

## SIMULASI SEBARAN BOD DENGAN WASP PADA SALURAN DRAINASE PABRIK PENGALANGAN IKAN DI KECAMATAN MUNCAR

Avita Khoirunnisa Rohmania<sup>1)</sup>, Zulis Erwanto<sup>2)</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi, Jl. Raya Jember KM 13 Kabat, Banyuwangi, 68461  
E-mail: [avitakr09@gmail.com](mailto:avitakr09@gmail.com)

### Abstract

The main source of pollution comes from the liquid waste of the fish canning factory in Muncar District which is dumped in the drainage channel of 14,266 m<sup>3</sup> every day, this has an impact on the environment around the factory. The amount of organic matter produced from liquid waste can cause high BOD values. The purpose of this study was to simulate the distribution of BOD in the drainage channel of a fish canning factory in Muncar District using WASP (Water Quality Analysis Simulation Program). The drainage channel that will be simulated with WASP is 550 meters long. Measurement of liquid waste discharge in drainage channels using a current meter. The model validation uses the Mean Absolute Error to determine the suitability between the model pollution load and the pollution load from laboratory tests. The results of the simulation of the distribution of BOD in the drainage channel of the fish canning factory in Muncar District with WASP obtained a maximum BOD concentration of 27.76 – 27.23 mg/l per day, the average distribution of CBOD was 24.31 – 25.17 mg/l per day, and a total CBOD of 121.56 – 125.86 mg/l per day with a pollution load of 10.175 – 76.256 kg/day. Validation of the model with an MAE of 40.08% - 40.40% indicates the simulation model was feasible. The higher the BOD concentration value, make the higher the organic waste content. The factories need to monitor and improve wastewater treatment so as not to pollute the environment.

**Keywords:** BOD, Liquid Waste, WASP, Drainage Channel, Fish Canning Factory

### Abstrak

Sumber utama pencemaran berasal dari limbah cair pabrik pengalangan ikan Kecamatan Muncar yang dibuang pada saluran drainase sebesar 14.266 m<sup>3</sup> setiap harinya, hal tersebut berdampak pada lingkungan sekitar pabrik. Banyaknya bahan organik yang dihasilkan dari limbah cair dapat menyebabkan tingginya nilai BOD. Tujuan penelitian ini untuk mensimulasikan sebaran BOD pada saluran drainase pabrik pengalangan ikan di Kecamatan Muncar dengan menggunakan WASP (*Water Quality Analysis Simulation Program*). Saluran drainase yang akan disimulasikan dengan WASP sepanjang 550 meter. Pengukuran debit limbah cair pada saluran drainase menggunakan current meter. Validasi model menggunakan *Mean Absolute Error* untuk mengetahui kesesuaian antara beban pencemaran model dengan beban pencemaran dari uji laboratorium. Hasil simulasi sebaran BOD pada saluran drainase pabrik pengalangan ikan di Kecamatan Muncar dengan WASP didapatkan konsentrasi BOD maksimal 27,76 – 27,23 mg/l perhari, rata-rata sebaran CBOD 24,31 – 25,17 mg/l perhari, dan total CBOD 121,56 – 125,86 mg/l perhari dengan beban pencemaran 10,175 – 76,256 kg/hari. Validasi model dengan MAE sebesar 40,08% - 40,40% yang menandakan model simulasi layak. Semakin tinggi nilai konsentrasi BOD maka semakin tinggi kandungan limbah organik. Pabrik perlu memantau dan meningkatkan pengolahan limbah cair agar tidak mencemari lingkungan.

**Kata Kunci:** BOD, Limbah Cair, WASP, Saluran Drainase, Pabrik Pengalangan Ikan

## PENDAHULUAN

Lingkungan pabrik pengalengan ikan terdapat saluran drainase sebagai penampungan limbah cair pabrik yang akhirnya mengalir menuju sungai. Sumber utama pencemaran berasal dari limbah cair pabrik pengalengan ikan, hal tersebut berdampak pada lingkungan pabrik. Dampak yang dihasilkan dari pencemaran tersebut yaitu bau yang kurang sedap serta warna air menjadi hitam. Pada umumnya air lingkungan yang telah tercemar kandungan oksigennya sangat rendah dikarenakan oksigen yang terlarut didalam air diserap oleh mikroorganisme untuk memecah bahan buangan organik sehingga menjadi bahan yang mudah menguap ditandai dengan bau kurang sedap. Pencemaran pada saluran drainase dapat diidentifikasi berdasarkan kadar BOD dalam air, dimana semakin tinggi BOD maka air tersebut akan semakin tercemar. Hal tersebut akan menjadi sumber pencemaran yang menimbulkan sulitnya kemampuan saluran untuk pulih kembali. Pengujian BOD perlu dilakukan untuk melihat kandungan oksigen yang terlarut dalam air untuk menentukan seberapa jauh tingkat pencemaran yang telah terjadi. Pengujian ini juga menyesuaikan dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pabrik yang melakukan pengolahan secara biologi (bantuan mikroorganisme).

