



**STUDI PERENCANAAN IPAL LIMBAH DOMESTIK
PERUMAHAN PERMATA TUNGGULWULUNG KOTA
MALANG DENGAN TEKNOLOGI *CONSTRUCTED
WETLAND***

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Prasyarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana (S1) Teknik Sipil*



Disusun Oleh :

DWI PRASETYO

217.010.510.04

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2022**

RINGKASAN

Dwi Prasetyo, 217.010.510.04. Studi Alternatif Desain IPAL Limbah Domestik Perumahan Permata Tunggulwulung Kota Malang dengan Teknologi *Constructed Wetland*. **Pembimbing (I) : Dr. Azizah Rokhmawati, S.T. M.T. (II) : Anita Rachmawati, S.ST., M.T.**

Ketertinggalan pada bidang pembangunan sanitasi memicu berbagai permasalahan, diantaranya penurunan kualitas air tanah, air permukaan, pencemaran udara hingga menurunkan kesehatan, daya saing bangsa dan negara. Disaat yang sama pembangunan terus berkembang dengan perencanaan kota yang tidak sederhana, dimana hal tersebut menyangkut berbagai kepentingan umum seperti aspek teknis dan non-teknis yang tidak sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan masalah tersebut ialah melakukan pengolahan air limbah dengan alternatif metode *Constructed Wetland* dengan memanfaatkan fitoremediasi yang dibantu oleh media dan tumbuhan dalam proses pengolahannya. Dengan mengetahui parameter baku mutu air limbah pada lokasi, BOD = 140,51 mg/L, COD = 268,32 mg/L, dan TSS = 160,00 mg/L terindikasi tercemar. Sehingga, perlu adanya pengolahan sebelum dibuang ke badan air/sungai. Proses perencanaan pembangunan tersebut memperhitungkan umur rencana rancangan jangka panjang. Maka dari itu, perlu adanya perhitungan asumsi pertumbuhan penduduk untuk memperoleh kuantitas dan kualitas air limbah. Langkah selanjutnya data yang diperoleh adalah perhitungan kompartemen pengolahan air limbah yang meliputi, bak pengumpul, bak pengolahan, dan bak indikator. Penentuan media dan tumbuhan juga berindikasi pada efektifitas dalam penurunan parameter air limbah.

Hasil dari Penelitian perencanaan pengolahan air limbah pada Perumahan Permata Tunggulwulung Kota Malang. Selain merencanakan pembangunan IPAL, juga akan merencanakan RTH pada perumahan dengan menggunakan aplikasi *Sketch-up*. Penggunaan aplikasi ini dilakukan untuk pendemensian, modelling desain dan visualisasi kompartemen. Dengan hasil perencanaan efektifitas penurunan limbah dari IPAL BOD, COD, dan TSS sebesar 82,68%, 85,00%, dan 85,49%. Nilai effluent dari hasil pengolahan dapat digunakan sebagai penyiram pada taman RTH.

Kata Kunci : *Constructed Wetland, Baku Mutu Air, Limbah domestik, Perumahan Permata tunggulwulung.*

SUMMARY

Dwi Prasetyo, 217.010.510.04. Alternative Design of Domestic Wastewater in Permata Tunggulwulung Regency Residence with Constructed Wetland Technology. Thesis of Civil Engineering Study Program, Islamic University of Malang. Supervisor (I): Dr. Azizah Rokhmawati, S.T. M.T. (II) : Anita Rachmawati, S.ST. M.T.

Lagging in the field of sanitation development triggers various problems, including a decrease in groundwater quality, surface water, and air pollution to reduce the health, and competitiveness of the nation and state. At the same time, development continues to develop with urban planning that is not simple, where it concerns various public interests such as technical and non-technical aspects that are not by applicable regulations.

One of the efforts that can be made to solve this problem is to treat wastewater with an alternative Constructed Wetland method by utilizing bioremediation assisted by media and plants in the treatment process. By knowing the standard parameters of wastewater quality at the site, BOD = 140.51 mg / L, COD = 268.32 mg / L, and TSS = 160.00 mg / L are indicated to be polluted. Thus, it is necessary to have treatment before being discharged into water bodies/ rivers. The development planning process takes into account the life of the long-term plan. Therefore, it is necessary to calculate the assumption of population growth to obtain the quantity and quality of wastewater. The next step of the data obtained is the calculation of the wastewater treatment compartment which includes, the collection tank, the treatment tank, and the indicator tank. The determination of media and plants also indicates the effectiveness of reducing wastewater parameters.

