

**PERENCANAAN PENGEMBANGAN JARINGAN SISTEM
PENYALURAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERPUSAT
(SPALD-T) JALUR SELATAN KOTA SURAKARTA**

TUGAS AKHIR



Disusun oleh:

APRILLIA BUNGA FIRDAUS

NIM. H75216053

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2020

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Aprillia Bunga Firdaus

NIM : H75216053

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiasi dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul “PERENCANAAN PENGEMBANGAN JARINGAN SISTEM PENYALURAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERPUSAT (SPALD-T) JALUR SELATAN KOTA SURAKARTA”. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 04 Agustus 2020

Yang menyatakan


(Aprillia Bunga Firdaus)
NIM. H75216053

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir oleh:

NAMA : APRILLIA BUNGA FIRDAUS

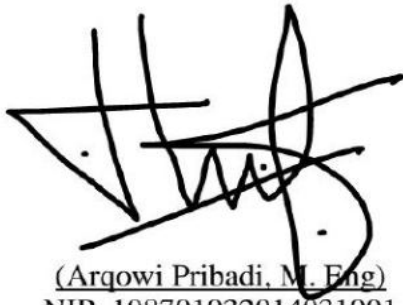
NIM : H75216053

JUDUL : PERENCANAAN PENGEMBANGAN JARINGAN SISTEM
PENYALURAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERPUSAT (SPALD-T) JALUR
SELATAN KOTA SURAKARTA

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

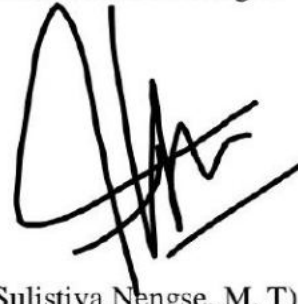
Surabaya, 17 Juli 2020

Dosen Pembimbing I



(Arqowi Pribadi, M. Eng)
NIP. 198701032014031001

Dosen Pembimbing II



(Sulistiya Nengse, M. T)
NUP. 201603320

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Aprillia Bunga Firdaus ini telah dipertahankan
di depan tim penguji tugas akhir
di Surabaya, 20 Juli 2020

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Dosen Penguji I



(Arqowi Pribadi, M. Eng)
NIP. 198701032014031001

Dosen Penguji II



(Sulistiya Nengse, M. T)
NUP. 201603320

Dosen Penguji III



(Teguh Taruna Utama, M. T)
NUP. 201603319

Dosen Penguji IV



(Widya Nilandita, S.KM, M. KL)
NIP. 198410072014032002

Mengetahui

Plt. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



(Dr. Evi Fatmatur Rusydiyah, M. Ag)
NIP. 197312272005012003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Aprillia Bunga Firdaus
NIM : H75216053
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : aprilfirdaus17@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PERENCANAAN PENGEMBANGAN JARINGAN SISTEM PENYALURAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERPUSAT (SPALD-T) JALUR SELATAN KOTA SURAKARTA

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 04 Agustus 2020

Penulis

(Aprillia Bunga Firdaus)

ABSTRAK

PERENCANAAN PENGEMBANGAN JARINGAN SISTEM

PENYALURAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERPUSAT (SPALD-T)

JALUR SELATAN KOTA SURAKARTA

Kata kunci: Sistem Penyaluran Air Limbah, Sanitasi Terpusat, Jalur Selatan, Kota Surakarta.

Surakarta is the first city and became a pilot city in Indonesia for the implementation of a centralized sanitation system (off-site system). The population density of Surakarta is currently relatively high with the annual population growth rate from 2010-2018 to 0.435% and population density reaching 11,718.78 people / km². From the evaluation results, it is known that Surakarta City's centralized sanitation service coverage for the southern route still reaches 21.98%. So, it is necessary to optimize and develop a centralized sanitation pipeline network (off-site system). Based on these conditions, the development plan of a centralized domestic wastewater sewerage system network in the south pipeline area of Surakarta will be planned to install lateral pipes and house connections (SR). The development plan of a centralized domestic wastewater sewerage system network (SPALD-T) in the south pipeline area of Surakarta using the gravity system. The topography of the south pipeline area of Surakarta City is relatively flat with elevations ranging from 90-110 meters and adjusting to existing secondary and primary pipelines. Total new house connections (SR) is 175 SR divided into 5 village districts. The dimensions of the pipe used are 100 mm for SR pipes and 150 mm for lateral pipes and have a self-cleaning velocity of <0.6 m / sec and excavation depth <3 meters. The total budget plan for this development plan is ± Rp. 2,387,100,000.00.

vii

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Perumusan Masalah	4
1.5 Tujuan	4
1.6 Manfaat	4
1.6.1 Manfaat untuk Penulis	5
1.6.2 Manfaat untuk Perumda Air Minum Kota Surakarta	5
1.6.3 Manfaat untuk Masyarakat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Air Limbah	6
2.2 Sumber dan Kuantitas Air Limbah	7
2.2.1 Air Limbah Rumah Tangga	7
2.2.2 Air Limbah Industri	10
2.2.3 Air Limbah Rembesan dan Tambahan	11

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Rata-Rata Aliran Air Limbah Pemukiman	8
Tabel 2. 2	Rata-Rata Aliran Air Limbah Perdagangan	8
Tabel 2. 3	Rata-Rata Aliran Air Limbah Kelembagaan atau Instansi	9
Tabel 2. 4	Rata-Rata Aliran Air Limbah Rekreasi	10
Tabel 2. 5	Rata-Rata Penggunaan Air Kegiatan Industri	11
Tabel 2. 6	Karakteristik Fisika Air Limbah	12
Tabel 2. 7	Material Organik yang Terlarut dalam Air Limbah	14
Tabel 2. 8	Material Anorganik yang Terlarut dalam Air Limbah	14
Tabel 2. 9	Mikroorganisme yang Terkandung dalam Air Limbah.....	15
Tabel 2. 10	Kelebihan dan Kekurangan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik	19
Tabel 2. 11	Debit Air Limbah Domestik Berdasarkan Kategori Kota	21
Tabel 2. 12	Jenis dan Karakteristik Aliran Air Limbah	25
Tabel 2. 13	Angka Kekasaran Absolut dan Koefisien Kekasaran Manning	28
Tabel 2. 14	Nilai Sebanding dan Sebagian Penuh Pengoperasian Pipa	32
Tabel 2. 15	Bahan Pipa yang Umum dipakai untuk Penyaluran Air Limbah	36
Tabel 3. 1	Metode Pengumpulan Data	42
Tabel 4. 1	Pembagian Luas Wilayah Kota Surakarta.....	45
Tabel 4. 2	Pembagian Luas Wilayah Kecamatan Laweyan	47
Tabel 4. 3	Pembagian Luas Wilayah Kecamatan Pasar Kliwon	49
Tabel 4. 4	Pembagian Luas Wilayah Kecamatan Banjarsari	51
Tabel 4. 5	Kemiringan Lahan Kota Surakarta berdasarkan Kecamatan	53
Tabel 4. 6	Banyaknya Curah Hujan dan Hari Hujan Kota Surakarta.....	56
Tabel 4. 7	Luas Penggunaan Tanah tiap Kecamatan Kota Surakarta.....	57
Tabel 4. 8	Jumlah Kelurahan, RW, RT dan KK Kota Surakarta.....	59
Tabel 4. 9	Jumlah Penduduk dan Kepadatan Penduduk Kota Surakarta	59
Tabel 4. 10	Jumlah Kelurahan, RW, RT dan KK Kecamatan Laweyan	60
Tabel 4. 11	Jumlah Penduduk dan Kepadatan Penduduk Kecamatan Laweyan..	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Nilai Infiltrasi Puncak Saluran Pembuangan.....	22
Gambar 2. 2	Nilai Faktor Puncak Alir Buangan	25
Gambar 2. 3	Hubungan Antar Elemen Hidrolika.....	31
Gambar 3. 1	Kerangka Pikir Perencanaan.....	39
Gambar 3. 2	Peta Jaringan Pipa Air Limbah Jalur Selatan Eksisting	41
Gambar 4. 1	Peta Administratif Kota Surakarta.....	46
Gambar 4. 2	Peta Administratif Kecamatan Laweyan	48
Gambar 4. 3	Peta Administratif Kecamatan Pasar Kliwon	50
Gambar 4. 4	Peta Administratif Kecamatan Banjarsari	52
Gambar 4. 5	Kondisi Sanitasi Kota Surakarta Wilayah Selatan.....	65
Gambar 5. 1	Peta Rencana Pengembangan Jaringan Pipa Air Limbah.....	76
Gambar 5. 2	Peta Rencana Jaringan Pipa Zona 1A	79
Gambar 5. 3	Peta Rencana Jaringan Pipa Zona 1B	80
Gambar 5. 4	Peta Rencana Jaringan Pipa Zona 1C	81
Gambar 5. 5	Peta Rencana Jaringan Pipa Zona 2	82
Gambar 5. 6	Peta Rencana Jaringan Pipa Zona 3	83
Gambar 5. 7	Peta Rencana Jaringan P ipa Zona 4.....	84
Gambar 5. 8	Peta Rencana Jaringan Pipa Zona 5A	85
Gambar 5. 9	Peta Rencana Jaringan Pipa Zona 5B	86
Gambar 5. 10	Peta Rencana Jaringan Pipa Zona 5C	87
Gambar 5. 11	Peta Rencana Jaringan Pipa Zona 5D	88
Gambar 5. 12	Peta Rencana Jaringan Pipa Zona 5E	89
Gambar 5. 13	Detail Galian Pipa Zona 1.....	136
Gambar 5. 14	Detail Galian Pipa Zona 2, 3 dan 4.....	137
Gambar 5. 15	Detail Galian Pipa Zona 5.....	138
Gambar 5. 16	Denah dan Profil Memanjang Jaringan Pipa Zona 1A	139
Gambar 5. 17	Denah dan Profil Memanjang Jaringan Pipa Zona 1B	140
Gambar 5. 18	Denah dan Profil Memanjang Jaringan Pipa Zona 1B	141

PENDAHULUAN

Di Indonesia, daerah pertama sekaligus percontohan sistem sanitasi terpusat (*off-site system*) adalah Kota Surakarta atau biasa yang dikenal dengan Kota Solo. Sistem sanitasi terpusat ini dikelola oleh Perumda Air Minum Kota Surakarta sejak 19 Juli 1999. Untuk jaringan perpipaan air limbah domestik sudah dibuat sejak jaman Belanda pada tahun 1940. Cakupan pelayanan sarana jaringan perpipaan air limbah rumah tangga terpusat (*off-site*) Kota Surakarta terbagi atas wilayah utara, tengah dan selatan. Wilayah utara dilayani oleh IPAL Mojosongo dengan kapasitas pengolahan sebesar 50 L/dt, wilayah tengah dilayani oleh IPAL Pucangsawit dengan kapasitas pengolahan sebesar 45 L/dt dan wilayah selatan dilayani oleh IPAL Semanggi dengan kapasitas pengolahan terbesar yaitu 60 L/dt (Firdaus, 2019). Berdasarkan pembagian standar pelayanan minimal yang ditetapkan oleh Pemerintah Kota Surakarta, tingkat pelayanan minimal yang disyaratkan adalah sebesar 70% untuk SPALD-S dan 30% untuk SPALD-T.

Berdasarkan kondisi tersebut, perencanaan pengembangan jaringan sistem penyaluran air limbah domestik terpusat Kota Surakarta jalur selatan akan direncanakan pemasangan pipa lateral dan sambungan rumah (SR). Lokasi pemasangan jaringan perpipaian berada di wilayah jalur selatan yang belum terlayani serta masih terjangkau oleh pipa primer dan sekunder eksisting. Perencanaan pengembangan jaringan sistem penyaluran air limbah domestik ini merupakan

suatu proyek percontohan untuk pembangunan kawasan pemukiman yang bersih dan sehat dalam upaya memenuhi sasaran program Tujuan Pembangunan Berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (TPB/SDGs). Oleh karena itu, diperlukan suatu *Detail Engineering Design (DED)* Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Terpusat Jalur Selatan Kota Surakarta.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Tingkat capaian akses air limbah domestik pada tahun 2018 sebesar 74,58% akses layak, 16,07% akses belum layak dan 9,36% BABS serta masih terdapat 67 juta jiwa penduduk yang belum terlayani akses sanitasi layak
2. Cakupan pelayanan sanitasi terpusat jalur selatan Kota Surakarta yang masih mencapai 21,99% sehingga perlu adanya pengembangan jaringan sebagai bentuk upaya peningkatan pelayanan
3. Tingkat kepadatan penduduk yang relatif tinggi mencapai 11.718,78 jiwa/km² sehingga perlu untuk dikembangkan.

Dalam Perencanaan Pengembangan Jaringan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Terpusat Jalur Selatan Kota Surakarta, pembatasan masalah dikhususkan untuk:

Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah serta pembatasan masalah dalam Perencanaan Pengembangan Jaringan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Terpusat Jalur Selatan Kota Surakarta, maka dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting sistem penyaluran air limbah domestik terpusat jalur selatan Kota Surakarta?
2. Bagaimana rencana pengembangan jaringan sistem penyaluran air limbah domestik terpusat jalur selatan Kota Surakarta?
3. Berapa rencana anggaran biaya yang diperlukan dalam pengembangan jaringan sistem penyaluran air limbah domestik jalur selatan Kota Surakarta?

1.5 Tujuan

Adapun tujuan dari Perencanaan Pengembangan Jaringan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Terpusat Jalur Selatan Kota Surakarta adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi eksisting sistem penyaluran air limbah domestik terpusat jalur selatan Kota Surakarta
2. Merencanakan pengembangan jaringan sistem penyaluran air limbah domestik terpusat jalur selatan Kota Surakarta
3. Menyusun rencana anggaran biaya yang diperlukan dalam pengembangan sistem penyaluran air limbah domestik jalur selatan Kota Surakarta.

1.6 Manfaat

Manfaat dari Perencanaan Pengembangan Jaringan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Terpusat Jalur Selatan Kota Surakarta meliputi manfaat untuk penulis, Perumda Air Minum Kota Surakarta dan masyarakat.

3 Manfaat untuk Masyarakat

Diharapkan dapat meningkatkan pelayanan penyaluran air limbah domestik jalur selatan Kota Surakarta, pengelolaan kualitas lingkungan yang bersih dan layak.

3 Manfaat untuk Masyarakat

Diharapkan dapat meningkatkan pelayanan penyaluran air limbah domestik jalur selatan Kota Surakarta, pengelolaan kualitas lingkungan yang bersih dan layak.

3 Manfaat untuk Masyarakat

Diharapkan dapat meningkatkan pelayanan penyaluran air limbah domestik jalur selatan Kota Surakarta, pengelolaan kualitas lingkungan yang bersih dan layak.

3 Manfaat untuk Masyarakat

Diharapkan dapat meningkatkan pelayanan penyaluran air limbah domestik jalur selatan Kota Surakarta, pengelolaan kualitas lingkungan yang bersih dan layak.

3 Manfaat untuk Masyarakat

Diharapkan dapat meningkatkan pelayanan penyaluran air limbah domestik jalur selatan Kota Surakarta, pengelolaan kualitas lingkungan yang bersih dan layak.

3 Manfaat untuk Masyarakat

Diharapkan dapat meningkatkan pelayanan penyaluran air limbah domestik jalur selatan Kota Surakarta, pengelolaan kualitas lingkungan yang bersih dan layak.

BAB II

2.1 Air Limbah

Air limbah biasa juga disebut dengan air buangan, merupakan semua benda cair yang dibuang yang mengandung kotoran makhluk hidup maupun sisa proses industri. Air limbah terbagi menjadi empat golongan, antara lain air kotor, air bekas, air hujan dan air buangan khusus (Noerbambang & Morimura, 2000). Sedangkan menurut Utama (2010), air limbah merupakan air bekas pemakaian, baik pemakaian dalam kegiatan rumah tangga maupun kegiatan industri. Untuk pemakaian air pada kegiatan rumah tangga meliputi kegiatan dalam suatu rumah tinggal, kantor, kegiatan komersial, hotel, fasilitas umum, tempat hiburan maupun industri seperti pemakaian air yang berasal dari kamar mandi/WC dan alat saniter lainnya. Sedangkan untuk air bekas pemakaian industri berasal dari kegiatan proses dan operasi produksi ataupun kegiatan industri lainnya. Menurut South & Nazir (2016), komposisi air limbah terdiri dari 99,7% air dan 0,3% bahan lain yang tersusun oleh bahan organik dan anorganik.

Menurut bahan pencemarnya, air limbah terbagi menjadi dua, antara lain air limbah domestik dan air limbah non domestik. Air limbah domestik merupakan air yang mengandung bahan material-material organik maupun anorganik yang telah digunakan oleh masyarakat berasal dari kegiatan masak, mandi, cuci dan kakus (Marhadi, 2016). Sedangkan air limbah non domestik merupakan air limbah yang bersumber dari kegiatan non domestik seperti kegiatan komersial, rumah sakit, industri dan lainnya dengan kandungan kontaminan yang didominasi oleh bahan non organik (Utama, 2010). Pada umumnya limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga (domestik) antara lain:

- Grey water*, berasal dari kegiatan rumah tangga seperti mandi dan cuci yang kadar pencemarnya dinilai ringan (*light*)
- Black water*, berasal dari kegiatan rumah tangga yang menghasilkan kotoran manusia

- c. *Clear water*, berasal dari hasil tetesan AC dan kulkas (South & Nazir, 2016).

