

Permodelan Sebaran Air Limbah Pada Ruang Terbuka Hijau di Rumah Sakit Surabaya Menggunakan Modflow

Naufaldy Iqbal A*

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi : 20034010051@student.upnjatim.ac.id

Kata Kunci:

Air Tanah 1, Sebaran Air Limbah 2, Permodelan Lingkungan 3.

ABSTRAK

Air bersih merupakan kebutuhan utama masyarakat untuk menjalankan aktivitas sehari-hari. Masyarakat memanfaatkan air bersih dengan menggunakan sumur bor yang bersumber dari air tanah, sehingga kualitas air tanah harus dijaga supaya air sumur yang digunakan tidak tercemar dan membahayakan ketika digunakan. Beberapa sektor saat ini melakukan pembuangan hasil Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk penyiraman lahan Ruang Terbuka Hijau (RTH). Salah satunya yaitu pada sektor kesehatan atau rumah sakit. Pembuangan air limbah ke tanah diharuskan melakukan controlling kualitas secara berkala dan melakukan permodelan agar volume air buangan tidak menimbulkan kenaikan air tanah secara signifikan. Penelitian ini menggunakan permodelan air tanah dengan bantuan software MODFLOW-6. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui sebaran air limbah di tanah dan sifat dampak terkait luas sebaran, intensitas, waktu, dan dampak terhadap tanaman. Parameter air limbah yang diujikan yaitu TSS, COD, BOD, dan Klorin Residu. Sementara data yang diperlukan yaitu elevasi, konduktivitas hidraulika, muka air tanah, dan debit air limbah. Hasil simulasi yang dilakukan selama 365 hari didapatkan persebaran kontaminan yang sudah disimulasikan yaitu menggunakan parameter TSS dan COD. Hasil simulasi menunjukkan adanya arah persebaran lateral yang sama yaitu ke arah barat dan juga condong ke tenggara mengikuti gradien muka tanah dan muka air tanah. Dengan didapatkan nilai konsentrasi kontaminan dibawah standar baku mutu, menandakan limbah yang digunakan di sekitar daerah pengamatan aman untuk di aplikasikan ke tanah.

Keyword:

groundwater 1, distribution of waste water 2, environmental modelling 3.

ABSTRACT

Clean water is the main need for people to carry out their daily activities. Communities use clean water by using drilled wells sourced from groundwater, so the quality of groundwater must be maintained so that the well water used is not polluted and dangerous when used. Several sectors are currently disposing of the results of the Wastewater Treatment Plant (WWTP) for watering Green Open Space (RTH) land. One of them is in the health sector or hospitals. Disposal of wastewater to the ground is required to carry out periodic quality control and modeling so that the volume of wastewater does not cause a significant increase in groundwater. This study uses groundwater modeling with the help of MODFLOW-6 software. The purpose of this study is to determine the distribution of wastewater on the ground and the nature of the impact related to the area of distribution, intensity, time, and impact on plants. The parameters of the wastewater tested were TSS, COD, BOD, and Residual Chlorine. While the data needed are elevation, hydraulic conductivity, groundwater level, and wastewater discharge. The results of the simulation carried out for 365 days showed the distribution of contaminants that had been simulated using TSS and COD parameters. The simulation results show that there is the same lateral distribution direction, namely to the west and also leaning to the southeast following the gradient of the land surface and groundwater table. By obtaining a contaminant concentration value below the quality standard, it indicates that the waste used around the observation area is safe for application to the soil.

1. PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan hak yang dimiliki oleh setiap manusia yang mana setiap orang berhak mendapatkan akses atau sumber daya di bidang kesehatan, memperoleh kesehatan secara aman, serta secara mandiri dan bertanggung jawab

menentukan sendiri pelayanan kesehatan yang ia perlukan. (Aditya, 2021) Rumah sakit merupakan kebutuhan primer masyarakat baik di daerah perkotaan maupun perdesaan. Layanan Kesehatan yang memadai dapat menunjang tingkat kesejahteraan Masyarakat di setiap daerah. Tingkat loyalitas yang dimiliki pasien dilihat juga dari kecanggihan alat yang

dimiliki oleh rumah sakit beserta kualitas sarana fisik, jenis tenaga yang tersedia, obat dan proses pemberian pelayanan yang diberikan (Wijayanti, 2014). Peningkatan layanan terus dilakukan oleh setiap daerah untuk meningkatkan pelayanan public, hal ini dapat dilihat pada perkembangan rumah sakit di Indonesia yang dikelola oleh pemerintah dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 yang mengalami peningkatan dari 1.951 rumah sakit menjadi 2.344 rumah sakit (Kemenkes RI, 2019). Perkembangan rumah sakit ini didasarkan kepada kebutuhan Masyarakat yang selaras dengan perkembangan jumlah penduduk pada masing-masing daerah. Menurut data dari Kementerian Kesehatan RI periode tahun 2014 hingga 2019 menunjukkan rasio perbandingan tempat tidur dengan penduduk Indonesia yaitu 1 per 1000 orang telah memenuhi kriteria minimal WHO. Wilayah perkotaan yang meningkatkan fasilitas kesehatannya yaitu Kota Surabaya, Saat ini Kota Surabaya telah memiliki 51 rumah sakit baik milik pemerintah maupun swasta, salah satunya yaitu rumah sakit Y. Pada rumah sakit Y tersebut tersedia fasilitas 319 tempat tidur dengan berbagai fungsi dan tingkatan. Selain itu juga diimbangi dengan fasilitas lainnya seperti kamar mandi, dapur, kantin, dll. Dengan kebutuhan layanan Kesehatan di kota Surabaya yang terus meningkat, nantinya Rumah sakit Y akan melakukan peningkatan fasilitas baik dalam kualitas dan kuantitas. Sehingga rumah sakit perlu mewujudkan suatu manajemen yang efektif agar rumah sakit dapat mempertahankan eksistensi, bertahan di tengah persaingan serta berkembang dengan baik (Nisa, dkk. 2019). Bahkan dalam prioritas yang harus diperhatikan ialah terhadap manajemen pengelolaan akan peralatan kesehatan serta manusia yang mengelolanya bukan hanya pada kuantitas peralatan kesehatan (Oktamianti & Pebrina, 2021). Salah satu dampak dari peningkatan fasilitas ini yaitu penggunaan air yang akan mengalami peningkatan yang diperuntukkan sebagai keperluan domestik seperti Mandi Cuci Kakus (MCK) atau toilet, mushola (peribadatan), kantin, dan dapur. Peningkatan ini nantinya berpengaruh terhadap debit air limbah yang dihasilkan oleh rumah sakit ubaya. Limbah rumah sakit dapat di golongkan menjadi dua jenis. Limbah tersebut biasa disebut dengan limbah medis, yaitu limbah yang berasal dari kegiatan medis yang memiliki kandungan limbah berbahaya sedangkan limbah non medis merupakan limbah yang dihasilkan bukan dari kegiatan medis, namun tetap berasal dari kegiatan dirumah sakit (Tiara et al, 2016). Limbah cair harus dikumpulkan dalam container yang sesuai dengan karakteristik bahan kimia dan radiologi, volume, dan prosedur penanganan dan penyimpanannya (Wulandari, 2018). Sedangkan menurut karakteristiknya, unit pengolahan air limbah pada umumnya terdiri atas kombinasi pengolahan fisika, kimia dan biologi (Widiyanto, 2014). Air limbah akan dilakukan pengolahan melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan dilakukan pemanfaatan ke tanah atau ruang terbuka hijau yang terdapat di sekitar wilayah universitas Surabaya. Jika tidak diolah dengan baik maka limbah tersebut dapat menimbulkan pencemaran lingkungan perairan maupun air tanah yang selanjutnya berdampak pada kesehatan Masyarakat (Astuti, 2014). limbah domestik memiliki dampak yang merugikan terhadap ekosistem karena menyebabkan toksisitas ekosistem. Membuang air limbah tanpa diolah ke perairan seperti sungai dapat menimbulkan penurunan kualitas air sungai, sedangkan sungai yang berada dekat dengan masyarakat

