

Evaluasi Dimensi Saluran Air Buangan Komunal Kampung Tegal Kawung RT 5 RW 8 Cipageran Kota Cimahi

FIKRI MUHAMMAD ABDILLAH, M. RANGGA SURURI

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Institut Teknologi Nasional, Bandung
E-mail : abahimovic@yahoo.com

ABSTRAK

Dimensi saluran air buangan dipengaruhi oleh timbunan air buangan yang dialirkan dalam saluran yang berkaitan dengan besaran konsumsi air bersih. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi dimensi saluran air buangan komunal di Kampung Tegal Kawung RT 5 RW 8 Cipageran Kota Cimahi melalui metode survei dengan pembagian kuesioner sebagai sumber besaran konsumsi air bersih, melakukan pengukuran seperti kedalaman dan diameter saluran, perhitungan timbunan air buangan, serta analisis dimensi saluran air buangan menggunakan nomograph. Diketahui melalui penelitian bahwa ukuran diameter saluran air buangan komunal yang melayani 37 KK memiliki besaran konsumsi air 134,33 liter/orang/hari dengan timbunan air buangan sebesar 11,39 liter/detik, cukup dengan menggunakan pipa 4 inci. Ketidaksesuaian kebutuhan diameter saluran air buangan dapat mempengaruhi efektivitas dan efisiensi seperti biaya pembelian pipa, upah pekerja, kedalaman galian termasuk pembiayaannya seperti biaya penggalian serta buangan tanah, dan kemampuan saluran menyalurkan air buangan yang dipengaruhi nilai d/D yang hanya memiliki nilai sebesar 0,09.

Kata Kunci: *dimensi saluran air buangan, sistem komunal, nomograph*

ABSTRACT

The dimensions of sewer is affected by the generation of wastewater in the sewer which related to the amount of water consumption. This study was conducted to evaluate the dimensions of communal wastewater sewer in the village of Tegal Kawung RT 5 RW 8 Cipageran Cimahi through questionnaire survey method as a source of the amount of water consumption, measurements such as depth and diameter of the sewer, the calculation of wastewater generation and dimensional analysis of sewer using the nomograph. The result of the research showing that the diameter of the communal wastewater sewer which serves 37 families which have water consumption of 134,33 liters/person/day with the generation of wastewater at 11,39 liters/sec, would be in used of the 4-inch pipe. Incompatibility diameter of sewer will affects the effectiveness and efficiency of the system, such as the pipe installation costs, wages of workers, the depth of excavation including financing such as excavation and disposal cost of land, and the ability to drain the wastewater that influenced the value of d/D only by 0,09.

Keywords: *dimensions of sewer, communal system, nomograph*

1. PENDAHULUAN

Sistem penyaluran air buangan adalah suatu rangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang air buangan dari suatu kawasan/lahan baik itu dari rumah tangga maupun kawasan industri. Sistem penyaluran biasanya menggunakan sistem saluran tertutup dengan menggunakan pipa yang berfungsi menyalurkan air buangan tersebut ke bak *interceptor* yang nantinya di salurkan ke saluran utama atau saluran drainase (Asril Zevri, 2010). Dilihat dari cara penanganan air buangan domestik, menurut Mohammad Masduki Hardjosuprpto terdapat dua sistem yang dibedakan menjadi sistem terpusat dan setempat. Sistem terpusat (*offsite*) merupakan sistem yang mengumpulkan air buangan dari seluruh daerah pelayanan dalam saluran riol pengumpul lalu dialirkan kedalam riol kota menuju tempat pembuangan yang aman, baik dengan bangunan pengolahan air buangan dan/atau dengan pengenceran tertentu (*Intercepting Sewer*) serta apabila telah memenuhi standar mutu kemudian dibuang ke badan air penerima. Sistem setempat (*onsite*) adalah sistem yang ditempatkan pada daerah yang tidak memiliki sistem riol kota dan air buangan ditangani setempat dengan membuat bangunan cubluk atau tangki septik. Tangki septik perlu dilengkapi bidang rembesan yang memerlukan luas lahan tertentu dan hal ini menjadi masalah pada daerah padat sehingga untuk menanggulangnya seringkali air buangan domestik dipisahkan dengan cara hanya air buangan kotoran atau disebut *black water* yang dimasukkan kedalam tangki septik, sedangkan air buangan lainnya seperti air buangan cucian yang biasanya disebut *grey water* dibuang langsung kedalam saluran drainase terdekat.

