

# PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP PARAMETER AIR LIMBAH RUMAH SAKIT X DI SURAKARTA

Rochmad Alfandi<sup>1</sup>, Agung Sugiharto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Kimia, Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jalan Ahmad Yani, Pabelan, Kartasura, Surakarta 57162, Telp. (0271) 717417  
Email: Rocmadalfandi1@gmail.com

## Abstrak

*Pencemaran air yakni terhalangnya pemanfaatan perairan akibat terdapatnya akumulasi faktor ataupun organisme ke dalam perairan. Rumah sakit bisa dikatakan menjadi salah satu lokasi bertemunya orang-orang sakit dan sehat yang berpotensi terjadi pencemaran lingkungan. Penelitian yang dilakukan bersifat observasional dengan cara grab sampling hal ini dilaksanakan ketika musim hujan hasil pengolahan air limbah rumah sakit tidak stabil atau hasilnya tidak menentu. Teknik analisis data secara deskripsi menggunakan analisis ANOVA satu arah, analisis regresi sederhana dan menghitung efektivitas sistem pengolahan air limbah. Berdasarkan hasil perhitungan curah hujan terhadap parameter air limbah (BOD, COD) diperoleh nilai hasil uji t-Tes berpasangan menunjukkan pada inlet mempunyai nilai  $p=0,005126$  ( $p<0,05$ ). Dan untuk outlet nilai hasil uji t-Tes berpasangan menunjukkan pada outlet mempunyai nilai  $p=0,020034$  ( $p<0,05$ ). Hasil uji ANOVA satu arah menunjukkan curah hujan tidak mempengaruhi parameter air limbah RS X di Surakarta. Analisis regresi menunjukkan parameter IPAL rumah sakit x di Surakarta pada bak inlet meningkat dan pada bak outlet menurun pada musim hujan namun tidak disebabkan oleh curah hujan karena nilai korelasi yang dihasilkan jauh dari konstanta regresi. Efisiensi tertinggi dalam pengolahan limbah cair di IPAL terdapat pada minggu kedua bulan Februari dengan nilai efisiensi sebesar 91,39% pada BOD dan 92,03% pada COD.*

**Kata kunci:** BOD; curah air hujan; COD; limbah rumah sakit; IPAL

## Pendahuluan

Pencemaran air yakni terhalangnya pemanfaatan perairan akibat terdapat akumulasi organisme ke dalam perairan. Pencemaran air berakibat pada menyusutnya aktivitas ekonomi serta sosial karena jumlah bahan organik yang melebihi standar kualitas ataupun isi zat mematikan di dalam air (Thambavani & Sabitha, 2012). Keadaan tersebut bisa mengganggu kandungan kimia air serta menimbulkan isi  $O_2$  terlarut di perairan tidak sesuai baku mutu. Kandungan kimia air yang merusak tersebut mempengaruhi manfaat dari air. Banyaknya polutan yang ada didalam perairan bisa pengaruhi naiknya nilai pencemaran yang terakumulasi pada tubuh perairan akibat limbah cair domestik yang muncul dari masyarakat ataupun buangan dari operasional perindustrian (Daroini & Arisandi, 2020).

Salah satu penunjang pelayanan universal, rumah sakit adalah letak berkumpulnya orang sakit ataupun sehat yang menjadikan terbentuknya pencemaran, kendala kesehatan serta bisa jadi muncul penyakit. Aktivitas pelayanan rumah sakit menghasilkan limbah cair, perlu memperoleh kepedulian spesial, karena bisa memiliki bermacam bahan beresiko (Paulus et al., 2019). Ciri limbah rumah sakit memiliki ciri nyaris sama dengan limbah domestik yaitu memiliki komposisi bahan buangan dari kamar penderita yang keberadaannya sangat merugikan baik manusia ataupun makhluk hidup yang lain apabila penanganannya kurang baik (Kumari et al., 2020). Rumah sakit menghasilkan limbah yang bisa berbentuk limbah patologis, misalnya darah, jaringan badan serta organ-organ pada tubuh), limbah radioaktif, limbah farmasetikal serta limbah kimiawi (Khusnuryani, 2008).

Rumah sakit perlu mempunyai sarana pendukung yang salah satu diantaranya yaitu instalasi pengelolaan limbah guna fasilitas pengolahan limbah cair. Sebagaimana yang ditegaskan dalam peraturan yang dikeluarkan kementerian kesehatan nomor. 1204/ Menkes/ SK/ X/ 2004 dalam hal ketentuan kesehatan area rumah sakit. Proses penanganan limbah dirumah sakit dijalankan meliputi penanganan air limbah, limbah padat, limbah dari bahan gas dalam kategori infeksius, limbah bahan kimia beracun serta sebagian bersifat radioaktif, yang diolah secara terpisah (Nurwahyuni et al., 2020). Tidak hanya itu, mutu outlet didalam limbah cair yang melebihi baku kualitas hendak menyebabkan menyusutan kandungan oxygen yang larut pada air limbah sehingga degradasi bahan-bahan pencemar

yang diproses mikroorganisme *aerobic* hendak tersendat serta menimbulkan pencemaran air tanah (A. R. Susanti et al., 2020).