2.2 Sumber dan Kuantitas Air Limbah

Menurut Tchobanoglous, *et al.*, (2003) sumber air limbah domestik secara umum dibedakan menjadi empat, yaitu air limbah rumah tangga, air limbah industri, air limbah rembesan dan tambahan serta air limbah khusus. Penentuan kuantitas air limbah yang dihasilkan secara tepat sangat sulit untuk dilakukan, hal ini dapat terjadi karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- Jumlah air bersih perkapita
- Kondisi masyarakat, seperti tingkat perkembangan dan pola hidup masyarakat dalam pembuangan limbah.

Besaran air limbah yang biasanya digunakan dalam perencanaan di beberapa Negara adalah sebagai berikut:

- Amerika : 100 – 200 liter/orang/hari
- Eropa : 40 – 225 liter/orang/hari
- Indonesia : 100 – 150 liter/orang/hari.

Sedangkan untuk perencanaan tangki septik dan bangunan peresapan besaran air limbah yang biasanya digunakan adalah sebesar 25 liter/orang/hari (Utama, 2010), dengan rata-rata volume lumpur terkumpul 40 liter/orang/tahun (Setjo, *et al.*, 2016).

2.2.1 Air Limbah Rumah Tangga

Air limbah rumah tangga merupakan limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga, biasanya bersumber dari kegiatan pemukiman dan perdagangan masyarakat. Selain itu, sumber air limbah rumah tangga yang lainnya dapat berasal dari kegiatan kelembagaan atau instansi dan daerah fasilitas rekreasi.

dihasilkan adalah sekitar 85-95% dari jumlah air bersih yang digunakan dalam proses produksi maupun proses operasi (Utama, 2010). Untuk rata-rata penggunaan air yang digunakan dalam kegiatan industri dapat dilihat pada **Tabel 2.5** berikut:

Tabel 2. 5 Rata-Rata Penggunaan Air Kegiatan Industri

Jenis Industri	Rata-Rata Aliran (m ³)
Bubur Kayu dan Kertas	
Bubur Kayu	250 – 800
Bubur Kertas	120 – 160
Industri Bahan Kimia	
Amoniak	100 – 130
Bensin	7 – 30
Karbondioksida (CO ₂)	60 – 90
Laktosa	600 – 800
Sulfur/Belerang	8 – 10
Industri Kalengan	
Buah-Buahan, Buah Pear	15 – 20
Sayur Hijau	50 – 70
Lain Buah-Buahan dan Sayuran	4 – 35
Makanan dan Minuman	
Bir	10 – 16
Minuman Keras	60 – 80
Pengepakan Daging	15 – 20
Produksi Susu	10 – 20
Roti	2 – 4
Tekstil	
Pencelupan	30 – 60
Pengelantangan	200 – 300

Sumber: Tchobanoglous (1981)

2.2.3 Air Limbah Rembesan dan Tambahan

Air limbah rembesan dan tambahan biasanya berasal dari air hujan yang turun lalu secara cepat akan mengalir dan masuk ke dalam saluran pembuangan. Besarnya curah hujan sangat mempengaruhi dari banyaknya air rembesan yang masuk ke dalam saluran pembuangan. Selain itu, ada pula air hujan yang masuk merembes ke dalam tanah yang akhirnya akan menjadi air tanah.

Perkiraan besarnya aliran air rembesan adalah sebesar 0,0094 hingga 0,94 m³ per diameter pipa (mm) per kilometer. Untuk mengetahui jumlah aliran air rembesan yang masuk ke dalam saluran pembuangan adalah dengan mengalikan

cun (B3). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 81 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) berdasarkan sumbernya antara lain:

- Limbah B3 dari sumber spesifik, misalnya aseton, pelarut organik, limbah laboratorium yang mengandung B3 dan sebagainya.
- Limbah B3 dari B3 kadaluarsa, B3 yang tumpah, limbah produksi yang memenuhi spesifikasi produk yang akan dibuang, dan limbah B3, misalnya barium sianida, karbon disulfide, tembaga sulfida, fluor dan sebagainya.
- Limbah B3 dari sumber spesifik umum, misalnya limbah katalis bekas, residu proses produksi, sludge IPAL dan sebagainya.
- Limbah B3 dari sumber spesifik khusus, misalnya limbah proses peleburan bijih tembaga, steel slag dari proses pembuatan besi, sludge IPAL dari proses pengolahan air limbah dan sebagainya.

cun (B3). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 81 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) berdasarkan sumbernya antara lain:

- Limbah B3 dari sumber spesifik, misalnya aseton, pelarut organik, limbah laboratorium yang mengandung B3 dan sebagainya.
- Limbah B3 dari B3 kadaluarsa, B3 yang tumpah, limbah produksi yang memenuhi spesifikasi produk yang akan dibuang, dan limbah B3, misalnya barium sianida, karbon disulfide, tembaga sulfida, fluor dan sebagainya.
- Limbah B3 dari sumber spesifik umum, misalnya limbah katalis bekas, residu proses produksi, sludge IPAL dan sebagainya.
- Limbah B3 dari sumber spesifik khusus, misalnya limbah proses peleburan bijih tembaga, steel slag dari proses pembuatan besi, sludge IPAL dari proses pengolahan air limbah dan sebagainya.

cun (B3). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 81 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) berdasarkan sumbernya antara lain:

- Limbah B3 dari sumber spesifik, misalnya aseton, pelarut organik, limbah laboratorium yang mengandung B3 dan sebagainya.
- Limbah B3 dari B3 kadaluarsa, B3 yang tumpah, limbah produksi yang memenuhi spesifikasi produk yang akan dibuang, dan limbah B3, misalnya barium sianida, karbon disulfide, tembaga sulfida, fluor dan sebagainya.
- Limbah B3 dari sumber spesifik umum, misalnya limbah katalis bekas, residu proses produksi, sludge IPAL dan sebagainya.
- Limbah B3 dari sumber spesifik khusus, misalnya limbah proses peleburan bijih tembaga, steel slag dari proses pembuatan besi, sludge IPAL dari proses pengolahan air limbah dan sebagainya.

- cun (B3). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 81 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) berdasarkan sumbernya antara lain:
- Limbah B3 dari sumber spesifik, misalnya aseton, pelarut organik, limbah laboratorium yang mengandung B3 dan sebagainya.
 - Limbah B3 dari B3 kadaluarsa, B3 yang tumpah, limbah produksi yang memenuhi spesifikasi produk yang akan dibuang, dan limbah B3, misalnya barium sianida, karbon disulfide, tembaga sulfida, fluor dan sebagainya.
 - Limbah B3 dari sumber spesifik umum, misalnya limbah katalis bekas, residu proses produksi, sludge IPAL dan sebagainya.
 - Limbah B3 dari sumber spesifik khusus, misalnya limbah proses peleburan bijih tembaga, steel slag dari proses pembuatan besi, sludge IPAL dari proses pengolahan air limbah dan sebagainya.

Karakteristik Air Limbah

Menurut Tchobanoglous (2003) karakteristik air limbah

Karakteristik Air Limbah

Menurut Tchobanoglous (2003) karakteristik air limbah

Parameter karakteristik

Parameter karakteristik

Tabel 2. 6 Karakteristik Fisika Air Limbah

Parameter	Penyebab	Pengaruh
Bau	Bahan volatile, gas terlarut, pembusukan bahan organik, minyak utama mikroorganisme	Indikator adanya pembusukan air limbah, merusak keindahan.
Benda Padat	Benda organik dan anorganik yang terlarut ataupun tercampur	Jumlah garam, organik padat, serta petunjuk pencemaran atau peningkatan kepekatan limbah meningkat.
Kekeruhan	Benda-benda tercampur seperti garam tanah liat, limbah padat, bahan organik halus, alga, organisme kecil.	Mengurangi produksi oksigen, memantulkan sinar, mengganggu kehidupan air.
Rasa	Benda terlarut, benda penghasil bau, berupa ion.	Estetika.
Temperatur	Kondisi udara sekitar, air dengan suhu tinggi yang dibuang ke saluran pembuangan.	Kelarutan biologis, viskositas kinematis air, tekanan permukaan serta kehidupan biologis.
Warna	Benda terlarut semacam sisa bahan organik dari tumbuhan dan buangan industri	Estetika air

Sumber: Sugiharto (1987) dalam Utama (2010)

2.3.2 Karakteristik Kimia

Kualitas air limbah secara kimia dipengaruhi oleh dua zat, yaitu zat organik dan zat anorganik. Penjelasan dari kedua zat tersebut adalah sebagai berikut:

a. Zat Organik

Kotoran manusia menjadi penyumbang utama dari zat organik yang terkandung dalam air limbah yaitu sebesar 80-90 gram/orang/hari dengan prosentase zat padat tersuspensi sebesar 75% dan zat padat tersaring sebesar 40%. Zat organik tersebut dapat dikelompokkan menjadi protein (40-60%), karbohidrat (25-50%) dan lemak atau minyak dan urea (10%) (Utama, 2010). Untuk mengetahui sumber dan pengaruh dari adanya zat organik tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2.7** berikut:

Tabel 2. 7 Material Organik yang Terlarut dalam Air Limbah

Material Organik	Sumber Pencemar	Pengaruh
Karbohidrat	Tinja manusia, sisa kotoran yang mengandung karbohidrat	Penguraian dalam bentuk yang paling sederhana akan menghasilkan CO ₂ dan H ₂ O
Lemak, Minyak, Pelumas	Tinja manusia, sisa kotoran yang mengandung protein	Menimbulkan permasalahan pada saluran air buangan karena lemak sulit diuraikan oleh bakteri
Protein	Tinja manusia, sisa kotoran yang mengandung protein	Bau yang diakibatkan oleh proses pembusukan dan penguraian struktur asam amino

Sumber: Eckenfelder (2000)

b. Zat Anorganik

Zat anorganik yang terkandung dalam air limbah merupakan hasil samping dari reaksi penguraian senyawa organik kompleks menjadi senyawa dengan struktur yang lebih sederhana. Material anorganik yang terkandung dalam air limbah pada umumnya adalah alkalinitas, nitrogen, pH dan sulfur/belerang. Berikut penjelasannya:

Tabel 2. 8 Material Anorganik yang Terlarut dalam Air Limbah

Material Anorganik	Sumber Pencemar	Pengaruh
Alkalinitas	Hidroksi karbonat dan bikarbonat yang berupa kalsium, sodium, magnesium dan potassium atau amoniak ³	pH air limbah ⁴
Nitrogen	Urea dalam air seni manusia yang dihasilkan dari proses penguraian protein atau material organik ²	Digunakan untuk mengevaluasi kemampuan mikroorganisme dalam mengolah air limbah dengan proses biologis ¹
pH	Penguraian material organik dalam air ¹	Berlangsungnya kehidupan mikroorganisme ²
Sulfur/Belerang	Air limbah yang mengandung unsur sulfur dalam ikatan molekulnya ³	Bau dan korosi pada pipa besi ¹

Sumber: 1. Bahan ajar PBPAB (2006); 2. Eckenfelder (2000); 3. Lin (2001); 4. Brady (1999)

dalam Utama (2010)

2.3.3 Karakteristik Biologi

Sumber pencemar biologi air limbah berasal dari tinja manusia yang mengandung bakteri coliform, jamur serta bakteri pathogen lainnya. Selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 2.9** berikut:

Tabel 2. 9 Mikroorganisme yang Terkandung dalam Air Limbah

Jenis Mikroorganisme	Sumber Pencemar	Pengaruh
Coliform dalam Bentuk Total Coliform	Tinja manusia (bakteri <i>E. coli</i>) ²	Gangguan kesehatan, diare ²
Jamur	Jamur yang tumbuh dalam saluran pembuangan dalam kondisi lembab ¹	Penguraian senyawa karbon menjadi CO ₂ dan membentuk koloni jamur ²
Bakteri Patogen lain	Sisa kotoran pada proses pencucian alat-alat dapur dan MCK rumah tangga ¹	Gangguan kesehatan seperti diare, kolera, desentri dan <i>thypus</i> ²

Sumber: 1. Bahan ajar PBPAB (2006); 2. Hindarko (2003) dalam Utama (2010)

2.4 Integrasi Keilmuan dalam Perspektif Islam

Allah Subhanahu Wa Ta'ala telah menjelaskan bahwa kerusakan lingkungan di muka bumi ini disebabkan oleh ulah tangan manusia. Hal tersebut tertulis dalam Q.S Ar-Rum ayat 41 yang berbunyi:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ (٤١)

Artinya: Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).

Ayat diatas mengindikasikan bahwa terjadinya kerusakan lingkungan atau terjadinya bencana alam oleh perbuatan manusia adalah bentuk ketidaktaatan manusia kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Sebagai contoh terjadinya pencemaran lingkungan oleh air limbah yang dibuang sembarangan tanpa

Air limbah yang dihasilkan dari kegiatan sehari-hari perlu dilakukan pengelolaan agar tidak mencemari lingkungan sekitar. Hal ini sesuai dengan larangan Nabi Muhammad Shallallahu ‘Alaihi Wasallam dalam hadits yang berbunyi:

Artinya: dari Abu Hurairah Radhiyallahu ‘anhu sesungguhnya Nabi Muhammad Shallallahu ‘Alaihi Wasallam bersabda: “jauhilah dua hal yang dilaknat oleh Allah”, mereka bertanya, “apakah dua hal yang dilaknat itu wahai Rasulullah?”, Beliau menjawab “membuang hajat di jalan orang-orang atau di tempat berteduh mereka” (HR Muslim, Abu Daud, dan perawi lainnya).

2.5 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik

[illegible]

Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik – Setempat (SPALD-S)

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 12/PRT/M/2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, SPALD-Setempat adalah sistem pengelolaan yang dilakukan dengan memisahkan air limbah domestik di lokasi sumber, yang selanjutnya lumpur hasil olahannya diangkut ke sarana pengangkut ke sub sistem pengolahan lumpur tinja. Sedangkan pengelolaan air limbah domestik setempat (SPALD-S) atau yang biasa disebut sebagai sistem sanitasi setempat (*on-site system*) menggunakan tangki septik, sumbu penyalur dan MCK umum. Dalam sistem sanitasi setempat terdiri dari beberapa komponen antara lain sub-sistem pengolahan setempat, sub-sistem penyalur lumpur tinja, dan sub-sistem pengolahan lumpur tinja.

- Sub-sistem pengolahan setempat, merupakan sarana pengumpul air limbah domestik di lokasi sumber. Berdasarkan kapasitas pengolahannya, terbagi menjadi skala komunal dan individual.

System 1: $\frac{1}{2} \times 100 = 50$ (50%)

- a. Sub-sistem pengolahan setempat, merupakan sarana pengumpulan dan pengolahan air limbah domestik di lokasi sumber. Berdasarkan kapasitas pengolahannya, terbagi menjadi skala komunal dan individual.
- b. Sub-sistem pengangkutan, merupakan sarana memindahkan air limbah dari sub-sistem pengolahan setempat menuju sub-sistem pengolahan lumpur tinja. Sarana pengangkutan dapat berupa kendaraan pengangkut yang dilengkapi dengan tangki penampung dan alat penyedot lumpur tinja.
- c. Sub-sistem pengolahan lumpur tinja, merupakan sarana pengolahan lumpur tinja yang berupa Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT).

2.5.2 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik – Terpusat (SPALD-T)

Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T), berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 4 Tahun 2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik adalah sistem pengelolaan yang dilakukan dengan mengalirkan air limbah domestik dari sumber secara kolektif ke Sub-sistem Pengolahan Terpusat untuk diolah sebelum dibuang ke badan air permukaan. Sistem pengelolaan air limbah domestik setempat (SPALD-S) atau yang biasa disebut dengan sistem sanitasi terpusat (*off-site system*) menggunakan jaringan perpipaan (*sewerage system*).

Sistem sanitasi terpusat ini cocok diterapkan pada daerah pusat pemerintahan, pusat pelayanan kota, sub-pusat pelayanan kota dan lingkungan, pusat bisnis, pusat pertumbuhan lingkungan serta daerah permukiman yang memiliki jumlah rumah lebih dari 500 unit. Daerah-daerah tersebut merupakan daerah yang banyak dilewati oleh kendaraan berat. Oleh karena itu, penanaman jaringan perpipaan yang dilakukan relatif dalam, sehingga tahan terhadap tekanan yang diakibatkan oleh kendaraan (Ananda & Komala, 2016). Dalam sistem sanitasi terpusat terdiri atas tiga komponen antara lain sub-sistem pelayanan, sub-sistem pengumpulan, dan sub-sistem pengolahan terpusat.

- a. Sub-sistem pelayanan, merupakan sarana penyaluran air limbah domestik dari sumber perpipaian menuju sub-sistem pengumpulan.
- b. Sub-sistem pengumpulan, merupakan sarana penyaluran air limbah domestik dengan perpipaian dari sub-sistem pelayanan menuju sub-sistem pengolahan terpusat.
- c. Sub-sistem pengolahan terpusat, merupakan sarana pengolahan air limbah domestik dari sumber melalui sub-sistem pelayanan dan pengumpulan. Sarana pengolahan terpusat berupa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

Adapun kelebihan dan kekurangan dari kedua sistem diatas, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

c. Sistem Riol Dangkal (*Shallow Sewer System*), menampung air limbah skala kecil dan pemasangan pipanya menggunakan slope yang lebih landai (Damayanti, *et al.*, 2018).

