

**SISTEM PENYALURAN AIR LIMBAH DOMESTIK SKALA  
KOMUNAL DENGAN MENGGUNAKAN *SIMPLIFIED  
SEWERAGE DAN SMALLBORE SEWER***

***SEWERAGE DOMESTIC WASTEWATER SYSTEM COMMUNAL  
SCALE USING SIMPLIFIED SEWERAGE AND SMALLBORE  
SEWER***

**Eddy Setiadi Soedjono<sup>1)</sup>, Harismayanti Nurul Aulia<sup>2)</sup>**

**<sup>1) 2)</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut  
Teknologi Sepuluh Nopember  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111**

**E-mail: soedjono@enviro.its.ac.id**

**Abstrak**

Tujuan dari penulisan ini adalah merencanakan pengembangan Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL) dan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) skala komunal untuk seluruh wilayah Perumahan Singhasari Residence, Kabupaten Malang dan dilakukan pembagian wilayah pengembangan yang dibagi dalam 3 zona pelayanan, yakni wilayah pelayanan I, II dan III. Hasil kajian aspek teknis, diperoleh debit air limbah yang masuk ke pengembangan IPAL eksisting sebesar 0,027 m<sup>3</sup>/det. Sedangkan debit yang masuk pada unit IPAL wilayah I adalah 0,017 m<sup>3</sup>/det. Pada rencana pengelolaan SPAL dan IPAL komunal berbasis masyarakat akan sulit untuk dilaksanakan karena rumah yang berada di Perumahan Singhasari Residence berstatus rata-rata sebagai rumah kedua milik warga. Berdasarkan hasil analisa diperoleh biaya OM untuk wilayah I adalah Rp 5000/m<sup>3</sup>. Sedangkan biaya OM untuk pengembangan SPAL IPAL eksisting adalah Rp 3500/m<sup>3</sup>.

**Kata kunci:** Air limbah domestik, Perumahan Singhasari, Sistem pembuangan air limbah

***Abstract***

The purpose of this paper is to plan the development of sewerage system and wastewater treatment plant communal scale for the entire region of Singhasari Residence housing, Malang Regency and the development area is divided into 3 zones service area I, II and III. A review from technical aspects obtain wastewater discharge into the existing wastewater treatment plant is 0,027 m<sup>3</sup>/sec. While the debit that entry on wastewater treatment plant unit area I is 0,017 m<sup>3</sup>/sec. Management plan for sewerage system and communal wastewater treatment plant community based will be difficult to implement because the house in Singhasari Residence housing have average status as second home. Based on the analysis results cost for operational and maintenance for the service area I was Rp 5000/ m<sup>3</sup>. While the cost for operational and maintenance to the development of the existing wastewater treatment plant is Rp 3500/m<sup>3</sup>.

**Keywords:** domestic wastewater, sewerage systems, Singhasari Residence housing.

## 1. PENDAHULUAN

Sumber utama dari air limbah domestik berasal dari area permukiman dan area komersial (Metcalf dan Eddy, 2004). Air limbah domestik penduduk permukiman tersebut berasal kegiatan mandi, cuci, kakus (MCK). Air limbah domestik tersebut jika tidak dikelola secara tepat dapat mencemari lingkungan. Fasilitas sistem pengolahan air limbah permukiman yang ada di Indonesia saat ini rata-rata masih menggunakan sistem *on-site*, seperti tangki septik, cubluk, bahkan masih ditemukan masyarakat yang membuang air limbah domestik langsung ke sungai. Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap tingkat pencemaran dari rumah tangga yang masih menggunakan tangki septik diperoleh hasil bahwa effluent tangki septik berperan dalam peningkatan konsentrasi nutrient beracun pada air sungai (Withers, 2011).

