

TUGAS AKHIR
STUDI PERENCANAAN
PENYALURAN AIR BUANGAN DOMESTIK
DI KECAMATAN JOMBANG



Disusun Oleh :

AGUS SUDARMANTO 92.26002

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2005

MINHA SAUD

MAKASUDNYA ADALAH
MENDUKUNG KEMERDEKAAN DAN KEMAJUAN
SARIBON, KAYAMAKAN DAN

... ..

... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan Tugas Akhir yang berjudul :

STUDI PERENCANAAN PENYALURAN AIR BUANGAN DOMESTIK DI KECAMATAN JOMBANG

Disusun oleh :

Agus Sudarmanto

92.26.002

Dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Ujian Komprehensif Tugas Akhir

Program Jenjang Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, dan diterima untuk memenuhi
salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan

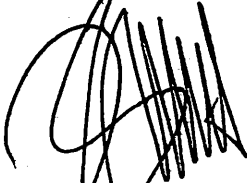
Pada tanggal 2 April 2005

Mengetahui,

Majelis Penguji

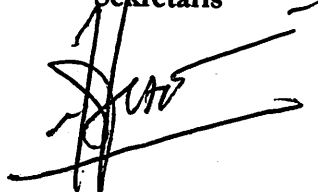
Panitia Ujian Komprehensif Tugas Akhir

Ketua



Ir. Agustina Nurul H, MTP

Sekretaris



DR. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi

Dewan Penguji

Penguji I

Penguji II



Ir. H. Edi Hargono, Dp, MS



Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc., Ph.D

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**STUDI PERENCANAAN
PENYALURAN AIR BUANGAN DOMESTIK
DI KECAMATAN JOMBANG**

Disusun oleh:

Agus Sudarmanto

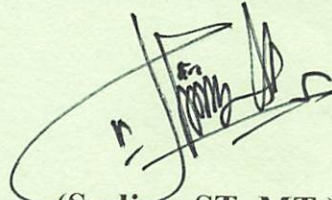
92.26.002

Dosen Pembimbing I



(Ir. Raphael Sotang)

Dosen Pembimbing II



(Sudiro, ST. MT.)

Disetujui Oleh :

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



(DR. Ir. Hery Setyobudiarso, MSi)

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

Berita Acara Ujian Komprehensif Tugas Akhir
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Ujian Komprehensif Tugas Akhir
Program Jenjang Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Lingkungan pada
tanggal 2 April 2005

STUDI PERENCANAAN
PENYALURAN AIR BUANGAN DOMESTIK
DI KECAMATAN JOMBANG

Disusun oleh :

Agus Sudarmanto

92.26.002

Teknik Lingkungan

Majelis Penguji

Panitia Ujian Komprehensif Tugas Akhir



Ir. Agustina Nurul H, MTP

Sekretaris

DR.Ir. Hery Setyobudiarso, Msi

Dewan Penguji

Penguji I

Penguji II



Ir. H. Edi Hargono, Dp, MS



Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc., ph. D.

Mutiara Bermakna

"Aku berlindung kepada Allah dari godaan syaiton yang terkutuk"

Dengan nama Allah yang Maha Rahiman lagi Maha Rahim.

"Segala puji bagi Allah, tuhan semesta alam, Maha Pemurah lagi Maha Penyayang, yang menguasai hari pembalasan, hanya kepada Engkau kami menyembah dan hanya kepada Engkau kami mohon pertolongan, tunjukkanlah kami jalan yang lurus, yaitu jalan orang-orang yang telah Engkau anugerahkan nikmat kepada mereka; bukan (jalan) mereka yang dimurkai dan bukan (pula jalan) mereka yang sesat".

(QS. Al-Fatihah: 1-7).

"Allah tidak ada tuhan. (yang berhak disembah) melainkan Dia yang Hidup kekal lagi terus-menerus mengurus (makhluk-Nya); tidak mengantuk dan tidak tidur. Kepunyaan-Nya, apa yang dilangit dan dibumi. Tiada yang dapat memberi syafa'at di sisi Allah tanpa izin-Nya. Allah mengetahui apa-apa yang dihadapan mereka dan dibelakang mereka, dan mereka tidak mengetahui apa-apa dari ilmu Allah melainkan apa yang dikehendaki-Nya. Kursi Allah meliputi langit dan bumi. Dan Allah tidak merasa berat memelihara keduanya, dan Allah Maha Tinggi lagi Maha Besar".

(QS. Al-Baqarah: 255).

Dengan bahagia kusampaikan untuk teman-teman T. Lingkungan :

Angkatan 92 :

Kanesti, ST (Lemon), Ir Sudiro, MT sebagai pembimbing juga teman seangkatan dan Bu Nita yang selalu memberi semangat, Hardianto, ST sebagai sekretaris jurusan dan teman yang telah memberikan dorongan semangat.

Angkatan 98 :

Antok (aku disikan yo!!), Jawing, Lila (thanks atas sarannya), Ana, Vita, Lely dan Ali, Yusriani, Etin dan Melsy (atas bantuan praktikum KA).

Teman-teman seperjuangan :

Khardian, Zanthos, Firman, Samsi, Yufride, Latif, Made, Indah, Ketut, Vita, Lionk, Yetty, Ana, Indah (si kecil).

Dan semua teman TL yang tidak dapat aku sebutkan satu persatu.

Penghuni Simping Asteroid 8

Mas Hudi, Sidol (Faiq), As'at, Sodik (Bang Toyeb), Ewin (Mas Cakep), Rully (Bandel), Sony (Si Cuek) dan teman-teman Asteroid 10 semua yang baik hati terima kasih.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadiratnya Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan anugerahNya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "STUDI PERENCANAAN DAN PENYALURAN AIR BUANGAN DOMESTIK DI KECAMATAN JOMBANG". Penyusunan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat menempuh ujian Sarjana pada jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Sipil dan Perencanaan Teknologi Nasional Malang.

Terselesainya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan semua pihak yang telah memberikan bantuan semangat dan bimbingan kepada penyusun. Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan rasa hormat dan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir Hery Setyobudiarso, MSi, selaku Dosen Teknik Lingkungan dan Ketua Jurusan Teknik Lingkungan, ITN Malang.
2. Bapak. Ir. Raphael Sotang, selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak Sudiro, ST, MT. Selaku Dosen Pembimbing II
4. Bapak Hardianto, ST, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan
5. Semua teman-teman yang telah memberikan dukungan serta bantuan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa manusia tidak lepas dari kesalahan, oleh karena itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Untuk kritik dan saran yang diberikan sebelumnya penyusun mengucapkan banyak terima kasih.

Malang, Maret 2005

Penyusun

ABSTRAKSI

Dengan meningkatnya taraf hidup dan berbagai aktifitas masyarakat diberbagai sektor, berbagai permasalahan juga timbul, diantaranya adalah sanitasi lingkungan khususnya air buangan domestik.

Limbah rumah tangga (*domestik waste*) merupakan sisa hasil akhir dari kegiatan rumah tangga yang berupa sisa makanan, minuman, maupun buangan dari aktifitas metabolisme manusia itu sendiri.

Batasan mengenai air yang banyak pada umumnya meliputi komposisi serta sumber dari mana air buangan itu berasal, misalnya air limbah rumah tangga, serta pertanian, tempat perdagangan dan lain-lain.

Adapun batasan pengertian air buangan adalah kombinasi dari cairan dan sampah-sampah cairan yang berasal dari pemukiman perdagangan, perkantoran dan industri bersama dengan air tanah, air pemukiman dan air hujan yang ada.

Melihat bahasa yang ditimbulkan jika tidak adanya bangunan sistim penyaluran dan pengolahan air buangan, maka diperlukan suatu perencanaan yang baik mengingat:

1. Kualitas air buangan dari tahun ke tahun selalu bertambah sesuai dengan penambahan jumlah penduduk dan peningkatan sosial ekonomi masyarakat.
2. Kualitas air buangan yang semakin memburuk sebagai akibat peningkatan aktifitas manusia.
3. Pencemaran terhadap lingkungan, terutama pada air dan tanah yang semakin terasa terganggu kelestarian dan keseimbangan alam.

Adapun latar belakang pengambilan judul ini karena pada daerah atau lokasi tersebut (Kecamatan Jombang) masih dianggap kurang dalam sistem penyaluran air buangan domestik, sedangkan kondisi perekonomian masyarakatnya terus bertambah, untuk itu memungkinkan dapat dibangunkannya sistem penyaluran air buangan, sehingga dampak yang ditimbulkannya seperti hal tersebut diatas dapat diatasi secara baik.

Tujuan dari studi ini diharapkan konsep-konsep yang terdapat didalamnya dapat dijadikan pedoman atau pegangan dalam perencanaan sistem penyaluran air buangan di Kecamatan Jombang Kabupaten Jombang. Dengan menggunakan data-data yang ada, baik data sekunder maupun data primer dapat disimpulkan bahwa:

- a. Telah dapat direncanakan suatu sistem jaringan penyaluran air buangan domestik seperti terlampir, yang dibagi menjadi 15 jalur pipa.
- b. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa besi yang berbentuk bulat.

Mengingat keterbatasan kemampuan yang ada, penyusun menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangatlah penyusun harapkan.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAKSI.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Perencanaan	2
1.3. Ruang Lingkup Perencanaan.....	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Umum.....	4
2.2. Proyeksi Penduduk dan Proyeksi Fasilitas.....	5
2.3. Sumber Air Buangan	7
2.3.1. Air Limbah Rumah Tangga (Domestic).....	8
2.3.2. Air Limbah Kawasan Perumahan.....	8
2.3.3. Air Limbah Industri.....	9
2.4. Karakteristik Air Buangan.....	9
2.4.1. Karakteristik Fisik	9
2.4.2. Karakteristik Kimia	11
2.4.3. Karakteristik Biologi	12
2.5. System Jaringan Penyaluran Air Buangan	13
2.6. Kriteria Desain Sistem Penyaluran Air Buangan	18
2.6.1. Daerah Pelayanan	19
2.6.2. Kuantitas Air Buangan	19
2.6.3. Fluktuasi Pengaliran.....	20
2.6.4. Jenis dan Perubahan serta bentuk saluran	26
2.6.4.1. Jenis Saluran.....	26
2.6.4.2. Bentuk Saluran	29
2.7. Bangunan Pelengkap Penyaluran Air Buangan.....	30

BAB III. METODE PERENCANAAN	
3.1. Umum.....	33
3.2. Kerangka Perencanaan	33
 BAB IV. DATA DAN ANALISA DATA	 37
4.1. Gambaran Umum Daerah Perencanaan	37
4.2. Keadaan Geografis dan topografi.....	38
4.3. Data Penduduk dan Fasilitas Umum	39
4.3.1. Data Penduduk	39
4.3.2. Data Fasilitas Perencanaan.....	39
4.3.3. Data Pemakaian Air Bersih Penduduk dan Fasilitas.....	40
4.4. Analisa Data	41
4.4.1. Proyeksi Penduduk	41
4.4.2. Proyeksi Fasilitas.....	43
4.4.2.1. Prakiraan pemakaian air bersih untuk fasilitas berdasarkan prakiraan data tahun 2024	45
4.4.2.2. Perhitungan prakiraan jumlah penduduk non domestik tahun 2024	47
4.4.3. Perhitungan total proyeksi penduduk tahun 2024	48
 BAB V. PERENCANAAN SISTEM PENYALURAN AIR BUANGAN	 49
5.1. Daerah Pelayanan	49
5.2. Pembagian Jaringan dan rencana pembagian debit.....	50
5.3. Perhitungan debit air limbah	57
5.4. Penentuan diameter pipa dan kedalaman penanaman saluran.....	61
5.4.1. Penentuan diameter pipa	61
5.4.2. Penanaman saluran.....	67
5.5. Perencanaan jumlah Manhole	74

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	78
6.1. Kesimpulan.....	78
6.2. Saran.....	79
 DAFTAR PUSTAKA.....	 80
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kemiringan saluran air limbah dan system gravitasi	25
Tabel 2.2. Diameter saluran dan jarak antar manhole.....	32
Tabel 4.1. Luas kelurahan di kecamatan Jombang.....	37
Tabel 4.2. Jumlah Penduduk kecamatan Jombang Perkelurahan sampai tahun 2004	39
Tabel 4.3. Data jumlah fasilitas tiap kelurahan.....	40
Tabel 4.4. Proyeksi penduduk tiap kelurahan sampai tahun 2024	42
Tabel 4.5. Proyeksi fasilitas tiap kelurah sampai tahun 2024	44
Tabel 4.6. kebutuhan air fasilitas umum tahun 2024	46
Tabel 4.7. Perhitungan penduduk non domestik tahun 2024	47
Tabel 4.8. Perhitungan penduduk Domestik dan non Domestik tiap-tiap kelurahan tahun 2024	48
Tabel 5.1. Jumlah penduduk terlayani tiap kelurahan.....	50
Tabel 5.2. Panjang pipa tiap jalur saluran	53
Tabel 5.3. Jumlah penduduk terlayani tiap blok pelayanan	54
Tabel 5.4. Perencanaan pelayanan jaringan pipa terhadap blok pelayanan	55
Tabel 5.5. Perhitungan Debit Air buangan kecamatan Jombang	60
Tabel 5.6. Perhitungan dimensi pipa.....	64
Tabel 5.7. Penanaman pipa saluran.....	72
Tabel 5.8. Kriteria ketentuan pemasangan Manhole.....	74
Tabel 5.9. Hasil perhitungan jumlah Manhole	74
Tabel 5.10. Data diameter pipa terpakai dan elevasi dasar pipa	75

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR DIAGRAM ALIR PERENCANAAN	36
GAMBAR PETA KECAMATAN JOMBANG	
GAMBAR PERENCANAAN SALURAN	
GAMBAR BLOK PELAYANAN TIAP KELURAHAN	
GAMBAR PETA KONTUR	
GAMBAR DIAMETER DAN PANJANG PIPA TERPAKAI	
GAMBAR NOMOGRAFH MANNING	
GAMBAR DESIGN OF MAIN SEWERS	
GAMBAR PROFIL HIDROLIS JALUR I-PAL LEWAT NODE 9	
GAMBAR CONTOH-CONTOH MANHOLE SKALA 1:20	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air buangan rumah tangga (*domestic water*) merupakan sisa akhir dari kegiatan rumah tangga yang antara lain adalah kombinasi dari cairan dan sampah-sampah cair yang berasal dari pemukiman, dan fasilitas komersial seperti perkantoran, perdagangan, dan lain-lain, bersama dengan tanah air, air permukaan dan air hujan yang ada.

Air buangan yang berasal dari berbagai sumber ini seluruhnya memerlukan pengolahan lebih lanjut, karena dapat menimbulkan akibat-akibat yang merugikan, antara lain :

- Menimbulkan kontaminasi pada permukaan air dan badan air lainnya, yang dapat menjadi sumber penularan penyakit.
- Mengganggu kehidupan dalam air, yakni mematikan ikan dan tumbuhan air, karena oksigen terlarut dalam air akan habis dipakai untuk proses dekomposisi aerobik dari zat organik yang terkandung dalam air buangan.
- Proses dekomposisi aerobik dan anaerobik menghasilkan endapan lumpur yang mengendap ke dasar sungai atau badan air lain, sehingga mempercepat proses pendangkalan dan mudah terjadi penyumbatan atau banjir pada musim penghujan.

Dengan demikian, maka sudah semestinya diperlukan suatu sistem pengelolaan air buangan, mengingat bahwa :

1. Kuantitas air buangan dari tahun ke tahun selalu bertambah sesuai pertambahan penduduk dan peningkatan sosial ekonomi masyarakat..
2. Kualitas air buangan semakin memburuk sebagai akibat peningkatan aktifitas manusia dan industri.
3. Pencemaran terhadap lingkungan yang mengganggu keseimbangan dan kelestarian alam terutama pada air dan tanah.

Sebagai manifestasi dari kesadaran manusia akan pencemaran lingkungan, maka diupayakan untuk mengadakan penanganan air buangan secara tuntas, yang pada akhirnya akan menjamin kehidupan manusia, yaitu dengan menyalurkan atau membuang air buangan tersebut ke saluran tertentu, yang selanjutnya dikelola sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik air buangan, sebelum di buang ke badan air penerima.

1.2. Tujuan Perencanaan

Tujuan dari Tugas Akhir perencanaan ini adalah merencanakan sistem penyaluran air buangan domestik yang baik disesuaikan dengan kondisi daerah studi agar dapat bermanfaat bagi masyarakat setempat.

1.3. Ruang lingkup perencanaan

Ruang lingkup dari kegiatan perencanaan penyaluran air buangan domestik ini, meliputi :

- Penentuan debit puncak dan debit minimum air buangan

- Penentuan Slope dan dimensi pipa penyaluran
- Penentuan kecepatan minimum saluran
- Penentuan kedalaman penanaman pipa
- Penentuan penempatan bangunan pelengkap
- Wilayah perencanaan sistem penyaluran air buangan domestik ini adalah Kecamatan Jombang Kabupaten Jombang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Batasan mengenai air yang banyak, pada umumnya meliputi komposisi serta dari mana sumber buangan air itu berasal misalnya limbah rumah tangga, daerah pertanian, daerah perdagangan dan lain-lain

Metcalf and Eddy (1989), mengemukakan batasan air limbah (Waste Water) adalah :

“ Kombinasi dari cairan dan sampah-sampah yang berasal dari permukiman, perdagangan, perkantoran, dan industri bersama-sama dengan air tanah dan air hujan yang mungkin ada “

Menurut *Ehlers W. Steel (1981)* mengatakan bahwa buangan air adalah :

“ Cairan yang dibawa oleh air buangan “.