masih banyak digunakan untuk keperluan sehari-hari (Haribowo et al, 2019). Sehubungan dengan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk melakukan permodelan buangan air limbah hasil olahan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) ke tanah menggunakan aplikasi Modflow.

2. METODE PENELITIAN

Ukuran Data yang digunakan pada penelitian berupa data primer dan data sekunder dengan metode pengumpulan data yang dilakukan adalah observasi dan wawancara. Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi kondisi eksisting Rumah Sakit Y. Wawancara dilakukan selama kegiatan observasi untuk mengetahui kondisi IPAL eksisting dan rencana pemanfaatannya. Data sekunder diperoleh dari dokumen yang dimiliki Rumah Sakit Y seperti desain IPAL, hasil uji inlet dan outlet IPAL selama 3 bulan terakhir, dan perizinan lingkungan yang telah dimiliki.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Air Limbah

Berdasarkan hasil uji lab pada outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), setiap parameter air limbah domestic telah memenuhi baku mutu air limbah domestic atau dapat dikatakan aman untuk dimanfaatkan ke tanah atau ruang terbuka hijau. Hasil uji lab dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Kualitas Air Limbah Domestik Rumah Sakit Y

No	Parameter Uji	Kadar Maksimum	Satuan
1	TSS	30	mg/L
2	COD	80	mg/L
3	BOD	12	mg/L
4	Klorin – Residu	0.2 - 1	mg/L

3.2 Sebaran Air Limbah

3.3.1 Parameter Pemodelan

Parameter model yang dijadikan input dalam pembuangan air limbah ke tanah untuk penyiraman yaitu sebagai berikut:

1. Elevasi : DEM Nasional 30 meter, dilakukan grid enhancement hingga ketelitian 10 meter dengan metode inverse distance to weight
2. Ukuran grid : 10 meter x 10 meter
3. Konduktivitas Hidraulika (K) yang digunakan adalah 1,92 cm/jam, atau $5,36 \times 10^{-6}$ m/s (Dengan $K_x=K_y=K_z$), pada kedalaman 0 – 1,2 meter, dan dilakukan penyeragaman hingga kedalaman 6 meter. nilai K tersebut mewakili setidaknya sampai 1,2 meter, dan mengakomodir semua jenis tanah yang tersebar. Nilai Kf didasarkan dari nilai rata-rata hasil uji permeabilitas pada kedalaman 0 – 120 cm, bukan pada setiap jenis tanah.
4. Muka air tanah saat mulai simulasi : Elevasi DEM -5 meter (kedalaman 5 meter)
5. Debit air limbah yang disiramkan dibuat bervariasi terhadap luasan lahan yang akan disiramkan pada luas lahan 5 Ha.

6. Specific Storage : 10-2 m/s (Yin et al., 2021)
7. Specific Yield : 0,2 m/s (Yin et al., 2021)
8. Pemodelan dipantau dengan penyiraman yang memiliki presipitasi bervariasi dan recovery yang berbeda pula.
9. Pemodelan akan dilakukan pada lahan rencana penyiraman yang diberikan pada peta
10. Batas pemodelan air tanah diberikan pada peta

3.3.2 Data Masukan

Dalam proses pemodelan diperlukan data sekunder yang digunakan untuk melengkapi data primer yang telah tersedia sehingga running dapat dilakukan dan hasil yang didapat lebih maksimal. Data masukan yang diperlukan ada beberapa parameter seperti ketinggian permukaan, permukaan Sungai, debit siram, area siran, dan lain-lain. Sebelum melakukan proses pemodelan pada supermesh untuk finite element model, data yang diperlukan berformat .shp untuk pembuatan dan pendetailan pada mesh di area studi dengan data boundary yang telah didapatkan. Data boundary area studi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Data Boundary Area Studi

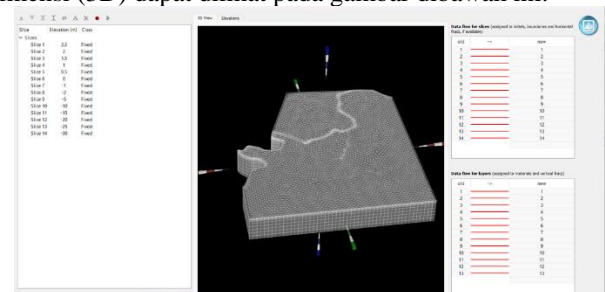
No	Parameter	Elevasi	Unit	Sumber
1	Ketinggian Permukaan	2,3	m	DEM
2	Permukaan Sungai	1,6	m	Pengamatan Langsung
3	Ketinggian MAT Batas Barat	0,9	m	Data Geolistrik
4	Ketinggian MAT Batas Timur	0,4	m	Data Geolistrik
5	Transfer Rate	0,0615168	1/d	Konduktivitas dibagi ketebalan dasar sungai
6	Area Siram	50.000	m ²	Perhitungan Spasial
7	Debit Siram	150	m ³ /hari	Debit Air yang disiramkan tiap harinya

