

Perencanaan IPAL Komunal untuk Mendukung Konsep Eco-Pesantren di Pondok Pesantren NU Al Mansyuriah Bonder Kabupaten Lombok Tengah

Communal Wastewater Treatment Plant Planning to Support The Concept of Eco-Boarding Schools in NU Al-Mansyuriah Islamic Boarding Schools, Central Lombok Regency

Gagassage Nanaluh De Side^{1*}, Lalu Auliya Aqraboe Littaqwa¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Nusa Tenggara Barat

*E-mail: gagassage@gmail.com

Abstrak: Perencanaan pembangunan dengan sistem komunal akan dikaji dari sisi teknis dalam penentuan sistem pengolahan air limbah serta perencanaan pembangunan infrastruktur air limbah. Metode yang digunakan yaitu melakukan studi pustaka dan literatur serta observasi lapangan agar dapat diperoleh gambaran permasalahan dari lokasi dan aspek teknis yang sesuai untuk memperoleh data primer. Data primer berupa hasil observasi langsung, data kualitas air limbah, data kualitas air bersih, data topografi serta didukung dengan data sekunder berupa data jumlah santri dan data kependudukan desa setempat. Dari data-data tersebut, dapat dilakukan analisis debit timbulan air limbah, penentuan kapasitas pengolahan air limbah, perumusan alternatif teknologi pengolahan air limbah, dan penentuan lokasi IPAL. Hasil perencanaan sarana sanitasi ini berupa desain instalasi pengolahan air limbah berupa *Detailed Engineering Design*. Dari hasil analisis proyeksi jumlah penghuni pondok pesantren dan proyeksi pelayanan air limbah hingga 20 tahun ke depan diperoleh volume timbulan air limbah hingga 0,96 m³/hari, dan hasil analisis skoring penentuan lokasi IPAL, alternatif lokasi dapat diterima dengan skor 305. IPAL Komunal berada di koordinat 8°47'0.43"S dan 116°13'27.17"E, yang merupakan elevasi terendah serta mengalirkan outlet ke saluran drainase terdekat. Selanjutnya, dari hasil analisis perhitungan dimensi dan kuantitas kapasitas IPAL diperoleh penggunaan air bersih hingga 131,74 m³/hari, penggunaan air limbah 105,39 m³/hari, volume jam puncak 115,93 m³/hari. Direncanakan dengan debit 4,83 m³/jam, volume bak *Settler* 57,97 m³/hari dengan dimensi 11,18 meter, lebar 2,88 meter dan kedalaman 1,8 meter. Untuk bak *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) dan *Anaerobic Filter* (AF) dengan volume 5,8 m³/hari direncanakan 12 kompartemen dengan panjang 4,03 meter, lebar 0,8 meter dan kedalaman 1,8 meter. Perencanaan IPAL dengan proses *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) dengan kombinasi *Anaerobic Filter* dengan memanfaatkan media filter botol plastik bekas ini diharapkan dapat dimanfaatkan tidak hanya oleh penghuni pondok pesantren namun juga oleh masyarakat sekitar untuk mendukung konsep Eco-Pesantren yang diterapkan di Pondok pesantren NU Al-Mansyuriah Bonder.

Kata kunci: air limbah domestik; *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR); *Anaerobic Filter*, Eco-Pesantren, Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Abstract: A technical study of WWTP planning is carried out in the context of developing Islamic boarding schools with the concept of Eco-Boarding School, covering aspects such as waste water collection facilities, processing facilities, and socio-economic aspects of the surrounding land. Technical aspects of development planning with a communal system will be investigated in determining the wastewater treatment system and planning for the development of wastewater infrastructure. The method used is to study literature and literature, as well as field observations, to gain an overview of the problem from the location and appropriate technical aspects to obtain primary data. Primary data in the form of direct observations, waste water quality data, clean water quality data, topographic data, and secondary data in the form of student enrollment and village population data. Analysis of wastewater generation discharge, determination of wastewater treatment capacity, formulation of alternative wastewater treatment technologies, and determination of WWTP locations can all be performed using these data. This sanitation facility planning produces a wastewater treatment plant design in the form of a *Detailed Engineering Design*. Based on the findings of an analysis of the projected number of residents

of Islamic boarding schools and the forecast of wastewater services for the next 20 years, the volume of wastewater generation is up to 0.96 m³/day, and the results of the scoring analysis for determining the location of the WWTPs, the alternative locations can be accepted with a score of 305. Communal WWTPs are located at coordinates 8°47'0.43"S and 116°13'27.17"E, which is the lowest elevation and drains the outlet to the nearest drainage channel. Furthermore, from the analysis of the calculation of the dimensions and quantity of the WWTP capacity, it is found that the use of clean water is up to 131.74 m³/day, the use of waste water is 105.39 m³/day, the peak hour volume is 115.93 m³/day. It is planned to have a discharge of 4.83 m³/hour, the volume of the settler tank is 57.97 m³/day with dimensions of 11.18 meters, a width of 2.88 meters and a depth of 1.8 meters. For ABR and AF tanks with a volume of 5.8 m³/day, 12 compartments are planned with a length of 4.03 meters, a width of 0.8 meters and a depth of 1.8 meters. The WWTP planning with the Anaerobic Baffle Reactor (ABR) process with a combination of Anaerobic Filters by utilizing used plastic bottle filter media is expected to be utilized not only by the residents of the Islamic boarding school but also by the surrounding community to support the Eco-Boarding School concept applied at the NU Al-Mansyuriah Islamic Boarding School Bonder Central Lombok.

Keywords: domestic wastewater; Anaerobic Baffle Reactor (ABR); Anaerobic Filter, Eco-Pesantren, Wastewater Treatment Plant (WWTP)

PENDAHULUAN

Pondok pesantren merupakan pusat kegiatan belajar mengajar sekaligus tempat hunian bagi santri di mana aktivitas yang dilakukan tidak terlepas dari limbah yang diproduksi. Pondok pesantren NU Al-Mansyuriah Bonder merupakan salah satu sekolah berbasis pondok yang memiliki kapasitas penghuni 500 santri dan diperkirakan akan terus bertambah di tahun-tahun berikutnya. Kurangnya sarana sanitasi berupa tangki septik yang belum memadai dan instalasi pengolahan limbah memicu adanya gangguan kesehatan penghuni pondok dan terganggunya kualitas air tanah di lahan sekitar pondok pesantren, sementara sumber air utama yang digunakan adalah air sumur. Buruknya kondisi sanitasi dapat membawa efek yang sangat luas, seperti penurunan kualitas lingkungan hidup termasuk pencemaran sumber air bersih dan meningkatnya angka penyakit yang ditimbulkan oleh sanitasi buruk (Lebelo & Mochane, 2021). Hingga saat ini, kondisi pengelolaan sanitasi Pondok pesantren NU Al-Mansyuriah Bonder sendiri masih tergolong rendah, tercermin dari kondisi eksisting pengelolaan sanitasi, antara lain belum adanya sarana pengelolaan air limbah skala domestik/kawasan.