Salah satu contoh pencemaran air terjadi di daerah pesisir pantai Muncar Kabupaten Banyuwangi. Pencemaran air terjadi karena limbah cair pabrik yang dibuang pada saluran drainase mengandung bahan organik yang dapat menyebabkan pencemaran. Jumlah limbah cair yang dihasilkan dari satu pabrik dapat mencapai 200 m<sup>3</sup> perhari dari hasil produksi kurang lebih 20 ton ikan (Adharani, 2017). Industri pengalengan ikan merupakan salah satu industri pengolahan ikan yang memberikan kontribusi besar bagi pencemaran saluran drainase dan saluran sungai setempat.

Kondisi saluran drainase pabrik saat ini bisa dikatakan tercemar oleh limbah cair. Maka pentingnya melakukan pemantauan pengendalian pencemaran air dengan mensimulasikan buangan limbah cair pada saluran drainase pabrik terhadap konsentrasi BOD menggunakan aplikasi WASP (*Water Quality Analysis Simulation Program*). Beberapa penelitian sejenis diantaranya oleh Habibi (2017), Randy, dkk (2017), Aziza, dkk (2018), Purnani, dkk (2018), Adella, S. (2021), dan Saily, dkk (2019).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mensimulasikan sebaran BOD pada saluran drainase pabrik pengalengan ikan di Kecamatan Muncar dengan menggunakan WASP (*Water Quality Analysis Simulation Program*)

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada saluran drainase pabrik pengalengan ikan Kecamatan Muncar. Data primer yang diperlukan meliputi debit limbah cair dan temperatur air. Sedangkan data sekunder meliputi hasil BOD dari laboratorium, kapasitas produksi, jumlah jam operasional, dan data lingkungan seperti kecepatan angin, titik embun, dan temperatur udara yang berasal dari BMKG. Langkah awal penelitian ini yaitu pengukuran debit limbah cair dengan *current meter* dan pengambilan sampel limbah cair untuk di uji pada laboratorium. Sampel limbah cair diambil pada saluran drainase dan pabrik pengalengan ikan. Simulasi sebaran BOD pada penelitian ini menggunakan WASP kemudian validasi model menggunakan metode MAE (*Mean Absolute Error*) untuk mengetahui kesesuaian antara beban pencemaran model dengan beban pencemaran dari uji laboratorium.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 2.1 Perhitungan Debit Dengan *Current Meter*

Pengukuran debit dengan *current meter* pada saluran drainase dilakukan untuk mengetahui besarnya debit pada titik yang telah ditentukan. Alat tersebut digunakan untuk menentukan nilai kecepatan aliran air. Dalam menentukan nilai debit dibutuhkan nilai luas penampang vertikal saluran drainase (Padaga, 2016). Hasil yang didapat dari perhitungan debit limbah cair pada saluran drainase dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1**  
Rekapitulasi Debit

Nama Segmen	Luas Penampang Rata-Rata (m)	Kecepatan Aliran Rata-Rata (m/dt)	Debit (m <sup>3</sup> /dt)
M-0	0,0092	0,2000	0,0018
M-A	0,0097	0,2000	0,0019
M-B	0,1328	0,2667	0,0077
M-C	0,1361	0,3333	0,0096
M-D	0,0686	0,4000	0,0048

Hasil perhitungan debit digunakan untuk menghitung beban pencemaran pada saluran drainase dan pabrik. Pada **Tabel 1**, diketahui bahwa segmen M-0 didapatkan 0,0018 m<sup>3</sup>/dt, M-A 0,0019 m<sup>3</sup>/dt, M-B 0,0077 m<sup>3</sup>/dt, M-C 0,0096 m<sup>3</sup>/dt, dan M-D 0,0048 m<sup>3</sup>/dt.

