

**PERENCANAAN BIDANG PENERING LUMPUR
(*SLUDGE DRYING BED*)
IPA BUARAN I DAN BUARAN II PT. AETRA AIR
JAKARTA**

Puspita Lysti Vania¹, Ida Dhaliawati² dan Rohman R²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, STT Sapta Taruna

²Dosen Program Studi Teknik Lingkungan, STT Sapta Taruna, Jakarta.
puspitalysti@yahoo.com

ABSTRACT

Buaran I and Buaran II Drinking Water Treatment Plant PT Aetra Air Jakarta is one of the largest IPA in Indonesia producing water with a total of 5000 l/s sourced from the West Tarum channel flow (Kalimalang). IPA Buaran PT Aetra Air Jakarta has applied the principle of zero waste by having a sludge processing unit that is decanter that can raise the level of dry solid mud up to 35%. Therefore, Sludge Drying Bed (SDB) is planned to be able to accommodate the processed mud decanter jugs able to raise the level of dry solid mud through the dewatering process. The planned SDB has dimensions $p = 40m$ and $l = 7m$ with maximum wet mud height = 0.4m. The thickness of the arrangement of the SDB layer from the top; wet mud = max 40cm, sand diameter (1-2)mm = 15cm, gravel diameter (3-6)mm = 15cm, gravel diameter (20-40)mm = 15cm and at the base of SDB planted pipe diameter 150mm as underdrain. SDB is planned as many as 6 pieces, of which 4 are for operations, and 2 others stand by so that at the time of unit maintenance, the dewatering process is not disrupted with a total land requirement of about 2520m². One SDB unit will hold 112m³ of mud derived from decanter production for 3 days, where per day decanter can produce mud with an average amount of 37,937 m³ / day.

Keywords: *Sludge Drying Beds, dewatering, Mud IPA, Buaran IPA*

1. PENDAHULUAN

Jakarta dengan jumlah penduduk yang banyak pasti akan memiliki kebutuhan terhadap air yang sangat tinggi. Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Buaran menjadi salah satu pemasok kebutuhan air bagi seluruh wilayah Jakarta Timur serta sebagian Jakarta Utara, Jakarta Pusat dan Jakarta Selatan. IPA Buaran saat ini berada dibawah pengelolaan PT. Aetra Air Jakarta dengan kontrak kerjasarna selama 25 tahun dimulai tabun 1998 hingga tahun 2023. IPA Buaran memiliki kapasitas produksi sekitar 5000 liter/detik yang menjadikannya salah satu instalasi pengolahan air dengan kapasitas produksi yang terbesar di Indonesia.

Namun, dalam pengolahan air minum menghasilkan limbah yaitu lumpur. Tingkat produksi lumpur hasil pengolahan air minum tergantung pada debit instalasi air minum serta tingkat kekeruhan air baku dan banyaknya koagulan yang digunakan. Semakin besar debit dan tingginya tingkat kekeruhan maka semakin besar produksi lumpur yang dihasilkan

IPA Buaran memiliki kapasitas produksi sekitar 5000 liter/detik atau sekitar 750.000 m³ /hari dengan kandungan lumpur mencapai hampir 72 ton/hari (<http://nasional.kompas.com>, 2 Juni 2017). Saat ini pengolahan lumpur di IPA Buaran dilakukan oleh mesin *decanter* yang dapat memisahkan lumpur dari *supernatant*. Untuk IPA Buaran *supernatant* dipergunakan kembali sebagai air baku pengolahan air minum dengan debit sekitar 300 *liter/detik* (www.beritasatu.com. diakses 2 Juni 2017).

Untuk itu, dibutuhkan pengolahan lumpur lain yang dapat menjadi pilihan alternatif dalam pengolahan setelah mesin *thickener decanter*, diantaranya *Sludge Drying Beds (SDB)*. Diharapkan dengan memakai kembali *Sludge Drying Beds* dapat mendukung kinerja pengolahan lumpur yang ada di IPA Buaran secara keseluruhan.