Penyediaan akses dan peningkatan kualitas sistem pengolahan air limbah terbagi menjadi 2 sistem yakni sistem setempat (*on-site*) dan sistem terpusat (*off-site*). Sistem setempat (*on-site*) adalah sistem pengolahan air limbah di mana instalasi pengolahan ditempatkan di dalam area persil yang dimiliki warga (Simanjuntak et al., 2014), sedangkan pengolahan limbah dengan IPAL terpusat (*off-site*) merupakan sistem pengolahan air limbah yang dibuat di satu tempat yang sesuai standar pelayanan minimum, mencakup sejumlah sambungan rumah sehingga limbah yang dihasilkan terkumpul dalam satu instalasi dan diproses sedemikian hingga agar limbah yang dihasilkan tidak merusak lingkungan.

Pondok pesantren NU Al-Mansyuriah Bonder sendiri masih menggunakan tangki septik yang tidak sesuai standar dan belum adanya sarana pengelolaan air limbah skala domestik/kawasan. IPAL meliputi aspek dari segi sarana pengumpulan dan sarana pengolahan air limbah jenis blackwater maupun greywater. Air limbah dengan jenis *blackwater* dihasilkan dari kegiatan kakus umumnya ditampung dalam tangki septik,

sedangkan untuk air limbah dengan jenis *greywater* merupakan hasil dari kegiatan rumah tangga seperti cuci dan mandi, umumnya langsung dialirkan ke permukaan tanah atau saluran pembuangan (Al Kholif, 2020). Air limbah *greywater* kebanyakan merupakan bahan organik yang sifatnya mudah terdegradasi (Widanarko, 2021), namun jika dipertimbangkan dari segi kuantitas, *greywater* cenderung meningkat seiring dengan banyaknya santri di pondok pesantren dan bertambahnya jumlah penduduk. Jika kuantitas air limbah domestik (*blackwater* dan *greywater*) yang dihasilkan dan dibuang lebih dari kemampuan lingkungan untuk menerimanya, maka akan memicu kerusakan lingkungan baik berupa kualitas air tanah, udara, bau bahkan timbulnya penyakit (Herrari, 2015). Oleh karena itu, untuk mencegah dampak dari pencemaran lingkungan, air dan tanah, terutama lokasi pondok pesantren yang dikelilingi oleh persawahan, diharapkan pondok pesantren memiliki sarana sanitasi yang layak dan berkualitas berupa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) berskala Kawasan dalam rangka memperbaiki kondisi Pondok Pesantren yang mendukung konsep Eco-Pesantren. Konsep Eco-Pesantren ini merupakan konsep institusi pendidikan Islam yang mempunyai penekanan pada aktivitas yang tanggap terhadap kelestarian lingkungan hidup (Pudjiastuti et al., 2021).

Perencanaan instalasi pengolahan air limbah akan dirancang dengan unit ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*) dengan ditambahkan filter berupa botol plastik bekas sebagai alternatif bahan filter untuk tumbuhnya bakteri yang mengolah limbah cair domestik yang dihasilkan oleh kegiatan di pondok pesantren. Perencanaan ABR akan disesuaikan dengan ketersediaan lahan, produksi debit air limbah, kemudahan dalam operasional dan perawatan, serta efisiensi dalam pengolahan air limbah. Keunggulan ABR dalam proses pengolahan air limbah salah satunya adalah pertimbangan efisiensi yang tinggi (Hamid & Razif, 2014), terutama dari segi konstruksi. Selain itu, unit ABR dapat disesuaikan dengan ketersediaan lahan dan dapat dibangun di bawah permukaan tanah, sehingga cocok digunakan pada lahan yang terbatas (Abdi et al., 2018).

Kondisi di wilayah Desa Praya Barat Kabupaten Lombok Tengah secara keseluruhan merupakan wilayah beriklim kering, sehingga irigasi persawahan merupakan aspek yang sangat krusial mengingat sebagian besar penduduk desa merupakan petani. Kegiatan di Pondok Pesantren yang berpenghuni sekitar 500 santri ini memiliki beberapa fasilitas sanitasi (kamar mandi dan jamban) terlihat baik, namun kondisi tidak terawat dan untuk tangki septik yang digunakan tidak sesuai standar, misalnya jarak antara tangki septik dengan sumber air bersih kurang dari 10 meter (Setyo & Radityaningrum, 2021). Kondisi sanitasi di Ponpes Al Mansyuriah Dusun Sangkong Desa Bonder Kabupaten Lombok Tengah dan sebagian besar masyarakatnya membuang air limbah *grey water* ke saluran drainase yang outletnya menuju ke persawahan warga dan ke saluran drainase yang lebih besar atau ke sungai, sedangkan untuk *black water* dibuang ke tangki septik. Kawasan pesantren ini terdiri dari bangunan pondok pesantren berupa asrama putra dan asrama putri, ruang-ruang kelas dan tempat tinggal pengajar yang berdekatan sedangkan sisi sebelah selatan pondok pesantren berhimpitan dengan petak-petak sawah milik warga. Dari hasil observasi lapangan ditemukan beberapa rumah warga yang tidak memiliki tangki septik, sehingga pembuangan air limbah *black water* dan *grey water* langsung ke saluran drainase. Hal ini tentu akan berdampak pada kualitas air tanah dan air permukaan dan merusak lingkungan (Lestari, 2020). Ditambah lagi, dengan kondisi wilayah yang kering maka saluran drainase tidak selalu

dialiri air, sehingga rentan menimbulkan bau tidak sedap (Maliga & Darmin, 2020). Selain itu, dengan sumber air sumur sebagai mayoritas digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, jika kualitas air sudah terkontaminasi maka dapat memicu timbulnya berbagai macam penyakit (Rau & Novita, 2021).

