

INVESTIGASI PENGARUH JARINGAN PIPA INDUK AIR LIMBAH (TRUNK SEWER) TERHADAP AIR TANAH DALAM (STUDI KASUS JARINGAN MULAI PUMPING HM. YAMIN SAMPAI DENGAN IPAL CEMARA MEDAN)

Endi Martha Mulia, ST, M.Si

Dosen Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Sains dan Teknologi TD Pardede, Medan

Email : endimartha.m@gmail.com

Abstrak

Permasalahan air limbah merupakan salah satu hal yang berhubungan langsung dengan perkembangan sebuah kota secara umum dan kota Medan secara Khusus.

Pelayanan Air Limbah Domestik Sistem Perpipaan (Sewerage Systems). Dalam Rencana Induk (Master Plan) 1985 disusun dalam tiga tahapan. Tahap I (520 Ha) diimplementasikan tahun 1985-1989 melalui Medan Urban Development Project I (MUDP I) dan MUDP II tahun 1989-1994, plus tahun 1995 implementasi IPAL Cemara. Sehingga bila kita merujuk pada data diatas maka jaringan pelayanan air limbah yang ada sudah berumur 25 tahun dimana dengan kondisi tersebut sudah selayaknya untuk dilaksanakan pemeriksaan kondisi fisiknya, serta kaitannya terhadap kondisi air tanah pada jaringan utama air limbah.

Sesuai Master Plan Air Limbah Kota Medan 1995, dan Review Master Plan Air Limbah kota Medan tahun 2010, dimana wilayah pelayanan I dengan luas 520 Ha, di layani oleh pipa Air limbah Trunk sewer (HM.Yamin- Ipal cemara) yang di bangun melalui MUDP-I dan MUDP –II tahun 1989-1995 yang sudah berumur 25 tahun. Disisi lain sebagai usaha mempersiapkan kondisi optimal dari Pipa Air Limbah (trunk Sewer) Hm.Yamin-Ipal Cemara, untuk dapat berfungsi sesuai Review Master Plan Air Limbah kota Medan tahun 2010, dimana pengembangan Wilayah Pelayanan II akan di koneksikan ke jaringan pipa induk kota.

Keywords : Air limbah, jaringan pipa utama, trunk sewer

Abstract

The problem of wastewater is one of the things that is directly related to the development of a city in general and the city of Medan in particular.

Domestic Wastewater Services Piping System (Sewerage Systems). The 1985 Master Plan was arranged in three stages. Phase I (520 Ha) was implemented in 1985-1989 through the Medan Urban Development Project I (MUDP I) and MUDP II in 1989-1994, plus in 1995 the implementation of IPAL Cemara. So if we refer to the data above, the existing wastewater service network is already 25 years old, under these conditions it is appropriate to carry out an examination of its physical condition, as well as its relation to groundwater conditions in the main wastewater network.

In accordance with the Medan City Wastewater Master Plan 1995, and the 2010 Medan City Wastewater Master Plan Review, where service area I with an area of 520 Ha, is served by a Trunk sewer wastewater pipe (HM.Yamin-Ipal fir) which was built through MUDP -I and MUDP -II in 1989-1995 who are 25 years old. On the other hand, as an effort to prepare optimal conditions for the Hm.Yamin-Ipal Cemara Waste Water Pipe (trunk Sewer), to be able to function according to the 2010 Medan City Wastewater Master Plan Review, where the development of Service Area II will be connected to the city's main pipeline network.

Keywords : Waste water, pipeline network, trunk serwer

BAB I PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

Kota Medan merupakan pusat segala kegiatan manusia, pusat produsen, pusat perdagangan, sekaligus pusat konsumen yang terus berkembang pesat di Provinsi Sumatera Utara. Proses ini ditandai dengan meningkatnya aktifitas manusia dan jumlah penduduk akibat urbanisasi yang terlalu cepat, serta proses pembangunan kota medan yang menuju kota Metropolitan.

Permasalahan air limbah merupakan salah satu hal yang berhubungan langsung dengan perkembangan sebuah kota secara umum dan kota Medan secara Khusus.

Pelayanan Air Limbah Domestik Sistim Perpipaan (Sewerage Systems). Dalam Rencana Induk (Master Plan) 1985 disusun dalam tiga tahapan. Tahap I (520 Ha) diimplementasikan tahun 1985-1989 melalui Medan Urban Development Project I (MUDP I) dan MUDP II tahun 1989-1994, plus tahun 1995 implementasi IPALCemara. Sehingga bila kita merujuk pada data diatas maka jaringan pelayanan air limbah yang ada sudah berumur 25 tahun dimana dengan kondisi tersebut sudah selayaknya untuk dilaksanakan pemeriksaan kondisi fisiknya, serta kaitannya terhadap kondisi air tanah pada jaringan utama air limbah.

Selanjutnya untuk kesinambungan pengembangan cakupan wilayah pelayanan maka pada tahun 2011 telah dilakukan penandatanganan kesepakatan bersama (KSB) antara Dirjen Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum, Gubernur Sumatera Utara dan Walikota Medan tentang penyelenggaraan pengembangan Sistem Pelayanan Air Limbah (SPAL) Domestik dikota Medan. KSB ini ditindak lanjuti dengan Perjanjian Kerja Sama (PKS), Antara Direktur PPLP Kementerian Pekerjaan Umum, Sekretaris Daerah Provinsi Sumatera Utara, Sekretaris Daerah Pemerintah Kota Medan untuk periode tahun 2015-2019.

Seiring dengan perkembangan Kota Medan yang merupakan pusat segala kegiatan manusia,

pusat produsen, pusat perdagangan, sekaligus pusat konsumen yang terus berkembang pesat di Provinsi Sumatera Utara. Proses ini ditandai dengan meningkatnya jumlah penduduk akibat urbanisasi yang terlalu cepat, jika tidak dibarengi daya dukung yang memadai, kondisi ini akan menimbulkan masalah social besar dan akhirnya justru menghambat pembangunan; ini tercermin lewat pesatnya peningkatan permukiman penduduk, fasilitas umum, semakin macetnya macetnya lalu lintas dan kondisi pelayanan sanitasi yang masih membutuhkan penanganan yang memadai, serta menjamin kesinambungan lingkungan hidup yang dapat menampung seluruh aktifitas masyarakat kota Medan.

