

BAB IV

ANALISIS

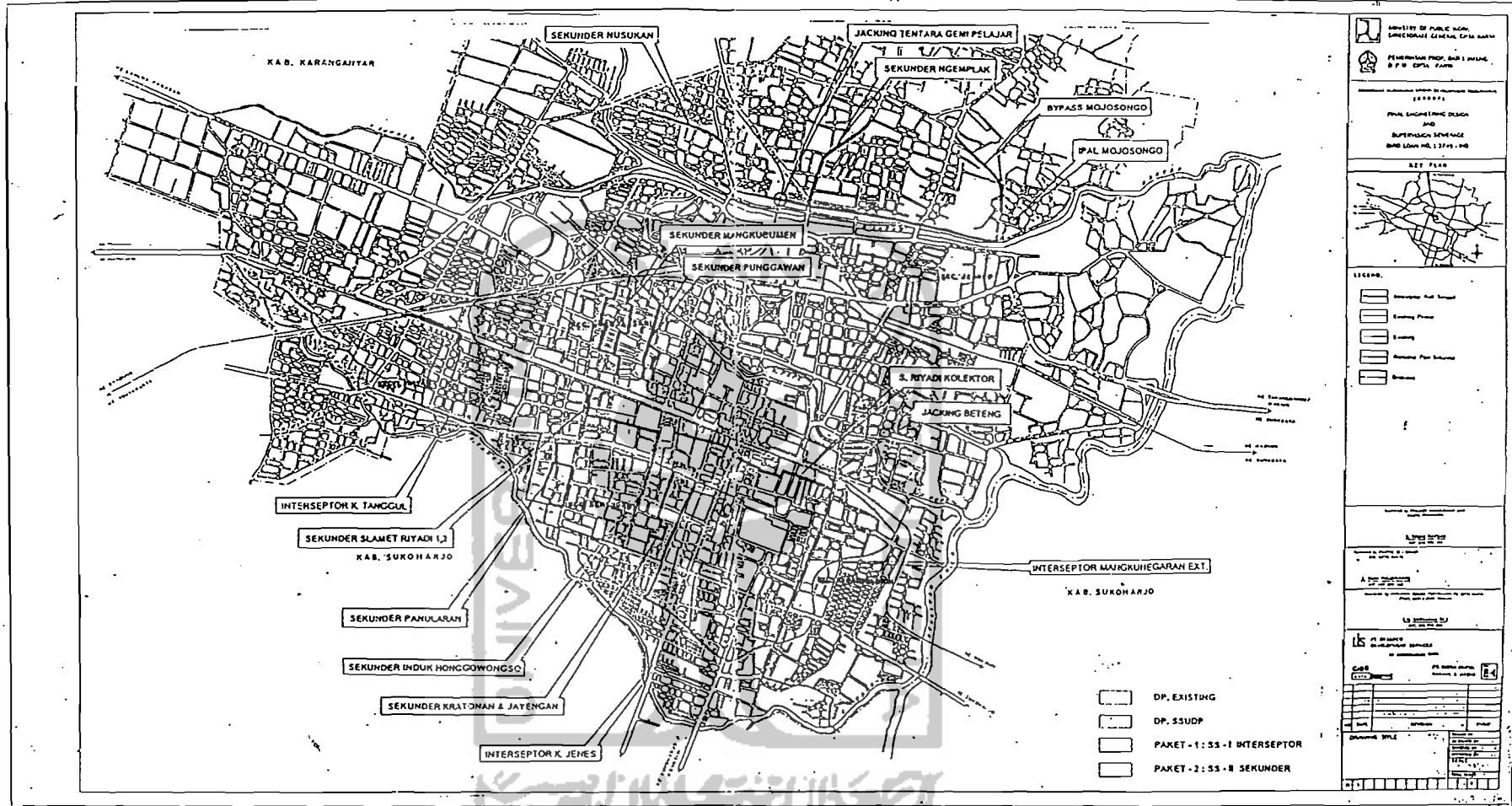
INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH MOJOSONGO

4.1 Analisis Daerah Sektor Utara

4.1.1 Analisis Luas Daerah dan Topografi

Luas daerah pelayanan sektor utara adalah sebesar seperempat dari luas wilayah daerah Surakarta. Luas wilayah Surakarta 44,04 km², jadi untuk luas wilayah sektor utara lebih kurang 11,01 km². Peta daerah pelayanan sektor utara dapat dilihat pada gambar. 4.1, bahwa daerah pelayan air limbah tidak semua terjangkau.

Keadaan topografi untuk sektor utara mempunyai elevasi yang beragam, sehingga cukup sulit dalam mengalirkkan air limbah pada pipa-pipa utama menuju ke IPAL. Daerah lokasi IPAL Mojosongo mempunyai elevasi yang cukup tinggi dengan topografi beragam, sehingga untuk pengaliran air limbah tersebut cukup sulit. Untuk mengantisipasinya diperlukan rumah pompa untuk mengalirkan air limbah tersebut melewati daerah yang elevasinya lebih tinggi, untuk sektor utara terutama di daerah Malabar, Dempo, Sibela dan di dekat menuju IPAL (Kali Anyar).