METODOLOGI

Metode

Metode yang digunakan yaitu melakukan studi pustaka dan literatur serta observasi lapangan secara langsung, agar dapat diperoleh gambaran permasalahan dari lokasi dan aspek teknis yang sesuai untuk memperoleh data. Data primer berupa hasil observasi langsung, data kualitas air limbah, data kualitas air bersih, data topografi serta didukung dengan data sekunder berupa data jumlah santri dan data kependudukan desa setempat. Dari data-data tersebut, dapat dilakukan analisis debit timbulan air limbah, penentuan kapasitas pengolahan air limbah, perumusan alternatif teknologi pengolahan air limbah, dan penentuan lokasi IPAL.

Analisis Data

Dari data-data yang telah terkumpul akan diolah meliputi :

1. Aspek sosial pembangunan IPAL Komunal terhadap lahan sekitar
2. Analisis Perhitungan debit air limbah yang dihasilkan dan debit timbulan air limbah.
3. Analisis Proyeksi jumlah santri dan penduduk sekitar Dusun Sangkong, Desa Bonder Kabupaten Lombok Tengah sebagai dasar kapasitas tampung IPAL
4. Analisis Sistem pengolahan dan kriteria pemilihan teknologi pengolahan air buangan domestik
5. Analisis penentuan letak IPAL sesuai dengan Kriteria Pemilihan Lokasi IPAL yang tepat
6. Perencanaan bangunan IPAL mulai dari Inlet, *Settler*, *Baffler*, ABR, AF, dan *Carbon Tub* hingga *Outlet* berdasarkan konsep Eco-Pesantren

Tahapan Perencanaan

1. Studi literatur

Studi literatur diperlukan sebagai landasan teori dalam melaksanakan perencanaan. Studi literatur yang digunakan antara lain:

- a. Teori air buangan domestik dan air bersih.
- b. Proyeksi penduduk.
- c. Sistem pengolahan air buangan domestik.
- d. Teknologi pengolahan air buangan domestik.
- e. Kriteria pemilihan teknologi pengolahan air buangan domestik.
- f. Kriteria Pemilihan Lokasi IPAL yang tepat
- g. Metode pengumpulan data.

2. Pengumpulan data

Pengumpulan data dibutuhkan dalam perencanaan guna mendukung perencanaan yang akan dilakukan. Data yang dibutuhkan adalah data primer dan data sekunder, yang terdiri dari:

a. Data primer

Survei Lapangan

Data sampel air bersih dan air limbah untuk pengujian kualitas air dengan parameter-parameter yang telah ditentukan, kondisi eksisting pipa atau saluran

penyaluran air limbah domestik (*black water* dan *grey water*), pengukuran topografi, dan memastikan adanya ketersediaan lahan kosong untuk perencanaan pembangunan IPAL.

Wawancara

Wawancara dilakukan pada santri dan pengajar di pondok pesantren serta beberapa warga sekitar untuk mengetahui ada/tidaknya IPAL komunal pada daerah perencanaan, kebutuhan dan pemanfaatan air bersih, ada atau tidaknya kejadian banjir saat musim hujan, serta pengaruh terhadap warga akibat pengelolaan sanitasi di pondok pesantren. Wawancara dengan pengisian kuesioner terhadap warga dilakukan secara random sampling. Jumlah sampel yang diambil dikalkulasikan dengan metode *Slovin* (Siswanto & Purwanti, 2017),

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} \quad (1)$$

Dimana :

n = ukuran sampel

N = ukuran populasi

E = taraf kesalahan sebesar 10%

sehingga jumlah responden yang dibutuhkan adalah 93 orang.

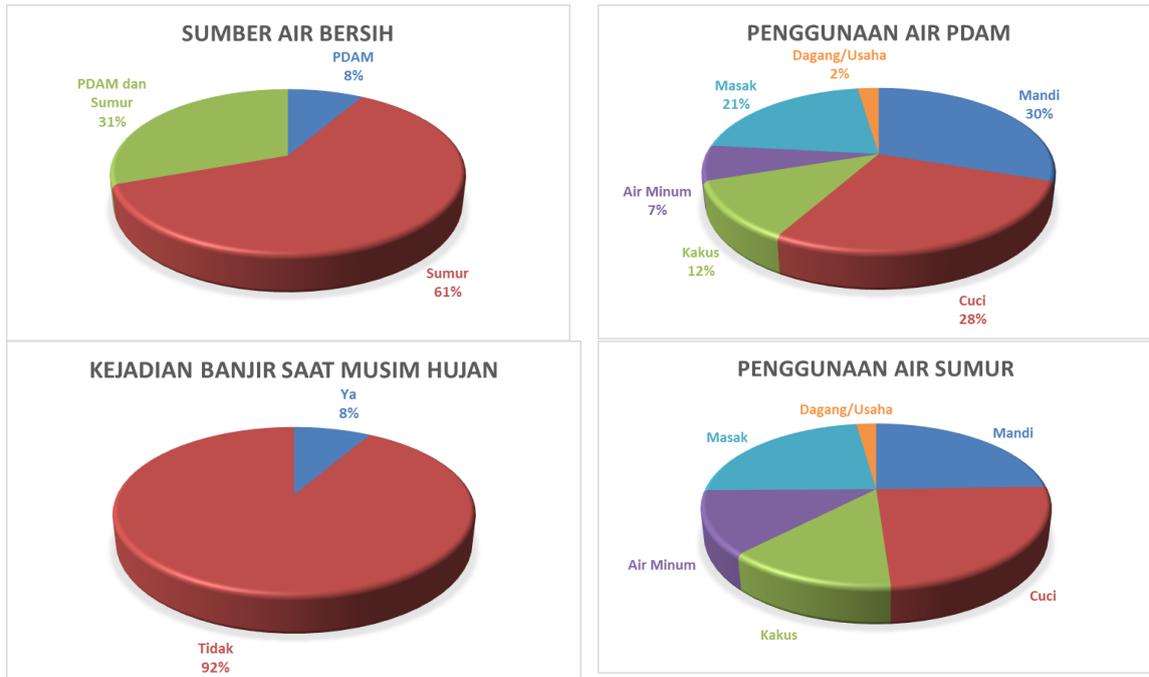
b. Data sosial

Data ini diperoleh survei sosial dengan jumlah responden yang sama dengan responden wawancara untuk mengetahui kondisi sanitasi yang sebenarnya di lokasi sebelum perencanaan IPAL Komunal, dan menjadi referensi untuk perbandingan selanjutnya saat setelah realisasi pembangunan IPAL Komunal. Selain itu, pembangunan IPAL biasanya akan menimbulkan konflik sosial dikarenakan adanya kekhawatiran akan menimbulkan bau yang tidak sedap dan dianggap merusak kualitas air tanah jika pembangunan tidak tepat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aspek sosial pembangunan IPAL Komunal terhadap lahan sekitar

Data sosial daerah perencanaan berupa kesadaran masyarakat dalam mengelola air limbah domestik, kemauan masyarakat untuk menyedot tinja dan kemampuan masyarakat untuk membayar iuran penyedotan air limbah. Untuk mengetahui data sosial ekonomi, telah dilaksanakan survei sosial dan ekonomi pada daerah perencanaan. Hal ini diperlukan untuk mengetahui kondisi sanitasi yang sebenarnya di lokasi sebelum perencanaan IPAL Komunal. Berikut adalah hasil observasi dari wawancara langsung terkait kondisi sanitasi di lokasi.