Pada aktivitas sarana IPAL, dibutuhkan perawatan, pengolahan dan pemantauan terhadap tiap proses oprasionalnya. Tidak hanya itu, aktivitas kerja IPAL memerlukan anggaran, dalam hal anggaran prasarana proses IPAL ataupun perbaikan alat-alat mekanis (B. Susanti et al., 2020). Salah satu tata cara yang banyak dipertimbangkan merupakan pengolahan air limbah secara hayati dengan biofilter gabungan *anaerobic-aerobic*. Proses penurunan air limbah secara hayati bertujuan guna mengganti molekul organik yang ada dalam lingkungan jadi lebih ringan serta biomasa dengan memakai mikroorganisme (Badrah et al., 2021). Akumulasi EM4 serta digunakanm guna memacu proses pembuatan serta pematangan biofilm (Ghony et al., 2023). System sarana penurunan kadar air limbah dengan proses hayati lebih terlihat bila waktu tinggal limbah cair memiliki waktu yang cukup. Disebutkan retensi waktu tinggal guna biodegradasi bias maksimal ialah 18- 24 jam menurut Jafrudeen serta Ahsan (Desica et al., 2020).

Kebutuhan *oxygen* biologis atau BOD merupakan nilai oksigen yang diperlukan untuk mikroorganisme didalam perairan guna menurunkan (mendegradasi) polutan limbah *organic* yang ada didalam air lingkungan (Papatungan et al., 2020). Proses penguraian polutan limbah organik melalui proses oksidasi yang dilakukan mikroba didalam perairan ialah proses alami yang praktis serta mudah terjadi jika perairan telah memenuhi kandungan *oxygen* yang sesuai dengan kebutuhannya (Mallongi & B., 2018). Adapun hal-hal yang menjadikan kadar BOD<sub>5</sub> dalam limbah tidak stabil karena unsur didalamnya dan bahan organik yang terdapat didalamnya. jika kandungan BOD<sub>5</sub> tinggi pada perairan akan menyebabkan tumbuhnya bakteri patogen (Lestari, 2020; Rahman et al., 2020). serta berkurangnya oksigen terlarut sebab reaksi penguraian bahan organik pada sistem aerobik dan menurunnya nilai pH pada air dilingkungan tersebut (Neshart et al., 2021).

*Chemical Oxygen Demand* mendeskripsikan nilai yang diperlukan *oxygen* untuk mengoksidasi bahan *organic* secara kimiawi. Oksidasi tersebut menghasilkan CO<sub>2</sub> serta H<sub>2</sub>O (Makbul et al., 2022). Kebutuhan bahan organik bisa dari asal alam dan berasal dari aktivitas rumah tangga serta dari industri. effendi menjelaskan bahwa perairan bila mempunyai nilai parameter COD yang tinggi tak baik untuk lingkungan hidup sebab kandungan oksigen terlarut (DO) pada perairan sangat terpengaruh dari nilai COD tersebut (Sasiang et al., 2019; Sunardi & Mukimin, 2014). salah satu cara untuk menurunkan kadar COD yaitu dengan memper lama waktu kontak mikroorganisme yang hidup didalam pengolahan (Wahyu & Hendrasarie, 2022).

Kandungan air hujan sebenarnya bermanfaat untuk kehidupan manusia, namun bila air hujan telah terkontaminasi dengan polusi dan senyawa-senyawa logam akan menghasilkan dampak yang buruk untuk lingkungan. Dalam hal ini pada IPAL, air hujan dapat membantu untuk menurunkan parameter air limbah. Namun, dapat merusak atau mengurangi kualitas dari hasil pengolahan air limbah. Sebab, curah hujan yang berlebih dapat mempengaruhi waktu tinggal proses pengolahan air limbah dan beberapa penelitian menunjukan hujan asam yang memiliki Ph<6. Pada kota-kota besar dan padat penduduk cenderung menimbulkan hujan asam sebab aktifitas berkendara, perindustrian dan lain sebagainya yang dapat dilihat semakin turunnya nilai Ph air hujan (Sudarmaji, 1994).

Demi melindungi mutu IPAL secara optimal, dibutuhkan evalasi secara berkala pada segala aktivitas baik petugas yang menangani ataupun komponen utama serta sistem perlengkapan mekanis yang digunakan (Lumunon et al., 2021). Oleh sebab itu, pengolahan limbah cair rumah sakit yang tepat serta memperoleh atensi spesial. Supaya air limbah yang dikeluarkan menuju lingkunagn memenuhi kualitas limbah domestik, sehingga tidak mengganggu ataupun merugikan kesehatan dekat rumah sakit. Upaya-upaya tersebut dapat dicoba dengan melaksanakan penilaian secara berkala terhadap IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) yang beroperasi dalam rumah sakit supaya bisaenuhi standar area.