Salah satu faktor penting yang mempengaruhi sistem penyaluran air limbah adalah letak dan topografi daerah pelayanan. Menurut Hindarko (2003) dalam Utama (2010), berdasarkan sistem pengalirannya, penyaluran air limbah dibagi menjadi tiga, yaitu:

- ## 2.8 Prinsip Dasar Penyaluran Air Limbah Domestik

Menurut (Damayanti, *et al.*, 2018), prinsip pengaliran air limbah pada umumnya adalah gravitasi tanpa tekanan, sehingga pola alirannya seperti pola aliran pada saluran terbuka. Dengan demikian terdapat bagian dari penampang pipa yang kosong.

Menurut Hardjosuprpto (2000) dalam Utama (2010), pada prinsip dasar penyaluran air limbah, perhitungan debit air limbah didasarkan pada 50-80% pemakaian air bersih. Untuk pemakaian air bersih perkapita perhari dan debit air limbah yang dihasilkan dapat dilihat pada **Tabel 2.11** dibawah ini:

Tabel 2. 11 Debit Air Limbah Domestik Berdasarkan Kategori Kota

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (x 1000 orang)	Tingkat Pemakaian Air Bersih (l/orang/hari)	Debit Air Limbah (l/orang/hari)
1	Metropolitan	>1000	190	152
2	Besar	500-1000	170	136
3	Sedang	100-500	150	120
4	Kecil	20-100	130	104
5	Kecamatan	3-20	100	80
6	Pusat pertumbuhan	<3	30	24

Sumber: Iskandar, *et al.*, (2016)

Dari air limbah yang dihasilkan, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi debit air limbah, antara lain infiltrasi dan inflow, pengurangan debit air limbah, dan pemerataan aliran air limbah. Penjelasan nya adalah sebagai berikut.

a. Infiltrasi dan Inflow

Infiltrasi adalah sejumlah air tanah yang masuk ke dalam pipa air limbah melalui sambungan pipa, celah pipa, pipa yang rusak dan dinding manhole. Sedangkan inflow adalah aliran permukaan yang masuk ke dalam pipa airbuangan melalui tutup manhole dan perpotongan sambungan dari saluran airhujan dan saluran campuran air hujan dan air limbah.

Penggunaan infiltrasi puncak untuk desain suatu saluran air limbah sering dihubungkan dengan ukuran dari area yang dilayani seperti yang ditampilkan dalam suatu kurva berikut:

Menurut Prihatnto (2009) debit air limbah dalam pengelolaan air limbah tidak selalu konstan, alirannya bervariasi dari jam ke jam, sesuai dengan pemakaian. Oleh karena itu diperlukan perlengkapan untuk meratakan aliran air limbah. Perlengkapan untuk meratakan aliran air limbah dapat dipasang pada pipa septor, pipa utama dan pada instalasi pengolahan. Pemerataan aliran air limbah berfungsi untuk menyeragamkan aliran sebelum masuk ke pengolahan pertama.

2.8.2 Langkah-Langkah Perhitungan Debit Air Limbah

- Menentukan atau mendata jumlah penduduk desain perencanaan
- Berdasarkan jumlah penduduk tersebut maka dapat diketahui jumlah pemakaian air bersih
- Jumlah penduduk total adalah jumlah domestik dan penduduk ekuivalen dari non domestik. Jumlah penduduk domestik adalah nyata sedangkan jumlah penduduk non domestik dinyatakan sebagai jumlah penduduk ekuivalen.

Qab = Qnd / Qam 2.4



- $$Q_{\text{total}} = Q_{\text{ab peak}} + Q_{\text{infiltrasi peak}} \dots\dots\dots 2.8$$

Qinfiltrasi peak : debit infiltrasi dalam kondisi puncak (L/dt)

2.9.1 Jenis dan Karakteristik Aliran Air Limbah

Terdapat dua jenis karakteristik aliran air limbah, yaitu bersifat saluran terbuka (*open channel flow*) dan aliran pipa (*hydraulic flow*). Perbedaan kedua karakteristik aliran air limbah dapat dilihat pada **Tabel 2.12** dibawah ini:

Tabel 2. 12 Jenis dan Karakteristik Aliran Air Limbah

Jenis dan Karakteristik Aliran Air Limbah	Keterangan
1. Aliran bersifat Terbuka (<i>Open Channel Flow</i>)	1. Mengalir secara gravitasi 2. Debit tidak tetap, berubah-ubah 3. Aliran air harus mampu mengangkut material - material yang terkandung dalam air limbah

$$R = \left(\frac{Ac}{P} \right) \dots\dots\dots 2.11$$

Keterangan:

HL : *headloss* (meter)

Fd : faktor gesekan Darcy-Weisbech (tidak berdimensi)

v : kecepatan rata-rata (m/dt)

L : panjang pipa (meter)

D : diameter pipa (meter)

R : jari-jari hidrolis (meter)

Ae : luas penampang basah (m^2)

P : keliling basar (meter)

b. Persamaan Chezy

$$v = C (R \times s)^{0,5} \dots\dots\dots 2.12$$

c. Persamaan Hazen – Williams

$$v = 1,318 \times C \times R^{0,65} \times S^{0,54} \dots\dots\dots 2.13$$

d. Persamaan Manning

$$\mathbf{v} = \left(\frac{1}{n}\right) \times \mathbf{R}^{1/2} \times \mathbf{S}^{1/2} \dots\dots\dots \mathbf{2.14}$$

Keterangan:

v : kecepatan aliran rata-rata (m/dt)

C1 : koefisien geser Chezy, untuk pipa penuh $C = (8G / fd)^{0.5}$

Chw : koefisien Hazen-Williams

R : jari-jari hidrolis saluran (meter)

S1 : kemiringan gradien hidrolis / kemiringan permukaan air

S2 : *slope* saluran (meter/meter)

s : kemiringan (*slope*) gradien hidrolis / kemiringan permukaan air

n : koefisien kekasaran manning

b. Menentukan diameter pipa

Menentukan nilai slope dengan nilai slope minimum untuk masing-masing diameter pipa. Dalam menentukan nilai slope, dilakukan *trial and error* agar nilai *self cleaning velocity* tercapai. Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$D_{\text{pipa}} = \left[\frac{Q_{\text{full}} \times n}{0,3117 \times S^{1/2}} \right]^{0,375} \dots\dots\dots \mathbf{2.19}$$

c. Cek Q_{full} dengan diameter pipa terpilih

$$Q_{full} = 0,3117 \times \left[\frac{D^{2,667}}{n} \right] \times S^{1/2} \dots\dots\dots \mathbf{2.20}$$

d. Menentukan nilai d/D dengan diameter terpilih.

Keterangan:

Q_{full} : debit air limbah saat pipa penuh

Q total : debit air limbah total

Q_p/Q_f : nilai discharge

n : koefisien manning

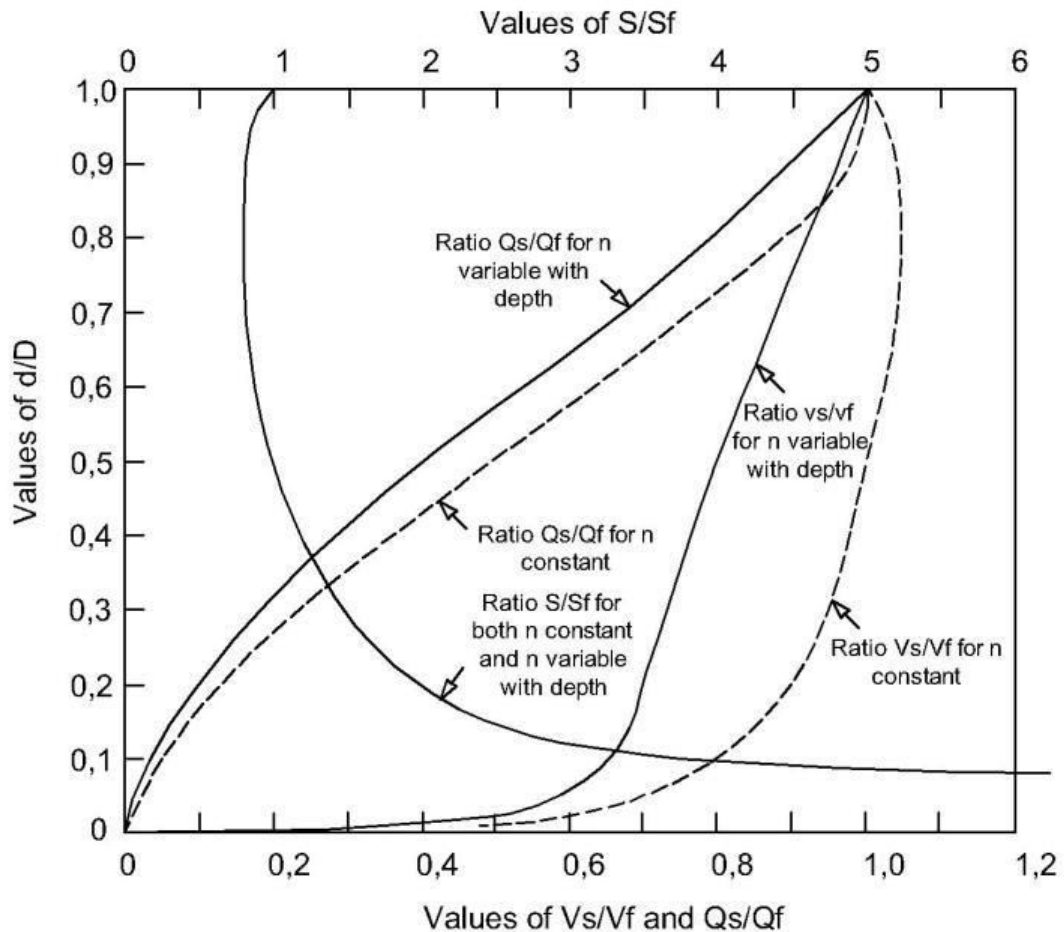
S : slope pipa

2.10.2 Kedalaman Air dalam Saluran Air Limbah dan Diameter Pipa

Pada umumnya, aliran air limbah dalam saluran perpipaan air limbah adalah menggunakan sistem gravitasi, tidak diperbolehkan dalam keadaan tertekan bahkan penuh, kecuali pada instalasi pemompaan.

Aliran air dalam saluran dianjurkan memiliki nilai perbandingan maksimum antara kedalaman air (d) dan diameter pipa (D) sebesar $\pm 2/3$. Didalam saluran perpipaan diperlukan adanya ruang dimana agar keadaan didalamnya tidak menjadi anaerob sehingga terjadi pembusukan dan menghasilkan gas H_2S . Maka dari itu, untuk diameter pipa kecil hingga 600 mm angka d/D maksimum yang dianjurkan adalah sebesar 0,6 sedangkan untuk pipa dengan diameter lebih dari 600 mm angka d/D maksimum yang diperbolehkan adalah 0,8.

Hubungan antar elemen hidrolika di atas dapat dicari dengan bantuan grafik seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. 3 Hubungan Antar Elemen Hidrolika
Sumber: Lin (2001)

Dari grafik di atas, hubungan antar elemen hidrolika yang meliputi nilai kedalaman air dan diameter pipa (d/D), debit ($Q_{\text{peak}}/Q_{\text{full}}$) dan kecepatan aliran ($V_{\text{peak}}/V_{\text{full}}$) air limbah dalam pipadapat dijadikan dalam bentuk tabel nilai sebanding dan sebagian penuh pengoperasian pipa seperti berikut:

Tabel 2. 14 Nilai Sebanding dan Sebagian Penuh Pengoperasian Pipa

Depth (d/D)	Velocity (Vpeak/Vfull)	Discharge (Qpeak/Qfull)	Depth (d/D)	Velocity (Vpeak/Vfull)	Discharge (Qpeak/Qfull)
0.01	0.0890	0.0002	0.51	1.0085	0.5170
0.02	0.1408	0.0007	0.52	1.0165	0.5340
0.03	0.1839	0.0016	0.53	1.0243	0.5513
0.04	0.2221	0.0030	0.54	1.0319	0.5685
0.05	0.2690	0.0048	0.55	1.0393	0.5857
0.06	0.2892	0.0071	0.56	1.0464	0.6030
0.07	0.3194	0.0098	0.57	1.0533	0.6202
0.08	0.3481	0.0130	0.58	1.0599	0.6374
0.09	0.3752	0.0167	0.59	1.0663	0.6546
0.1	0.4012	0.0209	0.6	1.0724	0.6718
0.11	0.4260	0.0255	0.61	1.0783	0.6889
0.12	0.4500	0.0306	0.62	1.0839	0.7060
0.13	0.4730	0.0361	0.63	1.0893	0.7229
0.14	0.4953	0.0421	0.64	1.0944	0.7397
0.15	0.5168	0.0486	0.65	1.0993	0.7564
0.16	0.5376	0.0555	0.66	1.1039	0.7730
0.17	0.5578	0.0629	0.67	1.1083	0.7893
0.18	0.5775	0.0707	0.68	1.1124	0.8055
0.19	0.5965	0.0789	0.69	1.1162	0.8215
0.2	0.6151	0.0876	0.7	1.1198	0.8372
0.21	0.6331	0.0966	0.71	1.1231	0.8527
0.22	0.6507	0.1062	0.72	1.1261	0.8680
0.23	0.6678	0.1160	0.73	1.1288	0.8829
0.24	0.6844	0.1263	0.74	1.1313	0.8976
0.25	0.7007	0.1370	0.75	1.1335	0.9119
0.26	0.7165	0.1480	0.76	1.1353	0.9558
0.27	0.7320	0.1594	0.77	1.1369	0.9394
0.28	0.7470	0.1712	0.78	1.1382	0.9524
0.29	0.7618	0.1834	0.79	1.1391	0.9652
0.3	0.7761	0.1958	0.8	1.1397	0.9775
0.31	0.7901	0.7901	0.81	1.1400	0.9892
0.32	0.8038	0.8038	0.82	1.1399	1.0004
0.33	0.8172	0.8172	0.83	1.1395	1.0110
0.34	0.8302	0.8302	0.84	1.1387	1.0211

- c. Kecepatan rata-rata air buangan dalam kondisi kekasaran normal selama selang 6 jam memiliki debit puncak musim kering sebesar $\geq 0,6$ m/dt
- d. Kecepatan penggelontoran secara berkala adalah sebesar 0,75 m/dt.

2.11 Klasifikasi Perpipaan Air Limbah

Klasifikasi perpipaan air limbah terdiri dari pipa dalam rumah, pipa sambungan rumah, pipa retikulasi dan pipa mayor. Menurut Noerbambang & Morimura (2000) pipa dalam rumah memiliki fungsi sebagai pembawa air buangan yang berasal dari rumah. Komponen dari pipa dalam rumah terdiri dari perangkat berbentuk “U” yang merupakan penahan akhir dari air penggelontoran dan pencegah dari masuknya gas berbau serta serangga, kedalaman air penutup pada penangkap berkisar antara 50 - 100 mm dan konstruksinya harus bersih sehingga tidak menyebabkan kotoran tertahan atau mengendap.

Komponen pipa dalam rumah selanjutnya adalah penangkap yang berfungsi sebagai pencegah penyumbatan penampang pipa oleh material yang terkandung dalam air limbah. Kriteria yang harus dipenuhi oleh penangkap antara lain:

- Dipasang sedekat mungkin dengan alat plumbing terlayani
- Pelat penutup bak penangkap harus dapat dibuka bebas agar bahan yang tertangkap dapat dikeluarkan
- Konstruksi penangkap diharuskan memiliki kemampuan memisahkan lemak, minyak, pasir dan lain-lain serta mudah dalam pembersihannya.

Selain pipa perangkap dan penangkap terdapat juga pipa vent dan bak kontrol yang dilengkapi dengan leher angsa yang berfungsi dalam pencegahan bau oleh H_2S . Adapun tujuan dari pemasangan pipa vent adalah sebagai berikut:

- Penjaga sekat dari tekanan
- Penjaga kelancaran aliran
- Pensirkulasi udara dalam pipa air limbah.

Pipa sambungan rumah terdiri dari pipa persil dan pipa servis. Pemasangan pipa persil dimulai dari pipa rumah dan berakhir di bak kontrol. Pipa persil biasanya

Penempatan Saluran

Dalam penempatan saluran, kedalaman saluran yang diperlukan adalah 1m pada awal penanaman (untuk pipa servis) pada akhir saluran. Jika kedalaman akhir saluran telah memenuhi, air limbah dalam saluran harus dinaikkan dengan menggunakan pompa, sedangkan jika kedalaman akhir saluran kurang dari 1m, maka saluran harus dibuat lebih besar dengan menggunakan bangunan drop manhole. Penempatan saluran dapat diletakkan di tengah jalan, tepi jalan maupun di bawah tanah, tergantung pada beban air limbah yang diterima.

Penempatan Saluran

Dalam penempatan saluran, kedalaman saluran minimum yang bolehkan adalah 1m pada awal penanaman (untuk pipa servis) dan maksimum pada akhir saluran. Jika kedalaman akhir saluran telah mencapai 7 m, maka air limbah dalam saluran harus dinaikkan dengan menggunakan bantuan pompa, sedangkan jika kedalaman akhir saluran kurang dari 1 m maka perlu diperbesar dengan menggunakan bangunan drop manhole. Penempatan saluran air limbah dapat diletakkan di tengah jalan, tepi jalan maupun kedua sisi jalan tergantung pada beban air limbah yang diterima.

Selain itu, penempatan saluran juga dipengaruhi oleh beban penerimaan air dalam saluran pipa, diantaranya:

- Kedalaman galian
- Lebar galian
- Beban bergerak diatas pipa
- Berat timbunan tanah.