SEKUNDER MANGKUBUMEN

1. Jl. Yosodipuro
2. Jl. Telasih
3. Jl. Turisari
4. Jl. Terotai
5. Jl. Gumuk
6. Jl. Mangkubumen Wetan I
- 7.

SEK. PUNGGAWAN

1. Jl. RM Said
2. Jl. Yosodipuro
3. Jl. Ronggowarsito
4. Jl. Bungur
5. Jl. Ater

SEK. PANULARAN

1. Jl. Bhayangkara
2. Jl. Haryo Panjar
3. Jl. Wijaya Kusuma

SEK. KRATONAN - JAYENGAN

1. Jl. Galai Subroto
2. Jl. Sorogeni
3. Jl. Manduro III
4. Jl. Dworowati
5. Jl. Lecanpuro
6. Jl. Muh. Yamin

SEK. SLAMET RIYADI 1,2

1. Jl. Slamet Riyadi
2. Jl. Bhayangkara
3. Jl. Kebangkitan Nasional

KOLEKTOR SLAMET RIYADI

1. Jl. Galai Subroto
2. Jl. Yoe Sudarso
3. Jl. Alun-Alun
4. Jl. Kyai Mojo

SEK. NUSUKAN

1. Jl. Adi Sucipto
2. Jl. Tandan
3. Jl. Tentara Gem Pelajar
4. Jl. Subrang Lor

SEK. NGEMPLAK

1. Jl. Lelijend. Sutoyo

4.1.2 Analisis Penduduk

Perkembangan penduduk digunakan untuk perencanaan bangunan fisik pengolahan air limbah, karena pelayanan IPAL sesuai dengan banyaknya jumlah penduduk yang akan dilayani.

Luas daerah, jumlah penduduk, sex rasio dan tingkat kepadatan tiap km² dapat dilihat pada tabel. 7 di bawah ini.

Tabel. 7: Luas Wilayah, Jumlah Penduduk, Sex Ratio dan Tingkat Kepadatan Tiap Kecamatan Kotamadya Surakarta Tahun 1994-1998

Tahun	Luas Wilayah (km ²)	Jumlah Penduduk	Sex Ratio	Tingkat kepadatan
1998	44,04	542.832	960	12.326
1997	44,04	539.387	958	12.248
1996	44,04	536.005	957	12.171
1995	44,04	533.628	955	12.117
1994	44,04	531.337	952	12.006

Sumber: BPS Kotamadya Surakarta (2000)

Dari data di atas dapat dihitung rasio pertumbuhan penduduk dengan menggunakan rumus ((3.4), Bab III), seperti terlihat pada tabel. 8 berikut ini.

Tabel. 8: Rasio Pertumbuhan Penduduk Tahun 1994-1997

No.	Tahun	Jumlah Penduduk	Rasio Pertambahan Penduduk
1.	1994	531.377	
			0,424%
2.	1995	533.628	
			0,445%
3.	1996	536.005	
			0,631%
4.	1997	539.387	

Sumber: Data diolah (2000)

Dengan menggunakan rumus ((3.3), Bab III), maka rasio penduduk adalah:

$$R = \sqrt[3]{0,424 \times 0,445 \times 0,631}$$

$$= 0,4920$$

Untuk data perhitungan penambahan penduduk Kodya Surakarta selanjutnya dipakai rasio penambahan penduduk sebesar 0,4920 %.

Dari tabel. 7 dapat dilihat luas wilayah Kodya Surakarta seluas 44,04 km² dengan kepadatan penduduk tiap km² 12.326 dan jumlah penduduk 542.832 jiwa pada tahun 1998, maka dapat dihitung banyaknya jumlah penduduk sektor utara. Dengan mengambil asumsi luas daerah 11,01 km² seperti analisa luas daerah diatas maka jumlah penduduk dihitung dengan:

Jumlah penduduk = luas daerah x kepadatan penduduk tiap km²

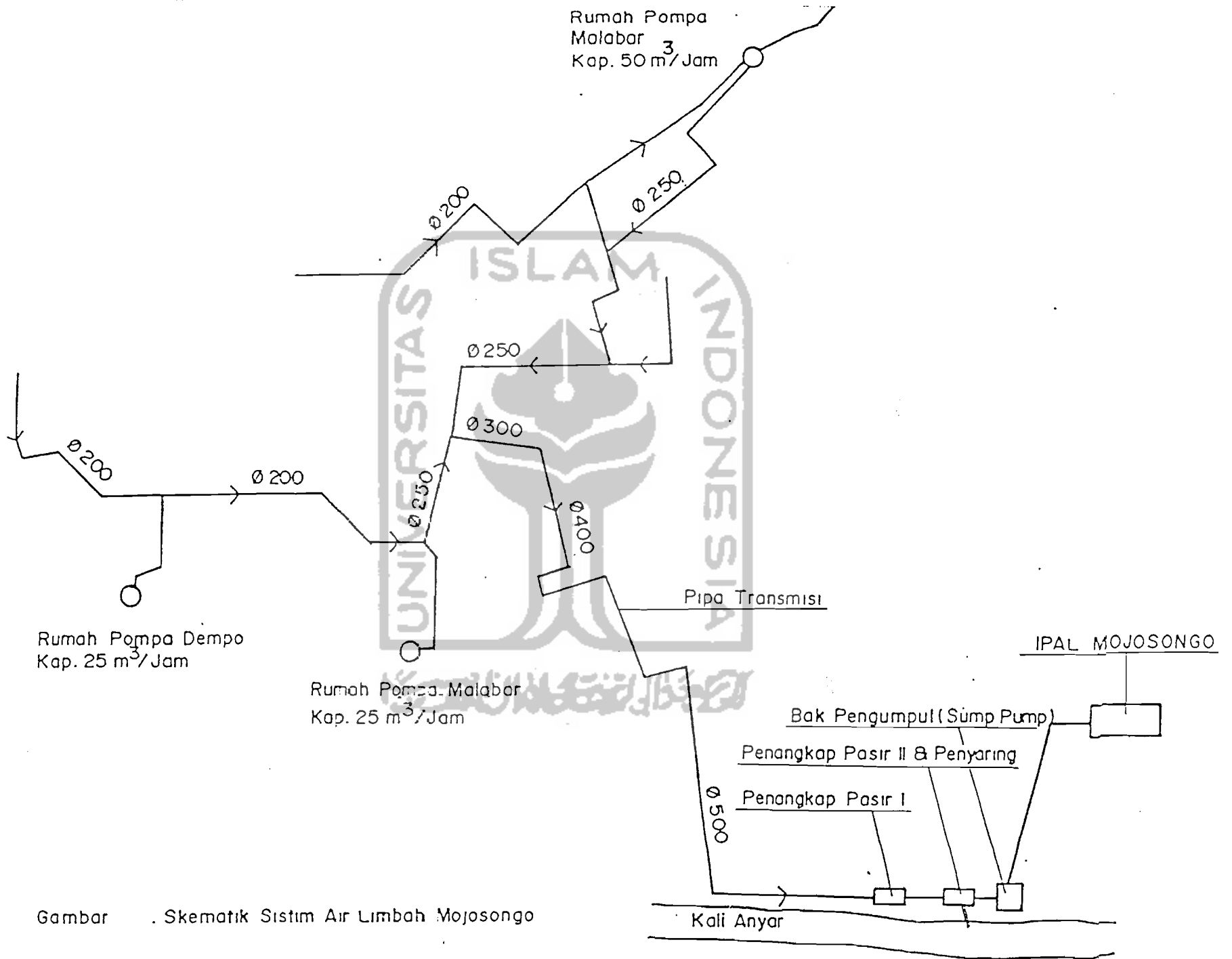
$$= 11,01 \times 12.326$$

$$= 135.710 \text{ jiwa}$$

4.2 Sistem Jaringan IPAL Mojosongo

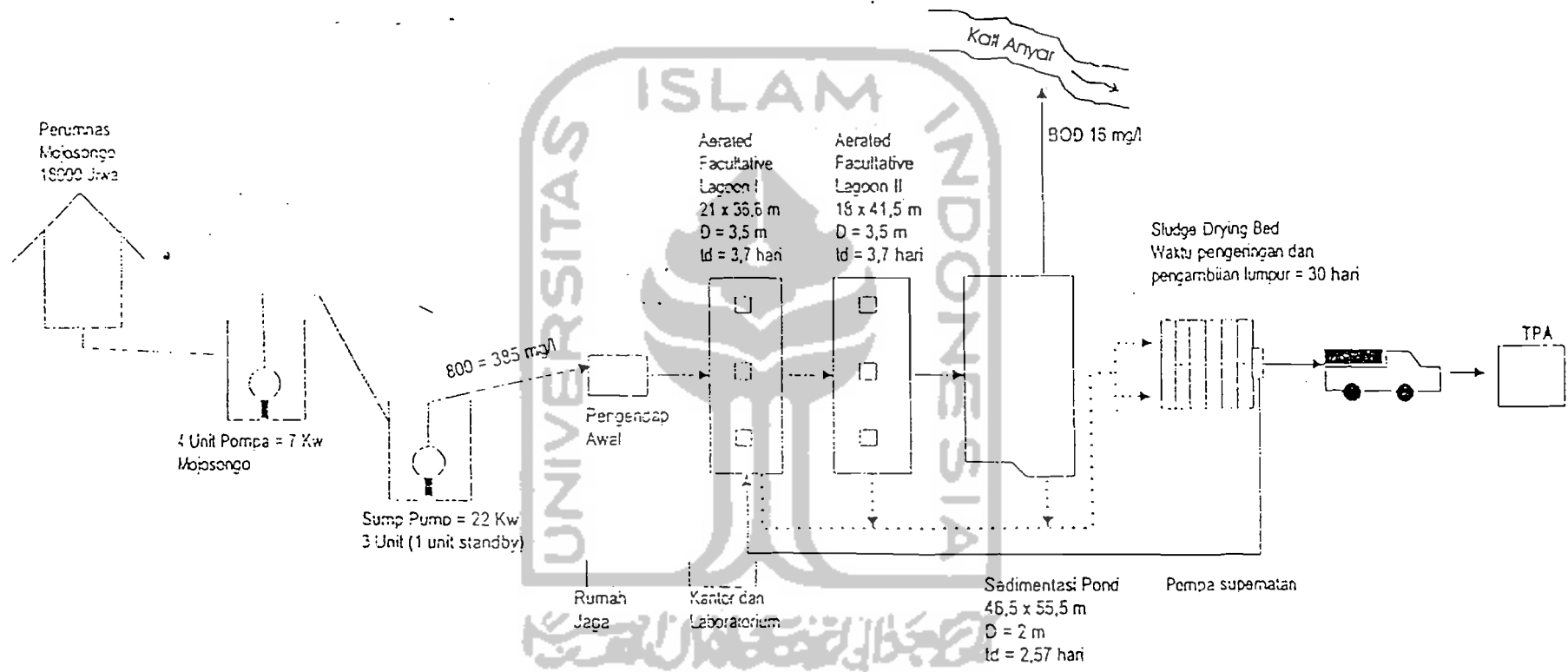
Jaringan IPAL Mojosongo dibangun pada tahun 1980 dengan menggunakan pipa berdiameter 200-500 mm. sepanjang 20,5 km. Saat ini jaringan tersebut sedang direhab dan diadakan penambahan pipa sekunder dan lateral.