The Result of planning wastewater treatment in Permata Tunggulwulung Regency. In addition to planning the construction of the wastewater treatment plan, it will also plan the RTH on this site using the Sketch-up application. The use of this application is carried out for the cementing, modeling of the design, and visualization of compartments. The effectiveness of reducing waste from BOD, COD, and TSS Wastewater treatment processes of 82.68%, 85.00%, and 85.49%. The effluent value of the processing results can be used as a sprinkler in the RTH open space.

Keywords: *Constructed Wetland, Water Quality Standards, Wastewater, Permata Tunggulwulung Regency Residence.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perencanaan kota merupakan sesuatu yang tidak sederhana, karena didalamnya akan menyangkut berbagai kepentingan yang bertujuan untuk memperlancar kehidupan kota. Perencanaan tersebut memerlukan suatu analisis yang cukup tepat baik dari segi teknis maupun sosial yang menyangkut hidup orang banyak (Rokhmawati A., 2010). Menurut data (Badan Pusat Statistik, 2020), Kota Malang tahun 2020, jumlah penduduk yang terdapat pada Kota Malang yaitu berjumlah 933.739 jiwa dengan pertumbuhan penduduk 0,69%/Tahun, dengan kepadatan penduduk 9582 jiwa/km². Pada kelurahan Lowokwaru terdapat 180.418 jiwa. Jumlah penduduk yang naik setiap tahun pada daerah Malang mengakibatkan kuantitas *greywater* yang dihasilkan dari aktifitas sehari-hari dikarenakan kebutuhan air bersih semakin meningkat, *greywater* yaitu limbah yang bersumber dari air bekas cuci piring, cuci pakaian, dan air bekas mandi, yang biasa langsung dibuang menuju badan air atau saluran drainase di depan rumah tanpa diolah terlebih dahulu.

Faktor dari pertumbuhan penduduk di Kota Malang memberikan dampak terhadap penurunan daya dukung lingkungan. Salah satu dampak dari pertumbuhan penduduk ini adalah meningkatnya jumlah air limbah domestik. Hal ini membuat perlunya dibangun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Kondisi lingkungan di Kota Malang membuat pengolahan air limbah domestik sebaiknya dilakukan secara setempat. Pengolahan air limbah domestik secara setempat menggunakan teknologi sederhana dan biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan sistem terpusat. Pengolahan air limbah domestik secara setempat cocok diterapkan untuk

kawasan perumahan karena proses pembuatan dan cara pola operasi yang mudah dilakukan. Dimana hal ini berimbas pada ketertinggalan di bidang pembangunan sanitasi yang memicu berbagai permasalahan, diantaranya penurunan kualitas air tanah dan air permukaan, pencemaran udara hingga kesehatan masyarakat yang pada akhirnya menurunkan daya saing bangsa dan negara (Wibisono P.S. & Sukowati P., 2010). Sehingga tuntutan akan pengolahan air limbah untuk perbaikan sanitasi semakin meningkat khususnya di Indonesia, sejalan dengan meningkatnya beban pencemaran air permukaan maupun air tanah (Suswati A., 2013).

Constructed Wetland atau Lahan Basah. Menurut (George W. dkk., 1998) Lahan basah buatan didesain untuk mengoptimalkan berbagai kondisi yang dijumpai pada lahan basah alami, dengan memanfaatkan fungsi kompleks dari keberadaan air, substrat, tanaman, sampah organik (material tanaman yang jatuh), serta beragamnya mikroorganisme (khususnya bakteri) di dalam sistem. Sejumlah besar proses kompleks di dalam *Constructed Wetland*, yakni proses fisik, kimia, serta biologis yang berlangsung simultan dan saling mempengaruhi. Dengan kata lain, *Constructed Wetland* adalah salah satu rekayasa sistem pengolahan limbah yang dirancang dan dibangun melibatkan tanaman air, tanah atau media lain, dan kumpulan mikroorganisme terkait. *Constructed wetland* merupakan sistem pengolahan terencana atau terkontrol yang telah didesain dan dibangun menggunakan proses alami dengan melibatkan vegetasi, substrat, dan mikroorganisme untuk mengolah air limbah (Risnawati I & Darmanhuri T.P., 2009). Prinsip pengolahan air limbah dengan *Constructed Wetland* dengan mengalirkan air limbah di bawah media sehingga limbah akan diserap melalui akar