## 2.2 Pengambilan Sampel Limbah cair

Sampel limbah cair diambil pada sebuah saluran drainase baik sebelum dan sesudah pabrik dan pada pabrik pengalengan ikan itu sendiri, dengan total sampel yang diambil sebanyak 5. Setelah pengambilan sampel limbah cair selanjutnya sampel akan diuji oleh Dinas Lingkungan Hidup Banyuwangi. Hasil konsentrasi BOD dari hasil uji laboratorium dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.**  
Hasil Uji Laboratorium

Segmen	Baku Mutu PerMen No.5 Tahun 2014	Konsentrasi BOD uji Laboratorium	Keterangan
M-0	75	25,37	Memenuhi
M-A	75	29	Memenuhi
M-B	75	360,21	Tidak
M-C	75	23,49	Memenuhi
M-D	75	277,9	Tidak

Sumber: Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup, 2021

Dari **Tabel 2**, didapatkan hasil uji parameter BOD<sub>5</sub> yang dinyatakan memenuhi syarat baku mutu PerMen LH No.5 Tahun 2014 pada sampel M-0, M-A, dan M-C. Sedangkan sampel M-B dan M-D masih belum memenuhi syarat, tingginya konsentrasi BOD dikarenakan ada tambahan buangan limbah cair dari beberapa pabrik yang dibuang pada saluran drainase yang sama.

## 2.3 Beban Pencemaran BOD Dari Uji Laboratorium

Analisa beban pencemaran yang dimasukkan ke dalam model dilakukan dengan memperkirakan beban pencemaran BOD yang berasal dari saluran drainase dan pabrik (Purnaini, 2019). Untuk mencari nilai beban pencemaran BOD dari uji laboratorium pada saluran drainase dapat menggunakan persamaan berikut.

$$BOD \text{ saluran } \left( \frac{kg}{hari} \right) = Q \times C_{BOD} \times F \quad (1)$$

dengan:

Q = Debit saluran (m<sup>3</sup>/detik)

C<sub>BOD</sub> = Konsentrasi BOD (mg/l)

F = Faktor konversi = 86,4

Sedangkan untuk menghitung beban pencemaran BOD pabrik digunakan persamaan:

$$BOD \text{ pabrik } \left( \frac{kg}{hari} \right) = (Q \cdot C_{BOD} \cdot kpsts \text{ produksi} \cdot OpHrs) / 1000 \quad (2)$$

Dengan :

Q = Debit buangan air limbah (m<sup>3</sup>/hari)

C<sub>BOD</sub> = Konsentrasi BOD dalam buangan air limbah (mg/l)

Kapasitas Produksi = Kapasitas produksi (ton/hari)

Berikut **Tabel 3** rekapitulasi beban pencemaran BOD dari uji laboratorium.

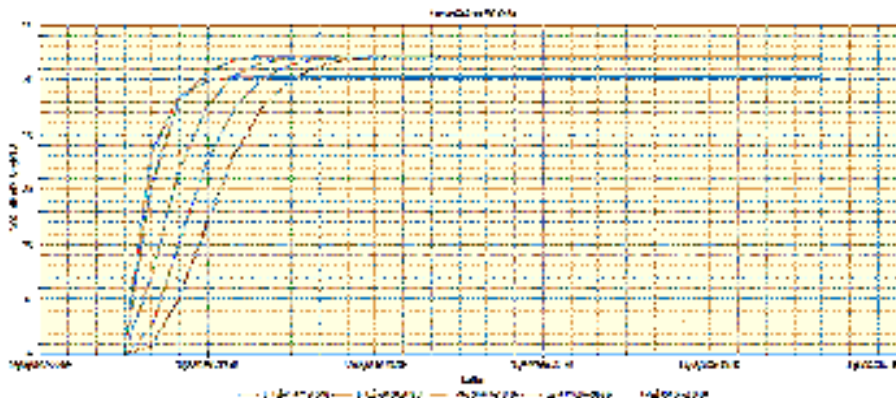
**Tabel 3**  
Rekapitulasi Beban Pencemaran BOD Uji Laboratorium

Segmen	Beban Pencemaran BOD Uji Lab (kg/hari)
M-0	4,019
M-A	1,138
M-B	240,678
M-C	19,393
M-D	116,051
Total	381,279
Rata-Rata	76,256

Dari **Tabel 3** didapatkan hasil rata-rata beban pencemaran BOD uji laboratorium sebesar 76,256 kg/hari.