Sistem jaringan air limbah Mojosongo beroperasi dibagi menjadi 2 (dua) sektor yaitu sektor penangkapan dan sektor pengolahan.



Gambar . Skematik Sistem Air Limbah Mojosongo

IPAL MOJOSONGO



Gambar 2. Diagram Aliran Air Limbah Mojosoongo.

4.2.1 Sektor Penangkapan

Sektor penangkapan adalah menangkap air limbah dari bangunan perumahan dan bangunan-bangunan non perumahan yang mempunyai produk air limbah.

Unit penangkapan ini meliputi sambungan rumah (SR), jaringan pemipaan, *manhole* (lubang pemeriksaan), rumah pompa dan pompa pengangkat (lokasi: Sibela, Malabar, dan Dempo), bak penangkap pasir I, bak penangkap pasir II, serta rumah pompa dan pompa pengangkat (lokasi: Kali Anyar).

Sektor penangkapan sistem air limbah secara umum dapat dilihat pada gambar. (4.2) dan gambar. (4.2) yang dijelaskan secara singkat sebagai berikut:

- a. Air limbah yang diproduksi dari kegiatan rumah tangga maupun non rumah tangga diterima oleh sambungan rumah (SR).
- b. Air limbah dari SR mengalir secara gravitasi ke jaringan pemipaan dan mengalir secara gravitasi sampai pipa utama.
- c. Sebagian daerah pelayanan (SR) tidak dapat mengalir langsung secara gravitasi sampai ke pipa utama, tetapi SR tersebut mengalir secara gravitasi sampai ke bak penampung (*sump pum*), kemudian dipompa menuju titik tertinggi dan setelah itu mengalir secara gravitasi ke pipa utama.
- d. Air limbah yang terkumpul pada pipa utama akan mengalir secara gravitasi menuju ke bak penangkap pasir I dan II.

- e. Dari bak penangkap pasir II, air limbah mengalir secara gravitasi ke bak pengumpul (*sump pump*). Apabila air limbah sudah memenuhi bak pengumpul (tinggi air di bak penangkap pasir II sama dengan tinggi air di bak pengumpul, maka air limbah di bak penangkap pasir II akan meluap (*over flow*) melalui pipa dan mengalir menuju Kali Anyar).

Air limbah yang tertampung di bak pengumpul, kemudian dipompa ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang berlokasi di Kedung Tungkul Mojosoongo.

Unit-unit penangkapan terdiri dari:

1. Sambungan Rumah (SR)/Sambungan Air Limbah

Semua jaringan perpipaan dan perlengkapan sampai batas pagar kepemilikan rumah. Sambungan ini berfungsi untuk menangkap semua produk air limbah (khususnya limbah domestik) yang berasal dari closet (air tinja), air bekas mandi, cucian dan dapur.

Gambar (4.4) menunjukkan contoh tipe dari sambungan rumah. Dari sambungan rumah inilah awal dari produk air limbah, sehingga perlu diperhatikan adanya kemungkinan benda-benda lain (misalnya plastik, dan potongan kain) yang akan terbawa ke dalam saluran air limbah. Untuk mencegah terjadinya hal tersebut, maka sambungan air limbah

Sampai saat ini sambungan rumah untuk sektor utara sudah mencapai 3000 SR.