Pengelolaan air limbah domestik akan lebih efektif dan efisien baik dari segi biaya, ketersediaan lahan permukiman maupun operasional pemeliharaan jika dikelola secara komunal (Suriyachan, 2012). Solusi yang paling efektif adalah pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal. Pembangunan IPAL tersebut dapat mencegah dan mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan dari air limbah domestik serta mengatasi keterbatasan lahan di permukiman. Upaya meningkatkan efektifitas IPAL dapat dilakukan dengan perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL) secara efektif dan efisien (Massoud, 2008). Membangun hubungan yang baik antara penyedia sarana sanitasi dengan masyarakat setelah sistem berjalan merupakan hal penting karena sistem sanitasi dapat berjalan dengan baik ketika pemerintah, kontraktor dan pengguna sarana sanitasi dapat berinteraksi secara produktif (Paterson, 2007).

Tantangan sanitasi di negara berkembang adalah mengimplementasikan teknologi sanitasi di suatu wilayah, dimana kondisi

sosial ekonomi masyarakat beragam serta cepatnya perubahan tata guna lahan menyebabkan pemilihan sistem sanitasi menjadi suatu tugas yang kompleks. Terpisah dari faktor teknik dan penghasilan masyarakat, aspek isu lingkungan, kemampuan institusi dan pilihan teknologi oleh masyarakat menentukan keberlangsungan lama tidaknya suatu sistem sanitasi dapat berjalan (Loetscher, 2002). Pada perencanaan ini akan direncanakan pengelolaan dan pengembangan SPAL komunal untuk air limbah domestik untuk seluruh wilayah Perumahan Singhasari Residence, Kabupaten Malang. Perencanaan ulang tersebut dilakukan karena SPAL komunal yang dibangun oleh developer Perumahan Singhasari Residence hanya melayani sebagian blok perumahan saja dan saat ini pengelolaan SPAL dan IPAL komunal masih dipegang oleh developer. Direncanakan SPAL komunal yang akan dikembangkan menggunakan sistem *simplified sewerage*. Sistem *simplified sewerage* merupakan sistem penyaluran air limbah dengan menggunakan diameter pipa kecil serta kedalaman penanaman pipa yang minimum (Hughes, 2006). Karena kemiringan (*slope*) yang digunakan hampir sama untuk setiap sambungan, galian tanah yang dilakukan untuk jaringan pipa relatif dangkal. Hal tersebut dapat mengurangi biaya konstruksi pembangunan jaringan pipa (Turker, 2011). Penerapan sistem *simplified sewerage* pada perencanaan ulang dan pengembangan SPAL IPAL komunal di Perumahan Singhasari Residence tersebut dapat mengurangi biaya konstruksi dan operasional pemeliharaan SPAL IPAL komunal.

Tujuan dari perencanaan ini adalah merencanakan ulang jaringan eksisting SPAL komunal air limbah domestik yang sesuai dengan kondisi eksisting Perumahan Singhasari Residence. Melalui perencanaan ulang yang dilakukan tersebut akan diketahui perkiraan biaya yang diperlukan untuk keseluruhan sistem yang akan dibangun di

Perumahan Singhasari Residence dan perkiraan biaya sistem operasional dan pemeliharaan untuk SPAL komunal seluruh wilayah Perumahan Singhasari Residence dengan pengelolaan SPAL IPAL komunal berbasis pemberdayaan masyarakat.

## 2. METODA

Pada ide studi perencanaan ulang pengelolaan air limbah domestik skala komunal dengan studi kasus Perumahan Singhasari Residence, Kabupaten Malang, dilakukan proses identifikasi masalah tentang keadaan SPAL IPAL komunal di perumahan. Hasil dari proses identifikasi masalah tersebut diperoleh bahwa wilayah pelayanan SPAL dan IPAL komunal yang direncanakan oleh developer hanya melayani sebagian blok perumahan saja. Oleh sebab itu, dilakukan perencanaan ulang SPAL dan IPAL komunal untuk seluruh blok perumahan di wilayah Singhasari Residence. Proses identifikasi masalah tersebut dilakukan sejalan dengan proses pengumpulan data lapangan. Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh melalui proses observasi dan hasil wawancara dengan developer perumahan, berupa lebar jalan, tata letak rumah, tipe-tipe rumah

yang ada di Perumahan Singhasari Residence. Sedangkan data sekunder meliputi karakteristik air limbah domestik, peta *site plan* perumahan, jumlah rumah dan fasilitas sosial yang ada di Perumahan Singhasari Residence, dan peta topografi Perumahan Singhasari Residence serta HSPK terbaru untuk wilayah Kabupaten Malang.