Sehingga pengertian air buangan jika ditinjau dari dua pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa :

“Cairan buangan yang berasal dari rumah tangga (termasuk tinja), industri maupun tempat umum lainnya dan biasanya mengandung zat-zat yang dapat membahayakan kehidupan manusia serta mengganggu kelestarian lingkungan hidup”

Menurut *Soebagio Reksosoebroto (1973)* antara lain:

1. Membahayakan kesehatan manusia karena merupakan pembawa penyakit

2. Merugikan dari segi ekonomi karena dapat menimbulkan kerusakan pada benda atau bangunan maupun tanaman dan peternakan
3. Dapat merusak atau membunuh kehidupan yang ada didalam air
4. Dapat merusak keindahan (estetika), karena bau busuk dan pemandangan yang tidak sedap dipandang terutama didaerah sungai dan laut yang menjadi tempat rekreasi.

2.2. Proyeksi Penduduk dan Proyeksi Fasilitas

Untuk menentukan metode proyeksi penduduk yang akan digunakan maka perlu dicari terlebih dahulu angka koefisien dari setiap metode proyeksi penduduk yang ada. Metode proyeksi yang memiliki angka koefisien korelasi mendekati atau sama dengan satu itulah yang akan digunakan untuk menghitung jumlah penduduk pada tahun perencanaan. Ada pun rumus untuk menghitung angka koefisien korelasi adalah sebagai berikut.

$$R = \frac{n(\sum x, y) - (\sum y)(\sum x)}{\{n(\sum y^2) - (\sum y)^2\}^{1/2} \cdot \{n(\sum x^2) - (\sum x)^2\}^{1/2}}$$

Berikut ini adalah rumus perhitungan korelasi untuk metode proyeksi penduduk secara aritmatik.

1. Metode pertumbuhan rata – rata aritmatika

Adalah : pertumbuhan penduduk dengan jumlah (absolut number) adalah sama setiap tahunnya

Rumus : $P_n = P_o + K_a (t_n - t_o)$

Dimana

P_n : Jumlah penduduk pada tahun n ,

P_0 : Jumlah penduduk pada tahun awal (dasar)

ka : Konstanta aritmatik

n : Periode waktu dalam tahun

2. Metode pertumbuhan selisih kuadrat minimum (least squer)

Adalah metode yang digunakan untuk regresi linier, artinya bahwa data perkembangan penduduk pada masa lalu menggambarkan kecenderungan garis linier, walaupun perkembangan penduduk tidak terlalu bertambah atau fluktuatif. Dalam persamaan ini data yang harus digunakan harus ganjil.

Rumus

$$P_n = a + b.t$$

Dimana :

t : Tambahan tahun terhitung dari tahun dasar

P_n : Jumlah penduduk pada akhir tahun periode (Tahun ke n)

A dan b : Konstanta

Sumber : *Prof. Drs. Sutrisno Hadi, MA.449, 2000.*

3. Metode pertumbuhan rata-rata geometric

Adalah : Pertumbuhan penduduk yang menggunakan dasar bunga berbunga (Bunga majemuk)

Rumus :

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

Dimana :

Pn : Jumlah penduduk pada tahun n

Po : Jumlah penduduk pada tahun dasar

r. : Angka pertumbuhan penduduk

s. : Jangka waktu dalam tahun

Sumber : *Lembaga demografi FEUI, 254, 2000*

Dalam proyeksi fasilitas umum harus benar-benar disesuaikan dengan kondisi setempat dan titik tolak perhitungannya adalah penduduk jumlah penduduk yang ada satuan-satuan administrasi pemerintah akan menjadi dasar pendekatan untuk sarana-sarana pemerintah dan pelayanan umum. (Sumber: Direktorat tata kota dan daerah, 1983).

2.3. Sumber Air Buangan

Menurut Metcalf and Edy (1989 ; 16), sumber air buangan berasal dari beberapa lokasi antara lain :

1. Air buangan rumah tangga (domestic)

Adalah air limbah yang berasal dari kegiatan suatu perumahan atau rumah tangga

2. Air buangan yang berasal dari daerah komersial

Air buangan yang berasal dari perhotelan, gedung, kantor dan lainnya

3. Air buangan yang berasal dari lembaga- lembaga sosial

Adalah air buangan yang berasal dari rumah sakit, ruangan penjara sekolah dan lainnya

4. Air buangan yang berasal dari industri

Adalah air buangan yang berasal dari proses produksi suatu industri .

2.3.1. Air limbah Rumah Tangga (domestic)

“ Sugiharto, 1987” Mengemukakan bahwa sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat adalah berasal dari perumahan dan daerah perdagangan. Adapun sumber lainnya yang tidak kalah penting adalah daerah perkantoran atau lembaga serta daerah fasilitas rekreasi. Air buangan rumah tangga (domestic) merupakan hasil dari penggunaan air bersih setelah dipakai dalam kegiatan atau hasil dari aktifitas rumah tangga.

Daerah yang menghasilkan air buangan antara lain adalah perumahan, perdagangan, perkantoran dan tempat rekreasi dimana pada umumnya mempunyai komposisi yang terdiri dari ekskreta (tinja atau urine), air bekas cucian, dapur, dan kamar mandi dimana sebagian besar merupakan bahan-bahan organik.

2.3.2. Air Limbah Kawasan Perumahan

Untuk daerah perumahan yang kecil aliran air limbah biasanya diperhitungkan melalui kepadatan penduduk dan rata-rata perorangan dalam membuang air limbah.

Adapun pada daerah yang luas, perlu diperhatikan jumlah aliran air limbah dengan dasar penggunaan daerah, kepadatan penduduk serta ada tidaknya daerah industri.

2.3.3. Air Limbah Industri

Merupakan air buangan yang sebagian besar berasal dari aktifitas industri. Pada umumnya air buangan industri tergantung dari proses produksi yang berlangsung dan mempunyai variasi bahan kandungan yang beragam pula. Ada juga diantaranya yang bersifat toksik atau racun makhluk hidup.

2.4. Karakteristik Air buangan

Untuk mengetahui lebih besar mengenai air buangan serta menentukan cara pengelolaan yang tepat nantinya, perlu diketahui secara detail pengetahuan mengenai karakteristik atau sifat-sifat air buangan yang terbagi atas :

- Karakteristik Fisik
- Karakteristik Kimia
- Karakteristik Biologi

2.4.1. Karakteristik Fisik

Parameter-parameter yang penting dalam air buangan yang termasuk dalam karakter fisik antara lain :

- a. Total Solids
- b. Temperatur
- c. Warna
- d. Suhu

Pengertian :

a. Total solids

Didefinisikan sebagai zat-zat yang tertinggal sebagai residu penguapan pada temperature $103^0 - 105^0$ C. Zat-zat lain yang hilang pada tekanan uap dan temperature tersebut tidak didefinisikan sebagai total solid.

b. Temperatur

Pada umumnya temperature air buangan lebih tinggi dari temperature air minum karena adanya penambahan air yang berlebih panas dari bekas pemakaian rumah tangga atau aktifitas pabrik.

Temperatu air buangan akan memberikan pengaruh pada :

- Kehidupan dalam air
- Kelarutan gas
- Aktifitas bakteri
- Reaksi-reaksi kimia dan kecepatan reaksi

c. Warna

Warna dari air buangan rumah tangga dan industri umumnya berwarna abu-abu sebagai akibat dari penguraian senyawa organik oleh bakteri, warna air buangan akan menjadi hitam, hal ini menunjukkan bahwa air buangan dalam keadaan septic.

d. Bau

Bau dalam air buangan biasanya disebabkan oleh produksi gas-gas hasil dekomposisi zat organik. Gas fluida (H_2S) dalam air buangan adalah hasil reduksi dari sulfat oleh mikroorganisme secara anaerobic.

2.4.2. Karakteristik Kimia

Senyawa yang terkandung dalam air buangan terdiri atas tiga golongan yaitu:

1. Senyawa organik

Kira-kira 75% suspended solid dan 40% filterable dalam air buangan mempunyai senyawa-senyawa organik. Senyawa organik terdiri dari kombinasi karbon, hydrogen dan oksigen juga nitrogen dalam beberapa bentuk. Senyawa organik yang terdapat dalam air buangan antara lain :

- Protein (40% - 60%)
- Karbohidrat (25% - 50%)
- Lemak dan minyak (10%)

2. Senyawa anorganik

Konsentrasi senyawa organik didalam air akan meningkat baik karena formasi ekologis yang sebelumnya selama aliran maupun karena penambahan air buangan baru kedalam aliran tersebut. Konsentrasi unsur organik juga akan bertambah dengan proses penguapan alami pada permukaan air. Adapun komponen-

komponen yang terpenting dan berpengaruh terhadap air buangan adalah :

- Alkalinity
- Klorida
- Nitrogen
- Fosfat
- Sulfat

3. Gas-gas

Gas-gas yang umum terdapat dalam air buangan yang belum diolah meliputi N_2 , O_2 , CO_2 , NH_3 , H_2S , CH_4 . Ketiga gas tersebut yang disebut pertama sebagai kontak langsung dengan udara dan ketiga yang terakhir berasal dari dekomposisi zat-zat organik oleh bakteri oleh air buangan.

2.4.3. Karakteristik biologi

Karakteristik organisme yang terpenting dalam air buangan dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Kelompok protista (bakteri dan protozoa)
2. Kelompok tumbuh-tumbuhan (paku-pakuan dan lumut)
3. Kelompok hewan.

Kelompok protista terdiri dari bakteri dan protozoa, sedangkan kelompok tumbuh-tumbuhan antara lain paku-pakuan dan lumut. Bakteri berperan sangat penting dalam air buangan terutama dalam proses biologis.

2.5. System Jaringan Penyaluran Air buangan

Jaringan penyaluran air buangan dimaksud sebagai sarana untuk menyalurkan air buangan yang selanjutnya akan diolah dalam suatu bangunan pengolahan sebelum dibuang kedalam badan air penerima (*Metcalf and Edy,1981*).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan atau yang perlu dipenuhi dalam perencanaan jaringan air buangan antara lain :

1. Jaringan induk harus dapat melayani seluruh daerah pelayanan.
2. Pengaliran air buangan cepat dan kontinyu dalam waktu yang relative singkat.
3. Keamanan saluran harus terjamin, dengan tingkat kebocoran seminim mungkin sehingga tidak terjadi pencemaran lingkungan.
4. Jaringan penyaluran direncanakan berdasarkan jumlah air buangan dengan memperhitungkan segi ekonomi.

Dalam hal penanganan air buangan, ditinjau dari sistim yang berhubungan dengan pengolahannya, maka terbagi menjadi :

a. Sistem On Site

Adalah jaringan penyaluran air buangan yang pengolahannya dilakukan setempat, tidak memerlukan pengorganisasian terpusat dalam pengoperasiannya dan pemeliharannya menjadi lebih sederhana karena pengolaan air buangan dilakukan ditempat. Contohnya, penggunaan tangki septic dan peresapannya.

b. Sistem Of Site

Adalah system jaringan penyaluran yang pengolahannya memerlukan pengoperasian terpusat baik dalam pengolahan maupun dalam pemeliharannya. Sistem ini merupakan alternative apabila suatu system tidak dapat diterapkan karena suatu keterbatasan tempat dan tingginya muka air tanah. Sistem ini juga cocok untuk daerah yang mempunyai kepadatan penduduk tinggi dan kemampuan ekonomi penduduk cukup memenuhi. Pada system ini, dalam pengalirannya menuju bangunan pengolahan air buangan dibedakan menjadi 2 yaitu :

1. Full Sewerage

Pada sistem ini air buangan langsung dialirkan tanpa proses pengendapan terlebih dahulu. Saluran Full Sewerage bisa digunakan pada pemakaian air yang besar guna mengurangi efek pengendapan dalam pipa. Sehingga diameter yang digunakan harus cukup besar dan bahan pipa harus tahan terhadap kemungkinan terjadinya penggerusan oleh air buangan. Sistem ini memerlukan biaya yang cukup mahal, tetapi kelebihan sistem ini tidak perlu membangun tangki septic pada setiap rumah.

2. Smal Bower Sewer

Pada system ini air buangan sebelum masuk ke jaringan penyaringan air buangan terlebih dahulu mengalami proses pengendapan di tangki septic dan system ini lebih murah di banding system Full Sewerage, karena lebih sedikit jumlah manhole yang dibutuhkan

serta diameter pipa yang di gunakan juga tidak terlalu besar. Kemiringan jalur pipa dapat lebih kecil karena kecepatan pengerusan tidak perlu dipertimbangkan dalam pengaliran air buangan yang sudah tidak mengandung solid sebagai akibatnya pipa tidak perlu ditanam terlalu dalam.

Pembagian sistem of site berdasarkan sistem pengaliran dalam hal ini penyaluran dapat dibagi menjadi :

a. Sistem terpisah

Suatu sistem penyaluran air buangan dimana air hujan dari air buangan disalurkan secara terpisah melalui dua saluran yang berbeda. Air hujan dapat disalurkan pada saluran terbuka maupun tertutup.

➤ Dasar pertimbangan pemilihan sistem ini adalah :

1. Periode musim hujan dengan musim kemarau cukup lama dan fluktuasi curah hujan yang cukup tinggi.
2. Kuantitas air buangan dengan hujan jauh berbeda.
3. Air buangan diolah terlebih dahulu, sedangkan air hujan secepatnya dibuang kesungai.

➤ Keuntungan dari sistem terpisah ini adalah :

1. Sistem saluran punya dimensi kecil.
2. Mengurangi bahaya kesehatan
3. Instalasi pengolahan air buangan tidak ada tambahan beban kapasitas, karena penambahan air hujan.

➤ Kerugian dari sistem terpisah ini adalah :

- Harus ada dua sistem saluran

b. Sistem tercampur

Merupakan sistem penyaluran air buangan yang dipergunakan untuk mengalirkan air limbah, baik yang berasal dari rumah tangga maupun yang berasal dari daerah industri, air hujan dan air permukaan.

➤ Dasar pertimbangan pemilihan dari sistem ini adalah :

1. Debit air buangan antara musim hujan dengan musim kemarau relatif kecil.
2. Kuantitas air buangan dengan air hujan berbeda
3. Kemiringan daerah yang cukup, penempatan saluran tidak terlalu dalam dan tidak perlu pemompaan.

➤ Keuntungan dari sistem tercampur ini adalah :

1. Beban instalasi pengolahan tidak terlalu besar.
2. Air hujan sewaktu-waktu dapat digunakan sebagai penggelontor.

➤ Kerugian dari sistem tercampur ini adalah :

- Diperlukan adanya perubahan konstruksi yang akan menambah biaya pembuatan.

c. Sistem kombinasi

Sistem ini merupakan penyaluran air buangan pada musim hujan dilakukan secara terpisah, sedangkan pada awal musim kemarau dilakukan secara tercampur.

➤ Keuntungan dari sistem ini adalah :

1. Beban instalasi pengolahan tidak terlalu besar.
2. Air hujan dapat digunakan sebagai penggelontor.

➤ Kerugian sistem ini adalah :

- Diperlukan biaya konstruksi yang khusus dan yang pasti akan menambah biaya pembuatan dan perawatan.

Sedangkan sistem pengaliran berdasarkan arah gerakannya, air buangan dapat dibedakan menjadi :

1. Sistem pengaliran gravitasi

Sistem ini digunakan bila elevasi badan pengolahan air buangan jauh berada dibawah elevasi daerah pelayanan dan sistem ini dapat memberikan energi potensial yang cukup tinggi pada daerah pelayanan terjauh, sistem ini dalam pengoperasiannya cukup mudah.

2. Sistem pemompaan

Sistem ini akan dipakai bila elevasi badan air berada diatas elevasi daerah pelayanan sehingga air buangan dari daerah pelayanan perlu diberikan tekanan yang cukup agar dapat sampai ke bangunan pengolahan air buangan.

3. Sistem kombinasi

Sistem ini merupakan sistem pengaliran dimana air buangan dari daerah pelayanan dialirkan ke bangunan pengolahan air buangan dengan menggunakan pompa reservoir yang dioperasikan secara bersama-sama. Sistem ini sering digunakan pada daerah yang memiliki ketinggian rendah atau cenderung mendatar.

2.6. Kriteria Desain Sistem Penyaluran Air Buangan

Menurut (*Sugiharto, 1987*) pembuatan rancangan sistem penyaluran air buangan didasarkan pada asas kebutuhan sesuai dengan standar prioritas dan sejalan dengan sistem distribusi air bersih. Dasar perencanaan sistem penyaluran air buangan berpedoman pada kriteria-kriteria yang paling memungkinkan untuk dapat diterapkan sesuai dengan kondisi dan situasi setempat.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam sistem perencanaan meliputi :

1. Daerah pelayanan
2. Kuantitas air buangan
3. Fluktuasi pengaliran
4. Jenis bahan dan bentuk saluran

2.6.1. Daerah pelayanan

Daerah pelayanan sistem penyaluran air buangan ditetapkan berdasarkan :

- a. Jumlah penduduk yang akan dilayani suatu jalur pipa atau blok pelayanan.
- b. Jumlah aktifitas bangunan domestik dan non domestik.
- c. Informasi bangunan yang akan direncanakan pada masa yang akan datang.
- d. Tinggi rendahnya tanah sehingga diketahui garis kemiringannya.

2.6.2. Kuantitas air buangan

Dalam menentukan besarnya debit air buangan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

- a. Sumber air buangan
- b. Jenis dan bahan saluran, cara penyambungan serta bangunan pelengkap atau penunjang lainnya.
- c. Besarnya pemakaian air bersih.
- d. Curah hujan, daya serap tanah dan keadaan muka air tanah

Besarnya pemakaian air bersih untuk domestik dihitung berdasarkan pemakaian air tiap orang dalam satu hari, sedangkan besarnya pemakaian untuk fasilitas non domestik dihitung berdasarkan pemakaian air perorang per unit sesuai dengan jenis pelayanan dalam satu hari.

