

QUALITY TEST AND PLANNING OF SLUDGE TREATMENT INSTALLATION OF WATER TREATMENT PDAM

Indah Listiowati*, Abdul Hakim, Shinfi Wazna Auvaria

Teknik Lingkungan, UIN Sunan Ampel

Jl. Ahmad Yani No. 117, Jemur Wonosari, Kec. Wonocolo, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia 60237

* E-mail corresponding author: indahlsw65@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 07-07-2021 Received in revised form: 31-08-2021 Accepted: 10-09-2021 Published: 01-10-2021</p> <hr/> <p><i>Keywords:</i> Planning Sludge IPA PDAM</p>	<p><i>The purpose of this research is to determine the quality and planning of sludge treatment at PDAM water treatment plants. The method used regarding the stages of sampling is by grab sampling, and the retrieval is carried out for 8 days. Sampling of the mud is carried out on a pipe that is allowed to flow for 30 seconds in order to obtain a constant flowrate. The analysis to test the quality of PDAM IPA sludge is carried out in the laboratory. The results of the research on the quality test on the sludge disposal pipe in the sedimentation unit. The data required includes primary and secondary data. The results of this study regarding the quality test of sludge from PDAM water treatment installations, have an average value of pH 7.7, temperature 27°C, turbidity >1000 NTU this is due to the quality of raw water which has a high colloid content. Total solid has an average value of 281,772 mg/L, total suspended solid has an average value of 52,134 mg/L, COD has an average value of 3,100 mg/L, and BOD 3.96 mg/L with an average value of . The daily average discharge of the sludge produced from the water treatment plant is 145,773 m³/day. The planned unit is in accordance with the known quality and volume, so the sludge treatment unit is planned to include a collecting tank, gravity thickening, belt filter press, and dry cake collection tank. The planned budget for planning for sludge treatment for water treatment plants in accordance with the required units requires a budget of Rp. 1,037,900,000.00.</i></p>

UJI KUALITAS DAN PERENCANAAN PENGOLAHAN LUMPUR INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) PDAM

Abstrak- Tujuan pada penelitian ini, untuk mengetahui kualitas dan perencanaan pengolahan lumpur instalasi pengolahan air PDAM. Metode yang digunakan mengenai tahapan pengambilan sampel yaitu dengan *grab sampling*, dan pengambilan dilakukan selama 8 hari. Pengambilan sampel lumpur dilakukan pada pipa yang dibiarkan mengalir selama 30 detik agar didapatkan debit konstan. Analisa untuk uji kualitas lumpur IPA PDAM dilakukan di laboratorium. Hasil dari penelitian mengenai uji kualitas pada pipa pembuangan lumpur pada unit sedimentasi. Data yang dibutuhkan meliputi data primer, dan sekunder. Hasil dari penelitian ini mengenai uji kualitas lumpur dari instalasi pengolahan air PDAM, memiliki nilai rata-rata pH 7,7, suhu 27°C, kekeruhan >1000 NTU hal ini dikarenakan kualitas air baku yang memiliki kandungan koloid tinggi. Total solid memiliki nilai rata-rata 281.772 mg/L, total suspended solid dengan nilai rata-rata 52.134 mg/L, COD memiliki nilai rata-rata 3.100 mg/L, dan BOD 3,96 mg/L dengan nilai rata-rata. Debit rata-rata harian lumpur yang dihasilkan dari instalasi pengolahan air sebesar 145,773 m³/hari. Unit yang direncanakan sesuai dengan kualitas, dan volume yang diketahui maka direncanakan unit pengolahan lumpur meliputi bak pengumpul, *gravity thickening*, *belt filter press*, dan bak pengumpul *dry cake*. Anggaran biaya yang direncanakan untuk perencanaan pengolahan lumpur instalasi pengolahan air sesuai dengan unit yang diperlukan membutuhkan anggaran dana sebesar Rp. 1.037.900.00,00.

Kata kunci : Perencanaan, Lumpur, IPA, PDAM

PENDAHULUAN

Instalasi pengolahan air dalam pengolahan air baku menjadi air bersih memiliki hasil samping dari pengolahan tersebut berupa lumpur koagulan. Residu pengolahan air adalah produk sampingan dari fase koagulasi dan flokulasi dari proses pengolahan air minum yang digunakan di sebagian besar pabrik pengolahan air secara global (Turner *et al.*, 2019).