Dimensi saluran air buangan dipengaruhi oleh timbulan air buangan yang dialirkan di dalam saluran yang berkaitan erat dengan besaran konsumsi air bersih. Konsumsi air bersih setiap rumah tangga berbeda-beda, baik menurut jumlah maupun jenis kegiatannya. Kamen dan Darr (1976:50) dalam Dian Mangiring Arika (2007) menjelaskan bahwa besaran tersebut dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti ukuran keluarga, pendapatan per kapita, ukuran kota, kota asal penduduk, tipe meteran, pendidikan responden, dan kepadatan ruang. Walaupun begitu, meski mendapatkan pengaruh dari faktor-faktor di atas, pada dasarnya air bersih yang digunakan tidak seluruhnya terpakai. Mohammad Masduki Hardjosuprpto (2000) memaparkan di dalam bukunya bahwa studi di Uganda menginformasikan sekitar 50-80% dari air bersih yang digunakan akan berubah menjadi air buangan dan disebut sebagai faktor timbulan air buangan. Pengertian air buangan domestik adalah air buangan yang berasal dari usaha atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama. Beberapa bentuk dari air buangan ini berupa tinja, air seni, buangan kamar mandi, dan juga sisa kegiatan dapur rumah tangga. Jumlah air buangan yang dibuang akan selalu bertambah dengan meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatannya

Evaluasi dimensi saluran air buangan komunal dapat bermanfaat untuk perencanaan dan pembangunan lanjutan yang serupa guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi, mulai dari tahapan awal sampai pengoperasian. Untuk tahapan awal atau pembangunan, beberapa hal yang dapat ditingkatkan keefektivitasan dan efisiensinya antara lain seperti upah pekerja, pembiayaan pembelian pipa, serta kedalaman galian termasuk pembiayaan-pembiayaannya seperti biaya penggalian, urugan dan buangan tanah, sedangkan ketika pengoperasian efektivitas dan efisiensi dapat terlihat peningkatannya dari kelancaran saluran menyalurkan air buangan yang dipengaruhi nilai d/D atau nilai perbandingan kedalaman air dan diameter saluran.

2. METODOLOGI

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Kampung Tegal Kawung RT 5 RW 8 Cipageran Kecamatan Cimahi Utara Kota Cimahi. Tahap awal dari penelitian adalah melakukan studi literatur mengenai pustaka yang berhubungan dengan sistem penyaluran air buangan, khususnya mengenai dimensi saluran. Selanjutnya, studi dilanjutkan pada hal-hal yang mempengaruhinya seperti konsumsi air bersih dan timbulan air buangan. Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data yang meliputi pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer termasuk penentuan lokasi penelitian dan survei awal, identifikasi jalur saluran perpipaan air buangan dan sistem komunal, wawancara, kuesioner, pengukuran lapangan, serta perhitungan. Alat bantu yang digunakan untuk mengidentifikasi saluran perpipaan air buangan dan sistem komunal dalam menentukan elevasi tanah, koordinat bak kontrol dan tangki septik, serta jalur perpipaan adalah GPSmap 60CSx GARMIN. Wawancara dilakukan kepada pengurus warga dan pengurus sistem di lokasi penelitian, yakni Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) Melati Mandiri, sedangkan kuesioner dibagikan dengan metode survei kepada 35 KK dari 37 KK pengguna tangki septik komunal dalam rangka mendapatkan data mengenai konsumsi air bersih yang mempengaruhi timbulan air buangan dan dimensi saluran. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi konsumsi air bersih di suatu rumah. Pada penelitian ini, pembahasan dilakukan terhadap tiga dari tujuh faktor yang turut mempengaruhi. Pemilihan tiga faktor ini didasarkan pada materi kuesioner yang dipergunakan ketika pengambilan data primer. Faktor-faktor yang digunakan adalah ukuran keluarga, pendapatan per kapita, dan pendidikan responden, sedangkan faktor lainnya antara lain ukuran kota, kota asal penduduk, tipe meteran, dan kepadatan ruang.