## Metode Penelitian

Riset yang dilaksanakan mempunyai sifat observasional dengan tujuan bisa menganalisis efektivita kinerja IPAL dalam menyusutkan kandungan BOD<sub>5</sub> serta COD. Objek riset yang dicoba ialah air limbah Rumah Sakit X di Surakarta. Metode pengambilan ilustrasi dalam riset ini merupakan grab sampling, yakni sample yang diambil sesaat pada letak serta waktu pasti. Tidak hanya sebab efektif, metode grab sampling ini dikira bisa mewakili informasi mutu air limbah untuk rentang waktu fluktuasi tertentu (Sukadewi et al., 2020).

Metode grab sampling bisa dicoba saat air limbah telah homogen atau tercampur sepenuhnya pada bak tampungan awal atau ekualisasi. Sample ilustrasi dicoba pada *inlet* serta *outlet* IPAL (A. R. Susanti et al., 2020). Akan tetapi, pada riset ini dicoba pengambilan sample berjumlah 8 dimana 4 sample diambil pada bak ekualisasi serta 4 sample pada kolam indikator ataupun outlet. Dan pengambian ilustrasi dicoba pada waktu antara jam 11.00-13.00 WIB dengan tujuan dimana waktu tersebut limbah sudah homogen pada bak ekualisasi.

Dan metode analisis informasi secara deskripsi memakai analisis anova satu arah, analisis regresi linier dan analisis efisiensi IPAL. Perhitungan yang digunakan untuk hitung sistem efisiensi pengolahan limbah cair dengan rumus menurut Metcalf&amp; Eddy:

$$efektivitas = \frac{inlet-outlet}{inlet} * 100\% \tag{1}$$

**Keterangan**

*Inlet* : nominal parameter diawal berasal dari data kualitas sebelum air limbah diproses untuk penurunan kadar limbah cair.

*Outlet* : nominal parameter diakhir berasal dari data kualitas setelah limbah diproses untuk penurunan kadar limbah cair.

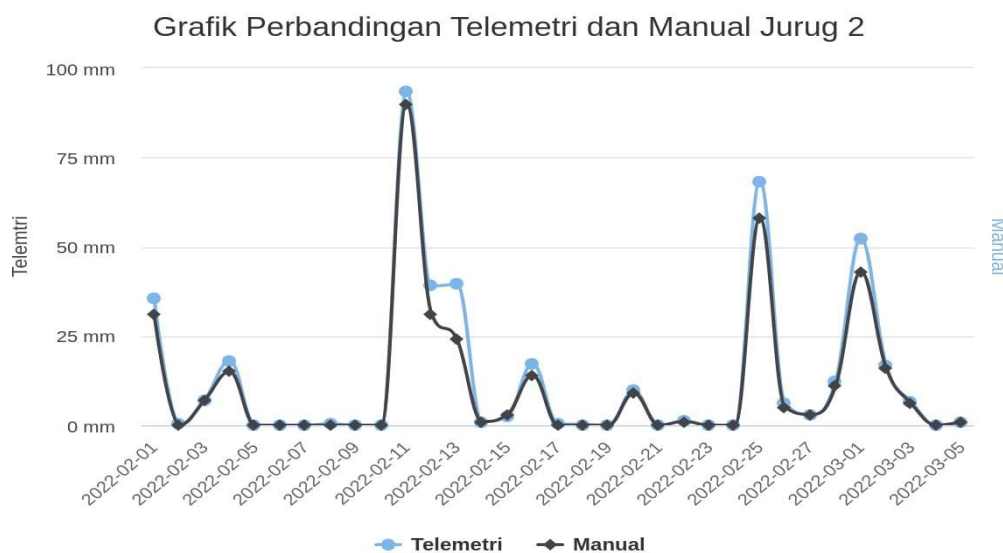
**Hasil dan Pembahasan**

Proses yang dilakukan diawali dengan pemeriksaan kualitas air limbah pada *inlet* yang artinya tampungan semua limbah yang akan diproses serta *outlet* yang mengartikan hasil proses penurunan kadar air limbah dari Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit X diSurakarta yang kemudian dialirkan ke lingkungan. Adapun parameter yang diukur ialah BOD<sub>5</sub> serta COD yang dilakukan pada Laboratorium Pihak ke tiga (Lab. Jasa Tirta) dan cara pengolahan sample air limbah untuk didapat hasil parameterna dengan cara olah SNI. Dari itu didapatkan nominal pengukuran yang berikutnya dibandingkan menggunakan standar Mutu Air Limbah Cair kegiatan rumah Sakit berdasarkan Peraturan baku Mutu Air Limbah untuk aktivitas rumah Sakit. Berikut merupakan hasil dari pengujian BOD<sub>5</sub> dan COD pada inlet-outlet:

Tabel 1. Hasil pengujian BOD<sub>5</sub> dan COD pada *inlet-outlet*

No.	Pengambilan sample (tgl-bulan)	Parameter (mg/L)			
		BOD <sub>5</sub>		COD	
		<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>
1	09-februari	75,84	10,99	292,8	38,2
2	16-februari	71,67	6,17	273,8	21,82
3	25-februari	25,37	4,95	77,19	16,91
4	04-maret	44,67	8,35	146,5	32,64

Dari Tabel 1 terlihat hasil dari pengujian BOD<sub>5</sub> dan COD yang menunjukkan hasil penurunan kadar air limbah. Tabel tersebut terlihat data *outlet* keseluruhan telah memenuhi ambang batas yaitu 30 mg/L unuk BOD<sub>5</sub> dan 100 mg/L untuk COD. Pada minggu pertama data yang ditunjukkan memiliki nilai yang lebih tinggi dari pada minggu lainnya yaitu BOD<sub>5</sub> *inlet* 75,84 mg/L dan *outlet* 10,99 mg/L serta COD dengan *inlet* 292,8 mg/L dan *outlet* 38,2 mg/L. Pada minggu ketiga nilai *inlet* telah memenuhi nilai ambang batas yaitu 25,37 mg/L BOD<sub>5</sub> dan 77,19 mg/L COD.



Gambar 1. Perbandingan telemetri dan manual curah hujan di stasiun jurug 2 (<https://hidrologi.bbws-bsolo.net/curahhujan/grafikPerbandingan/235>)

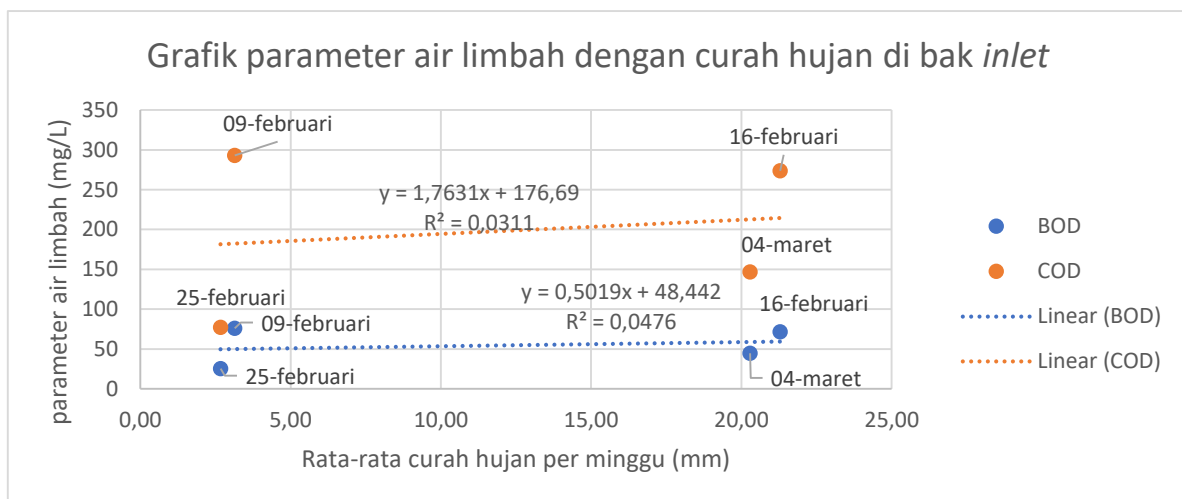
Tabel 2. Data curah hujan rata-rata per minggu.

Tanggal	Curah hujan rata-rata per minggu (mm)	
	Manual	telemetri
09-februari	3,14	3,69
16-februari	21,29	25,06
25-februari	2,67	3,18
04-maret	20,29	23,63

Pada data curah hujan terdapat data yang besar dari perhitungan manual dan telemetri. data yang digunakan oleh peneliti untuk dibandingkan dengan parameter air limbah yaitu data yang berasal dari hitung manual curah hujan di kota surakarta pada stasiun pengamatan jurug 2 oleh kementerian PUPR dirjen sumber daya air BBWS bengawan solo yang dapat kita lihat pada gambar 1. Dari tabel 2 dapat kita lihat pada rata-rata curah hujan minggu ke dua dan minggu ke empat mengalami kenaikan sedangkan pada minggu ke tiga rata-rata curah hujan menurun.