#### 2.4 Simulasi Sebaran BOD menggunakan WASP

Data yang dibutuhkan dalam simulasi sebaran BOD dengan WASP yaitu konsentrasi BOD, beban pencemaran, dan data lingkungan yang terdiri dari data kecepatan angin, temperatur udara, titik embun, dan temperatur (Purnaini, 2019). Penelitian ini menggunakan 2 skenario, pada skenario 1 menggunakan waktu 1 hari dan skenario 2 menggunakan waktu 5 hari. Adapun hasil simulasi total CBOD pada skenario 1 dari WASP dapat dilihat pada **Gambar 1**.



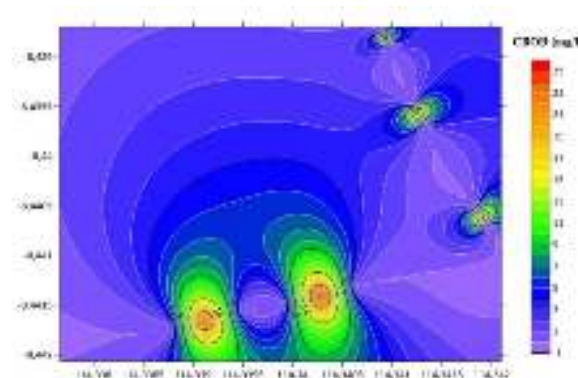
**Gambar 1.** Grafik Total CBOD Skenario 1

**Gambar 1** merupakan grafik hasil simulasi sebaran total CBOD menggunakan WASP pada skenario 1. Pada grafik tersebut dapat dilihat konsentrasi BOD maksimal terdapat pada segmen M-A hingga M-D. Berikut **Tabel 4** rekapitulasi total CBOD skenario 1.

**Tabel 4**  
Rekapitulasi Total CBOD Skenario 1

Segmen	CBOD Maksimal (mg/l)	Rata-Rata Konsentrasi BOD (mg/l)
M-0	25,37	24,07
M-A	27,23	25,55
M-B	27,23	24,79
M-C	27,23	23,98
M-D	27,23	23,17
<b>Total</b>	<b>134,20</b>	<b>121,56</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>26,89</b>	<b>24,31</b>

Dari **Tabel 4** diketahui bahwa skenario 1 didapatkan CBOD maksimal sebesar 26,89 mg/l dengan total CBOD sebesar 121,56 mg/l dengan rata-rata CBOD sebesar 24,31 mg/l. Untuk melihat sebaran CBOD pada saluran drainase akan tampak seperti pada **Gambar 2**.



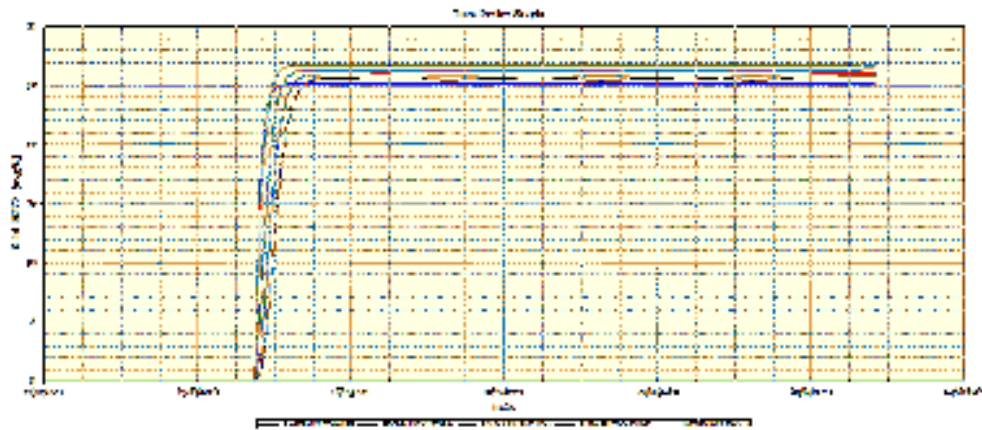
(a)



(b)

**Gambar 2.** (a) Kontur Sebaran CBOD Pada Skenario 1; (b) Ploting Sebaran CBOD Pada Saluran Drainase

**Gambar 2** merupakan kontur sebaran CBOD skenario 1, yang menunjukkan gradasi warna biru keunguan, dengan nilai terendah CBOD 4 mg/l dan tertinggi 25 mg/l. Adapun hasil total CBOD skenario 2 dari WASP dapat dilihat pada **Gambar 3**.