Gambar 1. Diagram hasil observasi/wawancara langsung

Dari hasil observasi, mayoritas sumber air bersih yang digunakan adalah dari sumur sebesar 61% dan sebagian besar digunakan untuk keperluan sehari-hari, mulai dari memasak, mencuci, mandi/kakus, air minum, bahkan digunakan untuk usaha. Sedangkan sebagian besar warga tidak mengalami kejadian banjir saat musim hujan di lokasi ini, dikarenakan memang wilayah yang beriklim kering. Jika ditinjau dari kondisi sanitasi di pondok pesantren, dapat dikategorikan masih belum memenuhi standar. MCK telah tersedia, namun jumlahnya masih sangat kurang untuk menampung jumlah santri saat ini dan diperkirakan jumlahnya akan bertambah di tahun berikutnya. Selain itu, limbah *greywater* dibuang langsung menuju ke saluran drainase terdekat, sedangkan *blackwater* dialirkan ke tangki septik tanpa melalui proses filter apapun. Hal ini mengindikasikan air limbah telah mengkontaminasi air tanah di wilayah ini, sedangkan mayoritas santri dan penduduk sekitar menggunakan air tanah dari sumur sebagai sumber air bersih utama. Berikut kondisi sarana sanitasi dan drainase di lokasi penelitian.



Gambar 2. Kondisi sarana sanitasi dan drainase

Hasil Pengujian Kualitas Air Limbah dan Air Bersih

Sampel untuk pengujian kualitas air limbah yang diambil di 2 titik, yakni:

Titik 1 : saluran drainase dekat dapur

Titik 2 : saluran dekat kamar mandi santri putra,

Sedangkan untuk sampel air bersih diambil 2 titik berikut.

Titik 3 : sumur ruang pimpinan pondok dan

Titik 4 : sumur bor di asrama putra.

Pengujian dilakukan di Laboratorium Air Balai Pengujian Material dan Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat. Berikut hasil pengujian kualitas air limbah dengan acuan baku mutu PermenLHK nomor 68 Tahun 2016 (KemenLHK, 2016):

Tabel 1. Hasil analisis kualitas air limbah

No	Parameter	Hasil		Satuan	Baku Mutu
		Titik 1	Titik 2		
1	TSS	28	20	mg/L	30
2	MBAS	2.222	1.201	mg/L	n/a
3	BOD	128.7	96.40	mg/L	30
4	COD	520.00	320.00	mg/L	100
5	Minyak Lemak	17	4	mg/L	5
6	Total Coliform	>16.000.000	>16.000.000	MPN/100ml	3000

Dari hasil pengujian kualitas air limbah pada Tabel 1, untuk parameter TSS masih berada di batas aman. Namun dari parameter lainnya, yakni MBAS, BOD, COD, Minyak Lemak serta Total Coliform, menunjukkan hasil yang melampaui baku mutu yang telah ditetapkan. Selanjutnya, hasil pengujian kualitas air bersih disajikan pada Tabel 2, dengan baku mutu mengacu pada Permenkes no 32 Tahun 2017 (PermenkesRI, 2017).

Tabel 2. Hasil analisis kualitas air bersih

No	Parameter	Hasil		Satuan	Baku Mutu
		Titik 3	Titik 4		
1	TSS	10	4	mg/L	n/a
2	MBAS	<0.060	<0.060	mg/L	0.05
3	BOD	14.70	63.60	mg/L	n/a
4	COD	64.00	12.00	mg/L	n/a
5	Minyak Lemak	<1	<1	mg/L	n/a
6	Total Coliform	>1600	>1600	MPN/100ml	50

Dari hasil pengujian kualitas air bersih yang bersumber dari sumur yang disajikan pada Tabel 2, semua parameter yakni TSS, MBAS, BOD, COD, Minyak Lemak serta Total Coliform, menunjukkan hasil yang melampaui baku mutu yang telah ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa air sumur telah terkontaminasi. Dari hasil survey lapangan juga ditemukan jarak antara sumur dengan tangki septik kurang dari 10 meter (Setyo &

Radityaningrum, 2021). Hal ini mengindikasikan terganggunya kualitas air bersih salah satunya disebabkan oleh sistem sanitasi yang belum memadai dan pengolahan air limbah yang belum maksimal sehingga berdampak pada pencemaran air tanah.

Analisis Perhitungan debit air limbah yang dihasilkan dan debit timbulan air limbah

Penentuan kapasitas pengolahan air limbah ditentukan berdasarkan periode perencanaan bangunan pengolahan air limbah. Penentuan debit air limbah dapat dilaksanakan secara bertahap, yaitu perkiraan pelayanan air limbah untuk interval 5 tahun kedepan dan 20 tahun kedepan (85%) (KemenPUPR, 2018a). Untuk menentukan kapasitas pengolahan air limbah digunakan Metode Perhitungan kapasitas pengolahan air limbah berdasarkan debit timbulan air limbah per orang.