- d. Bangunan penggelontor, berfungsi sebagai pembersih saluran air limbah terhadap endapan dan pembusukan yang disebabkan oleh material organik air limbah, serta mempercepat transportasi kotoran selama waktu detensi kecil. Penggelontoran merupakan penambahan air dengan debit dan kecepatan tertentu ke dalam saluran jaringan perpipaan limbah. Air yang digunakan untuk menggelontor tidak boleh menyalurkan, berasal dari air tanah, air hujan, air minum dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), air sungai, danau dan sebagainya (Kurniawan & Dewi, 2015)
- e. Terminal *clean out*, berfungsi sebagai penunjang kerja manhole. Terminal *clean out* biasanya diletakkan pada ujung awal saluran dekat dengan *manhole*.
- f. *Vent*, berfungsi untuk mengeluarkan gas yang terakumulasi dalam

- Daerah Air Minum (PDAM), air sungai, danau (Kurniawan & Dewi, 2015)
- e. Terminal *clean out*, berfungsi sebagai penunjang Terminal *clean out* biasanya diletakkan pada ujung a dekat dengan *manhole*.
 - f. *Vent*, berfungsi untuk mengeluarkan gas yang terakumulasi

logi adalah cara atau prosedur yang akan dilakukan dari suatu penelitian atau perencanaan. Dalam pelaksanaan-tahapan yang saling terkait, dimulai dari tahap penyusunan laporan. Tahapan-tahapan tersebut dan analisis data yang bersifat kontinyu yaitu di setiap tahap penyusunan laporan.

Alur Pikir Perencanaan

Alur pikir merupakan alur yang sistematis dalam merencanakan dari penyusunan kerangka pikir adalah untuk mempersiapkan dengan tujuan dan ruang lingkup tugas akhir. Tahapan tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar berikut.

Metodologi adalah cara atau prosedur yang akan dilakukan dalam mencapai suatu tujuan dari suatu penelitian atau perencanaan. Dalam pelaksanaan tugas akhir ini berisi tahapan-tahapan yang saling terkait, dimulai dari tahapan persiapan, pelaksanaan, dan penyusunan laporan. Tahapan-tahapan tersebut berisikan proses studi literatur dan analisis data yang bersifat kontinyu yaitu dimulai dari tahap persiapan sampai tahap penyusunan laporan.

Kerangka pikir merupakan alur yang sistematis dalam melaksanakan tugas akhir. Tujuan dari penyusunan kerangka pikir adalah untuk memperoleh hasil yang optimal sesuai dengan tujuan dan ruang lingkup tugas akhir. Tahapan kerangka pikir perencanaan tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar berikut:

sistem pelayanan Jaringan Mangkunegaran dan Jaringan Kasunanan
yani 30 kelurahan.

Lokasi perencanaan pengembangan jaringan terpilih berada d
matan antara lain:

- a. Kecamatan Laweyan : Kelurahan Karangasem
- b. Kecamatan Pasar Kliwon : Kelurahan Sangkrah dan Kelurahan
Gajahan
- c. Kecamatan Banjarsari : Kelurahan Mangkubumen dan Kelura
Ketelan.

Untuk peta jaringan sistem penyaluran air limbah domestik terpusa
an Kota Surakarta eksisting dapat dilihat pada **Gambar 3.2** dibawah ini

Lokasi perencanaan pengembangan jaringan terpilih berada di tiga kecamatan antara lain:

- c. Kecamatan Banjarsari : Kelurahan Mangkubumen dan Kelurahan Ketelan.
- Untuk peta jaringan sistem penyaluran air limbah domestik terpusat di Kota Surakarta eksisting dapat dilihat pada **Gambar 3.2** dibawah ini.



TUGAS AKHIR

PETA JARINGAN PIPA AIR LIMBAH JALUR SELATAN EKSISTING

Legend for pipe diameters:

- Pipa diameter 150 mm
- Pipa diameter 200 mm
- Pipa diameter 300 mm
- Pipa diameter 400 mm
- Pipa diameter 600 mm
- Pipa diameter 1000 mm

APRILLIA BUNGA FIRDAUS
H75216053

ARQOWI PRIBADI, ST, MEng
SULISTIYA NENGSE, ST, MT

NO GAMBAR

3.2



SKALA 1 : 25000

3.4 Metode Pengumpulan Data

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini data yang digunakan meliputi data primer dan sekunder. Untuk lebih jelasnya metode pengumpulan data yang digunakan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. 1 Metode Pengumpulan Data

Jenis Data	Nama Data	Sumber Data	Metode Pengumpulan Data	Data yang diperoleh
Data Primer	Jumlah SR baru	Survey lapangan	Wawancara survey kesediaan penyambungan SR baru	Jumlah SR baru
Data Sekunder	Jumlah SR baru	Konsultan Perencana	Mengambil data dari Konsultan Perencana	Jumlah SR baru
	Jalur pipa lateral dan SR	Konsultan Perencana	Mengambil data dari Konsultan Perencana	Jalur jaringan pipa baru
	Elevasi tanah	DEMNAS (<i>Digital Elevation Model Nasional</i>)	Mengambil data dari DEMNAS (<i>Digital Elevation Model Nasional</i>)	Elevasi tanah
	Harga Satuan Pokok Kegiatan Kota Surakarta 2020	Pemerintah Kota Surakarta	Metode literatur	Harga Satuan Pokok Kegiatan Kota Surakarta 2020

Sumber: Hasil Analisis (2020)

3.5 Metode Analisis dan Pengolahan Data

Pada tahapan analisis dan pengolahan data dilakukan setelah mendapatkan data primer dan data sekunder. Untuk analisis data yang dilakukan meliputi perencanaan pengembangan jaringan dan rencana anggaran biaya yang diperlukan dalam pengembangan jaringan sistem penyaluran air limbah domestik Kota Surakarta jalur selatan. Lebih jelasnya dapat dilihat pada penjelasan berikut:

c. Spesifikasi Teknis Pekerjaan

Spesifikasi teknis pekerjaan berfungsi untuk mengetahui rincian pekerjaan dan perlengkapan yang dibutuhkan dalam perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik terpusat jalur selatan Kota Surakarta. Pekerjaan yang dilakukan dalam perencanaan sistem penyaluran air limbah meliputi pemasangan dan pengadaan bahan utama, peralatan, dan bahan pembantu yang dapat menunjang kinerja sistem penyaluran air limbah yang baik. Penjelasannya adalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan perpipaan sistem penyaluran air limbah domestik meliputi ukuran pipa, jenis pipa, dan sambungan pipa
2. Pekerjaan bangunan pelengkap seperti manhole, drop manhole, terminal *clean out*, pompa, dan lainnya.

d. Perhitungan *Bill of Quantity* dan Rencana Anggaran Biaya

Detail *Bill of Quantity (BOQ)* dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) meliputi:

1. Penentuan volume galian
2. Penentuan panjang pipa dan jenis pipa
3. Penentuan jenis dan jumlah bangunan pelengkap
4. Penentuan volume urugan
5. Penentuan harga satuan bahan dan upah
6. Analisa harga satuan bahan
7. Analisa harga satuan pekerjaan
8. Rekapitulasi rencana anggaran biaya.

BAB IV

4.1 Gambaran Umum Kota Surakarta

Kota Surakarta atau yang biasa dikenal dengan Kota Solo merupakan salah satu kota besar di Jawa Tengah yang memiliki luas wilayah 44,04 km². Secara administratif Kota Surakarta berbatasan dengan:

Sebelah Utara	: Kabupaten Boyolali
Sebelah Timur	: Kabupaten Karanganyar
Sebelah Selatan	: Kabupaten Sukoharjo
Sebelah Barat	: Kabupaten Sukoharjo

Jumlah penduduk Kota Surakarta mencapai 511.887 yang terbagi menjadi 5 kecamatan (Laweyan, Serengan, Pasar Kliwon, Jebres, dan Banjarsari). Memiliki 54 kelurahan dengan jumlah RW tercatat sebanyak 626 dan RT sebanyak 2.786 serta jumlah KK sebanyak 183.544 KK. Rata-rata jumlah KK setiap RT ± 66 KK. Dengan kepadatan penduduk mencapai 11.759,31 jiwa/km².

Sebagian besar lahan di Kota Surakarta digunakan sebagai pemukiman dengan persentase sebesar 66% serta kegiatan ekonomi dengan persentase 17% dari total luas lahan yang ada (Badan Pusat Statistik Kota Surakarta, 2019). Pembagian luas wilayah berdasarkan kecamatan dapat dilihat pada **Tabel 4.1** berikut:

Tabel 4. 1 Pembagian Luas Wilayah Kota Surakarta

Kecamatan	Luas (km ²)	Persentase (%)
Laweyan	8,64	19,62
Serengan	3,19	7,24
Pasar Kliwon	4,82	10,95
Jebres	12,58	28,56
Banjarsari	14,81	33,63

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Surakarta (2019)

Adapun peta administratif Kota Surakarta dapat dilihat pada **Gambar 4.1** berikut:

Berdasarkan pembagian luas wilayah tiap kecamatan di Kota Surakarta, Kecamatan Laweyan memiliki luas wilayah sebesar 8,64 km² atau 19,62% dari luas total wilayah Kota Surakarta. Jarak Kecamatan Laweyan dari Ibukota Kota Surakarta adalah 3,2 km dan memiliki batas-batas wilayah antara lain:

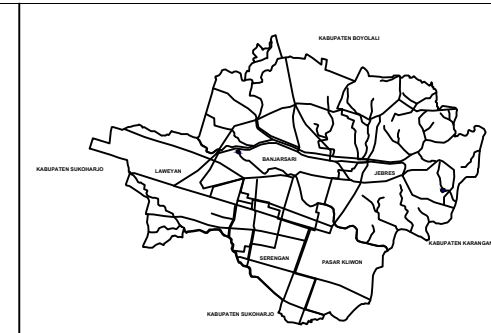
Wilayah Kecamatan Laweyan terbesar dimiliki oleh Kelurahan Pajang dengan luas wilayah sebesar 155,20 ha serta terkecil dimiliki oleh Kelurahan Laweyan dengan total luas wilayah sebesar 24,83 ha. Untuk mengetahui luas wilayah berdasar kan kelurahan di Kecamatan Laweyan dapat dilihat pada **Tabel 4.2** berikut:

Tabel 4. 2 Pembagian Luas Wilayah Kecamatan Laweyan

No	Kelurahan	Luas (ha)
1	Pajang	155,2
2	Laweyan	24,83
3	Bumi	37,3
4	Panularan	54,4
5	Sriwedari	51,3
6	Penumping	50,33
7	Purwosari	84,4
8	Sondakan	78,5
9	Kerten	92,1
10	Jajar	105,5
11	Karangasem	130
Jumlah		863,86

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Surakarta (2018)

Adapun peta administratif Kecamatan Laweyan dapat dilihat pada **Gambar 4.2** berikut:



TUGAS AKHIR

PETA ADMINISTRASI
KECAMATAN LAWEYAN

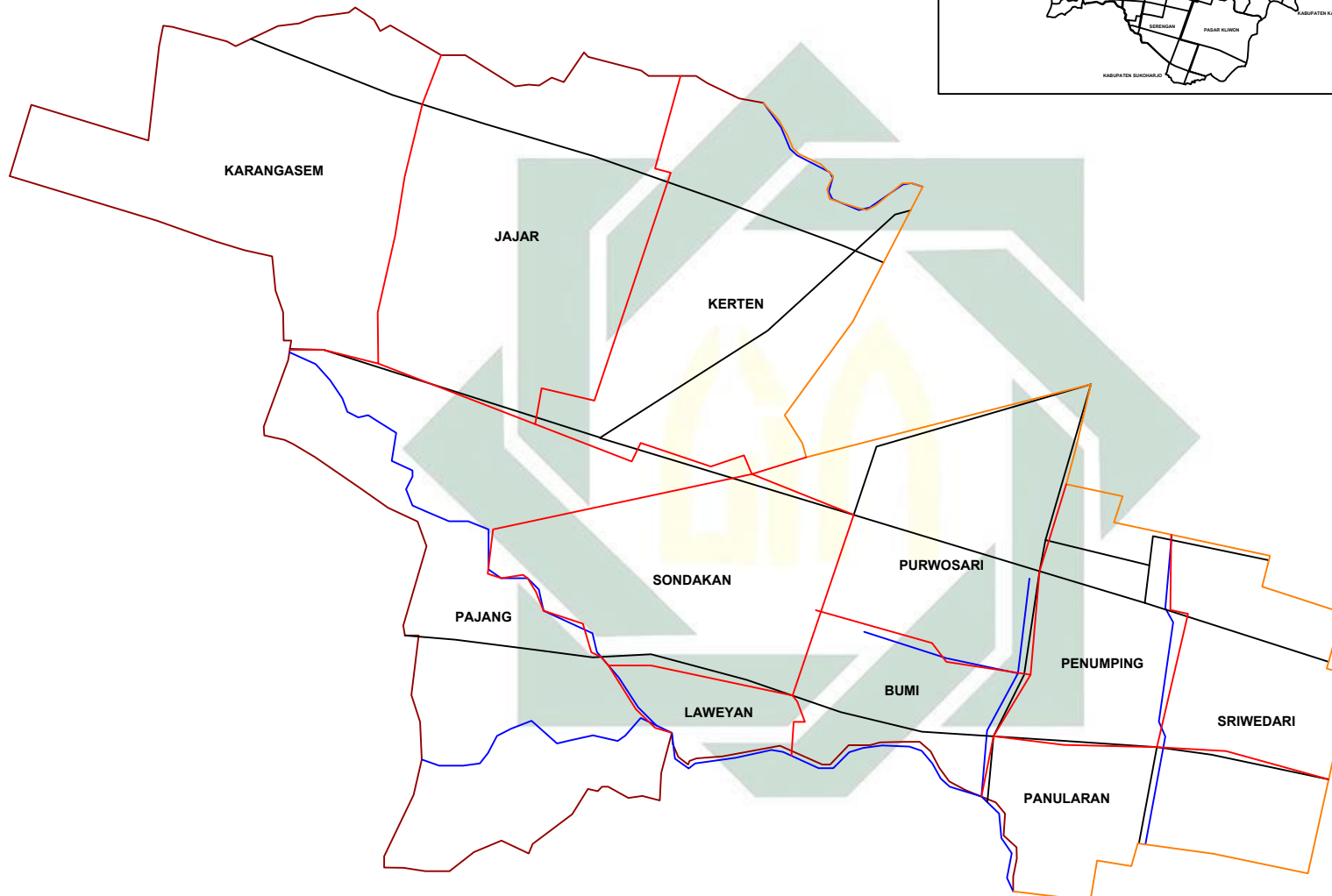
	Batas Kota/Kabupaten
	Batas Kecamatan
	Batas Kelurahan
	Jalan Raya
	Sungai
	Waduk/Kolam

APRILLIA BUNGA FIRDAUS
H75216053

ARQOWI PRIBADI, ST, MEng
SULISTIYA NENGSE, ST, MT

1 : 18000

4.2



PETA ADMINISTRASI KECAMATAN LAWEYAN
SKALA 1 : 18000

[illegible]

Sebelah Utara : Kecamatan Banjarsari dan Kecamatan Jebres
Sebelah Timur : Kabupaten Sukoharjo
Sebelah Selatan : Kecamatan Serengan dan Kabupaten Sukoharjo
Sebelah Barat : Kecamatan Serengan dan Kecamatan Banjarsari

Tabel 4. 3 Pembagian Luas Wilayah Kecamatan Pasar Kliwon

No	Kelurahan	Luas (ha)
1	Joyosuran	54,00
2	Semanggi	166,82
3	Pasar Kliwon	36,00
4	Baluwarti	40,70
5	Gajahan	33,90
6	Kauman	19,20
7	Kampung Baru	30,60
8	Kedung Lumbu	55,10
9	Sangkrah	45,20
Jumlah		481,52

Adapun peta administratif Kecamatan Pasar Kliwon dapat dilihat pada **Gambar 4.3** berikut:

Sebelah Utara : Kabupaten Karanganyar dan Kabupaten Boyolali
Sebelah Timur : Kecamatan Jebres dan Kecamatan Pasar Kliwon
Sebelah Selatan : Kecamatan Laweyan dan Kecamatan Serengan
Sebelah Barat : Kecamatan Laweyan dan Kecamatan Colomadu,
Kabupaten Karanganyar

Tabel 4. 4 Pembagian Luas Wilayah Kecamatan Banjarsari

No	Kelurahan	Luas (ha)
1	Mangkubumen	79,70
2	Timuran	31,50
3	Keprabon	31,80
4	Ketelan	25,00
5	Punggawan	36,00
6	Kestalan	20,80
7	Setabelan	27,70
8	Gilingan	127,20
9	Manahan	128,00
10	Sumber	133,30
11	Nusukan	206,30
12	Kadipiro	508,80
13	Banyuanyar	125,00
Jumlah		1.481,10

Adapun peta administratif Kecamatan Banjarsari dapat dilihat pada **Gambar 4.4** berikut:

4.1.1 Topografi

Secara astronomis, Kota Surakarta terletak antara $110^{\circ}45'15''$ dan $110^{\circ}45'35''$ Bujur Timur dan $7^{\circ}36'$ dan $7^{\circ}56'$ Lintang Selatan. Wilayah Kota Surakarta merupakan wilayah dataran rendah dengan ketinggian ± 92 meter di atas permukaan laut. Secara geografis Kota Surakarta terletak diantara tiga gunung berapi yaitu Gunung Merbabu (3.145 mdpl) dan Gunung Merapi (2.930 mdpl) di bagian barat serta Gunung Lawu (3.265 mdpl) di bagian timur. Topografi Kota Surakarta tergolong relatif rendah yang berkisar diantara 80 - 110 meter di atas permukaan laut serta memiliki kemiringan lahan antara $0 - 40^{\circ}$. Untuk data kemiringan lahan dapat dilihat pada **Tabel 4.5** berikut:

Tabel 4. 5 Kemiringan Lahan Kota Surakarta berdasarkan Kecamatan

Kecamatan	Ketinggian (m)	Kemiringan (°)
Laweyan	90 – 110	0 - 40
Serengan	90 – 110	0 - 40
Pasar Kliwon	80 – 100	0 - 40
Jebres	80 – 110	0 - 40
Banjarsari	80 – 100	0 - 40

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Surakarta (2019)

Elevasi tanah terendah terdapat di wilayah utara Kota Surakarta antara lain Kecamatan Jebres dan Banjarsari dengan elevasi setinggi 80meter diatas permukaan laut, sedangkan elevasi tertinggi terdapat di wilayah timur Kota Surakarta tepatnya di Kecamatan Jebres dengan ketinggian mencapai 130meter diatas permukaan laut.