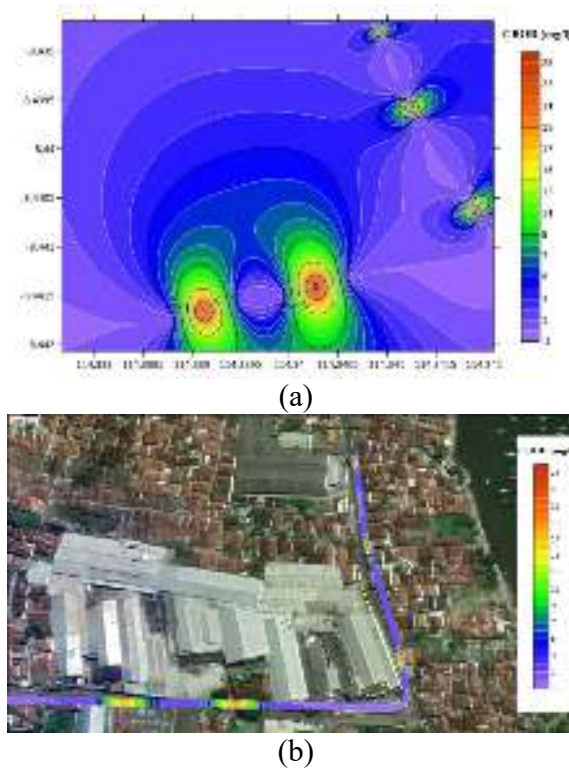
**Gambar 3.** Grafik Total BOD Skenario 2

**Gambar 3** merupakan grafik simulasi sebaran total CBOD dengan WASP pada skenario 2. Dapat dilihat pada grafik tersebut didapatkan pola yang sama dengan selisih nilai yang sedikit. Berikut **Tabel 5** rekapitulasi total CBOD skenario 2.

**Tabel 5.**  
Rekapitulasi Total CBOD Skenario 2

Segmen	BOD Maksimal Per Segmen (mg/l)	Rata-Rata Konsentrasi BOD (mg/l)					Total CBOD per Segmen	Rata-Rata CBOD per Segmen
		Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5		
M-0	25,20	23,03	25,20	25,20	25,20	25,20	123,82	24,76
M-A	26,75	24,14	26,74	26,74	26,74	26,76	131,14	26,23
M-B	26,36	22,42	26,34	26,34	26,34	26,39	127,83	25,57
M-C	25,99	20,81	25,97	25,97	25,96	26,04	124,75	24,95
M-D	25,64	19,25	25,61	25,61	25,60	25,71	121,77	24,35
<b>Total Per Hari</b>		109,65	129,86	129,86	129,84	130,10	-	125,86
<b>Rata-Rata Per Hari</b>		21,93	25,97	25,97	25,97	26,02	25,17	25,17

Pada **Tabel 5** didapatkan rata-rata total CBOD 25,17 mg/l per hari. Setelah dilakukan simulasi sebaran CBOD dengan WASP maka konsentrasi BOD model tersebut akan digunakan untuk menghitung beban pencemaran model. Untuk melihat sebaran kontur CBOD untuk skenario 2 akan tampak seperti pada **Gambar 4**.



**Gambar 4.** (a) Kontur Sebaran CBOD Pada Skenario 2; (b) Ploting Sebaran CBOD Pada Saluran Drainase

Pada **Gambar 4** terlihat bahwa pada skenario 2, sebaran konsentrasi BOD terendah 4 mg/l dan tertinggi 25 mg/l.

## 2.5 Beban Pencemaran Model

Perhitungan beban pencemaran model sama seperti beban pencemaran dari uji laboratorium, bedanya terdapat pada CBOD yang berasal dari program WASP. Berikut **Tabel 6** rekapitulasi beban pencemaran BOD model.

