerah, jumlah konsumen, pipa untuk mengalirkan air ke konsumen, dan dekteksi kebocoran.

## **2.2. Defenisi Air Bersih**

Air bersih yaitu air yang memiliki kualitas yang bagus, dapat diminum, dan dapat digunakan untuk kegiatan masyarakat setiap harinya seperti sanitasi. Air bersih sangat diperlukan untuk kesehatan dan kesejahteraan manusia dan digunakan untuk berbagai kegiatan termasuk memasak, berkebun, mencuci pakaian dan lain-lain. Oleh karena itu, sangat penting untuk menyediakan air dengan kualitas yang mendukung dan tidak membahayakan bagi kesehatan dan kesejahteraan. Dan juga sangat penting bagi pemerintah untuk melakukan segala upaya untuk memastikan terpenuhinya kualitas dan ketersediaan air bersih di setiap daerah.

## 2.3. Persyaratan dalam Menyediakan Air Bersih

### 2.3.1. Persyaratan Kualitatif

Persyaratan kualitatif yaitu:

#### 1. Persyaratan Fisik

- a. Warna. Air bersih tidak memiliki warna, namun pada umumnya terlihat warna kebiruan jika dalam volume besar.
- b. Rasa dan bau. Air tidak memiliki rasa dan bau.
- c. Kekeruhan. Sebagian besar air mengandung partikel mikroskopis dari tanah liat atau lumpur serta bahan organik. Kekeruhan diukur dengan nephelometer berdasarkan intensitas cahaya yang bersinar melalui sampel air dalam satuan yang disebut Nephelometric Turbidity Units (NTU). Kekeruhan air yang tinggi dapat membuat air tidak dapat diterima, dan dapat menunjukkan kualitas air yang buruk yang disebabkan oleh pengolahan air yang tidak efisien.

#### 2. Persyaratan Kimiawi

Syarat kimia yaitu:

##### a. Bahan kimia anorganik

Air dari lingkungan alam sebelum diolah dan didistribusikan, di mana ia bersentuhan dengan berbagai macam elemen dan senyawa yang ada di udara, di permukaan bumi dan di tanah dan batuan. Air mungkin

juga telah bersentuhan dengan aktivitas manusia, proses industri, atau polusi. Bahan kimia anorganik seperti besi (Fe), fluoride (F), sodium (Na), zink (Zn), mangan (Mn), uranium (U), Aluminium (Al).

b. Bahan kimia organik

Berbagai senyawa organik yang ditemukan dalam air dapat menyebabkan masalah pada kualitas air. Zat organik terlarut berasal dari aktivitas biologis dan terutama ditemukan di permukaan air. Sebagian besar tidak berbahaya, tetapi ada juga yang berbahaya seperti pestisida. Zat organik dapat berfungsi sebagai sumber makanan bagi mikroorganisme yang menyebabkan mereka tumbuh dalam sistem distribusi dan menyebabkan penurunan kualitas air.

3. Syarat Mikrobiologis

Mikroorganisme seperti virus, bakteri dan protozoa dalam air dapat menyebabkan penyakit, gangguan rasa dan bau serta korosi pada beton dan logam pada sistem distribusi. Karena tidak mungkin untuk memeriksa secara rutin semua kemungkinan mikroorganisme, pengujian berfokus pada indikator mikrobiologi yang mungkin tidak berbahaya sendiri, tetapi menunjukkan bahwa air terkontaminasi dan karenanya mungkin juga mengandung mikroorganisme berbahaya lainnya. Syarat mikrobiologis yaitu tidak boleh adanya mikroorganisme

seperti diatas didalam air bersih karena akan menyebabkan penyakit.

### **2.3.2. Persyaratan Kuantitatif**

Yaitu penyediaan jumlah air baku yang dapat memenuhi sesuai kebutuhan konsumen untuk pemakaian sehari-hari. Jumlah air yang diperlukan dipengaruhi oleh majunya tingkat teknologi, sosial, dan ekonomi yang dialami oleh masyarakat sekitar. Contohnya, kebutuhan air pada masyarakat di daerah perkotaan lebih tinggi dari pada di pedesaan.

### **2.3.3. Persyaratan Kontinuitas**

Persyaratan penyediaan air bersih selain yang diatas ada juga persyaratan kontinuitas. Kontinuitas merupakan tersedianya air bersih selama 24 jam per hari atau setiap saat diperlukan. Pentingnya kontinuitas aliran dilihat dari kebutuhan konsumen. Kebutuhan konsumen akan air untuk keperluan sehari-hari maupun untuk menjalankan usaha, menggunakan air dengan jumlah yang tidak ditentukan.

## **2.4. Kebutuhan Air Bersih**

Definisi dari kebutuhan air bersih yaitu jumlah air yang digunakan untuk kehidupan sehari-hari. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan air bersih menurut Linsey and Franzini yaitu:

1. Iklim

Kebutuhan air untuk mandi, menyiram taman, pengaturan udara, dan sebagainya akan lebih besar pada iklim yang hangat dan kering daripada di iklim yang lembab. Pada iklim yang sangat dingin, air mungkin diboroskan ke keran-keran untuk mencegah bekunya pipa-pipa.

## 2. Penduduk

Pemakaian air dipengaruhi oleh status ekonomi dari para pelanggan. Pemakaian perkapita di daerah miskin jauh lebih rendah daripada di daerah-daerah kaya. Di daerah-daerah tanpa pembuangan limbah, konsumsi dapat sangat rendah hingga sebesar 40 liter/kapita/hari.

## 3. Masalah Lingkungan Hidup

Meningkatnya perhatian masyarakat terhadap berlebihannya pemakaian sumber-sumber daya telah menyebabkan berkembangnya alat-alat yang dapat digunakan untuk mengurangi jumlah pemakaian air di daerah pemukiman.

## 4. Keberadaan Industri dan Perdagangan

Keberadaan industri dan perdagangan dapat mempengaruhi banyaknya kebutuhan air per kapita dari suatu kota.

## 5. Iuran Air dan Meteran

Bila harga air mahal, orang akan lebih menahan diri dalam pemakaian air dan industri mungkin mengembangkan persediaannya sendiri dengan biaya yang lebih murah. Para pelanggan yang jatah air diukur dengan meteran akan cenderung untuk memperbaiki kebocoran-kebocoran dan

mempergunakan air dengan jarang. Pemasangan meteran pada beberapa kelompok masyarakat telah menurunkan pengguna air hingga sebanyak 40 persen.

#### 6. Ukuran Kota

Penggunaan air per kapita pada kelompok masyarakat yang mempunyai jaringan limbah cenderung untuk lebih tinggi di kota-kota besar. Secara umum, perbedaan itu diakibatkan oleh lebih besarnya pemakaian oleh industry, lebih banyaknya tanam-tanaman, pemakaian air lebih banyak untuk perdagangan dan lebih banyak pemborosan.

Standar kebutuhan air bersih dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Standar Kebutuhan Air Bersih

No.	Kategori	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Pemakaian Air (liter/hari/jiwa)
1	Metropolitan	➤ 1.000.000	150 – 200
2	Kota Besar	500.000 – 1.000.000	120 – 150
3	Kota Sedang	100.000 – 500.000	100 – 125
4	Kota Kecil	20.000 – 100.000	90 – 110
5	Semi Urban (kecamatan/desa)	3.000 – 20.000	60 – 90

Sumber : SNI 6728. 1: 2015

#### 2.4.1. Fluktuasi Kebutuhan Air

Salah satu faktor dalam perkiraan kebutuhan air adalah fluktuasi kebutuhan air, yang berarti pemakaian air berubah-ubah setiap waktu.

Perubahan ini dikarenakan aktivitas dan kebiasaan masyarakat yang berbeda.

Fluktuasi kebutuhan air dikelompokkan menjadi beberapa bagian, yaitu:

1. Rata-rata keperluan air per hari, yaitu rata-rata air yang diperlukan konsumen per harinya. Dihitung dari total digunakannya air bersih per tahun dibagi 365 hari (1 tahun).
2. Keperluan air maksimal, yaitu keperluan air dengan penggunaan terbesar dalam satu hari selama satu tahun. Dihitung dengan keperluan hari maksimum dibagi dengan keperluan rata-rata per hari. Faktor hari maksimal berkisar 1,1 s/d 1,3.
3. Keperluan air di jam tertinggi (puncak), yaitu air yang diperlukan selama 1 jam tertinggi selama satu hari. Dihitung dengan keperluan air dijam tertinggi dibagi dengan rata-rata keperluan air per hari. Faktor jam tertinggi (puncak) yaitu 1,5 s/d 1,75.

