

## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Pengujian Laboratorium Air Asam Tambang

Pada pengujian AAT yang telah dilakukan, didapatkan hasil berupa PAF dan NAF AAT pada suatu sampel di **PT XYZ**. Hasil pengujian laboratorium ini dilakukan dengan 4 pengujian berupa:

1. %Total sulfur
2. *Net Acid Generation*
3. *Acid Neutralizing Capacity*
4. pH Pasta

Dari pengujian di atas dapat diketahui nilai NAPP dimana rumus yang digunakan untuk mencari nilai NAPP dapat dilihat pada **Rumus 3.1**

$$\text{NAPP} = \text{MPA} - \text{ANC}$$

Diketahui:

$\text{NAPP} = \text{kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan}$

$\text{MPA} = \% \text{TS} \times 30,625 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan}$

$\text{ANC} = \text{kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan}$

Contoh perhitungan pada sampel GT-01/AAT1 didapat dari pengujian laboratorium berupa:

$\text{ANC} = 44,93 \text{ kg H}_2\text{SO}_4 / \text{ton batuan}$

$\% \text{TS} = 0,21\%$

$\text{MPA} = 0,21\% \times 30,625 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan}$

$$= 6,46 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan}$$

Maka didapat nilai NAPP adalah

$$\text{NAPP} = \text{MPA} - \text{ANC}$$

$$= 6,46 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan} - 44,93 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan}$$

$$= -38,47 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan}$$

Untuk kriteria potensi batuan PAF dan NAF dapat dihubungkan dari grafik (AMIRA, P387a, 2002) dengan menghubungkan antara NAPP dan NAG pH. Dapat dilihat pada **Tabel 3.1.**

Pada sampel GT-01/AAT1 nilai NAG pH yang didapat dari pengujian laboratorium sebesar 7,14 sehingga dapat dikategorikan sampel GT-01/AAT1 **Non Acid Forming (NAF)** dikarenakan nilai **NAPP  $\leq 0$  dan NAG pH  $\geq 4,5$ .**

Contoh untuk perhitungan pada sampel GT-01/AAT2 didapat dari pengujian laboratorium berupa

$$\text{ANC} = 2,43 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan}$$

$$\% \text{TS} = 1,67\%$$

$$\text{MPA} = 1,67\% \times 30,625 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan}$$

$$= 50,99 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan}$$

Maka didapat nilai NAPP adalah

$$\text{NAPP} = \text{MPA} - \text{ANC}$$

$$= 50,99 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan} - 2,43 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan}$$

$$= 48,56 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan}$$

Pada sampel GT-01/AAT2 nilai NAG pH yang didapat dari pengujian laboratorium sebesar 1,95 sehingga dapat dikategorikan sampel GT-01/AAT2 **Potensial Acid Forming (PAF)** dikarenakan nilai **NAPP  $> 0$  dan NAG pH  $< 4,5$**

Contoh untuk perhitungan pada sampel GT-02/AAT3 didapat dari pengujian laboratorium berupa

ANC = 2,56 kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/ton batuan

%TS = 4,25%

MPA = 4,25% x 30,625 kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/ton batuan

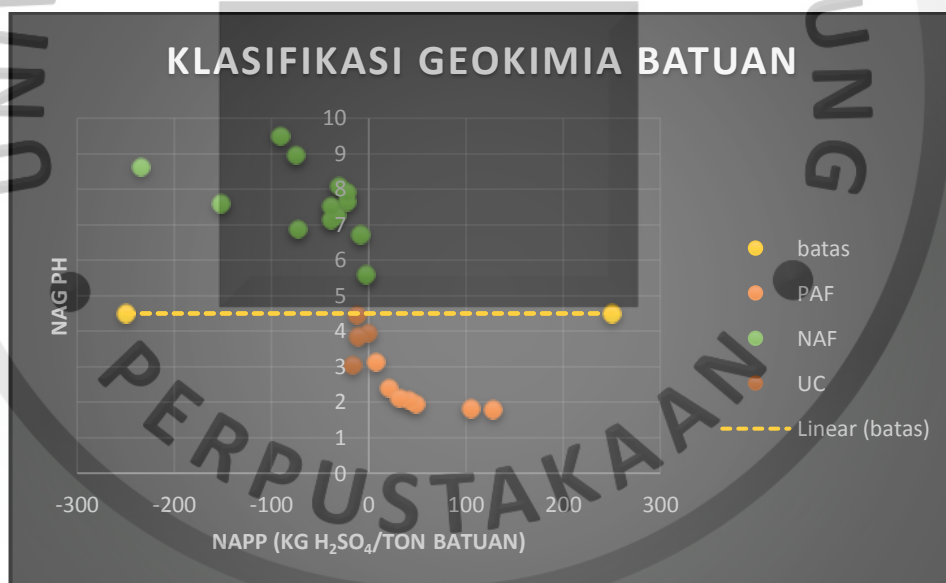
= 130,15kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/ton batuan