Pada gambar dibawah ini merupakan ilustrasi berupa polygon sebagai area batas pemodelan dan area taman yang akan dilakukan penyiraman dari hasil olahan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)



Gambar 1. Ilustrasi Area Batas Pemodelan

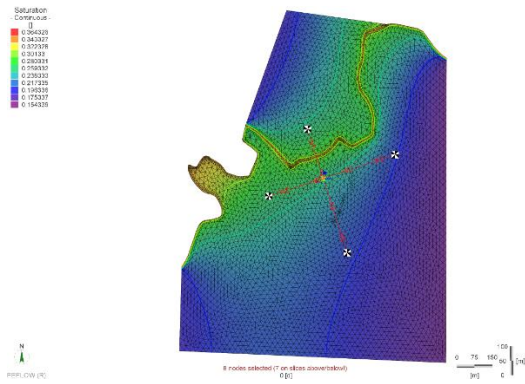
Selain gambar ilustrasi secara 2 dimensi, diperlukan juga gambar ilustrasi model 3 dimensi (3D) untuk mendapatkan factor ketebalan guna mendefinisikan sifat fisik dari lingkungan hidrogeologi di area studi yang telah ditentukan. Model ini menggunakan 1 lapisan homogen dan untuk simulasi aliran serta sebaran kontaminan menggunakan pendekatan Richard's Equation yang mendefinisikan lingkungan hidrogeologi memiliki variable sebaran pada media yang tidak tersaturasi. Model gambar tersebut menggunakan elevasi permukaan fatar pada elevasi 5 meter dan batas layer bawah pada elevasi 30 meter dibawah permukaan tanah. Model 3 Dimensi (3D) dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Ilustrasi 3 Dimensi (3D) Area Batas Pemodelan

3.3 Hasil Simulasi

Simulasi dilakukan dengan rentang waktu selama 365 hari. Tampilan Simulasi ini dilakukan dengan rentang waktu selama 365 hari. Tampilan dari kontaminan ditampilkan dalam 3 Slicing (Horizontal, Vertical N-S (Utara-Selatan), dan Vertical W-E (Timur-Barat)). Slicing yang dihasilkan berupa sebaran nilai konsentrasi sebagai indikator persebaran kontaminan yang ditunjukkan dengan kontur/warna dengan rentang tertentu. Pada Slicing Horizontal dipilih Slicing 6 dan Slicing 12. Slicing 6 yang mempunyai elevasi 0 meter digunakan sebagai pembahasan dikarenakan paling mendekati water table daerah simulasi. Slicing 12 yang mempunyai elevasi -20 meter digunakan sebagai control untuk melihat sejauh mana persebaran kontaminan. Peta pemodelan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Peta Pemodelan Modflow

3.4.1 TSS (Total Suspended Solid)

A. Sayatan Horizontal



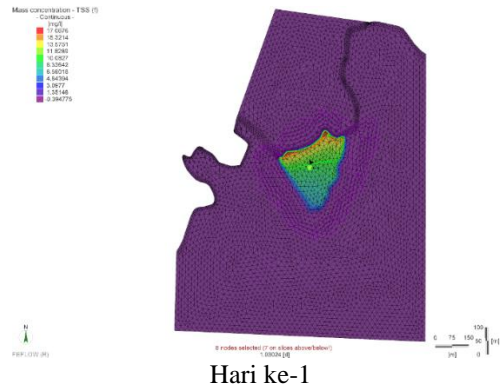
Gambar 4. Peta Pemodelan TSS Sayatan Horizontal

Distribusi sebaran nilai konsentrasi TSS digambarkan perbedaan warna dengan nilai konsentrasi ditunjukkan oleh warna merah dan ungu. Rentang nilai pada gambar memiliki rentang yang akan terjadi perbedaan di tiap harinya. Berikut tabel nilai konsentrasi TSS tertinggi pada slice 6:

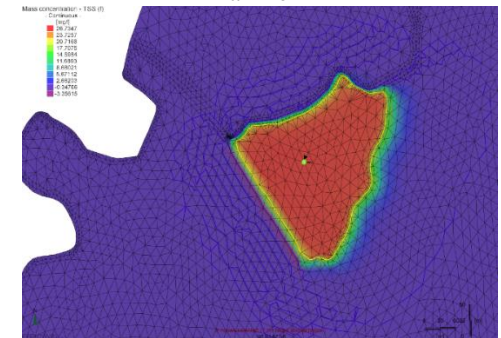
Tabel 3. Nilai Konsentrasi TSS (Slice 6)

Hari	Konsentrasi TSS Tertinggi (mg/L)
1	17,0676
7	23,1385
14	23,2379
30	24,1065
60	25,9131
90	26,7347
180	27,731
365	28,5271

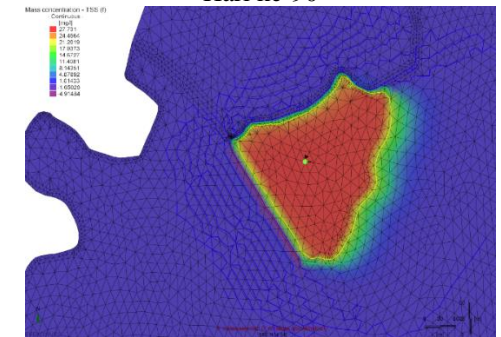
Hasil simulasi sebaran nilai konsentrasi TSS yang dilakukan selama 365 hari pada sayatan horizontal TSS Slice 6 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