Air yang diperlukan secara maksimal dan di jam tertinggi dihitung menurut keperluan dan tingkat kebocoran yaitu:

1. Keperluan air maksimal per hari =  $1,15 \times$  rata-rata keperluan air
2. Keperluan air di jam tertinggi (puncak) =  $1,56 \times$  keperluan air maksimal perhari

## 2.5. Sumber Air Bersih

Pada dasarnya jumlah air didalam adalah tetap dan mengikuti suatu aliran, dengan adanya penyinaran matahari, maka dengan ini uap air akan menyatu ditempat tinggi yang dikenal dengan awan. Oleh angin, awan ini akan dibawa semakin tinggi dimana temperature diatas semakin rendah yang menimbulkan titik air yang jatuh ke bumi sebagai hujan. Jika air ini keluar dari permukaan bumi atau tanah, maka air tersebut disebut dengan mata air. Air permukaan yang mengalir dipermukaan bumi umumnya membentuk sungai-sungai dan jika melalui suatu tempat rendah, maka air akan berkumpul disuatu danau. Tetapi banyak diantaranya yang mengalir ke laut kembali. Berdasarkan sumbernya, air dapat digolongkan menjadi 4 kelompok, yaitu:

### a. Air Atmosfer

Yaitu air yang dalam keadaan murni sangat bersih tetapi karena adanya pengotoran udara yang disebabkan kotoran-kotoran dan debu, maka untuk menjadikan air hujan sebagai air minum hendaknya pada penampung air hujan jangan dimulai pada saat hujan baru turun, karena masih banyak mengandung banyak kotoran.

### b. Air Permukaan

Merupakan air hujan yang mengalir dipermukaan bumi, adapun macam-macam air permukaan antara lain:

1. Air Sungai, rata-rata lebih dari 40.000 km<sup>3</sup> air diperoleh dari sungai-sungai di dunia.

2. Air Rawa, pada umumnya air rawa berwarna karena adanya zat-zat organic yang telah membusuk.

c. Air Tanah

Yaitu air yang terdapat pada lapisan tanah atau bebatuan dibawah permukaan tanah. Air tanah merupakan salah satu sumber daya air selain air sungai dan air hujan. Air tanah juga mempunyai peranan yang sangat penting terutama dalam menjaga keseimbangan dan ketersediaan bahan baku air untuk kepentingan rumah tangga maupun untuk kepentingan insudtri.

## 2.6. Penyalahgunaan dan Pencemaran

Sumber air yang berada disekeliling kita, biasanya terganggu akibat penggunaan dan penyalahgunaan sumber air seperti:

a. Pertanian

Penghamburan air akibat ketiadaannya penyaluran air yang baik pada lahan yang diairi dengan irigasi (untuk penghematang dalam jangka pendek) dapat berakibat terjadinya kubangan yang akhirnya dapat menyebabkan hilangnya produktivitas air dan tanah.

b. Industri

Walaupun industri menggunakan air jauh lebih sedikit dibandingkan dengan irigasi pertanian, namun penggunaan air oleh bidang industry mungkin membawa dampaknya yang lebih parah dipandang dari dua segi. Pertama, penggunaan air bagi industry sering tidak diatur dalam kebijakan

sumber daya air nasional, maka cenderung berlebihan. Kedua, pembuangan limbah industry yang tidak diolah dapat menyebabkan pencemaran bagi air permukaan atau air bawah tanah, sehingga menjadi berbahaya untuk dikonsumsi. Air buangan industry sering dibuang langsung ke sungai dan saluran-saluran, mencemarinya, dan pada akhirnya juga mencemari lingkungan laut, atau kadang buangan tersebut dibiarkan saja meresap kedalam air tanah tanpa melalui proses pengolahan apapun. Kerusakan yang diakibatkan oleh buangan ini sudah melewati proporsi volumenya. Banyak bahan kimia modern begitu kuat sehingga sedikit kontaminasi saja sudah cukup membuat air dalam volume yang sangat besar tidak dapat digunakan untuk minum tanpa proses pengolahan khusus.

## **2.7. Sistem Distribusi dan Sistem Pengaliran Air Bersih**

### **2.7.1. Sistem Distribusi Air Bersih**

Sistem distribusi yaitu jaringan perpipaan untuk mengalirkan air minum dari reservoir menuju daerah pelayanan/konsumen. Sistem distribusi air bersih adalah seluruh bagian dari jaringan pasokan air yang terdiri dari jaringan pipa, fasilitas penyimpanan, dan bagian yang terkait untuk membawa air minum dari pabrik pengolahan ke konsumen pengguna air untuk memenuhi kebutuhan perumahan, komersial, industri, pemadam kebakaran dan lain-lain. Tujuan dari sistem distribusi air bersih

adalah untuk menyediakan pasokan air bersih yang memadai dan dapat diandalkan bagi penggunaannya.

Integritas sistem didefinisikan sebagai keadaan di mana sistem distribusi air harus dijalankan untuk memastikan bahwa ia memenuhi fungsinya. Tiga jenis integritas tersebut yaitu:

1. Integritas fisik, berarti bahwa sistem dapat berfungsi sebagaimana mestinya dan dapat menangani tekanan internal dan eksternal sedemikian rupa sehingga komponen tidak rusak. Contoh hilangnya integritas fisik yaitu diakibatkan oleh retakan pada pipa. Tekanan internal meliputi korosi internal, yaitu adanya kandungan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S pada minyak bumi, sehingga apabila terjadi kontak dengan air akan membentuk asam yang merupakan penyebab korosi. Tekanan eksternal meliputi korosi eksternal, yaitu korosi yang terjadi pada bagian luar permukaan sistem perpipaan dan peralatan logam, baik yang kontak dengan udara bebas maupun permukaan tanah, akibat adanya kandungan zat-zat korosif pada udara dan tanah.
2. Integritas hidraulik, berarti bahwa sistem tersebut mampu menyediakan aliran dan tekanan yang dibutuhkan untuk tingkat layanan yang diperlukan. Contoh hilangnya integritas hidraulik melalui peningkatan kehilangan gesekan.
3. Integritas kualitas air, berarti bahwa sistem mampu menyalurkan air dengan kualitas yang baik sesuai kebutuhan konsumen. Contoh

hilangnya integritas kualitas air yaitu jika air yang tercemar di luar jaringan dapat masuk ke pipa melalui celah-celah.

Sistem pengaliran air yang melalui pipa distribusi dibagi 2 sistem yaitu:

1. Continuous System (Sistem Berkelanjutan), merupakan air yang dipasok dan dialirkan ke pengguna air yang dilakukan dengan kontiniu atau berlanjut.
2. Intermittent System, yaitu air yang dipasok dan dialirkan ke pengguna air tidak secara kontiniu tetapi hanya beberapa jam saja per harinya.

### **2.7.2. Sistem Pengaliran Air Bersih**

Untuk mengalirkan air bersih dengan perpipaan terdapat beberapa sistem pengaliran yang tergantung pada beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut adalah keadaan topografi, lokasi sumber air baku, dan elevasi daerah layanan. Sistem pengaliran tersebut antara lain:

#### **1. Pengaliran Gravitasi**

Pengaliran ini menggunakan tekanan yang diakibatkan dari beda elevasi muka tanah, dimana daerah pelayanan terletak lebih rendah dari sumber air. Diperlukan cukup besar beda elevasi antara sumber air dengan daerah layanan agar dapat mempertahankan tekanan yang diperlukan.

#### **2. Pengaliran Pemompaan**

Sistem pengaliran dengan pemompaan digunakan di daerah yang relatif datar dan tidak memiliki beda elevasi yang cukup besar. Distribusi air ke daerah layanan dengan mengandalkan tekanan dari pompa. Pada

sistem ini tekanan sistem yang optimal perlu diperhitungkan sehingga tidak terjadi kelebihan atau kekurangan tekanan yang dapat mengganggu sistem pengaliran.

### 3. Sistem Gabungan

Sistem ini merupakan sistem gabungan dari sistem gravitasi dan sistem pemompaan. Pada sistem ini, air sebelum didistribusikan terlebih dahulu ditampung di reservoir. Pendistribusian air dapat dilakukan melalui sistem gravitasi maupun sistem pemompaan.

## 2.8. Hidraulika Aliran dalam Perpipaian

### 2.8.1. Pipa Bertekanan

Pipa bertekanan yaitu pipa yang mengalirkan air dalam keadaan penuh. Pipa ini berfungsi agar air dapat terdistribusi dengan baik ke seluruh unit plumbing di sebuah bangunan. Penyedia pelayanan air minum lebih menyukai menggunakan pipa bertekanan, kemungkinan karena lebih sedikitnya air yang akan tercemar.

### 2.8.2. Kecepatan dan Kapasitas Aliran Fluida

Kecepatan ditentukan oleh sejumlah titik pada penampang yang dapat menentukan besarnya kapasitas aliran, oleh karena itu pengukuran kecepatan sangat penting untuk mengetahui aliran fluida. Besarnya kecepatan mempengaruhi besarnya fluida yang mengalir dalam satu pipa. Jumlah aliran akan dinyatakan sebagai volume, berat atau masa fluida

dengan masing-masing laju aliran ditunjukkan sebagai aliran volume ( $m^3/s$ ). Laju aliran berat (N/S) dan laju aliran massal (kg/s).

Kapasitas aliran (Q) untuk fluida yang incompressible atau mampat yaitu:

$$Q = A.V \quad \dots\dots\dots ( 2.1 )$$

Dimana : Q = laju aliran volume ( $m^3/s$ )

A = luas penampang aliran ( $m^2$ )

V = kecepatan aliran fluida (m/s)

Laju aliran berat fluida (W) dirumuskan sebagai berikut:

$$W = \gamma.A.V \quad \dots\dots\dots ( 2.2 )$$

Dimana : M = laju aliran massa fluida ( N/S)

$\gamma$  = berat jenis fluida ( $N/m^3$ )

Laju aliran fluida massa (M) dirumuskan sebagai berikut:

$$M = \rho.A.V \quad \dots\dots\dots ( 2.3 )$$

Dimana : M = laju aliran massa fluida (kg/s)

$\rho$  = massa jenis fluida (kg/s)

### 2.8.3. Kehilangan Tinggi Tekanan (*Headloss*)

Kehilangan tekanan akibat gesekan, dihitung dengan menggunakan rumus Darcy Weisbach atau Hazen William.