Dari perkiraan besarnya penggunaan air bersih untuk rumah tangga, bangunan umum, bangunan komersil, industri dan lain sebagainya, tidak semuanya air akan mengalir sebagai air buangan yang akhirnya ditampung dalam sistem penyaluran air buangan. Kehilangan air ini disebabkan antara lain adanya penggunaan seperti mencuci mobil, menyiram tanaman dan penguapan (evaporasi).

2.6.3. Fluktuasi pengaliran

Fluktuasi debit air buangan dalam saluran bervariasi jamnya dalam sehari. Pada waktu pemakaian air bersih memuncak maka besarnya perbandingan antara debit maksimum dengan debit rata-rata tergantung dari jumlah penduduk atau bangunan yang akan dilayani dengan segala aktifitasnya.

1. Debit rata-rata air buangan (Q_r)

Adalah debit rata-rata satu hari dalam satu tahun

$$\text{Rumus : } Q_{\text{rata-rata}} = (60-80) \% \times Q_{\text{air bersih}}$$

2. Debit minimum (Q_{\min})

Adalah debit minimum satu hari dalam satu tahun.

$$\text{Rumus : } Q_{\min} = 1/5 \cdot p^{7/6} \cdot Q_r$$

3. Debit maksimum harian air buangan (Q_{md})

Adalah debit air buangan hari maksimum sama dengan dua kali debit rata-rata air buangan

$$\text{Rumus : Faktor harian puncak} \times Q_r$$

4. Debit puncak (Q_{peak})

Adalah debit air buangan saat puncak

$$\text{Rumus : } Q_{\text{peak}} = p^{0,8} \cdot Q_{\text{md}} + C_r \cdot p \cdot Q_r + Q_{\text{inf}} \cdot (L/1000)$$

5. Q full.

Adalah faktor puncak yang didapat dari hasil pembacaan kurva design of main sewers. Q_{min} dan Q_{full} di tujukan untuk mencari dimensi pipa yang akan dijelaskan pada halaman selanjutnya.

6. Kecepatan aliran

Menurut *Metcalf and Eddy (1981)*, kecepatan aliran air optimal buangan dalam saluran berkisar antara 0,6 – 3,0 m/dt.

Kecepatan minimum diisyaratkan untuk :

- Mencegah terjadinya endapan organik dalam pipa
- Kecepatan minimum yang digunakan untuk mencegah endapan pasir, kerikil dan lain-lain.

Kecepatan maksimum adalah :

Kecepatan tertinggi yang diperbolehkan dan berdasarkan pada kemampuan saluran terhadap kemungkinan penggerusan bidang permukaan dalam pipa oleh aliran yang mengandung pasir, kerikil dan sebagainya. Kecepatan yang diperbolehkan menurut *Metcalf and Eddy (1981)* sekitar 2,5 – 3 m/dt.

7. Dimensi saluran

Penentuan dimensi saluran dapat dihitung bila total debit yang masuk aliran sudah diketahui jumlahnya. Bila Q_r diketahui didapat perhitungan Q_{peak} maka direncanakan :

- a. Besarnya d/D (tinggi rendah dalam satuan 0,6-0,8)
- b. Menentukan d_{full} didapat dari kurva design of main sewers
- c. Jika d_{full} diketahui perbandingan $\frac{Q_{min}}{Q_{full}}$
- d. Dari $\frac{Q_{min}}{Q_{full}}$ didapat $\frac{d_{min}}{D}$ selanjutnya didapatkan persamaan

$$\frac{r_{min}}{R_{full}}$$

- e. Slope (kemiringan)
 - a. Rumus slope kontrol H25

$$S = \left[\frac{3E \cdot BOD \cdot KB}{2Q_{peak}^{1.3} \cdot W} \right]^2$$

S = Slope pipa

Kb = Keliling basah

W = Lebar permukaan air saat debit puncak

2 = parameteri indek

- b. Rumus slope kontrol endapan

$$S = 0,1094 \left[\frac{Z_c}{r_{min} / R_{full} \cdot Q_{peak}^{0,37}} \right]^{1,2}$$

Dimana :

$Z_c =$ gaya geser kritis besarnya (0,33-0,38) kg/ m²

$r_{min} =$ jari-jari hidrolis pada Q_{min}

$R_{full} =$ Jari-jari hidrolis pada Q_{full}

Catatan :

Diperlukan dengan analisa labolatorium kualitas air lingkungan.

f. Jika s, n, Q_{full} diketahui maka dengan melihat grafik (diameter) dan kecepatan aliran.

g. Kekerasan pipa

Jenis pipa yang ditunjukkan untuk mengetahui nilai kekasaran pipa.

8. Kemiringan dan penanaman saluran

Elevasi muka tanah dari daerah perencanaan dihitung berdasarkan interpolasi katur. Persamaan yang digunakan untuk menghitung elevasi muka tanah setiap titik adalah

Elevasi tanah titik x = Ek awal

$$+ \left[\frac{(EK_{akhir} - EK_{awal})}{Jarak\ total} \times jarak\ EK\ awal\ ketitik\ X \right]$$

Dimana :

EK awal = Elevasi kontur awal

Ek akhir = Elevasi kontur akhir

Jarak total = jarak pengukuran antara EK awal dan EK akhir

Secara umum kedalaman minimum saluran adalah 0,5 m, sedangkan kedalaman maksimum adalah 7 meter. Jika kedalaman pipa melebihi kedalaman maksimum maka digunakan pompa untuk perhitungan saluran dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

Tinggi pipa dititik akhir = tinggi pipa titik awal – (slope x panjang pipa).

Dalam perencanaan ini ditentukan juga kemiringan dan perletakan pipa. Penentuan kemiringan pipa ini untuk memenuhi kriteria kecepatan minimum (V_{min}) yaitu sekitar 0,6 - 0,8 m/dt dan tinggi berenang air minimum 10 cm. Bila pipa diletakkan sesuai dengan kemiringan tanah maka akan didapat kecepatan air buangan dalam pipa yang sangat besar, akibatnya didalam pipa akan terjadi gesekan yang sangat besar dan pipa akan cepat rusak.

Secara umum kemiringan saluran air limbah minimum dan sistem gravitasi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1
Kemiringan saluran air limbah dan system gravitasi

Ukuran		Kemiringan m/m ^a	
Mm	Inchi	N = 0,13	N = 0,015
200	8	0,0033	0,0044
250	10	0,0025	0,0033
300	12	0,0019	0,0026
375	15	0,0014	0,0019
450	18	0,0011	0,0015
525	21	0,0009	0,0012
600	24	0,0008	0,0010
75	27	0,0007 ^b	0,0009
750	30	0,0006 ^b	0,0008 ^b
900	36	0,0004 ^b	0.0006 ^b

Sumber : *Metcalf and Eddy, 1981*

Keterangan :

- Berdasarkan persamaan manning dengan kecepatan minimum 0.6 m/dt
- Kemiringan minimum yang dapat diterapkan untuk konstruksi adalah sekitar, $(0,00008 \text{ m/m}^a) \cdot (\text{mm} \times 0,03927) =$
in : m x 3,2808 ft.

2.6.4. Jenis dan bahan serta bentuk saluran

2.6.4.1. Jenis saluran

Menurut *Sugiharto, (1987)* jenis saluran air buangan yang umum dipakai adalah :

1. Pipa tanah liat

Pipa tanah liat mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- ❖ Sangat tahan terhadap bahan korosip, baik dari asam maupun basa
- ❖ Tidak rusak oleh gangguan H₂S dalam bentuk gas maupun asam sulfat.
- ❖ Tahan dari gangguan erosi
- ❖ Berat dan rapuh bila dibandingkan dengan pipa lain.

2. Pipa beton

Pipa beton mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- ❖ Tahan terhadap tekanan, bahan kimia kecuali asam
- ❖ Biaya pembuatan dan pemasangan mahal
- ❖ Apabila pipa yang digunakan itu berukuran besar maka perlu penanaman yang lebih dalam dan harus menggunakan pipa beton bertulang.
- ❖ Tahan terhadap korosi dan bahan asam maupun basa.
- ❖ Tahan terhadap tekanan
- ❖ Kedap air

- ❖ Pipa ini mempunyai kelenturan yang cukup baik, pengaliran dan kekerasan yang rendah.
- ❖ Mudah dalam perawatan pengoperasian.

3. Pipa asbestos semen

Pipa ini berkarakteristik sebagai berikut :

- ❖ Dapat rusak oleh asam, kurang baik untuk air limbah yang banyak.
- ❖ Sangat tepat untuk tanah yang ber basa tinggi.
- ❖ Biaya murah, daya sambung baik, daya aliran dan rembasan baik.
- ❖ Muadah dalam pengelolaan, pemotongan serta mudah dalam pengangkutannya.
- ❖ Dapat digunakan pengaliran air limbah maupun air minum.

4. Pipa plastic

Pipa plastic mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- ❖ Ringan, mudah dalam pemasangan dan pembuatannya
- ❖ Selalu tersedia sehingga mempermudah dalam pengadaannya.
- ❖ Bebas dari korosi dan guncangan.
- ❖ Tahan terhadap asam, sinar matahari, musim, kelenturan, baik dalam pengaliran, ringan mudah dalam pengangkutan, lebih panjang batangnya, sehingga mengurangi biaya dan jumlah sambungan pada saat pemasangan.

5. Pipa besi tulang

Pipa besi tulang mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- ❖ Mempunyai kekuatan yang tinggi dan cocok untuk ditempatkan pada daerah yang mengalami tekanan, pada penyeberangan sungai dan lain-lain.
- ❖ Untuk daerah yang banyak menghasilkan limbah yang mengandung bahan-bahan korosip adalah kurang tepat karena akan rusak bila terkena bahan asam.
- ❖ Tidak baik untuk daerah yang mempunyai sumber air payau, karena akan dapat mengalirkan arus listrik yang sangat berbahaya terhadap manusia.

Untuk jenis pipa yang digunakan harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Situasi lapangan yang terdiri dari keadaan topografi, kemiringan, keadaan tanah.
2. Ketahanan terhadap asam, basa, gas, dan pelarut, dimana bahan ini akan ada didalam saluran.
3. Tahan terhadap gesekan
4. Tahan terhadap tanah yang korosip.
5. Harga murah serta dalam penyimpanannya.
6. Karakteristik aliran air dan koefisien gesekan pipa.
7. Tersedia bahan serta mudah dalam pembuatannya.
8. Mudah dalam pemasangan dan pemeliharaan.
9. Tersedia dalam segala ukuran.

2.6.4.2. Bentuk saluran

Bentuk saluran yang akan digunakan perlu diperhatikan kelebihan apa saja dari bentuk yang dipilih dalam perencanaan saluran air buangan yang mempunyai fluktuasi maksimum dan minimum, maka saluran yang dipilih harus mampu menampung debit maksimum, dan tidak terjadi pengendapan atau pembusukan saat debit minimum. Pemilihan teknologi atau bentuk pipa terpilih juga mempertimbangkan hal yang lain misalnya kondisi tanah, kondisi daerah dan lain-lain.

Adapun bentuk saluran yang digunakan antara lain :

1. Bentuk pipa bulat

Aliran ada yang penuh air (bertekanan) dan ada pula yang tidak penuh, untuk saluran air minum dan air buangan. Diameter pipa ini bervariasi dan mudah didapat.

2. Bentuk pipa bulat telur

Biasanya digunakan untuk fluktuasi debit yang besar, sehingga kedalaman air masih dapat mencapai kedalaman tertentu yang diperlukan.

3. Bentuk pipa tapal kuda

Biasanya digunakan untuk fluktuasi debit yang besar, namun sulit dicari dipasaran dan diameter yang tersedia terbatas.

4. Bentuk pipa barrel

Biasanya digunakan untuk fluktuasi debit yang besar dan diameter yang tersedia terbatas.

5. Bentuk pipa basket handle

Pipa ini sama dengan pipa bulat telur.

Diantara macam-macam bentuk pipa yang telah disebutkan terdapat dua macam bentuk pipa yang sering digunakan yaitu bentuk pipa bulat (lingkaran) dan bentuk pipa bulat telur.

2.7. Bangunan Pelengkap Penyaluran Air Buangan

Bangunan-bangunan penunjang pada jaringan pengolahan air buangan sangat penting terutama untuk memperlancar aliran dalam saluran terutama untuk pemeliharaan saluran agar tidak terjadi penyumbatan. Bangunan pelengkap yang sering di gunakan adalah :

1. Manhole (sumur pemeriksa)

Manhole adalah suatu bangunan pelengkap yang menghubungkan pipa jaringan system penyaluran dengan permukaan tanah. Manhole dilengkapi tutup yang terbuat dari galvanise steel dengan diameter sekitar 60 centi meter dan jarak antar anak tangga adalah 20 centi meter.

Fungsi dari manhole adalah :

- Sebagai lubang pemeriksaan pipa jaringan penyaluran air buangan.
- Sebagai tempat pembersih dan pemeliharaan jaringan penyaluran air buangan.
- Tempa memperbaiki saluran air buangan bila mengalami kerusakan.

- Air limbah yang berada dalam satu saluran diusahakan agar tidak masuk kembali kedalam saluran rumah tangga.

Bak control perlu dilengkapi dengan kisi atau penyaring untuk menyaring kotoran dan ditempatkan pada setiap sambungan saluran rumah sebelum masuk saluran utama.

Adapun tempat-tempat yang memerlukan manhole antara lain :

- a. Pada setiap tempat dimana terjadi perubahan kemiringan saluran.
- b. Setiap tempat pertemuan aliran.
- c. Pada bagian saluran yang lurus, manhole diletakkan pada jarak tertentu tergantung pada diameter saluran dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 2.2

Diameter saluran dan jarak antar manhole

Diameter (mm)	Jarak antar manhole (m)
200	50-100
200-500	100-125
500-1000	125-150
1000-2000	150-200

Sumber : *Metcalf and Eddy, 1981*

2. Bak kontrol

Diantara saluran air buangan dengan saluran rumah penduduk perlu di buat bak control untuk memeriksa aliran air dan kotoran (sampah) agar tidak masuk kedalam saluran utama. Sebelum saluran rumah tangga di gabungkan dengan saluran induk sebaiknya dibuat saluran dengan ketentuan :

- Kemiringan tidak lebih dari 2% dan dibuat sedemikian rupa hingga alirannya tidak terganggu

BAB III

METODE PERENCANAAN

3.1. Umum

Metode perencanaan dalam pelaksanaan studi perencanaan diawali dengan perolehan dan pengumpulan data sekunder dan data primer. Dari data tersebut diharapkan akan diperoleh gambaran umum tentang kondisi lapangan dan sistem sewerage yang akan direncanakan, kemudian dengan data tersebut akan dilakukan perhitungan-perhitungan atau analisis data untuk mengetahui potensi sambungan yang akan dipergunakan untuk perencanaan dan perhitungan-perhitungan.

Data yang diperlukan dalam perencanaan ini adalah :

1. Data sekunder, yang meliputi peta/site plan lokasi perencanaan dan data sekunder tentang kependudukan, topografi dan kondisi lingkungan yang ada.
2. Data primer yang meliputi survei lapangan tentang jumlah bangunan yang akan dilayani dan perencanaan jalur yang paling mungkin dilewati saluran.

