

**PENGELOLAAN AIR DALAM MENUNJANG KEGIATAN PENCUCIAN
PADA PROSES PENAMBANGAN BAUKSIT**

Kusmanto¹⁾, Ahmad Fauzi²⁾, Gembong S Wibowo³⁾, Bayu Aji⁴⁾

- ¹⁾ *Water Management Supervisor, PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Bauksit*
²⁾ *Mine Production Supervisor, PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Bauksit*
³⁾ *Washing Plant Assistant Manager, PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Bauksit*
⁴⁾ *Mine Plan Senior Officer, PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Bauksit*

ABSTRAK

Dalam melaksanakan kegiatan ekspor bauksit, sesuai Permen ESDM nomor 25 tahun 2018, perusahaan tambang diwajibkan untuk melakukan peningkatan kadar bauksit yang akan dijual melalui proses pencucian. Untuk mendukung hal tersebut, dibangun *washing plant*, sebagai sarana proses pencucian, dan *sedimen pond*, sebagai sarana sumber air serta pengelolaan limbah. Secara umum, proses pengelolaan air berawal dari *run off* pada bukaan tambang, yang dikelola dengan membuat kolam pengendapan di area tambang. kemudian untuk mendukung proses pencucian, dibangun *sedimen pond* sebagai sarana tempat penampungan limbah hasil pencucian dan pengelolaan air limbah sehingga dapat digunakan kembali untuk proses pencucian bauksit di *washing plant*. Alur proses pencucian berawal dari air pada kolam dipompakan ke *washing plant*, limbah hasil pencucian dialirkan ke kolam sedimen, kemudian dilakukan proses daur ulang melalui sirkulasi tertutup dengan dialirkannya kembali air tersebut ke kolam pompa untuk digunakan pada proses pencucian. Pada musim hujan, apabila terdapat penambahan air dari *run off*, sebagian air dialirkan ke badan air atau lingkungan untuk menjaga kapasitas tampung dari kolam sedimen. Dikarenakan adanya aliran air ke lingkungan, maka Tambang Bauksit Tayan wajib memenuhi persyaratan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 34 tahun 2009 tentang Baku Mutu Limbah Air Kegiatan Pertambangan Bauksit. Berdasarkan peraturan tersebut, Tambang Bauksit Tayan wajib memenuhi kadar baku mutu pH di rentang 6-9 dan maksimum kadar *Total Suspended Solid* (TSS) 200 mg/l. Maka dari itu, sebelum dialirkan ke kolam pompa, dilakukan penambahan *flokulan* untuk menjaga kadar TSS air tidak melebihi baku mutu sehingga diperbolehkan untuk dialirkan ke lingkungan dan mengondisikan air tetap jernih untuk menunjang proses pencucian. Untuk mengetahui *flokulan* dengan kinerja paling optimal, dilakukan jar test dengan beberapa jenis *flokulan* untuk mengetahui perbandingan biaya terhadap efektivitas proses yang dihasilkan. Dari percobaan yang dilakukan, seluruh *flokulan* efektif dan diperoleh efisiensi proses tertinggi dari *flokulan* sebesar 99% untuk konsentrasi *flokulan* uji 5 ppm. Kemudian *flokulan* tersebut digunakan sebagai bahan penjernih air pada *water treatment plant* untuk mengelola air limbah pencucian bauksit agar sesuai dengan standar parameter yang tertera pada regulasi yang ada. Dengan dilaksanakannya proses pengelolaan *run off* pada bukaan tambang, pengelolaan *sedimen pond*, dan pemenuhan aspek kepatuhan regulasi, kegiatan penambangan bauksit, khususnya pada tahapan pencucian di *washing plant* dapat dilaksanakan secara optimal sehingga dapat mendukung proses produksi untuk mencapai target yang telah ditetapkan.

Kata Kunci : *Run Off*, Pencucian Bauksit, *Sedimen Pond*, *Total Suspended Solid*, *Flokulan*

ABSTRACT

In carrying out bauxite export activities, according to Minister of Energy and Mineral Resources Regulation No. 25 2018, mining companies are required to increase the level of bauxite which will be sold through the washing process. To support this, a washing plant was built, as a means of the washing process, and a sediment pond, as an air source and waste management. In general, the process of water management starts from runoff at mine openings, which is managed by creating a