**Tabel 6**  
Rekapitulasi Beban Pencemaran BOD Model

Kode Sampel	Skenario 1 (kg/hari)	Skenario 2 (kg/hari)
M-0	3,813	3,922
M-A	1,024	1,052
M-B	16,564	17,085
M-C	19,798	20,599
M-D	9,676	10,169
<b>Total</b>	<b>50,875</b>	<b>52,827</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>10,175</b>	<b>10,565</b>



Dari **Tabel 6** diketahui bahwa pada skenario 1 rata-rata beban pencemaran 10,175 kg/hari dan pada skenario 2 didapatkan rata-rata beban pencemaran 10,565 kg/hari. Tahap selanjutnya dilakukan validasi model beban pencemaran BOD model terhadap beban pencemaran hasil laboratorium.

## 2.6 Validasi Model

Tujuan dari validasi model untuk mengetahui kesesuaian antara hasil simulasi dengan gejala atau proses yang ditirukan (Saily, 2019).

**Tabel 7**  
Validasi Model Beban Pencemaran BOD

Segmen	Beban Pencemaran Model Skenario 1	Beban Pencemaran Model Skenario 2	Beban Pencemaran Dari Uji Laboratorium	MAE Skenario 1	MAE Skenario 2
	$(\bar{S})$ kg/hari	$(\bar{S})$ kg/hari	$(\bar{A})$ kg/hari	%	%
M-0	3,813	3,922	4,019	5,12	2,40
M-A	1,024	1,052	1,138	10,02	7,63
M-B	16,564	17,085	240,678	93,12	92,90
M-C	19,798	20,599	19,393	2,09	6,22
M-D	9,676	10,169	116,051	91,66	91,24
	<b>Rata-Rata</b>			40,40	40,08

Berdasarkan **Tabel 7** didapatkan bahwa hasil model simulasi dikategorikan layak. Menurut Saily (2019), validasi model dikategorikan layak jika rata-rata nilai MAE diantara 20-50%.

## SIMPULAN

Hasil simulasi sebaran BOD dengan WASP pada saluran drainase pabrik pengalengan ikan di Kecamatan Muncar didapatkan konsentrasi BOD maksimal 27,76 – 27,23 mg/l perhari, rata-rata sebaran CBOD 24,31 – 25,17 mg/l perhari, dan total CBOD 121,56 – 125,86 mg/l perhari dengan beban pencemaran 10,175 – 76,256 kg/hari. Validasi model dengan MAE sebesar 40,08 % - 40,40 % yang menandakan model simulasi layak. Tinggi rendahnya konsentrasi BOD tergantung banyaknya bahan organik dari pabrik dan dipengaruhi oleh faktor suhu air, suhu udara, dan kecepatan angin. Pabrik perlu tetap memantau dan meningkatkan pengolahan limbah cair agar tidak mencemari lingkungan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adella, S. (2021). Kajian Beban Pencemaran Limbah Cair Pada Saluran Drainase Pabrik Pengalengan Ikan Di Kecamatan Muncar. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) ke -7*. Politeknik Negeri Jember.
- Adharani, N. (2017). Upaya Minimalisasi Dampak Pencemaran Dari Limbah Lemuru Sebagai Bahan Baku Nata De Fish Di Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Enggano, Vol. 2 No.1*, 1-10.
- Aziza, S. N., Wahyuningsih, S., & Novita, E. (2018). Beban Pencemaran Kali Jompo di Kecamatan Patrang-Kaliwates Kabupaten Jember. *Jurnal Agroteknologi, Vol. 12 No. 01*, 100-106.
- Habibi, Ahmad. (2017). *Analisa Sebaran Kualitas Air Pada Waduk Sutami Dengan Menggunakan Program WASP 7.1* [skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Padaga, H. C. (2016). *Pengukuran Debit Air Metode Float dan Current Meter*. Yogyakarta: Laboratorium Hidrogeologi.
- Purnaini, R., Sudarmadji, S., & Purwono, S. (2019). Pemodelan Sebaran BOD di Sungai Kapuas Kecil Bagian Hilir Menggunakan WASP. *Jurnal Tekno Sains Vol. 8*, 148-157.
- Randy, P. P. D., & Nirmala, A. (2017). Pola Sebaran DO dan BOD di Parit Tokaya Pontianak. *Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang, Vol. 04*, 1-11.
- Saily, R., Fauzi, M., & Suprayogi, I. (2019). Pendekatan Model WASP Pada Pengendalian Pencemaran Sungai Dengan Parameter Uji COD. *Jurnal Teknik Konstruksi Indonesia dan Pembangunan Berkelanjutan Vol. 02 No 01 Juli 2019*, 13-21.