Proses pengumpulan data yang dilakukan juga diikuti dengan studi literatur yang dapat menunjang ide studi yang dilakukan. Sumber studi literatur antara lain berupa jurnal penelitian internasional dan nasional, peraturan perundangan yang sedang berlaku saat ini, penelitian terdahulu dan sumber-sumber lain yang relevan dengan ide studi.

Setelah proses pengumpulan data dan studi literatur dilakukan, proses selanjutnya adalah melakukan pembahasan dan analisa terkait SPAL, yang meliputi penentuan blok pelayanan, perhitungan debit air limbah, pembebanan saluran, dimensi pipa, perhitungan penanaman pipa, Rencana Anggaran Biaya (RAB), penentuan bangunan pelengkap serta gambar profil hidrolis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

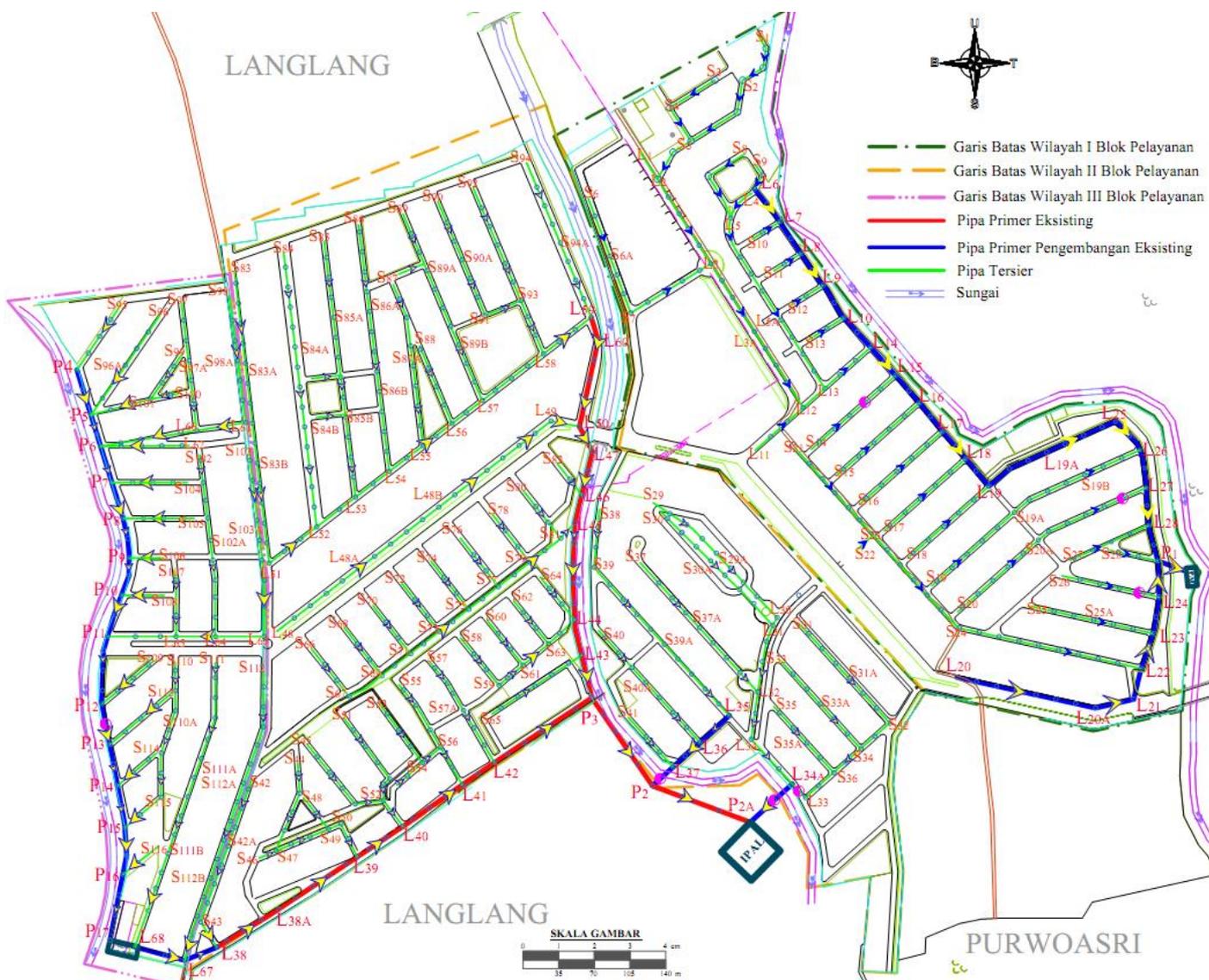
A. Pembagian Wilayah Pelayanan

Pada perencanaan ini, daerah pelayanan SPAL akan dibagi dalam 3 wilayah pelayanan, yakni wilayah pelayanan I, II dan III. Pembagian wilayah pelayanan SPAL dan IPAL komunal tersebut dilakukan karena topografi Perumahan Singhasari Residence berupa perbukitan. Selain itu, di wilayah Perumahan Singhasari Residence dibatasi oleh sungai di bagian tengah perumahan. Perencanaan SPAL dan IPAL komunal di Perumahan Singhasari Residence

dapat dilihat pada Gambar 1.

Jumlah rumah yang terdapat di Perumahan Singhasari Residence sebanyak 2131 unit. Kondisi eksisting Perumahan Singhasari Residence saat ini

telah terbangun jaringan pipa air limbah Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL) dan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Namun blok perumahan yang terlayani oleh SPAL dan IPAL komunal hanya di sebagian blok perumahan saja. Sedangkan sebagian wilayah blok perumahan lain hanya dilayani dengan pengolahan tangki septik. Sehingga