tanaman. *Constructed Wetland* merupakan metode pengolahan air limbah yang mudah dalam perawatan dan memiliki efisiensi yang cukup tinggi.

Perumahan Permata Tunggulwulung merupakan salah satu perumahan di Kota Malang. Dengan kuantitas limbah *greywater* di perumahan ini belum diolah/dibuang langsung ke badan air saluran drainase dan sungai. Menurut UU No. 32 Tahun 2009, setiap orang diperbolehkan membuang limbah ke media lingkungan hidup dengan syarat memenuhi baku mutu air limbah. Dari latar belakang tersebut maka diperlukan perencanaan unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Perumahan Permata Tunggulwulung.

Perencanaan ini menggunakan tanaman sebagai pembantu fitroremediasi. Menurut hasil penelitian sebelumnya dalam skala laboratorium oleh (Muhammad Arif, 2020) terbukti bahwa fitroremediasi menggunakan tanaman Cattail (*Equisetum Hyemale*) berhasil menurunkan kada COD, BOD, TSS dan pH pada air limbah domestik sangat efektif dan efisien. Dengan penurunan COD sebesar 99,5 %, penurunan BOD sebesar 98,68 % dan penurunan TSS sebesar 96,96 % dengan total removal influent sampai ke effluent adalah 1537,98 mg/L, 3800 mg/L, 731 mg/L dan perbaikan nilai pH dari 4,3 ke 6,78. Penggunaan *constructed wetland* dapat menjadi alternatif pengolahan air limbah domestik skala perumahan. Keuntungan yang diperoleh dari sistem ini adalah memperoleh nilai efisiensi yang tinggi dari pengolahan limbah domestik skala perumahan dan memperoleh desain IPAL yang memiliki nilai estetika karena membutuhkan lahan yang cukup luas serta menjadikan Ruang Terbuka Hijau/Tanaman sebagai nilai estetika.

1.2. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang, maka dapat disimpulkan permasalahan sebagai berikut:

1. Pada lokasi penelitian air limbah belum diolah/dibuang langsung pada saluran drainase dan sungai. Sehingga diperlukan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk menetralisasi sesuai dengan syarat baku mutu air limbah.
2. Pemilihan teknologi *Constructed Wetland* (CW) yang akan digunakan adalah memakai *Sub-Surface Constructed Wetland* (SSF-CW).

1.3. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kualitas air yang terdapat pada Perumahan Permata Tunggulwulung?
2. Bagaimana desain IPAL dengan metode *SubSurface-Wetland* (SSF-CW) sebagai teknologi pengolah air limbah pada Perumahan Permata Tunggulwulung?
3. Berapa besar dimensi unit Instalasi Pengolahan Air Limbah pada Perumahan Permata Tunggulwulung?
4. Berapa Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada Instalasi Perencanaan Air Limbah Perumahan Permata Tunggulwulung?

1.4. Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir dalam merencanakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Perumahan Permata Tunggulwulung antara lain :

1. Mengetahui kualitas Air Limbah.
2. Menencanakan desain teknologi unit Instalasi Pengolahan yang lebih praktis serta memiliki efisiensi.
3. Mengetahui dimensi perencanaan teknologi unit *Sub-Surface Construted Wetland* pengolahan air limbah.
4. Mengetahui perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

1.5. Manfaat

Studi perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Perumahan Permata Tunggulwulung diharapkan memberikan manfaat, yaitu:

1. Dapat menjadi bahan alternatif desain untuk Instalasi Pengolahan Air Limbah domestik terutama pada objek pembangunan perumahan
2. Dapat menambah wawasan mengenai sistem instalasi pengolahan air limbah dan dapat merencanakan pengolahan sistem instalasi pengolahan air limbah sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.
3. Dapat memperluas ilmu mengenai perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah.
4. Memberi masukan kepada instansi terkait terhadap perencanaan serta pembangunan sanitasi lingkungan, terutama dalam pengolahan limbah domestik.