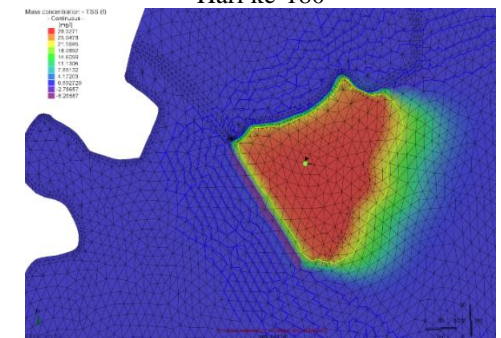
Hari ke-1



Hari ke-90



Hari ke-180



Hari ke-365

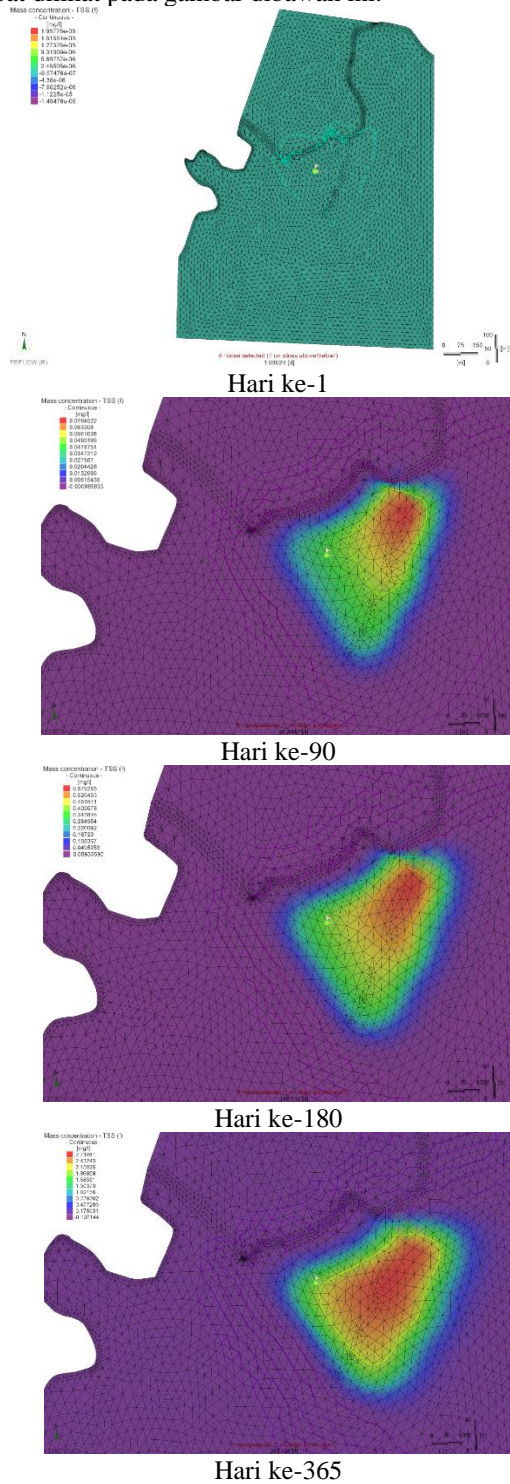
Hasil simulasi data yang dilakukan dapat dilihat kenaikan konsentrasi TSS pada slice 6 pada hari ke-1 hingga hari ke-365 dan tidak mengalami banyak perubahan hingga hari ke-365. Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa arah sebaran kontaminan TSS condong ke arah Tenggara. Pada persebaran kontaminan slice 12, pada hari ke-30 didapati nilai kontaminan TSS tertinggi sebesar 0,0012435 mg/l. Berikut nilai konsentrasi tertinggi TSS pada slice 12 hingga hari ke-365:

Tabel 4. Nilai Konsentrasi TSS (Slice 12)

Hari	Konsentrasi TSS Tertinggi (mg/L)
30	0,0012435

60	0,0164609
90	0,0704522
180	0,579265
365	2,71461

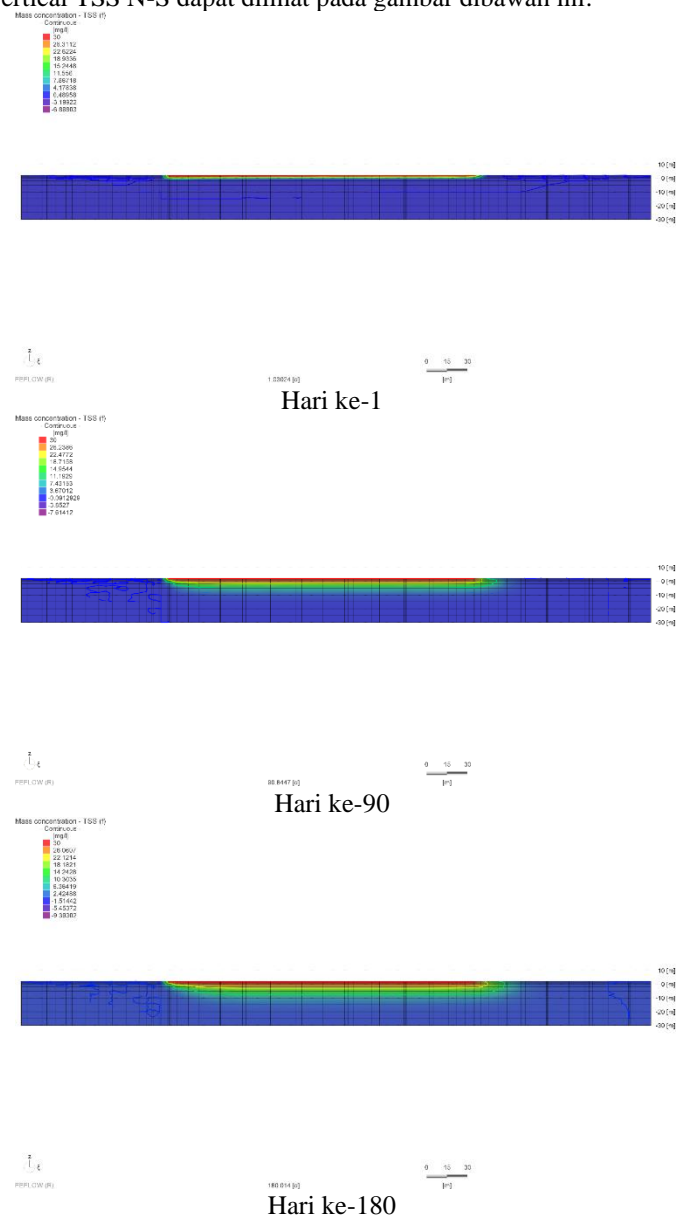
Hasil simulasi sebaran nilai konsentrasi TSS yang dilakukan selama 365 hari pada sayatan horizontal TSS Slice 12 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



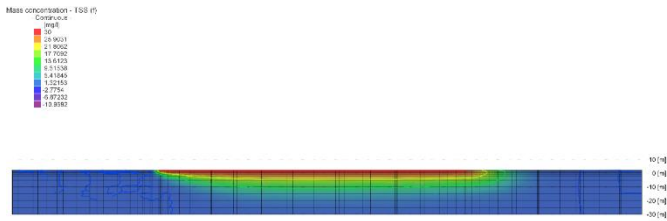
memiliki elevasi yang lebih tinggi dari bagian barat dikarenakan bagian barat lebih dekat dengan Pantai. Pengaruh lain yaitu adanya Sungai di sekitar area simulasi yang mempengaruhi arah aliran air tanah.