#### 2.8.3.1. Kehilangan Tinggi Tekanan Minor (*Minor Loses*)

Kehilangan minor dalam pipa diakibatkan oleh perubahan mendadak dari geometri aliran karena perubahan ukuran pipa, belokan, katup-katup serta berbagai jenis sambungan. Bila aliran mengalami perlambatan maka kehilangan minor lebih besar.

Tinggi kecepatan akan berkurang pada debit yang terbenam, contohnya pada kasus pelebaran mendadak. Hal tersebut dapat diperkecil atau dapat mengurangi kecepatan aliran dengan memasang pipa cembung.

Tabel 2.2. Kehilangan minor dalam pipa akibat pelebaran

Nilai-Nilai = KL	$\frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$	
	D2/D1 = 3	D2/D1 = 1,5
Ø*		
10	0,17	0,17
20	0,40	0,40
45	0,86	1,06
60	1,02	1,21
90	1,06	1,14
120	1,04	1,07
180	1,00	1,00

Sumber : Aliran Fluida. Ainul Ghurri Ph.D. 2015.

Tabel 2.3. Kehilangan minor di jaringan pipa akibat penyempitan mendadak

<b>Rumus h<sub>lm</sub> = KL</b>	<b>V<sup>2</sup>/2g</b>
D <sub>2</sub> /D <sub>A</sub>	KL
0	0,5
0,4	0,4
0,6	0,3
0,8	0,1
1	0

Sumber : Aliran Fluida. Ainul Ghurri Ph.D. 2015.

Tabel 2.4. Kehilangan minor di jaringan pipa akibat belokan

<b>Jari - Jari Belokan</b>	<b>Sudut Belokan</b>		
	<b>90<sup>0</sup></b>	<b>45<sup>0</sup></b>	<b>22.5<sup>0</sup></b>
<b>Garis Tengah</b>			
1	0.5	0.37	0.25
2	0.3	0.22	0.15
4	0.25	0.19	0.12
6	0.15	0.11	0.08
8	0.15	0.11	0.08

Sumber : Aliran Fluida. Ainul Ghurri Ph.D. 2015.

Untuk kehilangan minor di jaringan pipa akibat mulut pipa dari waduk.

$$\text{Mulut lonceng } h_1 = 0,01 \frac{D^2}{2Q} \dots\dots\dots ( 2.4 )$$

$$\text{Tepi siku – siku } h_1 = 0,5 \frac{D^2}{2Q} \dots\dots\dots ( 2.5 )$$

**2.8.3.2. Kehilangan Tinggi Tekanan Mayor (Major Loses)**

Air yang mengalir melalui pipa yang sering mengalami kerugian karena adanya gesekan antara air dan pipa. Hal tersebut dapat dihitung dengan rumus:

1. Persamaan Darcy Weisbach

$$hf = f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana : hf = kehilangan energi akibat gesekan ( m )

f = faktor gesekan (diagram moody)

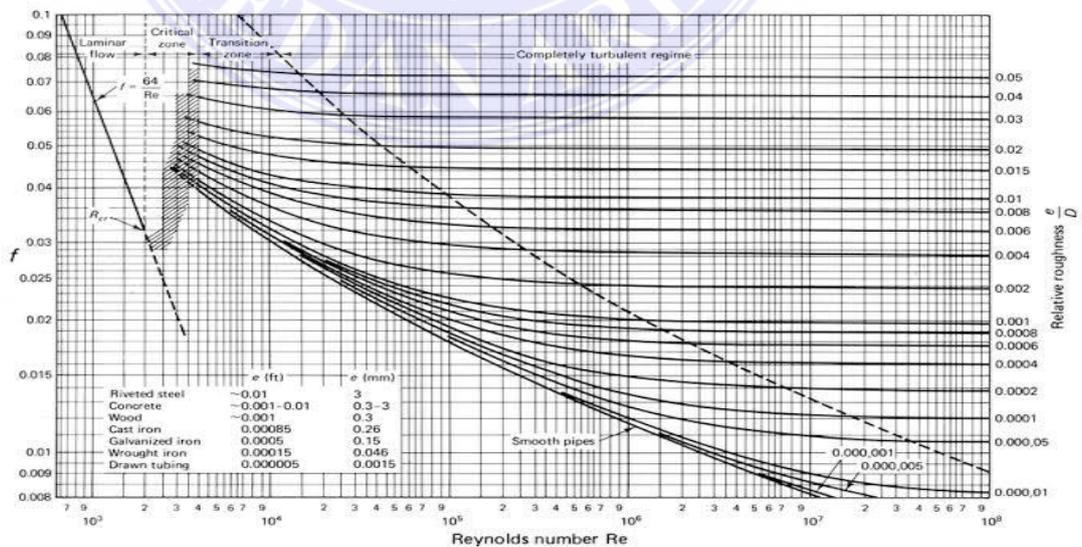
d = diameter dalam pipa ( m )

L = Panjang pipa ( m )

V = kecepatan aliran fluida dalam pipa ( m/dtk )

g = percepatan gravitasi ( m/dtk )

Dimana faktor gesekan (f) dapat dicari dengan menggunakan diagram *moody*, yang dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Diagram Moody  
 Sumber : BPSDM Kementerian PU dan Perumahan Rakyat. 2018.

## 2. Persamaan Hazen Williams

Persamaan Hazen William digunakan untuk menghitung kerugian akibat gesekan air dengan dinding pipa yang panjang, contohnya seperti pipa air minum. Rumus Hazen William yaitu:

$$hf = \frac{10,666Q^{1,85}}{C^{1,85} d^{4,85}} L \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

Untuk aliran turbulen dimana bilangan Reynold lebih besar dari 4000, maka hubungan antara bilangan Reynold, faktor gesekan dan kekasaran, relatif menjadi kompleks. Faktor gesekan untuk aliran turbulen dalam pipa didapatkan dari hasil eksperimen antara lain:

1. Untuk daerah complete roughness, crough pipes yaitu:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} - 2 \log \left( \frac{3,7}{\epsilon/d} \right) \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

2. Untuk pipa sangat halus seperti glass dan plastic, hubungan antara Reynold dan faktor gesekan yaitu:

a. Blasius :  $f = \frac{0,216}{Re^{2,26}}$ , untuk  $Re = 3000 - 100.000 \dots (2.9)$

b. Von Karman :  $\frac{1}{f} - 2 \log \left( \frac{Re \sqrt{f}}{2,01} \right) \quad \dots\dots\dots (2.10)$

$$2 \log ( Re \sqrt{f} ) - 0,8 \text{ untuk } Re \text{ sampai dengan } 3,10$$

3. Untuk pipa kasar

$$\text{Von karma : } \frac{2}{f} = 2 \log \frac{d}{e} - 1,74 \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana harga f tidak tergantung pada bilangan Reynold.

4. Untuk pipa antara kasar dan halus atau dikenal dengan

$$\text{daerah transisi yaitu : } \frac{1}{f} = 2 \log \left[ \frac{\varepsilon/d}{3,7} \frac{2,51}{Re\sqrt{f}} \right]$$

Corelbrook white ..... ( 2.12 )

### 2.8.4. Persamaan Empiris untuk Aliran Didalam Pipa

Persamaan Hazen William daapt digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dari aliran fluida dalam pipa begitu juga dengan rumus empiris. Persamaan tersebut yaitu:

$$V = 0,8 + 0,2 C R^{0.23} S^{0.34} \dots\dots\dots ( 2.13 )$$

Dimana : V = kecepatan aliran (m/s)

C = koefisien kekasaran pipa Hazen William

R = jari-jari hidrolis; d/4 untuk pipa bundar

S = slope dari gradient energy (H1/L)

Pada umumnya rumus Hazen William digunakan untuk menghitung kehilangan tinggi tekanan (*Headloss*) pada pipa yang sangat panjang, contohnya pipa air minum.

### 2.9. Mekanisme Aliran Pipa

Sistem perpipaan adalah jaringan pipa, alat kelengkapan, dan katup untuk membawa air dari satu tempat ke tempat lainnya. Jaringan perpipaan yang memasok air di rumah kita adalah contoh umum dari sistem perpipaan. Contoh

lain yang lebih teliti termasuk pipa uap di pembangkit listrik, pipa susu di produk susu, pipa cat di pabrik cat, pipa minyak di kilang, dan sebagainya.