1.6. Batasan Masalah

1. Tidak membahas perhitungan biologi dan kimiawi air limbah, dan tidak melakukan penelitian skala laboratorium (mandiri) pada Laboratorium Kualitas air.
2. Tidak membahas mengenai pola operasi dan pemeliharaan sarana yang direncanakan.
3. Tidak membahas perlakuan tanaman dan media (*substrat*) dalam pengolahan air limbah (tidak melakukan tes laboratorium secara berkala).
4. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya pada Ruang Terbuka Hijau/Taman, hanya Instalasi pengolahan air limbah.

1.7. Lingkup Pembahasan

Adapun lingkup bahasan yang sesuai dengan latar belakang dan identifikasi masalah Perencanaan Instalasi Air Limbah (IPAL) Perumahan Permata Tunggulwulung adalah sebagai berikut :

1. Lokasi yang digunakan berada di daerah Kecamatan Lowokwaru yang terletak di Kota Malang, Provinsi Jawa Timur.
2. Pengolahan data primer, sekunder dan analisis data.
3. Perhitungan data debit air limbah berdasarkan pemakaian air kotor dari perhitungan proyeksi penduduk.
4. Analisis kualitas air limbah.
5. Parameter Utama yang digunakan adalah BOD, COD, dan TSS, sedangkan Parameter Pendukung yang digunakan adalah pH dan Suhu.

6. Perbandingan kualitas air berdasarkan Baku Mutu Air Limbah Domestik, Peraturan Gubernur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
7. Pemilihan teknologi pengolahan jenis *constructed wetland* yang digunakan adalah *Sub-Surface Flow Wetland (SSF-CW)*.
8. Tanaman yang digunakan adalah *Cattail (Thypha Angustifolia)*.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