Pembuangan limbah dari instalasi pengolahan air adalah salah satu masalah utama yang tampaknya tidak dapat diatasi oleh sebagian besar instalasi pengolahan, karena timbulan limbah ini secara terus-menerus sebagai akibat dari pemenuhan kebutuhan air dan pemurnian air untuk konsumsi manusia (Odimegwu *et al.*, 2018).

Pembuangan terbesar dari (*Waste treatment residual*) WTR ini adalah melalui TPA dan juga penggunaan kembali merupakan salah satu alternatif dalam mengatasi WTR. Hasil dari WTR juga dapat dimanfaatkan sebagai aplikasi lahan curah untuk tanah pertanian, penggunaan bahan bangunan, dan penggunaan kembali melalui pemulihan unsur koagulan air limbah rasa (Turner *et al.*, 2019).

Penerapan limbah dari instalasi pengolahan air dengan berbagai cara, misalnya; dalam bahan bangunan; seperti batu bata dan ubin, dalam beton; sebagai pengganti semen dan agregat, di bidang Geoteknik; sebagai stabilisator tanah dan di bidang pertanian; sebagai pupuk tanah, dalam tembikar; digunakan sebagai pengganti tanah liat dalam produksi pot bunga untuk pembuangan berkelanjutan (Odimegwu *et al.*, 2018).

Kekeruhan air baku merupakan indikasi kualitas air. Persyaratan kimia ditentukan berdasarkan dosis optimal yang diperlukan untuk menurunkan tingkat kekeruhan sesuai kebutuhan. Partikel halus tersuspensi yang bersifat organik memberikan kontribusi kekeruhan. Tingkat padatan terlarut berkontribusi pada warna. Partikel yang sangat halus tersuspensi dalam air disebut sebagai Total Padatan tersuspensi yang tidak mudah mengendap. Dengan kata lain mereka tidak akan menetap dalam jangka waktu yang wajar jika dibiarkan tanpa gangguan (Kumar and Balasundaram, 2017). Oleh sebab itu diperlukan perencanaan unit pengolahan lumpur berdasarkan analisis kualitas lumpur meliputi pH, suhu, kekeruhan, total solid, total suspended solid, COD, dan BOD.

Tujuan pada penelitian untuk mengetahui kualitas lumpur dari instalasi pengolahan air, serta debit lumpur, dan untuk merencanakan pengolahan lumpur berdasarkan kualitas lumpur.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian pada penelitian ini, untuk prosedur penelitian diawali dengan pengumpulan data sekunder berdasarkan dari literatur terkait judul penelitian, untuk tahap persiapan, selanjutnya yaitu tahap pelaksanaan dengan mengumpulkan data primer, dan sekunder. Data primer mengenai metode pengambilan sampel lumpur yang dilakukan selama 8 hari. Sampel lumpur IPA PDAM diambil secara *grab sampling*, dan diambil pada pipa buangan unit sedimentasi. Kran pipa sebelumnya dibuka dan dibiarkan selama 30 detik untuk mendapatkan debit konstan. Peralatan yang digunakan meliputi botol HDPE 600ml, cawan petri, statif, oven, neraca analitik, pH meter, beaker glass, pipet volume, turbidimeter, DO meter, botol kaca berwarna gelap, thermometer, kompor listrik, dan buret. Bahan yang digunakan adalah sampel lumpur IPA PDAM, aquades, kertas saring, larutan FAS, HgSO₄, K₂Cr₂O₇, asam sulfat, dan indikator ferroin. Data sekunder meliputi data penambahan koagulan, dan debit air yang diolah pada IPA PDAM tersebut.