Pengukuran lapangan yang dilakukan ketika penelitian adalah terhadap debit saluran air buangan dengan cara sederhana menggunakan bantuan bola pingpong, pengukuran terhadap diameter saluran eksisting, kedalaman air di dalam saluran, serta nilai perbandingan antara keduanya (d/D), sedangkan perhitungan dilakukan untuk mendapatkan diameter saluran air buangan teoritis dan kecepatan air dalam saluran melalui penggunaan *Nomograph For The Solution Of The Manning Formula (Metric Unit)* dalam Mohammad Masduki Hardjosuprpto (2000). Cara penggunaan *nomograph* pertama-tama adalah menarik garis lurus dari sumbu slope (S) melalui sumbu kekasaran manning (n) menuju *turning line* sampai menyentuh dan mendapatkan debit (Q). Setelah itu dilanjutkan pada menarik garis dari sumbu debit melalui sumbu diameter (D) melalui *turning line* menyentuh titik jalur pencarian debit sampai mendapatkan kecepatan (V). Terakhir, untuk perhitungan debit air buangan menggunakan persamaan (1) sampai persamaan (6) yang dibuat oleh Mohammad Masduki Hardjosuprpto, yakni sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_r &= Q_r \times \text{jumlah penghuni/rumah} && \dots\dots\dots (1) \\
 Q_{ab} &= \text{Total } Q_r \times \text{faktor timbulan air buangan} && \dots\dots\dots (2) \\
 q_r &= \frac{1000}{p} \times Q_{ab} && \dots\dots\dots (3) \\
 q_{md} &= f_{md} \times q_r && \dots\dots\dots (4) \\
 Q_{pp} &= 5 \times p^{0,5} \times q_{md} && \dots\dots\dots (5) \\
 Q_{ps} &= 0,7 \times n \times Q_{pp} && \dots\dots\dots (6)
 \end{aligned}$$