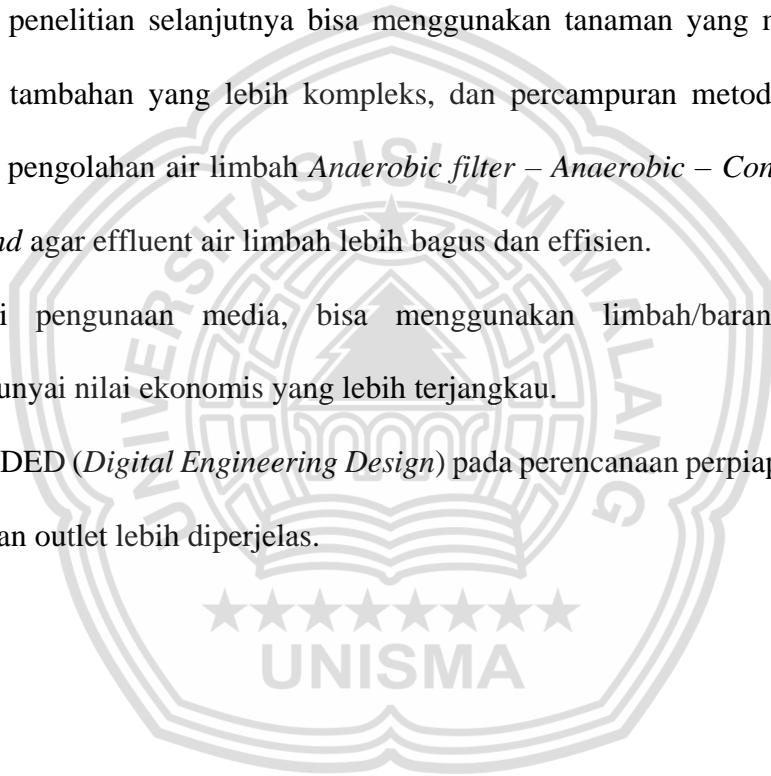
5.1. Kesimpulan

1. Kualitas air berdasarkan sampling di Perumahan Permata Tunggulwulung pada Perum Jasa Tirta kurang baik, tidak memenuhi Baku Mutu Air Limbah, dengan parameter nilai sebesar BOD 113,25 mg/L, COD 130,89 mg/L, dan TSS 140,56 mg/L. Perlunya Tindakan pengolahan air limbah sebelum dibuang ke badan air/sungai. Salah satu metode alternatif ialah IPAL CW.
2. Desain untuk pengolahan air limbah CW memakai 3 kompartemen, yaitu: Bak pengumpul, Bak Pengolahan, dan Bak Indikator. Dengan menggunakan konsep bangun ruang balok untuk tiap kompartemennya, pada bak pengumpul terdapat Pompa *Sub-mersible* untuk mengalirkan air menuju bak pengolahan, dengan memanfaatkan beda tinggi slope sebesar 0,6%, untuk proses *screening* pada media dan substrat sebelum menuju bagian akhir Bak indikator. Pada bagian akhir Bak indikator, metode pengolahan *Constructed Wetland* yang direncanakan mempunyai efisiensi parameter removal BOD, COD, dan TSS sebesar, 79,40 %, 80,00%, dan 85,59%. Pada masing-masing parameter mempunyai nilai kesetimbangan massa pada effluent air limbah sebanyak BOD 2,48 Kg/hari, COD 2,78 Kg/hari, dan TSS 2,15 Kg/hari.
3. Dimensi unit yang direncanakan pada tiap kompartemen, yaitu: 2,20 m x 2,20 m x 2,20 m untuk Bak Pengumpul, 50 m x 6 m x 1,5 m untuk Bak *Constructed Wetland*, dan 2,20 m x 2,20 m x 2,20 m untuk Bak Indikator.

4. Dari hasil perhitungan oleh RAB dengan mengacu oleh HSPK tahun 2021 Kota Malang biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan pengolahan limbah *Greywater* pada Perumahan Permata Tunggulwulung memerlukan biaya sebesar Rp. 223.900.000.

5.2. Saran

1. Pada Penelitian selanjutnya perlunya perbandingan antara dua IPAL agar dapat digunakan sesuai penggunaan pada daerah tersebut.
2. Untuk penelitian selanjutnya bisa menggunakan tanaman yang memiliki fungsi tambahan yang lebih kompleks, dan percampuran metode antara sistem pengolahan air limbah *Anaerobic filter – Anaerobic – Constructed Wetland* agar effluent air limbah lebih bagus dan efisien.
3. Variasi penggunaan media, bisa menggunakan limbah/barang yang mempunyai nilai ekonomis yang lebih terjangkau.
4. Detail DED (*Digital Engineering Design*) pada perencanaan perpipaan pada inlet dan outlet lebih diperjelas.



DAFTAR PUSTAKA

- Akratos, C. S., & Tsihrintzis, V. A. (2007). Effect of temperature, HRT, vegetation and porous media on removal efficiency of pilot-scale horizontal subsurface flow constructed wetlands. *Ecological Engineering*, 29(2), 173–191. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.06.013>
- Badan Pusat Statistik. (2020). Kota Malang dalam Angka Tahun 2020. 35730.2103.
- Carranza-Diaz, O., Schultze-Nobre, L., Moeder, M., Nivala, J., Kuschik, P., & Koeser, H. (2014). Removal of selected organic micropollutants in planted and unplanted pilot-scale horizontal flow constructed wetlands under conditions of high organic load. *Ecological Engineering*, 71, 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.07.048>
- Ellis, J. B., Shutes, R. B. E., & Revitt, D. M. (2003). *Guidance for constructed wetlands*. Environment Agency.
- EPA, E. (1993). Subsurface flow constructed wetlands for wastewater treatment. A technology assessment. *Ecological Engineering*, 2(4), 382. [https://doi.org/10.1016/0925-8574\(93\)90009-5](https://doi.org/10.1016/0925-8574(93)90009-5)
- George W., Burton, J., Brown, M., & Young, R. (1998). *The Constructed Wetland Manual* (Vol. 1). Departemen of Land and Water Conversation.
- Hidayah, E. N., & Aditya, W. (2010). *Potensi dan Pengaruh Tanaman pada Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Constructed Wetland*. 2, 8.
- Hindarko, S. (2003). *Mengolah Air Limbah Supaya Tidak Mencemari Orang Lain*. Penerbit ESHA.