NAPP = MPA – ANC

= 130,15 kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/ton batuan – 2,56 kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/ton batuan

= 127,59 kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/ton batuan

Pada sampel GT-02/AAT3 nilai NAG pH yang didapat dari pengujian laboratoirum sebesar 6,63 sehingga dapat dikategorikan sampel GT-02/AAT3 **Uncertain** dikarenakan nilai **NAPP ≥ 0 dan NAG pH ≥ 4,5**. Dapat dilihat hasil pengujian AAT pada **Tabel 5.1 dan Lampiran B serta Gambar 5.1.**



Sumber : Data PT XYZ

**Gambar 5.1**  
**Klasifikasi Geokimia Batuan**

Tabel 5.1  
Klasifikasi Air Asam Tambang

No	Titik Bor	Sample Code	Sample Type	Drilling Depth		NAG pH	MPA (Kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /ton batuan)	NAPP (Kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /ton batuan)	Keterangan
				From (m)	To (m)				
1	GT-01	GT-01/AAT1	Claystone	15,90	16,00	7,14	6,46	-38,37	NAF
2		GT-01/AAT2	Claystone	24,00	24,16	1,95	50,99	48,56	PAF
3		GT-01/AAT3	Claystone	50,78	51,00	5,6	2,21	-2,39	NAF
4		GT-01/AAT4	Sandstone	76,37	76,48	8,97	5,05	-74,71	NAF
5		GT-01/AAT5	Sandstone	94,40	95,00	9,5	0,42	-90,74	NAF
6	GT-02	GT-02/AAT1	Claystone	15,23	15,33	4,46	10,98	-11,61	UNCERTAIN
7		GT-02/AAT2	Claystone	36,20	36,30	7,27	10,34	-33,24	NAF
8		GT-02/AAT3	Claystone	55,50	55,60	1,79	130	128	PAF
9		GT-02/AAT4	Carbon	61,05	61,15	2,07	52,25	41,42	PAF
10		GT-02/AAT5	Sandstone	97,22	97,32	2,4	24,26	20,58	PAF
11	GT-03	GT-03/AAT1	Claystone	14,00	14,10	7,52	4,4	-38,39	NAF
12		GT-03/AAT2	Claystone	25,70	25,83	2,11	33	31,4	PAF
13		GT-03/AAT3	Sandstone	47,09	47,19	6,89	5,94	-72,41	NAF
14		GT-03/AAT4	Claystone	69,80	70,00	6,73	0,43	-8,35	NAF
15		GT-03/AAT5	Sandstone	93,12	93,24	7,66	2,48	-22,03	NAF
16	GT-04	GT-04/AAT1	Claystone	6,90	7,00	3,95	3,52	-0,694	UNCERTAIN
17		GT-04/AAT2	Sandstone	31,10	31,20	8,63	2,29	-234,23	NAF
18		GT-04/AAT3	Claystone	46,85	46,95	3,86	15,91	-11,06	UNCERTAIN
19		GT-04/AAT4	Claystone	71,90	72,00	8,09	5,27	-30,98	NAF
20		GT-04/AAT5	Claystone	92,90	93,00	7,93	4,68	-22,69	NAF

Lanjutan Tabel 5.1

No	Titik Bor	Sample Code	Sample Type	Drilling Depth		NAG pH	MPA (Kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /ton batuan)	NAPP (Kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /ton batuan)	Keterangan
				From (m)	To (m)				
21	GT-05	GT-05/AAT1	Claystone	14,37	14,47	1,82	114	105	PAF
22		GT-05/AAT2	Claystone	35,27	35,37	3,13	14,69	7,53	PAF
23		GT-05/AAT3	Claystone	43,05	43,10	7,59	9,86	-152,31	NAF
24		GT-05/AAT4	Claystone	71,90	72,00	3,06	25,49	-16,88	UNCERTAIN