Gambar.1. Perencanaan SPAL dan IPAL komunal Perumahan Singhasari Residence direncanakan daerah pelayanan yang

akan dilayani SPAL pengembangan pada perencanaan ini meliputi seluruh blok perumahan yang berada di Perumahan Singhasari Residence.

Pada studi perencanaan ini, SPAL eksisting akan dimasukkan dalam wilayah pelayanan II dan III. Karena perbedaan elevasi yang cukup signifikan diantara kedua wilayah pelayanan, perhitungan jalur SPAL diantara kedua wilayah tersebut dilakukan secara terpisah. Namun pengolahan air limbah untuk wilayah pelayanan II

dan III dilakukan di lokasi IPAL yang sama, yakni pada IPAL eksisting yang terletak di wilayah pelayanan II. Kedua wilayah tersebut akan dihubungkan dengan sumur pengumpul yang direncanakan diletakkan di wilayah pelayanan III. Selanjutnya dari sumur pengumpul, air limbah akan dialirkan dengan menggunakan pompa menuju wilayah pelayanan II dan diolah pada IPAL eksisting.

Sedangkan untuk wilayah pelayanan I akan direncanakan jalur SPAL dan IPAL komunal baru karena di wilayah tersebut pengolahan air limbah dilakukan dengan tangki septik. Selain itu, karena wilayah pelayanan I dan II dibatasi oleh sungai serta perbukitan sehingga untuk wilayah pelayanan I akan direncanakan IPAL komunal tersendiri yang khusus melayani pengolahan air limbah di wilayah pelayanan I.

**B. Evaluasi dan Perencanaan Pengembangan SPAL**

Pada perencanaan sistem penyaluran air limbah, pertama kali dilakukan perhitungan debit air limbah pada setiap wilayah pelayanan berdasarkan pembagian blok perumahan, dimana pada perencanaan ini wilayah I terdiri dari 4 blok rumah, wilayah II terdiri dari 10 blok dan wilayah III terdiri dari 3 blok. Dasar perhitungan debit air limbah

Tabel 1.  
Kebutuhan Pipa Primer SPAL IPAL Komunal Perumahan Singhasari Residence