Dengan kegiatan mempersiapkan daya dukung sanitasi kota yang memadai dan menjamin kesinambungan lingkungan hidup akan peningkatan cakupan layanan di kota medan guna mendukung kegiatan pembangunan di kota medan yang berupa kegiatan perdagangan sehingga memacu perkembangan kota lebih cepat dan terkendali dan berkorelasi kepada peningkatan jumlah pelanggan yang berimplikasi kepada peningkatan pendapatan asli daerah (PAD),

Tabel.1.1. Jumlah pelanggan.

No.	Pelanggan	Jumlah	%	Keterangan
1.	Pelanggan Air Bersih	446.352	83	Ada selisih 79 %
2.	Pelanggan SPALD-T	19.533	4	

Data PDAM Tirtanadi september 2019.

Dari tabel data di atas kita dapat melihat jumlah pelanggan SPALD-T masih kecil bila di dibandingkan dengan pelanggan air bersih, memiliki selisih sebesar 79 %, selisih tersebut merupakan peluang yang harus dicapai, dan bagian dari menjamin terjaminnya kualitas lingkungan hidup yang baik di kota Medan yang mendukung pembangunan menuju kota Metropolitan.

I.2. Identifikasi Masalah.

Sesuai Master Plan Air Limbah Kota Medan 1995, dan Review Master Plan Air Limbah kota Medan tahun 2010, dimana wilayah pelayanan I dengan luas 520 Ha, di layani oleh pipa Air limbah Trunk sewer (HM.Yamin- Ipal cemara) yang di bangun melalui MUDP-I dan MUDP –II tahun 1989-1995 yang sudah berumur 25 tahun.

Disisi lain sebagai usaha mempersiapkan kondisi optimal dari Pipa Air Limbah (*trunk Sewer*) Hm.Yamin-IPAL Cemara, untuk dapat berfungsi sesuai Review Master Plan Air Limbah kota Medan tahun 2010, dimana pengembangan Wilayah Pelayanan II akan di koneksikan ke jaringan pipa induk kota.

Dengan Kondisi permasalahan umur jaringan pipa air limbah yang sudah 25 tahun dan padatnya lalu lintas pada badan jalan yang menjadi base line lintasan jalur pipa air limbah dan Jaringan pipa air limbah yang croosing dengan jalan, sehingga perlu di pastikan kondisi elevasi pipa air limbah Trunk Sewer dari penurunan yang berdampak pada sambungan-sambungan pipa jaringan (celah diantara sambungan) , yang menyebabkan terjadinya infiltrasi air tanah yang membawa butiran pasir halus kedalam pipa air limbah yang menimbulkan masalah idle kapasitas pipa, dan dampak untuk diluar pipa timbulnya rongga yang dalam jangka waktu panjang akan membuat rongga tersebut semakin besar di bawah permukaan jalan sehingga pada kondisi tertentu dapat membuat terperosoknya kendaraan yang lewat di atas jalan tersebut.

Hal lain yang juga menjadi masalah adalah dari permasalahan-permasalahan teknis yang ada apakah memiliki kaitannya terhadap kualitas air tanah pada jalur jaringan utama pipa air limbah yang berada pada kedalam keberadaan air tanah.

Kondisi terjadinya permasalahan pada awal tahun 2019, dimana pecahnya pipa jaringan air limbah pada segmen antara manhole 1 dan manhole 2 pada jalan HM.Yamin yang disebabkan oleh terperosoknya satu unik dump truck, kondisi tersebut diatas di indikasikan adanya rongga di bawah permukaan jalan yang merupakan dampak dari adanya kebocoran sehingga terjadi infiltrasi air tanah, dan terjadinya pergeseran struktur tanah yang di asumsikan disebabkan oleh gempa yang pernah terjadi di kota Medan.

Kondisi seperti tersebut diatas dapat terjadi juga pada segmen lain pada jalur pipa jaringan air limbah sepanjang pumping HM Yamin sampai dengan ipal cemara.

I.3. Perumusan Masalah.

Dari permasalahan yang ada dapat dirumuskan bahwa

1. Dengan penelitian ini di harapkan akan mendapatkan gambaran peta permasalahan teknis yang ada pada jalur jaringan perpipaan air limbah.
2. Menganalisis permasalahan teknis (Kebocoran) terhadap kualitas air tanah yang ada pada jalur jaringan perpipaan air limbah, dan menyusun rancangan perbaikannya.

I.4. Tujuan Penelitian.

Tujuan Penelitian ini adalah untuk :

1. Mengidentifikasi melalui proses investigasi terhadap pipa jaringan air limbah (*Trunk Sewer*) dari central pumping station jalan HM Yamin sampai ke IPAL Cemara.
2. Menganalisis permasalahan teknis dari hasil investigasi kaitannya terhadap pencemaran air tanah yang di sebabkan oleh jaringan pipa Air Limbah tersebut.

I.5. Hipotesis

1. Terdapat permasalahan-permasalahan teknis yang ada pada jalur jaringan perpipaan air limbah.
2. Terdapat permasalahan teknis yang mengakibatkan kebocoran Air Limbah sehingga mengakibatkan pencemaran Air Tanah pada jalur jaringan Utama (*trunk Sewer*) air limbah.

I.6. Manfaat Penelitian.

Manfaat penelitian adalah :

A. Akademik:

1. Dapat menjadi suatu bahan bacaan atau acuan untuk para teoritis dalam mengembangkan teori-teori tentang pembangunan Jaringan Air Limbah terhadap Air Tanah.
2. Bagi Peneliti lain yang akan datang, dapat menjadi bahan acuan untuk melakukan penelitian dengan permasalahan yang serupa di daerah yang sama maupun daerah lain.

B. Kebijakan/Pembangunan:

1. Bagi Pemerintah kota Medan, dalam mengembangkan Jaringan Air Limbah, penelitian ini dapat di jadikan bahan pertimbangan dalam penyusunan Program.
2. Bagi Perencana dan Pengambil Keputusan (Decision maker) dapat digunakan untuk memperkaya wawasan, Khasanah pola pikir.

C. Bagi Masyarakat setempat :

Dapat menjadi informasi untuk mendorong perbaikan kondisi Lingkungan Setempat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Sesuai Master Plan Air Limbah Kota Medan 1995, dan Review Master Plan Air Limbah kota Medan tahun 2010, dimana wilayah pelayanan I dengan luas 642 Ha, dimana luas 520 Ha beban air limbah di tampung oleh Jaringan Trunk sewer (HM.Yamin- Ipal Cemara) yang berasal sistem pelayanan Tahap I dari 8 zona.

Jaringan pipa air limbah Trunk sewer (HM.Yamin- Ipal Cemara) di bangun melalui MUDP-I dan MUDP –II tahun 1989-1995.