### 2.9.1. Pipa Hubungan Seri

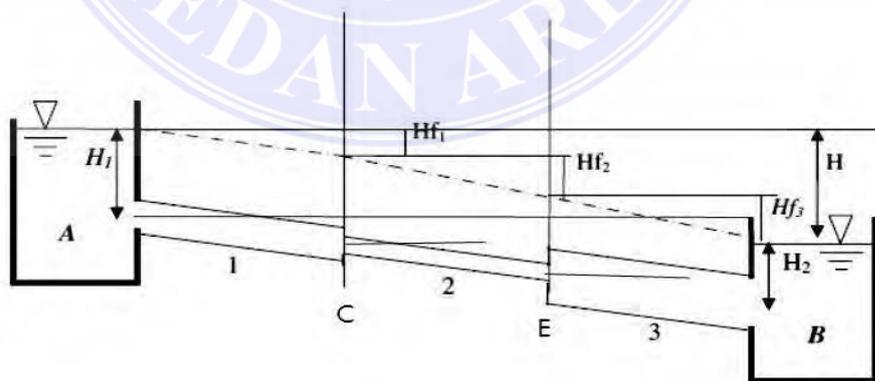
Pipa dikatakan seri jika dihubungkan ujung ke ujung sehingga fluida mengalir dalam suatu garis yang sama tanpa adanya percabangan. Laju volume aliran melalui pipa secara seri sama seluruhnya. Rumus jumlah kerugian pada setiap pipa yaitu:

$$Q_0 = Q_1 = Q_2 = Q_3 \dots\dots\dots (2.14)$$

$$Q_0 = A_1V_1 = A_2V_2 = A_3V_3 \dots\dots\dots (2.15)$$

$$\Sigma h_l = h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} \dots\dots\dots (2.16)$$

Pipa seri memiliki persoalan yang bisa diselesaikan dengan pemakaian pipa ekivalen, dengan mengubah pipa seri dengan diameter yang berbed-beda.



Gambar 2.3. Pipa yang dihubungkan seri  
 Sumber : Buku Ajar Konsep Dasar Aplikasi Mekanika Fluida. Suhendra. 2019.

### 2.9.2. Pipa Hubungan Paralel

Pipa dikatakan paralel ketika terhubung dari pipa bercabang dua atau lebih dan kemudian pipa tersebut bersatu kembali menjadi satu pipa.

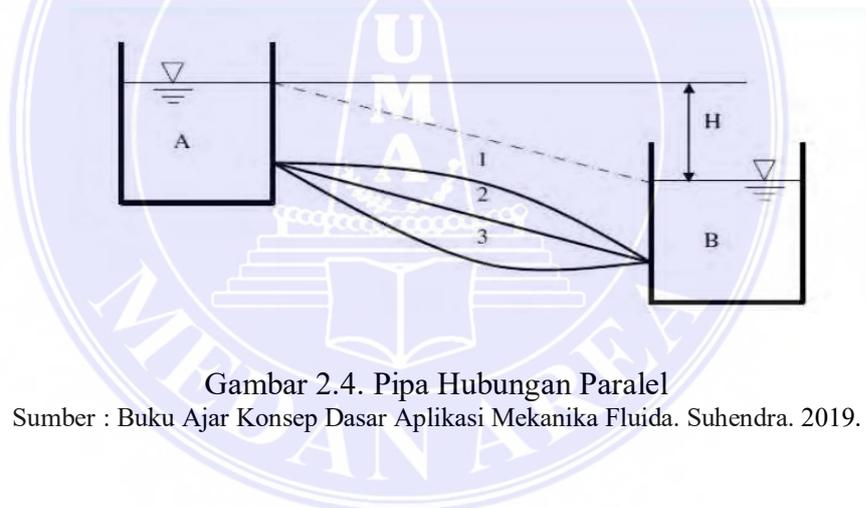
Rumus pipa parallel yaitu:

$$Q_0 = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

$$Q_0 = A_1V_1 = A_2V_2 = A_3V_3 \dots\dots\dots (2.18)$$

$$\Sigma h_l = h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} \dots\dots\dots (2.19)$$

Persentase aliran yang melalui setiap cabang adalah sama tanpa memperhitungkan kerugian head pada cabang tersebut.

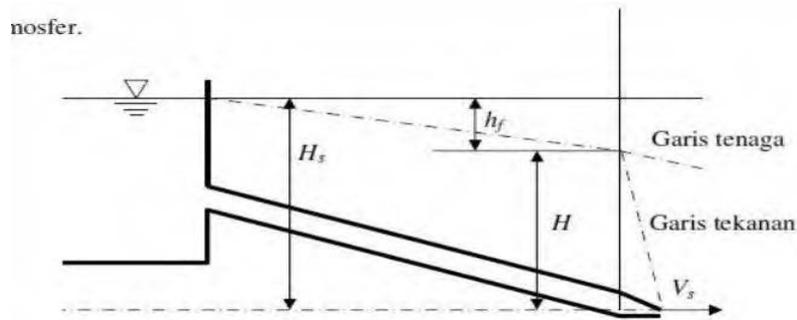


Gambar 2.4. Pipa Hubungan Paralel

Sumber : Buku Ajar Konsep Dasar Aplikasi Mekanika Fluida. Suhendra. 2019.

### 2.9.3. Pipa Dengan Turbin

Didalam pembangkit tenaga listrik, tenaga air digunakan untuk memutar turbin. Untuk mendapatkan kecepatan yang besar guna memutar turbin, pada ujung pipa diberi curat. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4 dengan menganggap kehilangan tenaga skunder kecil maka sepanjang garis pipa garis tenaga berimpit dengan garis tekanan.



Gambar 2.5. Pipa dengan turbin

Sumber : Buku Ajar Konsep Dasar Aplikasi Mekanika Fluida. Suhendra. 2019.

Dengan menganggap kehilangan tenaga sekunder diabaikan, tinggi tekanan efektif \$H\$ adalah sama dengan tinggi statis \$H\_s\$ dikurangi kehilangan tenaga akibat gesekan \$h\_f\$.

$$H = H_s - h_f \dots\dots\dots ( 2.20 )$$

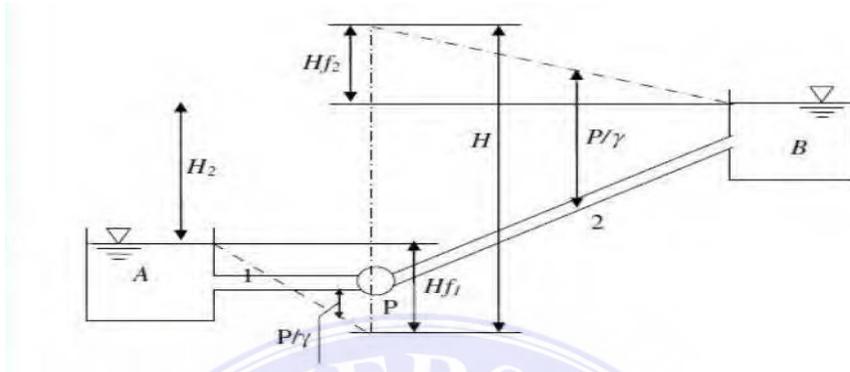
Kehilangan tenaga \$h\_f\$ diberikan oleh persamaan Darcy Weisbach:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2s} = \frac{8 f L Q^2}{8 \pi^2 L^5} \dots\dots\dots ( 2.21 )$$

#### 2.9.4. Pipa Dengan Pompa

Jika pompa menaikkan zat cair dari satu kolam ke kolam lainnya dengan selisih elevasi muka air \$H\_2\$ seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.5 maka daya yang digunakan oleh pompa untuk menaikkan zat cair setinggi \$H\_s\$ adalah sama dengan tinggi \$H\_2\$ ditambah dengan kehilangan tenaga selama pengalihan dalam pipa tersebut. Kehilangan tenaga adalah aquivalen dengan penambahan elevasi, sehingga efeknya sama dengan jika pompa menaikkan zat cair setinggi \$H = H\_2 \Sigma h\_f\$. Dalam gambar tersebut

tinggi kecepatan diabaikan sehingga garis tenaga berimpit dengan garis tekanan.



Gambar 2.6 Pipa dengan pompa

Sumber : Buku Ajar Konsep Dasar Aplikasi Mekanika Fluida. Suhendra. 2019.

Daya yang diperlukan pompa untuk menaikkan zat cair :

$$D = \frac{Q H y}{h} \text{ ( kgf m/dtk ) } \dots\dots\dots ( 2.22 )$$

Atau

$$D = \frac{Q H y}{v=q} \dots\dots\dots ( 2.23 )$$

Dengan h adalah efisiensi pompa.

### 2.10. Sistem Jaringan Pipa

Setiap komponen dalam jaringan pipa distribusi harus dirancang atau dipilih agar berfungsi dengan baik dan benar. Jaringan harus dirancang dan dibangun dengan mempertimbangkan pengoperasian dan pemeliharaan. Aspek-aspek yang perlu dipertimbangkan tersebut yaitu:

1. Distribusi yang dilayani lebih dari satu sumber lebih baik, karena jaringan akan mendapatkan air meskipun salah satu sumber gagal.

2. Permintaan air cenderung meningkat seiring waktu karena pertumbuhan ekonomi dan kebutuhan, dengan demikian sistem harus dirancang sebaik mungkin.
3. Tata letak pipa melingkar (*Loop*) lebih baik, karena ini memberikan ketahanan dalam sistem dan mengurangi risiko genangan air. Sebuah jaringan memungkinkan air mencapai konsumen melalui lebih dari satu rute dan dengan demikian lebih mampu menjaga pasokan air bahkan ketika bagian-bagian jaringan diisolasi untuk tujuan pemeliharaan.
4. Tekanan pada tempat yang lebih tinggi menyebabkan kebocoran pipa lebih sering terjadi, umur layanan pipa berkurang dan laju aliran dari kebocoran meningkat. Hal ini juga dapat menyebabkan kebocoran yang lebih tinggi pada sistem perpipaan pribadi konsumen, dan mengakibatkan tingkat pemborosan air yang lebih tinggi.