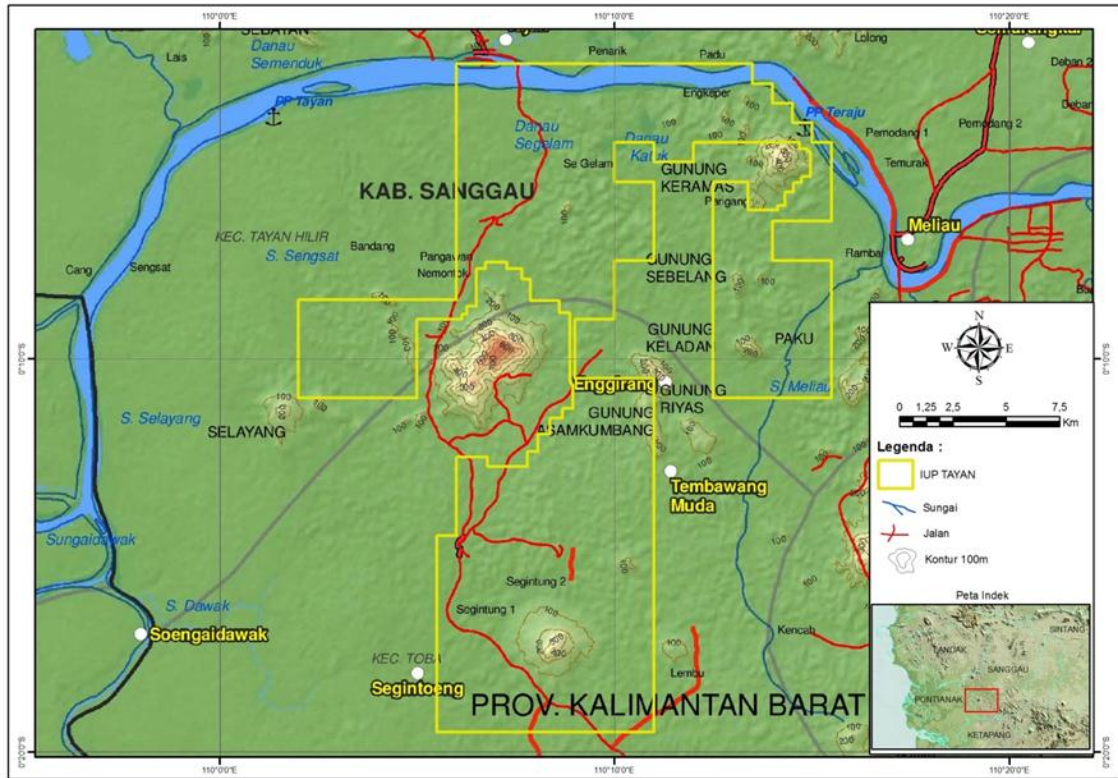
settling pond in the mine area. then to support the washing process, build a sediment pond as a waste disposal place for washing and waste water management can be used again for the process of washing bauxite in the washing plant. The flow of the washing process starts from the water in the pond being pumped to the washing plant, the washing wastes are channeled into the sediment pond, then the recycling process is carried out through closed circulation by being channeled back into the pump pond for use in the washing process. In the rainy season, it needs air assistance from runoff, most of it is channeled to the air bodies or the environment for the reserve capacity of the sediment ponds. Due to the flow of water into the environment, the Tayan Bauxite Mine is required to meet the requirements of the Minister of Environment Regulation No. 34/2009 concerning Quality Standards for Wastewater in Bauxite Mining Activities. Based on these regulations, the Tayan Bauxite Mine is required to meet pH quality standards in the range of 6-9 and a maximum level of Total Suspended Solid (TSS) of 200 mg / l. Therefore, before flowing into the pump pond, do flocculant to get TSS levels of air not exceeding the quality standard so that it is diverted to the environment and condition the air to remain clear to support the washing process. To find out the flocculant with the most optimal performance, do a jar test with several types of flocculant to find out the costs for the resulting process. From the experiments, all the effective flocculants and the highest process efficiency obtained from flocculants was 99% for the 5 ppm flocculant concentration test. Then this flocculant is used as an air purifier in water treatment plants to manage bauxite washing wastewater to comply with the standard parameters stated in the existing arrangements. By carrying out runoff management processes at mine openings, pond sediment management, and compliance with regulatory aspects, bauxite mining activities, particularly at the washing stage at the washing plant can be carried out optimally, can support the production process to achieve the targets.

Keywords: Run Off, Bauxite Washing, Sediment Pond, Total Suspended Solid, Flocculant