Jaringan Trunk sewer mempunyai panjang 4355 m dengan jenis pipa **Reinforced Concrete Pipe (RCP)** berdiameter 1100 mm dan 1300 mm dan didukung oleh 44 bangunan manhole.

Jaringan pipa air limbah trunk sewer ini berfungsi mengalirkan air limbah dari Pumping Station HM.Yamin ke Ipal Cemara yang memiliki kapasitas 60.000 M3/hari dan pada akhir pengembangan Wilayah Pelayanan II pada tahun 2010, jaringan pipa air limbah trunk sewer ini akan menerima tambahan beban air limbah dari 2 (dua) Station Pompa yang ada pada jalan Mesjid Taufik dan jalan Sidorukun.

1. Perencanaan sistem perpipaan Air Limbah.

Sumber yang digunakan pada bagian ini adalah Kriteria Teknis Prasarana dan Sarana Pengelolaan Air Limbah, PPLP Pekerjaan Umum 2006.

1.1. Umum

Sistem jaringan perpipaan diperlukan untuk mengumpulkan air limbah dari tiap rumah dan bangunan di daerah pelayanan menuju instalasi pengolahan air limbah (IPAL) terpusat. Perencanaan yang komprehensif ini akan sangat penting mengingat kaitannya dengan masalah kebijakan tata guna lahan, pembangunan, pembiayaan, operasional dan pemeliharaan, keberlanjutan penggunaan fasilitas dan secara umumakan berpengaruh juga pada perencanaan infrastruktur daerah layanan. Perencanaan system perpipaan ini akan menyangkut dua hal penting yakni perencanaan jaringan perpipaan dan perencanaan perpipaannya sendiri.

1.2. Pengaliran Limbah Cair Melalui Perpipaan

Sistem perpipaan pada pengaliran air limbah berfungsi untuk membawa air limbah dari satu tempat ketempat lain agar tidak terjadi pencemaran pada lingkungan sekitarnya. Prinsip pengaliran air limbah pada umumnya adalah gravitasi tanpa tekanan, sehingga pola aliran adalah seperti pola aliran pada saluran terbuka. Dengan demikian ada bagian dari penampang

pipa yang kosong. Pada umumnya perbandingan luas penampang basah (a) dengan luas penampang pipa (A) adalah sebagai berikut:

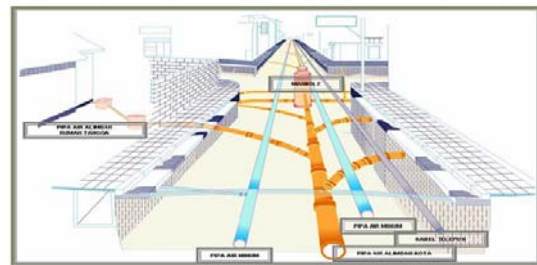
- f Untuk pipa dengan diameter : $\varnothing < 150$ mm ; $a/A = 0,5$ dan
- f Diameter $\varnothing > 150$ mm ; $a/A = 0,7$.

1.3. Jaringan pipa air buangan

Jaringan pipa air buangan terdiri dari:

- Pipa kolektor (lateral) sebagai pipa penerima air buangan dari rumah-rumah dialirkan ke pipa utama.
- Pipa utama (main pipe) sebagai pipa penerima aliran dari pipa kolektor untuk disalurkan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) atau ke trunk sewer
- Trunk sewer digunakan pada jaringan pelayanan air limbah yang luas (> 1.000 ha) untuk menerima aliran dari pipa utama dan untuk dialirkan ke IPAL. Kemiringan pipanya sekitar 0,2 –1%.

Jaringan pipa retikulasi dan pipa induk air limbah dapat di lihat gambar gambar 4 dan gambar 5 di bawah ini.



Gambar III.1.Perpipaan Retikulasi



Gambar III.2.Pipa Induk Air Limbah

2. Kecepatan saluran

Kecepatan air di saluran bervariasi antara 0,6 m/detik sampai 0.75 m/detik pada aliran yang penuh. Di daerah tropis kecepatan yang dianjurkan 0,9 m/detik.

3. Bahan Perpipaan

Pemilihan bahan pipa harus betul-betul dipertimbangkan mengingat air limbah banyak mengandung bahan dapat yang mengganggu atau menurunkan kekuatan pipa. Demikian pula selama pengangkutan dan pemasangannya, diperlukan kemudahan serta kekuatan fisik yang memadai. Sehingga berbagai faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan pipa secara menyeluruh adalah :

- a. Umur ekonomis
- b. Pengalaman pipa sejenis yang telah diaplikasikan di lapangan
- c. Resistensi terhadap korosi (kimia) atau abrasi (fisik)
- d. Koefisiensi kekasaran (hidrolik)
- e. Kemudahan transpor dan handling
- f. Kekuatan struktur
- g. Biaya suplai, transpor dan pemasangan
- h. Ketersediaan di lapangan
- i. Ketahanan terhadap disolusi di dalam air
- j. Kekedapan dinding
- k. Kemudahan pemasangan sambungan

Pipa yang bisa dipakai untuk penyaluran air limbah adalah Vitrified Clay(VC), Asbestos Cement(AC), Reinforced Concrete(RC), Steel, Cast Iron, High Density Poly Ethylene(HDPE), Unplasticised Polyvinylchloride(uPVC) dan Glass Reinforced Plastic(GRP).

3.1. Pipa beton

- a. Aplikasi
 - 1) Pada pengaliran gravitasi (lebih umum) dan bertekanan
 - 2) Untuk pembuatan sifon
 - 3) Untuk saluran drainase dengan diameter (300-3600) mm akan lebih ekonomis mengingat durabilitasnya jauh lebih baik dibandingkan dengan bahan saluran lainnya
 - 4) Hindari aplikasi sebagai sanitary sewer dengan dimensi kecil terutama bila ada air limbah industri atau mengandung H₂S berlebih. Untuk dimensi kecil hingga diameter 45 mm, biasanya dipakai pipa dengan bahan PVC atau lempung.
 - 5) Pada sanitary trunk sewer, beton bertulang juga dipakai dengan diameter Lebih besar daripada diameter VCP maksimal, dengan lining plastik atau epoksi (diproses monolit di pabrik); atau pengecatan bitumas-tik atau coal tar epoxy(dilakukan setelah instalasi di lapangan).