Langkah-langkah menjamin kualitas air minum oleh pengelola penyediaan air minum melalui sistem jaringan pipa, diantaranya adalah :

1. Memperbaiki dan menjaga kualitas air sesuai petunjuk yang diberikan Dinas Kesehatan berdasarkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan.
2. Melakukan pemeliharaan jaringan perpipaan dari kebocoran dan melakukan usaha-usaha untuk mengatasi korosifitas air di dalam jaringan perpipaan secara rutin.

3. Membantu petugas Dinas Kesehatan setempat dalam pelaksanaan pengawasan kualitas air dengan memberi kemudahan petugas memasuki tempat-tempat dimana tugas pengawasan kualitas air dilaksanakan.

### **2.11. Sambungan Rumah (SR)**

Sambungan Rumah atau yang juga sering disebut dengan sambungan SR merupakan jenis sambungan pelanggan PDAM untuk mengalirkan air langsung ke rumah. Dalam Sambungan Rumah (SR), biasanya sistem menggunakan sambungan pipa-pipa distribusi air bersih melalui meter air dan instalasi pipa di dalam rumah tangga. Di dalam Sambungan Rumah sendiri, istilah ini mengacu pada pipa dan segala perlengkapannya, mulai dari sejak titik pipa distribusi induk sampai dengan meter air yang terdapat di depan rumah pelanggan. Fungsi utama dari Sambungan Rumah (SR) yaitu untuk mengalirkan air dari pipa distribusi ke rumah-rumah pelanggan. Dalam Sambungan Rumah, jenis pipa yang digunakan umumnya merupakan pipa HDPE dengan ukuran diameter yang relative lebih kecil, bervariasi dari 63 mm. Dalam proses instalasinya mengharuskan pemasangan untuk menggunakan berbagai jenis material yang berbeda-beda, selain pipa HDPE ada juga pipa PVC.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di daerah Kecamatan Medan Amplas khususnya di Komplek Astra Medan Amplas. Kecamatan Medan Amplas adalah satu dari 21 kecamatan di kota Medan yang memiliki 127.361 penduduk. Kecamatan Medan Amplas berbatasan dengan Medan Kota disebelah barat, Deli Serdang disebelah timur, Deli Serdang di selatan dan Medan Denai disebelah utara. (*Badan Pusat Statistik Kota Medan, 2018*).

Kecamatan Medan Amplas adalah daerah pintu gerbang kota Medan di sebelah timur yang merupakan pintu masuk dari daerah lainnya di Sumatera Utara maupun Provinsi lainnya melalui transportasi darat.



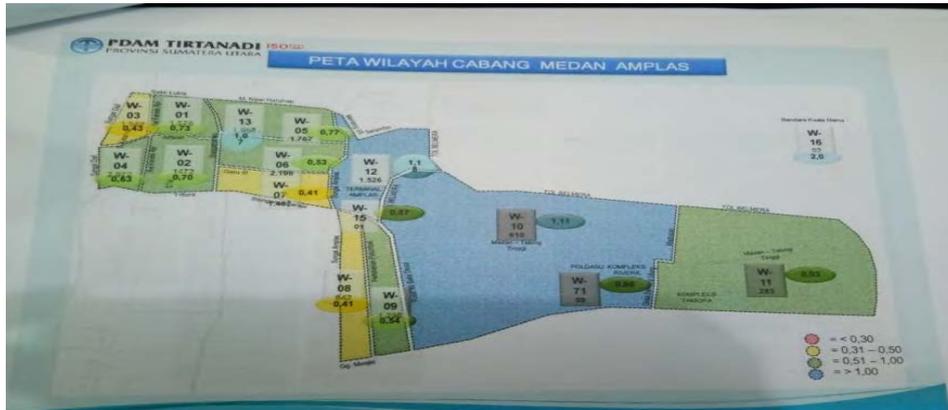
Gambar 3.1 Lokasi PDAM Tirtanadi Cabang Amplas dan Komplek Astra  
Sumber : PDAM Tirtanadi cabang Medan Amplas. 2021.

### 3.2. Sejarah Singkat PDAM Tirtanadi Cabang Medan Amplas

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtanadi yang berkantor pusat di Medan merupakan Badan Usaha Milik Daerah Provinsi Sumatera yang telah berdiri pada zaman pemerintahan Belanda pada tanggal 23 September 1905 dengan nama NV. Waterleiding Maatschaappij Ayer Bersih dan berkantor pusat di Amsterdam Negeri Belanda, setelah memasuki masa kemerdekaan maka pada status dan nama perusahaan berganti berdasarkan peraturan Pemerintah Provinsi Daerah Tingkat I Sumatera Utara No.11 tahun 1979 menjadi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtanadi. PDAM Tirtanadi telah mengalami perubahan-perubahan dan kemajuan dikarenakan telah memiliki pelanggan sebanyak 335.339 pelanggan yang melayani  $\pm 53,4$  penduduk kota Medan.

Sehubungan dengan banyaknya pelanggan PDAM Tirtanadi Medan tersebut maka pada tahun 2004 didirikan PDAM Tirtanadi Cabang Medan Amplas sebagai unit pelayanan yang masuk dalam Wilayah Pelayanan I kota Medan dengan klasifikasi kelas pelayanan Type B.

Jumlah pelanggan PDAM Tirtanadi Cabang Medan Amplas sampai dengan Mei 2018 mencapai  $\pm 19.499$  pelanggan. Berkantor di Jl. Panglima Denai No. 73 Medan Amplas, dengan status kantor sampai saat ini bukan milik sendiri (status kantor sewa).



Gambar 3.2 Peta Wilayah yang dilayani PDAM Tirtanadi Cabang Medan Amplas  
Sumber : PDAM Tirtanadi cab Medan Amplas. 2016.

### 3.3. Klimatologi

Kondisi klimatologi Kota Medan menurut Stasiun BMKG Sampali, suhu minimum berkisar  $23^{\circ}\text{C}$  –  $24,1^{\circ}\text{C}$  dan suhu maksimum berkisar antara  $30,6^{\circ}\text{C}$  –  $33,1^{\circ}\text{C}$ . Kelembapan udara untuk Kota Medan rata-rata berkisar antara 78 – 82%. Kecepatan angin rata-rata sebesar 0,42 m/det sedangkan rata-rata total laju penguapan tiap bulannya 100,6 mm. hari hujan di Kota Medan pada tahun 2011 rata-rata perbulan 19 hari dengan rata-rata curah hujan perbulannya berkisar antara 211,67 mm – 230,3 mm.

### 3.4. Kondisi Topografi

Topografi permukaan daratan kecamatan ini datar. Luas wilayah Kecamatan Medan Amplas adalah  $13,764\text{ km}^2$ . Kelurahan Harjosari II merupakan kelurahan yang memiliki wilayah terluas dengan luas wilayah  $4,59\text{ km}^2$  atau sekitar 33,36 persen dari luas wilayah Kecamatan Medan Amplas.

Berdasarkan hasil Proyeksi Sensus Penduduk tahun 2010 jumlah penduduk Kecamatan Medan Amplas yang tersebar pada tujuh wilayah kelurahan, pada tahun 2015, tercatat sebanyak 121.850 orang dengan jumlah penduduk laki-laki 61.176 orang dan penduduk perempuan sebanyak 62.674 orang.