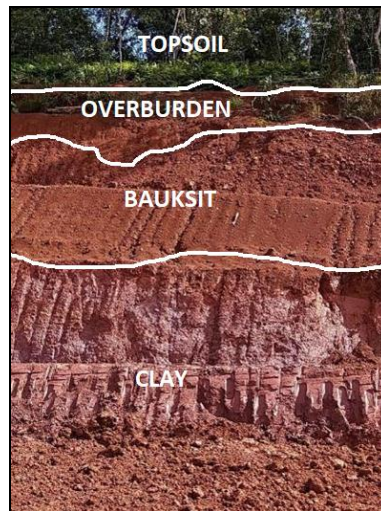
A. PENDAHULUAN

Unit Bisnis Pertambangan Bauksit (UBPB) Tayan merupakan salah satu unit bisnis Antam yang terletak di Provinsi Kalimantan Barat. Selain unit ini, Antam juga memiliki proyek tambang bauksit lain di Kalimantan Barat, yang kedepannya diharapkan dapat dibangun pabrik Smelter Grade Alumina (SGA) sebagai pabrik pengolahan. Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) Antam untuk Tambang Bauksit Tayan terletak di Kabupaten Sanggau, sekitar 80 km di sebelah timur Kota Pontianak, ibukota Provinsi Kalimantan Barat. WIUP ini terletak di 3 kecamatan, yaitu Kecamatan Tayan Hilir, Toba, dan Meliau. Sumberdaya bauksit Tambang Tayan berada di sebuah endapan yang terletak di sebelah selatan Sungai Kapuas. Keseluruhan sumberdaya ini dibagi menjadi 5 blok, yaitu blok A,B,C,D, dan E. Untuk blok A sendiri, cadangan yang ada didedikasikan untuk CGA Plant. Pembagian area sumberdaya tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Secara umum, profil komoditas bauksit terdiri dari top soil, overburden, bauksit, dan clay. Sedangkan untuk jenis bauksit sendiri, berdasarkan proses yang dilalui, dibagi menjadi dua yaitu crude bauxite (Cbx) yaitu bauksit yang ditambang dari front, belum melalui proses pencucian dan washed bauxite (Wbx) yaitu bauksit yang sudah melalui proses pencucian. Perbandingan antara bauksit hasil pencucian terhadap bauksit yang diumpun pada washing plant disebut dengan istilah concretion factor atau aspek recovery dari pencucian. Nilai concretion factor berkisar antara 50-55%, bergantung pada karakteristik bauksit itu sendiri. Untuk destinasi penjualan, terdapat customer domestik dan ekspor. Untuk domestik, UBPB melakukan pengiriman bauksit pada PT Indonesia Chemical Alumina, yang merupakan anak perusahaan Antam. Sedangkan untuk ekspor, customer UBPB adalah pabrik yang berada di Cina. Secara produk, untuk kegiatan ekspor, berdasarkan Permen ESDM nomor 25 tahun 2018, perusahaan tambang wajib melakukan proses peningkatan kadar bauksit melalui pencucian sebelum diekspor ke luar negeri. Sedangkan untuk domestik, apabila kadar bauksit sudah memenuhi spesifikasi buyer, dapat langsung dijual tanpa melalui proses pencucian.



Gambar 1. Lokasi IUP Tambang Bauksit Tayan

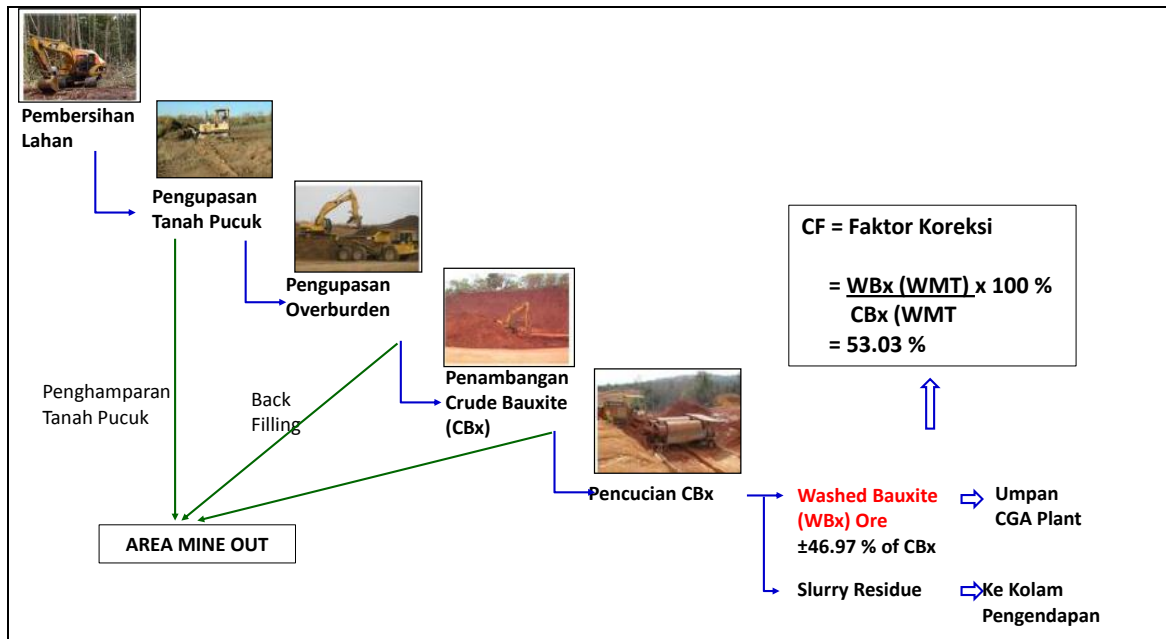


Gambar 2. Profil Endapan Bauksit

B. PROSES PENAMBANGAN BAUKSIT

Pada tambang bauksit, sistem penambangan yang digunakan adalah open cast, dimana sistem ini dilakukan dengan membuat pit dangkal yang disertai dengan proses direct backfill. Proses direct backfill adalah proses pengembalian overburden (OB) secara langsung ke lokasi semula setelah proses penambangan selesai dengan menggunakan bulldozer. Ketika masih berada di front, ore dari bauksit biasa disebut dengan crude bauksit (CBx). Kemudian ore tersebut diangkut dan disampling sebelum memasuki Exportable Transit Ore (ETO) Stockyard. ETO Stockyard merupakan lokasi dumping sementara untuk merencanakan material ore yang akan menjadi feed washing plant (WP).

Di WP, ore dicuci dan mengalami proses konsentrasi. Produk WP (yang disebut washed bauxite atau WBx) kemudian disampling dan ditumpuk di Exportable Fine Ore (EFO) Sedangkan dari WP dihasilkan limbah berupa slurry yang nantinya dikelola lebih lanjut pada sedimen pond, sehingga antara air dan padatan pada slurry tersebut dapat dipisahkan dan air limbah dapat dimanfaatkan kembali untuk proses pencucian di WP (re-used). Stockyard untuk selanjutnya dipersiapkan untuk suplai ke CGA Plant. Adapun bagan dari siklus penambangan dapat ditunjukkan sebagai berikut.