2. Jaringan Perpipaan

Jaringan perpipaan untuk penyaluran air limbah tergantung pada topografi dari daerah/lokasi penanaman pipa. Menurut kebiasaan, jaringan perpipaan/saluran air limbah selalu mengikuti sistem jalan yang ada, karena untuk memudahkan penyambungan ke rumah-rumah.

Jenis bahan dan diameter pipa yang digunakan pada sub sistem Mojosoongo dapat dilihat pada tabel berikut ini.

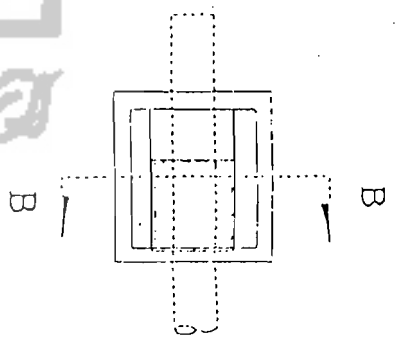
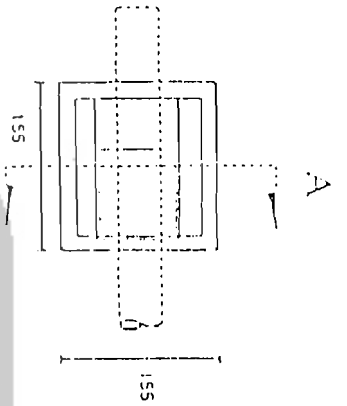
Tabel. 9 Diameter Pipa yang Digunakan pada Jaringan Pipa

No.	Jenis Pipa	Pipa Penangkapan	Pipa SR	Pipa Utama (Transmisi)
1.	PVC (<i>Polyvinyl Chlorida</i>)	50-100 mm.	200-300 mm.	300-400 mm.
2.	GSP (<i>Galvanis Steel Pipe</i>)		100 mm.	
3.	Pipa Beton		300-400 mm.	
4.	Pipa AC (<i>Asbestos Cement</i>)		100 mm.	

Sumber: DPU Surakarta 1999

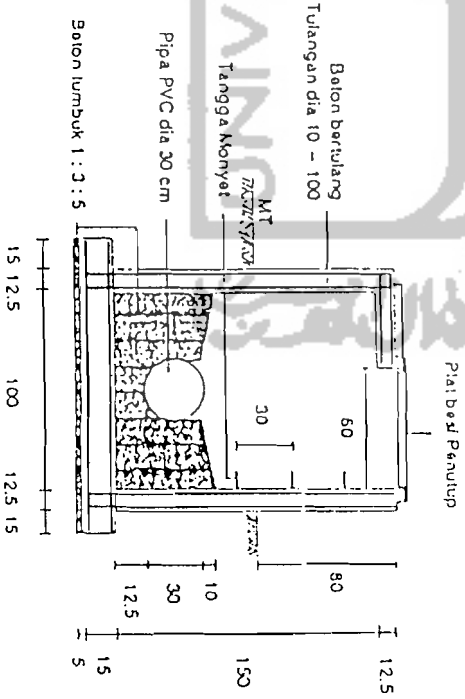
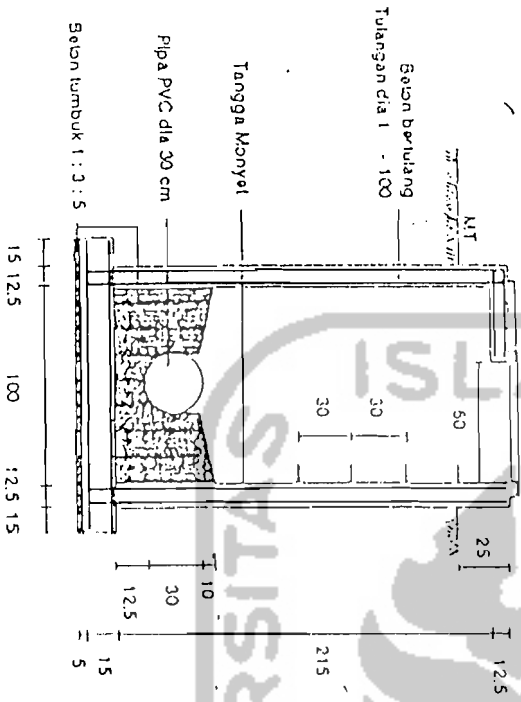
3. Manhole

Manhole digunakan untuk memudahkan dalam pemeriksaan dan pembersihan saluran (sistem pemeliharaan) bila terjadi penyumbatan seperti yang terlihat pada gambar. (4.5). Jarak penempatan *manhole* tergantung pada diameter salurannya. Pada umumnya lokasi penempatan *manhole* dengan batasan diameter saluran dan pada tempat-tempat tertentu misalnya pada setiap diameter pipa, arah aliran, slope pipa, pertemuan aliran, percabangannya dan pada setiap pertemuan dengan bangunan-bangunan lainnya.