Sedangkan untuk kondisi topografi wilayah perencanaan yang akan dilakukan, letak Kecamatan Laweyan berada pada ketinggian antara 90 – 110meter diatas permukaan laut dengan kemiringan lahan antara 0° - 40°. Wilayah Kecamatan Pasar Kliwon berada pada ketinggian antara 80 – 100meter diatas permukaan laut dengan kemiringan lahan antara 0° - 40°. Dan wilayah Kecamatan Banjarsari berada pada ketinggian antara 80 – 100meter diatas permukaan laut dengan kemiringan lahan antara 0° - 40°.

4.1.2 Hidrogeologi

Secara garis besar, kondisi hidrogeologi Kota Surakarta dibagi menjadi dua, yaitu akifer dangkal dan air tanah dangkal dengan rincian sebagai berikut:

- a. Akifer dangkal, kedalaman berkisar antara 2 - 23meter dibawah muka tanah dengan ketebalan berkisar antara 5 - 23meter. Di wilayah tengah Kota Surakarta tersusun oleh pasir tufan dan pasir hasil lapukan endapan vulkanik serta memiliki kedalaman antara 2,7 - 69,4meter dibawah muka tanah
- b. Air tanah dangkal, kedalaman muka air tanah pada tahun 1999 berkisar antara 2 - 23,5meter dibawah muka tanah. Kedalaman air tanah di wilayah tengah hingga selatan Kota Surakarta kurang dari 10meter dibawah muka tanah, sedangkan di wilayah utara mencapai 69meter dibawah muka tanah. Air tanah dangkal Kota Surakarta mendapat imbuhan langsung dari curah hujan sebesar 1.015 juta m³/tahun dengan fluktuasi air tanah berkisar antara 1 - 5 meter (Pemerintah Kota Surakarta, 2015).

a. Hidrologi

Kota Surakarta tidak memiliki sumber mata air, air baku yang digunakan sebagai air bersih berasal dari air permukaan yaitu Sungai Bengawan Solo. Sungai Bengawan Solo merupakan sungai terbesar yang melintasi Kota Surakarta yang memiliki beberapa anak sungai diantaranya:

1. Kali Anyar, mellintasi Kecamatan Banjarsari sampai Kecamatan Jebres
2. Kali Pepe, melintasi Kecamatan Banjarsari, perbatasan Jebres sampai Kecamatan Pasar Kliwon
3. Kali Tanggul, melintasi Kecamatan Laweyan, Kecamatan Serengan sampai Kecamatan Pasar Kliwon

Sedangkan untuk Sungai Bengawan Solo sendiri melintasi Kecamatan Pasar Kliwon sampai Kecamatan Jebres. Pada musim hujan dan kemarau air yang mengalir pada Sungai Bengawan Solo cukup banyak, sehingga aliran air di Sungai Bengawan Solo relatif kontinyu. Sedangkan untuk anak Sungai Bengawan Solo pada musim kemarau volume air sangat sedikit bahkan ada yang mengalami

Tabel 4. 6 Banyaknya Curah Hujan dan Hari Hujan Kota Surakarta

Bulan	Banyaknya Curah Hujan (Mm)	Banyaknya Hari Hujan
Januari	13,0	24,0
Februari	19,9	24,0
Maret	7,8	19,0
April	9,8	22,0
Mei	1,0	9,0
Juni	4,4	9,0
Juli	2,6	3,0
Agustus	0	0
September	4,7	6,0
Oktober	3,2	12,0
November	12,8	23,0
Desember	5,3	16,0

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Surakarta (2019)

4.1.4 Tata Guna Lahan

Berdasarkan data penggunaan lahan Kota Surakarta pada tahun 2018 menurut Badan Pusat Statistik Kota Surakarta, sebagian besar lahan di Kota Surakarta digunakan sebagai pemukiman dengan persentase sebesar 66% atau seluas 2,907 km² serta kegiatan ekonomi dengan persentase 17% atau seluas 0,748 km² dari total luas lahan yang ada, sisanya digunakan untuk jasa, perusahaan, industri, tanah kosong, tegalan, sawah, kuburan, lapangan olahraga, taman kota dan lain-lain. Secara lebih rinci dapat dilihat pada **Tabel 4.7** berikut:

Tabel 4. 7 Luas Penggunaan Tanah tiap Kecamatan Kota Surakarta

Jenis Lahan	Kecamatan					Jumlah
	Laweyan	Serengan	Pasar Kliwon	Jebres	Banjarsari	
Perumahan / Pemukiman	570,38	230,62	310,51	728,93	1049,39	2889,83
Jasa	103,91	19,45	49,82	153,79	65,52	392,49
Perusahaan	67,9	33,23	36,48	45,38	63,58	246,57
Industri	39,4	6,14	7,17	27,59	17,81	98,11
Tanah Kosong	2,92	2,13	9,66	43,89	49,66	108,26
Tegalan	0	0	0	56,15	40,43	96,58
Sawah	16,43	0	0	15,81	54,39	86,63
Kuburan	6,08	1,38	1,54	31,05	28,78	68,83
Lapangan Olah Raga	12,03	2,06	8,17	9,03	28,76	60,05
Taman Kota	0,25	0	0	8,34	3,52	12,11
Lain-Lain	44,57	24,39	58,17	138,23	79,24	344,60
Total	863,87	319,40	481,52	1258,19	1481,08	4404,06

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Surakarta (2019)

Penggunaan lahan perumahan/pemukiman terbesar berada di Kecamatan Banjarsari dengan luas lahan 1049,39 ha dan yang terkecil berada di Kecamatan Serengan dengan luas lahan sebesar 230,62 ha dengan total luas lahan perumahan/pemukiman Kota Surakarta sebesar 2889,83 ha. Pada bidang jasa, penggunaan lahan terbesar berada di Kecamatan Jebres dengan total luas lahan 153,79 ha dan yang terkecil berada di Kecamatan Serengan dengan total luas lahan sebesar 19,45 ha dengan total luas penggunaan lahan Kota Surakarta pada bidang jasa sebesar 392,49 ha. Untuk penggunaan lahan perusahaan, luas lahan terbesar berada di Kecamatan Laweyan sebesar 67,9 ha dan yang terkecil berada di Kecamatan Serengan 33,23 ha dengan total luas penggunaan lahan Kota Surakarta untuk perusahaan sebesar 246,57 ha. Industri memakan lahan terbesar di wilayah Kecamatan Laweyan dengan total luas lahan 39,4 ha dan yang terkecil di Kecamatan Serengan seluas 6,14 ha dengan total luas lahan industri Kota Surakarta keseluruhan sebesar 98,11 ha.

Lahan yang belum digunakan di Kota Surakarta masih cukup besar dengan total luas lahan 108,26 ha. Wilayah Kecamatan Banjarsari merupakan kecamatan dengan tanah kosong terbesar yaitu 49,66 ha sedangkan Kecamatan Serengan merupakan wilayah kecamatan dengan tanah kosong terkecil yaitu 2,13 ha. Lahan untuk tegalan hanya berada di Kecamatan Jebres 56,15 ha dan Kecamatan Banjarsari 40,43 ha dengan total luas lahan sebesar 96,58 ha. Lahan untuk persawahan di Kota Surakarta hanya terdapat di tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Banjarsari 54,39 ha, Kecamatan Laweyan 16,43 ha dan Kecamatan Jebres 15,81 ha dengan total luas lahan sebesar 86,63 ha.

Tabel 4. 8 Jumlah Kelurahan, RW, RT dan KK Kota Surakarta

Kecamatan	Kelurahan	RW	RT	KK
Laweyan	11	105	458	32.777
Serengan	7	72	312	18.007
Pasar Kliwon	10	101	437	27.695
Jebres	11	153	649	47.302
Banjarsari	15	195	930	57.763
Jumlah	54	626	2.786	183.544

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Surakarta (2019)

Dari jumlah penduduk yang tersebar di 5 kecamatan, jumlah penduduk tertinggi berada di Kecamatan Banjarsari dengan jumlah penduduk 163.151 jiwa dan kepadatan penduduk mencapai 11.015,53 jiwa/km² sedangkan yang terendah berada di Kecamatan Serengan dengan jumlah penduduk total 45.275 jiwa dan kepadatan penduduk mencapai 14.175,02 jiwa/km². Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 4.9** di bawah ini:

Tabel 4. 9 Jumlah Penduduk dan Kepadatan Penduduk Kota Surakarta

Kecamatan	Persentase Penduduk (%)	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan Penduduk (Jiwa/km ²)
Laweyan	17,23	89.254	10.332,00
Serengan	8,74	45.275	14.175,02
Pasar Kliwon	14,87	77.027	15.996,64
Jebres	27,65	143.180	11.379,93
Banjarsari	31,50	163.151	11.015,53
Jumlah	100	562.801	11.759,31

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Surakarta (2019)

b. Jumlah dan Kepadatan Penduduk Kecamatan Laweyan

Kecamatan Laweyan memiliki jumlah penduduk sebesar 100.861 jiwa dengan kepadatan penduduk mencapai 11.673,73 jiwa/km² dan rasio jenis kelamin 95,67%. Wilayah Kecamatan Laweyan terbagi menjadi 11 kelurahan dengan jumlah RW sebanyak 105 dan RT sebanyak 457 serta jumlah KK sebanyak 31.856

KK, rata-rata jumlah KK setiap RT ± 69 KK. Untuk rincian jumlah RW, RT dan KK di tiap kelurahan Kecamatan Laweyan disajikan dalam **Tabel 4.10** berikut:

Tabel 4. 10 Jumlah Kelurahan, RW, RT dan KK Kecamatan Laweyan

Kelurahan	RW	RT	KK
Pajang	16	87	7.676
Laweyan	3	10	691
Bumi	7	28	1.996
Panularan	8	48	2.986
Sriwedari	6	25	1.290
Penumping	6	28	1.272
Purwosari	14	51	3.256
Sondakan	15	51	3.826
Kerten	13	48	2.938
Jajar	8	45	2.888
Karangasem	9	36	3.037
Jumlah	105	457	31.856

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Surakarta (2018)

Dari jumlah penduduk yang tersebar di 11 kelurahan, jumlah penduduk tertinggi berada di Kelurahan Pajang dengan jumlah penduduk 24.497 jiwa dan kepadatan penduduk mencapai 15.774 jiwa/km² sedangkan yang terendah berada di Kelurahan Laweyan dengan jumlah penduduk total 2.107 jiwa dan kepadatan penduduk mencapai 8.496 jiwa/km². Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 4.11** di bawah ini:

Tabel 4. 11 Jumlah Penduduk dan Kepadatan Penduduk Kecamatan Laweyan

Kelurahan	Persentase Penduduk (%)	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan Penduduk (Jiwa/km ²)
Pajang	24,3	24.497	15.774
Laweyan	21	2.107	8.496
Bumi	6,2	6.274	16.820
Panularan	9,2	9.319	17.131
Sriwedari	3,9	3.971	7.741

kepadatan penduduk mencapai 20.917 jiwa/km² sedangkan yang terendah berada di Kelurahan Kauman dengan jumlah penduduk total 2.611 jiwa dan kepadatan penduduk mencapai 5.777 jiwa/km². Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 4.13** di bawah ini:

Tabel 4. 13 Jumlah Penduduk dan Kepadatan Penduduk Kecamatan Pasar Kliwon

Kelurahan	Persentase Penduduk (%)	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan Penduduk (Jiwa/km ²)
Joyosuran	12,6	10.676	19.770
Semanggi	41,17	34.889	20.917
Pasar Kliwon	6,36	5.395	14.986
Baluwarti	7,59	6.434	18.979
Gajahan	4,55	3.860	9.484
Kauman	3,08	2.611	5.777
Kampung Baru	3,31	2.803	14.599
Kedung Lumbu	6,41	5.425	17.729
Sangkrah	14,91	12.636	22.933
Jumlah	100	84.729	17.597

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Surakarta (2019)

d. Jumlah dan Kepadatan Penduduk Kecamatan Banjarsari

Kecamatan Banjarsari memiliki jumlah penduduk sebesar 181.114 jiwa dengan kepadatan penduduk mencapai 12.229 jiwa/km² dan rasio jenis kelamin 96,62%. Wilayah Kecamatan Banjarsari terbagi menjadi 13 kelurahan dengan jumlah RW sebanyak 176 dan RT sebanyak 877 serta jumlah KK sebanyak 57.763 KK, rata-rata jumlah KK setiap RT ±65 KK. Untuk rincian jumlah RW, RT dan KK di tiap kelurahan Kecamatan Banjarsari disajikan dalam **Tabel 4.14** berikut:

Tabel 4. 14 Jumlah Kelurahan, RW, RT dan KK Kecamatan Banjarsari

Kelurahan	RW	RT	KK
Mangkubumen	14	58	3.196
Timuran	5	22	920
Keprabon	6	26	1.009
Ketelan	9	31	1.189
Punggawan	6	31	1.427
Kestalan	6	20	1.001
Setabelan	9	31	1.345
Gilingan	21	112	6.666
Manahan	13	61	3.506
Sumber	17	75	5.779
Nusukan	24	143	10.180
Kadipiro	34	219	17.161
Banyuanyar	12	48	4.384
Jumlah	176	877	57.763

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Surakarta (2019)

Dari jumlah penduduk yang tersebar di 13 kelurahan, jumlah penduduk tertinggi berada di Kelurahan Kadipiro dengan jumlah penduduk 56.036 jiwa dan kepadatan penduduk mencapai 11.009 jiwa/km² sedangkan yang terendah berada di Kelurahan Timuran dengan jumlah penduduk total 2.753 jiwa dan kepadatan penduduk mencapai 8.881 jiwa/km². Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 4.15** di bawah ini:

Tabel 4. 15 Jumlah Penduduk dan Kepadatan Penduduk Kecamatan Banjarsari

Kelurahan	Persentase Penduduk (%)	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan Penduduk (Jiwa/km ²)
Mangkubumen	3,83	9.643	12.054
Timuran	1,52	2.753	8.881
Keprabon	1,73	3.118	9.744
Ketelan	1,95	3.525	14.100
Punggawan	2,34	4.249	11.803
Kestalan	1,61	2.901	13.814
Setabelan	2,21	3.987	14.239

Persentase total cakupan pelayanan pengelolaan limbah domestik Kota Surakarta saat ini sudah mencapai 91,94% dengan rincian:

- SPALD-T sebesar 15,96%
- SPALD-S sebesar 75,98%
- Belum terlayani sebesar 8,06% (Perumda Air Minum Kota Surakarta, 2019)

4.2.2 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Semanggi

IPAL Semanggi adalah IPAL domestik yang melayani wilayah selatan Kota Surakarta. Dibangun pada tahun 1999/2000 dengan kapasitas pengolahan awal sebesar 30 L/dt. IPAL Semanggi merupakan IPAL domestik dengan kapasitas pengolahan terbesar, yaitu 60 L/dt yang pengembangannya dilakukan pada tahun 2008. Saat ini diketahui debit air limbah yang masuk ke IPAL Semanggi adalah sebesar 41,97 L/dt (Firdaus, 2019), sehingga IPAL Semanggi masih memiliki *idle capacity* sebesar 18,03 L/dt atau sekitar 30%. Kapasitas sambungan rumah yang dimiliki oleh IPAL Semanggi adalah sebesar 13.000 SR dan saat ini sudah terpasang sebanyak 9.918 SR atau sekitar 76,293%. Rincian jumlah SR untuk jalur selatan yang dilayani IPAL Semanggi dapat dilihat pada **Tabel 4.16** sebagai berikut:

Tabel 4. 16 Jumlah Sambungan Rumah Jalur Selatan

No	Kelurahan	Jumlah SR
1	Timuran	34
2	Keprabon	63
3	Ketelan	86
4	Punggawan	36
5	Manahan	15
6	Mangkubumen	448
7	Karangasem	5
8	Jajar	2
9	Pajang	498
10	Sondakan	865
11	Laweyan	31
12	Purwosari	125

4.2.3 Wilayah Pelayanan dan Tingkat Pelayanan

Wilayah pelayanan sistem penyaluran air limbah domestik terpusat jalur selatan Kota Surakarta terbagi atas 2 sub sistem pelayanan, yaitu Sub Sistem Mangkunegaran dan Sub Sistem Kasunanan. Sedangkan untuk total pelayanan sistem terpusat keseluruhan Kota Surakarta yang dilakukan sudah mencapai 16,85% dari total target 30% (Firdaus, 2019). Untuk jalur selatan sendiri saat ini telah terpasang sambungan rumah sebanyak 9.918 SR. Cakupan wilayah pelayanan SPALD-T jalur selatan Kota Surakarta dapat dilihat pada **Tabel 4.17** berikut:

Tabel 4. 17 Wilayah Pelayanan Jalur Selatan SPALD-T Kota Surakarta

No	Sub Sistem	Wilayah Pelayanan
1	Mangkunegaran	Kelurahan Mangkubumen, Kelurahan Punggawan, Kelurahan Ketelan, Kelurahan Keprabon, Kelurahan Timuran, Kelurahan Kampung Baru, Kelurahan Manahan
2	Kasunanan	Kelurahan Pajang, Kelurahan Sondakan, Kelurahan Laweyan, Kelurahan Bumi, Kelurahan Tipes, Kelurahan Kemlayan, Kelurahan Kratonan, Kelurahan Serengan, Kelurahan Danukusuman, Kelurahan Joyosuran, Kelurahan Penumping, Kelurahan Sriwedari, Kelurahan Jayengan, Kelurahan Panularan, Kelurahan Kauman, Kelurahan Kedung Lumbu, Kelurahan Pasar Kliwon, Kelurahan Baluwarti, Kelurahan Semanggi, Kelurahan Purwosari, Kelurahan Gajahan

Sumber: Firdaus (2019)

a. Sub Sistem Mangkunegaran

Jaringan pada Sub Sistem Mangkunegaran melayani daerah Kraton Mangkunegaran dan sekitarnya. Jaringan ini melayani 7 kelurahan antara lain Kelurahan Mangkubumen, Kelurahan Punggawan, Kelurahan Ketelan, Kelurahan Keprabon, Kelurahan Timuran, Kelurahan Kampung Baru, dan Kelurahan Manahan. Menurut hasil evaluasi yang dilakukan oleh Firdaus (2019), total keseluruhan sambungan rumah yang terpasang pada jaringan Mangkunegaran pada Bulan Agustus 2019 berjumlah 752 SR dengan jumlah penduduk terlayani sebanyak 3.760 jiwa. Untuk jumlah penduduk pada wilayah pelayanan Sub Sistem Mangkunegaran mencapai 36.634 jiwa. Apabila 1 unit SR diasumsikan untuk 5 jiwa, maka pelayanan IPAL Semanggi wilayah Sub Sistem Mangkunegaran telah

mencapai 10,26%. Perbandingan jumlah penduduk terlayani selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 4.18** berikut:

Tabel 4. 18 Jumlah Penduduk Terlayani Sub Sistem Mangkunegaran

No	Kelurahan	Satuan	Penduduk	Terlayani
1	Kelurahan Mangkubumen	jiwa	9.596	2.230
2	Kelurahan Punggawan	jiwa	4.188	180
3	Kelurahan Ketelan	jiwa	3.474	430
4	Kelurahan Keprabon	jiwa	3.104	315
5	Kelurahan Timuran	jiwa	2.728	170
6	Kelurahan Kampung Baru	jiwa	2.803	355
7	Kelurahan Manahan	jiwa	10.741	80
	Jumlah		36.634	3.760

Sumber: Firdaus (2019)

b. Sub Sistem Kasunanan

Jaringan pada Sub Sistem Kasunanan melayani daerah Kraton Kasunanan dan sekitarnya. Jaringan ini melayani 21 kelurahan antara lain Kelurahan Pajang, Kelurahan Sondakan, Kelurahan Laweyan, Kelurahan Bumi, Kelurahan Tipes, Kelurahan Kemlayan, Kelurahan Kratonan, Kelurahan Serengan, Kelurahan Danukusuman, Kelurahan Joyosuran, Kelurahan Penumping, Kelurahan Sriwedari, Kelurahan Jayengan, Kelurahan Panularan, Kelurahan Kauman, Kelurahan Kedung Lumbu, Kelurahan Pasar Kliwon, Kelurahan Baluwarti, Kelurahan Semanggi, Kelurahan Purwosari dan Kelurahan Gajahan. Menurut hasil evaluasi yang dilakukan oleh Firdaus (2019), total keseluruhan sambungan rumah yang terpasang pada jaringan Kasunanan pada Bulan Agustus 2019 berjumlah 9.123 SR dengan jumlah penduduk terlayani sebanyak 45.590 jiwa. Untuk jumlah penduduk pada wilayah pelayanan Sub Sistem Kasunanan mencapai 187.860 jiwa. Apabila 1 unit SR diasumsikan untuk 5 jiwa, maka pelayanan IPAL Semanggi wilayah Sub Sistem Kasunanan telah mencapai 24,26%. Perbandingan jumlah penduduk terlayani selengkapny dapat dilihat pada **Tabel 4.19** berikut:

Tabel 4. 19 Jumlah Penduduk Terlayani Sub Sistem Kasunanan

No	Kelurahan	Satuan	Penduduk	Terlayani
1	Kelurahan Pajang	jiwa	24.497	2.470
2	Kelurahan Sondakan	jiwa	12.129	4.315
3	Kelurahan Laweyan	jiwa	2.107	140
4	Kelurahan Bumi	jiwa	6.247	1.510
5	Kelurahan Tipes	jiwa	12.037	4.690
6	Kelurahan Kemlayan	jiwa	3.727	170
7	Kelurahan Kratonan	jiwa	5.462	1.565
8	Kelurahan Serengan	jiwa	10.901	5.300
9	Kelurahan Danukusuman	jiwa	10.075	3.485
10	Kelurahan Joyosuran	jiwa	10.676	3.785
11	Kelurahan Penumping	jiwa	3.886	710
12	Kelurahan Sriwedari	jiwa	3.971	770
13	Kelurahan Jayengan	jiwa	4.006	875
14	Kelurahan Panularan	jiwa	9.319	4.115
15	Kelurahan Kauman	jiwa	2.611	550
16	Kelurahan Kedung Lumbu	jiwa	5.425	720
17	Kelurahan Pasar Kliwon	jiwa	5.395	315
18	Kelurahan Baluwarti	jiwa	6.434	630
19	Kelurahan Semanggi	jiwa	34.889	8.630
20	Kelurahan Purwosari	jiwa	10.206	630
21	Kelurahan Gajahan	jiwa	3.860	215
Jumlah			187.860	45.590

Sumber: Firdaus (2019)

Dari hasil evaluasi yang dilakukan oleh Firdaus (2019), tingkat pelayanan SPALD-T Kota Surakarta jalur selatan atau wilayah pelayanan IPAL Semanggi kapasitas sambungan rumah terpasang pada Bulan Agustus 2019 adalah sebanyak 9.875 SR dengan jumlah penduduk terlayani sebanyak 49.375 jiwa dari total jumlah penduduk 224.494 jiwa. Jadi, persentase tingkat pelayanan SPALD-T jalur selatan di Kota Surakarta adalah sebesar $(49.375/224.494) \times 100\% = 21,99\%$.

Sedangkan pada bulan April 2020, kapasitas sambungan rumah terpasang (SPALD-T) jalur selatan Kota Surakarta adalah sebanyak 9.918 SR dengan jumlah penduduk terlayani sebanyak 49.590 jiwa dari total jumlah penduduk 244.198 jiwa. Jadi tingkat pelayanan sistem penyaluran air limbah domestik terpusat (SPALD-T) jalur selatan Kota Surakarta adalah sebesar $(49.590/244.198) \times 100\% = 20,31\%$. Kedua angka tersebut menunjukkan penurunan tingkat pelayanan, hal ini dapat

4.2.4 Jaringan Perpipaan Penyaluran Air Limbah

Pengaliran air limbah di wilayah selatan Kota Surakarta menggunakan sistem gravitasi tanpa bantuan pompa bertekanan. Meskipun kontur Kota Surakarta relatif datar, akan tetapi aliran air jalur selatan saat menuju IPAL Semanggi berjalan dengan baik. Permasalahan yang terjadi adalah penyumbatan saluran oleh perilaku masyarakat sendiri, serta masuknya air limbah industri rumahan non pelanggan (limbah non domestik, mengandung bahan kimia dan pewarna sintetis) oleh perilaku masyarakat yang tidak bertanggung jawab (Firdaus, 2019).

b. Kondisi Pipa

[illegible]

Tabel 4. 20 Jenis, Diameter dan Material Pipa

Jenis Pipa	Diameter (mm)	Material
a Sambungan Rumah	100 - 150	PVC
a Servis	150 - 200	PVC
a Sekunder	300 - 400	Beton
a Interseptor	500 - 1000	Beton

er: Perumda Air Minum Kota Surakarta (2019)

Tabel 4. 20 Jenis, Diameter dan Material Pipa

Jenis Pipa	Diameter (mm)	Material
Pipa Sambungan Rumah	100 - 150	PVC
Pipa Servis	150 - 200	PVC
Pipa Sekunder	300 - 400	Beton
Pipa Interseptor	500 - 1000	Beton

Sumber: Perumda Air Minum Kota Surakarta (2019)

BAB V

5.1 Analisis Wilayah Perencanaan dan Jumlah Sambungan Rumah

Dalam perencanaan pengembangan jaringan sistem penyaluran air limbah domestik terpusat, perlu dilakukan analisis wilayah perencanaan untuk mengetahui kondisi fisik daerah perencanaan. Analisis wilayah perencanaan didasarkan pada survey atau pengukuran langsung di lapangan. Selanjutnya, hasil dari survey atau pengukuran lapangan tersebut akan digunakan sebagai dasar perhitungan dalam perencanaan pengembangan jaringan sistem penyaluran air limbah domestik terpusat jalur selatan Kota Surakarta.

Kondisi fisik wilayah perencanaan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang merupakan komponen penting dalam perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik terpusat seperti topografi dan curah hujan. Topografi sangat berpengaruh pada pengaliran air limbah pada jalur sistem penyaluran air limbah domestik terpusat menggunakan sistem gravitasi. Sedangkan curah hujan akan berpengaruh terhadap debit infiltrasi yang masuk dalam jaringan perpipaan yang kemudian mempengaruhi debit air limbah dan dimensi pipa. Selain itu, perlu juga disesuaikan dengan jaringan perpipaan eksisting dikarenakan perencanaan pengembangan yang akan dilakukan meliputi pemasangan jaringan pipa sambungan rumah dan pipa lateral.

Berdasarkan hasil identifikasi yang telah dilakukan, diketahui bahwa topografi Kota Surakarta relatif datar dengan elevasi berkisar antara 80 – 110 meter. Sedangkan untuk wilayah jalur selatan terletak pada elevasi 90 – 110 meter. Hasil akhir dari penyaluran air limbah akan bermuara pada IPAL Semanggi yang berlokasi di Kelurahan Semanggi, Kecamatan Pasar Kliwon yang memiliki elevasi terendah yaitu ± 90 meter. Selanjutnya, curah hujan rata-rata Kota Surakarta pada tahun 2018 adalah sebesar 16,75 mm/hari hujan atau sekitar 2.797 mm/tahun dengan jumlah hari hujan sebanyak 167.

Tabel 5. 1 Daftar Calon Penerima Manfaat Program SR Sanitasi Perumda Air Minum Kota Surakarta Tahun 2020

No	Kelurahan	Kecamatan	Jumlah SR
1	Mangkubumen	Banjarsari	30
2	Sangkrah	Pasar Kliwon	3
3	Gajahan	Pasar Kliwon	3
4	Ketelan	Banjarsari	109
5	Karangasem	Laweyan	30
Jumlah			175

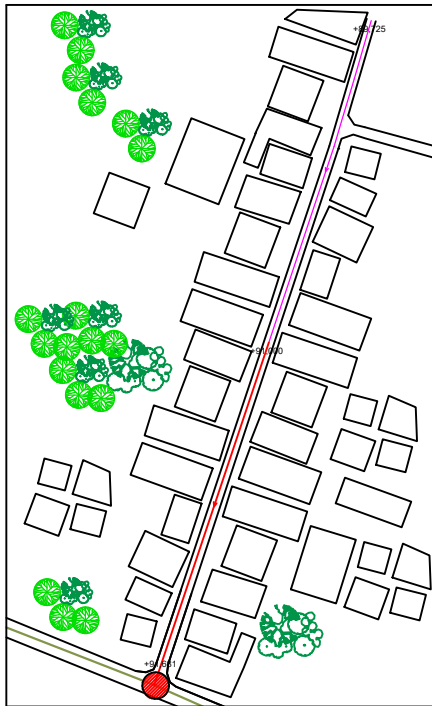
Berdasarkan tabel diatas, jumlah total sambungan rumah pada jalur selatan adalah 175 SR. 1 SR sama dengan 1 KK. Jika diasumsikan 1 KK berjumlah 5 anggota keluarga, maka total penambahan penduduk terlayani wilayah selatan Kota Surakarta adalah sebanyak 875 jiwa. Sedangkan untuk rencana pengembangan jaringan sistem penyaluran air limbah domestik terpusat (SPALD-T) jalur selatan Kota Surakarta yang dilakukan dapat dilihat pada gambar berikut:

5.2 Pembagian Zona dan Jalur Pipa Perencanaan

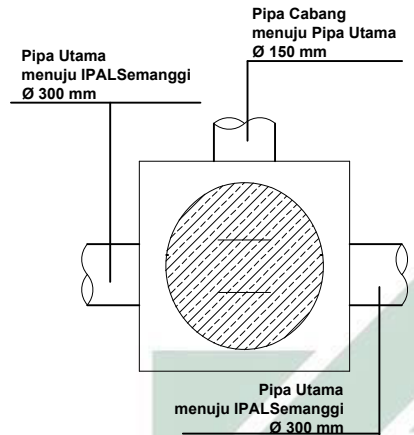
Perencanaan pengembangan jaringan air limbah domestik terpusat (SPALD-T) jalur selatan Kota Surakarta terbagi atas beberapa zona. Untuk memudahkan pengerjaan, maka wilayah perencanaan akan dibagi menjadi 5 zona. Pembagian zona-zona tersebut ditetapkan berdasarkan pertimbangan batas administrasi, penyesuaian terhadap jalur pipa eksisting, serta terdapat pada satu jalur/jalan yang sama. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. 2 Pembagian Zona dan Jalur Pipa

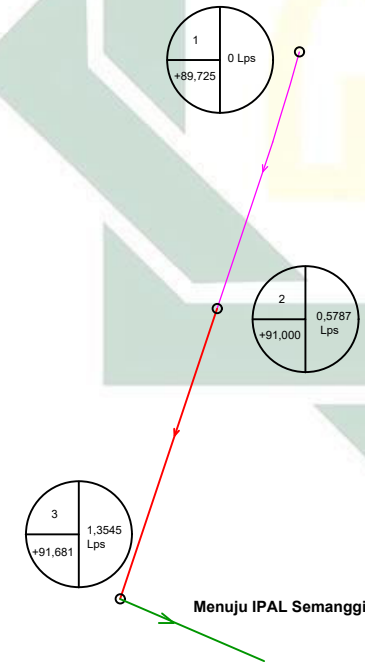
Lajur	Manhole		Jenis Pipa	L (Panjang) (m)	Luas Area (ha)	Jumlah Orang (jiwa)	Elevasi Tanah (meter)
	dari	ke					
ZONA 1 A (KELURAHAN KARANGASEM, JALAN GAYAM)							
1	1	2	Lateral	50	0,2255	60	105,2010
2	2	3	Lateral	49	0,4346	110	106,0000
ZONA 1B (KELURAHAN KARANGASEM, JALAN CERMAI IB)							
1	1	2	Lateral	50	0,2212	30	105
2	2	3	Lateral	50	0,4277	60	104,9710
3	3	4	Lateral	45	0,6096	80	105,0000
ZONA 1B (KELURAHAN KARANGASEM, JALAN CERMAI I)							
1	1	2	Lateral	50	0,2613	15	104,6890
2	2	3	Lateral	50	0,5706	30	105,0000
3	3	4	Lateral	45	0,8717	40	105,8650
ZONA 1C (KELURAHAN KARANGASEM, JALAN MELON)							
1	1	2	Lateral	50	0,1861	30	109,0000
2	2	3	Lateral	50	0,348	50	108,8550
3	3	4	Lateral	50	0,5187	75	109,0000
4	4	5	Lateral	40	0,7085	105	108,0000
ZONA 2 (KELURAHAN GAJAHAN, JALAN MAHESOSURO VII)							
1	1	2	Lateral	50	0,2475	60	90,4390
2	2	3	Lateral	25	0,1073	90	90,8690
ZONA 3 (KELURAHAN SANGKRAH, JALAN UNTUNG SURAPATI)							
1	1	2	Lateral	50	0,2818	50	89,0000
2	2	3	Lateral	25	0,3613	70	89,0000
ZONA 4 (KELURAHAN MANGKUBUMEN, JALAN KANA I)							
1	1	2	Lateral	50	0,2809	25	96,0000
2	2	3	Lateral	33	0,445	45	96,2200