Gambar 3. Proses Penambangan Bauksit

C. CASE STUDY : WATER MANAGEMENT DI TAMBANG BAUKSIT

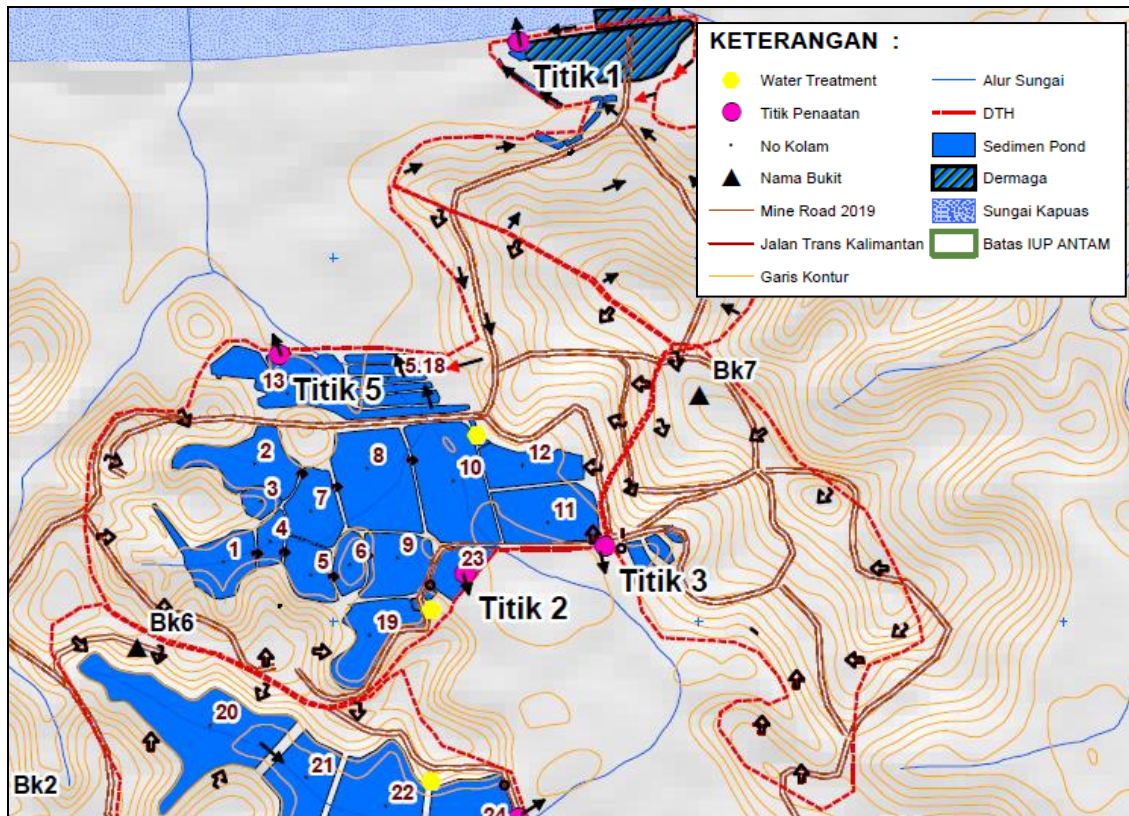
Lingkup water management di UBPB melingkupi beberapa aspek antara lain pengelolaan run off, pengelolaan sedimen pond, dan pemenuhan regulasi. Ketika aspek tersebut memiliki keterkaitan yang erat dalam menunjang proses penambangan bauksit sehingga perlu dimonitor dalam penerapannya.

C.1. Pengelolaan Run Off

Pada kegiatan penambangan bauksit, air hujan yang menjadi sumber run off dikelola dengan cara membuat sump atau kolam pengendapan di setiap catchment area yang ditentukan. Kolam pengendapan dibuat pada elevasi terendah bukaan tambang, dimana volume catchment area didesain dengan memperhitungkan potensi run off yang akan mengalir pada kolam tersebut. Untuk area yang berbatasan langsung dengan sedimen pond, run off dapat ditampung pada sistem sedimen pond. Adapun ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 4.

Untuk analisis hidrologi, jenis data yang digunakan adalah data curah hujan bulanan selama sepuluh tahun terakhir yaitu tahun 2007-2017. Data curah hujan yang digunakan adalah data dari Stasiun Piasak, Tayan Hilir, Kalimantan Barat yang berada didalam IUP ANTAM di Tayan sesuai dengan lokasi sebaran bukaan tambang. Pada tambang bauksit laterit yang memiliki bukaan dangkal dengan rata rata kedalaman kurang dari 10 m, dalam merencanakan penyaliran tambang analisa hidrologi merupakan Bahasa utama yang perlu diperhatikan. Sedangkan faktor hidrogeologi yang berhubungan dengan aliran air tanah umumnya tidak menjadi kendala dalam proses penambangan karena bukan tambang yang lebih dangkal dari kedalaman air tanah. Banyaknya curah hujan sangat dipengaruhi oleh iklim, kondisi geografis dan perputaran arus udara. Kondisi curah hujan di Wilayah IUP ANTAM, dianalisis dari data curah hujan Kecamatan Tayan pada

tahun 2007 – 2017. Data curah hujan yang disajikan adalah data curah hujan bulanan dalam setahun Berdasarkan data tersebut, curah hujan tahunan di daerah penelitian berkisar antara 2.536 – 3.643 mm/tahun.