b. Ukuran dan Panjang Pipa

- 1) Pipa pracetak dengan diameter di atas 600 mm harus dipasang dengan tulangan, meskipun pada

diameter yang lebih kecil tetap dibuat beton bertulang

2) Untuk konstruksi beton bertulang (pracetak), diameter dan panjang yang tersedia di lapangan

(a). Diameter : [(300)-600-2700] mm

(b). Panjang : - 1,8 m untuk pipa dengan diameter < 375 mm

- 3 m untuk pipa dengan diameter > 375 mm

(c). Tersedia 5 kelas berdasarkan pada kekuatan beban eksternal

3) Untuk konstruksi beton tidak bertulang (pracetak)

(a) Diameter : (100-600) mm

(b) Panjang : (1,2-7,3) m

c. Sambungan

1) Tonguedan groove(khusus beton bertulang)

(a). Untuk diameter > 760 mm

(b). Dengan menggunakan sambungan senyawamastik atau gasket karetYang membentuk seal kedap air dengan plastik atau tar panas mastik, clay tile, atau senyawa asphatik

2) Spigotdan socket dengan semen

(a). Untuk diameter (305-760) mm

(b). Ekonomis

(c). Mudah pemasangannya

(d). Aman dan memuaskan

3) Cincin karet fleksibel

d. Lining(Lapisan Dasar Pipa)

Penerapan liningdilakukan bila pipa yang bersangkutan menyalurkan air limbah yang belum terolah dengan bahan tahan korosi seperti:

1) Spesi semen alumina tinggi

- Tebal 12 mm untuk diameter ≤ 675 mm

- Tebal 20 mm untuk diameter (750-825) mm

2) PVC atau ekuivalen untuk diameter ≥ 900 mm

3) PVC sheet

4) Penambahan ketebalan dinding sebagai beton deking

e. Komponen bahan

Komponen bahan pipa beton menggunakan agregat limestoneatau dolomite dengan semen tipe 5.

f. Kelebihan pipa beton

Beberapa pertimbangan pemilihan pipa beton :

1) Konstruksi : kuat

2) Dimensi : tersedia dalam variasi yang besar, dan dapat dipesan.

g. Kerugian/kelemahan pipa beton
 Beberapa kelemahan aplikasi pipa beton (karena semen dari bahan alkali) adalah korosi terhadap asam atau H₂S, kecuali bila diberi lining, pemeliharaan kecepatan glontor, ventilasi yang memadai dan pembubuhan bahan kimia.

h. Spesifikasi

Untuk pelaksanaan konstruksi dilapangan yang perlu diminta atau diketahui adalah spesifikasinya, minimal mencakup :

- 1) Diameter
- 2) Klas dan/atau kekuatan
- 3) Metode manufaktur
- 4) Metode sambungan
- 5) Lining
- 6) Komposisi bahan (macam agregat bila limestone)

4. Beban diatas saluran

C = Koefisien pembebanan tergantung jenis tanah dan perbandingan kedalaman dan lebar galian.

W = Berat jenis penimbunan(Kg/m³)

B = 1,5 d x c

D = Diameter pipa (m)

5. Perlengkapan Saluran Air Buangan Domestik

1. Manhole

Manhole adalah salah satu bangunan pelengkap sistem penyaluran air buangan yang berfungsi sebagai tempat memeriksa, memperbaiki, dan membersihkan saluran dari kotoran yang mengendap dan benda-benda yang tersangkut selama pengaliran, serta untuk mempertemukan beberapa cabang saluran, baik dengan ketinggian sama maupun berbeda.

Manhole dapat ditempatkan pada :

- Setiap perubahan arah, vertikal, yaitu pada ketinggian terjunan lebih besar dari dua kali diameter digunakan jenis drop manhole. horizontal, pada belokan lebih besar 22,5°
- Setiap perubahan diameter.
- Setiap perubahan bangunan.
- Setiap pertemuan atau percabangan beberapa pipa.
- Setiap terjadi perubahan kemiringan lebih besar dari 45°
- Sepanjang jalan lurus, dengan jarak tertentu dan sangat tergantung pada diameter saluran.



a. Penempatan dan Jarak Antar Manhole
 Berikut adalah tabel jarak perletakan *manhole* menurut diameter saluran :

Tabel III.1

Jarak *Manhole* Menurut Diameter

Diameter (mm)	Jarak Antar Manhole (m)
< 200	50 – 100
200 – 500	100 – 125
500 – 1000	125 – 150
> 1000	150 – 200

Sumber : Harjo suprapto, 2000

Salah satu syarat utama *manhole* adalah besarnya diameter *manhole* harus cukup untuk pekerja dan peralatannya masuk kedalam serta dapat mudah melakukan pekerjaannya, diameter *manhole* bervariasi sesuai dengan kedalaman manhole. Berikut adalah tabel ukuran diameter manhole menurut kedalaman :

Tabel III.2

Diameter *Manhole* Menurut Kedalaman

Kedalaman (m)	Diameter (m)
< 0,8	0,75
0,8 - 2,5	1,00 - 1,20
> 2,5	1,20 - 1,80

Sumber : Harjo suprapto, 2000

b. Kriteria Manhole

Berikut adalah kriteria/persyaratan *manhole* :

- *Manhole* harus ditutup dengan tutup yang dilengkapi kunci, agar tidak dibuka/dicuri oleh orang yang tidak bertanggung jawab
- Bersifat padat dan kokoh
- Kuat menahan gaya-gaya dari luar
- *Accessibility* tinggi, tangga dari bahan anti korosi
- Dinding dan pondasinya kedap air
- Terbuat dari beton atau pasangan batu kali. Jika diameternya lebih dari atau sama dengan 2,50 m, konstruksinya beton bertulang.

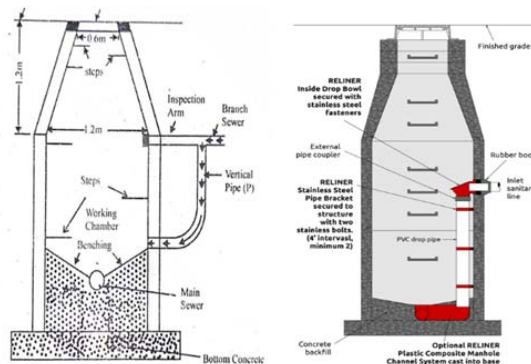
- Bagian atas dinding *manhole*, sebagai perletakkan tutup *manhole*, merupakan konstruksi yang fleksibel, agar dapat selalu disesuaikan dengan level permukaan jalan yang mungkin berubah, sehingga tutup *manhole* tidak menonjol atau tenggelam terhadap permukaan jalan.