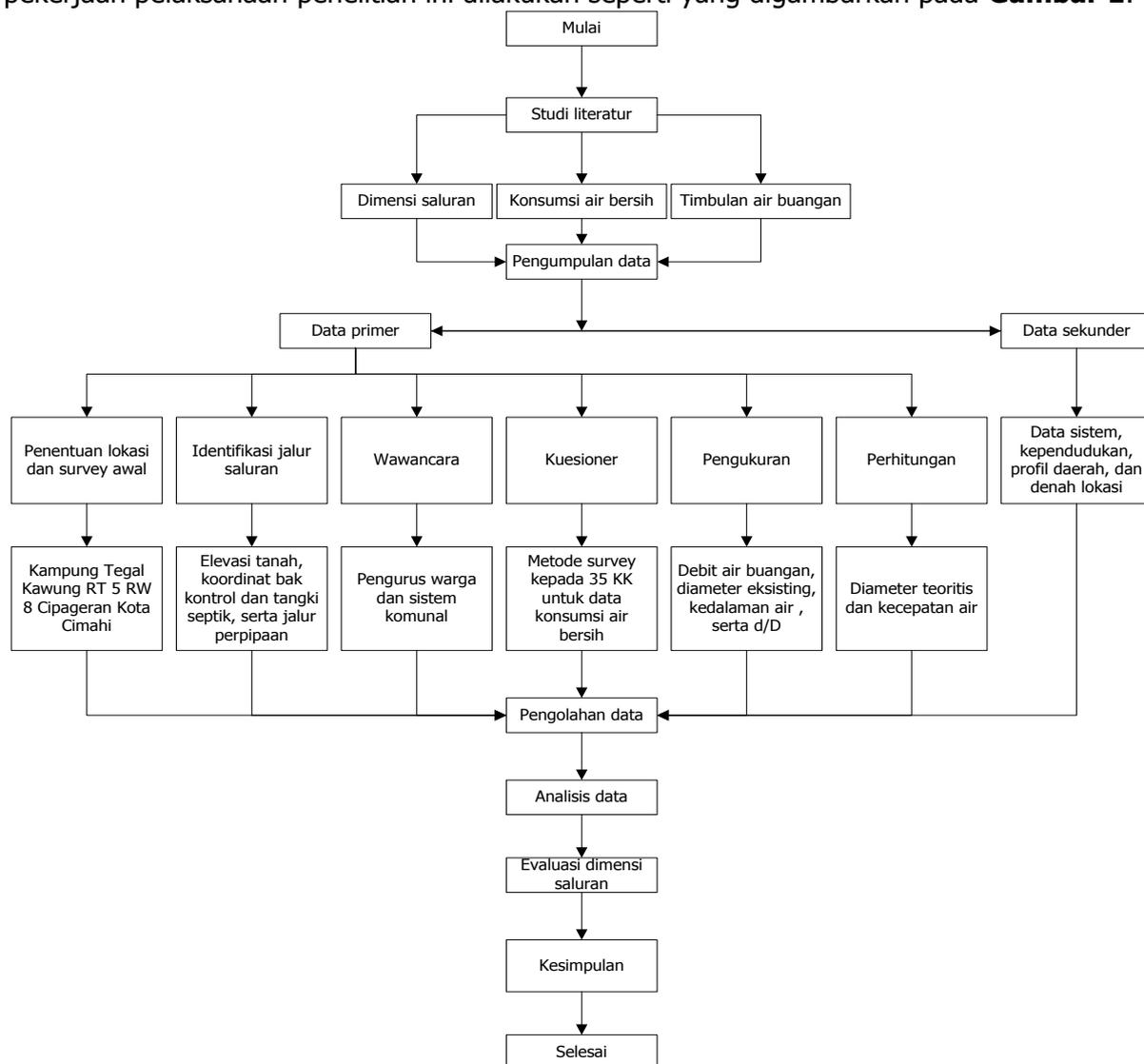
Dimana: Q_r = debit rerata air buangan (liter/detik);
 p = jumlah penduduk total (ribuan kapita atau jiwa);
 = jumlah penduduk domestik + jumlah penduduk ekivalen (kapita);
 q_r = debit satuan rerata air buangan (liter/detik/1000k).
 Q_{pp} = debit puncak desain pipa persil (liter/detik);
 q_{md} = debit satuan air buangan hari maksimum (liter/detik/1000k).
 Q_{ps} = debit ujung akhir pipa *service* (liter/detik);

Evaluasi Dimensi Saluran Air Buangan Komunal Kampung Tegal Kawung RT 5 RW 8 Cipageran Kota Cimahi

- n = jumlah rumah atau sambungan pipa persil (buah);
 Q_{ppr} = debit puncak rerata pipa persil (liter/detik).

Data sekunder merupakan data pelengkap dalam penelitian ini. Data-data yang didapatkan berasal dari pengurus warga maupun pengurus sistem komunal dan meliputi data-data sistem, kependudukan, profil daerah, dan denah lokasi. Di dalam pengumpulannya, data sekunder dapat dikumpulkan sebelum, sesudah, dan bersamaan dengan pengumpulan data primer.