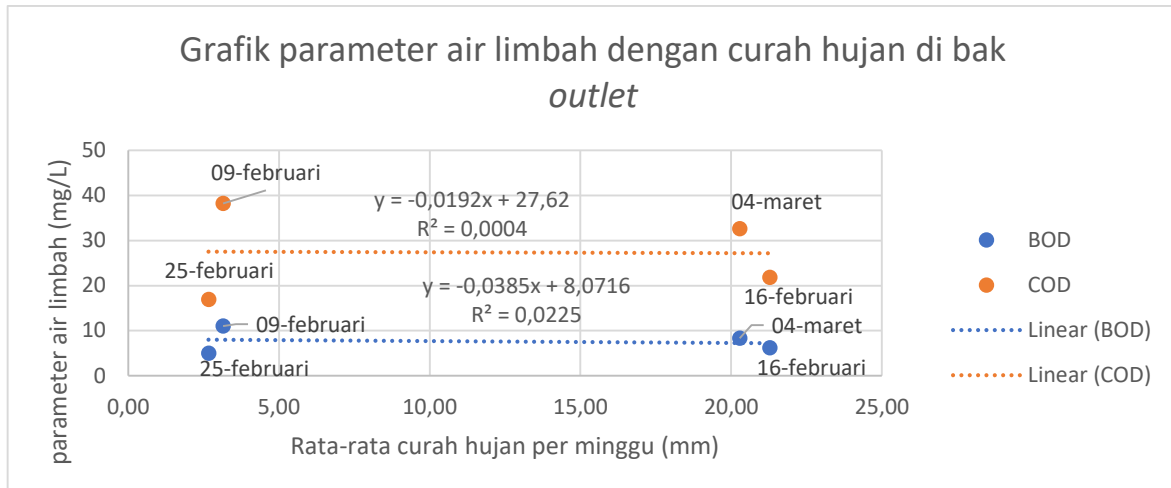
**Analisis regresi linier pada bak inlet dan outlet**

Metode Regresi Linier Sederhana digunakan untuk melihat hubungan antar satu variabel independent (bebas) dan variabel dependennya (terikat) yang mempunyai hubungan garis lurus. Hasil observasi memiliki variable utama yang terpengaruh dengan variable lainnya (Ababil et al., 2022; Harsiti et al., 2022). Observasi yang dilakukan dalam penelitian ini memperlihatkan hubungan air limbah dengan rata-rata curah hujan. Penelitian yang telah dilakukan oleh Richard O. Mines menunjukkan tujuh belas dari 24 fasilitas menunjukkan korelasi antara rata-rata curah air hujan dan konsumsi BOD yang berpengaruh. Tujuh sedang, tujuh ditandai, dan tiga korelasi tinggi diamati (Mines et al., 2007).



Gambar 2. Parameter air limbah dengan curah hujan di bak inlet

Gambar 2 memperlihatkan grafik parameter air limbah terhadap curah hujan di bak inlet. Pada gambar 2 memperlihatkan nilai memperlihatkan pola garis linier regresi  $y = 1,7631x + 176,69$  untuk parameter COD terhadap rata-rata curah air hujan per minggu dan  $y = 0,5019x + 48,442$  dari pola garis tersebut menunjukkan nilai positif yang mengartikan perbandingan bahwa jika rata-rata curah hujan sangat menentukan nilai parameter BOD dan COD pada air limbah pada bak inlet dan terdapat nilai  $R^2 = 0,0311$  untuk pola garis COD dan  $R^2 = 0,0476$  untuk pola garis BOD terhadap rata-rata curah hujan hal ini menunjukkan bahwa korelasi perangan curah hujan terhadap parameter air limbah sangat kecil sebab berada jauh dibawah kostanta nilai regresi yaitu 1. Dari hal ini memberikan gambaran bawah parameter IPAL rumah sakit x di Surakarta pada bak inlet meningkat pada musih hujan namun tidak disebabkan dari curah hujan.



Gambar 3. Parameter air limbah dengan curah hujan di bak outlet

Gambar 3 memperlihatkan grafik parameter air limbah terhadap curah hujan di bak outlet. Pada gambar 3 memperlihatkan nilai memperlihatkan pola garis linier regresi  $y = -0,0192x + 27,62$  untuk parameter COD terhadap rata-rata curah air hujan per minggu dan  $y = -0,0385x + 8,0716$  dari pola garis tersebut menunjukkan nilai a negatif yang mengartikan perbandingan bahwa jika rata-rata curah hujan meningkat maka nilai parameter BOD dan COD pada air limbah pada bak outlet semakin menurun dan terdapat nilai  $R^2 = 0,0004$  untuk pola garis COD dan  $R^2 = 0,0225$  untuk pola garis BOD terhadap rata-rata curah hujan hal ini menunjukkan bahwa korelasi perangan curah hujan terhadap parameter air limbah sangat kecil sebab berada jauh dibawah kostanta nilai regresi yaitu 1. Dari hal ini memberikan gambaran bawah parameter IPAL rumah sakit x di Surakarta pada bak outlet menurun pada musih hujan namun tidak disebabkan dari curah hujan.

**Analisis uji anova**

Analisis uji anova ialah pengujian secara statistika guna memperkirakan variabel data yang lebih dominan berdasarkan hubungan antar variabel lainnya. Dalam penelitian ini variasi anova yang digunakan ialah anova satu arah guna mengentahu hubungan antara curah hujan dengan parameter air limbah. Berikut merupakan hasil dari pengolahan data dengan anova.