B. Sayatan Vertical

Perpotongan vertikal berfungsi untuk melihat sebaran kontaminan terhadap faktor elevasi. Pada sayatan vertical elevasi yang ditampilkan yaitu 2,3 meter hingga -30 meter. Dengan asumsi penyiraman dilakukan setiap hari, maka permukaan daerah simulasi mempunyai nilai konsentrasi kontaminan TSS sebesar 30 mg/L. Hasil simulasi sebaran nilai konsentrasi TSS yang dilakukan selama 365 hari pada sayatan vertical TSS N-S dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

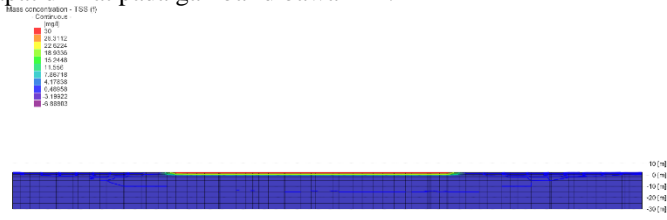


Dari hasil simulasi yang telah dilakukan dapat dilihat arah sebaran kontaminan TSS condong ke arah Tenggara. Persebaran kontaminan TSS dipengaruhi oleh boundary pada area siram yang mengasumsikan water rable bagian timur

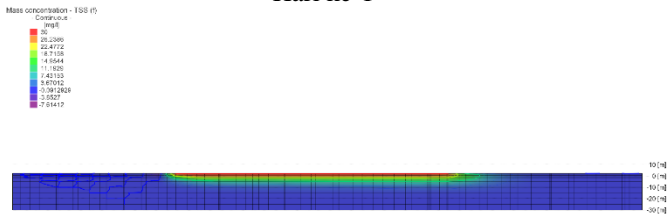


Hari ke-365

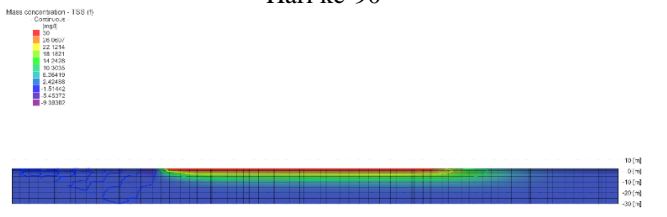
Hasil simulasi sebaran nilai konsentrasi TSS yang dilakukan selama 365 hari pada sayatan vertical TSS B-T dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



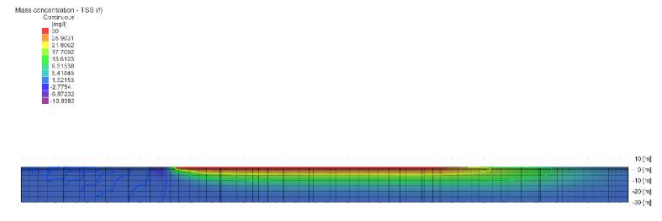
Hari ke-1



Hari ke-90



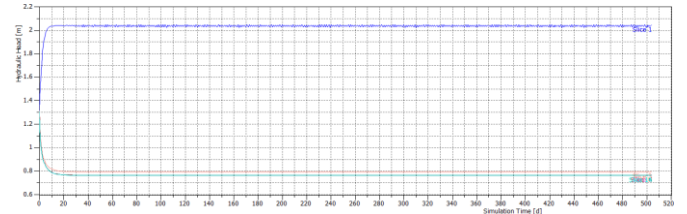
Hari ke-180



Hari ke-365

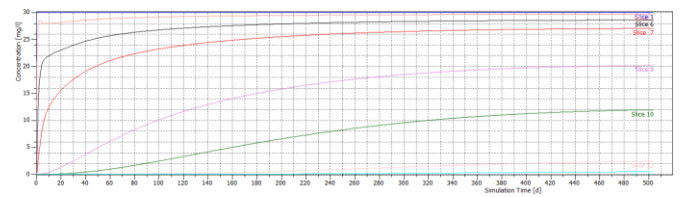
Dari hasil simulasi yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa kontaminan TSS mengalami penyebaran ke arah kanan (Selatan) hingga hari ke-365 dengan rentang nilai konsentrasi -11,1503 mg/L hingga 30 mg/L. Selain itu kontaminan TSS menyebar ke arah kanan (barat) hingga hari ke-365 dengan rentang nilai konsentrasi yang sama seperti pada sayatan utara-selatan. Sehingga dapat disimpulkan persebaran kontaminan TSS mengarah ke arah barat-selatan yaitu Tenggara.

C. Analisa Grafik



Gambar 5. Grafik Hydraulic-Head TSS di Area Persebaran Kontaminan

Gambar diatas merupakan grafik hydraulic-head terhadap waktu pada area persebaran kontaminan, menurut hasil simulasi pada permukaan (slice 1) memiliki nilai hingga 2,04 meter. Sedangkan pada elevasi 0 (slice 6) dan elevasi -20 meter (slice 12) didapati nilai hydraulic head berada pada rentang 0,76 meter hingga 0,79 meter.