3.2. Kerangka Perencanaan

Kerangka perencanaan ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang tahapan perencanaan sehingga hasil perencanaan dapat tersusun dengan baik. Tahapan-tahapan dalam perencanaan terdiri dari :

1. Perencanaan sistem jaringan air buangan, terletak di Kecamatan Jombang Kabupaten Jombang sesuai dengan rencana umum tata ruang kota Kabupaten Jombang.
2. Survei pendahuluan kondisi eksisting dan gambaran umum, meliputi gambaran tentang daerah perencanaan, luas daerah, keadaan topografi, geografi dan monografi.
3. Pengumpulan data terdiri dari :
 - Data primer terdiri dari :
 - a. Survei tata letak bangunan
 - b. Perencanaan jalur
 - c. Arah aliran
 - d. Survei topografi tanah
 - Data sekunder terdiri dari :
 - a. Peta lokasi perencanaan
 - b. Peta topografi atau ketinggian tanah
 - c. Data kependudukan
 - d. Kondisi sosial ekonomi
4. Dasar-dasar perencanaan, diperoleh dari studi literatur.
5. Perhitungan dan perencanaan :

Sistem pengolahan yang direncanakan adalah *Sistem Of Site*, dalam hal ini penyaluran memakai sistem terpisah dan berdasarkan gerak aliran sistem yang dipakai adalah sistem pengaliran gravitasi. Penentuan ketiga sistem tersebut berdasarkan dari data-data yang dikumpulkan dan

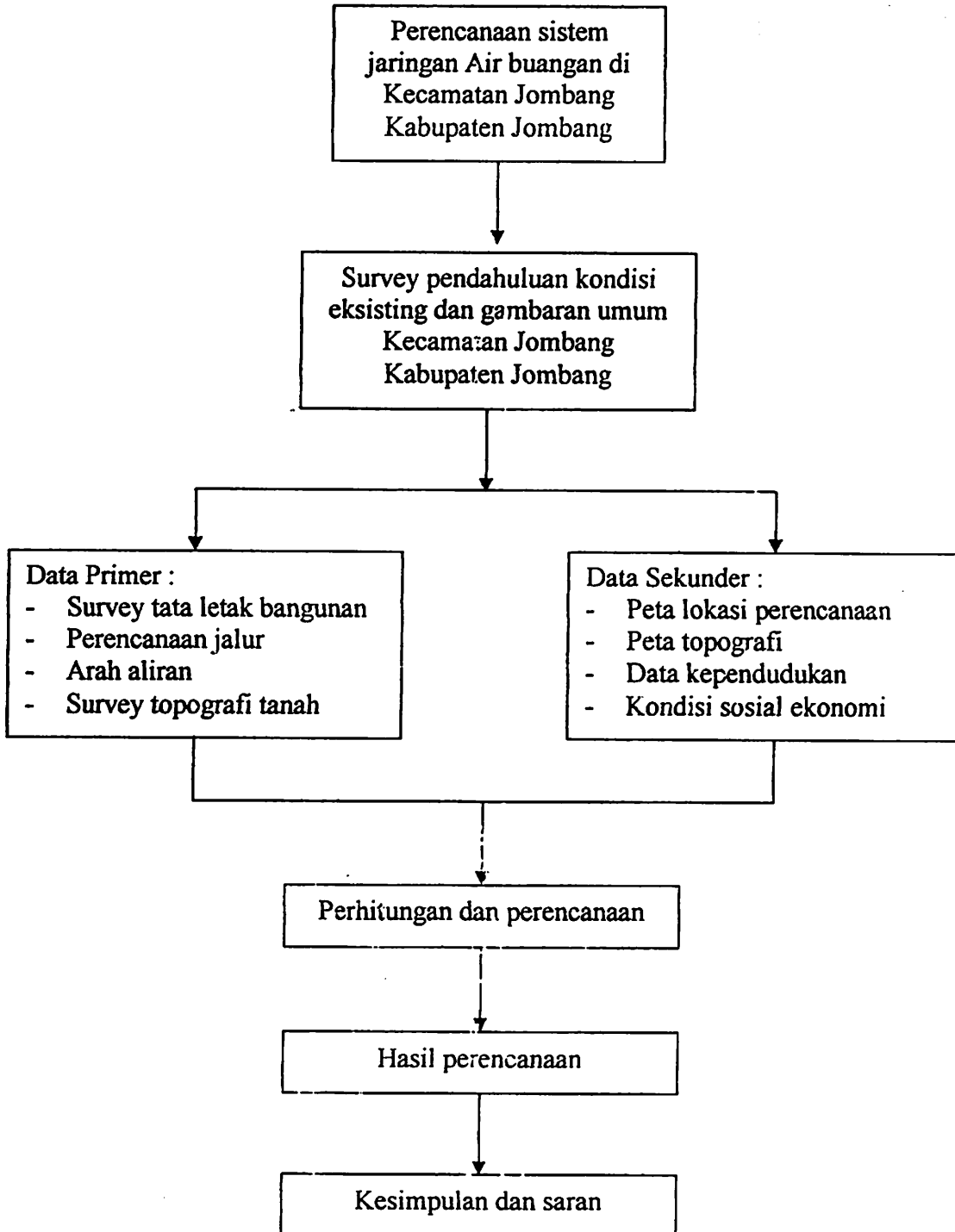
dari dasar-dasar perencanaan. Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan debit puncak, debit minimum, slope/kemiringan, kedalaman penanaman pipa dan penentuan bangunan pelengkap.

6. Dari perhitungan dan perencanaan didapat hasil perencanaan antara lain :

- Panjang pipa
- Diameter pipa
- Kedalaman penanaman pipa
- Kecepatan minimum saluran
- Debit puncak dan debit minimum
- Penempatan bangunan pelengkap

Tahapan-tahapan perencanaan diatas dapat digambarkan dalam bentuk diagram alir seperti pada gambar 3.1 :

Diagram Alir Perencanaan



Gambar 3.1. Diagram Alir Perencanaan

BAB IV
DATA DAN ANALISA DATA

4.1. Gambaran umum daerah perencanaan

Wilayah studi yang akan direncanakan ini berada pada kecamatan jombang yang berada didaerah kabupaten jombang propinsi jawa timur. Wilayah studi dalam perencanaan ini mempunyai luas 36,40 Km² mencakup 20 (dua puluh) kelurahan, yang terdiri dari :

Tabel 4:1 Luas Kelurahan Di Kecamatan Jombang

No	Kelurahan	Luas Wilayah (Km ²)
1	Jombang	1,154
2	Denanyar	4,005
3	Candimulyo	1,032
4	Kepatihan	0,484
5	Pulolor	1,132
6	Kepanjen	1,123
7	Sengon	0,867
8	Jombatan	1,088
9	Kaliwungu	0,640
10	Plandi	1,545
11	Jalakombo	1,000
12	Sambongdukuh	1,667
13	Tunggorono	2,767
14	Plosogeneng	2,630
15	Jabon	2,010
16	Mojongapit	1,269
17	Tambakrejo	1,801
18	Dapurkejambon	1,961
19	Banjardowo	6,488
20	Sumberejo	1,722
Total		36,40

Sumber : Kabupaten Jombang dalam angka 2002

Secara administrasi seluruh kelurahan yang berada pada kecamatan

Jombang mempunyai batas-batas wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Kecamatan Tembelang
- Sebelah Timur : Kecamatan Peterongan
- Sebelah Selatan : Kecamatan Diwek
- Sebelah Barat : Kecamatan Perak

4.2. Keadaan geografis dan topografi

Kabupaten Jombang mempunyai letak yang strategis, karena posisinya berada pada jalur negara yang menghubungkan Surabaya-Jombang-Madiun.

Batas wilayah Kabupaten Jombang meliputi :

- Sebelah Utara : Kabupaten Lamongan
- Sebelah Timur : Kabupaten Mojokerto
- Sebelah Selatan : Kabupaten Malang, Kabupaten Kediri
- Sebelah Barat : Kabupaten Nganjuk

Posisi Geografis Kabupaten Jombang terletak pada 5° 20' 01'' sampai 5° 30' 01'' BT, dan 7° 24' 01'' sampai 7° 45' 01'' LS. Ketinggian rata-rata wilayah kurang dari 500 dpl, hanya di Kecamatan Wonosalam terdapat 5 desa yang terletak pada ketinggian 500-700 meter dpl. Sedangkan pada Kecamatan Jombang berada pada ketinggian kurang dari 100 meter dpl

faktor kematian serta faktor migrasi penduduk. Data persebaran jumlah penduduk daerah perencanaan tiap-tiap kelurahan dapat diketahui dari tabel 4.2.

Tabel 4.2. Jumlah penduduk kecamatan Jombang per kelurahan sampai tahun 2004

No	Kelurahan	Tahun				
		2000	2001	2002	2003	2004
1	Jombang	11269	10558	10510	10494	10529
2	Denanyar	7404	8051	7571	7677	7891
3	Candimulyo	8886	8832	8858	8875	8849
4	Kepatihan	4997	4633	4614	4521	4534
5	Pulolor	7595	8060	8077	8096	8142
6	Kepanjen	7400	7420	7432	7457	7472
7	Sengon	7091	7098	7230	7291	7319
8	Jombatan	5955	6206	6217	6278	6290
9	Kaliwungu	3186	3257	3320	3347	3369
10	Plandi	5262	5524	5540	5600	5617
11	Jalakombo	3931	3817	3870	3917	3909
12	Sambongdukuh	6203	6201	6950	6971	6984
13	Tunggorono	5020	4048	4761	4760	4777
14	Plosogeneng	5077	5077	5193	5215	5234
15	jabon	3529	3675	3700	3744	3771
16	Mojongpahit	4325	4329	4336	4374	4395
17	Tambakrejo	4848	4869	4738	4846	4848
18	Dapurkejambon	3863	4542	4446	4446	4520
19	Banjardowo	7334	7191	7199	7218	7177
20	Sumberejo	2668	2441	2478	2488	2514
	Jumlah	114842	115829	117040	117615	118141

Sumber: Laporan kependudukan kecamatan Jombang

4.3.2. Data fasilitas umum

Data fasilitas umum dan sosial ini digunakan untuk memperkirakan kualitas air limbah domestik yang berasal dari non penduduk, sedangkan data jumlah fasilitas penyebarannya masing-masing kelurahan dapat diketahui dari tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data Jumlah fasilitas Tiap kelurahan

No	Kelurahan	Jenis fasilitas					
		Pendidikan	Peribadatan	Kesehatan	Perdagangan / jasa	Perkantoran	Rekreasi/ olah raga
1	Jombang	16	38	10	119	1	1
2	Denanyar	12	28	8	90	1	1
3	Candimulyo	13	32	9	101	1	1
4	Kepatihan	7	16	5	52	0	0
5	Pulolor	12	29	8	93	1	1
6	Kepanjen	11	27	7	85	1	1
7	Sengon	11	26	7	83	1	1
8	Jombatan	9	23	6	72	1	0
9	Kaliwungu	5	12	3	38	0	0
10	Plandi	8	20	6	64	1	0
11	Jalakombo	6	14	4	44	0	0
12	Sambongdukuh	10	25	7	79	1	0
13	Tunggorono	7	17	5	54	0	0
14	Plosogeneng	8	19	5	59	0	0
15	jabon	6	14	4	43	0	0
16	Mojongpahit	7	16	4	50	0	0
17	Tambakrejo	7	18	5	55	0	0
18	Dapurkejambon	7	16	4	51	0	0
19	Banjardowo	11	26	7	82	1	1
20	Sumberejo	4	9	2	29	0	0

Sumber: BPS .badan Pusat Statistik Kabupaten Jombang (Kabupaten Jombang dalam rangka Angka 2002)

4.3.3. Data pemakaian air bersih penduduk dan fasilitas

Berdasarkan data yang disadur dari PDAM Kabupaten jombang yang terdapat dalam buku Kabupaten Jombang dalam angka, dapat diperkirakan rata – rata pemakaian air bersih penduduk Kabupaten jombang adalah sebesar 100 L/hari/orang.

4.4. Analisa data

4.4.1. Proyeksi penduduk

Proyeksi penduduk digunakan untuk memprakirakan jumlah penduduk untuk masa yang akan datang. Prakiraan jumlah penduduk ini digunakan sebagai dasar untuk perhitungan kuantitas air buangan yang dihasilkan dari aktifitas domestik. Metode proyeksi yang digunakan dalam perencanaan ini adalah metode aritmatika, metode ini digunakan dengan mempertimbangkan bahwa data yang sudah ada menunjukkan kecenderungan pertumbuhan yang linier. Berdasarkan metode proyeksi yang terpilih berikut ini disajikan contoh perhitungan untuk proyeksi penduduk Kelurahan Jombang selama 20 tahun kedepan (tahun 2024).

$$\text{Rumus. } P_n = P_o + K_a (t_n - t_o)$$

Sedangkan,

$$K_a = \frac{P_n - P_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$$

maka proyeksi jumlah penduduk kelurahan Jombang untuk tahun 2024 (20 tahun) adalah sebagai berikut :

Tabel perhitungan nilai Ka

Tahun	Jumlah Penduduk	Ka
1	2	3
2000	11269	
2001	10558	-711
2002	10510	-48
2003	10494	-16
2004	10529	35
Ka rata-rata		-185

Contoh perhitungan untuk kolom 3 baris 2 :

$$Ka = \frac{10558 - 11269}{2001 - 2000}$$

$$= -185$$

Berdasarkan nilai rata-rata Ka dan data jumlah penduduk pada tahun terakhir kemudian digunakan untuk menentukan memproyeksikan jumlah penduduk hingga tahun 2003, seperti pada contoh perhitungan berikut :

$$\text{Rumus. } P_{2024} = 10529 + [(-185) \cdot (2023 - 2003)]$$

$$= 6829 \text{ jiwa}$$

Selanjutnya, hasil perhitungan proyeksi penduduk untuk 20 tahun kedepan (tahun 2024) berdasarkan metode terpilih dapat diketahui dari tabel 4.4.

Tabel 4.4 Proyeksi Penduduk Tiap Kelurahan sampai Tahun 2024

No	Kelurahan	Tahun	
		2004	2024
1	Jombang	10.529	6.829
2	Denanyar	7.891	10.326
3	Candimulyo	8.849	8.664
4	Kepatihan	4.534	2.219
5	Pulolor	8.142	10.877
6	Kepanjen	7.472	7.832
7	Sengon	7.319	8.459
8	Jombatan	6.290	7.965
9	Kaliwungu	3.369	4.284
10	Plandi	5.617	7.392
11	Jalakombo	3.909	3.799
12	Sambongdukuh	6.984	10.889
13	Tunggorono	4.777	8.562
14	Plosogeneng	5.234	6.019
15	Jabon	3.771	4.981
16	Mojongapit	4.395	4.750
17	Tambakrejo	4.848	4.848
18	Dapurkejambon	4.520	7.805
19	Banjardowo	7.177	6.392
20	Sumberejo	2.514	1.744
Tot Kecamatan		118.141	134.636

Pada tabel 4.4 hasil perhitungan proyeksi penduduk ada beberapa kelurahan yang turun, yaitu kelurahan Kepatihan, Banjardowo, Sumberejo, dikarenakan data penduduk yang digunakan dalam studi perencanaan dari tahun 2000-2004 menunjukkan kecenderungan menurun, sehingga rasio pertumbuhan penduduk lebih kecil dari satu, Rasio (nilai KA)

4.4.2. Proyeksi fasilitas

Proyeksi fasilitas digunakan untuk memperkirakan jumlah fasilitas di tiap kelurahan sampai dengan periode tahun perencanaan, dalam hal ini jumlah untuk 20 tahun kedepan. Proyeksi ini menggunakan pendekatan nilai perbandingan jumlah penduduk tahun proyeksi (2024) dengan tahun sekarang (2004) yang diasumsikan ekivalen dengan perbandingan jumlah fasilitas tahun proyeksi dengan jumlah fasilitas tahun sekarang. Sedangkan rumusannya sebagai berikut :

$$(X/Z) = (\sum P_n / \sum P_0)$$

dimana : X : prakiraan jumlah fasilitas yang dibutuhkan pada tahun proyeksi

Z : jumlah fasilitas yang ada pada tahun sekarang.

($\sum P_n / \sum P_0$) : perbandingan jumlah penduduk tahun yang akan datang dengan tahun sekarang. Untuk selanjutnya hasil dari proyeksi fasilitas tersebut dapat diketahui dari tabel 4.5.

Tabel 4.5 Proyeksi Fasilitas Tiap Kelurahan sampai Tahun 2024

Kelurahan	Pn/Po	Jenis Fasilitas											
		Pendidikan		Peribadatan		Kesehatan		Perdagangan/Jasa		Perkantoran		Rekreasi/Olah raga	
		2004	2024	2004	2024	2004	2024	2004	2024	2004	2024	2004	2024
Jombang	0.65	16	16	38	38	10	10	119	119	1	1	1	1
Denanyar	1.31	12	16	28	37	8	10	90	118	1	1	1	1
Candimulyo	0.98	13	13	32	32	9	9	101	101	1	1	1	1
Kepatihan	0.49	7	7	16	16	5	5	52	52	0	1	0	0
Pulolar	1.34	12	16	29	39	8	11	93	124	1	1	1	1
Kepanjen	1.05	11	12	27	28	7	7	85	89	1	1	1	1
Sengon	1.16	11	13	26	30	7	8	83	96	1	1	1	1
Jombatan	1.27	9	11	23	29	6	8	72	91	1	1	0	0
Kaliwungu	1.27	5	6	12	15	3	4	38	48	0	1	0	0
Plandi	1.32	8	11	20	26	6	8	64	84	1	1	0	0
Jalakombo	0.97	6	6	14	14	4	4	44	44	0	1	0	0
Sambongdukuh	1.56	10	16	25	39	7	11	79	123	1	1	0	0
Tunggorono	1.79	7	13	17	30	5	9	54	97	0	1	0	0
Flosogeneng	1.15	8	9	19	22	5	6	59	68	0	1	0	0
Jabon	1.32	6	8	14	18	4	5	43	57	0	1	0	0
Mojongapit	1.08	7	8	16	17	4	4	50	54	0	1	0	0
Pambakrejo	1.00	7	7	18	18	5	5	55	55	0	1	0	0
Dupurkejambon	1.73	7	12	16	28	4	7	51	88	0	1	0	0
Banjardowo	0.89	11	11	26	26	7	7	82	82	1	1	1	1
Sumberejo	0.69	4	4	9	9	2	2	29	29	0	1	0	0
Tot Kec.		177	213	425	512	116	140	1343	1619	10	20	7	7

4.4.2.1. Prakiraan pemakaian air bersih untuk fasilitas berdasarkan prakiraan data tahun 2024.

Berdasarkan data yang terdapat pada tabel 4.5. kemudian dilakukan perhitungan prakiraan pemakaian air bersih untuk fasilitas tiap – tiap kelurahan . dengan asumsi (didaasrkan literatur) sebagai berikut:

- Pendidikan : 800 l/ hari tiap unit
- Peribadatan : 1000 l/ hari tiap unit
- Kesehatan : 250 l/TT/hari dan rata-rata terdapat 20 tempat tidur tiap unit fasilitas kesehatan
- Perdagangan : 500 l/tiap unit
- Perkantoran : 2 l/ hari tiap pekerja dengan rata-rata jumlah \pm 20 orang
- Rekreasi/OR : 1000 l/hari

(M. Anis Al-Layla, Shamin Ahmad dan E. Joe Middlebrooks . Water Supply Engineering Design. Ann Arbor Science, Michigan, 1977)

Hasil perhitungan dapat diketahui pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Kebutuhan Air Fasilitas Umum Tahun 2024