Tabel 3. Hasil analisis anova pada bak inlet (ANOVA)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	75741,87	2	37870,94	10,02615	0,005126	4,256495
Within Groups	33994,94	9	3777,215			
Total	109736,8	11				

Pembahasan dari hasil anova satu arah dapat dijelaskan analisis antar grup berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai F Hitung sebesar 10,02615. Nilai F Tabel dengan derajat bebas 1 (df1) = 2 dan derajat bebas 2 (df2) = 11 adalah 4,256495. Nilai F Hitung (10,02615) yang lebih besar dari F Tabel (4,256495) menunjukkan bahwa parameter air limbah pada bak inlet terhadap rata-rata curah hujan "tidak memenuhi". Serta hasil uji paired t-Tes menunjukkan bahwa parameter air limbah pada bak inlet mempunyai nilai  $p=0,005126$  yaitu  $p < 0,05$  sehingga ditarik kesimpulan bahwa antara rata-rata curah hujan tidak mempengaruhi parameter air limbah pada bak inlet pada IPAL RS X di Surakarta.

Tabel 4. Hasil analisis anova pada bak outlet (ANOVA)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	867,6824	2	433,8412	6,23	0,020034	4,256495
Within Groups	626,7368	9	69,63742			
Total	1494,419	11				

Pembahasan dari hasil anova satu arah dapat dijelaskan analisis antar grup berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai F Hitung sebesar 6,23. Nilai F Tabel dengan derajat bebas 1 (df1) = 2 dan derajat bebas 2 (df2) = 9 adalah 4,256495. Nilai F Hitung (6,23) yang lebih besar dari F Tabel (4,256495) menunjukkan bahwa parameter air limbah pada bak outlet terhadap rata-rata curah hujan "tidak memenuhi". Serta hasil uji paired t-Tes menunjukkan bahwa parameter air limbah pada bak outlet mempunyai nilai  $p=0,020034$  yaitu  $p < 0,05$  sehingga bisa ditarik kesimpulan bahwa antara rata-rata curah hujan tidak mempengaruhi parameter air limbah pada bak outlet pada IPAL RS X di Surakarta.

### Analisa efisiensi IPAL

Analisis efisiensi IPAL penurunan kadar BOD<sub>5</sub> dan COD dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan rumus persamaan 1 menurut Metcalf & Eddy. Hasil dari perhitungan efisiensi penurunan kadar BOD<sub>5</sub> dan COD dapat dilihat pada table 4 sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil pengukuran efisiensi kadar penurunan BOD<sub>5</sub> dan COD.

Minggu Ke-	BOD <sub>5</sub>			COD		
	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	75,84	10,99	85,51	292,8	38,2	86,95
2	71,67	6,17	91,39	273,8	21,82	92,03
3	25,37	4,95	80,49	77,19	16,91	78,09
4	44,67	8,35	81,31	146,5	32,64	77,72

Efisiensi IPAL terhadap penurunan kadar BOD<sub>5</sub> dan COD pada tabel 4. Dari data tersebut hasil parameter BOD<sub>5</sub> didapatkan persentase efisiensi sebesar 85,51% pada minggu pertama; 91,36% pada minggu ke dua; 80,49% pada minggu ke tiga; dan 81,31% pada minggu ke empat. Efisiensi paling tinggi yaitu pada minggu ke dua dengan efisiensi sebesar 91,39%. Pengolahan limbah cair pada IPAL yang baik dapat menurunkan kadar BOD hingga 95% (Timpua & Pianaung, 2019). Dengan ini penggunaan metode biofilter anaerob aerob untuk mengolah air limbah di rumah sakit menunjukkan hasil yang efektif pada kadar BOD (Haerun et al., 2018).

Sedangkan pada parameter COD, didapatkan persentase efisiensi sebesar 86,95% pada minggu pertama; 92,03% pada minggu ke dua; 78,09% pada minggu ke tiga; dan 77,72% pada minggu ke empat. Efisiensi paling tinggi yaitu pada minggu ke dua dengan efisiensi sebesar 92,03%. Pada bak pengendapan awal proses penurunan kadar COD telah dimulai sebab proses pengendapan partikel-partikel zat organik tersuspensi (Halim et al., 2023). Dengan ini penggunaan metode biofilter anaerob aerob untuk mengolah air limbah di rumah sakit menunjukkan hasil yang efektif pada kadar BOD (Haerun et al., 2018).