Gambar 4. Ilustrasi Catchment Area pada Penambangan Bauksit

Tabel 1. Data Curah Hujan

Bulan	Tahun											Rata-rata
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Januari	348	377	367	510	235	231	279	202	397	440	195	325
Februari	289	249	231	374	76	441	475	117	264	558	316	308
Maret	173	321	228	464	291	166	137	259	257	483	239	274
April	370	317	425	201	201	174	168	258	195	229	408	268
Mei	359	232	183	279	237	241	463	452	361	317	244	306
Juni	363	146	155	156	200	107	463	368	173	173	196	227
Juli	344	341	142	348	348	227	158	112	158	158	212	231
Agustus	187	264	89	134	104	67	160	165	34	55	343	146
September	105	177	117	234	146	222	197	127	17	232	336	174
Oktober	148	259	521	209	348	472	305	171	198	276	307	292
Nvember	226	410	478	328	439	233	516	496	292	417	439	388
Dsmber	362	312	344	417	413	423	27	201	191	335	408	312
Total	3,271	3,403	3,276	3,651	3,035	3,001	3,347	2,928	2,536	3,672	3,643	
Rata-rata	273	284	273	304	253	250	279	244	211	306	304	
Jumlah Curah Hujan Rata-rata												3,251

Berdasarkan data di atas, dilakukan kalkulasi menggunakan rumus Gumbell sehingga diperoleh nilai curah hujan harian rencana 118.72 mm/hari dan diperoleh curah hujan maksimum dari curah hujan rencana pada periode ulang 5 tahun sebesar 155.08 mm/hari. Dengan waktu hujan selama 2,57 jam, diperoleh 28.65 mm/jam. Kemudian dilakukan kalkulasi debit limpasan menggunakan rumus di bawah ini :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (1)$$

Keterangan

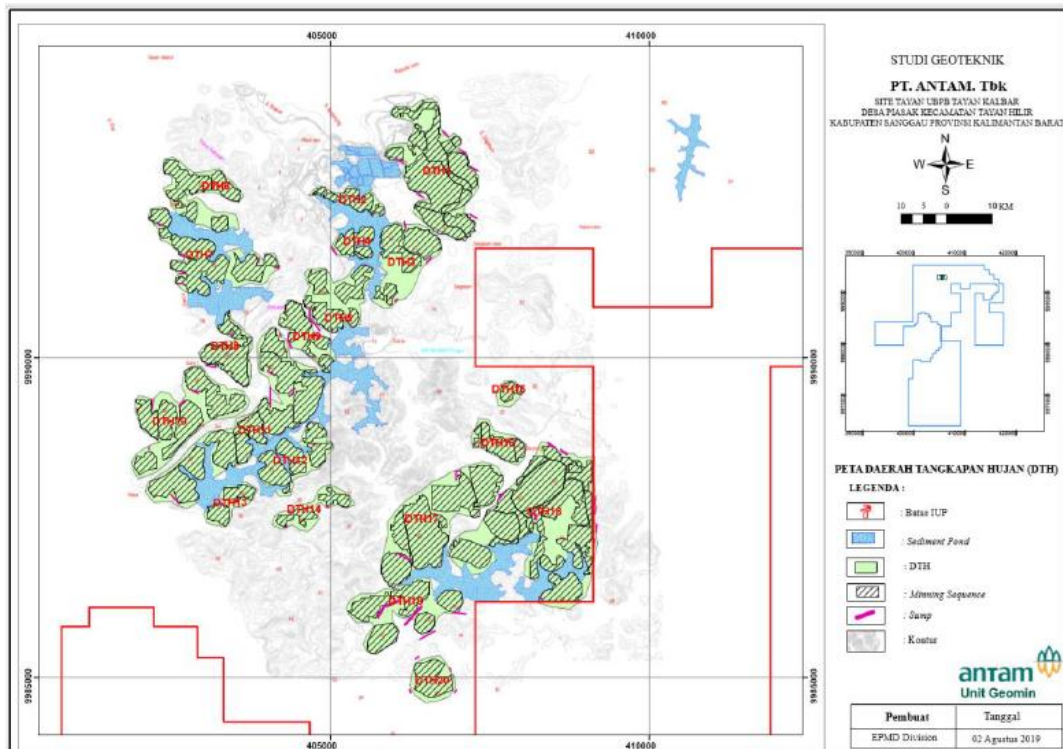
- Q = Debit pengaliran (m³/detik)
- C = Koefisien limpasan
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah tangkapan hujan (km²)

Dengan nilai koefisien limpasan sesuai tabel berikut

Tabel 2. Acuan Koefisien Limpasan

Koefisien Aliran $C = C_t + C_s + C_v$					
Topografi	C _t	Tanah	C _s	Vegetasi	C _v
Datar (<1%)	0,03	Pasir dan Gravel	0,04	Hutan	0,04
Bergelombang (1-10%)	0,08	Lempung berpasir	0,08	Pertanian	0,11
Perbukitan (10-20%)	0,16	Lempung dan Lanau	0,16	Padang rumput	0,21
Pegunungan (>20%)	0,26	Lapisan batu	0,26	Tanpa Tanaman	0,28