2. Drop Manhole

Drop manhole digunakan apabila saluran yang datang (biasanya lateral), memasuki manhole pada titik dengan ketinggian lebih dari 2 ft (0,6 m) di atas saluran selanjutnya. Tujuan digunakannya *drop manhole* adalah untuk menghindari penceburan atau *splashing* air buangan yang dapat merusak saluran akibat penggerusan dan pelepasan H₂S.

Dua jenis *drop manhole* yang sering digunakan :

- pipa drop 90⁰
- pipa drop 45⁰

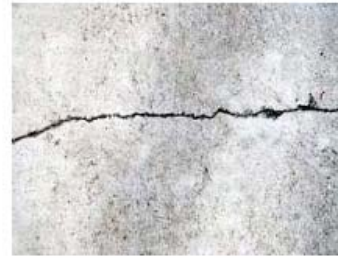


GAMBAR III – 6 Tipe Drop Manhole

6. Kerusakan yang terjadi pada beton

Diantara masalah yang sering dijumpai adalah masalah keretakan yang terjadi pada bahan tersebut. Keretakan pada beton bertulang dapat timbul pada saat pra-konstruksi dan pasca konstruksi. Sebenarnya setiap beton bertulang yang diaplikasikan pada struktur bangunan pasti akan terjadi retakan, yang harus dipertimbangkan adalah apakah retakan tersebut dapat ditolerir karena tidak berbahaya atau retakan tersebut membahayakan struktur bangunan secara keseluruhan. Keretakan pada beton bertulang ini disebabkan oleh beberapa hal, karena pengaruh dari sifat beton itu sendiri maupun faktor lingkungan luar yang mempengaruhi beton secara langsung. Dilihat dari jenis retakannya, ada dua jenis keretakan pada beton bertulang yaitu retakan yang terjadi saat

pembuatan beton dan retakan yang terjadi setelah beton selesai dibuat.



Gambar 1. Keretakan Pada Struktur Beton Bertulang

Gambar.III.3. Keretakan Beton

Faktor- faktor penyebab keretakan beton yang terjadi setelah pembuatan beton bertulang, antara lain adalah :

1. Pengaruh lingkungan

Karena beton bertulang pada bangunan mengalami kontak langsung dengan cuaca luar, pengaruh cuaca ini sedikit banyaknya memberi andil dalam keretakan pada beton, sehingga konstruksi bangunan yang berumur cukup lama banyak mengalami retakan. Salah satu pengaruh lingkungan yang menyebabkan beton retak adalah akibat dari air tanah & hujan. Akibat sekian lama beton pada bangunan tua menerima air tanah & hujan secara langsung, lama – kelamaan air tanah & hujan masuk meresap kedalam pori-pori beton yang kemudian mencapai tulangan pada beton. Apabila saat air tanah & air hujan telah mengenai baja tulangan, maka akan terjadi reaksi antara baja tulangan dengan tulangan yang menyebabkan baja tulangan menjadi berkarat atau korosif. Akibat korosifnya baja tulangan dan ditambah faktor luas seperti pembebanan mengakibatkan beton akan mengalami retak-retak.

2. Pembebanan

Setelah struktur beton bertulang sudah jadi dan bangunan secara keseluruhan telah siap untuk digunakan, maka struktur beton bertulang tersebut akan menerima beban-beban. Beban-beban yang bekerja pada struktur beton bertulang secara umum terdiri atas beban sendiri dan beban luar (beban akibat angin, manusia, beban gempa, dsb). Apabila struktur beton bertulang tersebut menerima beban sesuai dengan kapasitas atau kuat dukung beban yang direncanakan, seharusnya struktur beton tersebut akan baik-baik saja. Tetapi kadangkala beton akan menerima beban diluar kemampuannya, dan biasanya

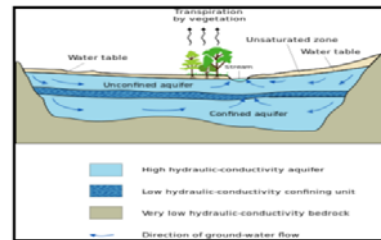
pembebanan yang melebihi kapasitas yang telah direncanakan itulah yang menyebabkan keretakan pada struktur beton. Pada saat terjadi keretakan, besi tulangan (pada daerah tarik) tersebut mulai mengambil alih secara penuh beban tarik yang terjadi. Artinya beton (daerah tarik) sudah tidak memikul beban tarik. Beban tarik dialihkan ke besi tulangan. Secara struktural kondisi ini memang dirancang seperti itu dan kekuatan struktur masih dapat dipertanggung jawabkan. Beton yang retak saat beban mulai bertambah sama sekali tidak berarti ada kegagalan struktur. Lokasi retakan yang terjadi saat beban mulai membesar adalah pada daerah tumpuan / ujung balok sisi atas dan tengah bentang di sisi bawah. Keretakan seperti retak rambut tidak memerlukan perbaikan. Jika retak beton yang terjadi masih wajar seperti retak halus atau retak rambut, maka tidak perlu diperbaiki karena perhitungan struktur beton memang sudah tidak memperhitungkan beton yang mengalami retak. Namun jika retak yang terjadi cukup parah, perlu dilakukan penelitian yang lebih rinci yang melingkupi perhitungan struktur sesuai kondisi lapangan. Perbaikan dilakukan dengan menutup dengan epoxy, memperbesar dimensi struktur beton bertulangannya atau diberi perkuatan tambahan.

7. Air tanah dan akuifer

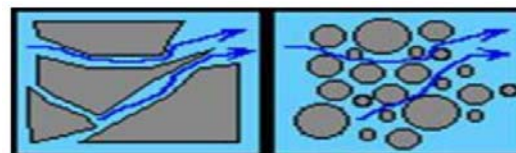
Air merupakan salah satu kebutuhan utama manusia, sehingga ada ilmu pengetahuan khusus yang membahas tentang air yaitu hidrologi. Hidrologi adalah ilmu tentang air baik di atmosfer, di permukaan bumi, dan di dalam bumi, tentang terjadinya, perputarannya, serta pengaruhnya terhadap kehidupan yang ada di alam ini (Shiddiqy, 2014).