Sumber :Laboratorium Pengujian Tekmira, 2019

Dari hasil pengujian AAT melalui metode statik dengan jumlah sampel 24 buah dengan 5 titik pemboran. Dimana jumlah sampel yang dikategorikan

1. PAF berjumlah 7 sampel (29,16%)
2. NAF berjumlah 13 sampel (54,16%)
3. *Uncertain* berjumlah 4 sampel (16,67%)

Untuk kategori sampel *uncertain* bila dilihat dari hasil pengujian pH pasta pada **Tabel 4.6** bahwa sampel tersebut dikategorikan *uncertain* NAF dikarenakan pH yang didapat  $\geq 7$

## 5.2 Kemenerusan Potensi Air Asam Tambang

Dari hasil pengujian laboratorium penyebaran potensi AAT di **PT XYZ** yang tersebar di *pit* S02 dengan titik lokasi GT-01, GT-02, GT-03, *pit* U1 titik lokasi GT-04 dan titik lokasi GT-05. Dapat dilihat peta *section* pada **Gambar 5.2** dan **Lampiran C**.

Berdasarkan data penampang *section* GT-1, GT-2 dan GT-3 pada *pit* S02 ditemukan indikasinya arah kemenerusan untuk terjadinya potensi air asam pada sudut kemiringan  $22^{\circ}$  pada arah kemiringan lapisan pada *low wall* dengan kedalaman *pit* 71,6 m dimana akan terdapat **PAF** pada saat kedalaman 71 m namun pada kedalaman 37 m dan 63 m berpotensi *uncertain*. Untuk GT-4 pada *pit* U1 dengan sudut kemiringan  $25^{\circ}$  dengan kedalaman 19,8 m tidak didapatkan potensi air asam namun didapatkan kategori *uncertain* pada kedalaman 7 m. Untuk GT-5 dengan sudut kemiringan  $26^{\circ}$  terdapat **PAF** pada kedalaman 14,3 m dan kedalaman 35 m, serta pada kedalaman 73 m dikategorikan *uncertain*. Dapat dilihat penampang pembentukan AAT pada **Gambar 5.3**, **Gambar 5.4** dan **Lampiran D**.

Jenis batuan yang diambil untuk pengujian laboratorium berupa batuan sedimen, antara lain batu lempung, batu lanau, dan batu pasir. Sampel-sampel tersebut digunakan sebagai *database* batuan untuk penghitungan nilai NAPP.

Selanjutnya, nilai NAPP lapisan PAF atau NAF digunakan sebagai data masukan untuk penampang kemenerusan.