Kemudian berdasarkan luas catchment area pada front aktif, diperoleh hasil bahwa untuk luas catchment area 1 seluas 0,82 km² dan 2 seluas 1.13 km², serta koefisien limpasan senilai 0,6, diperoleh debit limpasan sebesar 3,93 dan 5,42 m³/detik. Data ini digunakan sebagai data acuan dalam membuat desain kolam pengendapan dan saluran drainase yang berada di front sehingga kolam tersebut dapat menampung run off yang dihasilkan. Adapun peta catchment area dapat disampaikan sebagai berikut

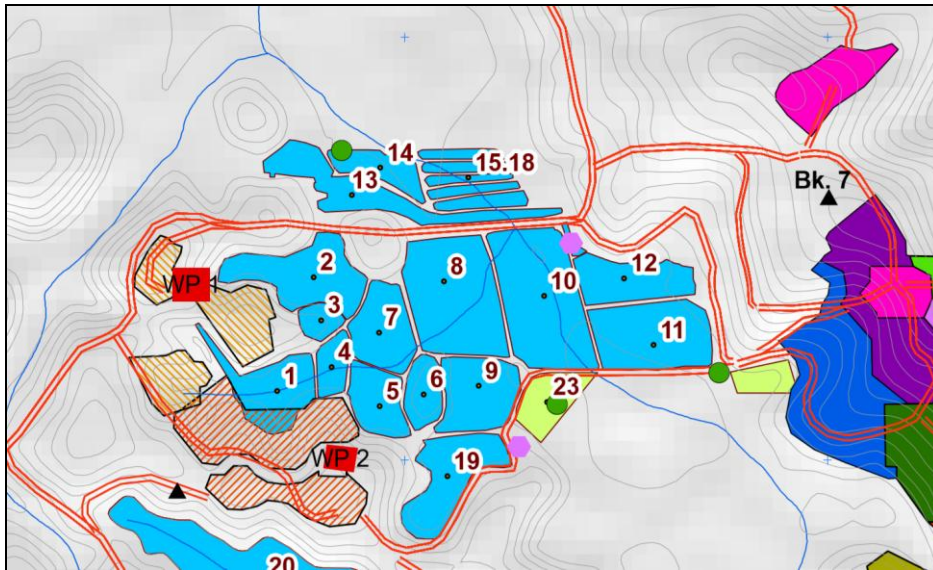


Gambar 5. Peta Catchment Area

C.2. Pengelolaan Sedimen Pond

Untuk menunjang kegiatan pencucian, dibuat sedimen pond dengan memanfaatkan topografi yang ada. Secara umum, kondisi area tambang berbukit-bukit dengan terdapat rawa diantara bukit

tersebut. Kemudian dibuat sekat antara bukit sehingga air pada rawa dapat dimanfaatkan untuk proses pencucian di *washing plant*. Saat ini terdapat 14 *sedimen pond* dengan luas lebih dari 30 Ha, yang dapat ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Lokasi *Sedimen Pond*

Dari posisi *washing plant 1* (WP 1), limbah pencucian menuju kolam 1 dan 2. Dari kolam tersebut secara gravitasi mengalir menuju kolam 3-4, 5-6-7, 9, 8, 10, 11, 12, lalu ke kolam 13. Di kolam 13 terdapat pompa air yang berfungsi memompakan air dari kolam 13 ke WP 1. Dengan demikian air dapat dimanfaatkan untuk proses pencucian melalui siklus tertutup. Adapun kolam 14 berfungsi sebagai *emergency pond*, apabila terdapat kelebihan air pada sistem *sedimen pond* sehingga kelebihan air tersebut perlu dialirkan ke badan air sekitar. Pada titik *pink*, antara *pond 12* menuju 13, terdapat *water treatment plant*. Sarana ini berfungsi untuk mengembalikan kualitas air sehingga memenuhi baku mutu yang ada (Permen Lingkungan Hidup no 34 tahun 2009), sehingga kualitas air menjadi jernih dan siap untuk digunakan kembali pada proses pencucian ataupun dialirkan ke lingkungan melalui kolam 13,14, lalu lingkungan sekitar. Dikarenakan output dari *washing plant* berupa limbah *slurry*, yang terdiri dari campuran air dan material lempung/clay, maka clay membentuk koloid, sehingga tidak dapat mengendap secara gravitasi dan perlu ada zat kimia tambahan untuk mengikat partikel koloid tersebut agar membentuk flok lalu mengendap.

Debit pompa air yang digunakan untuk mendukung kegiatan pencucian di WP sebesar 1.400 m³/jam, yang berada di area pond 13. Kemudian dari pond 1 sampai dengan 12, dipasang beberapa pipa pvc 12 inch di muka dam dan gorong-gorong apabila memotong jalan hauling, untuk mengalirkan overflow masing-masing kolam menuju kolam selanjutnya.



Gambar 7. Jalur Sirkulasi Air antar *Pond*



Gambar 8. Sistem *Sedimen Pond*

C.3. Pemenuhan Regulasi

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 34 tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Pertambangan Bauksit, dinyatakan bahwa air limbah dari kegiatan pertambangan bauksit harus memenuhi baku mutu tertentu sebelum dialirkan ke badan air. Adapun kriterianya sebagai berikut.