No	Kelurahan	Fasilitas					Rekreasi/ Olah Raga (l/hari)	Total (l/hari)
		Pendidikan (l/hari)	Peribadatan (l/hari)	Kesehatan (l/hari)	Perdagangan (l/hari)	Perkantoran (l/hari)		
1	Jombang	12,800	38,000	50,000	59,500	40	1,000	161,340
2	Denanyar	12,562	36,640	52,343	58,886	40	1,000	161,472
3	Candimulyo	10,183	32,000	44,059	50,500	40	1,000	137,782
4	Kepatihan	5,600	16,000	25,000	26,000	40	0	72,640
5	Pulolor	12,825	38,741	53,437	62,120	40	1,000	168,163
6	Kepanjen	9,224	28,301	36,686	44,548	40	1,000	119,799
7	Sengon	10,171	30,050	40,452	47,964	40	1,000	129,676
8	Jombatan	9,117	29,125	37,989	45,587	40	0	121,858
9	Kaliwungu	5,086	15,259	19,074	24,160	40	0	63,620
10	Plandi	8,422	26,320	39,480	42,112	40	0	116,375
11	Jalakombo	4,665	13,606	19,437	22,000	40	0	59,748
12	Sambongdukuh	12,473	38,978	54,570	61,586	40	0	167,647
13	Tunggorono	10,037	30,470	44,808	48,393	40	0	133,748
14	Plosogeneng	7,360	21,850	28,750	33,924	40	0	91,923
15	Jabon	6,340	18,492	26,417	28,399	40	0	79,688
16	Mojongapit	6,052	17,292	21,615	27,019	40	0	72,020
17	Tambakrejo	5,600	18,000	25,000	27,500	40	0	76,140
18	Dapurkejambon	9,670	27,628	34,535	44,033	40	0	115,906
19	Banjardowo	8,800	26,000	35,000	41,000	40	1,000	111,840
20	Sumberejo	3,200	9,000	10,000	14,500	40	0	36,740
Tot Kec.		170,188	511,753	698,653	809,731	800	7,000	2,198,125

4.4.2.2. Perhitungan prakiraan jumlah penduduk non domestik tahun 2024.

Perhitungan ini untuk memprakirakan jumlah penduduk berdasarkan fasilitas yang ada. Prakiraan ini dengan menggunakan metode ekivalensi antara total jumlah pemakaian air bersih untuk keseluruhan fasilitas dalam satu kelurahan dibandingkan dengan pemakaian rata-rata air bersih per orang per hari. Salah satu contoh perhitungan penduduk non domestik untuk kelurahan Jombang berdasarkan table 4.6 adalah sebagai berikut:

- Jumlah pemakaian air bersih fasilitas sebesar 161340 Liter/hari.
 - Pemakaian air bersih rata – rata penduduk sebesar 100 L/hari/orang.
- maka penduduk non domestik adalah $(161340/100) = 1613,4 \approx 1613$ jiwa. Untuk perhitungan selanjutnya dapat diketahui dari tabel 4.7.

Tabel 4.7. Tabel perhitungan penduduk non domestik tahun 2024

No	Kelurahan	Kebutuhan air	Keb. Air (l/o/hari)	Σ Penduduk NonDomestik
1	Jombang	161,340	100	1613
2	Denanyar	161,472	100	1615
3	Candimulyo	137,782	100	1378
4	Kepatihan	72,640	100	726
5	Pulolor	168,163	100	1682
6	Kepanjen	119,799	100	1198
7	Sengon	129,676	100	1297
8	Jombatan	121,858	100	1219
9	Kaliwungu	63,620	100	636
10	Plandi	116,375	100	1164
11	Jalakombo	59,748	100	597
12	Sambongdukuh	167,647	100	1676
13	Tunggorono	133,748	100	1337
14	Plosogeneng	91,923	100	919
15	Jabon	79,688	100	797
16	Mojongapit	72,020	100	720
17	Tambakrejo	76,140	100	761
18	Dapurkejambon	115,906	100	1159
19	Banjardowo	111,840	100	1118
20	Sumberejo	36,740	100	367

4.4.3. Perhitungan total proyeksi penduduk tahun 2024.

Perhitungan ini digunakan untuk memprakirakan keseluruhan penduduk baik domestik maupun non domestik yang terdapat dalam wilayah perencanaan yang bersangkutan. Berdasarkan tabel 4.4. dan 4.7. dihitung total proyeksi penduduk tahun 2024 yang tercantum dalam tabel 4.8 sebagai berikut.

Tabel 4.8. Tabel perhitungan penduduk domestik dan non domestik tiap-tiap Kelurahan tahun 2024

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk (jiwa)		Total (jiwa)
		Domestik	Non Domestik	
1	Jombang	6829	1613	8442
2	Denanyar	10326	1615	11941
3	Candimulyo	8664	1378	10042
4	Kepatihan	2219	726	2945
5	Pulolor	10877	1682	12559
6	Kepanjen	7832	1198	9030
7	Sengon	8459	1297	9756
8	Jombatan	7965	1219	9184
9	Kaliwungu	4284	636	4920
10	Plandi	7392	1164	8556
11	Jalakombo	3799	597	4396
12	Sambongdukuh	10889	1676	12565
13	Tunggorono	8562	1337	9899
14	Plosogeneng	6019	919	6938
15	Jabon	4981	797	5778
16	Mojongapit	4750	720	5470
17	Tambakrejo	4848	761	5609
18	Dapurkejambon	7805	1159	8964
19	Banjardowo	6392	1118	7510
20	Sumberejo	1744	367	2111
Total Kecamatan		134636	21981	156617

BAB V

PERENCANAAN SISTEM PENYALURAN AIR BUANGAN

5.1. Daerah Pelayanan

Berdasarkan pada data penduduk dan tata guna lahan yang ada, maka daerah pelayanan dalam perencanaan ini dibagi dalam beberapa blok. Untuk satu blok pelayanan dapat terdiri dari satu atau lebih wilayah kelurahan yang masuk dalam cakupan wilayah perencanaan. Wilayah kelurahan yang masuk dalam satu blok pelayanan adalah beberapa wilayah kelurahan yang saling berdekatan secara geografisnya dan batas administratifnya.

Letak dari jaringan pipa adalah salah satu hal yang mendasari perencanaan batasan blok pelayanan. Sehingga perencanaan penyaluran air buangan ini diharapkan dapat melayani seefektif mungkin dan mempermudah perencanaan dimensi pipa atau salurannya. Berdasarkan lokasi pemukiman pada peta, maka prosentase pelayanan perencanaan untuk setiap kelurahan sesuai tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1. Jumlah penduduk terlayani tiap kelurahan

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk (jiwa)	% Pelayanan	Penduduk Terlayani (jiwa)
1	Jombang	8442	100	8442
2	Denanyar	11941	80	9553
3	Candimulyo	10042	100	10042
4	Kepatihan	2945	100	2945
5	Pulolor	12559	80	10047
6	Kepanjen	9030	100	9030
7	Sengon	9756	70	6829
8	Jombatan	9184	80	7347
9	Kaliwungu	4920	70	3444
10	Plandi	8556	80	6845
11	Jalakombo	4396	70	3078
12	Sambongdukuh	12565	100	12565
13	Tunggorono	9899	100	9899
14	Plosogeneng	6938	80	5551
15	Jabon	5778	70	4045
16	Mojongapit	5470	70	3829
17	Tambakrejo	5609	80	4488
18	Dapurkejambon	8964	80	7171
19	Banjardowo	7510	60	4506
20	Sumberejo	2111	80	1689
Total Terlayani				131345

Keterangan : Kolom penduduk terlayani adalah % pelayanan x jumlah penduduk kelurahan

5.2. Pembagian jaringan dan rencana pembagian debit.

Pada perencanaan sistem jaringan penyaluran air buangan ini, direncanakan pada saluran primer (pipa utama). Setiap jalur dari saluran primer (pipa utama) terdapat saluran sekunder (pipa cabang) untuk melayani tiap blok, sehingga saluran primer tersebut dapat melayani satu atau lebih blok. Perencanaan jaringan (jalur pipa) dan pembagian pelayanannya dapat diketahui pada gambar 5.2. Sedangkan untuk panjang pipa pada setiap jalur didasarkan pada skala peta batas administratif Kecamatan Jombang, gambar

PETA KECAMATAN JOMBANG

UTARA



SKALA 1:30000

0 250 500 750 1000 1250 Meters

Keterangan :

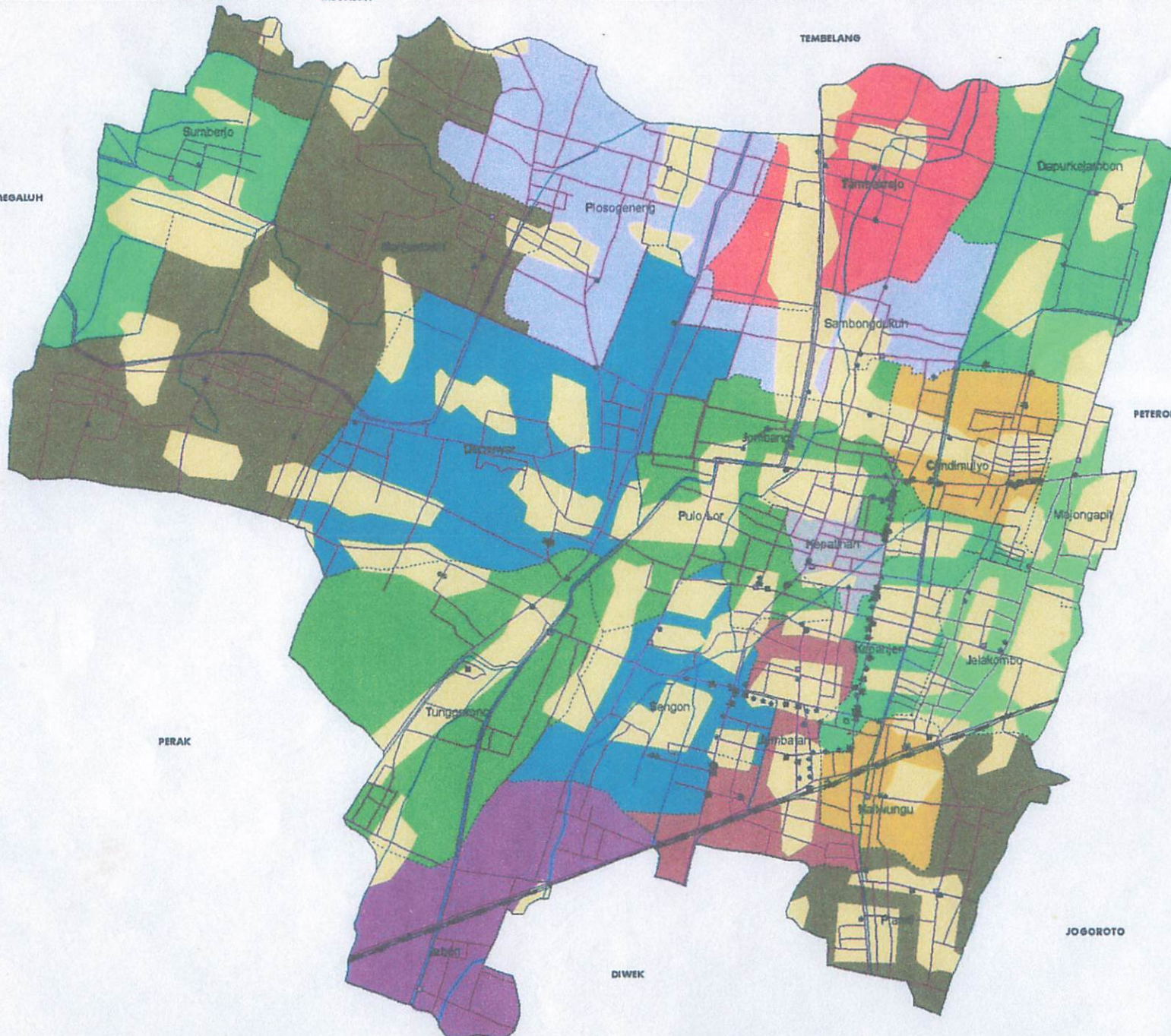
- Batas kecamatan
- Batas desa
- Sungai
- Kereta Api
- Jalan
- Pemukiman

Fasilitas Umum

- Rumah Sakit
- Kantor Pemerintah
- Kantor Kecamatan
- Kantor Desa
- Kantor Partai Politik
- Kantor Swasta
- Kantor Wartawan
- Polisi/Koramil
- Balai Penyuluhan
- Apotek
- Candi
- Taman Kebun Rojo
- Koperasi
- Pabrik
- Bank
- Pasar
- Perumahan
- Terminal
- Sekolah/Perguruan Tinggi
- Pondok Pesantren
- Asrama
- Pemancar
- Stasiun
- PLN
- Telkom
- Kantor Pos
- SPBU