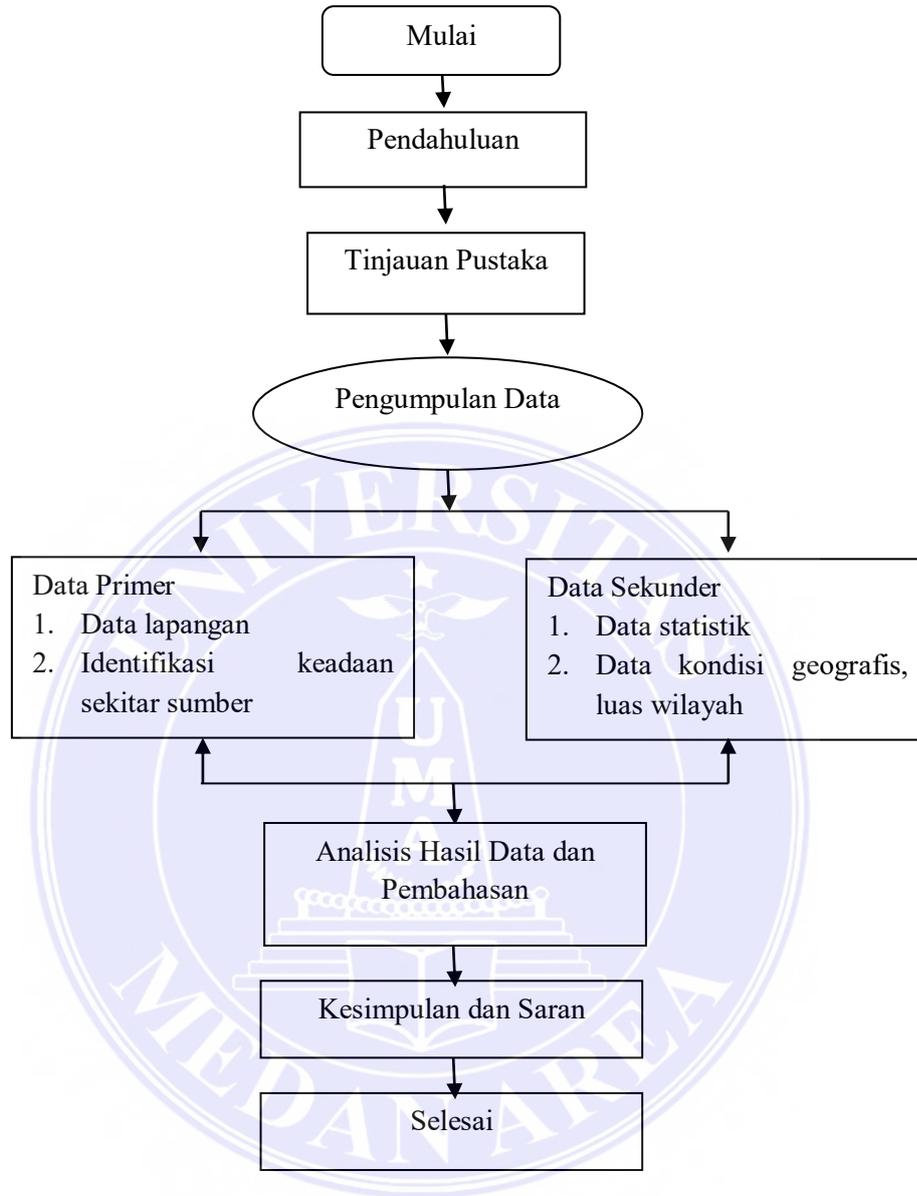
### 3.5. Analisa Data

Pada tahap analisis dilakukan hitungan dengan didasarkan pada data-data yang diperoleh seperti:

1. Menghitung jumlah penduduk di Komplek Astra Medan Amplas yang menjadi pelanggan PDAM Tirtanadi Cabang Medan Amplas.
2. Menghitung jumlah pemakaian air bersih masing-masing rumah dalam satuan per liter per orang per hari.
3. Menghitung total debit air yang digunakan pelanggan PDAM Tirtanadi Cabang Medan Amplas di Komplek Astra.

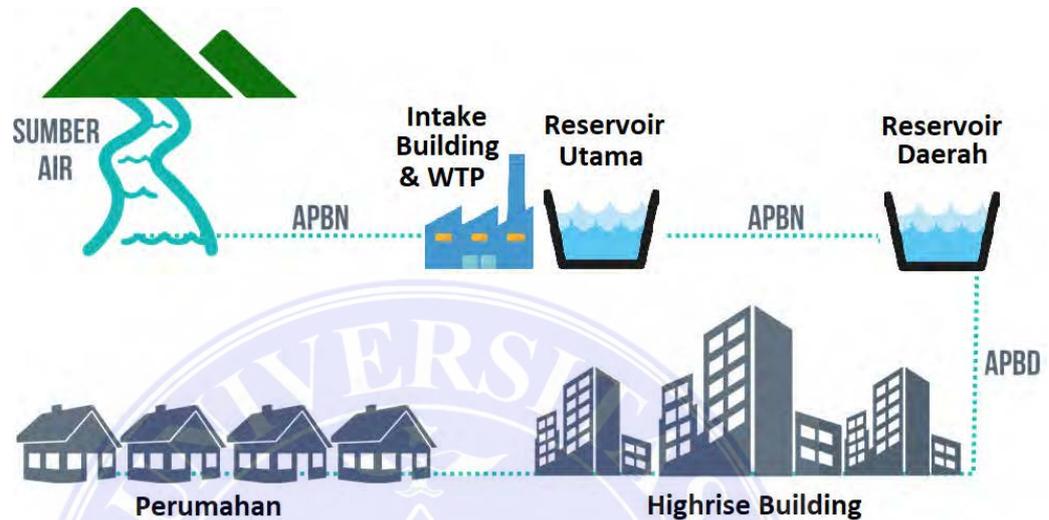
### 3.6. Kerangka Berpikir

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif studi kasus kebutuhan air bersih di Kecamatan Medan Amplas. Metode yang dilakukan pada studi ini terlebih dahulu melakukan tinjau lokasi di daerah Kecamatan Medan Amplas, kemudian mengumpulkan data yang berhubungan dengan sistem distribusi air bersih dan menganalisa data sedemikian rupa untuk mendapatkan kesimpulan akhir. Alur pengerjaannya lebih jelas tergambar pada Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian.



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

### 3.7. Proses Perjalanan Air Bersih PDAM Hingga sampai ke Rumah-Rumah



Gambar 3.4 Proses perjalanan air bersih PDAM hingga sampai ke perumahan  
Sumber : Proses Perjalanan Air Bersih hingga sampai ke Rumah, Rucika. 2018.

#### 1. *Intake Building*

Memiliki manfaat menjadi tempat awal masuknya air dari sumber air dan memiliki *bar screen* untuk menyaring benda-benda kotor yang terdapat didalam air.

#### 2. *Water Treatment Plant (WTP)*

*Water treatment plant* merupakan tempat yang berguna untuk mengubah dengan sedemikian rupa dari air baku menjadi air dengan kualitas yang baik sehingga dapat dipergunakan sehari-hari seperti minum, mandi, mencuci dan lain-lain. Struktur Instalasi Pengolahan Air terdiri dari dua bangunan, yaitu:

- a. Gedung operasi berlantai dua dengan lobi khusus, seperti kantor, ruang pertemuan, gudang, ruang loker, dan ruang cuci pasir.
- b. Areal pabrik pengolahan utama, dengan peralatan, gudang penyimpanan bahan kimia, ruang asam, ruang kebun, dan ruang listrik di lantai dasar. Bukit-bukit akan menyediakan ruang kontrol, ruang layanan, dan ruang akses untuk melihat ke tingkat atas dan perkebunan.

### 3. *Reservoir*

Air yang dihasilkan dari IPA dapat ditampung dalam reservoir air yang berfungsi untuk menjaga kesetimbangan antara produksi dengan kebutuhan, sebagai penyimpan kebutuhan air dalam kondisi darurat, dan sebagai penyediaan kebutuhan air untuk keperluan instalasi. Reservoir air dibangun dalam bentuk reservoir tanah yang umumnya untuk menampung produksi air dari sistem IPA, atau dalam bentuk menara air yang umumnya untuk mengantisipasi kebutuhan puncak di daerah distribusi. Reservoir air dibangun baik dengan konstruksi baja maupun konstruksi beton bertulang.

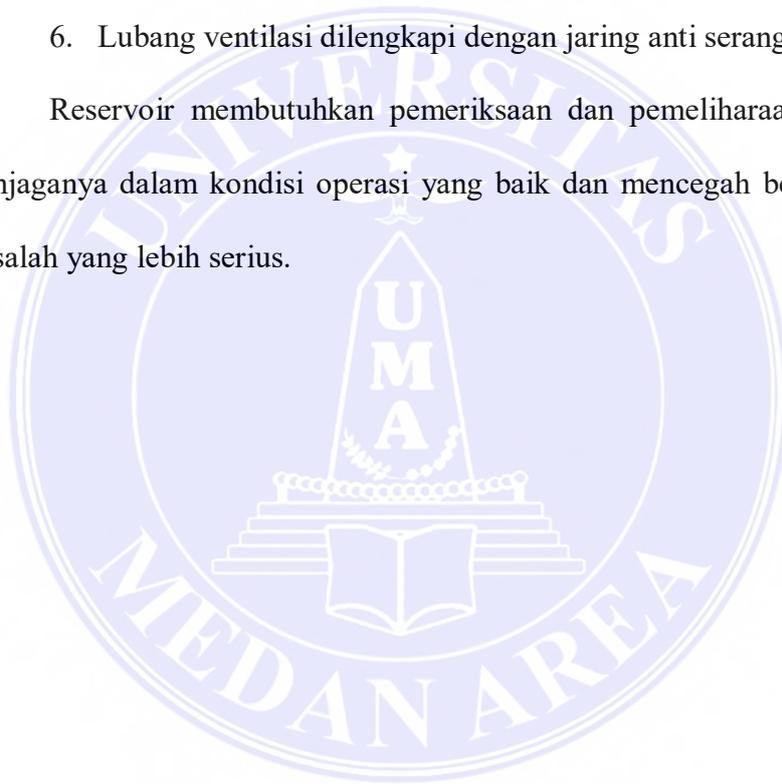
Reservoir harus memiliki komponen berikut agar berfungsi dengan baik, yaitu:

1. Saluran masuk dan keluar reservoir harus dirancang sedemikian rupa sehingga air di dalam tangki tetap tercampur sepenuhnya.
2. Memiliki atap atau penutup untuk mencegah penguapan dan kontaminasi oleh kotoran burung, kotoran hujan dan hewan serta

untuk menjaga reservoir tetap gelap untuk mencegah pertumbuhan alga.