Kapasitas IPAL ditentukan dengan menghitung jumlah santri dan penduduk yang berada di daerah pelayanan. Data ini dapat diperoleh dari data yang telah diperoleh di lapangan pada wilayah serta survey lokasi perencanaan, sedangkan untuk analisis proyeksi penduduk menggunakan Geometrik sehingga diperoleh proyeksi volume timbulan air limbah hingga 20 tahun ke depan. Kapasitas (debit) pengolahan IPAL selanjutnya dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (KemenPUPR, 2018b):

$$V \left(\frac{m^3}{hari} \right) = \frac{\text{Jumlah Penduduk yg menggunakan tangki septik (P) x Debit timbulan air limbah (Q)}{1000 m^3/l} \quad (2)$$

Keterangan:

V = Kapasitas pengolahan di IPAL (m^3 /hari)

P = Jumlah Penduduk yang akan dilayani (jiwa) dengan estimasi 1KK = 5 jiwa

Q = Debit Timbulan air limbah (0.5 L/jiwa/hari)

$$V \left(\frac{m^3}{hari} \right) = \frac{165 \times 5 \times 0.5}{1000 m^3/l} = 0,413 m^3/hari \quad (3)$$

Analisis Proyeksi jumlah santri dan penduduk sekitar Dusun Sangkong, Desa Bonder Kabupaten Lombok Tengah sebagai dasar kapasitas tampung IPAL

Proyeksi jumlah santri dihitung dengan metode Geometrik hingga 20 tahun ke depan (KemenPUPR, 2018a), serta proyeksi pelayanan air limbah dengan volume timbulan limbah yang dihasilkan disajikan di gambar berikut.

Tabel 3. Analisis timbulan air limbah pondok pesantren

Data Jumlah santri	Tahun	Jumlah Santri (jiwa)	Jumlah jika dikonversi KK	Volume Timbulan Limbah (m ³ /hari)
	2016	478		
	2017	489		
	2018	491		
	2019	486		
Angka Pertumbuhan (r=0.004)	2020	517	103	0.26
Proyeksi Jumlah Penduduk Tahun	2025	570	114	0.28
	2030	622	124	0.31
	2035	675	135	0.34
	2040	728	146	0.36
Proyeksi Pelayanan Air Limbah	2020	414	83	0.21
	2025	456	91	0.23
	2030	498	100	0.25
	2035	540	108	0.27
	2040	582	116	0.29

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Mempertimbangkan proyeksi jumlah penghuni pondok pesantren dan proyeksi pelayanan air limbah hingga 20 tahun ke depan di Pondok Pesantren dengan jumlah hingga 582 jiwa dengan volume timbulan air limbah hingga 0,29 m³/hari, sedangkan untuk jumlah penduduk sekitar dusun secara keseluruhan disajikan di Tabel 4.

Tabel 4. Analisis timbulan air limbah dusun

Jumlah penduduk Tahun (data Dusun Sangkong Desa Bonder)	Tahun	Jumlah Penduduk Dusun (jiwa)	Jumlah KK	Volume Timbulan Limbah (m ³ /hari)
		684		
		720		
	2018	754		
	2019	798		
Angka Pertumbuhan (r=0.004)	2020	825	165	0.41
Proyeksi Jumlah Penduduk Tahun	2025	1038	208	0.52
	2030	1250	250	0.63
	2035	1463	293	0.73
	2040	1675	335	0.84
Proyeksi Pelayanan Air Limbah	2020	660	132	0.33
	2025	830	166	0.42
	2030	1000	200	0.50
	2035	1170	234	0.59
	2040	1340	268	0.67

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Mempertimbangkan proyeksi jumlah penduduk dan proyeksi pelayanan air limbah hingga 20 tahun ke depan di Dusun Sangkong dengan jumlah hingga 1340 jiwa dengan volume timbulan air limbah hingga 0,67 m³/hari dan diakumulasikan dengan volume timbulan limbah dari pondok pesantren (Tabel 3), proyeksi jumlah dari volume

timbunan air limbah adalah 0,96 m³/hari.

Analisis Sistem pengolahan dan kriteria pemilihan teknologi pengolahan air buangan domestik

Dari hasil identifikasi kondisi di lapangan, teknologi pengolahan yang direkomendasikan adalah IPAL Komunal dengan pengolahan anaerob. Proses biologis anaerob digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang tinggi. Proses ini dilakukan dengan biakan melekat yakni proses pengolahan limbah dimana mikro-organisme yang digunakan dibiakkan pada suatu media sehingga mikro-organisme tersebut melekat pada permukaan media (Mahatyanta, 2016). IPAL Komunal adalah sistem (Instalasi Pengolahan Air Limbah secara komunal) atau terkordinasi di satu titik pengumpul. Sistem ini banyak digunakan untuk pengolahan limbah dari permukiman, hotel, restoran atau gedung berpopulasi penghuni besar lainnya. Selain itu, IPAL dengan teknologi pengolahan *anaerobic* lebih efisien dalam operasional dan pemeliharaan, sangat cocok dengan kondisi di pondok pesantren. ABR cocok diterapkan di lingkungan kecil dan ABR cocok digunakan untuk mengolah berbagai jenis air limbah dengan konsentrasi BOD >150 mg/l (Setiawan, 2016). Maka dari itu, dipilih teknologi pengolahan air limbah yaitu dengan ABR kombinasi AF, dengan filter botol plastik dan arang (*carbon*) untuk mendukung konsep *Eco-Pesantren* di lokasi penelitian.

Perencanaan ABR memerlukan kriteria desain. Kriteria Desain dapat dilihat pada Tabel 5 (Tchobanoglous et al., 2003):

Tabel 5. Kriteria desain *Anaerobic Baffled Reactor*

No	Parameter	Nilai
1	HRT	>8 JAM
2	Panjang <i>Baffle</i>	50 – 60 % ketinggian
3	<i>Upflow velocity</i>	>2m/jam
4	<i>Removal BOD</i>	70 – 95%
5	<i>Removal COD</i>	65 – 90%
6	<i>Organic Loading</i>	>3 kg COD/m ³ .hari

Sedangkan untuk kriteria desain AF berdasarkan (Sasse, 1998) disajikan pada Tabel 6:

Tabel 6. Kriteria desain *Anaerobic Filter*

No	Parameter	Nilai
1	Luas Permukaan media	90 – 300 m ² /m ³
2	Removal BOD	70 – 90 %
3	Jenis media	Kerikil, batu (5-10 cm) plastic, arang (5-15 cm)
4	HRT di tangki septik	2 jam
5	HRT di AF	24 – 48 jam
6	Organic Loading	4 - 5 kg COD/m ³ .hari

Analisis penentuan letak IPAL sesuai dengan Kriteria Pemilihan Lokasi IPAL yang tepat

Pada tahapan pemilihan lokasi menggunakan konsep pengelolaan air limbah secara terpusat. Beberapa aspek penting dalam menentukan lokasi IPAL diantaranya (KemenPUPR, 2018b):

- a. Efisiensi dan efektivitas lokasi terhadap pengoperasian IPAL; perlu adanya komunitas sebagai pengelola IPAL yang konsisten pasca pembangunan IPAL. Hal ini sangat penting mengingat pembangunan IPAL memakan biaya cukup besar sehingga perawatan dan operasional pengelola harus terjamin.
- b. Kemudahan transportasi air limbah dari daerah layanan ke lokasi IPAL; dalam hal ini untuk lokasi di wilayah pondok pesantren tentunya aksesibilitas sangat baik.
- c. Lokasi aman terhadap bencana (banjir, gempa bumi, gunung berapi, daerah patahan; dan daerah rawan longsor); hal ini sangat penting terutama menghindari kondisi banjir, karena IPAL harus terhindar dari air hujan atau banjir agar bakteri dalam IPAL dapat tetap hidup dan berkembang.
- d. Memiliki potensi untuk dikembangkan seiring dengan perkembangan kota atau daerah layanan. Hal ini sejalan dengan konsep Eco-Pesantren yang akan dikembangkan.