### Kesimpulan

Hasil uji air limbah yang dilakukan oleh laboratorium Jasa Tirta pada bak inlet hasil BOD<sub>5</sub> dan COD masih melebihi baku mutu. Sedangkan pada hasil uji BOD<sub>5</sub> dan COD dibak outlet telah memenuhi baku mutu air limbah domestic sesuai dengan peraturan pemerintah yaitu 30 mg/L untuk BOD<sub>5</sub> dan 100 mg/L untuk COD. Dari hasil uji air limbah yang dilakukan analisis regresi sederhana yang dilakukan menunjukkan grafik linier positif pada inlet dan negatif untuk bak outlet namun, keduanya memiliki korelasi yang sangat kecil untuk hubungan antara curah air hujan terhadap parameter air limbah RS X di Surakarta. Sedangkan analisis menggunakan ANOVA satu arah dengan program Microsoft Excel 2016. Hasil dari uji ANOVA satu arah didapatkan hasil yaitu parameter air limbah COD dan BOD<sub>5</sub> air limbah RS X di Surakarta tidak terpengaruh oleh curah hujan air limbah. Analisis efisiensi tertinggi pada pengolahan limbah cair terjadi pada tanggal 16 bulan februari dengan nilai efisiensi sebesar 92,03 % pada COD dan 91,39 % pada BOD.

**Daftar Pustaka**

- Ababil, O. J., Wibowo, S. A., & Zahro', H. Z. (2022). *Penerapan Metode Regresi Linier Dalam Prediksi Penjualan Liquid Vape Di Toko Vapor Pandaan Berbasis Website*. 6(1), 186–195.
- Badrah, S., Aidina, R. P., & Anwar, A. (2021). The Utilization Of Effective Microorganisms 4 (Em4) Using Biofilm Media To Reduce Amonia And Phosphate In Waste Water At Hospital. *Faletehan Health Journal*, 8(02), 102–108. <https://doi.org/10.33746/Fhj.V8i02.261>
- Daroini, T. A., & Arisandi, A. (2020). Analisis Bod (Biological Oxygen Demand) Di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Juvenil:Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(4), 558–566. <https://doi.org/10.21107/Juvenil.V1i4.9037>
- Desica, S., Masykuri, M., & Setyono, P. (2020). Efisiensi Penyisihan Bod Dan Cod Limbah Cair Rumah Sakit Menggunakan Variasi Komposisi Media Zeolit-Bioball Dan Waktu Tinggal Hidraulik Dari Bioreaktor Anaerob-Aerob (Studi Kasus Rsud Prambanan). *Ekosains*, 12(1). <https://jurnal.uns.ac.id/ekosains/article/view/81198>
- Ghony, M. A., Sandy, A., Putra, & Hariyadi, A. (2023). Optimalisasi Unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Dengan Penambahan Proses Biofilter Anaerob Aerob Pada Ptlu Tanjung Enim 3 X 10 Mw Pt. Best. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Sains*, 1(2), 87–92. <https://doi.org/10.62278/Jits.V1i2.16>
- Haerun, R., Mallongi, A., & Natsir, M. F. (2018). Efisiensi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Biofilter Sistem Upflow Dengan Penambahan Efektif Mikroorganisme 4 Efficiency Toward Liquid Waste Of Tofu Industry Using Biofilter Upflow System With Additional Effective Microorganism 4. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (Jnik) Lp2m Unhas*, 1, 1–11.
- Halim, M. A., Hendrarianti, E., & Setyobudiarso, H. (2023). *Pengaruh Waktu Terhadap Penurunan Bod, Cod, Dan Tss Limbah Rumah Makan Menggunakan Biofilter Anaerob*. 2(2).
- Harsiti, Muttaqin, Z., & Srihartini, E. (2022). Penerapan Metode Regresi Linier Sederhana Untuk Prediksi Persediaan Obat Jenis Tablet. *Jsii (Jurnal Sistem Informasi)*, 9(1), 12–16. <https://doi.org/10.30656/Jsii.V9i1.4426>
- Hidrologi.Bbws-Bsolo.Com. 2024. Curah Hujan Tanggal 01-02-2022 Sampai 05-3-2022 Diakses Dari Halaman <https://hidrologi.bbws-bsolo.net/curahhujan/grafikperbandingan/235>
- Khusnuryani, A. (2008). Mikrobial Sebagai Agen Penurun Fosfat Pada Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit. In *Seminar Nasional Aplikasi Sains Dan Teknologi*. <http://ohioline.osu.edu/aex-fact/0768.html>
- Kumari, A., Maurya, N. S., & Tiwari, B. (2020). Hospital Wastewater Treatment Scenario Around The Globe. In *Current Developments In Biotechnology And Bioengineering: Environmental And Health Impact Of Hospital Wastewater* (Pp. 549–570). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819722-6.00015-8>
- Lestari, D. S. (2020). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (Studi Kasus: Ipal Domestik Waduk A€(Exâ€• , Jakarta). *Jurnal Sumber Daya Air*, 16(2), 91–102. <https://doi.org/10.32679/Jsda.V16i2.653>
- Lumunon, E. I., Riogilang, H., & Supit, C. J. (2021). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Kinjar Di Kota Tondano. *Tekno*, 19(77). <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno/article/view/34282>
- Makbul, R., Desi, N., & Marzuki, I. (2022). Analisis Mutu Air Berdasarkan Indeks Pencemaran Pada Outlet Limbah Cair Pasar Terong Kota Makassar. *Warta Lpm*, 25, 20–28. <https://journals2.ums.ac.id/index.php/warta/article/view/1102>
- Mallongi, A., & B., R. (2018). Studi Karakteristik Dan Kualitas Bod Dan Cod Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Lanto Dg. Pasewang Kabupaten Jenepono. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (Jnik)*, 1(2621–657).
- Mines, R. O., Lackey, L. W., & Behrend, G. H. (2007). The Impact Of Rainfall On Flows And Loadings At Georgia \_ S Wastewater Treatment Plants. *Springer*, 79, 135–157. <https://doi.org/10.1007/S11270-006-9220-0>
- Neshart, N., Rosdiana, R., Wibowo, D., & Sukri, A. S. (2021). Perencanaan Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Dengan Metode Biofilter Anaerob – Aerob. *Jurnal Teluk: Teknik Lingkungan Um Kendari*, 1(1), 14–19. <https://doi.org/10.51454/Teluk.V1i1.118>
- Nurwahyuni, N. T., Fitria, L., Umboh, O., & Katiandagho, D. (2020). Pengolahan Limbah Medis Covid-19 Pada Rumah Sakit Covid-19 Medical Waste Treatment At Hospitals. *Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Manado*, 10(2), 52–59. <https://doi.org/10.47718/Jkl.V10i2.1162>
- Paputungan, I. A., Sondakh, R. C., & Umboh, J. M. L. (2020). Gambaran Kadar Limbah Cair Berdasarkan Parameter Bod (Biological Oxygen Demand), Cod (Chemical Oxygen Demand) Dan Ph (Power Of Hydrogen) Di Rumah Sakit Umum Daerah Kota Kotamobagu. *Kesmas*, 9(6), 107–115.
- Paulus, G. K., Hornstra, L. M., Alygizakis, N., Slobodnik, J., Thomaidis, N., & Medema, G. (2019). The Impact Of On-Site Hospital Wastewater Treatment On The Downstream Communal Wastewater System In Terms Of Antibiotics And Antibiotic Resistance Genes. *International Journal Of Hygiene And Environmental Health*, 222(4), 635–644. <https://doi.org/10.1016/J.Ijheh.2019.01.004>
- Rahman, A. K., Trihasti, M., Sisul Haq, M., Biologi Untirta, P., & Kabupaten Serang, D. (2020). Analisis Kualitas Air Das Cibanten Dan Cidanau Kabupaten Serang. *Biodidaktika : Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 15(1).