Tahap analisis data mengenai mengenai alternatif pengolahan lumpur meliputi *waste source* yang berasal dari bak sedimentasi, dilanjutkan ke bak pengumpul, proses *thickening* dengan *gravity thickening*, proses *dewatering* menggunakan *belt filter press*, dan untuk disposal digunakan bak penampung *drycake*. Pemilihan alternatif dilakukan berdasarkan analisis SWOT, dan analisis *decision matrix*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

pH

PH digunakan untuk mengetahui sifat asam basa dari suatu larutan, dan benda. Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter. Berdasarkan dari pengukuran pH pada sampel lumpur IPA didaotkan hasil pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis pH

Hari	pH
1	7,7
2	7,7
3	7,6
4	7,8
5	7,7
6	7,9
7	7,7
8	7,7
Rata-rata	7,7

Nilai rata-rata pH pada lumpur instalasi pengolahan air adalah 7,7.

Suhu

Pengukuran suhu dilakukan untuk mengetahui derajat panas dan dingin suatu benda. Pengukuran suhu menggunakan alat thermometer suhu.

Tabel 1. Analisis Suhu

Hari	Suhu
1	27°C
2	26°C
3	27°C
4	27°C
5	28°C
6	27°C
7	26°C
8	27°C
Rata-rata	27°C

Analisis suhu memiliki nilai rata-rata harian sebesar 27°C.

Kekeruhan

Lumpur memiliki tingkat kekeruhan tinggi karena adanya kandungan pasir, koloid, dan lumpur air baku yang terendapkan oleh koagulan. Kekeruhan lumpur dipengaruhi oleh kualitas air baku, dan pengukuran kekeruhan menggunakan alat turbidimeter.

Tabel 3. Analisis Kekeruhan

Hari	Suhu
1	>1000NTU
2	>1000NTU
3	>1000NTU
4	>1000NTU
5	>1000NTU
6	>1000NTU
7	>1000NTU
8	>1000NTU
Rata-rata	>1000NTU

Total Solid

Total solid untuk mengetahui total padatan terendapkan dari sampel yang diuji, dengan memanaskan dengan oven pada suhu 105°C.

Tabel 4. Analisis Total Solid

Hari	TS
1	256.524 mg/L
2	303.504 mg/L
3	295.232 mg/L
4	294.280 mg/L
5	277.740 mg/L
6	266.172 mg/L
7	283.812 mg/L
8	276.916 mg/L
Rata-rata	281.772 mg/L

Total Suspended Solid

Total suspended solid digunakan untuk mengetahui total endapan tersuspensi pada suatu sampel dengan menguapkan pada suhu 105°C, menggunakan oven.

Tabel 5. Analisis Total Suspended Solid

Hari	TSS
1	45.572 mg/L
2	57.216 mg/L
3	57.528 mg/L
4	52.772 mg/L
5	51.524 mg/L
6	49.176 mg/L
7	51.524 mg/L
8	51.720 mg/L
Rata-rata	52.134 mg/L

COD

Analisis COD dilakukan untuk mengetahui kebutuhan oksigen kimia pada suatu sampel. Untuk mengetahui berapa besar nilai COD dilakukan dengan analisis menggunakan metode titrasi.

Tabel 6. Analisis COD

Hari	COD
1	2.969 mg/L
2	3.204 mg/L
3	3.242 mg/L
4	3.163 mg/L
5	3.024 mg/L
6	2.988 mg/L
7	3.080 mg/L
8	3.132 mg/L
Rata-rata	3.100 mg/L

BOD

Nilai BOD didapatkan dari pengukuran DO pada hari ke 0 dan DO pada hari ke 5 untuk masing-masing sampel, dan juga blanko. Dari data DO akan didapatkan nilai BOD pada setiap sampel.

Tabel 7. Analisis BOD

Hari	BOD
1	3,96 mg/L
2	4,26 mg/L
3	3,96 mg/L
4	4,26 mg/L
5	3,66 mg/L
6	3,96 mg/L
7	3,66 mg/L
8	3,96 mg/L
Rata-rata	3,96 mg/L

Massa

Perhitungan massa lumpur sebagai berikut (Adityosulindro and Hartono, 2013):

$$Q_{\text{raw solid}} = C_{\text{TSS}} \times 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{mg}} \times 103 \frac{\text{L}}{\text{m}^3} \times Q_{\text{WTP}}$$

$$= 51729 \text{ mg/L} \times 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{mg}} \times 103 \frac{\text{L}}{\text{m}^3} \times 8,64 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 22343,04 \text{ kg/hari}$$