Kajian ini menggunakan beberapa rumusan masalah diantaranya bagaimana pengelolaan lumpur di IPA Buaran PT. Aetra Air Jakarta, berapa jumlah lumpur yang diproduksi IPA Buaran PT. Aetra Air Jakarta secara keseluruhan, berapa kebutuhan *Sludge Drying Beds* (SDB) dan kebutuhan lahan untuk metode pengolahan lumpur *Sludge Drying Beds* sebagai metode pengolahan lumpur secara keseluruhan, serta bagaimana lapisan *Sludge Drying Beds* (SDB) yang direncanakan.

Kajian/Perencanaan i existing di IPA Buaran PT. Aetra Air Jakarta, mengetahui jumlah lumpur yang dihasilkan IPA Buaran PT. Aetra Air Jakarta yang direncanakan dilakukan pengolahan dengan metode *Sludge Drying Beds* (SDB) secara menyeluruh, merencanakan kebutuhan *Sludge Drying Beds* (SDB) dan kebutuhan lahan untuk metode pengolahan lumpur *Sludge Drying Beds* sebagai metode pengolahan lumpur secara keseluruhan, mengetahui lapisan yang direncanakan pada setiap *Sludge Drying Beds* (SDB), acuan dalam merencanakan metode *Sludge Drying Beds* bagi Instalasi Pengolahan Air Minum.

Dengan kajian ini, diharapkan memberikan manfaat, diantaranya: sebagai referensi bagi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) di Indonesia yang belum menerapkan proses pengolahan lumpur IPA, menjadi bahan acuan dalam mempertimbangkan luas kebutuhan lahan untuk proses pengolahan lumpur IPA, sebagai bahan acuan bagi IPA Buaran PT. Aetra Air Jakarta khususnya apabila dikehendaki melakukan pengolahan lumpur lanjutan setelah proses pengentalan lumpur (*thickening*) mesin *decanter*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sumber Lumpur

Endapan tawas adalah bentuk yang paling banyak karena sampah limbah proses koagulasi yang berasal dari pengendapan, karena

tawas yang paling sering digunakan untuk menghilangkan kekeruhan air. Benda-benda kecil yang terdapat di dalam endapan alum sulfat kebanyakan adalah lumpur zat anorganik dan tanah liat.

Endapan alum sulfat berbentuk seperti agar-agar biasanya mengandung hanya 0,1 - 2,0 % berat zat padat. Tapi sangatlah sulit untuk mengatasi dan menghilangkan airnya (*dewatering*) karena kebanyakan air secara kimia terikat pada flok senyawa $\text{Al}(\text{OH})_3$ (aluminium hidroksida).

Pada umumnya lumpur yang dihasilkan dari pengolahan air dengan kekeruhan tinggi akan lebih tebal dan lebih tinggi konsentrasinya dibandingkan dengan lumpur dari pengolahan air dengan kekeruhan rendah.

Sumber lain yaitu berasal dari air pencuci filter. Pencucian balik dari saringan akan menghasilkan air buangan dalam jumlah relatif besar dalam konsentrasi zat padat yang rendah, antara 0,01 sampai 0,1% (100 – 1000 mg/l) karena 2% - 3% dari air yang diproses dipergunakan untuk pencucian saringan.

Untuk instalasi yang memakai air baku dari air tanah, dalam proses memisahkan zat besi (Fe) dan mangan (Mn) 50% - 90% dari hidrat besi $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ dan oksidan mangan (MnO_2) tertahan di dalam saringan dan mungkin muncul kembali pada instalasi pengolahan bersama air pencucian. Karena konsentrasi dari zat-zat ini umumnya rendah, maka jumlah zat padat yang dihasilkan dan jumlah buangan yang diakibatkan juga kecil.

Karakteristik Lumpur

Karakteristik lumpur dari pengolahan air berbeda dari satu tempat ke tempat lain karena sangat tergantung pada karakteristik air baku, tipe dan jumlah koagulan, dan tipe bahan koagulan pembantu lainnya yang digunakan untuk: mengolah air baku. Secara umum, lumpur kering terdiri dari 30% dan 50% padatan inert seperti Hika dan kalsium.

Karakteristik dari lumpur kapur bervariasi sebagai fungsi komposisi magnesium hidroksida. Konsentrasi magnesium hidroksida bervariasi dan tidak tentu sampai 30% beratnya. Lumpur kapur terdiri dari sedikit magnesium hidroksida yang dapat diencerkan menjadi 50% - 60% zat padat melalui penggunaan lapisan kering. Akan tetapi, angka-angka ini akan berkurang menjadi 20% dan 25% zat padat jika lumpur mengandung konsentrasi magnesium hidroksida lebih tinggi.