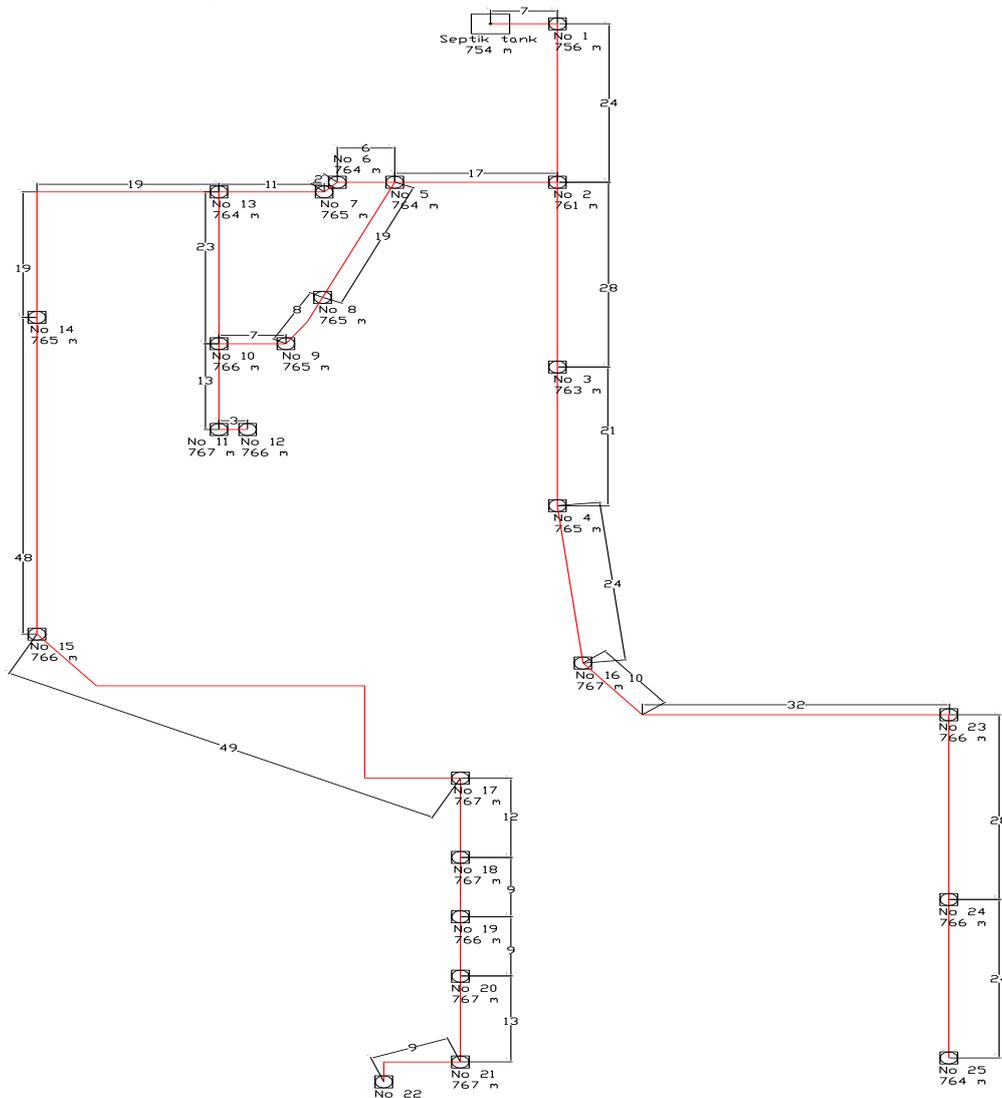
Tahapan dilanjutkan pada pengolahan terhadap data-data yang telah dikumpulkan beserta analisis dan pembahasannya. Pada tahap ini dilakukan pengolahan terhadap data-data primer dan sekunder yang diikuti analisis dan pembahasannya dimulai dari pengolahan terhadap hasil kuesioner untuk mendapatkan data konsumsi air bersih, pengolahan data hasil pengukuran lapangan, perhitungan konsumsi air bersih dan timbulan air buangan, dan analisis terhadap dimensi saluran. Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan setelah mendapatkan hasil dari pengolahan dan analisis data di Kampung Tegal Kawung RT 5 RW 8 Cipageran Kota Cimahi mengenai evaluasi dimensi saluran air buangan komunal. Urutan pekerjaan pelaksanaan penelitian ini dilakukan seperti yang digambarkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Metodologi Penelitian
[Reka Lingkungan] - 4