- Hlavinek, P., Bonacci, O., Marsalek, J., & Mahrikova, I. (2007). *Dangerous Pollutants (Xenobiotics) in Urban Water Cycle*.
- Husnabilah, A. (2016). *Perencanaan Constructed Wetland untuk Pengolahan Greywater menggunakan tumbuhan Canna Indica (Studi kasus: Kelurahan Keputih Surabaya)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Lita CSC, V. (2008). *Perencanaan Bangunan Instalasi Air Limbah Grey Water. Fakultas Teknik Universitas Indonesia*.
- Metcalf, M., & Eddy. (2003). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse (Fourth Edition)*. the McGraw-Hill Companies, Inc.
- Muhajir, M. S. (2013). *Penurunan limbah cari BOD dan COD pada industri tahu menggunakan tanaman cattail (Typha Angustifolia) dengan sistem constructed wetland*.
- Muhammad Arif. (2020). *Perbandingan Efektivitas Tanaman Cattail (Thypa Angustifolia) dan Tanaman Iris (Iris Pseudacorus) Pada Constructed Wetland Terhadap Limbah Cair Industri Tahu*.
- Norton, S. (2007). *Removal Mechanisms in Constructed Wastewater Wetlands*.
- Oktaviani, R. (2018). *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Kombinasi Anaerobic Baffled Reactor dan Constructed Wetland di Perumahan Bulan Terang Utama Kota Malang*. 83.
- Peraturan Pemerintah No. 82*. (2001).
- Prakoso, D. (2016). *Desain IPAL Komunal Limbah Domestik Perumahan Sukolilo Dian Regency dengan Teknologi Constructed Wetland*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Rahmawati, A. (2018). *Model Keutuhan Ruang Parkir di Universitas Islam Malang*. 18, 6.
- Rahmawati, A., & Warsito -. (2020). Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) untuk Menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang. *Rekayasa Hijau : Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 4(1), Art. 1. <https://doi.org/10.26760/jrh.v4i1.1-8>
- Risnawati I & Darmanhuri T.P. (2009). *Penyisihan Logam Pada Lindi Menggunakan Constructed Wetland*. Institut Teknologi Bandung.
- Rokhmawati, A. (2010). Aplikasi (Sistem Informasi Geografis) Untuk Evaluasi Sistem Jaringan Drainase di Sub-DAS Lowokwaru Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 4, 13.
- Safitri, R. (2009). Phytoremediasi Greywater dengan Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dan Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) serta Pemanfaatannya untuk Tanaman Selada Secara Hidroponik. *Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor : Bogor*.
- Sholikhin, G. N., Noerhayati, E., & Rahmawati, A. (2021). Studi Perencanaan Constructed Wetland untuk Pengolaha Greywater di Perumahan Taman Candiloka, Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 11(1), 35–48.
- SNI 03-7065-2005 Tata cara perencanaan sistem plambing. (2005). *Badan Standarisasi Nasional*, 23.

Suswati, A. (2013). Pengolahan Limbah Domestik Dengan Teknologi Taman Tanaman Air (Constructed Wetlands). *Indonesian Green Technology Journal*. Vol. 2 No. 2, 2013.

UU 32 Tahun 2009 (PPLH).pdf. (t.t.).

Vymazal, J. (2001). Constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic. *Water Science and Technology*, 44(11–12), 369–374.
<https://doi.org/10.2166/wst.2001.0853>

Wallace, S. D., & Knight, R. L. (2006). *Small Scale Constructed Wetland Treatment Systems: Feasibility, Design Criteria, and O&M Requirement*. IWA Publishing.

Wibisono P.S. & Sukowati P. (2010). *Pengelolaan IPAL Komunal Melalui StrukturKelembagaan Masyarakat Sebagai Bentuk Pengawasan dan Pengendalian Bapedalda Jawa Timur dalam Upaya Pelestarian Fasilitas*. Penelitian Hibah Bersaing.