Kriteria penentu dalam menentukan lokasi IPAL sebagai faktor-faktor pertimbangan yang telah ditetapkan tersebut selanjutnya dipilih mana yang diprioritaskan lebih tinggi dan mana yang lebih rendah (KemenPUPR, 2018b). Pemberian angka pada parameter-parameter penentu akan mempermudah dalam menentukan lokasi lahan IPAL. Angka-angka yang diberikan merupakan perbandingan antar faktor-faktor pertimbangan yang ada (KemenPUPR, 2018a). Selanjutnya, total dari nilai tersebut dikategorikan dalam Tabel 7 untuk menentukan apakah lokasi tersebut diterima atau tidak. Data-data dari kriteria penentu lokasi IPAL diperoleh dari hasil pengukuran langsung di lokasi dengan output peta kontur dan dilanjutkan dengan analisis spasial terhadap peta topografi di lokasi penelitian. Berikut merupakan hasil analisis spasial sesuai kriteria pembobotan yang telah ditetapkan.

Tabel 7. Hasil analisis spasial kriteria pembobotan pemilihan lokasi IPAL

No.	Kriteria	Bobot	Sub-kriteria	Nilai	Skor
1	Jarak tempuh ke wilayah pelayanan	8	<3KM	11	88
2	Kemiringan lahan IPAL	7	3 - 7 %	5	35
3	Waktu tempuh IPAL ke wilayah pelayanan terjauh	6	20 menit – 30 menit	7	42
4	Jenis tata guna lahan sesuai RTRW	5	Pemukiman	3	15
5	Jarak ke Badan air penerima	4	20 – 29 KM	5	20
6	Legalitas lahan	3	Kepemilikan lahan		
			Milik swasta	10	30

No.	Kriteria	Bobot	Sub-kriteria	Nilai	Skor
			RTRW		
			Sesuai	10	30
	Dukungan masyarakat		Dukungan masyarakat		
			Negosiasi	5	15
7	Batas Administrasi Wilayah	2	Di dalam batas administrasi wilayah	10	20
8	Jenis tanah	1	pelayanan Lempung	10	10
Total Nilai					305

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Tabel 8. Rentang nilai lokasi yang sesuai untuk IPAL (KemenPUPR, 2018a)

Keterangan	Nilai
Lokasi dapat diterima	335 – 205
Lokasi dapat dipertimbangkan	205 - 150
Lokasi tidak dapat diterima	100 -150

Dari hasil analisis skoring penentuan lokasi IPAL, alternatif lokasi **dapat diterima** dengan skor 305. IPAL Komunal berada di koordinat 8°47'0.43"S dan 116°13'27.17"E, yang merupakan elevasi terendah serta mengalirkan outlet ke saluran drainase terdekat.



Gambar 3. Rekomendasi lokasi pembangunan IPAL komunal

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Perencanaan bangunan IPAL mulai dari Inlet, Settler, Baffler, ABR, AF, dan Carbon Tub hingga Outlet

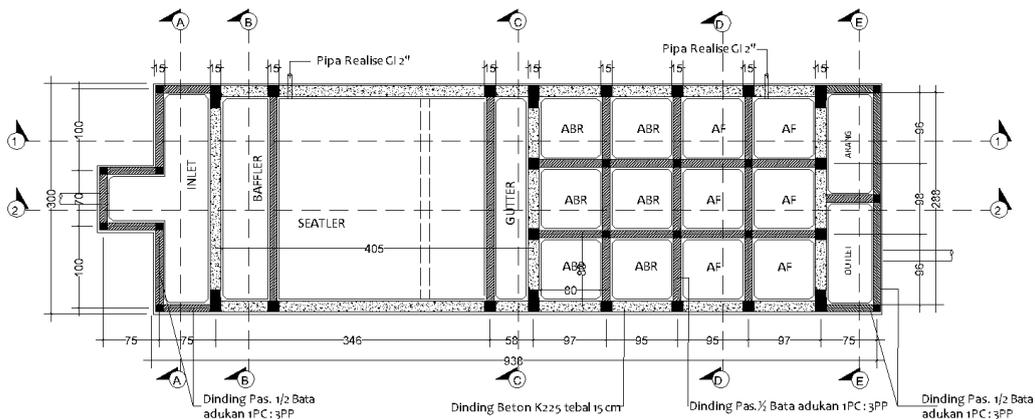
Dari hasil analisis perhitungan dimensi dan kuantitas kapasitas IPAL, diperoleh hasil perhitungan kapasitas dengan dimensi infrastruktur IPAL yang direncanakan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Kapasitas IPAL

Kriteria Pertimbangan Penentuan kapasitas IPAL	Kuantitas	Satuan
Jumlah pengguna	582	jiwa
Penggunaan air bersih	40,74	m ³ /hari
Penggunaan air limbah	32,59	m ³ /hari
Endapan lumpur limbah	15	liter/tahun
Volume jam puncak	35,85	m ³ /hari
Waktu tinggal di IPAL	24	jam
Debit (Q)	1,49	m ³ /jam
Volume bak lumpur	3,84	m ³ / tahun
Volume Bak Settler	17,95	m ³ / hari
panjang	3,46 M	Disesuaikan kondisi lahan
lebar	2,88 M	Disesuaikan kondisi lahan
tinggi	1,80 M	Disesuaikan kondisi lahan
Volume Bak Anaerobic Filter (AF) per bak	1,79	m ³ /hari
Jumlah bak ABR dan AF (waktu tinggal 12 jam)	12	buah
panjang	1,24 M	Disesuaikan kondisi lahan
lebar	0,80 M	Disesuaikan kondisi lahan
tinggi	1,80 M	Disesuaikan kondisi lahan
Kecepatan aliran di <i>Settler</i>	0,15	m ³ /jam (max:0,5)
Kecepatan aliran di ABR dan AF	1,5	m ³ /jam (1 – 2)