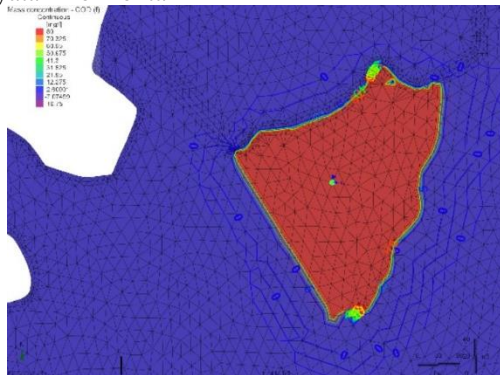
Gambar 6. Grafik Konsentrasi Kontaminan TSS Terhadap Waktu

Grafik tersebut menampilkan grafik kontaminan TSS pada daerah persebaran kontaminan terhadap waktu. Pada permukaan (slice 1) intensitas konsentrasi yang didapat konstan dengan nilai 30 mg/L hingga simulasi berakhir pada hari ke-365. Pada elevasi 0 meter (slice 6) intensitas konsentrasi meningkat seiring berjalannya waktu hingga mencapai nilai 28,5271 mg/L pada hari ke-365. Sedangkan pada elevasi -20 meter (slice 12) intensitas konsentrasi meningkat dengan nilai yang sangat kecil hingga mencapai nilai 2,71461 mg/L pada hari ke-365. Dari data yang sudah

disimulasikan, konsentrasi TSS memiliki nilai konsentrasi tertinggi yang tidak melewati standar baku mutu.

3.4.2 COD (Chemical Oxygen Demand)

A. Sayatan Horizontal



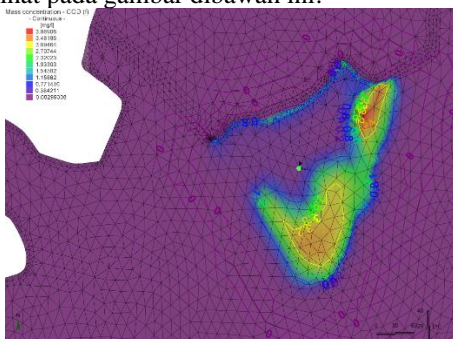
Gambar 7. Peta Pemodelan COD Sayatan Horizontal

Distribusi sebaran nilai konsentrasi COD digambarkan perbedaan warna dengan nilai konsentrasi ditunjukkan oleh warna merah dan ungu. Rentang nilai pada gambar memiliki rentang yang akan terjadi perbedaan di tiap harinya. Berikut tabel nilai konsentrasi COD tertinggi pada slice 6.

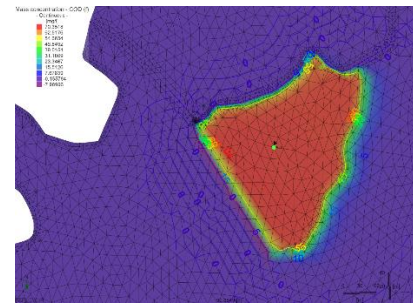
Tabel 5. Nilai Konsentrasi COD (Slice 6)

Hari	Konsentrasi COD Tertinggi (mg/L)
1	3,86905
7	23,6418
14	45,5361
30	60,4564
60	67,2209
90	70,3518
180	73,6791
365	75,9809

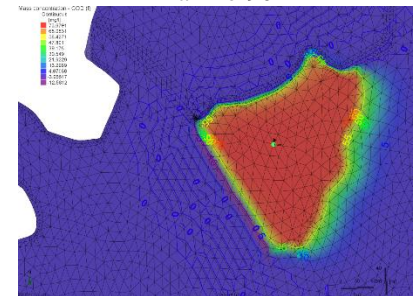
Hasil simulasi sebaran nilai konsentrasi COD yang dilakukan selama 365 hari pada sayatan horizontal COD Slice 6 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



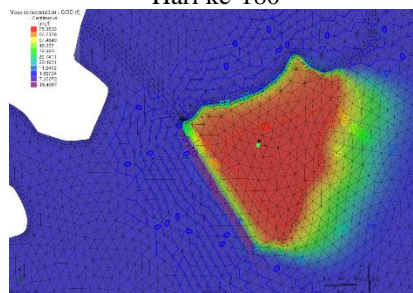
Hari ke-1



Hari ke-90



Hari ke-180



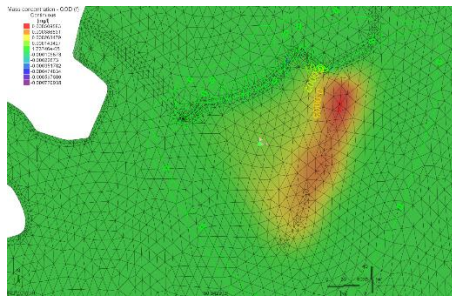
Hari ke-365

Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa arah sebaran kontaminan COD condong ke arah Tenggara. Pada persebaran kontaminan slice 12, pada hari ke-30 didapati nilai kontaminan COD tertinggi sebesar 0,00051 mg/l. Berikut nilai konsentrasi tertinggi COD pada slice 12 hingga hari ke-365.

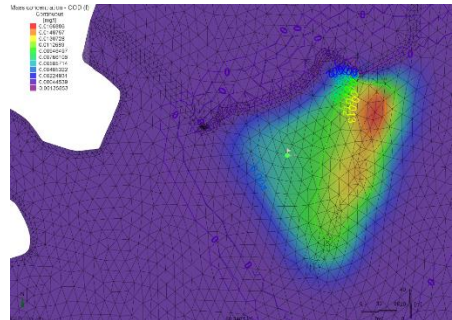
Tabel 6. Nilai Konsentrasi COD (Slice 12)

Hari	Konsentrasi COD Tertinggi (mg/L)
30	0,00051
60	0,017
90	0,1
180	1,226
365	6,63

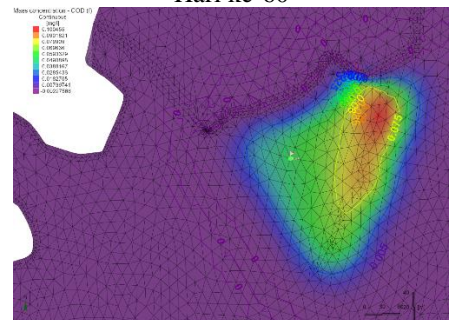
Hasil simulasi sebaran nilai konsentrasi COD yang dilakukan selama 365 hari pada sayatan horizontal COD Slice 12 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