Tabel 8. Perhitungan Massa

Hari	Massa
1	19687 kg
2	24717 kg
3	24852 kg
4	22797 kg
5	22275 kg
6	21244 kg
7	22258 kg
8	22343 kg
Rata-rata	127,425 m ³

Volume

Untuk perhitungan volume lumpur adalah sebagai berikut (Crittenden *et al.*, 2012):

$$V = \frac{W_s}{\rho_w S_{sl} P_s}$$

$$= \frac{22343,04 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3 \times 1,03 \times 0,15}$$

$$= \frac{22343,04 \text{ kg}}{154,5 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 144,6 \text{ m}^3$$

Tabel 9. Perhitungan Volume

Hari	Volume
1	127,4 m ³ /hari
2	159,9 m ³ /hari
3	160,8 m ³ /hari
4	147,5 m ³ /hari
5	144,1 m ³ /hari
6	137,5 m ³ /hari
7	144,1 m ³ /hari
8	144,6 m ³ /hari
Rata-rata	145,773 m ³ /hari

Perhitungan Bak Pengumpul

Debit = 145,773 m³/hari
 Td = maksimal 10
 Direncanakan:
 Td = 10 menit
 = 0,007 hari
 Kedalaman = 1,5m
 Perhitungan:
 Volume bak = Debit x Td
 = 145,773 m³/hari x 0,007 hari = 1,0204 m³
 Luas permukaan = Volume/kedalaman
 = 1,0204 m³/1,5m = 0,68 m²
 Setelah diketahui luas permukaan ditentukan Panjang dan lebar bangunan
 P:L = 1:1
 Panjang = 1,5m
 Lebar = 1,5m

Free board = 0,3

Volume bak pengumpul = 1,2m x 1,2m x 1,8m = 2,592 m³

Tabel 10. Dimensi Bak Pengumpul

Nama	Satuan
Panjang	1,2 m
Lebar	1,2 m
Tinggi	1,8 m

Perhitungan Gravity Thickening

Kriteria desain
 Persen padatan dari tangki pengendapan = 4%
 Padatan pengental underflow = 3%

$$\text{Solid loading rate} = 75 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \text{ m}^2$$

Jumlah unit = 2

Massa lumpur 22521 kg/hari

Kemiringan 10%

$$P_s \text{ rata-rata} = \frac{0,04 + 0,03}{2}$$

$$= \frac{0,07}{2}$$

$$= 0,035$$

$$\text{Luas (A)} = \frac{\text{Masa lumpur}}{\text{Solid loading rate}}$$

$$= \frac{22521 \text{ kg/hari}}{75 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \text{ m}^2}$$

$$= 300,28 \text{ m}^2$$

$$\text{Area setiap thickener} = \frac{300,28 \text{ m}^2}{2}$$

$$= 150,14 \text{ m}^2$$

$$\text{Diameter} = \sqrt{\frac{4xA}{\pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 150,14}{3,14}}$$

$$= 14 \text{ m}$$

$$H_{\text{thickening}} = \frac{(11261 \text{ kg/hari}) / (1\text{hari})}{(0,035)(1000 \text{ kg/m}^3)(150,14 \text{ m}^2)}$$

$$= 4,2 \text{ m}$$

Kemudian kedalaman air samping (SWD) dari pengental tersebut:

$$\text{SWD} = \text{freeboard} + \text{settling zone} + H_{\text{thickening}}$$

$$= 0,6 \text{ m} + 2 \text{ m} + 2,1 \text{ m}$$

$$= 4,7 \text{ m (memenuhi)}$$

Tabel 11. Dimensi Gravity Thickener

Nama	Besaran	Satuan
Jumlah	2	Unit
Diameter	14	m
Freeboard	0,6	m
Kedalaman pengentalan	2,1	m
Zona pengendapan	2	m
Kedalaman total	4,7	m

Perhitungan Belt Filter Press

Jumlah padatan yang diolah setiap jam operasi

$$\text{Total padatan} = 19142,85 \text{ kg/hari} : 24 \text{ jam/hari}$$

$$= 797,61 \text{ kg/jam}$$

Lebar *belt* yang dibutuhkan

$$\text{Lebar belt} = \frac{\text{Total padatan}}{\text{Beban padatan}} = \frac{797,61 \text{ kg/jam}}{500 \text{ kg /jam/m}} = 1,5 \text{ m}$$