Karakteristik lumpur sangat perlu diketahui, karena akan berpengaruh terhadap metode penanganan dan pembuangannya. Contohnya lumpur alum yang setengah kering dan lumpur ferri adalah *thixotropic*, perubahan fase lumpurnya sangat tergantung atas tekanan secara fisik. Karakteristik ini membuat lumpur alum dan besi sangat susah ditangani. Komposisi lumpur secara umum sebagai berikut:

Tabel 2.1. Komposisi lumpur IPA

Komposisi padatan (% dari zat padat)	Konsistensi Lumpur	
	Lumpur Alum	Lumpur Kapur
0-10	Cair	Cair
10-15	Agak kental	Agak kental
15 -20	Seperti pasta	Seperti pasta
20-25	Semi - padat	

Konsentrasi zat padat pada lumpur: Air permukaan tanpa proses pelunakan 3%, Air tanah tanpa proses pelunakan 1 %, Air tanah dengan proses pelunakan 1% - 10%.

Tabel 2.2 Data Kualitas Lumpur IPA

Parameter	Air Tanah	Air Permukaan
Zat Padat Kering, %	14	37
	26	38
	14	
Abu, %	73	71
	75	78
	81	
Besi (Fe), ppm	300.000	30.000
	145.000	95.000
	415.000	
Kalsium (Ca), ppm	40.000	180.000
	92.000	45.000
	30.000	
Magnesium (Mg), ppm	850	4.400
	55.000	9.500
	410	
Nikel (Ni), ppm	525	525
	160	70
	285	
Timbal (Pb), ppm	50	80
	60	280
	10	
Kadmium (Cd), ppm	3	9
	10	18
	4	
Seng (Zn), ppm	200	55
	1.750	160
	450	
Tembaga (Cu), ppm	345	345
	530	530
	45	

Metode Mengurangi Tingkat Produksi Lumpur

Untuk mengurangi biaya yang ditimbulkan dalam mengolah lumpur dalam jumlah yang banyak, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah dengan:

Metode Pemekatan/Pengentalan Lumpur (*Thickening*)

Beberapa metode perlu dilakukan sebelum pembuangan akhir dari lumpur. Tingkat dari pengolahan ini tergantung pada persyaratan dari pembuangan akhir lumpur ini. Langkah pertama dalam menambah kepadatan lumpur adalah dengan memadatkannya dengan pengendapan.

Penyimpanan sisa-sisa lumpur dalam sehari-hari akan menambah kepadatannya dari 1% sampai beberapa persen (%).

Pengeringan Lumpur (*Dewatering*)

Lumpur yang dipadatkan pada proses *thickening*, selanjutnya dikirim untuk proses *dewatering*. Proses *dewatering* dapat mempercepat kepadatan hingga lebih dari 20%. Lumpur hasil *dewatering* dapat dibuang sebagai jenis yang sarna seperti tanah untuk pengurukan tanah (*landfill*).

Bidang Pengering Lumpur (*Sludge Drying Bed*)

Bidang pengering atau lebih dikenal dengan *Drying Bed* adalah salah satu metode dalam penghilangan atau pemisahan air dalam kandungan lumpur yang sederhana dalam pengoperasiannya dan dengan biaya yang murah. Bidang pengering yang sering dijumpai biasanya adalah Tipe Kolam (*Lagoon Drying Bed*) dan Tipe Bidang Dangkal (*Drying Bed*). Jika didesain dan dioperasikan secara baik, metode ini dapat menghasilkan lumpur kapur atau lumpur alum sampai dengan 45% - 50%. Waktu pengeringan akan berkurang drastis jika pada bak diberi proses aerasi terus menerus

pada tingkat 1 - 2 cfmlW (5 - 10 l/dt-m²) pada tiga minggu pertama sampai timbul retakan diatas penumpukan lumpur.