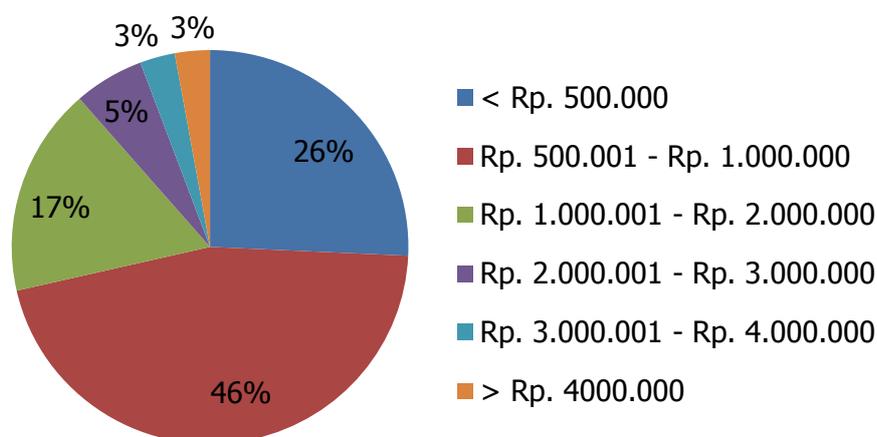
3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kelurahan Cipageran merupakan salah satu kelurahan yang terdapat di Kecamatan Cimahi Utara Kota Cimahi. Berdasarkan Keputusan Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Cimahi pada tahun 2013 dibangun tangki septik di salah satu RT pada kelurahan ini melalui Program Sanitasi Lingkungan Berbasis Masyarakat (SLBM). Lokasi terpilih untuk pembangunan adalah Kampung Tegal Kawung Cipageran RT 5 RW 8 karena dianggap memenuhi syarat dari tiga lokasi yang akan terbangun di Kota Cimahi. Melalui identifikasi jalur perpipaan sistem penyaluran air buangan komunal diketahui bahwa Kampung Tegal Kawung Cipageran memiliki 25 bak kontrol yang berfungsi untuk mengontrol kelancaran aliran air buangan dalam saluran. Selain itu, bak kontrol berfungsi sebagai tempat pemasukkan pipa air buangan dari sambungan rumah dengan jarak antar bak kontrol terpanjang 48 m dan terpendek 2 m. Diameter pipa air buangan eksisting diketahui melalui pengukuran adalah berukuran 6 inch dengan kedalaman rata-rata air di dalam saluran sebesar 1,37 cm dan memiliki rasio rata-rata d/D sekitar 0,09. Sistem pengolahan tangki septik yang digunakan termasuk sistem anaerob beraliran *up-flow* yang memiliki efisiensi penyisihan sampai 80% (RKM KSM Melati Mandiri, 2013). Bangunan tangki septik ini diletakkan di daerah hilir yang merupakan tanah hibah pemberian dari developer perumahan.



Gambar 2. Jalur Perpipaan Air Buangan

Dijelaskan sebelumnya bahwa telah dipilih tiga faktor yang mempengaruhi konsumsi air bersih di suatu rumah. Ukuran keluarga di Kampung Tegal Kawung Cipageran berkisar antara 2 sampai 7 jiwa per rumah dengan rata-rata 4,29 jiwa atau dibulatkan 4 jiwa per rumah. Data kuesioner menjelaskan bahwa kebanyakan masyarakat di RT 5 RW 8 Kelurahan Cipageran berprofesi sebagai buruh bangunan, sedangkan profesi lainnya adalah pekerja swasta, pekerja pabrik, wiraswasta, TNI, polisi, *security*, supir, tukang jahit, dan pensiunan. Pendapatan masyarakat di lokasi penelitian pun beragam dan hasilnya dapat dilihat dalam **Gambar 3**. Adapun untuk faktor pendidikan responden, kebanyakan kepala keluarga merupakan lulusan SMA dengan jumlah 12 orang, sedangkan yang lainnya adalah sarjana sejumlah 2 orang, lulusan SMK sejumlah 2 orang, lulusan SMP sejumlah 10 orang, lulusan SD sejumlah 8 orang, dan satu orang yang tidak mengecap bangku sekolah.



**Gambar 3. Pendapatan Masyarakat Kampung Tegal Kawung RT 5 RW 8
Cipageran Kota Cimahi**

Jumlah penduduk pengguna tangki septik komunal diketahui adalah 150 orang yang memiliki jumlah konsumsi air sebesar 20.150 liter/hari sekitar 134,33 liter/orang/hari. Sumber air yang digunakan oleh penduduk dalam pemenuhan kebutuhan sehari-harinya adalah berasal dari mata air dengan kondisi baik serta sumur gali. Nilai konsumsi didapatkan dari perkalian antara jumlah ember yang digunakan dalam sehari dengan volume ember sebesar 50 liter.