Air tanah didefinisikan sebagai air yang terdapat di bawah permukaan bumi. Salah satu sumber utamanya adalah air hujan yang meresap ke bawah lewat lubang pori di antara butiran tanah. Air yang berkumpul di bawah permukaan bumi ini disebut akuifer. Ada beberapa pengertian akuifer berdasarkan pendapat para ahli, Todd (1955) menyatakan bahwa akuifer berasal dari bahasa latin yaitu *aqui* dari kata *aqua* yang berarti air dan kata *ferre* yang berarti membawa, jadi akuifer adalah lapisan pembawa air. Herlambang (1996) menyatakan bahwa akuifer adalah lapisan tanah yang mengandung air, di mana air ini bergerak di dalam tanah karena adanya ruang antar butir-butir tanah. Berdasarkan kedua pendapat, dapat disimpulkan bahwa akuifer adalah lapisan bawah tanah yang mengandung air dan mampu

mengalirkan air. Hal ini disebabkan karena lapisan tersebut bersifat permeable yang mampu mengalirkan air baik karena adanya pori-pori pada lapisan tersebut ataupun memang sifat dari lapisan batuan tertentu. Contoh batuan pada lapisan akuifer adalah pasir, kerikil, batu pasir, batu gamping rekahan. Akuifer dan aliran air pada pori-pori ditunjukkan oleh Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Akuifer di bawah tanah (Shiddiqy, 2014)

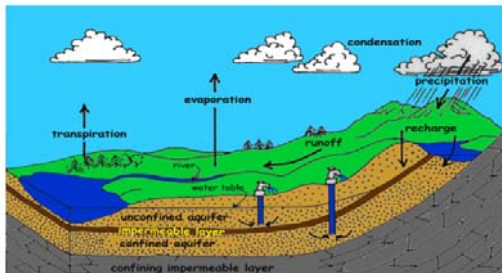


Gambar 3. Aliran air pada pori-pori antar butir tanah (Shiddiqy, 2014)

Terdapat tiga parameter penting yang menentukan karakteristik akuifer yaitu tebal akuifer, koefisien lolos atau permeabilitas, dan hasil jenis. Tebal akuifer diukur mulai dari permukaan air tanah (water table) sampai pada suatu lapisan yang bersifat semi kedap air (impermeable) termasuk aquiclude dan aquifuge. Permeabilitas merupakan kemampuan suatu akuifer untuk meloloskan sejumlah air tanah melalui penampang 1 m². Nilai permeabilitas akuifer sangat ditentukan oleh tekstur dan struktur mineral atau partikel-partikel atau butir-butir penyusun batuan. Semakin kasar tekstur dengan struktur lepas, maka semakin tinggi batuan meloloskan sejumlah air tanah. Sebaliknya, semakin halus tekstur dengan struktur semakin tidak teratur atau semakin rapat, maka semakin rendah kemampuan batuan untuk meloloskan sejumlah air tanah. Dengan demikian, setiap jenis batuan akan mempunyai nilai permeabilitas yang berbeda dengan jenis batuan yang lainnya. Hasil jenis adalah kemampuan suatu akuifer untuk menyimpan dan memberikan sejumlah air dalam kondisi alami. Besarnya cadangan air tanah atau hasil jenis yang dapat tersimpan dalam akuifer sangat ditentukan oleh sifat fisik batuan penyusun akuifer (tekstur dan struktur butir-butir penyusunnya) (Anonim,2006).

Menurut Krussman dan Ridder (1970), berdasarkan kadar kedap air dari batuan yang melingkupi akuifer terdapat beberapa jenis akuifer, yaitu: Akuifer terkungkung (confined aquifer), akuifer setengah terkungkung (semi confined aquifer), akuifer setengah bebas (semi unconfined aquifer), dan akuifer bebas (unconfined aquifer). Akuifer terkungkung adalah akuifer yang lapisan atas dan bawahnya dibatasi oleh lapisan yang kedap air. Akuifer setengah terkungkung adalah akuifer yang lapisan di atas atau di bawahnya masih mampu meloloskan atau dilewati air meskipun sangat kecil (lambat). Akuifer setengah bebas merupakan peralihan antara akuifer setengah terkungkung dengan akuifer bebas.

Lapisan bawahnya yang merupakan lapisan kedap air, sedangkan lapisan atasnya merupakan material berbutir halus, sehingga pada lapisan penutupnya masih dimungkinkan adanya gerakan air. Akuifer bebas lapisan atasnya mempunyai permeabilitas yang tinggi, sehingga tekanan udara di permukaan air sama dengan atmosfer. Air tanah dari akuifer ini disebut air tanah bebas (tidak terkungkung) dan akuifernya sendiri sering disebut water-table aquifer. Jenis-jenis akuifer ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Jenis-jenis Akuifer (Shiddiqy, 2014)

Todd (1980) menyatakan bahwa tidak semua formasi litologi dan kondisi geomorfologi merupakan akuifer yang baik. Berdasarkan pengamatan lapangan, akuifer dijumpai pada bentuk lahan sebagai berikut:

1. Lintasan air (water course)

Bentuk lahan di mana materialnya terdiri dari aluvium yang mengendap di sepanjang alur sungai sebagai bentuk lahan dataran banjir serta tanggul alam.

Bahan aluvium itu biasanya berupa pasir dan kerikil.

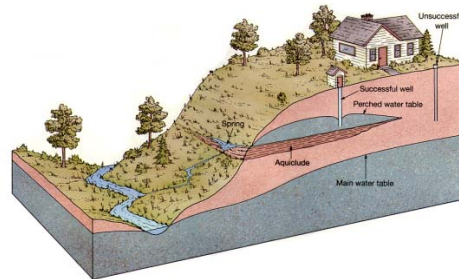
2. Dataran (plain)

Bentuk lahan berstruktur datar dan tersusun atas bahan aluvium yang berasal dari berbagai bahan induk sehingga merupakan akuifer yang baik.

3. Lembah antar pegunungan (intermontane valley) Merupakan lembah yang berada di antara dua pegunungan dan materialnya berasal dari hasil erosi dan gerak massa batuan dari pegunungan di sekitarnya.

4. Lembah terkubur (buried valley)

Lembah yang tersusun oleh material lepas yang berupa pasir halus sampai kasar. Berdasarkan perlakuannya terhadap air tanah, terdapat lapisan-lapisan batuan selain akuifer yang berada di bawah permukaan tanah. Lapisan-lapisan batuan tersebut dapat dibedakan menjadi: Aquiclude, aquitard, dan aquifuge. Aquiclude adalah formasi geologi yang mungkin mengandung air, tetapi dalam kondisi alami tidak mampu mengalirkannya, misalnya lapisan lempung, serpih, tuf halus, lanau. Untuk keperluan praktis, aquiclude dipandang sebagai lapisan kedap air. Letak aquiclude ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Letak Aquiclude (Shiddiqy, 2014)

Aquitard adalah formasi geologi yang semi kedap, mampu mengalirkan air tetap dengan laju yang sangat lambat jika dibanding dengan akuifer. Meskipun demikian dalam daerah yang sangat luas, mungkin mampu membawa sejumlah besar air antara akuifer yang satu dengan lainnya. Aquifuge merupakan formasi kedap yang tidak mengandung dan tidak mampu mengalirkan air.