Kualitas *cake* lumpur

Specific gravity = 20%

Fraksi padatan cair = 80%

Sf = 2,553

Wv = 19%

Specific gravity air = 0,996

Massa lumpur 90%

M = 0.90 x 24 jam/hari x 797,61 kg/jam

= 17228,4 kg/hari

Volume *cake* lumpur pada *belt filter press*

$$V = \frac{17228,4 \text{ kg/hari}}{0,2 \times 1,105 \times 995,68 \text{ kg /hari}} = 78,22 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Tabel 12. Dimensi *Belt Filter Press*

Nama	Satuan	Besaran
Jumlah	2	unit
Kapasitas	500	Kg/jam.m
Panjang	13	meter
Lebar	8	meter

Perhitungan Bak Pengumpul *Drycake*

Volume lumpur pada *belt filter press* = 78,22 m³/hari

Panjang = 9m

Lebar = 6m

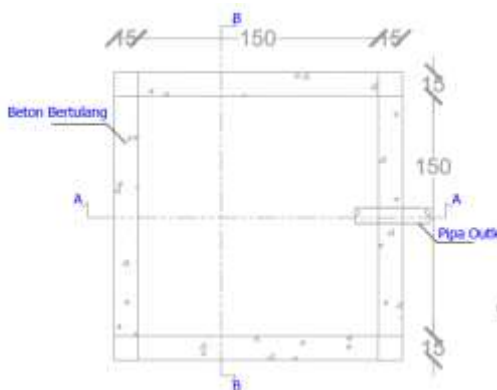
Tinggi = 1,5m

$$\text{Pengecekan waktu penyimpanan} = \frac{(9 \times 6 \times 1,5) \text{ m}^3}{78,22 \text{ m}^3/\text{hari}} = 1 \text{ hari}$$

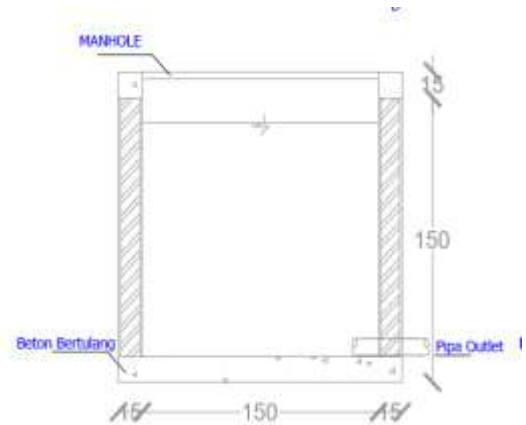
Tabel 13. Dimensi Bak Pengumpul *Drycake*