Potongan A - A

Potongan B - B



Gambar Manhole

4. Rumah Pompa dan Pompa Pengangkat

Ada 4 (empat) lokasi dalam jaringan air limbah yang memerlukan sarana pemompaan diantaranya adalah:

- Rumah pompa Sibela, Malabar dan Dempo, yang berfungsi memindahkan air limbah dari suatu zone ke zone lain.
- rumah pompa Kali Anyar, yang berfungsi mengangkat air limbah dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi.

Rumah pompa tersebut dilengkapi dengan bak pengumpul (*sump pump*) untuk mengantisipasi debit puncak (lihat gambar. (4.6) dan gambar. (4.6)). Peralatan pompa yang digunakan adalah pompa *submersible non-clogging* (rendam/celup).

Tabel. 10 Rumah Pompa yang Ada Di Mojosongo

Rumah Pompa	Unit	Kapasitas (l/det)	Pengoperasian (jam)	Daya (KVA)
Malabar	1	7	6,3	7
Dempo	1	7	6,3	7
Sibela	2	7	6,3	7
Kali Anyar	4	20	24	22

Sumber: DPU Surakarta 1998

5. Bak Penangkap Pasir

Bak penangkap pasir ini sama seperti tangki septik, tetapi tidak memenuhi kriteria sebagai tangki septik. Lokasi bak ini terletak 50-70 m. sebelah barat dari rumah pompa Kalianyar.

Jumlah bak penangkap pasir ada 2 buah yaitu:

- a. Bak Penangkap Pasir I

Bangunan ini merupakan bak empat persegi panjang ukuran 1,5 m.x 2,5 m dengan tebal bagian dalam 1,5 m., dan tutup bak dari cor beton ukuran 0,5 m.x 1,5 m. dengan tebal 10 cm.

b. Bak Penangkap Pasir II

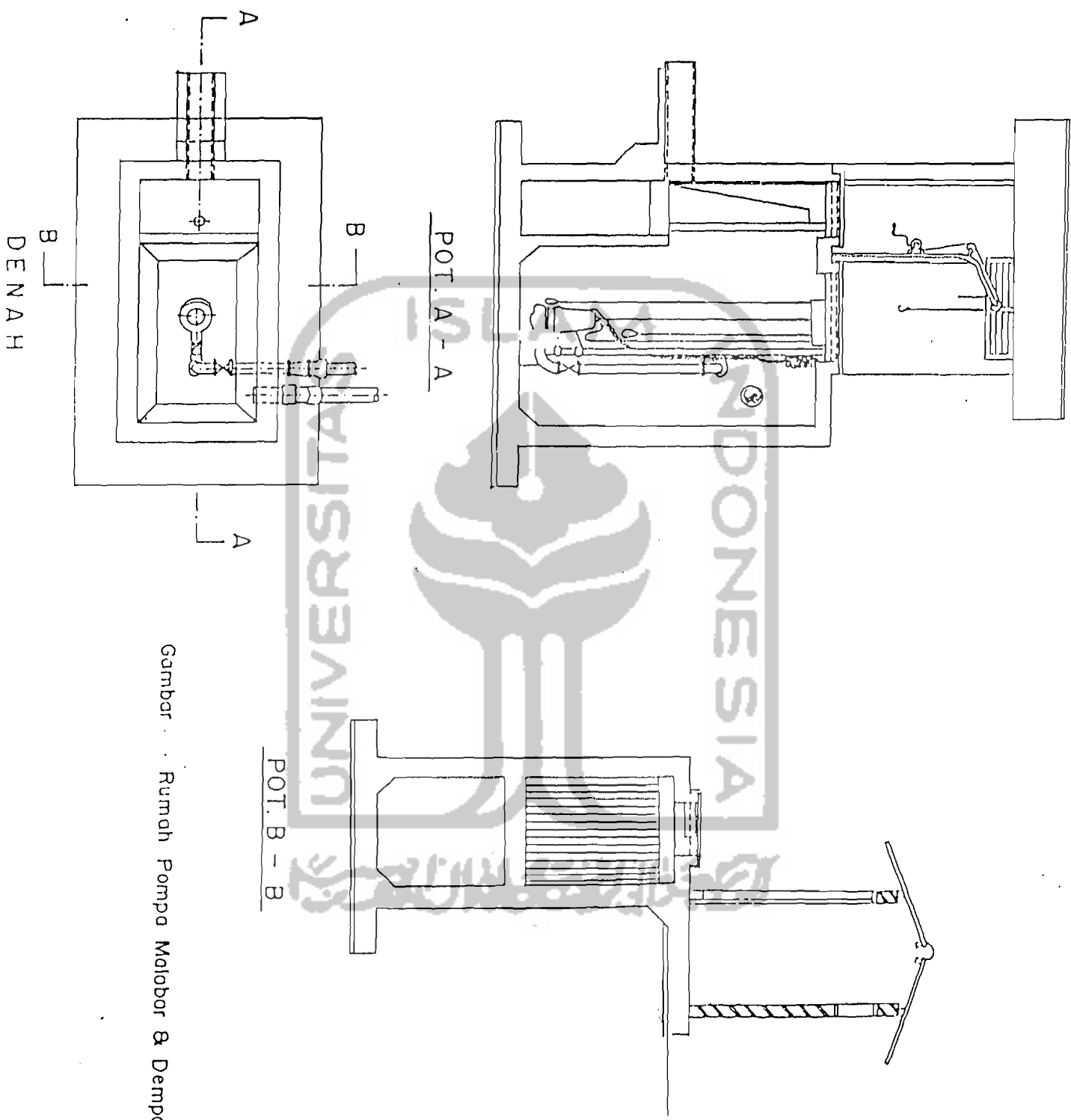
Bak penangkap pasir II ini dilengkapi dengan *screen* (saringan) untuk menahan sampah (material terapung) dengan ukuran besar yang terbawa dalam aliran air limbah.