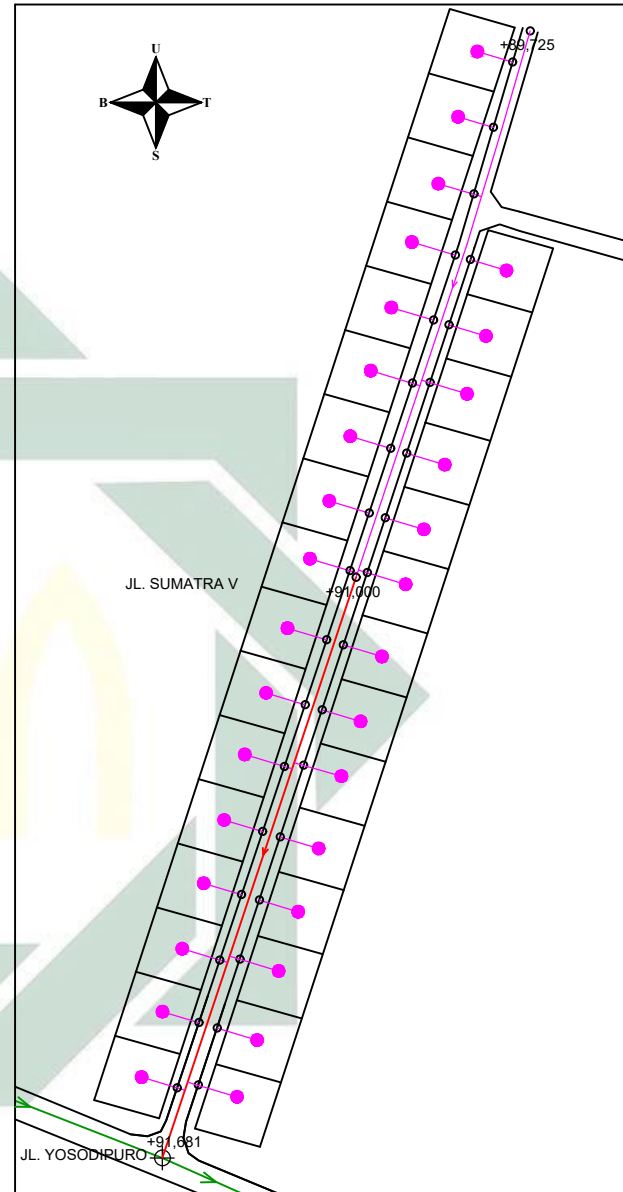
DETAIL SITUASI
SKALA 1 : 900



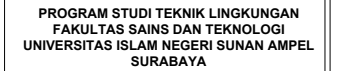
DENAH MANHOLE
SKALA 1 : 15



DETAIL JUNCTION
SKALA 1 : 1000



PETA RENCANA JARINGAN PIPA ZONA 5E
SKALA 1 : 500



TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

PETA RENCANA JARINGAN PIPA
ZONA 5E

KETERANGAN

- | | |
|---|-------------------------------------|
|  | Pipa diameter 100 mm |
|  | Pipa diameter 150 mm |
|  | Pipa lateral eksisting |
|  | Sambungan rumah baru |
|  | Manhole eksisting |
|  | Sekkah (<i>clean out</i>) rencana |
| +100,000 | Elevasi tanah |
|  | Pohon |

NAMA

APRILLIA BUNGA FIRDAUS
H75216053

DOSEN PEMBIMBING

ARQOWI PRIBADI, ST, MEng
SULISTIYA NENGSE, ST, MT

SKALA	NO GAMBAR
1 : 500	5.12
1 : 1000	
1 : 900	
1 : 15	

Qdomestik = 0,2164 L/dt
Qnondomestik = 0 L (tidak terdapat fasilitas umum)

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{nondomestik}}$$

$$Q_{\text{total}} = 0,2164 \text{ L/dt}$$

$$Q_{\text{total}} = 0,2164 \text{ L/dt}$$

Faktor jam puncak (fpeak) = 1,5 - 2 (digunakan 1,7)

$$Q_{jam\ peak} = Q_{total} \times F_{peak}$$

$$Q_{\text{jam puncak}} = 0,3679 \text{ L/dt}$$

Penentuan dimensi jaringan perpipaan sangat dipengaruhi oleh besarnya debit air limbah yang dihasilkan. Selain itu, debit total air limbah juga dipengaruhi oleh debit infiltrasi pada puncak musim kering dan musim basah. Pada perhitungan sebelumnya, diketahui debit air bersih pada saat jam puncak adalah sebesar 0,3679 L/t, maka perhitungan debit air limbahnya adalah sebagai berikut. Contoh perhitungan pipa lateral nomor 2 pada jaringan pipa zona 1A Kelurahan Karangasem.

Debit air limbah rata-rata dihitung berdasarkan debit air bersih total pada saat jam puncak. Maka:

Faktor air buangan rata-rata (Fabr) = 60% - 80% (digunakan 60%)

$$Q_{abr} = 0,2208 \text{ L/dt}$$
$$Q_{ab \text{ min}} = 0,1325 \text{ L/dt}$$
$$Q_{ab \text{ peak}} = 0,8831 \text{ L/dt}$$

Luas wilayah (A) = 0,4346 ha
F_{peak} infiltrasi = 17 m³/ha-hari

$$Q_{\text{infiltrasi peak}} = A \times F_{\text{peak inf}}$$

d. Debit Total Air Limbah (Q_{total})

Debit puncak infiltrasi ($Q_{\text{infiltrasi peak}}$) = 0,0855 L/dt

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{ab peak}} + Q_{\text{infiltrasi peak}}$$

$$Q_{\text{total}} = 0,9686 \text{ L/dt}$$

93

Tabel 5. 6 Analisis Perhitungan Dimensi Pipa Zona 1C (Kelurahan Karangasem, Jalan Melon)

La-jur	Manhole		L Pipa	Luas area	Jmlh org	Keb. Air	Q domes- tik	Q non- dom	Q total	Q jam puncak	Q abr	Q ab min	Q abr	F peak abr	Q ab peak	Peak Infiltrasi	Q Infiltrasi	Q Infiltrasi	Q Total
	Dari	Ke	m	ha	jiwa	L/org /hr	L/dt	L/dt	L/dt	L/dt	L/dt	L/dt	m3/dt		L/dt	m3/ha- hari	m3/hr	L/dt	L/dt
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	2	50	0,1861	30	170	0,0590	0	0,0590	0,1003	0,0602	0,0361	0,0001	4	0,2408	17	3,164	0,0366	0,2775
2	2	3	50	0,348	50	170	0,0984	0	0,0984	0,1672	0,1003	0,0602	0,0001	4	0,4014	17	5,916	0,0685	0,4699
3	3	4	50	0,5187	75	170	0,1476	0	0,1476	0,2509	0,1505	0,0903	0,0002	4	0,6021	17	8,818	0,1021	0,7041
4	4	5	40	0,7085	105	170	0,2066	0	0,2066	0,3512	0,2107	0,1264	0,0002	4	0,8429	17	12,04	0,1394	0,9823

Sumber: Hasil Analisis (2020)

5.3.3 Perhitungan Dimensi Pipa dan *Self Cleaning Velocity*

Penentuan perhitungan kecepatan swa bersih (*self cleaning velocity*) bertujuan untuk mengecek kondisi pipa terhadap kontrol endapan (Utama, 2010). Kecepatan aliran yang diperbolehkan adalah sebesar 0,6 – 3 m/dt. Jika kecepatan aliran kurang dari 0,6 m/dt, maka diameter pipa harus diperkecil, sedangkan jika kecepatan aliran lebih dari 3 m/dt, maka diameter pipa harus diperbesar. Berikut adalah contoh perhitungan dimensi pipa dan kecepatan swa bersih pada pipa lateral nomor 2 zona 1A, Kelurahan Karangasem.

a. Perhitungan Nilai Qfull

Berdasarkan **Tabel 2.14** Nilai Sebanding dan Sebagian Penuh Pengoperasian Pipa dengan Kecepatan dan Pembuangan, diasumsikan nilai awal d/D sebesar 0,6 dengan perbandingan nilai Q_{peak}/Q_{full} sebesar 0,6718.

Debit total air limbah (Q_{total}) = 0,9686 L/dt = 0,0010 m³/dt

Nilai Q_{peak}/Q_{full} = 0,6718

Perhitungan:

$$Q_{full} = Q \frac{Q_{total}}{Q_{peak}}$$

$$Q_{full} = \frac{0,0010 \left(\frac{m^3}{dt} \right)}{0,6718}$$

$$Q_{full} = 0,0014 \text{ m}^3/\text{dt}$$

b. Perhitungan Dimensi Pipa (D_{pipa})

Pipa yang digunakan adalah jenis pipa PVC dengan koefisien kekasaran manning (n) 0,015. Sedangkan untuk nilai slope minimum yang digunakan adalah 0,006.

Nilai Qfull = 0,0014 m³/dt

Nilai koefisien kekasaran pipa (n) = 0,015

Slope = 0,006

Dalam perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik terpusat, kedalaman galian pipa dipengaruhi oleh kemiringan saluran (*slope*) serta didasarkan pada elevasi tanah jalur pipa di setiap titik manhole. Berikut contoh perhitungan tinggi galian pipa lateral nomor 2 pada jaringan pipa zona 1A Kelurahan Karangasem. Diketahui:

Perhitungan:

Oleh karena elevasi muka tanah awal lebih rendah dari elevasi muka tanah akhir sehingga *slope* tanah perhitungan didapat angka 0,0011 dan memiliki nilai lebih kecil dari *slope* rencana, maka *slope* yang digunakan adalah *slope* rencana yaitu 0,006.

Elevasi pipa awal = 104,201 m

$$\Delta H = 0,294 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi pipa akhir} = 104,201 \text{ m} - 0,294 \text{ m}$$

Tinggi Galian Pipa Zona 5 A (Kelurahan Ketelan, Jember)			
Elevasi muka awal	Elevasi muka tanah akhir	Slope tanah	Elevasi pipa awal
	m		m
7	8	9	10
50	92,0750	0,0006	91,4050
50	92,0000	0,0021	91,1050

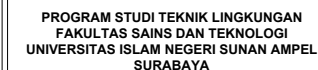
Tinggi Galian Pipa Zona 5 A (Kelurahan Ketelan, Jember)			
Elevasi muka awal	Elevasi muka tanah akhir	Slope tanah	Elevasi pipa awal
	m		m
7	8	9	10
50	92,0750	0,0006	91,4050
50	92,0000	0,0021	91,1050

Tinggi Galian Pipa Zona 5 A (Kelurahan Ketelan, Jember)			
Elevasi muka awal	Elevasi muka tanah akhir	Slope tanah	Elevasi pipa awal
	m		m
7	8	9	10
50	92,0750	0,0006	91,4050
50	92,0000	0,0021	91,1050

Tabel 5. 38 Tinggi Galian Pipa Zona 5B (Kelurahan Ketelan, Jalan Batam III)

No Pipa	Manhole		D	L Pipa	V	Elevasi muka tanah awal	Elevasi muka tanah akhir	Slope tanah	Elevasi pipa awal	Slope	ΔH	Elevasi pipa akhir	Tinggi galian
	Dari	Ke	mm	m	m/dt	m	m		m		m	m	m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	2	100	42,5	0,4213	93,3920	93,0000	0,0092	92,6920	0,0092	0,3920	92,3000	0,7000
2	3	4	100	50	0,4414	93,2520	93,0190	0,0047	92,5520	0,0060	0,3000	92,2520	0,7670
3	4	2	150	40	0,5154	93,0190	93,0000	0,0005	92,2520	0,0060	0,2400	92,0120	0,9880
4	2	5	150	67	0,5970	93,0000	92,4970	0,0075	92,0120	0,0075	0,5030	91,5090	0,9880

Sumber: Hasil Analisis (2020)



JUDUL GAMBAR

The diagram illustrates a cross-section of a drainage system. From top to bottom, the layers are: a topsoil layer (represented by irregular shapes), a gravel layer (represented by small circles), a sand layer (represented by a stippled pattern), and a PVC pipe (represented by a cross-hatched pattern). A yin-yang symbol is placed in the sand layer, indicating a specific point of interest or a warning. The text 'Pipa PVC' is written next to the pipe, and 'Urugan pasir 10 cm' is written below the sand layer.

DETAIL GALIAN PIPA
SKALA 1 : 10

No Pipa	Manhole		D (mm)	L Pipa (m)	V (m/dt)	Elevasi muka tanah awal (m)	Elevasi muka tanah akhir (m)	Slope tanah	Elevasi pipa awal (m)	Slope	ΔH (m)	Elevasi pipa akhir (m)	Tinggi galian (m)
	Dari	Kec											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	2	100	50	0.4649	105.2910	106.0000	-0.0160	104.5010	0.0060	0.3000	104.2910	1.7990
2	2	3	150	49	0.5884	106.0000	105.9480	0.0011	104.2910	0.0060	0.2940	103.9970	2.0410

No Pipa		Manhole		D	I. Pipa	V	Elevasi muka tanah awal	Elevasi muka tanah akhir	Slope tanah	Elevasi pipa awal	Slope	ATI	Elevasi pipa akhir	Tinggi galian
Dari		Ke	(mm)	(m)	(m/dt)	(m)	(m)	(m)		(m)		(m)	(m)	(m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	2	100	50	0.4217	105.0000	104.9710	0.0006	104.3000	0.0000	0.3000	104.0000	0.9710	
2	2	3	150	50	0.5154	104.9710	105.0000	-0.0006	104.0000	0.0000	0.3000	103.7000	1.3000	
3	3	4	150	45	0.5164	105.0000	105.6770	-0.0150	103.7000	0.0000	0.2300	103.3300	2.2170	

No Pipa		Manhole		D	L Pipa	V	Elevasi muka tanah awal	Elevasi muka tanah akhir	Slope tanah	Elevasi pipa awal	Slope	ΔH	Elevasi pipa akhir	Tinggi galian
Dari	Ke	(mm)	(m)	(m ³ /dt)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	1	2	100	50	0,1255	101,6890	105,0000	-0,0062	103,9890	0,0060	0,3000	103,6890	1,3110	
2	2	3	150	50	0,3219	105,0000	105,8650	-0,0173	103,6890	0,0060	0,3000	103,3890	2,4760	
3	3	4	150	45	0,5521	105,8650	105,0030	0,0192	103,3890	0,0060	0,2700	103,1190	1,8840	

No Pipa		Manhole		D (mm)	I. Pipa (m)	V (m ³ /dt)	Elevasi muka tanah awal (m)	Elevasi muka tanah akhir (m)	Slope tanah	Elevasi pipa awal (m)	Slope	All (m)	Elevasi pipa akhir (m)	Tinggi galian (m)
		Dari	Kc											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	1	2	100	50	0.4078	109.0000	108.8550	0.0029	108.5000	0.0060	0.3000	108.0000	0.8550	
2	2	3	150	50	0.4803	108.8550	109.0000	-0.0029	108.0000	0.0060	0.3000	107.7000	1.3060	
3	3	4	150	50	0.5219	109.0000	108.0000	0.0200	107.7000	0.0060	0.3000	107.4000	0.6000	
4	4	5	150	40	0.5521	108.0000	108.0000	0.0000	107.2400	0.0060	0.2400	107.1600	0.8400	

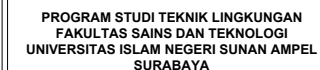
- | | |
|---|--------------------------|
|  | Lapis permukaan
aspal |
|  | Lapis pondasi atas |
|  | Lapis pondasi bawah |
|  | Tanah dasar |
|  | Tanah urug |
|  | Pasir urug |
|  | Penampang pipa |

APRILLIA BUNGA FIRDAUS
H75216053

ARQOWI PRIBADI, ST, MEng
SULISTIYA NENGSE, ST, MT

NO GAMBAR

5.13



JUDUL GAMBAR

DENAH DAN PROFIL MEMANJANG
JARINGAN PIPA ZONA 4

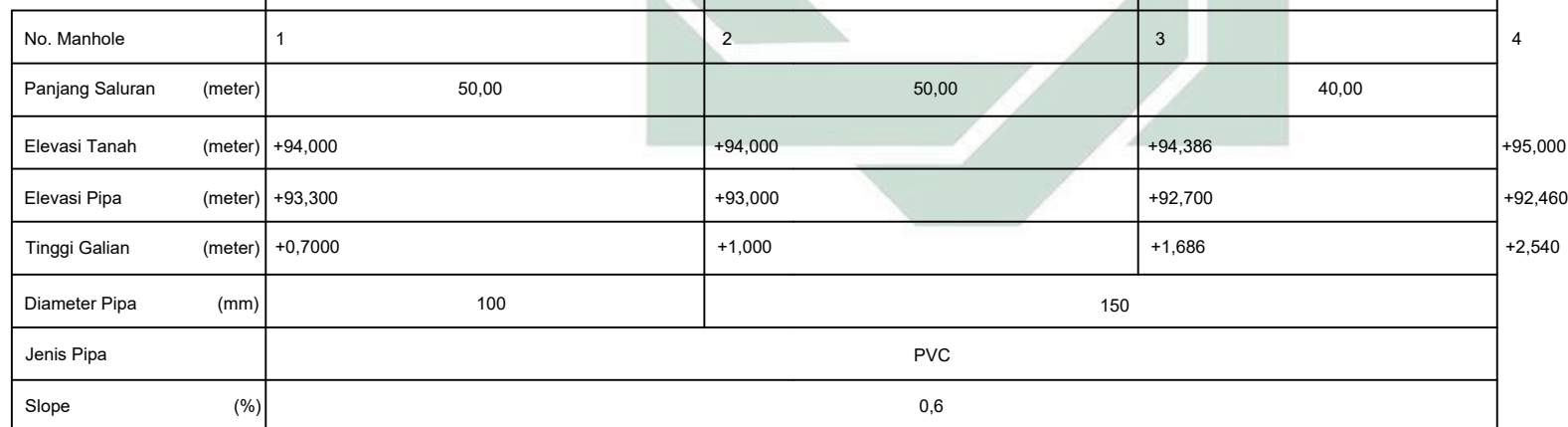
— Pipa diameter 100 mm
— Pipa diameter 150 mm
— Permukaan tanah

APRILLIA BUNGA FIRDAUS
H75216053

ARQOWI PRIBADI, ST, MEng
SULISTIYA NENGSE, ST, MT

NO GAMBAR

5.23



Skala:
Horizontal 1 : 600
Vertikal 1 : 50

1. Pemborong/Kontraktor harus menyediakan peralatan seperti mesin pengaduk beton (beton molen), pompa air, alat-alat gali, alat-alat pengangkut serta alat-alat lain yang diperlukan.
2. Pemborong/Kontraktor harus menyediakan seluruh kebutuhan tenaga ahli teknik untuk keperluan melayani penanganan pekerjaan konstruksi sesuai dengan ketentuan yang disyaratkan seperti menyangkut masalah mutu, performance, dan ukuran-ukuran. Pada awalnya tenaga-tenaga tersebut, utamanya harus ditugaskan dalam pekerjaan survey lapangan yang lengkap dan menyiapkan laporan hasil survey untuk menentukan kondisi fisik lapangan.