Kriteria Operasional *Drying Beds*

Kadar air optimal lumpur kering = (70% - 80) %, Tebal lumpur kering diatas pasir (20 – 30 cm), Tebal lumpur basah di atas pasir = (30 - 45) cm, Kriteria Media Pasir lapisan teratas: Ukuran Efektif (Effective Size) = (0,30 - 0,50) mm, Koefisien Keseragaman (Uniformity Coefficient): 5, Tebal pasir = (15,0 - 22,5) cm, Kandungan kotoran 1 % terhadap volume pasir, Waktu pengeringan lumpur = (7- 10) hari.

Perencanaan Pemakaian *Sludge Drying Beds*

Sludge Drying Beds (SDB) adalah salah satu metode pengolahan lumpur konvensional dengan pemanfaatan prinsip pengeringan (*dewatering*). *Sludge Drying Bed* memanfaatkan energi panas yang dihasilkan oleh matahari. Dalam pemakaian *Sludge Drying Bed* sebagai metode pengolahan lumpur, sebelumnya perlu dilakukan beberapa tahapan perencanaan agar kebutuhan *Sludge Drying Bed* dan kebutuhan lahan dapat dipertimbangkan dengan baik. Beberapa tahapan yang perlu diperhatikan diantaranya:

1. Lakukan pencatatan terhadap kekeruhan air baku , pemakaian koagulan, serta debit air produksi karena ketiga faktor tersebut sangat berpengaruh pada perhitungan jumlah produksi lumpur IPA
2. Masukkan angka dosis alum dan kekeruhan air baku

$$\frac{[\text{Dosis Alum (mg/l)} \times 0,26] + [\text{Kekeruhan Air Baku (NTU)} \times 1,3^*]}{1,3^*}$$

3. Setelah di dapat hasil dalam satuan (mg/l) kemudian di kalikan dengan debit produksi air per hari agar didapat jumlah produksi lumpur dalam satuan (kg/hari)

3. Konversikan hasil dalam satuan (kg/hari) menjadi satuan (m³/hari) dengan memasukkan nilai kadar *dry solid* lumpur tersebut
4. Kalikan hasil dalam waktu yang direncanakan agar di dapat hasil akhir jumlah lumpur yang akan ditampung oleh SDB
5. Rencanakan dimensi SDB, kemudian pertimbangkan kebutuhan SDB dan kebutuhan lahan.

3. METODE PENELITIAN

Analisa parameter lumpur ini dilaksanakan sekitar bulan Oktober 2016 hingga Januari 2017, kemudian untuk proses perencanaan bidang pengering atau *Sludge Drying Bed* (SDB) dilakukan pada waktu penulisan sekitar bulan Juli 2017 hingga selesai, dilaksanakan di Laboratorium IPA Buaran PT Aetra Air Jakarta.

Tahap Pelaksanaan

Pada tahap ini, perencanaan *Sludge Drying Beds* (SDB) dilaksanakan. Tahap pelaksanaan dimulai dengan mengumpulkan beberapa data pendukung perencanaan. Data yang dibutuhkan untuk merencanakan SDB diantaranya:

Produksi Lumpur: Kapasitas produksi air baku, Pemakaian koagulan, Kekeruhan (*turbidity*) air baku.

Parameter yang dianalisis: Kadar air, Kadar *Dry Solid* (DS).

Setelah data-data pendukung dikumpulkan, maka dilakukan pengolahan data sebagai acuan untuk merencanakan kebutuhan SDB.

Setelah dilakukannya pengolahan data, pelaksanaan perencanaan yang dilakukan diantaranya melakukan studi pustaka tentang kriteria yang sesuai untuk SDB yang akan direncanakan, merencanakan kebutuhan SDB, merencanakan kebutuhan luas

lahan, Perencanaan gambar teknis untuk SDB yang direncanakan jika diperlukan.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan Data Primer, diantaranya: parameter lumpur yang dianalisa diantaranya kadar *dry solid* dan kadar air yang terdapat di dalam lumpur IPA juga perhitungan kebutuhan *Sludge Drying Beds* (SDB) dan pertimbangan kebutuhan lahan.