Saluran Pipa Primer	D te rp as a n g (	Panj. i a
rata-rata adalah	80%	pemakaian air

bersih akan masuk dalam saluran air limbah. Berdasarkan perhitungan, diperoleh debit rata-rata ( $Q_{ave}$ ) air limbah terbesar berada di wilayah pelayanan I dan II, yakni sebesar  $0,0050 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0,0051 \text{ m}^3/\text{det}$ . Sedangkan debit air limbah terkecil berada di wilayah pelayanan III, yakni sebesar  $0,0019 \text{ m}^3/\text{det}$ . Melalui debit rata-rata tersebut dapat diketahui debit saat jam puncak ( $Q_{peak}$ ), debit minimum ( $Q_{min}$ ) dan debit infiltrasi ( $Q_{inf}$ ) untuk setiap blok pada wilayah pelayanan. Selanjutnya dilakukan perhitungan pembebanan saluran dan dimensi pada setiap wilayah pelayanan.

Pada perhitungan dimensi pipa, diketahui diameter pipa pada setiap jalur pipa. Namun berdasarkan petunjuk teknis dari Kementerian Pekerjaan Umum, diameter pipa yang digunakan untuk pipa air limbah adalah 6 – 8 inch. Sehingga diameter pipa yang digunakan pada perencanaan ini adalah 150 mm dan 200 mm dengan jenis pipa PVC tipe D. Diameter 150 mm tersebut merupakan pipa service dan lateral yang menerima air limbah dari sambungan rumah warga. Sedangkan diameter pipa 200 mm digunakan pada saluran pipa induk yang menuju ke IPAL. Karena menggunakan pipa PVC, nilai koefisien kekasaran Manning ( $n$ ) menggunakan nilai 0,013.

Setiap jarak 100 untuk diameter pipa 150 mm dan jalur pipa lurus akan dipasang manhole lurus. Sedangkan pada pipa 200 mm, dilengkapi manhole lurus pada setiap jarak 150 m. Selain manhole lurus, SPAL juga dilengkapi dengan manhole pada belokan pipa, manhole di pertigaan atau percabangan pipa serta drop manhole untuk pipa percabangan yang memiliki beda tinggi lebih dari 0,5 m. Total jumlah manhole yang diperlukan untuk wilayah pelayanan I adalah 49 manhole, terdiri dari 9 buah manhole lurus, 15 buah manhole belokan, 10 buah manhole percabangan

dan 15 buah drop manhole. Jumlah manhole untuk wilayah pelayanan II adalah 96 manhole, terdiri dari 31 buah manhole lurus, 20 buah manhole belokan, 16 buah manhole percabangan dan 29 buah drop manhole. Sedangkan untuk wilayah pelayanan III total manhole sebanyak 34 buah, terdiri dari 6 buah manhole lurus, 8 buah manhole belokan, 4 buah manhole percabangan dan 16 buah drop manhole.

Setelah dilakukan perhitungan dimensi pipa, dilakukan pula perhitungan pada penanaman pipa. Melalui perhitungan dimensi pipa diperoleh slope pipa untuk masing-masing jalur pipa. Namun karena nilai slope pipa yang diperoleh terlalu kecil, maka digunakan slope pipa berdasarkan literatur, yakni 0,0034 untuk diameter pipa 165 mm dan 0,0033 untuk diameter pipa 216 mm. Selain itu, pada perhitungan penanaman pipa juga diperoleh kedalaman pipa untuk setiap jalur pipa yang direncanakan. Sedangkan hasil perhitungan dimensi dan panjang pipa primer SPAL dan IPAL komunal Perumahan Singhasari Residence yang berada di setiap wilayah pelayanan dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut.

Terdapat jalur pipa yang dilengkapi dengan jembatan pipa karena terdapat sungai yang melintasi bagian tengah perumahan. Jalur pipa yang dimaksud adalah jalur L34A–P2A dan jalur L37–P2, yang terletak di wilayah pelayanan II. Pada **Gambar 2** merupakan gambar tipikal jembatan pipa.