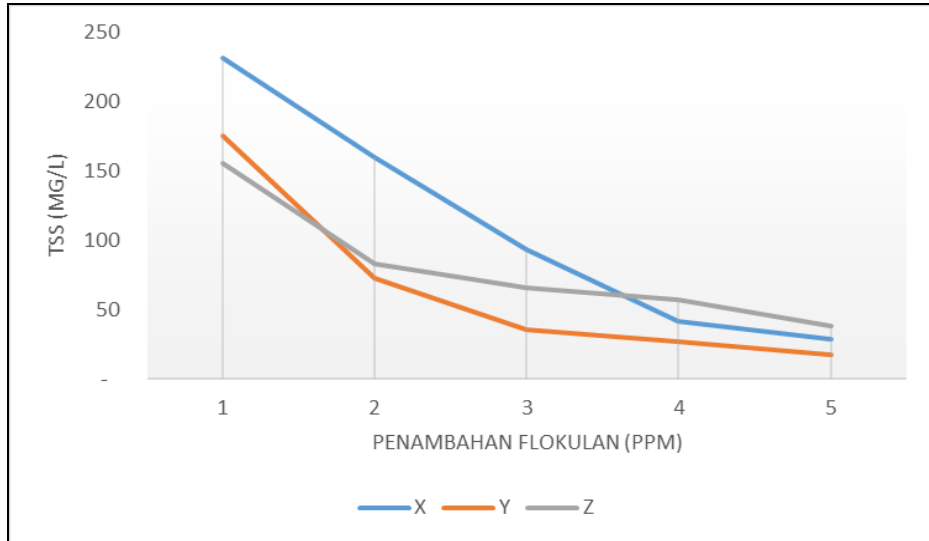
Tabel 3. Baku Mutu Air Limbah Pertambangan Bauksit

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Metode Analisis
1.	pH	-	6 – 9	SNI 06-6989.11-2004
2.	TSS	mg/L	200	SNI 06-6989.3-2004
3.	Fe	Mg/L	5	SNI 06-6989.49-2005
4.	Mn	Mg/L	2	SNI 06-6989.41-2005

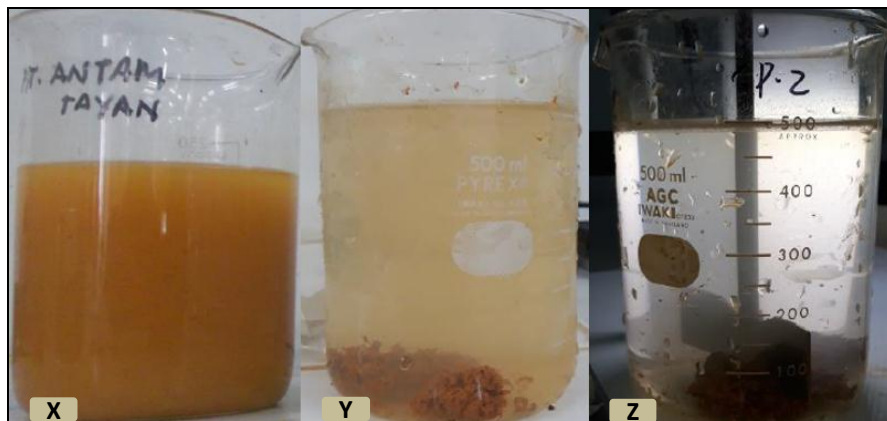
Mengacu pada parameter tersebut, dilakukan pengukuran di lapangan, khususnya terkait pH dan TSS. Dari hasil pengukuran, diperoleh hasil bahwa nilai pH berada di atas 6 sedangkan TSS berada pada range 5500-8000 mg/L. Kemudian dilakukan jar test menggunakan flokulan pada gelas ukur dengan volume air limbah 500 ml, untuk menurunkan kadar TSS pada air limbah pencucian bauksit sehingga memenuhi persyaratan baku mutu. Untuk percobaan awal dilakukan sampling pada 3 produk flokulan yang berbeda untuk dilakukan uji. Kondisi awal dari sampel air memiliki nilai pH 6,8 dan diencerkan 2 kali hingga memiliki kadar TSS 1200 mg/L. kemudian dilakukan uji dengan 3 jenis flokulan dan diamati perubahan TSS yang terjadi, diperoleh hasil sebagai berikut

Tabel 4. Hasil Uji Flokulan

	Flokulan X					
	Awal	A	B	C	D	E
Dosis Flokulan (ppm)	-	1	2	3	4	5
TSS (mg/L)	1,200	232	160	94	42	29
Turbidity (NTU)	1,380	283	170	133	78	31
	Flokulan Y					
	Awal	A	B	C	D	E
Dosis Flokulan (ppm)	-	1	2	3	4	5
TSS (mg/L)	1,200	176	73	36	27	18
Turbidity (NTU)	1,380	182	81	39	31	21
	Flokulan Z					
	Awal	A	B	C	D	E
Dosis Flokulan (ppm)	-	1	2	3	4	5
TSS (mg/L)	1,200	156	83	66	57	38
Turbidity (NTU)	1,380	162	81	79	61	41