- <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/biodidaktika/article/view/8204>
- Sasiang, E., Maddusa, S. S., & Sumampouw, O. J. (2019). Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Berdasarkan Parameter Biological Oxygen Demand, Chemical Oxygen Demand Dan Derajat Keasaman Di Rumah Sakit Umumg Mim Pancaran Kasih Manado. *Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi*, 8(6). <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/kesmas/article/view/26214>
- Sudarmaji. (1994). Kualitas Air Hujan Dan Faktor Lingkungan Yang Mempengaruhinya. *Forum Geografi*, 8(1), 55–63.
- Sukadewi, N. M. T. E., Astuti, N. P. W., & Sumadewi, N. L. U. (2020). Efektivitas Sistem Pengolahan Limbah Cair Di Rumah Sakit Bali Med Denpasar Tahun 2020. *Higiene: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 6(2017), 113–120.
- Sunardi, S. Herdiani, & Mukimin, A. (2014). Pengembangan Metode Analisis Parameter Minyak Dan Lemak Pada Contoh Uji Air. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.21771/jrtppi.2014.V5.No1.P1-6>
- Susanti, A. R., Wardoyo, I. R. E., Ngadino, & Rokhmalia, F. (2020). Evaluasi Pengelolaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Puskesmas. *Jurnal Kesehatan*, 11(2), 204. <https://doi.org/10.26630/jk.v11i2.2091>
- Susanti, B., Estu, L. K., & Hadinata, F. (2020). Analisis Biaya Dan Pendapatan Operasional Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat Skala Kota. *Applicable Innovation Of Engineering And Science Research (Avoer)*, 410–417. <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/avoer/article/view/197>
- Thambavani, D. S., & Sabitha, M. A. (2012). Multivariate Statistical Analysis Between Cod And Bod Of Sugar Mill Effluent. *Scholarly Journal Of Mathematics And Computer Science*, 1(1), 6–12. <http://www.scholarly-journals.com/sjmcs>
- Timpua, T. K., & Pianaung, R. (2019). Uji Coba Desain Media Biofilter Anaerob Aerob Dalam Menurunkan Kadar Bod, Cod, Tss Dan Coliform Limbah Cair Rumah Sakit. *Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Manado*, 9(1).
- Wahyu, E., & Hendrasarie, N. (2022). Aerob Menggunakan Media Kulit Kerang. *Jurnal Envirous Teknik Lingkungan*, 3(1), 19–25.