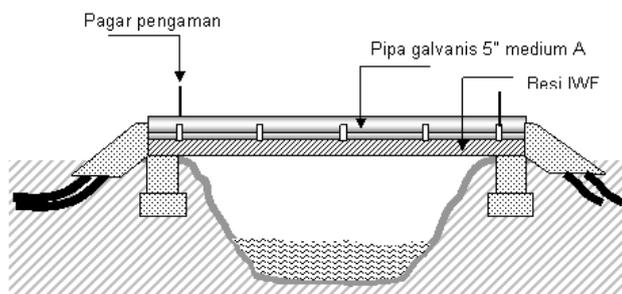
#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil pada perencanaan ini antara lain:

- a. Diameter pipa yang digunakan pada perencanaan ini adalah 150 mm dan 200 mm dengan jenis pipa PVC tipe D. Diameter 150 mm tersebut merupakan pipa service dan lateral yang menerima air

limbah dari sambungan rumah warga. Sedangkan diameter pipa 200 mm digunakan pada saluran pipa induk yang menuju ke IPAL.

- b. Panjang pipa yang dibutuhkan untuk melayani SPAL komunal di wilayah



Gambar.2. Tipikal Jembatan Pipa

pelayanan I adalah 2878 m. Sedangkan untuk wilayah II, panjang pipa yang dibutuhkan sebesar 5513 m. Wilayah III kebutuhan panjang pipa sebesar 2286 m.

- c. Pada perencanaan ulang pengembangan sistem penyaluran air limbah (SPAL) untuk kawasan Perumahan Singhasari Residence, terdapat jalur pipa yang dilengkapi dengan jembatan pipa untuk menghubungkan SPAL warga ke IPAL eksisting, yakni jalur pipa L34A – P2A dan L37 – P2.
- d. Pada wilayah pelayanan II dan III menggunakan prinsip penyaluran air limbah dengan sistem *simplified sewerage*. Pemilihan sistem tersebut karena di kedua wilayah pelayanan tersebut direncanakan pengolahan air limbah secara komunal. Penggunaan sistem tersebut dapat mengurangi biaya konstruksi pembangunan SPAL dan IPAL komunal.
- e. Sistem penyaluran air limbah untuk wilayah pelayanan I dapat menggunakan sistem *small bore sewer*. Pemilihan sistem tersebut karena di wilayah pelayanan I telah terbangun tangki septik di masing-masing rumah warga. Melalui sistem *small bore sewer*, lumpur air limbah dapat terendapkan terlebih dahulu pada tangki septik sehingga kemiringan (slope) dan kedalaman penanaman pipa dapat diperkecil. Hal tersebut dapat mengurangi biaya konstruksi SPAL dan IPAL komunal. Sedangkan air

limbah yang dihasilkan akan diolah pada IPAL komunal pengembangan.

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Renung, Bapak Sumarno, Bapak Hendi, serta PT. Intelegensia Grahatama yang telah memberikan dukungan data-data yang dibutuhkan penulis.

### DAFTAR PUSTAKA

Hughes, R., Goen H., dan Kuruville M. 2006. *Conventional Small and Decentralized Wastewater Systems in Ujang, Z. (Ed). Municipal Wastewater Management in Developing Countries : Principles and Engineering*. London : IWA Publishing.

Loetscher, T. dan Jurg K. 2002. A Decision Support System for Selecting Sanitation Systems In Developing Countries. *Socio-Economic Planning Sciences*, 36 : 267-290.

Massoud, M.A., Akram T., Joumana A. N. 2008. Decentralized Approaches to Wastewater Treatment and Management Applicability In Developing Countries. *Environmental Management*, 90: 652 – 659.

Metcalf dan Eddy. 2004. *Wastewater Engineering : Treatment and Reuse*. New York : 4<sup>th</sup> Edition McGraw Hill.

Paterson, C., D. Mara dan T. Curtis. 2007. Pro-Poor Sanitation Technologies. *Geoforum*, 38 : 901-907.

Suriyachan, C., Vilas N., dan Nurul A.T.M. 2012. Potential of Decentralized Wastewater Management for Urban Development: Case of Bangkok. *Habitat International*, 36: 85-92.

Turker, U. 2011. Alternate Sewerage Solution : Condominial Method and Its Application. *Physics and Chemistry of The Earth*, 36 : 179-186.

Withers, P.J.A, H.P. Jarvie dan C. Stoate. 2011. Quantifying The Impact of Septic Tank Systems On Eutrophication Risk In Rural Headwaters. *Environment International*, 37: 644-653.