Pengumpulan Data Sekunder, diantaranya: kekeruhan (*turbidity*) air baku, pemakaian bahan kimia (koagulan), debit produksi Instalasi Pengolahan Air yang digunakan di IPA Buaran PT. Aetra Air Jakarta

Parameter yang Dianalisis

Untuk mengkaji efektifitas dari berbagai alternatif pengolahan lumpur IPA maka parameter-parameter yang akan dianalisa serta metode yang digunakan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.1 Parameter yang dianalisa

PARAMETER	METODE
Lumpur <i>Segar/Fresh Sludge (Outlet Pulsator)</i> Kadar Air i Total Solid (TS) Densitas	Gravimetri Gravimetri Piknometri
Lumpur Basah (<i>Inlet Decanter</i>) Kadar Air Gravimetri Total Solid (TS)	Gravimetri Gravimetri
Lumpur Kering (<i>Outlet Decanter</i>) Kadar Air Total Solid (TS)	Gravimetri Gravimetri

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Lumpur IPA Buaran

Tabel 4.1 Produksi Lumpur IPA Buaran (Data Primer)

Parameter	Sampel 1	Sampel2	Sampel 3
Dosis Alum (mg/l)	40	40	40
Kekeruhan (NTU)	17,75	20	22,6
Debit IP A (liter/detik)	5000	5000	5000
<i>Dry Solid</i> (%)	0,57	0,68	0,60
Sp.gr	1,01	1,00	1,01
Produksi Lumpur Kering			
mg/liter	33,475	36,4	39,78
Kg/hari	14461	15725	17185
Volume lumpur (m3/hari)	2513	2703	2821

Tabel 4.2 Operasional *Decanter* (Data Sekunder)

<i>Setting Flow Inlet</i> (m3/jam)	<i>Outlet Dry Solid</i> (ton/hari)
9,50	1,11
9,68	1,15
14,47	1,11
16,53	1,11
21,79	0,64
14,63	0,57
Total	
86,6	5,75

Kadar Air Lumpur IPA Buaran Unit *Decanter*

Tabel 4.3 Kadar Air Lumpur IPA Buaran (Data Primer)

Sampel		Berat Cawan Kosong (gr)	Berat Lumpur Basah (gr)	Berat Lumpur Kering +Cawan (gr)	Berat Lumpur Kering (gr)	Kadar Air %	Dirt Solid (gr)
1.	<i>Inlet</i>	71,6954	5,0000	71,9817	0,2986	94	6
	<i>Outlet</i>	60,7141	5,6342	62,4793	1,7652	69	31
2.	<i>Inlet</i>	61,8402	3,0105	61,9766	0,1364	95	5
	<i>Outlet</i>	57,4000	5,4633	59,2001	1,8001	67	33
3.	<i>Inlet</i>	55,6630	2,5222	55,7843	0,1213	95	5
	<i>Outlet</i>	61,5366	3,4215	62,7169	1,1803	66	34
4.	<i>Inlet</i>	3,5317	3,5317	58,9032	0,1286	96	4
	<i>Outlet</i>	61,6687	9,7830	64,9745	3,3058	66	34
5.	<i>Inlet</i>	59,9020	3,9779	60,0685	0,1665	96	4
	<i>Outlet</i>	56,1906	5,9756	58,288	2,0975	65	35
6.	<i>Inlet</i>	59,9871	59,9871	59,9871	59,9871	96	4
	<i>Outlet</i>	60,9297	3,3638	62,1244	1,1947	64	36

Produksi Lumpur *Decanter* Untuk Perencanaan Bidang Pengering Lumpur (*Sludge Drying Bed*)

Tabel 4.4 Produksi Lumpur *Decanter* IP A Buaran

Parameter	Tahun	
	2016	2017
Rata-Rata Produksi Lumpur <i>Decanter</i> (ton/jam)	2,547	2,244
<i>Dry Solid</i> (%)	34	
Sp.gr	1,25	
Volume Lumpur		
m3/jam	5,532	5,307
m3/hari	38,726	37,149
Rata-Rata Produksi Lumpur (m3/hari)	37,937	

Perencanaan

Berikut adalah perencanaan Sludge Drying Bed sesuai dengan kriteria desain yang dipilih yaitu kriteria desain yang bersumber dari SOP Ida Dhaliawati. Selanjutnya, tahap perencanaan akan dibahas pada Sub Bab Pembahasan.