Timbulan air buangan dihitung setelah mendapatkan besaran konsumsi air bersih dan diketahui bahwa konsumsi air bersih di RT 5 RW 8 Kampung Tegal Kawung seperti tertera di atas. Nilai tersebut kemudian dikalikan dengan rerata jumlah orang dalam satu rumah seperti pada persamaan (1), yakni sekitar 4 orang/rumah menurut hasil kuesioner.

$$\begin{aligned} Q &= 134,33 \text{ liter/orang/hari} \\ Q_r &= 134,33 \text{ liter/orang/hari} \times 4 \text{ orang/rumah} \\ &= 537,33 \text{ liter/hari/rumah} \end{aligned}$$

Pada dasarnya air bersih yang digunakan oleh manusia tidak akan seluruhnya terpakai. Air bersih yang telah digunakan oleh penduduk tersebut akan berubah menjadi air buangan. Mohammad Masduki Hardjosuprpto memaparkan di dalam bukunya bahwa studi di Uganda menginformasikan sekitar 50-80% dari air bersih yang digunakan akan berubah menjadi air buangan dan disebut sebagai faktor timbulan air buangan. Debit air buangan kemudian terus terakumulasi sampai menuju tangki septik komunal yang berada di Kampung Tegal Kawung RT 5 RW 8 Kelurahan Cipageran Kota Cimahi, seperti yang terlihat pada perhitungan persamaan (2) sampai persamaan (5).

Evaluasi Dimensi Saluran Air Buangan Komunal Kampung Tegal Kawung RT 5 RW 8
Cipageran Kota Cimahi

$$\begin{aligned}
 Q_{ab} &= 80\% \times 537,33 \text{ liter/hari} \\
 &= 429,87 \text{ liter/hari} \\
 q_r &= \frac{1000}{5} \times 429,87 \text{ liter/hari} \\
 &= 85973,33 \text{ liter/hari} \\
 &= 0,995 \text{ liter/detik} \\
 q_{md} &= 1,25 \times 0,995 \text{ liter/detik} \\
 &= 1,24 \text{ liter/detik} \\
 Q_{pp} &= 5 \times \left(\frac{5}{1000}\right)^{0,5} \times 1,24 \text{ liter/detik} \\
 &= 0,44 \text{ liter/detik}
 \end{aligned}$$

Diketahui melalui perhitungan di atas bahwa nilai debit pada pipa persil pada saluran air buangan komunal Kampung Tegal Kawung Cipageran Kecamatan Cimahi Utara Kota Cimahi adalah sebesar 0,44 liter/detik, sedangkan untuk perhitungan debit air buangan dalam pipa *service* yang telah menampung air buangan dari 37 KK adalah 11,39 liter/detik, dengan perhitungan menggunakan persamaan (6) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{ps} &= 0,7 \times 37 \times 0,44 \text{ liter/detik} \\
 &= 11,39 \text{ liter/detik} \\
 &= 0,0114 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Ketika menentukan kecepatan air buangan dalam saluran air buangan komunal, perhitungan dilakukan menggunakan bantuan *nomograph* dengan hasil seperti tertera pada di bawah ini. **Tabel 1** berisikan nilai-nilai dari hasil pengukuran mulai dari waktu pengukuran, kekasaran manning pipa yang digunakan, slope, diameter saluran, kecepatan air dalam saluran, dan termasuk juga debit air buangan. Selain itu, terdapat juga data debit air buangan yang didapatkan melalui hasil pengukuran dengan menggunakan bantuan bola dalam tabel tersebut.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Parameter-Parameter Penelitian