MEGALUH

TEMBELANG



PETERONGAN

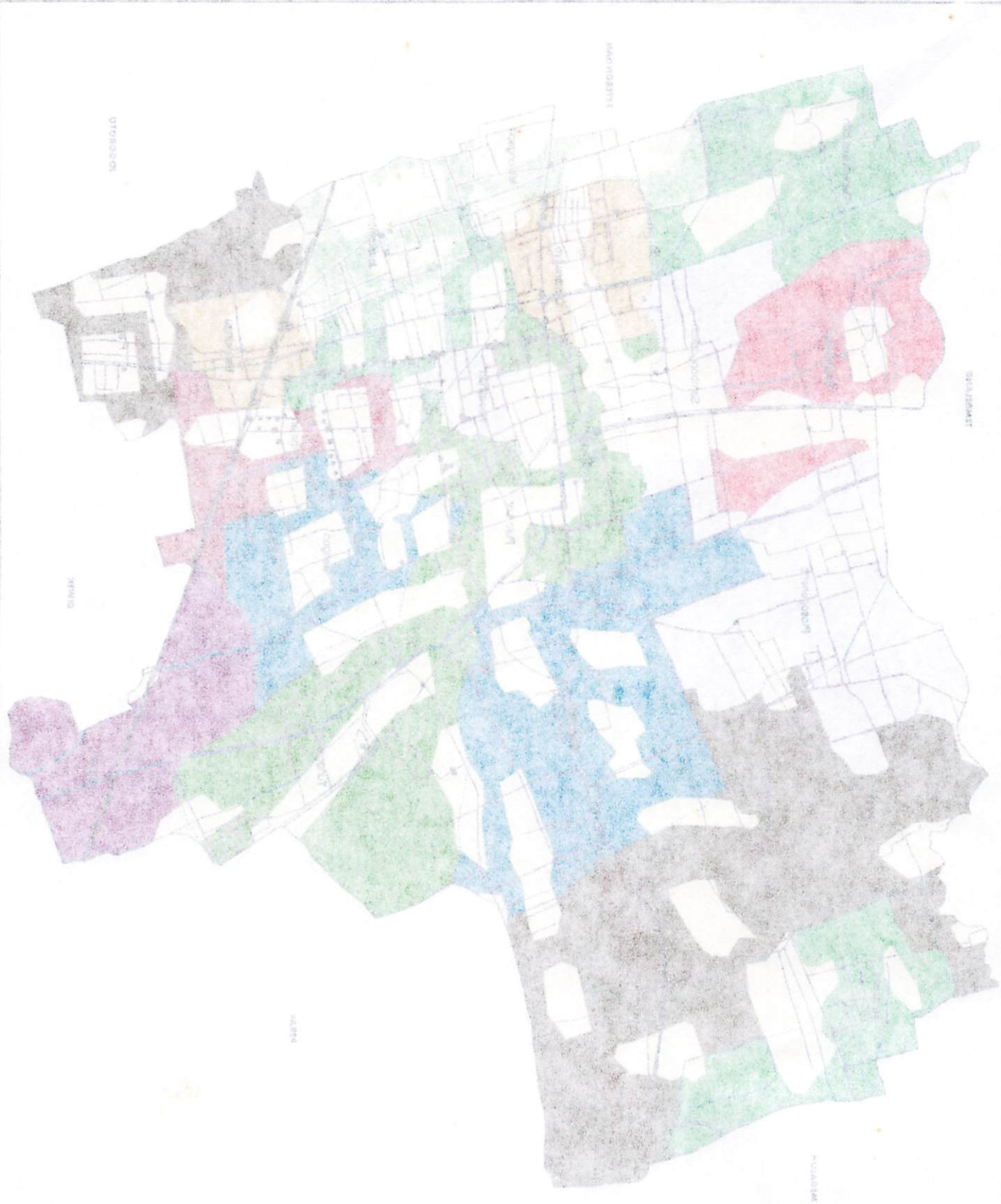
PERAK

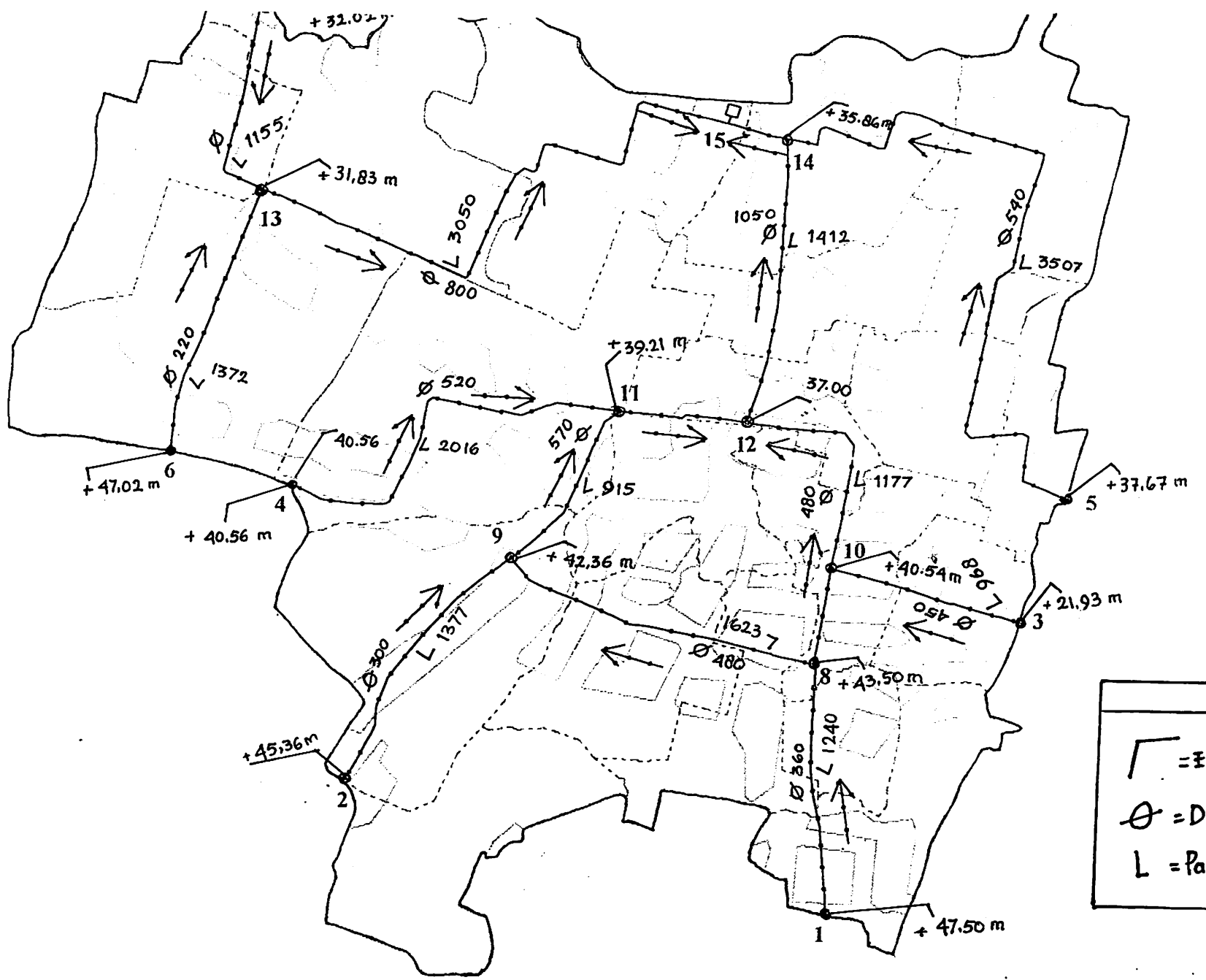
DIWEK

JOGOROTO

- 1. ЗОНА
- 2. ПОВИШЕНА
- 3. ЗАПОВІД
- 4. АРХИ
- 5. ЗОНА
- 6. ЗОНА
- 7. ЗОНА
- 8. ЗОНА
- 9. ЗОНА
- 10. ЗОНА
- 11. ЗОНА
- 12. ЗОНА
- 13. ЗОНА
- 14. ЗОНА
- 15. ЗОНА
- 16. ЗОНА
- 17. ЗОНА
- 18. ЗОНА
- 19. ЗОНА
- 20. ЗОНА
- 21. ЗОНА
- 22. ЗОНА
- 23. ЗОНА
- 24. ЗОНА
- 25. ЗОНА
- 26. ЗОНА
- 27. ЗОНА
- 28. ЗОНА
- 29. ЗОНА
- 30. ЗОНА
- 31. ЗОНА
- 32. ЗОНА
- 33. ЗОНА
- 34. ЗОНА
- 35. ЗОНА
- 36. ЗОНА
- 37. ЗОНА
- 38. ЗОНА
- 39. ЗОНА
- 40. ЗОНА
- 41. ЗОНА
- 42. ЗОНА
- 43. ЗОНА
- 44. ЗОНА
- 45. ЗОНА
- 46. ЗОНА
- 47. ЗОНА
- 48. ЗОНА
- 49. ЗОНА
- 50. ЗОНА
- 51. ЗОНА
- 52. ЗОНА
- 53. ЗОНА
- 54. ЗОНА
- 55. ЗОНА
- 56. ЗОНА
- 57. ЗОНА
- 58. ЗОНА
- 59. ЗОНА
- 60. ЗОНА
- 61. ЗОНА
- 62. ЗОНА
- 63. ЗОНА
- 64. ЗОНА
- 65. ЗОНА
- 66. ЗОНА
- 67. ЗОНА
- 68. ЗОНА
- 69. ЗОНА
- 70. ЗОНА
- 71. ЗОНА
- 72. ЗОНА
- 73. ЗОНА
- 74. ЗОНА
- 75. ЗОНА
- 76. ЗОНА
- 77. ЗОНА
- 78. ЗОНА
- 79. ЗОНА
- 80. ЗОНА
- 81. ЗОНА
- 82. ЗОНА
- 83. ЗОНА
- 84. ЗОНА
- 85. ЗОНА
- 86. ЗОНА
- 87. ЗОНА
- 88. ЗОНА
- 89. ЗОНА
- 90. ЗОНА
- 91. ЗОНА
- 92. ЗОНА
- 93. ЗОНА
- 94. ЗОНА
- 95. ЗОНА
- 96. ЗОНА
- 97. ЗОНА
- 98. ЗОНА
- 99. ЗОНА
- 100. ЗОНА

1. ЗОНА
 2. ПОВИШЕНА
 3. ЗАПОВІД
 4. АРХИ
 5. ЗОНА
 6. ЗОНА
 7. ЗОНА
 8. ЗОНА
 9. ЗОНА
 10. ЗОНА
 11. ЗОНА
 12. ЗОНА
 13. ЗОНА
 14. ЗОНА
 15. ЗОНА
 16. ЗОНА
 17. ЗОНА
 18. ЗОНА
 19. ЗОНА
 20. ЗОНА
 21. ЗОНА
 22. ЗОНА
 23. ЗОНА
 24. ЗОНА
 25. ЗОНА
 26. ЗОНА
 27. ЗОНА
 28. ЗОНА
 29. ЗОНА
 30. ЗОНА
 31. ЗОНА
 32. ЗОНА
 33. ЗОНА
 34. ЗОНА
 35. ЗОНА
 36. ЗОНА
 37. ЗОНА
 38. ЗОНА
 39. ЗОНА
 40. ЗОНА
 41. ЗОНА
 42. ЗОНА
 43. ЗОНА
 44. ЗОНА
 45. ЗОНА
 46. ЗОНА
 47. ЗОНА
 48. ЗОНА
 49. ЗОНА
 50. ЗОНА
 51. ЗОНА
 52. ЗОНА
 53. ЗОНА
 54. ЗОНА
 55. ЗОНА
 56. ЗОНА
 57. ЗОНА
 58. ЗОНА
 59. ЗОНА
 60. ЗОНА
 61. ЗОНА
 62. ЗОНА
 63. ЗОНА
 64. ЗОНА
 65. ЗОНА
 66. ЗОНА
 67. ЗОНА
 68. ЗОНА
 69. ЗОНА
 70. ЗОНА
 71. ЗОНА
 72. ЗОНА
 73. ЗОНА
 74. ЗОНА
 75. ЗОНА
 76. ЗОНА
 77. ЗОНА
 78. ЗОНА
 79. ЗОНА
 80. ЗОНА
 81. ЗОНА
 82. ЗОНА
 83. ЗОНА
 84. ЗОНА
 85. ЗОНА
 86. ЗОНА
 87. ЗОНА
 88. ЗОНА
 89. ЗОНА
 90. ЗОНА
 91. ЗОНА
 92. ЗОНА
 93. ЗОНА
 94. ЗОНА
 95. ЗОНА
 96. ЗОНА
 97. ЗОНА
 98. ЗОНА
 99. ЗОНА
 100. ЗОНА





⌈	= Elevasi
Ø	= Diameter
L	= Panjang P.

dan data properti Autocad didapatkan panjang pipa (L) setiap jalur sebagai berikut.

Tabel 5.2. Panjang Pipa tiap Jalur Saluran

Jalur	Panjang Pipa (m)
1 – 8	1240
2 – 9	1377
3 – 10	968
4 – 11	2016
5 – 14	3507
6 – 13	1372
7 – 13	1155
8 – 9	1623
8 – 10	484
9 – 11	915
10 – 12	1177
11 – 12	631
12 – 14	1412
13 – 15	3050
14 – 15	292
15 – IPAL	35

Keterangan:

Sekala perbesaran merupakan skala peta yaitu 1:30.000, dimana tiap 1 mm panjang pada peta = 30.000 mm panjang sesungguhnya.

Dari perencanaan jaringan (gambar 5.2) didapatkan blok-blok pelayanan yang bertujuan untuk mempermudah perhitungan jumlah penduduk yang dapat dilayani. Penentuan penduduk terlayani didasarkan pada prosentase wilayah kelurahan yang terdapat pada blok pelayanan (gambar 5.3) dan jumlah penduduk terlayani pada tiap kelurahan (tabel 5.1). Jumlah penduduk terlayani tiap blok sesuai dengan tabel 5.3.

Tabel 5.3. Jumlah Penduduk Terlayani Tiap Blok Pelayanan

Blok	Wilayah	Penduduk Terlayani tiap Kelurahan	% Pelayanan	Penduduk Terlayani per Blok	Penduduk Terlayani per Blok
I	Plandi	6845	30	2053	23015
	Kaliwungu	3444	0	0	
	Jombatan	7347	40	2939	
	Kepanjen	9030	10	903	
	Sengon	6829	90	6146	
	Tunggorono	9899	70	6930	
	Jabon	4045	100	4045	
II	Plandi	6845	70	4791	12175
	Kaliwungu	3444	100	3444	
	Kepanjen	9030	30	2709	
	Jalakombo	3078	40	1231	
III	Tunggorono	9899	20	1980	5801
	Denanyar	9553	40	3821	
IV	Jombatan	7347	60	4408	20873
	Kepanjen	9030	0	0	
	Kepatihan	2945	100	2945	
	Jombang	8442	10	844	
	Pulolor	10047	100	10047	
	Sengon	6829	10	683	
	Tunggorono	9899	10	990	
	Denanyar	9553	10	955	
V	Jalakombo	3078	60	1847	32465
	Kepanjen	9030	60	5418	
	Jombang	8442	60	5065	
	Candimulyo	10042	70	7029	
	Mojongapit	3829	40	1532	
	Sambongdukuh	12565	60	7539	
	Tambakrejo	4488	10	449	
	Dapurkejambon	7171	50	3586	
VI	Jombang	8442	30	2533	21602
	Sambongdukuh	12565	40	5026	
	Tambakrejo	4488	50	2244	
	Denanyar	9553	50	4776	
	Plosogeneng	5551	90	4996	
	Banjardowo	4506	45	2028	
VII	Banjardowo	4506	45	2028	3548
	Sumberejo	1689	90	1520	
VIII	Mojongapit	3829	60	2297	11865
	Candimulyo	10042	30	3013	
	Dapurkejambon	7171	50	3586	
	Tambakrejo	4488	40	1795	
	Plosogeneng	5551	10	555	
	Banjardowo	4506	10	451	
Sumberejo	1689	10	169		
Total Penduduk Kecamatan Terlayani					131345

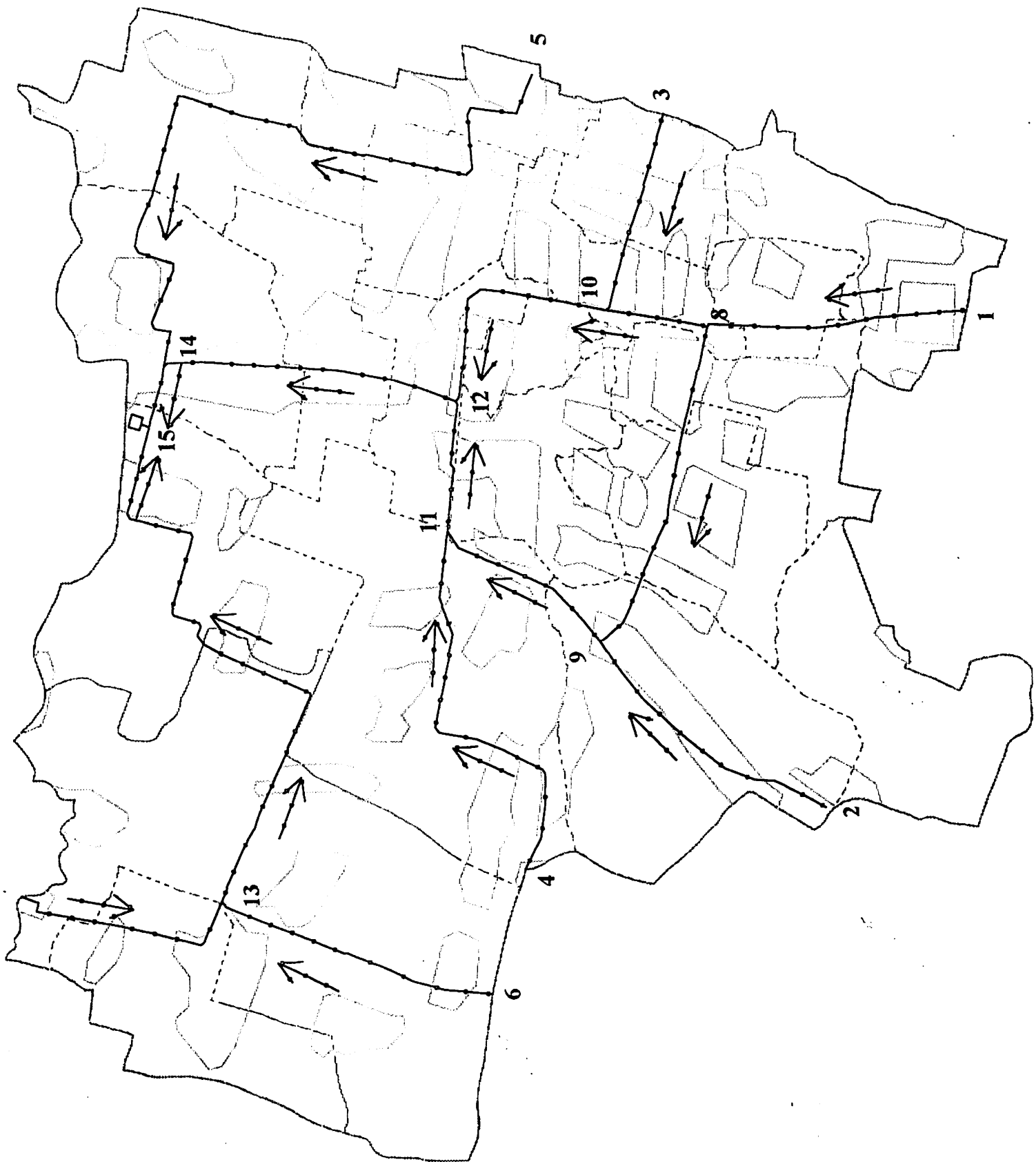
Berdasarkan gambar 5.3 dan tabel 5.3 kemudian direncanakan area pelayanan setiap jalur pipa terhadap wilayah blok yang sudah direncanakan berdasarkan prosentase pelayanan tiap jaringan (jalur pipa) terhadap blok.

Tabel 5.4. Perencanaan pelayanan jaringan pipa terhadap blok pelayanan

Jalur	Blok	% Pelayanan	Penduduk per Blok (jiwa)	Penduduk Terlayani (jiwa)	Total Penduduk Terlayani (jiwa)
1 - 8	I	30	23015	6905	12992
	II	50	12175	6088	
2 - 9	I	30	23015	6905	8065
	III	20	5801	1160	
3 - 10	II	30	12175	3653	10146
	V	20	32465	6493	
4 - 11	III	50	5801	2900	8301
	VI	25	21602	5401	
5 - 14	V	30	32465	9739	16265
	VIII	55	11865	6526	
6 - 13	VI	15	21602	3240	4660
	VII	40	3548	1419	
7 - 13	VII	60	3548	2129	3315
	VIII	10	11865	1187	
8 - 9	I	40	23015	9206	17555
	IV	40	20873	8349	
8 - 10	II	20	12175	2435	4522
	IV	10	20873	2087	
9 - 11	III	30	5801	1740	5915
	IV	20	20873	4175	
10 - 12	IV	15	20873	3131	9624
	V	20	32465	6493	
11 - 12	IV	15	20873	3131	4211
	VI	5	21602	1080	
12 - 14	V	30	32465	9739	15140
	VI	25	21602	5401	
13 - 15	VI	25	21602	5401	7774
	VIII	20	11865	2373	
14 - 15	VI	5	21602	1080	2860
	VIII	15	11865	1780	
15 - IPAL	VIII	100		131345	131345

Keterangan:

Kolom penduduk adalah % terlayani x total jumlah penduduk blok pada tabel 5.2



Berdasarkan jaringan yang telah direncanakan ini nantinya akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan arah aliran dan pembebanan debit aliran air limbah pada setiap jalur pipa. Penentuan arah aliran dan pembagian pembebanan debit juga akan digunakan untuk merencanakan diameter pipa, kecepatan aliran serta penanaman pipa.

5.3. Perhitungan debit air limbah.

- a. Dalam perhitungan debit air limbah menggunakan formula Babbitt satuan jumlah penduduk dalam ribuan jiwa, sehingga jumlah penduduk terlayani (p) pada jalur 1-8 blok I

$$= \frac{6905 \text{ jiwa}}{1000 \text{ jiwa}} = 6,905 \text{ dalam satuan } 1000 \text{ jiwa}$$

perhitungan selanjutnya sesuai tabel 5.5 kolom 5.