BAB IV

Hasil dan Analisis serta Pemecahan Masalah.

IV.1. GAMBARAN KONDISI JARINGAN PIPA TRUNK SEWER

Gambaran tentang kondisi jaringan pipa Trunk sewer dari HM.Yamin sampai Ipal Cemara dapat di lihat pada hasil survei yang di lakukan, yang terdiri dari :

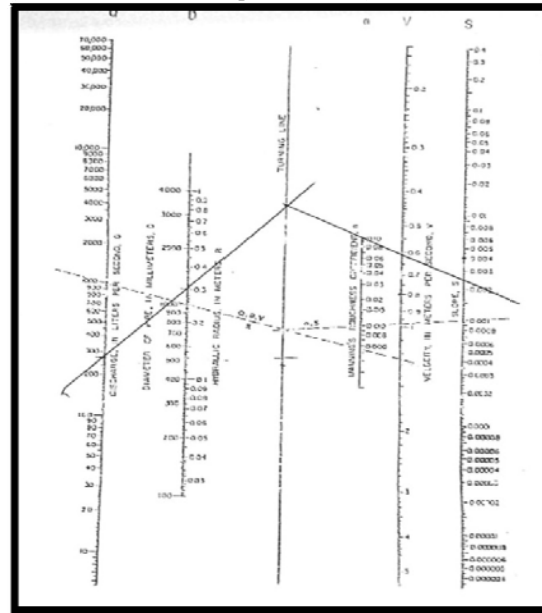
- **Pengukuran topografi** Eksisting Jaringan Pipa Air Limbah mulai Pumping Station HM yamin Sampai dengan IPAL Cemara.
- **Soil Investigasi (Sondir)** dilakukan untuk mengetahui daya dukung tanah dan keberadaan kedalaman Air Tanah Dalam guna melakukan analisis Pengaruh terhadap Air Tanah Dalam.
- **Observasi Pipa Eksisting** untuk melihat kondisi dan gambaran permasalahan-permasalah Teknis, serta mencari indikator dan kualitas pengaruh terhadap keberadaan dan kualitas Air Tanah Dalam.
- **Inventarisir dan investigasi Kebocoran Jaringan Pipa**, dilihat dari permukaan air dan daya dukung tanah, khusus pada lokasi-lokasi yang akan dilalui saluran air limbah secara random.

Dari hasil survei yang dilakukan jaringan pipa air limbah trunk sewer dari pumping station HM.Yamin ke Ipal Cemara menggunakan sistem hidrolis bertekanan menggunakan pompa untuk mengalirkan air limbah yang bersumber dari pumping Station Hm. Yamin. Hal ini dilakukan untuk memenuhi Kriteria Hidrolis Pengaliran.

Kecepatan minimum tergantung pada kemampuan pengaliran untuk memberikan daya pembilas sendiri terhadap endapan-endapan. Kecepatan minimum yang biasa digunakan dalam perencanaan penyaluran air buangan adalah 0,6 m/detik.

Kecepatan maksimum didasarkan pada kemampuan saluran terhadap adanya gerusan-gerusan oleh aliran yang mengandung partikel kasar. Agar tidak menimbulkan gerusan, maka kecepatan maksimum yang diperbolehkan adalah 2,5 m/detik sampai dengan 3,0 m/detik. Kemiringan kurang dari 0,1 m/100 tidak dapat di terapkan di lapangan, dapat kita lihat dari Nomogram Manning berikut ini :

Tabel IV- 1. Nomogram Manning Aliran Penuh pada Pipa Bundar



Dari tabel hidrolis tanpa tekanan diatas kita dapati bahwa kecepatan aliran air limbah yang ada di bawah standard kriteria hidrolis pengaliran,dimana kecepatan alir > 0,6 m/dtk dan kemiringan yang ada kurang dari 0,1 m/100 sesuatu yang tidak layak di laksanakan.

Dengan menggunakan sistem hidrolis bertekanan kriteria hidrolis pengaliran terpenuhi, terlihat pada tabel Nomogram Manning di atas, dimana kecepatan alir > 0,6 m/dtk dan kemiringan yang memenuhi persyaratan layak di laksanakan.

Sehingga efektifitas jaringan pipa air limbah Trunk sewer ini terkait pada sistem pompa yang ada.

Sesuai Master Plan Air Limbah yang ada untuk pengembangan wilayah layanan melalui proyek MSMHP meliputi pemasangan pipa primer, skunder dan stasiun pompa 2 unit akan terkoneksi dengan jaringan air limbah trunk sewer.

Dari proses koneksi yang ada di ketahui sistem conecting/tapping pada manhole yang tidak memenuhi standard sistem air limbah yang mengantisipasi proses penceburan atau splashing air buangan yang berdampak terjadinya penggerusan dan pelepasan H2S. Dapat kita lihat pada tabel berikut ini :

Tabel IV-2. conecting/tapping pada Manhole.

No.	MANHOLE	JUMLAH	KET
1.	Tapping 1 Pipa	5 titik	Kedalaman 2,20 – 2,40

2.	Tapping 2 Pipa	4 titik	Kedalaman 2,20 – 2,40
3.	Tapping 3 Pipa	3 titik	Kedalaman 2,20 – 2,40
4.	Tapping 4 pipa	1 titik	Kedalaman 2,20 – 2,40

Kesimpulan

1. Dari kondisi koneksi yang ada perlu penataan kembali sistem connecting yang ada kearah yang ideal, dimana nantinya koneksi hanya ada pada dua (2) titik manhole untuk akses dari lift pumping jl.Mesjid Taufik dan sidorukun, dengan merubah sistem koneksi di manhole yang ada saat ini menjadi Drop Manhole. Sedangkan untuk connecting/tappingan