Kebutuhan Sludge Drying Beds Acuan Kriteria Desain SOP Ida Dhaliawati

1. Rencana Dimensi: $p = 20\text{m}$, $l = 15\text{m}$, $t = 0,4\text{m}$
2. Volume lumpur dalam satu bak = $(20 \times 15 \times 0,4)\text{m}^3 = 120\text{m}^3$
3. Pengisian lumpur dalam satu bak = $(120\text{m}^3 : 40\text{m}^3/\text{hari}) = 3\text{hari}$
4. Jumlah perencanaan bak = 4 bak, 2.bak stand by
5. Luas Bidang yang diperlukan = 3375 m^2
Luas yang tersedia 3600 m^3 (SESUAI)
6. Rencana pengeringan = 7 hari

5. KESIMPULAN

Lumpur yang diolah di unit *decanter* merupakan lumpur yang berasal dari unit pulsator, sedangkan lumpur hasil *backwashing* unit filter dialirkan ke *waste water basin* sebelum dialirkan ke *mixing basin* untuk kembali menjalani proses koagulasi agar terjadi. Hasil *backwashing* unit filter dialirkan ke unit *waste water basin* terlebih dahulu agar terjadi keseragaman debit saat masuk ke *mixing basin*.

Produksi lumpur *decanter* IP A Buaran I dan II PT. Aetra Air Jakarta sekitar 14170 kg/hari atau sekitar 32,363 m³/hari dengan rata-rata kadar air 66% dan rata-rata kadar *dry solid* 34%.

Setelah membandingkan ketiga kriteria desain yaitu Degremont, Kawamura, dan SOP Ida Dhaliawati serta mempertimbangkan parameter seperti kondisi wilayah, karakteristik lumpur yang diambil dari laporan akhir skripsi Nita Yunita serta laporan akhir skripsi Sugiyarta, maka didapatkan desain optimal, seperti berikut:

- Dimensi: p = 20 m dan I = 15 m
- Lapisan Sludge Drying Bed dimulai dari atas:
 - o Tebal lumpur basah = 0,4m
 - o Media pasir ukuran (1- 2) mm dengan ketebalan 15cm
 - o Media gravel ukuran (3 - 6) mm dengan ketebalan 15cm
 - o Media gravel ukuran (20 - 40) mm dengan ketebalan 15cm

Sludge Drying Beds yang direncanakan berjumlah 6 buah, dimana yang beroperasi sebanyak 4 buah dan 2 buah dipersiapkan apabila ada *Sludge Drying Beds* yang menjalani proses pemeliharaan. Dengan jumlah *Sludge Drying Beds* tersebut, maka dibutuhkan luas lahan ± 3375 m².

6. DAFTAR PUSTAKA

- Advertorial . (2015). Teknologi Decanter Hadirkan Layanan Air Bersih yang Zero Waste. <http://nasional.kompas.com/read/2015/03/09/1051144ITeknologi.Decanter.Hadirkan.Layanan.Air.Bersih.yang.Zero.Waste>.(diakses 02 juni 2017)
- Anonym.*(1994). Instalasi Produksi Buaran. Jakarta : Perusahaan Daerah Air Minum Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta
- Anonym.* Profil Perusahaan. www.aetra.co.id/profil perusahaan , 26 Oktober 2016 . *Anonym.* Inilah Jenis-Jenis Tanah Urug yang Baik. <http://arafuru.com/sipil/inilah-jenis-jenis-tanah-urug-yang-baik.html>, 20 September 2017
- Ida Dhaliawati, Ir, Dipl. SE.(2007). *SOP Pengolahan Lumpur IPA*. Jakarta : Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna
- Kamanzi , Solange. et al . *Water Treatment Plant Design: 62*. <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/128000/156811/TSENECY00298.7.pdf> (diakses 4 September 2017)
- Sugiyarta. (2010). Kajian Alternatif Sistem Pengolahan Lumpur IPA Poncol Dengan Cara Bidang Pengering (*Drying Bed*). Jakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna
- Tristia Tambun, Lenny.(2015). Aetra Ubah Limbah Lumpur Jadi Air Baku.<http://www.beritasatu.com/l aktualitas/273288-aetra-ubah-limbah-lumpur-jadi-airbaku.html> (diakses 02 Juni 2017)
- Yunita, Nita. (2008). Penghilangan Kadar Air Lumpur IPA Pejompongan I Dengan Metode *Sludge Drying Bed* Pada Tahap Penetrasi. Jakarta : Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna.