- b. Berdasarkan data dari PDAM setempat, jumlah kebutuhan air bersih rata-rata penduduk Kecamatan Jombang adalah 100 liter per orang per hari, maka :

Debit rata-rata air bersih ($Q_{\text{air bersih}}$)

$$Q_{\text{air bersih}} = \frac{100 \text{ liter}}{1 \text{ hari} \times 1 \text{ jiwa}} \times \frac{1 \text{ hari}}{86400 \text{ det}} \times 1000 \text{ jiwa}$$

$$= 1,16 \text{ l/det. } 1000 \text{ jiwa}$$

perhitungan selanjutnya sesuai tabel 5.5 kolom 7.

- c. *Debit rata-rata air buangan (Q_r)*

Debit rata-rata air buangan berdasarkan persamaan 2.1, yaitu :

$$Q_r = (60 - 80)\% \times Q_{\text{air bersih}}$$

Q rata-rata air bersih penduduk sebesar 1,16 l/det.1000 jiwa, jika diambil

70 % (asumsi) maka:

$$\begin{aligned} Q_r &= (70)\% \times 1,16 \text{ l/det.1000 jiwa} \\ &= 0.81 \text{ Liter/detik.1000 jiwa} \end{aligned}$$

perhitungan selanjutnya sesuai tabel 5.5 kolom 8.

d. *Debit maksimum harian air buangan (Q_{md})*

$$\begin{aligned} Q_{md} &= 1,25 \times Q_r \\ &= 1,25 \times 0.81 \text{ Liter/detik.1000 jiwa} \\ &= 1.01 \text{ Liter/detik.1000 jiwa} \end{aligned}$$

perhitungan selanjutnya sesuai tabel 5.5 kolom 9.

e. *Debit puncak (Q_{peak})*

Debit puncak untuk setiap jaringan dapat ditentukan dengan rumus

Babbitt sebagai berikut :

Debit puncak (Formula Babbitt)

$$Q_{\text{peak}} = 5 \cdot p^{0.8} \cdot Q_{md} + C_r \cdot p \cdot Q_r + Q_{inf} \cdot (L/1000)$$

dimana :

p = populasi dalam ribuan

Q_r = debit air buangan rata-rata (L/det.1000 jiwa)

Q_{md} = debit air buangan maksimum harian (L/det.1000 jiwa)

L = panjang pipa (m)

C_r = Koefisien infiltrasi (0.2- 0.5)

Q_{inf} = debit infiltrasi besarnya (1- 3) L/det .Km panjang pipa.

dalam perencanaan ini diambil beberapa kriteria sebagai berikut :

Cr (koefisien infiltrasi) sebesar 0,2, Q_{inf} (debit infiltrasi) sebesar 2 L/det, dimana kriteria ini didasarkan atas asumsi literatur. Berdasarkan kriteria dan formula tersebut disajikan contoh perhitungan untuk penentuan Q_{peak} pada jalur 1-8 blok I. Pada jalur 1-8 blok I ini diketahui data sebagai berikut :

$$Q_r = 0.81 \text{ L/det.1000 jiwa}$$

$$Q_{md} = 1.01 \text{ L/det.1000 jiwa}$$

$$p = 6,905$$

$$L = 1240 \text{ m ; maka didapat :}$$

$$Q_{peak} = 5 \cdot (6,905)^{0.8} \cdot 1,01 + 0,2 \cdot 6,905 \cdot 0,81 + 2 \cdot \frac{1240}{1000}$$

$$Q_{peak} = 27,35 \text{ L/det}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 5.5 kolom 10.

Kolom 11 merupakan Q_{peak} kumulatif pada setiap jalur pipa.

Kolom 12 merupakan Q_{peak} kumulatif dari dua jalur, misalnya:

- i. Jalur 8-9 merupakan kumulatif dari jalur 1-8 dan jalur 8-9.
- ii. Jalur 9-11 merupakan kumulatif dari jalur 2-9, 8-9, 9-11.

f. *Debit minimum (Q_{min})*

$$Q_{min} = 1/5 \cdot p^{7/6} \cdot Q_r$$

$$= 1/5 \cdot 5,905^{7/6} \cdot 0,81$$

$$= 1,54 \text{ L/det}$$

Hasil perhitungan Q_{min} selanjutnya sesuai tabel 5.5 kolom 13,14,dan 15.

Tabel 5.5. Perhitungan Debit Air Buangan Kecamatan Jombang

Jalur	L. Pipa (m)	Blok	Penduduk Terlayani (jiwa)	Penduduk (1000 jiwa)	Keb. Air (l/orhari)	Q _{air bersih} (l/det.1000)	Q _r (l/det.1000)	Q _{md} (l/det.10000)	Q _{peak} (l/det)	Q _{peak jalur} (l/det)	Q _{penk kumulatif} (l/det)	Q _{min} (l/det)	Q _{min jalur} (l/det)	Q _{min kumulatif} (l/det)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 - 8	1240	I	6905	6,905	100	1.16	0.81	1.01	27.35	49.82		1.54	2.88	
		II	6088	6,088	100	1.16	0.81	1.01	22.47			1.53		
2 - 9	1377	I	6905	6,905	100	1.16	0.81	1.01	27.63	33.52		1.54	1.74	
		III	1160	1,160	100	1.16	0.81	1.01	5.89			0.19		
3 - 10	968	II	3653	3,653	100	1.16	0.81	1.01	16.80	40.47		0.73	2.17	
		V	6493	6,493	100	1.16	0.81	1.01	23.67			1.44		
4 - 11	2016	III	2900	2,900	100	1.16	0.81	1.01	16.37	36.76		0.56	1.72	
		VI	5401	5,401	100	1.16	0.81	1.01	20.39			1.16		
5 - 14	3507	V	9739	9,739	100	1.16	0.81	1.01	39.87	63.64		2.51	3.75	
		VIII	6526	6,526	100	1.16	0.81	1.01	23.77			1.45		
6 - 13	1372	VI	3240	3,240	100	1.16	0.81	1.01	16.24	23.17		0.64	0.88	
		VII	1419	1,419	100	1.16	0.81	1.01	6.93			0.24		
7 - 13	1155	VII	2129	2,129	100	1.16	0.81	1.01	11.92	17.92		0.59	0.59	
		VIII	1187	1,187	100	1.16	0.81	1.01	6.00			0.20		
8 - 9	1623	I	9206	9,206	100	1.16	0.81	1.01	34.64	63.65	113.47	2.16	4.09	6.96
		IV	8349	8,349	100	1.16	0.81	1.01	29.01			1.93		
8 - 10	484	II	2435	2,435	100	1.16	0.81	1.01	11.68	21.14	70.96	0.46	0.84	3.72
		IV	2087	2,087	100	1.16	0.81	1.01	9.46			0.38		
9 - 11	915	III	1740	1,740	100	1.16	0.81	1.01	10.00	26.56	173.55	0.51	1.17	9.87
		IV	4175	4,175	100	1.16	0.81	1.01	16.56			0.86		
10 - 12	1177	IV	3131	3,131	100	1.16	0.81	1.01	15.48	39.15	150.58	0.61	2.05	7.94
		V	6493	6,493	100	1.16	0.81	1.01	23.67			1.44		
11 - 12	631	IV	3131	3,131	100	1.16	0.81	1.01	14.39	19.95	230.26	0.61	0.79	12.38
		VI	1080	1,080	100	1.16	0.81	1.01	5.56			0.18		
12 - 14	1412	V	9739	9,739	100	1.16	0.81	1.01	35.68	56.08	436.92	2.51	3.47	23.78
		VI	5401	5,401	100	1.16	0.81	1.01	20.39			1.16		
13 - 15	3050	VI	5401	5,401	100	1.16	0.81	1.01	26.49	36.98	78.07	1.16	1.60	3.07
		VIII	2373	2,373	100	1.16	0.81	1.01	10.49			0.44		
14 - 15	292	VI	1080	1,080	100	1.16	0.81	1.01	6.14	14.46	515.02	0.18	0.49	28.03
		VIII	1780	1,780	100	1.16	0.81	1.01	8.32			0.52		
15 - IPAL	35	VIII	131345							543.28	593.10		28.23	31.10

5.4. Penentuan diameter pipa dan kedalaman penanaman saluran.

5.4.1. Penentuan diameter pipa

Penentuan diameter pipa maupun kecepatan minimum direncanakan dengan menggunakan grafik *Hidroulis Elements of Circular Sewer* dan persamaan hidrolika yang lain. Hasil dari keseluruhan perhitungan dapat diketahui pada tabel 5.6. Sedangkan contoh perhitungan untuk tabel 5.6. adalah sebagai berikut :

Perhitungan untuk jalur 1 – 8 :

- Asumsikan nilai d/D yang merupakan perbandingan kedalaman perampang basah saluran (d) terhadap diameter saluran (D), berdasarkan literatur rasio d/D antara 0,6 – 0,8. Pada perencanaan ini menggunakan rasio $d/D = 0,6$ (tabel 5.6 kolom 5).
- Pada *kurva design of main sewers* untuk $d/D = 0,6$ pada sumbu y (ordinat) ditarik garis horizontal memotong kurva *discharge* (Q). Nilai pada sumbu x (absis) merupakan perbandingan debit puncak terhadap debit penuh saluran atau $Q_{\text{peak}}/Q_{\text{full}} = 0,67$ (tabel 5.6 kolom 6).
- Untuk $Q_{\text{peak}}/Q_{\text{full}} = 0,67$ dan $Q_{\text{peak}} = 49,82$ L/det; maka:

$$\begin{aligned} Q_{\text{full}} &= \frac{Q_{\text{peak}}}{0,67} \\ &= \frac{49,82}{0,67} \\ &= 74,36 \text{ L/det} \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya sesuai tabel 5.6 kolom 7.

- d. Berdasarkan perhitungan debit air limbah $Q_{\min} = 2,88$ L/det, maka:

$$\frac{Q_{\min}}{Q_{\text{full}}} = \frac{2,88}{74,36} = 0,04$$

Perhitungan selanjutnya sesuai tabel 5.6 kolom 8.

- e. Pada *kurva design of main sewers* untuk $Q_{\min}/Q_{\text{full}} = 0,04$ pada sumbu x (absis) ditarik garis vertikal memotong kurva *discharge* (Q). Nilai pada sumbu y (ordinat) merupakan perbandingan kedalaman penampang basah saluran pada saat debit minimum (d_{\min}) terhadap diameter saluran (D) atau $d_{\min}/D = 0,14$ (tabel 5.6 kolom 9).
- f. Untuk $d_{\min}/D = 0,14$ pada sumbu y ditarik garis horizontal memotong kurva *hydraulic radius* (r). Nilai pada sumbu x merupakan perbandingan jari-jari hidrolis saat debit minimum (r_{\min}) terhadap jari-jari hidrolis pada debit penuh saluran (R_{full}) atau $r_{\min}/R_{\text{full}} = 0,34$ (tabel 5.6 kolom 10).
- g. Karena tidak terdapat data analisa BOD, maka perhitungan slope (rasio kemiringan) menggunakan kontrol endapan dengan formula sebagai berikut.

$$S = 0,1094 \cdot \left(\frac{\tau_c}{r_{\min}/R_{\text{full}} \cdot Q_{\text{peak}}^{0,37}} \right)^{1,2}$$

Dimana:

τ_c = Gaya geser kritis (0,33-0,38 Kg/m²)

r_{\min} = Jari-jari hidrolis saat debit minimum

R_{full} = Jari-jari hidrolis pada debit penuh saluran

Q_{peak} = Debit puncak (L/det)

Pada perencanaan ini $r_{\text{min}}/R_{\text{full}}=0,34$; $Q_{\text{peak}}=49,82$ L/det, dan τ_c diasumsikan sebesar $0,36$ Kg/m² sehingga didapat:

$$S = 0,1094 \cdot \left(\frac{0,36}{0,34 \cdot 49,82^{0,37}} \right)^{1,2}$$
$$= 0,021$$

Perhitungan selanjutnya sesuai tabel 5.6 kolom 11

h. Berdasarkan hasil perhitungan

$$S = 0,021$$

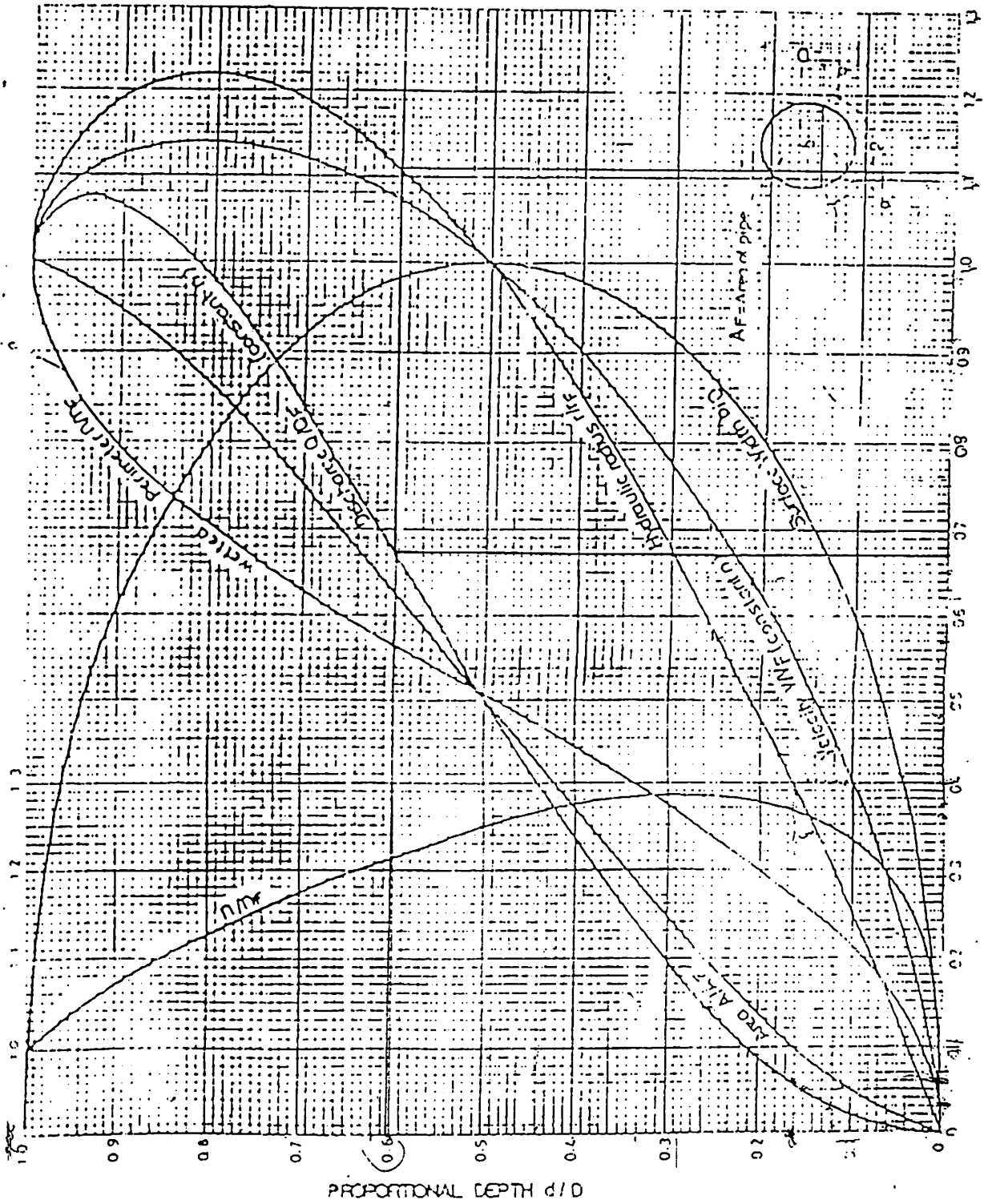
$$Q_{\text{full}} = 74,36 \text{ L/det}$$

Dan koefisien *Manning* untuk kekasaran pipa (n) = 0,015 menggunakan *Nomograph Manning*, maka:

- i. Dengan menghubungkan (S) dan (n) sampai garis bantu (*turning line*) diperoleh kecepatan saat debit penuh saluran (V_{full}) = 0,63 m/det (tabel 5.6 kolom 12).
- ii. Dengan mengubungkan (Q_{full}) dan garis Bantu (*turning line*) diperoleh diameter pipa (D) = 250 mm (tabel 5.6 kolom 13).
- i. Pada kurva hidrolis untuk $d_{\text{min}}/D = 0,14$ pada sumbu y ditarik garis horizontal memotong kurva *velocity* (V). Nilai pada sumbu x merupakan perbandingan kecepatan saat debit minimum (V_{min}) terhadap kecepatan pada debit penuh saluran (V_{full}) atau $V_{\text{min}}/V_{\text{full}} = 0,83$ (tabel 5.6 kolom 14).