Nama	Satuan
Panjang	9 m
Lebar	6 m
Tinggi	1,5 m

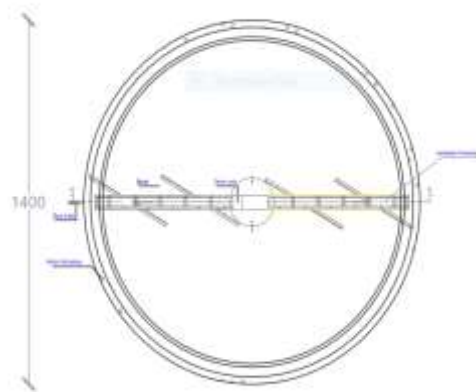
Gambar Perencanaan



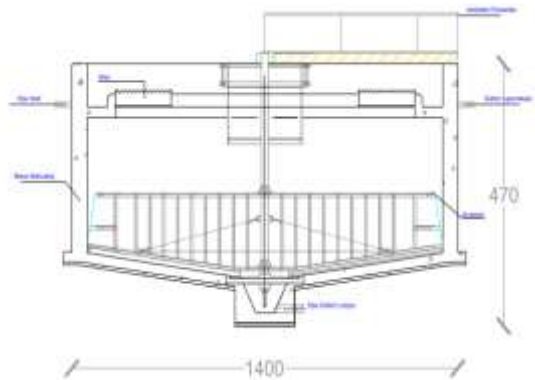
Gambar 2. Denah Bak Pengumpul



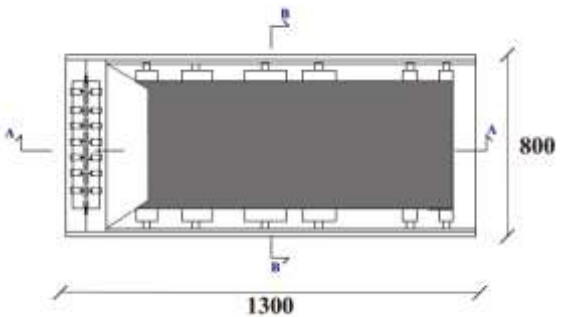
Gambar 2. Potongan Bak Pengumpul



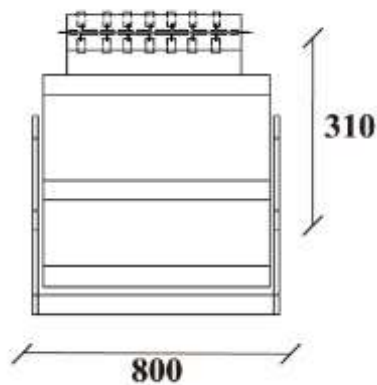
Gambar 3. Denah *Gravity Thickening*



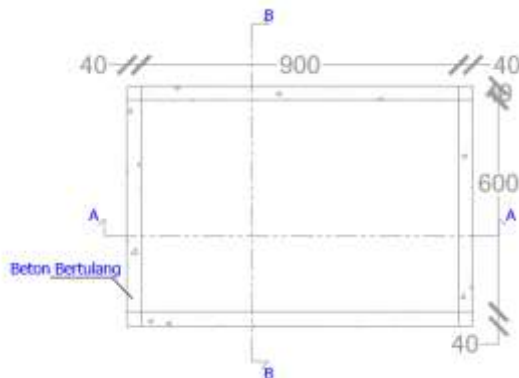
Gambar 4. Potongan *Gravity Thickening*



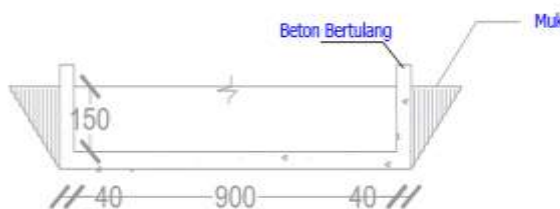
Gambar 5. Denah *Belt Filter Press*



Gambar 6. Potongan Belt Filter Press



Gambar 7. Denah Bak Pengumpul Drycake



Gambar 8. Potongan Bak Pengumpul Drycake

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk kualitas lumpur IPA PDAM meliputi pH, suhu, kekeruhan, total solid (TS), total suspended solid (TSS), COD, dan BOD. Debit harian lumpur IPA PDAM adalah 145,773 m³/hari.

Perencanaan pengolahan lumpur meliputi perencanaan unit bak pengumpul, *gravity thickener*, *belt filter press*, serta bak pengumpul *drycake*. Untuk rencana anggaran biaya dibutuhkan biaya sebesar Rp 1.037.900.000,00.

DAFTAR PUSTAKA

- Adityosulindro, S. and Hartono, D. M. 2013. 'Evaluasi Timbulan Lumpur Dan Perancangan Sistem Pengolahan Lumpur (Studi Kasus: Instalasi Pengolahan Air Minum Cibinong, Jawa Barat)', 7(2), p. 17.
- Crittenden, J. C. *et al.* 2012. *MWH's Water Treatment Principles and Design*. Canada: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Kumar, N. and Balasundaram, D. N. 2017. 'Efficiency of PAC in Water Treatment Plant & Disposal of Its Sludge', 12(12), p. 10.
- Odimegwu, T. C. *et al.* 2018. 'Review on Different Beneficial Ways of Applying Alum Sludge in a Sustainable Disposal Manner', *Civil Engineering Journal*, 4(9), p. 2230. doi: 10.28991/cej-03091153.
- Turner, T. *et al.* 2019. 'Potential Alternative Reuse Pathways for Water Treatment Residuals: Remaining Barriers and Questions—a Review', *Water, Air, & Soil Pollution*, 230(9), p. 227. doi: 10.1007/s11270-019-4272-0.