Pada sektor penangkapan ini dibutuhkan perawatan yang cukup serius, yang mana tenaga-tenaga perawatan ini harus bertanggung jawab dan terdidik. Sistem praktis untuk mengambil tenaga buruh lepas untuk mengerjakan pekerjaan seperti perawatan jaringan, pompa dan perawatan lainnya sebaiknya tidak dilakukan.

Pemelihara secara efisien sangat diperlukan, adapun yang diperlukan dalam perawatan jaringan meliputi:

1. Pekerja lapangan terdidik sebanyak 7 orang.
2. 1 (satu) unit *truck crane*.
3. 1 (satu) unit *dump truck*.
4. 1 (satu) unit ROM combi Sewer Clener.
5. 1 (satu) unit pick up.
6. 1 (satu) unit pompa air.
7. Alat-alat bantu.





Gambar . Rumah Pompa Malabar & Dempo .

4.2.2 Sektor Pengolahan

Sektor Pengolahan adalah menerima air limbah dari hasil tangkapan sampai pada *effluent* (air yang siap dibuang ke badan air penerima).

Unit pengolahan air limbah ini menggunakan sistem pengolahan dengan sistem tertutup dan menggunakan konsep kolam aerasi *fakultative*.

4.3 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Mojosongo

IPAL Mojosongo menggunakan sistem pengolahan berdasarkan konsep kolam aerasi fakultatif, luas areal IPAL tersebut 1,5 ha. IPAL Mojosongo terletak pada jalan Sabrang Lor, dan berbatasan dengan sektor utara Kali Anyar yang berjarak 700 meter.

Karena letak IPAL Mojosongo mempunyai elevasi yang lebih tinggi, maka dibutuhkan 3 unit *sump* (1 unit *standby*) yang berfungsi untuk mengalirkan limbah-limbah tersebut menuju komponen pertama pada bangunan pengolahan (lihat gambar 4.8)

Effluent IPAL dialirkan menuju Kali Anyar melalui pipa beton dengan nilai konsentrasi BOD sebesar 16 mg./lt. Jadi sistem pengolahan IPAL Mojosongo sudah memenuhi syarat ambang batas.

Komponen-komponen pada sistem pengolahan di IPAL Mojosongo terdiri dari:

1. Bak Pengendapan Awal

Apabila air limbah tidak diharapkan untuk melewati bak ini, maka *gate valve* (katub) diposisikan dalam keadaan terbuka, sehingga air akan langsung masuk menuju bak aerasi I (*Aerated Facultative Lagoon I*). Tetapi bila air limbah diinginkan untuk melewati bak ini, maka *gate valve* diposisikan dalam keadaan tertutup, sehingga air limbah akan melimpah melalui *weir* (pelimpah) dan masuk ke ruang pengukur yang terpasang skala dan debit air yang akan dipompakan. Pasir yang terbawa ke ruangan ini akan mengendap, sedangkan sampah terapung dan busa akan ditahan oleh penyekat yang diambil secara manual.

2. Bak Aerasi I (*Aerated Facultative Lagoon I*)

Air limbah yang masuk pada bak aerasi I perlu dibiarkan selama 1-2 minggu untuk dapat berkembangbiaknya mikroorganisme. Untuk mempercepat berkembangnya mikroorganisme, biasanya dilakukan *seeding* dengan cara menambah lumpur aktif dari tangki septik ke dalam bak aerasi yang dilengkapi 3 unit aerator. Bila pemberian oksigen ini kurang, maka akan timbul bau dan terjadi proses anaerobik.

3. Bak Aerasi II (*Aerated Facultative Lagoon II*)

Pada prinsipnya bak aerasi II ini sama dengan bak aerasi I. Bak aerasi I dan II akan terjadi endapan lumpur di dasar bak, sehingga perlu adanya pengurasan secara periodik. Untuk pengurasan lumpur

disediakan pompa *centrifugal self priming* dan poton serta pipa fleksibel untuk hisap dan tekan.