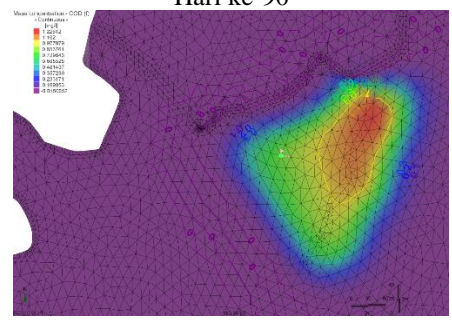
Hari ke-30



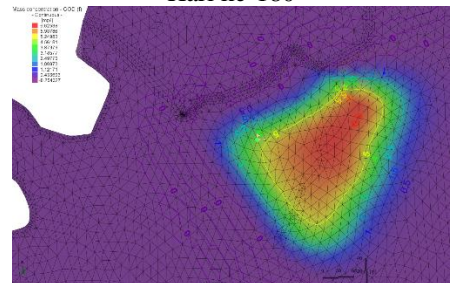
Hari ke-60



Hari ke-90



Hari ke-180

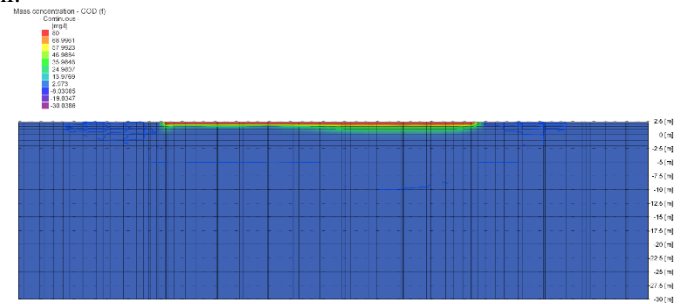


Hari ke-365

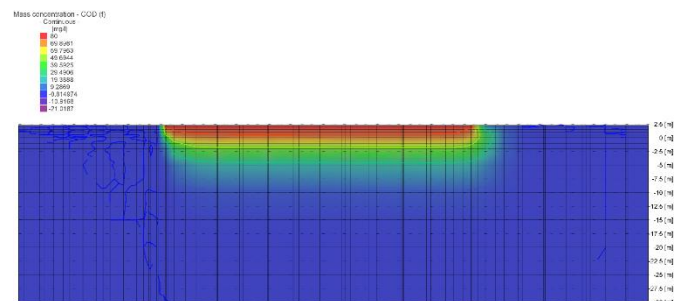
lain yaitu adanya Sungai yang memiliki tinggi muka air Sungai lebih tinggi dari water table simulasi.

B. Sayatan Vertical

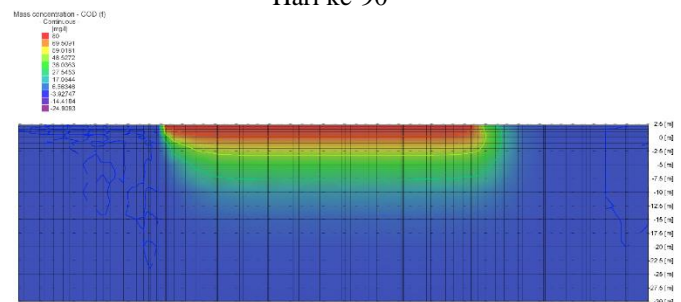
Perpotongan vertikal berfungsi untuk melihat sebaran kontaminan terhadap faktor elevasi. Pada sayatan vertical elevasi yang ditampilkan yaitu 2,3 meter hingga -30 meter. Dengan asumsi penyiraman dilakukan setiap hari, maka permukaan daerah simulasi mempunyai nilai konsentrasi kontaminan COD sebesar 80 mg/L. Hasil simulasi sebaran nilai konsentrasi COD yang dilakukan selama 365 hari pada sayatan vertical COD N-S dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Hari ke-1

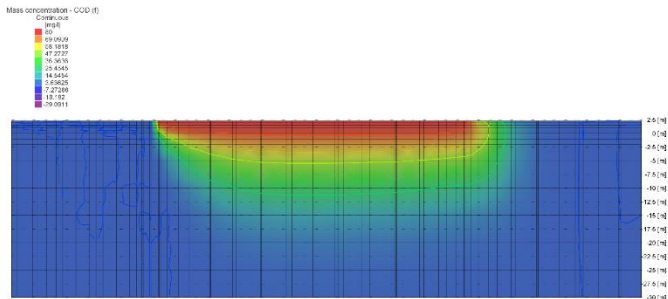


Hari ke-90



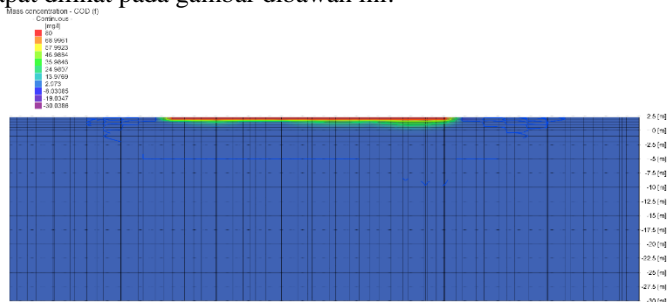
Hari ke-180

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan dapat dilihat arah sebaran kontaminan COD condong ke arah Tenggara. Persebaran kontaminan TSS dipengaruhi oleh boundary pada area siram yang mengasumsikan water rable bagian timur memiliki elevasi yang lebih tinggi dari bagian barat dikarenakan bagian barat lebih dekat dengan Pantai. Pengaruh

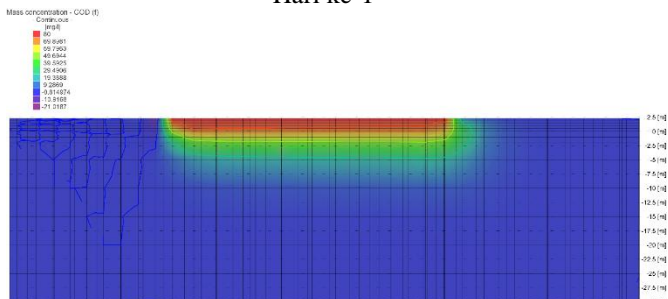


Hari ke-365

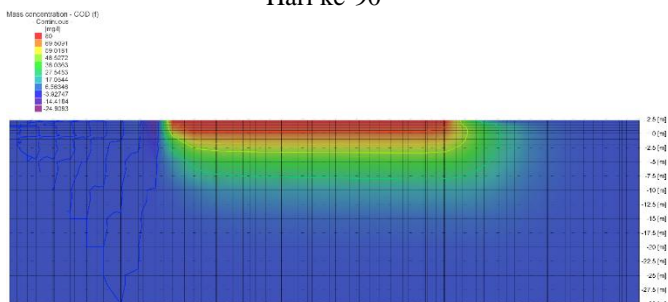
Hasil simulasi sebaran nilai konsentrasi COD yang dilakukan selama 365 hari pada sayatan vertical COD B-T dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