Gambar 9. Grafik Penurunan TSS pada Uji Flokulan

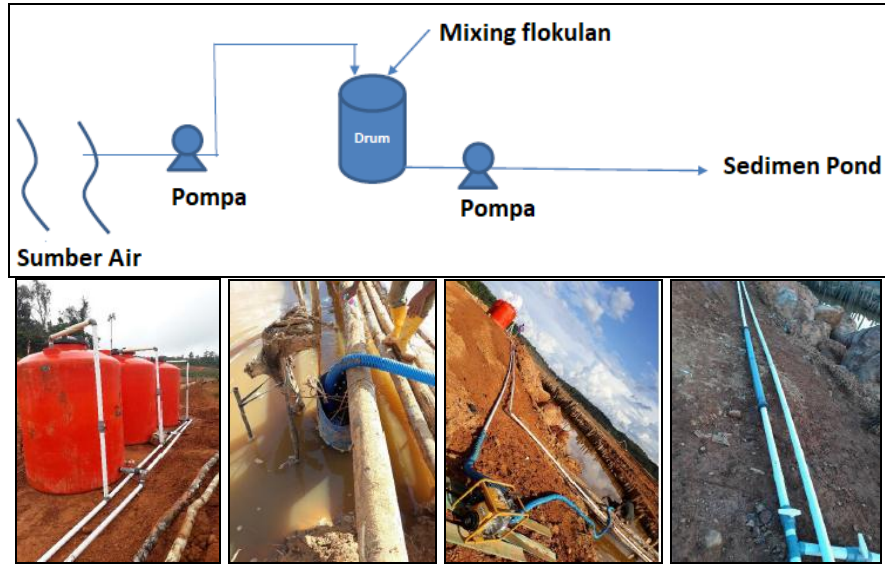


Gambar 10. Ilustrasi Jar Test

Berdasarkan hasil uji coba melalui jar test, diperoleh hasil bahwa flokulan yang diuji terbukti efektif untuk menurunkan TSS hingga memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh regulasi, yaitu maksimal 200 mg/L. Untuk memilih flokulan dengan kinerja terbaik, perlu dilakukan perhitungan efisiensi dari masing-masing flokulan dengan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi flokulan (\%)} = ((\text{TSS awal} - \text{TSS akhir}) / \text{TSS Awal}) \times 100\% \quad (2)$$

Dari ketiga sampel tersebut, dipilih flokulan Y karena memiliki efisiensi tertinggi, yaitu sebesar 99%, dengan menurunkan TSS dari 1.200 ke 29 mg/L pada dosis 5 ppm. Adapun untuk efisiensi biaya dari masing-masing flokulan, dapat dibandingkan melalui perbandingan output efisiensi penurunan TSS terhadap harga yang dikalikan dengan konsumsi flokulan. Kemudian flokulan tersebut digunakan pada water treatment plant yang terletak pada pond 12 untuk dialirkan pada sistem sedimen pond. Kemudian apabila baku mutu air sesuai dan kebutuhan air berlebih, dari kolam 13 dialirkan ke kolam 14 sesuai gambar 6, untuk selanjutnya dialirkan ke badan air melalui titik pemantauan.



Gambar 11. Sistem Water Treatment



Gambar 12. Lokasi Titik Pemantauan Air ke Lingkungan

D. KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan yang telah disampaikan di atas, diperoleh ringkasan sebagai berikut :

- 1) Pengelolaan *run off* tambang : dari bukaan tambang, air *run off* dikelola dengan membuat kolam pengendapan di elevasi terendah bukaan tambang, sehingga air dapat mengalir secara gravitasi. Sedangkan untuk *catchment area* yang berbatasan langsung dengan sedimen pond, *run off* dapat ditampung pada *sedimen pond* dan dikelola sebagai tambahan air untuk menunjang proses pencucian bauksit
- 2) Pengelolaan *sedimen pond* : dengan adanya pengelolaan *sedimen pond* yang baik, air dapat dijaga secara kuantitas maupun kualitas sehingga sirkulasi antar pond di dalam sistem dapat berjalan dengan lancar sehingga dapat menunjang proses pencucian bauksit yang dilakukan
- 3) Pemenuhan regulasi : berdasarkan regulasi yang ada terkait baku mutu air pada kegiatan pertambangan bauksit, sesuai Permen Lingkungan Hidup no 34 tahun 2009, tambang bauksit Tayan diwajibkan untuk mengelola kualitas air agar memenuhi standar parameter yang tertera pada regulasi tersebut, apabila akan dialirkan pada badan air. Dengan adanya penambahan flokulan pada *water treatment plant*, kualitas air dapat dijaga khususnya kadar TSS sehingga air dapat dimanfaatkan kembali untuk proses pencucian di *washing plant*, maupun dapat dialirkan ke lingkungan sekitar

Dengan dilaksanakannya proses pengelolaan *run off* pada bukaan tambang, pengelolaan sedimen pond, dan pemenuhan aspek kepatuhan regulasi, kegiatan penambangan bauksit, khususnya pada tahapan pencucian di *washing plant* dapat dilaksanakan secara optimal sehingga dapat mendukung proses produksi untuk mencapai target yang telah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- PT Antam (Persero) Tbk, 2014. *Feasibility Study Report*. Jakarta: Mineral Resource Development Division
- PT Antam (Persero) Tbk, 2003. *Tayan Chemical Alumina Project Feasibility Study Report*. Japan: Mizuho Corporate Bank, Ltd.
- PT Antam Tbk, 2018. *Laporan Studi Kelayakan*. Sanggau: Unit Bisnis Pertambangan Bauksit
- PT Antam Tbk, 2019. *Laporan Geoteknik dan Hidrologi Kalbar*. Jakarta : Unit Geomin
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2009. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 34 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Biji Bauksit*. Jakarta