A. LINGKUP PEKERJAAN

Pekerjaan ini meliputi penggalian tanah untuk: Pemasangan pipa sambungan rumah, pipa lateral, dan bangunan pelengkap sistem penyaluran air limbah seperti tercantum dalam Gambar Kerja

Pekerjaan ini meliputi pengurugan dan pemadatan tanah untuk: Penimbunan galian tanah dalam rangka pelaksanaan pekerjaan pengurugan pasir dan pengurugan tanah pada pemasangan pipa seperti tercantum dalam Gambar Kerja.

Pekerjaan ini meliputi pembuangan tanah hasil pengupasan (*stripping*) maupun galian tanah yang tidak diperlukan.

1. Pemborong/Kontraktor harus melakukan pengupasan (*stripping*) terlebih dahulu pada lokasi proyek tersebut, sehingga didapatkan permukaan

2. Kedalaman galian dari permukaan tanah asli sesuai dengan Gambar kerja. Tanah sampah bekas *stripping* (kupasan) harus dibuang jauh dari lokasi pekerjaan.
3. Seluruh galian harus dijaga agar terbebas dari air maupun material yang dapat mengganggu. Pemborong/Kontraktor harus menyediakan seluruh material yang diperlukan, perlengkapan serta pekerja dalam pekerjaan ini.
4. Galian lubang tanah dilaksanakan seperti yang tertera dalam gambar, baik panjang, lebar, kedalaman, dan kemiringan. Bila terjadi kesulitan pelaksanaan pekerjaan menurut gambar, Pemborong/Kontraktor segera mengajukan usulan kepada Direksi mengenai penyelesaiannya.

1. Pekerjaan pengurugan pasir dilaksanakan pada semua bekas bagian untuk pekerjaan galian pipa air limbah dan bangunan pelengkap.
2. Pekerjaan pengurugan tanah dilaksanakan pada semua bekas galian pipa air limbah baik pipa lateral maupun sambungan rumah.
3. Pelaksanaan Pengurugan menurut gambar yang telah ditetapkan.

1. Material bekas galian yang digunakan untuk urugan harus seijin/disetujui Direksi.
2. Apabila tanah untuk pengurugan diambil dari luar lokasi, maka tanah yang diambil harus dari satu sumber dan disetujui Direksi. Pekerjaan pengurugan dimulai, tanah yang sudah dibersihkan harus dilakukan pemadatan.
3. Material Pekerjaan adalah bahan produk dalam negeri standar SNI, di upayakan bahan alam yang berdekatan dengan lokasi pekerjaan.
4. Apabila material sulit di dapat di lapangan, Pemborong/Kontraktor wajib mencari alternatif lain dan harus disetujui Direksi.

3. Pelaksanaan Pekerjaan

Periksa keadaan pipa SR yang akan disambungkan ke pipa lateral untuk menyesuaikan dimensi sambungan pipa. Periksa kedalaman galian untuk pipa dan manhole. Sambungan pipa lateral dan SR dilengkapi manhole. Pada ujung pipa lateral dilengkapi dengan *clean out* untuk penggelontoran. Semua pipa yang akan dipasang harus disesuaikan dengan jalur dan kemiringan yang terdapat pada gambar kerja dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pemasangan pipa harus diturunkan ke dalam galian satu persatu menggunakan peralatan yang sesuai untuk mencegah kerusakan pada pipa tersebut. Sebelum dipasang, pipa harus dipastikan terlebih dahulu dari segala macam kerusakan. Hal ini juga dilakukan selama pekerjaan pemasangan pipa dan setelah pemasangan pipa. Pada bagian permukaan pipa yang akan dilakukan penyambungan, harus dipastikan bersih dan kering serta bebas dari lemak. Pipa harus diletakkan pada permukaan yang datar, bebas dari benda tajam dan batuan yang dapat merusak pipa. Selama pemasangan, pipa harus bebas dari genangan air yang dapat masuk ke dalam pipa serta membuat pipa terapung. Pipa yang telah dipasang harus diberi lapisan pasir kurang lebih 10cm.

PASAL 4

PEKERJAAN BANGUNAN PELENGKAP

A. LINGKUP PEKERJAAN

Pekerjaan bangunan pelengkap meliputi pekerjaan pemasangan manhole dan *clean out*.

B. PEKERJAAN PEMASANGAN BANGUNAN PELENGKAP

1. Material

Material manhole dan clean out terbuat dari beton precast sesuai standar dengan tutup dari beton. Material penyusun manhole terbuat dari semen, agregat, air, serta besi beton.

2. Dimensi

Dimensi manhole tipikal disesuaikan dengan gambar kerja dengan ketebalan beton 10-15 cm.

Periksa gambar kerja untuk meyesuaikan jenis manhole yang akan dipasang. Jenis manhole terdiri dari manhole awal dan manhole lurus. Jumlah dan titik pemasangan manhole harus disesuaikan dengan gambar kerja yang telah dibuat.

PEKERJAAN LAIN-LAIN / PENUTUP

- Volume galian = $\frac{(H1+H2)}{2} \times L \times W$
- Volume pipa = $\frac{(\pi \times D^2)}{4} \times L$
- Volume urugan pasir = (volume galian - volume pipa) x ketebalan urugan
- Volume urugan tanah = volume galian - (volume pipa+volume urugan pasir)

H1 : kedalaman galian awal (meter)
H2 : kedalaman galian akhir (meter)
L : panjang jalur (meter)
W : lebar galian (meter)
D : diameter pipa (meter)

L : 50 meter
W : 1 meter
H1 : 0,7000 meter
H2 : 1,7990 meter

$$\begin{aligned}\text{Volume galian} &= \frac{(H1+H2)}{2} \times L \times W \\ \text{Volume galian} &= \frac{(0,7000+1,7990)}{2} \times 50 \times 1 \\ \text{Volume galian} &= 62,7450 \text{ m}^3\end{aligned}$$
[illegible]

Tabel 5. 42 Volume Galian Tanah

No	Jalur Pipa		L (meter)	W (meter)	H1 (meter)	H2 (meter)	Volume (m3)
	Dari	Ke					
ZONA 1A							
1	1	2	50	1	0,7000	1,7990	62,4750
2	2	3	49	1	1,7990	2,0410	94,0800
ZONA 1B							
1	1	2	50	1	0,7000	0,9710	41,7750
2	2	3	50	1	0,9710	1,3000	56,7750
3	3	4	45	1	1,3000	2,2470	79,8075
ZONA 1B							
1	1	2	50	1	0,7000	1,3110	50,2750
2	2	3	50	1	1,3110	2,4760	94,6750
3	3	4	45	1	2,4760	1,8840	98,1000
ZONA 1C							
1	1	2	50	1	0,7000	0,8550	38,8750
2	2	3	50	1	0,8550	1,3000	53,8750
3	3	4	50	1	1,3000	0,6000	47,5000
4	4	5	40	1	0,6000	0,8400	28,8000
ZONA 2							
1	1	2	50	1	0,7000	1,4300	53,2500
2	2	3	25	1	1,4300	1,6470	38,4625
ZONA 3							
1	1	2	50	1	0,7000	1,0000	42,5000
2	2	3	25	1	1,0000	1,7530	34,4125
ZONA 4							
1	1	2	50	1	0,7000	1,2200	48,0000
2	2	3	33	1	1,2200	1,2200	40,2600
ZONA 4							
1	1	2	50	1	0,7000	1,0000	42,5000
2	2	3	50	1	1,0000	1,6860	67,1500
3	3	4	40	1	1,6860	2,5400	84,5200
ZONA 5A							
1	1	2	50	1	0,7000	0,9700	41,7500
2	2	3	35	1	0,9700	1,1050	36,3125
ZONA 5B							
1	1	2	42,5	1	0,7000	0,7000	29,7500
2	3	4	50	1	0,7000	0,7670	36,6750
3	4	2	40	1	0,7670	0,9880	35,1000
4	2	5	67	1	0,9880	0,9880	66,1960

Tabel 5. 44 Jumlah Bangunan Pelengkap

Nama Bangunan Pelengkap	Jumlah
Bak Kontrol (Sekkah SR Beton DN 300)	175
Manhole (Clean Out Tutup Beton DN 400)	33

Sumber: Hasil Analisis (2020)

5.7.2 Rencana Anggaran Biaya

Dalam perencanaan ini, anggaran dana yang akan dihitung didasarkan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28 Tahun 2016 tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Detail harga tiap satu pekerjaan, terdiri dari tenaga pekerja, bahan, dan alat yang dibutuhkan. Kemudian disesuaikan dengan Daftar Harga Satuan Upah dan Harga Satuan Bahan Kota Surakarta tahun 2020. Rencana anggaran biaya perencanaan pengembangan jaringan sistem penyaluran air limbah domestik terpusat jalur selatan Kota Surakarta dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. 45 Rencana Anggaran Biaya Pembangunan Sambungan Rumah

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME		HARGA SATUAN	JUMLAH
I	PEKERJAAN TANAH				
1	Pekerjaan 1m ³ Galian Tanah Keras sedalam 1 meter	10,00	m ³	Rp 81.475,20	Rp 814.752,00
2	Pekerjaan 1m ³ Urugan Kembali	8,93	m ³	Rp 44.217,50	Rp 394.833,53
3	Pekerjaan 1m ³ Pemadatan Tanah	8,93	m ³	Rp 44.217,50	Rp 394.833,53
4	Pekerjaan 1m ³ Urugan Pasir	0,99	m ³	Rp 231.483,50	Rp 229.666,35
PEKERJAAN TANAH					Rp 1.834.085,42
II	PEKERJAAN PEMASANGAN PIPA & AKSESORIS				
1	Pekerjaan 1m' Pemasangan Pipa PVC Ø 4"	10,00	m'	Rp 80.889,85	Rp 808.898,50
2	Pekerjaan Pemasangan 1 Buah Aksesoris Pipa PVC Ø 4"	1,00	bh	Rp 339.860,65	Rp 339.860,65
PEKERJAAN PEMASANGAN PIPA & AKSESORIS					Rp 1.148.759,15

III	PEKERJAAN TANAH				
1	Pekerjaan 1m2 Bongkar Jalan Aspal	1.506,5	m2	Rp 138.678,50	Rp 208.919.160,25
2	Pekerjaan 1m3 Galian Tanah Keras sedalam 1 meter	518,13	m3	Rp 81.475,20	Rp 42.214.338,00
3	Pekerjaan 1m3 Galian Tanah Biasa sedalam 2 meter	740,64	m3	Rp 74.985,75	Rp 55.537.708,33
4	Pekerjaan 1m3 Galian Tanah Biasa sedalam 3 meter	395,04	m3	Rp 88.967,45	Rp 35.145.479,03
5	Pekerjaan 1m3 Pembuangan Tanah sejauh 30 meter	183,21	m3	Rp 26.829,50	Rp 4.915.504,06
6	Pekerjaan 1m3 Urugan Kembali	1.470,6	m3	Rp 44.217,50	Rp 65.025.961,01
7	Pekerjaan 1m3 Pemadatan Tanah	1.470,6	m3	Rp 44.217,50	Rp 65.025.961,01
8	Pekerjaan 1m3 Urugan Pasir	163,40	m3	Rp 231.483,50	Rp 37.824.232,60
9	Pekerjaan 1m2 Pasang Lapis Pondasi Bawah (<i>Sub Base Course</i>) 20 cm	1.506,5	m2	Rp 145.492,94	Rp 219.185.114,11
10	Pekerjaan 1m2 Penetrasi Aspal 3 cm	1.506,5	m2	Rp 131.067,57	Rp 197.453.294,21
11	Pekerjaan 1m2 Pasang Lapis Aspal dengan <i>Sand Sheet</i> 2 cm	1.506,5	m2	Rp 175.239,86	Rp 263.998.845,70
PEKERJAAN TANAH					Rp 1.195.245.598,31
III	PEKERJAAN PEMASANGAN PIPA & AKSESORIS				
1	Pekerjaan 1m' Pemasangan Pipa PVC Ø 4"	692,5	m'	Rp 80.889,85	Rp 56.016.221,13
2	Pekerjaan 1m' Pemasangan Pipa PVC Ø 6"	814	m'	Rp 143.552,20	Rp 116.851.490,80
PEKERJAAN PEMASANGAN PIPA & AKSESORIS					Rp 172.867.711,93

Saran yang dapat diberikan dalam perencanaan pengembangan jaringan

1. Perlu dilakukan penggelontoran secara berkala untuk mencegah teriadinya

n of Solok City). 120–127.

statistik. (2019). Statistik Indonesia 2019.

statistik Kota Surakarta. (2018). Kota Surakarta

statistik Kota Surakarta. (2019). Kota Surakarta

Wuisan, E. M., & Binilang, A. (2018). PEREN
GAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH
MINAS KELURAHAN PANIKI DUA
NGET. 14.

V. W. (2000). Industrial Water Pollution Cont

(2019). Evaluasi Sistem Penyaluran Air Limba
la Air Minum Kota Surakarta (Studi Kasus SPA
n Praktik Kerja Lapangan.

Fransisca, I., Arianto, E., & Ruslan, A. (201
olaan Air Limbah Domestik Terpusat Skala Per
l Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum da
ik Indonesia.

- n of Solok City). 120–127.
- statistik. (2019). Statistik Indonesia 2019.
- statistik Kota Surakarta. (2018). Kota Surakarta
- statistik Kota Surakarta. (2019). Kota Surakarta
- Wuisan, E. M., & Binilang, A. (2018). PEREN
GAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH
MINAS KELURAHAN PANIKI DUA
NGET. 14.
- V. W. (2000). Industrial Water Pollution Cont
- (2019). Evaluasi Sistem Penyaluran Air Limba
la Air Minum Kota Surakarta (Studi Kasus SPA
n Praktik Kerja Lapangan.
- Fransisca, I., Arianto, E., & Ruslan, A. (201
olaan Air Limbah Domestik Terpusat Skala Per
l Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum da
ik Indonesia.

- Marhadi, M. (2016). ANALISIS SISTEM PENYALURAN AIR BUANGAN DOMESTIK DENGAN OFF SITE SYSTEM. *Jurnal Civronlit Unbari*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v1i1.4>
- Noerbambang, S. M., & Morimura. (2000). *Sistem Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Perpipaan*. PT Pradya Paramita.
- Pemerintah Kota Surakarta. (2013). *Strategi Sanitasi Kota Surakarta* (pp. 1–69). Pemerintah Kota Surakarta.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No 4 Tahun 2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik. (2017).
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 2 Tahun 2018 Tentang Standar Pelayanan Minimal. (2018). 35.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. (2014).
- Perumda Air Minum Kota Surakarta. (2019).
- Perumda Air Minum Kota Surakarta. (2020). *Perumda Air Minum Kota Surakarta*.
- Prihatanto, A. (2009). *Evaluasi Sistem Penyaluran Air Buangan Kota Surakarta*. Universitas Diponegoro.
- Rakhmananda, S., Rezagama, A., & Handayani, D. S. (2016). RENCANA TEKNIK PENYALURAN AIR BUANGAN SISTEM TERPUSAT KABUPATEN KUDUS. 5(2), 11.
- Setjo, T. B., Saptomo, S. K., & Wirasembada, Y. C. (2016). PERENCANAAN TANGKI SEPTIK KOMUNAL DI DESA SUWARU, KECAMATAN PAGELARAN, KSBUPSTEN MALANG, JAWA TIMUR. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(3), 159–173.
- South, A. E., & Nazir, E. (2016). KARAKTERISTIK AIR LIMBAH RUMAH TANGGA (grey water) PADA SALAH SATU PERUMAHAN MENENGAH KEATAS YANG BERADA DI TANGERANG SELATAN. *Ecolab*, 10(2), 47–102.

- Susanthi, D., Purwanto, M. Y., & Suprihatin, S. (2018). Evaluasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan IPAL Komunal di Kota Bogor. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 229. <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i2.2834>
- Tchobanoglous, G. (1981). *Wastewater Engineering: Collection and Pumping of Wastewater*. McGraw-Hill Book Company.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). *WASTEWATER ENGINEERING TREATMENT AND REUSE*. McGraw Hill Companies Inc.
- Utama, T. T. (2010). *Detail Engineering Design (DED) Sistem Penyaluran Air Buangan Perumahan Sehat Hunian (RSH) Griya Sidoharjo Asri, Kecamatan Sidoharjo, Kabupaten Sragen*. Universitas Diponegoro.
- Wulandari, P. R. (2014). *PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH SISTEM TERPUSAT (STUDI KASUS DI PERUMAHAN PT. PERTAMINA UNIT PELAYANAN III PLAJU – SUMATERA SELATAN)*. 11.