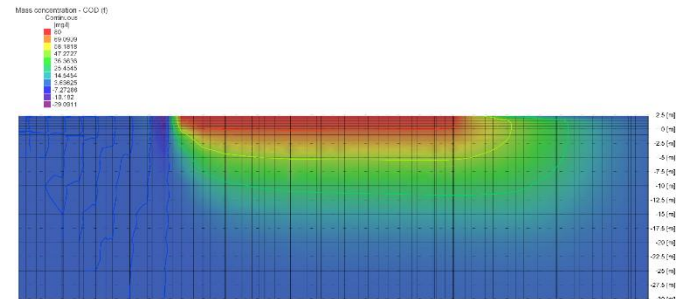
Hari ke-1



Hari ke-90



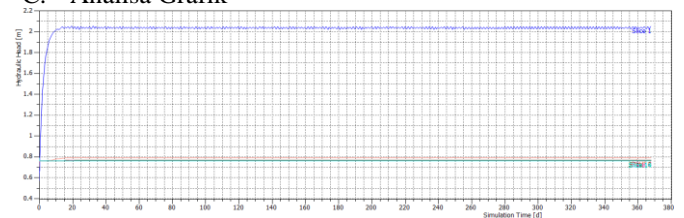
Hari ke-180



Hari ke-365

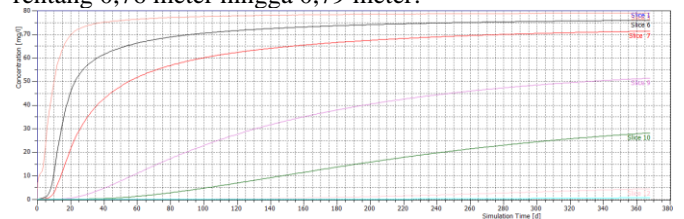
Dari hasil simulasi yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa kontaminan COD mengalami penyebaran ke arah kanan (Selatan) hingga hari ke-365 dengan rentang nilai konsentrasi -29,09111 mg/L hingga 80 mg/L. Selain itu kontaminan COD menyebar ke arah kanan (barat) hingga hari ke-365 dengan rentang nilai konsentrasi yang sama seperti pada sayatan utara-selatan. Sehingga dapat disimpulkan persebaran kontaminan COD mengarah ke arah barat-selatan yaitu Tenggara

C. Analisa Grafik



Gambar 9. Grafik Hydraulic-Head COD di Area Persebaran Kontaminan

Gambar diatas merupakan grafik hydraulic-head terhadap waktu pada area persebaran kontaminan, menurut hasil simulasi pada permukaan (slice 1) memiliki nilai hingga 2,04 meter. Sedangkan pada elevasi 0 (slice 6) dan elevasi -20 meter (slice 12) didapati nilai hydraulic head berada pada rentang 0,76 meter hingga 0,79 meter.



Gambar 10. Konsentrasi Kontaminan COD Terhadap Waktu

Grafik tersebut menampilkan grafik kontaminan COD pada daerah persebaran kontaminan terhadap waktu. Pada permukaan (slice 1) intensitas konsentrasi yang didapat konstan dengan nilai 80 mg/L hingga simulasi berakhir pada hari ke-365. Pada elevasi 0 meter (slice 6) intensitas konsentrasi meningkat seiring berjalannya waktu hingga mencapai nilai 75,9809 mg/L pada hari ke-365. Sedangkan pada elevasi -20 meter (slice 12) intensitas konsentrasi meningkat dengan nilai yang sangat kecil hingga mencapai nilai 6,62588 mg/L pada hari ke-365. Dari data yang sudah disimulasikan, konsentrasi COD memiliki nilai konsentrasi tertinggi yang tidak melewati standar baku mutu.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu hasil simulasi para parameter TSS dan COD menunjukkan adanya arah persebaran lateral yang sama yaitu ke arah barat mengikuti gradien muka tanah dan muka air tanah. Didapatkan hasil konsentrasi TSS pada kedalaman 0 meter sebesar 28,5 mg/L dan pada kedalaman 20 meter sebesar 2,714 mg/L. Sedangkan untuk konsentrasi parameter COD pada kedalaman 0 meter sebesar 79 mg/L dan pada kedalaman 20 meter sebesar 6,6 mg/L. Dengan hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai konsentrasi setiap parameter berada di bawah standar baku mutu, sehingga air limbah tersebut dapat untuk diaplikasikan ke tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti A, Purnama SG. Kajian Pengelolaan Limbah Di Rumah Sakit Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). *Community Health (Bristol)*2014; II: 12–20.
- Kemendes RI. *Profil Kesehatan Indonesia 2018*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2019.
- Nisa I, Mudayana A. Hubungan Bauran Pemasaran terhadap Keputusan Pasien Memilih Unit Rawat Jalan di Rumah Sakit Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. [Skripsi]. Universitas Ahmad Dahlan; 2019.
- Oktamianti, P., & Pebrina, A. (2021). Kajian Kebutuhan Pengembangan Rumah Sakit Pemerintah Daerah Kelas B di Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal ARSI*, 5(2), 59-71.
- R. Haribowo, V. Dermawan, and N. Yudha, "Application of Artificial Neural Network For Defining The Water Quality in The River,," *Civ. Environ. Sci.*, vol. 001, no. 01, pp. 12–18, 2018, doi: 10.21776/ub.civense.2018.00101.2.
- R. S. Tiara Dewi, Muhammad Amir Masruhim, "Implementasi kebijakan pengelolaan limbah rumah sakit di rumah sakit islam sultan agung kota Semarang," *Humani (Hukum dan Masy. Madani)*, vol. 7, no. 3, pp. 223–236, 2016.
- Widiyanto AF, Nurhayati S, Wahyuningsih E. Evaluasi Pengelolaan Limbah Klinis Tajam di RSUD Kabupaten Cilacap. *J Kesmasindo*2014; 6: 183–194.
- Wijayanti, A. I. (2014). Upaya PKU Muhammadiyah Membangun Loyalitas Pelanggan Melalui Kualitas Layanan dan Image dalam Meningkatkan Brand Equity (survey pada pasien PKU Muhammadiyah Kartasura Bulan Mei 2014)
- Wulandari K, Wahyudin D. *Sanitasi Rumah Sakit*. 2018th ed. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan, 2018.