3. Tangga akses di dalam dan di luar dengan sangkar agar tidak jatuh.
4. Pintu di atap harus dikunci agar air hujan tidak masuk ke waduk.
5. Sebaiknya ada dua pintu masuk agar jika terjadi keadaan darurat para pekerja dapat menyelamatkan diri dengan cepat.
6. Lubang ventilasi dilengkapi dengan jaring anti serangga.

Reservoir membutuhkan pemeriksaan dan pemeliharaan rutin untuk menjaganya dalam kondisi operasi yang baik dan mencegah berkembangnya masalah yang lebih serius.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemakaian air rata-rata perhari masyarakat di Komplek Astra yaitu 88,5612 m<sup>3</sup>/hari sedangkan pemakaian air rata-rata perjam yaitu 10,14376 m<sup>3</sup>/jam. Pemakaian air pada jam puncak yaitu 18,25951 m<sup>3</sup>/jam sedangkan pemakaian air pada menit puncak yaitu 0,53836 m<sup>3</sup>/menit.
2. Total kebutuhan air bersih untuk masyarakat di Komplek Astra adalah 88,5612 m<sup>3</sup>/hari. Debit air yang didistribusikan dari PDAM Tirtanadi cabang Medan Amplas ke Komplek Astra yaitu ±120 m<sup>3</sup>/hari. Sehingga air cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di Komplek Astra.
3. Pendapat masyarakat terkait pelayanan air bersih yang dialirkan dari PDAM Tirtanadi cabang Medan Amplas ke Komplek Astra yaitu sudah mencukupi untuk kebutuhan sehari-hari, baik untuk diri sendiri maupun untuk keluarga. Air yang dialirkan juga dinilai jernih dan lancar.

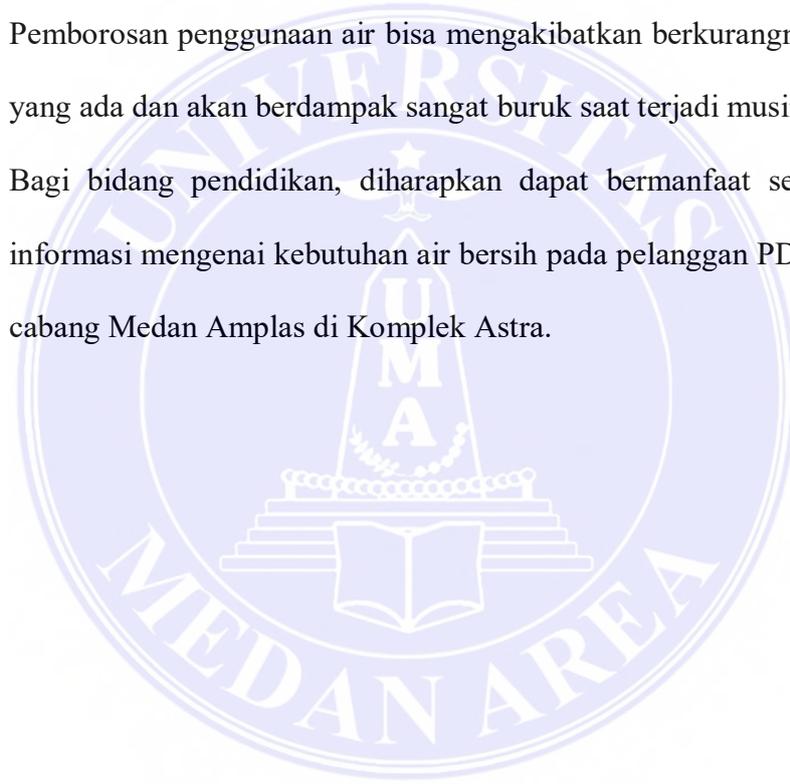
#### 5.2. Saran

Saran dari penulis yaitu :

1. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih secara terus menerus, maka perlu dilakukan pengecekan dan pemeriksaan terhadap saluran pipa air bersih

yang mengalir ke rumah-rumah masyarakat. Ini untuk mencegah kebocoran pipa dan pemborosan air akibat terbuangnya air secara percuma dalam volume yang cukup besar.

2. Bagi masyarakat, hematlah menggunakan air. Kita harus bias mengurangi kebiasaan buruk seperti mandi terlalu lama atau lupa untuk menutup keran air setelah selesai dari kamar mandi. Ini adalah tindakan mubazir air. Pemborosan penggunaan air bisa mengakibatkan berkurangnya sumber air yang ada dan akan berdampak sangat buruk saat terjadi musim kemarau.
3. Bagi bidang pendidikan, diharapkan dapat bermanfaat sebagai sumber informasi mengenai kebutuhan air bersih pada pelanggan PDAM Tirtanadi cabang Medan Amplas di Komplek Astra.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adi Yudianto, Suroso, 2012. *Air Dalam Kehidupan*. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia (BPSDM) Kementerian PUPR  
diakses dari <https://bpsdm.pu.go.id> > edokPDF MODUL 6  
KEHILANGAN TEKANAN PADA PIPA
- Irfandi, 2009, *Perancangan Sistem Distribusi Air Bersih pada Komplek Perumahan Karyawan PT. Pertamina (Persero) UP II Sei Pakning Kabupaten Bengkalis, Riau*, Tugas Akhir, Teknik Sipil USU, Medan.
- Kodoatie, Robert J, 2002. *Hidrolika Terapan : Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Pemerintah Kota Medan Dinas Perumahan dan Pemukiman Tentang Penyusunan Rencana Sistem Penyediaan Air Minum. Medan. 2015.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Permana, Affrizal Dede, 2019, *Evaluasi Kebutuhan Air Bersih di PDAM Tirta Muara Kabupaten Tebo, Jambi*, Tugas Akhir, Teknik Sipil UIR, Pekan Baru.
- Setiawan, Samhis, 2021, *Daur Air (Siklus dalam Hidrologi)*. Diakses dari <https://www.gurupendidikan.co.id/tag/jelaskan-proses-daur-air/>
- Setiyati, Iwan, 2017, *Analisa Kebutuhan Air Bersih*, Tugas Akhir Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Purworejo, Jawa Tengah.

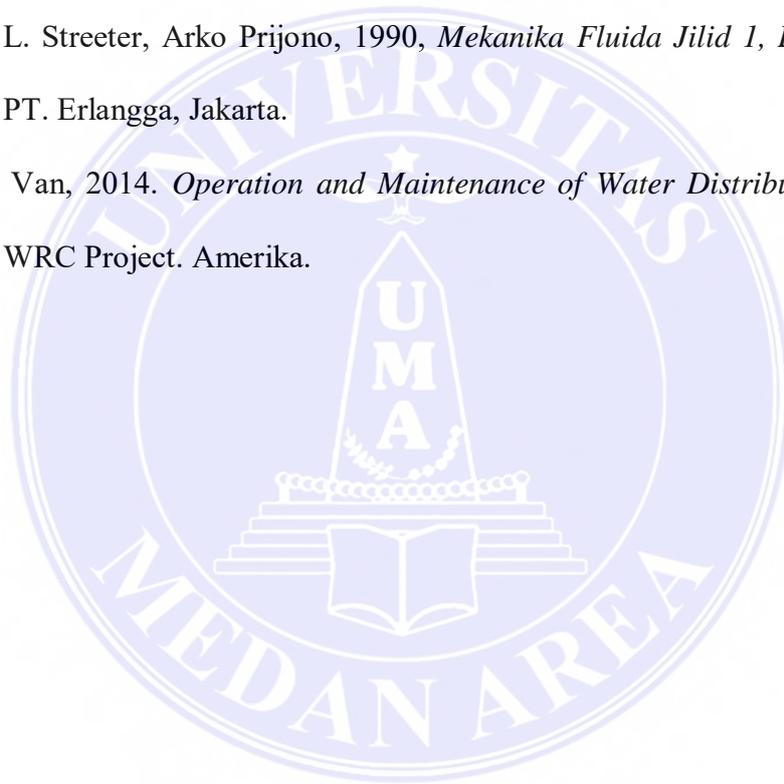
Sistem Perpipaan Rucika Diakses dari [https://www. Rucika.co.id/bagaimana-proses-perjalanan-air-bersih-pdam-hingga-sampai-ke-rumah-kita/](https://www.Rucika.co.id/bagaimana-proses-perjalanan-air-bersih-pdam-hingga-sampai-ke-rumah-kita/)

Suhendra, 2019, *Buku Ajar Konsep Dasar Aplikasi Mekanika Fluida*. Penerbit Uwais Inspirasi Indonesia. Bandung.