4. Bak Sedimentasi (*Sedimentation Pond*)

Air limbah dari *aerated facultative lagoon II* mengalir secara gravitasi ke dalam bak sedimentasi. Air yang telah diaerasi dari bak aerasi I dan II sebagian besar partikel-partikelnya akan mengendap ke dalam bak ini. Dari bak ini, air limbah sudah boleh dibuang ke badan air penerima melalui saluran di sebelah utara dan timur dari IPAL kemudian ke Kali Anyar, sedangkan endapan lumpur akan terkumpul pada dasar kolam.

5. Bak Pengering Lumpur (*Sludge Drying Bed*)

Bak pengering lumpur berfungsi untuk menampung lumpur yang diproduksi dari *aerated facultative lagoon I* dan II, bak sedimentasi serta bak pengendap awal. Dari bak-bak pengendapan lumpur tersebut, lumpur dipompakan melalui jaringan pipa lumpur dan diterima disaluran terbuka di sebelah kanan dan kiri dari bak pengering lumpur.

6. Bak Penampung Supernatan

Bak penampung supernatan berfungsi untuk menampung air pemasukan dari lumpur yang dikeringkan dalam bak pengering lumpur. Air yang terkumpul di dalam bak akan dipompakan kembali ke bak aerasi I.

Komponen-komponen yang ada pada IPAL Mojosongo dan periode pengurasan terlihat pada tabel. 11 di bawah ini.

Tabel. 11 Komponen IPAL Mojosongo dan Periode Pengurasan

No.	Komponen-komponen IPAL Mojosongo	Periode Pengurasan
1.	Bak Pengendapan Awal	3 bulan
2.	Bak Aerasi Fakultatif I	6 bulan
3.	Bak Aerasi Fakultatif II	6 bulan
4.	Bak Sedimentasi	6 bulan
5.	Bak Pengering Lumpur	6 bulan
6.	Bak Penampung Supernatan	6 bulan

Sumber: DPU Surakarta 1999

Lumpur-lumpur yang mengendap pada bak pengendapan awal, bak aerasi I, aerasi II dan bak sedimentasi akan ditampung pada *sludge drying bed*, sehingga setiap bak aerasi terdapat pompa lumpur yang akan menghisap lumpur-lumpur tersebut menuju *sludge drying bed* melalui jaringan pipa lumpur dan diteruskan ke saluran terbuka di sebelah kanan dan kiri bak pengering lumpur.

Setelah lumpur-lumpur dikeringkan, kemudian diangkut dengan menggunakan *Dump Truck* dan siap dibuang menuju TPA (Tempat Pembuangan Akhir), atau digunakan sebagai pupuk untuk tanaman.

Jenis aerator dan pompa yang terdapat pada IPAL Mojosongo dapat dilihat pada tabel. 12 di bawah ini.

Tabel. 12 jenis aerator dan pompa pada IPAL Mojosongo

	Jenis	Unit	Kapasitas	Daya
Aerator	MTO ₂	6	1,345kg/jam	2,2 kw/unit
Pompa Lumpur	EBARA	1	6 lt/det	7,5 kw

Sumber: PDAM Surakarta 2000

Untuk penerangan persediaan listrik disiapkan oleh PLN, dan sebagai cadangan terhadap hal-hal darurat disediakan satu set generator diesel.

Dalam pengoperasian IPAL diperlukan kendaraan yang fungsinya untuk menunjang pengoperasian IPAL banyaknya kendaraan dapat dilihat pada tabel. 13 berikut ini:

Tabel. 13 Kendaraan Penunjang Pengoperasian IPAL Mojosongo

No.	Macam Kendaraan	Unit
1.	Pick Up	1
2.	Sepeda Motor	1
3.	Dump Truck	3

Sumber: PDAM Surakarta 2000

Parameter yang digunakan pada IPAL Mojosongo dapat dilihat pada tabel. 14 berikut ini.

Tabel. 14: Parameter IPAL Mojosongo

No.	Tolok Ukur Desain	Satuan	Nilai
1.	Total penduduk yang dilayani	Jiwa	135710
2.	Jumlah sambungan rumah tangga	Unit	6000
3.	Rata-rata kapasitas pengolahan	lt/det	155
4.	Debit puncak	lt./dtk	21
5.	Beban BOD influent	kg./hari	792
6.	Konsentrasi BOD influent	mg./hari	385
7.	Pengurangan BOD influent	%	95
8.	Konsentrasi BOD effluent	mg/lt	16
9.	Bak aerasi fakultatif: waktu penyimpanan hidrolis	Hari	3,7
10.	Bak aerasi fakultatif: kedalaman efektif	M	3,5
11.	Bak aerasi fakultatif: efisiensi transfer O ₂ dari aerator	kg O ₂ /hr	1,345
12.	Produksi lumpur	m ³ /th	1607
13.	Interval pengurasan	Bulan	6

Sumber:PDAM Surakarta (2000)

Gambar Bak Pengendap Pasir