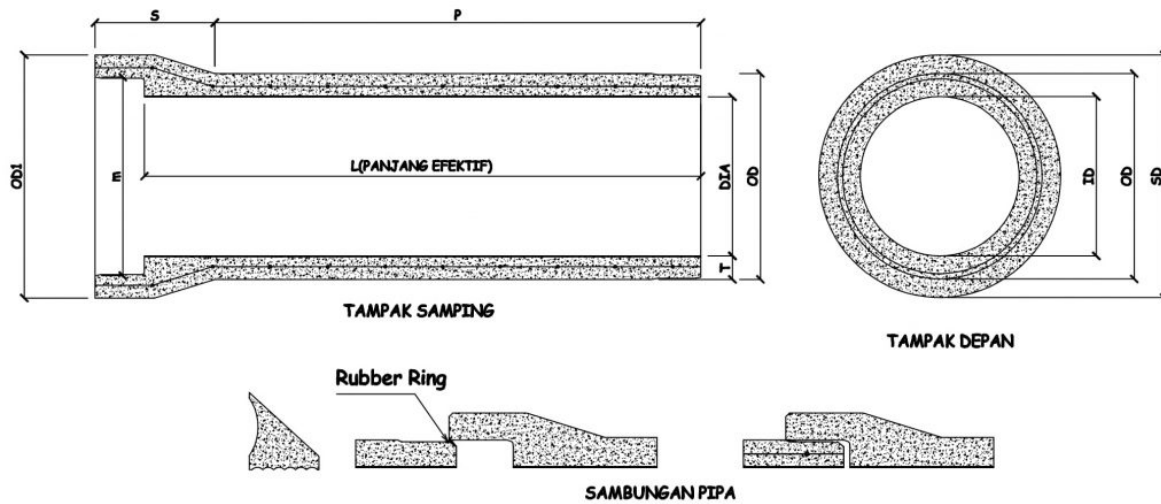
yang lain idealnya dialihkan melalui pipa service ke lift pumping station Jl.Mesjid Taufik atau Jl. Sidorukun, pada tahap awal ini, sebelum terealisasinya pelaksanaan pemasangan pipa service, untuk mengantisipasi kerusakan maka manhole-manhole tersebut di rubah menjadi Drop Manhole, dan satu (1) tappingan di manhole 41 di tutup.

IV.2. PIPA DAN SEGMENT BENTANG PIPA.

Jaringan pipa air limbah Trunk sewer menggunakan pipa beton bertulang (RCP) yang merupakan beton precast yang memiliki spesifikasi sebagai berikut :

SPESIFIKASI TEKNIS

- Metode Produksi : Cetak kering (Dry Cast)
- Mutu Beton : Min. 350 setelah proses spinning Min. K-550
- Baja Tulangan :
- Cold Rolled Deformed Wire (CRDW)
- Tegangan Leleh > 4500 kg/cm²
- Tegangan Tarik > 5000 kg/cm²
- Sistem Joint : Socket Spigot dengan mortar semen/Rubber Ring
- Panjang Efektif : 2440 mm



Gambar.V.1. Pipa RCP.

Permasalahan pada segmen bentang pipa terdiri dari dua (2) yaitu permasalahan sambungan antar pipa RCP dan masalah pada pipa RCP itu sendiri, untuk rincinya sbb :

2.1.Kondisi Sambungan antar pipa

Dari kondisi sambungan antar pipa ada 23 titik dengan rincian permasalahan terdiri dari :

A. Kebocoran disebabkan infiltrasi pada sambungan pipa, skala kerusakan class 2.

Kondisi kebocoran seperti ini kita dapati pada:

Tabel.V. 7. Kebocoran Sambungan.

NO	URAIAN	SEGMENT/ JALUR	METER	KETERANGAN
1.	Kebocoran sambungan	C	56,07	Dari manhole 2
2.	Kebocoran sambungan	D	22,34	Dari manhole 3
3.	Kebocoran sambungan	D	92,75	Dari manhole 3
4.	Kebocoran sambungan	H	128,30	Dari manhole 7
5.	Kebocoran sambungan	H	170	Dari manhole 7
6.	Kebocoran sambungan	J	57,94	Dari manhole 9
7.	Kebocoran sambungan	J	65,41	Dari manhole 9
8.	Kebocoran sambungan	J	81,28	Dari manhole 9
9.	Kebocoran sambungan	K	73,57	Dari manhole 10
10.	Kebocoran sambungan	L	30,48	Dari manhole 11
11.	Kebocoran sambungan	M	8,82	Dari manhole 12
12.	Kebocoran sambungan	M	22,63	Dari manhole 12
13.	Kebocoran sambungan	M	27,25	Dari manhole 12
14.	Kebocoran sambungan	M	32,08	Dari manhole 12
15.	Kebocoran sambungan	M	81,55	Dari manhole 12
16.	Kebocoran sambungan	N	30,48	Dari manhole 13
17.	Kebocoran sambungan	Q	78,22	Dari manhole 16
18.	Kebocoran sambungan	X	108	Dari manhole 23
19.	Kebocoran sambungan	X	114	Dari manhole 23
20.	Kebocoran sambungan	AD	19	Dari manhole 29
21.	Kebocoran sambungan	AE	57	Dari manhole 30

Kondisi kebocoran pada sambungan antar pipa ini di sebabkan oleh tekanan air limbah di dalam pipa limbah lebih kecil dari tekanan air tanah sehingga yang terjadi infiltrasi air tanah yang menekan sambungan pipa yang memiliki rongga yang di sebabkan perlemahan kekuatan pada sistem sambungan pipa, serta faktor usia jaringan pipa trunk sewer yang sudah 25 tahun dimana jaringan pipa trunk sewer ini merupakan beton yang memiliki kelemahan (semen dari bahan alkali) karosi terhadap asam atau H₂S.

limbah, sehingga kebocoran pipa air limbah tidak berpengaruh kepada kualitas air tanah yang ada.

5.2. Saran

Guna efektifitas sistem Pengoperasian pengaliran Air Limbah domestik Kota Medan maka perlu segera di lakukan perbaikan kerusakan dan kebocoran yang ada sesuai standar perpipaan jaringan air limbah. Perbaikan yang dilakukan agar mempertimbangkan pemeliharaan kualitas air tanah yang ada pada jalur saluran pipa tersebut.

BAB V Kesimpulan dan Saran.

5.1. Kesimpulan.

1. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan (analisis), maka dapat di tarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :
2. Pada Jaringan Trunk sewer yang panjang 4321,27 m terdapat kebocoran pada sambungan pipa sebanyak 33 titik, kebocoran pada pipa sebanyak 16 titik.
Dari kondisi tekanan air limbah pada saluran pipa lebih rendah dari tekanan air tanah yang ada dan berhimpitan dengan saluran air limbah, maka yang terjadi kebocoran yang ada di sebabkan oleh infiltrasi air tanah ke dalam saluran pipa air