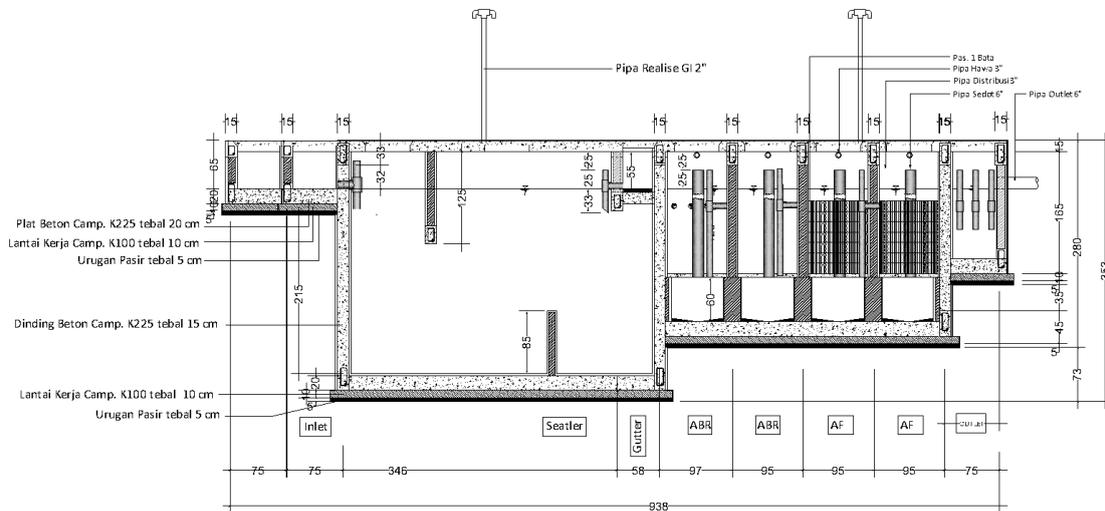
Sumber: Hasil Analisis, 2021

Hasil perhitungan kapasitas IPAL direncanakan dalam gambar *Detailed Engineering Design* dengan software *AutoCad v. 2017 Trial*. Pada gambar 4, di Denah IPAL Komunal disajikan tampak atas dari IPAL yang memperlihatkan kompartemen-kompartemen yang dikelilingi oleh dinding beton dan disekat oleh dinding dengan material pasangan bata. Tiap kompartemen dihubungkan dengan pipa-pipa dengan jenis AW, diameter 3” untuk penghubung antar sekat, dan diameter 6” pada inlet dan outlet.



Gambar 4. Denah IPAL komunal

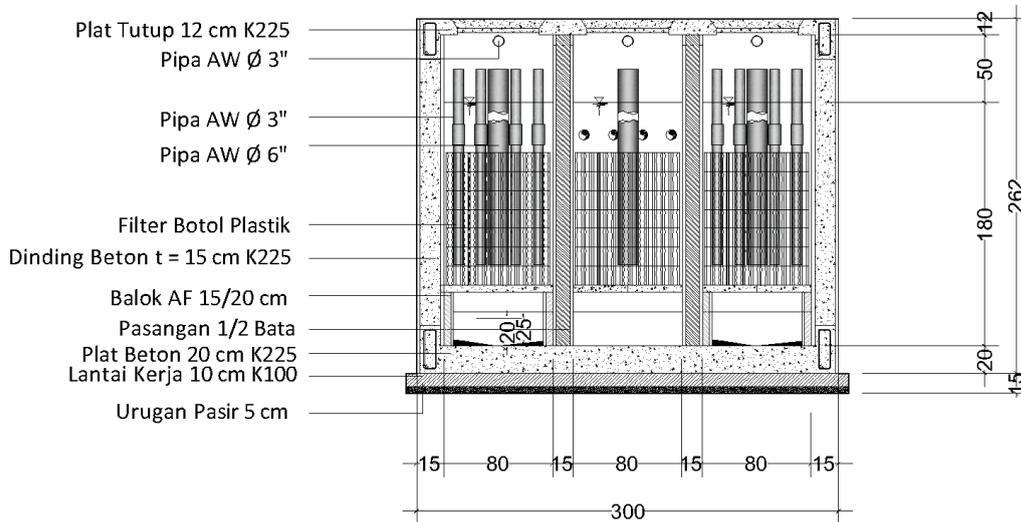
Selanjutnya, pada gambar 5 disajikan potongan memanjang IPAL yang memperlihatkan kompartemen-kompartemen yang terdiri dari *Settler* yang merupakan ruang utama dengan kapasitas paling besar untuk menampung limbah dari inlet, yang dikelilingi oleh dinding beton. Kemudian limbah akan mengalir ke kompartemen berikutnya, yaitu ABR dengan aliran turun naik yang diakibatkan adanya *baffle* (Setiawan, 2016). Tiap kompartemen dihubungkan dengan pipa-pipa dengan jenis AW, diameter 3” untuk penghubung antar sekat, berlanjut ke kompartemen *Anaerobic Filter* (AF) yang memanfaatkan media botol plastik bekas sebagai tempat berkembangnya bakteri.



Gambar 5. Potongan 2 – 2 IPAL Komunal

Untuk selanjutnya, 6 bilik ruang ABR dan 6 ruang AF yang diberi media biofilter akan menyaring limbah lebih baik (Gambar 6.). Penggunaan media biofilter berbahan sampah plastik memberikan pengaruh yang nyata didalam menurunkan kadar BOD dan amonia (Juniarta et al., 2018). Selanjutnya limbah dialirkan hingga menuju ke kompartemen yang diberi media arang (carbon). Kompartemen Carbon berfungsi untuk meminimalisir

bau yang ditimbulkan, sebelum aliran limbah berlanjut ke Outlet dan dialirkan ke saluran drainase terdekat, karena lokasi pondok pesantren lokasinya cukup jauh dari badan sungai.