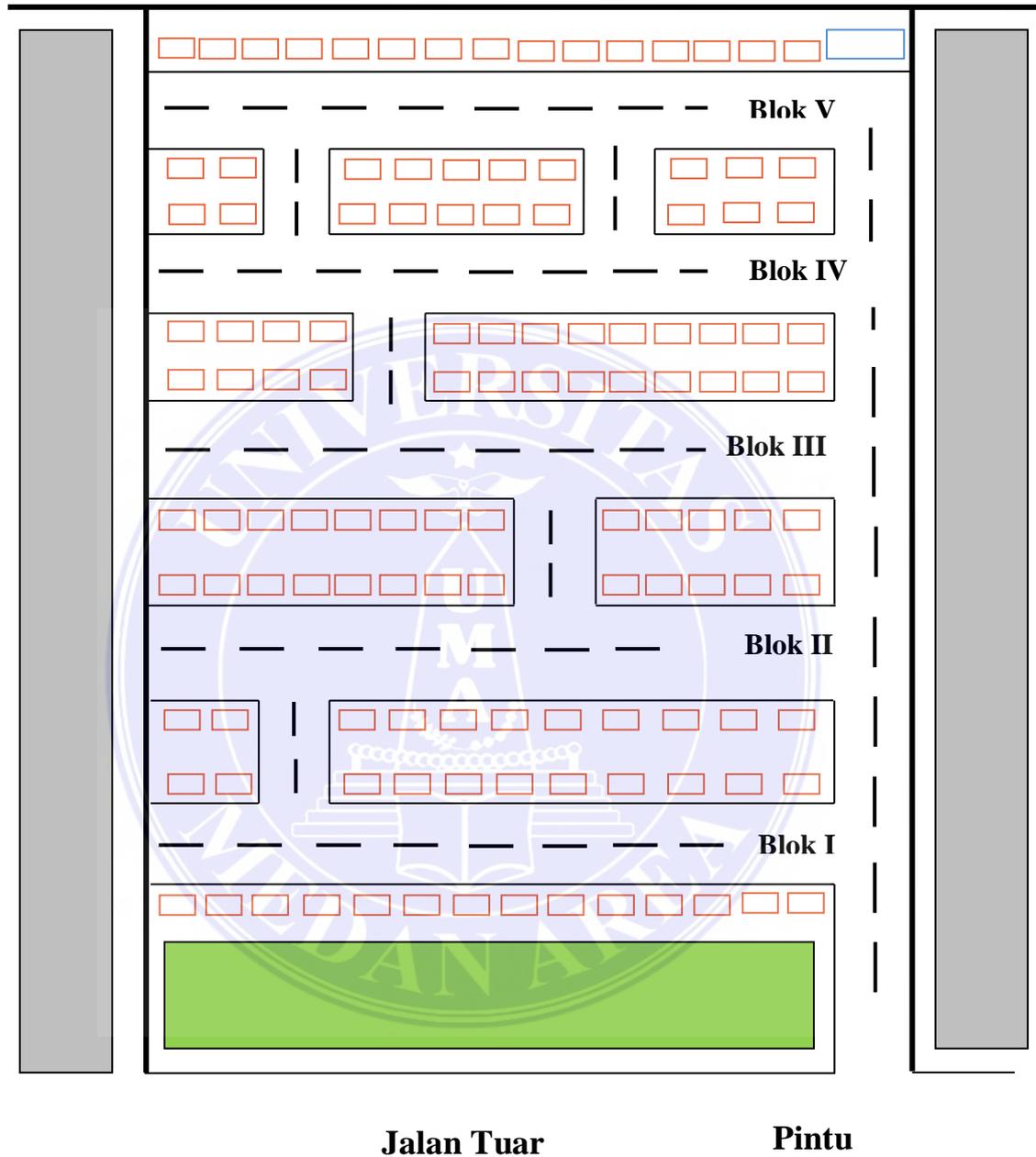
Triatmadja, Radiana, 2009. *Hidraulika Sistem Jaringan Perpipaan Air Minum*. Penerbit Beta Offset. Yogyakarta.

Viktor L. Streeter, Arko Prijono, 1990, *Mekanika Fluida Jilid 1, Edisi delapan*, PT. Erlangga, Jakarta.

Zyl, Je Van, 2014. *Operation and Maintenance of Water Distribution Systems*. WRC Project. Amerika.

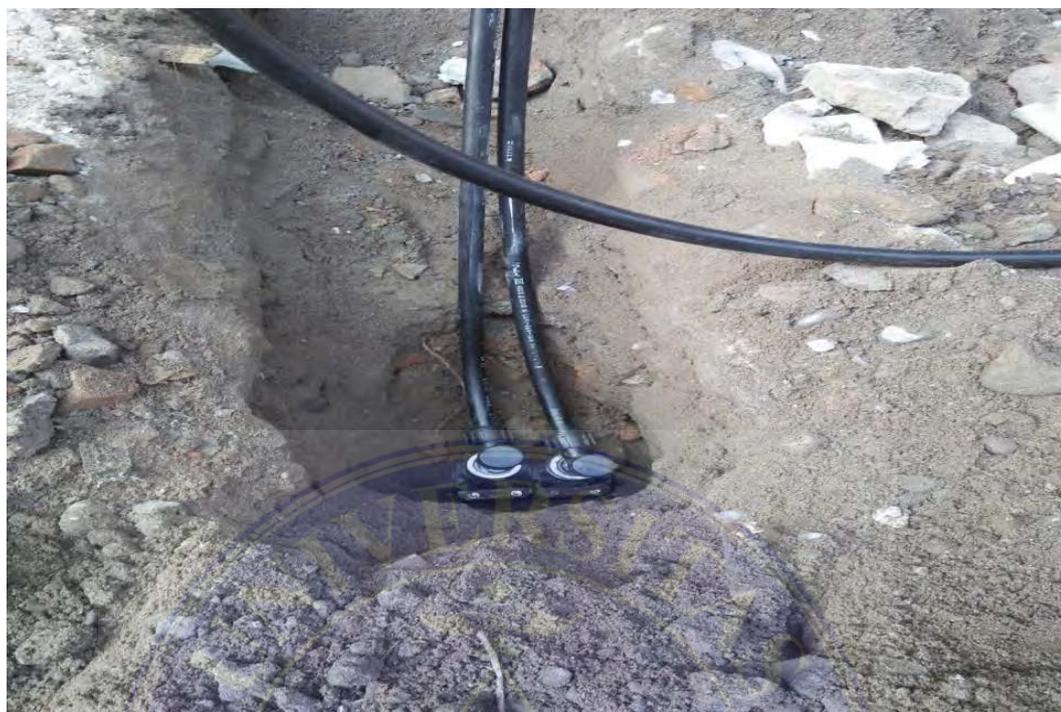


## LAMPIRAN



Denah Komplek Astra Medan Amplas

- Keterangan :
- Pohon
  - Rumah Penduduk diluar Komplek Astra
  - Rumah Penduduk di Komplek Astra
  - Pos Satpam



Pemasangan Pipa



Pemasangan Pipa ke Rumah-Rumah



Blok II Komplek Astra



Blok III Komplek Astra



Blok IV Komplek Astra



Blok V Komplek Astra



Mengisi Kuesioner Penelitian di Komplek Astra



## KUESIONER PENELITIAN

Universitas Medan Area - Fakultas Teknik Sipil

Jl. Kolam No. 1 Telp. (061) 7360168, 7366878 Medan 20223

[http://bit.ly/kuesioner\\_yohanairsani](http://bit.ly/kuesioner_yohanairsani)

Dengan Hormat.

Perkenankanlah saya meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk berpartisipasi dalam menjawab pertanyaan yang ada dalam kuesioner penelitian saya ini. Penelitian ini dipergunakan untuk menyusun skripsi dengan judul “**Evaluasi Perhitungan Debit Air Minum PDAM Tirtanadi Cabang Medan Amplas**”. Untuk itu diharapkan Bapak/Ibu dapat memberikan jawaban yang sebenar-benarnya demi membantu penelitian ini. Atas waktu dan kesediaannya saya ucapkan terima kasih.

### A. Identitas

1. Nama :
2. Umur : tahun
3. Jumlah anggota keluarga :
4. Pekerjaan :
5. Hari/Tanggal :

### B. Penyediaan Air Bersih

1. Dari mana sumber air bersih untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga anda?
  - a. Sumur bor
  - b. Bak penampungan air hujan
  - c. PDAM Tirtanadi cab Medan Amplas

2. Berapa liter rata-rata air bersih yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan satu orang per hari di rumah anda?
  - a. 120 – 150 liter/orang/hari
  - b. 100 – 150 liter/orang/hari
  - c. 90 – 100 liter/orang/hari
  - d. \_\_\_\_\_ liter/orang/hari
3. Apakah kebutuhan air bersih di rumah anda tercukupi untuk anda sendiri?
  - a. Sangat tercukupi
  - b. Tercukupi
  - c. Kurang tercukupi
  - d. Tidak tercukupi
4. Apakah kebutuhan air bersih di rumah anda tercukupi untuk seluruh anggota keluarga?
  - a. Sangat tercukupi
  - b. Tercukupi
  - c. Kurang tercukupi
  - d. Tidak tercukupi

### C. Tingkat Penyaluran Air dan Kualitas Air

1. Apakah penyaluran air bersih ke tempat tinggal anda sudah lancar?
  - a. Sangat lancar
  - b. Lancar
  - c. Kurang lancar
  - d. Tidak lancar
2. Bagaimana tingkat kebersihan dan kejernihan air bersih oleh PDAM Tirtanadi cab Medan Amplas?
  - a. Sangat bersih dan jernih
  - b. Bersih dan jernih
  - c. Kurang bersih dan jernih
  - d. Tidak bersih dan jernih
3. Menurut anda, apakah secara keseluruhan antara penyaluran air dan kualitas air yang disediakan oleh PDAM Tirtanadi cab Medan Amplas sudah baik?
  - a. Sangat baik
  - b. Baik
  - c. Kurang baik
  - d. Tidak Baik