Waktu	Pengukuran ke-	n	Slope	Qpeak	D teoritis		D pasaran		Vpeak
				m ³ /s	mm	inch	inch	mm	m/s
Minggu, 10 Agustus 2014	1	0.013	0.32	0.0022	100	3.94	4	101.6	2.20
pukul 07.00 WIB	2	0.013	0.32	0.0017	100	3.94	4	101.6	2.05
	3	0.013	0.32	0.0013	100	3.94	4	101.6	2.03
Minggu, 10 Agustus 2014	4	0.013	0.32	0.0007	100	3.94	4	101.6	2.00
	5	0.013	0.32	0.0005	100	3.94	4	101.6	1.90
pukul 13.35 WIB	6	0.013	0.32	0.0005	100	3.94	4	101.6	1.90
	7	0.013	0.32	0.0017	100	3.94	4	101.6	2.05
Senin, 11 Agustus 2014	8	0.013	0.32	0.0017	100	3.94	4	101.6	2.05
	9	0.013	0.32	0.0017	100	3.94	4	101.6	2.05
pukul 06.20 WIB	10	0.013	0.32	0.0009	100	3.94	4	101.6	2.00
	11	0.013	0.32	0.0016	100	3.94	4	101.6	2.05
Senin, 11 Agustus 2014	12	0.013	0.32	0.0013	100	3.94	4	101.6	2.03
	13	0.013	0.32	0.0016	100	3.94	4	101.6	2.05
Selasa, 12 Agustus 2014	14	0.013	0.32	0.0018	100	3.94	4	101.6	2.05
	15	0.013	0.32	0.0017	100	3.94	4	101.6	2.05
pukul 06.25 WIB	16	0.013	0.32	0.0012	100	3.94	4	101.6	2.01
	17	0.013	0.32	0.0015	100	3.94	4	101.6	2.03
Selasa, 12 Agustus 2014	18	0.013	0.32	0.0013	100	3.94	4	101.6	2.03
	Teoritis	0.013	0.32	0.0114	100	3.94	4	101.6	2.50

Sumber: Hasil Perhitungan, 2014

Tujuan utama penggunaan *nomograph* adalah untuk menganalisis ukuran diameter yang lebih baik digunakan untuk saluran air buangan komunal di Kampung Tegal Kawung Cipageran. Terlihat dari tabel di atas, diketahui bahwa secara perhitungan diameter untuk saluran cukup menggunakan pipa 4 inchi dan hal ini dikuatkan dengan penemuan nilai d/D yang hanya memiliki nilai rata-rata 0,09 ketika pengukuran lapangan. Diameter yang tidak sesuai dengan kebutuhan akan menjadi tidak efektif dan efisien karena akan berpengaruh pada kemampuan saluran untuk mengalirkan air dan kotoran ke dalam tangki septik ketika pengoperasian sistem, sedangkan beberapa hal lainnya yang terpengaruh seperti upah pekerja, biaya pembelian pipa, dan kedalaman galian termasuk pembiayaan-pembiayaannya seperti biaya penggalian, urugan, dan buangan tanah.

4. KESIMPULAN

Evaluasi dimensi saluran air buangan komunal dapat bermanfaat untuk perencanaan dan pembangunan lanjutan yang serupa guna. Diketahui melalui hasil penelitian bahwa ukuran diameter saluran air buangan komunal yang melayani 37 KK dengan besaran konsumsi air bersih 134,33 liter/orang/hari dan berkapasitas debit air buangan sebesar 11,39 liter/detik cukup dengan menggunakan pipa 4 inch. Ketidakesesuaian kebutuhan diameter saluran air buangan mempengaruhi efektivitas dan efisiensi, mulai dari tahapan awal sampai pengoperasian.

5. DAFTAR RUJUKAN

- Arika, Dian Mangiring. 2007. *Kajian Pola Konsumsi Air Bersih Rumah Tangga di Kelurahan Setiamanah, Kota Cimahi Sebagai Masukan Bagi Upaya Konservasi*. Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Hardjosuprpto, Moh. Masduki (MODUTO). 2000. *Penyaluran Air Buangan Vol II*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Kelompok Swadaya Masyarakat Melati Mandiri. 2013. *Rencana Kerja Masyarakat (RKM) KSM Melati Mandiri*. Cimahi.
- Zevri, Asril. 2010. *Studi Penyaluran dan Pengolahan Air Limbah di Komplek Pemukiman (Studi Kasus: Komplek Pesantren)*. Bidang Studi Teknik Sumber Daya Air Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara. Medan.