Tabel 5.6. Perhitungan Dimensi Pipa

Jalur	L. pipa (m)	Q _{peak} (L/det)	Q _{min} (L/det)	d/D	Q _{peak} / Q _{full}	Q _{full} (L/det)	Q _{min} / Q _{Full}	d _{min} / D	r _{min} / r _{full}	Slope	V _{full} (M/det)	diameter (mm)	V _{min} / V _{Full}	V _{min} (M/det)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 - 8	1240	49.82	2.88	0.6	0.67	74.36	0.04	0.14	0.34	0.021	0.630	250	0.83	0.52
2 - 9	1377	33.52	1.74	0.6	0.67	50.03	0.03	0.12	0.30	0.029	0.610	210	0.78	0.48
3 - 10	968	40.47	2.17	0.6	0.67	60.40	0.04	0.14	0.34	0.023	0.625	240	0.83	0.52
4 - 11	2016	36.76	1.72	0.6	0.67	54.87	0.03	0.12	0.30	0.027	0.615	220	0.78	0.48
5 - 14	3507	63.64	3.75	0.6	0.67	94.98	0.04	0.14	0.34	0.019	0.640	290	0.83	0.53
6 - 13	1372	23.17	0.88	0.6	0.67	34.58	0.03	0.12	0.30	0.034	0.600	175	0.78	0.47
7 - 13	1155	17.92	0.59	0.6	0.67	26.75	0.02	0.10	0.25	0.047	0.580	165	0.70	0.41
8 - 9	1623	113.47	6.96	0.6	0.67	169.36	0.04	0.14	0.34	0.014	0.670	375	0.83	0.56
8 - 10	484	70.96	3.72	0.6	0.67	105.92	0.04	0.14	0.34	0.018	0.650	290	0.83	0.54
9 - 11	915	173.55	9.87	0.6	0.67	259.03	0.04	0.14	0.34	0.012	0.680	430	0.83	0.56
10 - 12	1177	150.58	7.94	0.6	0.67	224.75	0.04	0.14	0.34	0.013	0.675	415	0.83	0.56
11 - 12	631	230.26	12.38	0.6	0.67	343.68	0.04	0.14	0.34	0.010	0.690	500	0.83	0.57
12 - 14	1412	436.92	23.78	0.6	0.67	652.12	0.04	0.14	0.34	0.008	0.720	680	0.83	0.60
13 - 15	3050	78.07	3.07	0.6	0.67	116.53	0.03	0.12	0.30	0.020	0.635	315	0.78	0.50
14 - 15	292	515.02	28.03	0.6	0.67	768.69	0.04	0.14	0.34	0.007	0.725	750	0.83	0.60
15 - IPAL	35	593.10	31.10	0.6	0.67	885.22	0.04	0.14	0.34	0.007	0.725	780	0.83	0.60

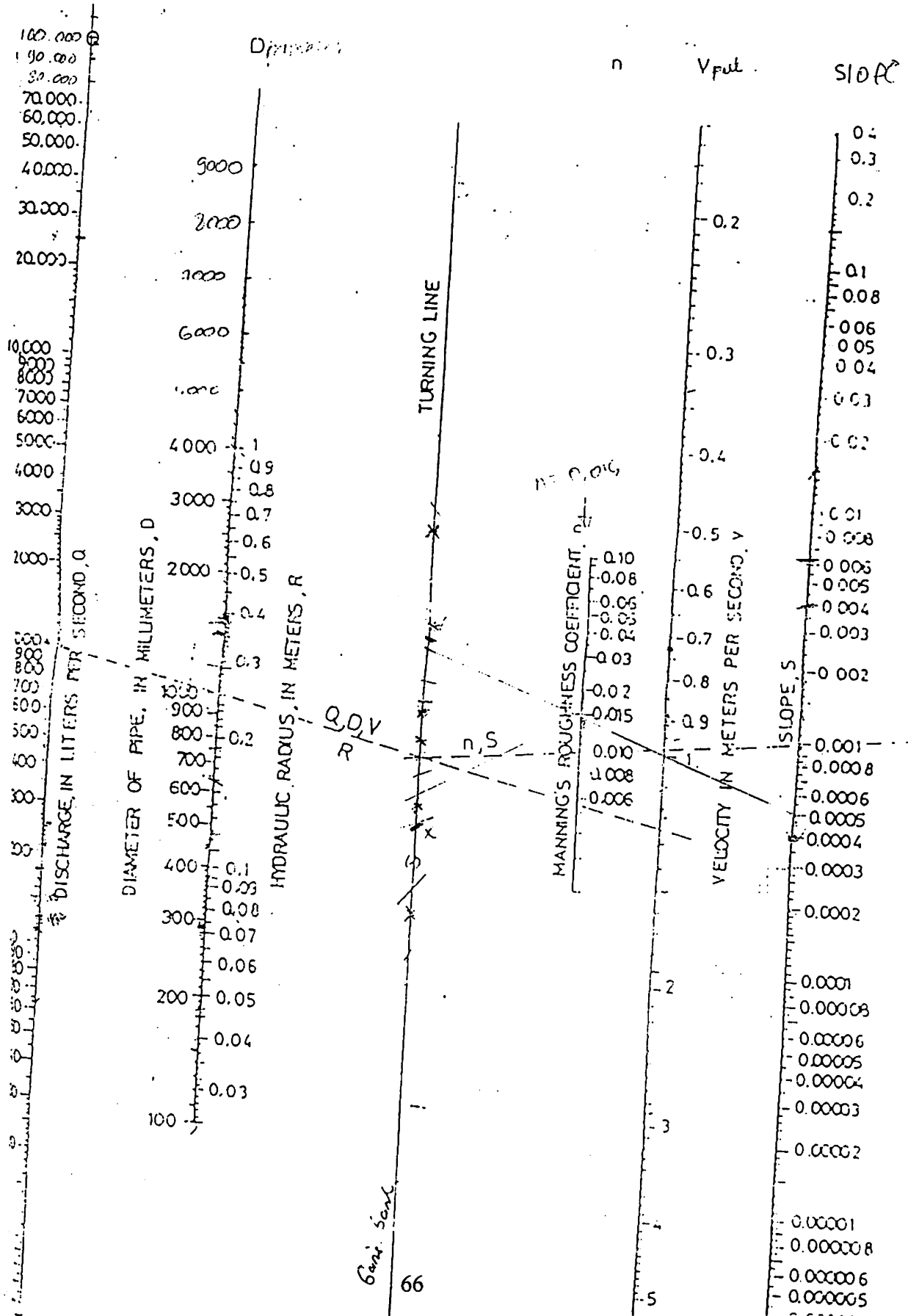


HYDRAULIC ELEMENTS OF CIRCULAR PIPES RUNNING PARTLY FULL Manning Formula

DESIGN OF MAIN SEWERS

KREF - DESIGNING
 = KREF

Q read



j. Untuk $V_{\min}/V_{\text{full}} = 0,83$ dan $V_{\text{full}} = 0,63$ m/det; maka:

$$\begin{aligned} V_{\min} &= V_{\text{full}} \times 0,83 \\ &= 0,63 \times 0,83 \\ &= 0,52 \text{ m/det} \end{aligned}$$

k. Karena kecepatan minimal (V_{\min}) = 0,52 m/det tidak memenuhi kriteria kecepatan dalam saluran (0,6-2 m/det), maka dilakukan perubahan terhadap slope dengan melihat elevasi dan kedalaman penanaman pipa pada subbab selanjutnya, sampai didapat kecepatan yang sesuai.

Dengan cara yang sama akan didapat dimensi saluran pada setiap jalur sesuai tabel 5.6.

5.4.2. Penanaman Saluran

Penanaman pipa air buangan dilakukan dengan pertimbangan keadaan lapangan, keamanan sistem jaringan pipa, dan pengaruhnya terhadap jaringan instalasi lainnya. Dalam perencanaan ini sistem penyaluran menggunakan system gravitasi dan secara umum kedalaman saluran penanaman minimal 0,5 meter sedangkan kedalaman penanaman maksimum 7 meter. Jika kedalaman pipa lebih dari 7 meter, maka alternatif yang dilakukan adalah:

1. Perubahan slope rencana dengan kontrol V_{\min} tidak lebih kecil dari 0,6 m/det.
2. Apabila slope rencana tidak memenuhi maka digunakan bangunan sumur pengumpul, kemudian air buangan dipompa ke saluran berikutnya yang lebih tinggi.

Hasil perhitungan keseluruhan dapat diketahui dari tabel 5.7, dengan contoh perhitungan untuk jalur 2-9 sebagai berikut :

a. Penentuan elevasi tanah awal dan elevasi tanah akhir titik jalur pipa

Elevasi tanah merupakan jarak ketinggian tanah terhadap permukaan air laut. Dalam penentuan titik elevasi tanah, jika titik jalur pipa berada diantara garis kontur maka untuk mengetahui detail elevasi digunakan formula interpolasi berdasar perbandingan jarak pengukuran, yaitu:

$$\text{Elevasi tanah titik } x = \text{EK}_{\text{awal}} + \left[\frac{(\text{EK}_{\text{akhir}} - \text{EK}_{\text{awal}})}{\text{Jarak total}} \times \text{Jarak EK}_{\text{awal}} \text{ ke titik } x \right]$$

dimana :

EK_{awal} = Elevasi Kontur awal

EK_{akhir} = Elevasi Kontur akhir

Jarak total = Jarak pengukuran antara EK_{awal} dan EK_{akhir}

Berdasarkan gambar 5.5.tentang peta kontur saluran.

i. Elevasi tanah titik 2

$$\text{EK}_{\text{awal}} = 45 \text{ meter dpl}$$

$$\text{EK}_{\text{akhir}} = 46 \text{ meter dpl}$$

$$\text{Jarak total} = 4,83 \text{ mm}$$

Jarak EK_{awal} ke titik 2 = 4,15 mm ; maka:

$$\begin{aligned} \text{Elevasi tanah titik 2} &= 45 + \left[\frac{(46 - 45)}{4,83} \times 4,15 \right] \\ &= 45,86 \text{ meter dpl} \end{aligned}$$

ii. Elevasi tanah titik 9

$$EK_{awal} = 44 \text{ meter dpl}$$

$$EK_{akhir} = 45 \text{ meter dpl}$$

$$\text{Jarak total} = 4,4 \text{ mm}$$

Jarak EK_{awal} ke titik 9 = 3,8 mm ; maka:

$$\begin{aligned} \text{Elevasi tanah titik 9} &= 44 + \left[\frac{(45 - 44)}{4,4} \times 3,8 \right] \\ &= 44,86 \text{ meter dpl} \end{aligned}$$

b. Penanaman pipa awal saluran

Kedalaman penanaman pipa (h) merupakan jarak yang terhitung dari permukaan tanah. Pada perencanaan ini menggunakan kedalaman penanaman pipa (h_{awal}) = 0,5 meter. Berdasarkan gambar 5.2 , pada titik nomor (1) sampai (7) merupakan titik yang menggunakan (h_{awal}) minimum. Sedangkan titik nomor (8) sampai (15) merupakan titik yang menggunakan (h_{awal}) disesuaikan dengan (h_{akhir}) hasil perhitungan (pada tabel 5.7 yang dikelompokkan berdasarkan warna cell).

c. Elevasi pipa awal

$$\begin{aligned} \text{Elevasi pipa titik 2} &= \text{Elevasi tanah titik 2} - 0,5 \\ &= 45,86 - 0,5 = 45,36 \text{ meter dpl} \end{aligned}$$

d. Headloss

Berdasarkan tabel 5.2 tentang panjang (L) pipa tiap jalur saluran, untuk jalur 2-9 = 1377 meter

$$\begin{aligned} \text{Headloss} &= \text{Slope} \times L_{\text{pipa}} \\ &= 0,0286 \times 1377 = 39,43 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Elevasi pipa akhir

$$\begin{aligned}\text{Elevasi pipa titik 9} &= \text{Elevasi pipa titik 2} - \text{Headloss} \\ &= 44,86 - 39,43 = 5,93 \text{ meter dpl}\end{aligned}$$

Apabila hasil menunjukkan nilai negatif (-), maka titik elevasi berada di bawah permukaan air laut.

f. Penanaman pipa akhir saluran

$$\begin{aligned}(\text{h}) \text{ titik 9} &= \text{Elevasi tanah titik 9} - \text{Elevasi pipa titik 9} \\ &= 44,86 - 5,93 = 38,93 \text{ meter}\end{aligned}$$

Hasil menunjukkan kedalaman penanaman pipa (h) lebih dari 7 meter, sehingga digunakan alternatif slope rencana. Penentuan nilai slope rencana dilakukan secara trial (coba-coba) hingga didapat kedalaman dan V_{min} sesuai kriteria perencanaan.

g. Headloss (Slope rencana)

$$\text{Slope rencana} = 0,00218$$

$$\text{Headloss} = \text{Slope} \times \text{L.pipa}$$

$$= 0,00218 \times 1377 = 3 \text{ meter}$$

h. Elevasi pipa akhir (Slope rencana)

$$\begin{aligned}\text{Elevasi pipa titik 9} &= \text{Elevasi pipa titik 2} - \text{Headloss} \\ &= 44,86 - 3 = 42,36 \text{ meter dpl}\end{aligned}$$

i. Penanaman pipa akhir saluran (Slope rencana)

$$\begin{aligned}(\text{h}) \text{ titik 9} &= \text{Elevasi tanah titik 9} - \text{Elevasi pipa titik 9} \\ &= 44,86 - 42,36 = 2,5 \text{ meter}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan kriteria kedalaman penanaman (h) yang sesuai, maka selanjutnya dilakukan kontrol terhadap V_{min} . Jika tidak memenuhi maka nilai Slope rencana dirubah.

a. V_{full} koreksi (Slope rencana)

$$S = 0,00218$$

$$Q_{full} = 50,03 \text{ L/det}$$

Dan koefisien *Manning* untuk kekasaran pipa (n) = 0,015 menggunakan *Nomograph Manning*, maka:

- i. Dengan menghubungkan (S) dan (n) sampai garis bantu (*turning line*) diperoleh kecepatan saat debit penuh saluran (V_{full}) = 0,84 m/det.
- ii. Dengan menghubungkan (Q_{full}) dan garis Bantu (*turning line*) diperoleh diameter pipa terpakai (D) = 300 mm

b. V_{min} koreksi

Berdasarkan tabel 5.6 kolom 14 nilai $V_{min}/V_{full} = 0,78$, maka:

$$V_{min} = V_{full} \times 0,78$$

$$= 0,84 \times 0,78$$

$$= 0,66 \text{ m/det}$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 5.7, pada perencanaan ini tidak membutuhkan bangunan sumur pengumpul.

Tabel 5.7. Penanaman Pipa Saluran

Jalur	L. pipa (m)	Slope	D (mm)	Elevasi tanah		h	Elevasi pipa Awal	Head Loss (S x L)	Elevasi pipa Akhir	h	Slope Rencana	Head Loss (S x L)	Elevasi pipa Akhir	h Akhir	Qfull	Vfull koreksi	D(terpakai) (mm)	Vmin koreksi
				Awal	Akhir													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	17	19
1 - 8	1240	0.0207	250	-48.00	-44.00	0.5	-47.50	25.62	21.88	22.12	0.003225	4.00	43.50	0.50	74.36	0.81	360	0.67
2 - 9	1377	0.0286	210	-45.86	-44.86	0.5	-45.36	39.43	5.93	38.93	0.002180	3.00	42.36	2.50	50.03	0.84	300	0.66
3 - 10	968	0.0227	240	-41.66	-43.54	0.5	-41.16	21.93	19.23	24.31	0.000645	0.62	40.54	3.00	60.40	0.96	450	0.80
4 - 11	2016	0.0275	220	-41.06	40.71	0.5	40.56	55.39	-14.83	55.54	0.000670	1.35	39.21	1.50	54.87	0.98	520	0.76
5 - 14	3507	0.0185	290	38.17	36.36	0.5	37.67	65.00	-27.33	63.69	0.000515	1.81	35.86	0.50	94.98	1.00	540	0.83
6 - 13	1372	0.0337	175	-47.52	34.33	0.5	-47.02	46.27	0.75	33.58	0.011075	15.19	31.83	2.50	34.58	0.70	220	0.55
7 - 13	1155	0.0470	165	32.52	34.33	0.5	32.02	54.34	-22.32	56.65	0.000165	0.19	31.83	2.50	26.75	1.15	400	0.81
8 - 9	1623	0.0143	375	-44.00	-44.86	0.5	-43.50	23.27	20.23	24.63	0.000700	1.14	42.36	2.50	169.36	0.98	480	0.81
8 - 10	484	0.0177	290	-44.00	43.54	0.5	43.50	8.54	34.96	8.58	0.006125	2.96	40.54	3.00	105.92	0.68	350	0.56
9 - 11	915	0.0119	430	-44.86	40.71	2.5	42.36	10.87	31.49	9.22	0.003440	3.15	39.21	1.50	259.03	0.80	570	0.66
10 - 12	1177	0.0126	415	43.54	39.00	3	40.54	14.88	25.66	13.34	0.003010	3.54	37.00	2.00	224.75	0.82	550	0.68
11 - 12	631	0.0105	500	40.71	39.00	1.5	39.21	6.60	32.61	6.39	0.003500	2.21	37.00	2.00	343.68	0.80	570	0.66
12 - 14	1412	0.0079	680	39.00	36.36	2	37.00	11.13	25.87	10.49	0.000810	1.14	35.86	0.50	652.12	0.95	1050	0.79
13 - 15	3050	0.0197	315	34.33	36.58	2.5	31.83	59.98	-28.15	64.73	0.000245	0.75	31.08	5.50	116.53	1.12	800	0.87
14 - 15	292	0.0073	750	36.36	36.58	0.5	35.86	2.14	33.72	2.86	0.016380	4.78	31.08	5.50	768.69	0.65	670	0.54
15 - II*AI	35	0.0069	780	36.58	36.46	5.5	31.08	0.24	30.84	5.62	0.003500	0.12	30.96	5.50	885.22	0.80	800	0.66

Keterangan

h (awal/akhir) : Jarak kedalaman pipa terhitung dari permukaan tanah
 Elevasi : Jarak ketinggian pipa terhitung dari permukaan laut