Gambar 6. Potongan D – D IPAL Komunal

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis proyeksi jumlah penghuni pondok pesantren dan proyeksi pelayanan air limbah hingga 20 tahun ke depan diperoleh volume timbulan air limbah hingga 0,96 m³/hari, dan hasil analisis skoring penentuan lokasi IPAL, alternatif lokasi dapat diterima dengan skor 305. IPAL Komunal berada di koordinat 8°47'0.43"S dan 116°13'27.17"E, yang merupakan elevasi terendah serta mengalirkan outlet ke saluran drainase terdekat. Selanjutnya, dari hasil analisis perhitungan dimensi dan kuantitas kapasitas IPAL diperoleh penggunaan air bersih hingga 131,74 m³/hari, penggunaan air limbah 105,39 m³/hari, volume jam puncak 115,93 m³/hari. Direncanakan dengan debit 4,83 m³/jam, volume bak *Settler* 57,97 m³/hari dengan dimensi 11,18 meter, lebar 2,88 meter dan kedalaman 1,8 meter. Untuk bak ABR dan AF dengan volume 5,8 m³/hari direncanakan 12 kompartemen dengan panjang 4,03 meter, lebar 0,8 meter dan kedalaman 1,8 meter. Perencanaan IPAL dengan proses *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) dengan kombinasi *Anaerobic Filter* dengan memanfaatkan media filter botol plastik bekas ini diharapkan dapat dimanfaatkan tidak hanya oleh penghuni pondok pesantren namun juga oleh masyarakat sekitar untuk mendukung konsep Eco-Pesantren yang diterapkan di Pondok pesantren NU Al-Mansyuriah Bonder.

Saran

Perlu adanya unit *water recycle* untuk *effluent* dari IPAL agar air yang keluar dari IPAL dapat dimanfaatkan kembali oleh penghuni pondok pesantren.

ACKNOWLEDGEMENT

Penelitian ini didukung oleh Kemendikbudristek yang telah mendanai penelitian ini dalam skema penelitian dosen pemula (PDP), serta LPPM Universitas Nahdlatul Ulama Nusa Tenggara Barat yang telah memfasilitasi pendanaan penelitian ini hingga dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, C., Khair, R. M., & Hanifa, T. S. (2018). Perencanaan Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Domestik dengan Proses Anaerobic Baffled Reactor (ABR) pada Asrama Ponpes Terpadu Nurul Mustofa di Kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 5(1).
- Al Kholif, M. (2020). *PENGLOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK*. SCOPINDO MEDIA PUSTAKA.
- Hamid, A., & Razif, M. (2014). Perbandingan Desain IPAL Proses Attached Growth Anaerobic Filter dengan Suspended Growth Anaerobic Baffled Reactor untuk Pusat Pertokoan di Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 3(2), D85--D88.
- Herrari, S. (2015). *Perencanaan teknologi sanitasi sebagai upaya bebas air besar sembarangan di Kecamatan Tegal kota Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Juniarta, P. S., Budiarsa Suyasa, I. W., & Sila Dharma, I. (2018). Effectiveness of Biofilter Made From Plastic Waste To Decrease Bod, Cod and Ammonia of Hospital Wastewater. *ECOTROPHIC : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 12(1), 1.
- KemenLHK. (2016). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P. 68/Menlhk-Setjen/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. *Jakarta: Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia*.
- KemenPUPR. (2018a). Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT). *Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Ditjen Cipta Karya*.
- KemenPUPR. (2018b). Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT). *Jakarta: Ditjen Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat*.
- Lebelo, K., & Mochane, M. J. (2021). The environmental impact of municipal solid waste and the application of biosurfactants in the bioremediation of polluted environments. In *Green Sustainable Process for Chemical and Environmental Engineering and Science* (pp. 129–161). Elsevier.
- Lestari, H. M. (2020). *Gambaran Perilaku Pemanfaatan Sungai sebagai Sarana Pembuangan Limbah Rumah Tangga pada Masyarakat di Desa Buaran Mangga Tahun 2019*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta-FIKES.
- Mahatyanta, A. (2016). Perencanaan Desain Alternatif IPAL Dengan Teknologi Anaerobic Baffled Reactor Dan Anaerobic Filter Untuk Dengan Teknologi Anaerobic Baffled. *Jurusan Teknik Lingkungan ITS*.
- Maliga, I., & Darmin, D. (2020). Analisis Penilaian Risiko Kesehatan Lingkungan dengan Menggunakan Pendekatan Environmental Health Risk Assessment (EHRA) di Kecamatan Moyo Utara. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan (MITL)*, 5(1), 16–26.
- PermenkesRI. (2017). Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number 32 of

2017 concerning Environmental Health Quality Standards and Water Health Requirements for Sanitary Hygiene, Swimming Pools, Solus Per Aqua and Public Baths. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*, 1–20.

- Pudjiastuti, S. R., Iriansyah, H. S., & Yuliwati, Y. (2021). Program Eco-Pesantren Sebagai Model Pendidikan Lingkungan Hidup. *Jurnal Abdimas Prakasa Dakara*, 1(1), 29–37. <https://doi.org/10.37640/japd.v1i1.942>
- Rau, M. J., & Novita, S. (2021). Pengaruh Sarana Air Bersih Dan Kondisi Jamban Terhadap Kejadian Diare Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Tipe. *Preventif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 12(1), 110–126.
- Sasse, L. (1998). *DEWATS: Decentralised wastewater treatment in developing countries*. BORDA, Bremen Overseas Research and Development Association.
- Setiawan, R. T. (2016). *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Simokerto Kota Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Setyo, G. A., & Radityaningrum, A. D. (2021). PROFIL KONDISI EKSISTING TANGKI SEPTIK DI KOTA KEDIRI. *Prosiding Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan Dan Infrastruktur*, 380–385.
- Simanjuntak, E., Widiastuti, H., Argiono, I., Aramanda, T., Kartika, T. T., Baskoro, L. S., Subkhi, A. N., Lelowati, R., Sumartiny, S., Wicaksono, A. B., & others. (2014). Peluang Investasi Infrastruktur Bidang Pekerjaan Umum. *Jakarta: Dinas Pekerjaan Umum*.
- Siswanto, B. A. P., & Purwanti, I. F. (2017). Perencanaan Anaerobic Baffled Reactor (ABR) Sebagai Instalasi Pengolahan Greywater di Kecamatan Rungkut Kota Surabaya. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 3(5), 166–173. <https://doi.org/10.12962/j23546026.y2017i5.3129>
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). *Wastewater engineering treatment and reuse* (Issue 628.3 T252s). Boston, US: McGraw-Hill Higher Education.
- Widanarko, D. U. F. (2021). *Analisis Potensi Refuse Derived Fuel (RDF) dari Lumpur Tinja IPLT Duri Kosambi dengan Variasi Suhu Karbonisasi*.