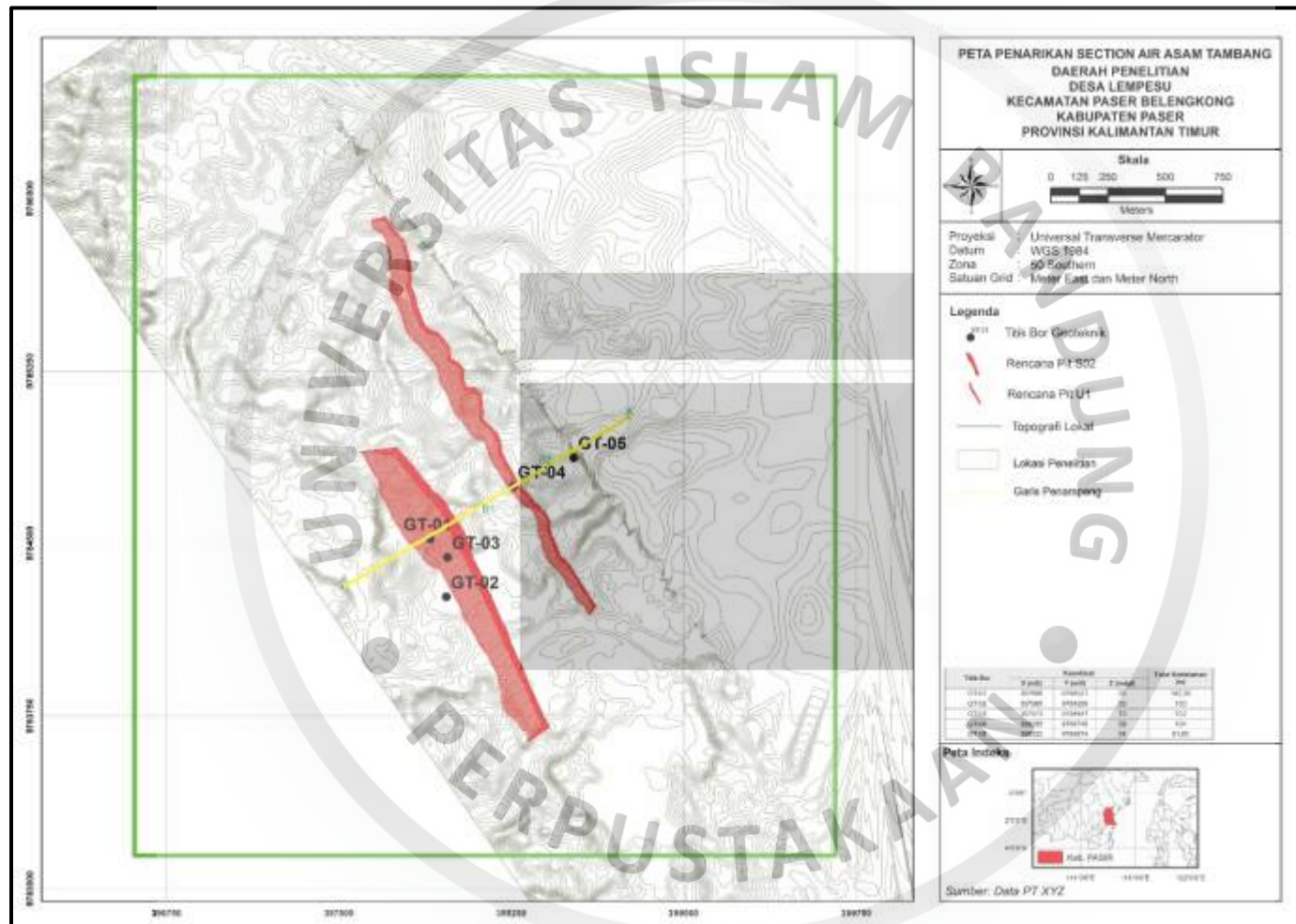
### 5.3 Penentuan Metode Pencegahan Air Asam Tambang

Untuk penentuan metode pencegahan AAT perlu diketahui terlebih dahulu potensi *seam* batubara. Dari hasil pemboran geoteknik potensi *seam* batubara pada PT XYZ di *pit* S02 dengan sudut kemiringan lapisan  $22^{\circ}$  mempunyai potensi tiga *seam* batubara dengan tebal *seam* batubara 0,8 m pada kedalaman 49 m, tebal *seam* batubara 3,4 m pada kedalaman 65 m dan tebal *seam* batubara 1,5 m pada kedalaman 83 m. Untuk *pit* U1 tebal *seam* batubara 1 m pada kedalaman 16 m dengan kemiringan lapisan  $25^{\circ}$ . Untuk lokasi di GT 5 terdapat *seam* batubara dengan tebal 1,3 m pada kedalaman 40 m dengan kemiringan lapisan  $26^{\circ}$ .

Sehingga untuk upaya penghindaran (*avoidance*) masalah AAT sejak awal dapat dilakukan melalui analisis hasil karakteristik dan prediksi yang telah dilakukan pada setiap tahapan pertambangan dan mengintegrasikannya kedalam strategi perancangan dan perencanaan tambang serta pengelolaan batuan penutup. Oleh karena itu, metode pengolaan AAT yang terbaik adalah mengupayakan agar proses oksidasi mineral sulfida tidak terjadi dengan cara menghindari kontak antara mineral sulfida dengan oksigen dan air.

Pencegahan berkaitan dengan rencana atau aktivitas sebelum terjadinya dampak yang tidak diinginkan. Dimana sumber pembentuk AAT dibedakan menjadi batuan penutup, *tailing*, tambang terbuka dan tambang bawah tanah. Adapun metode pencegahan AAT dapat dilihat pada **Tabel 5.2**

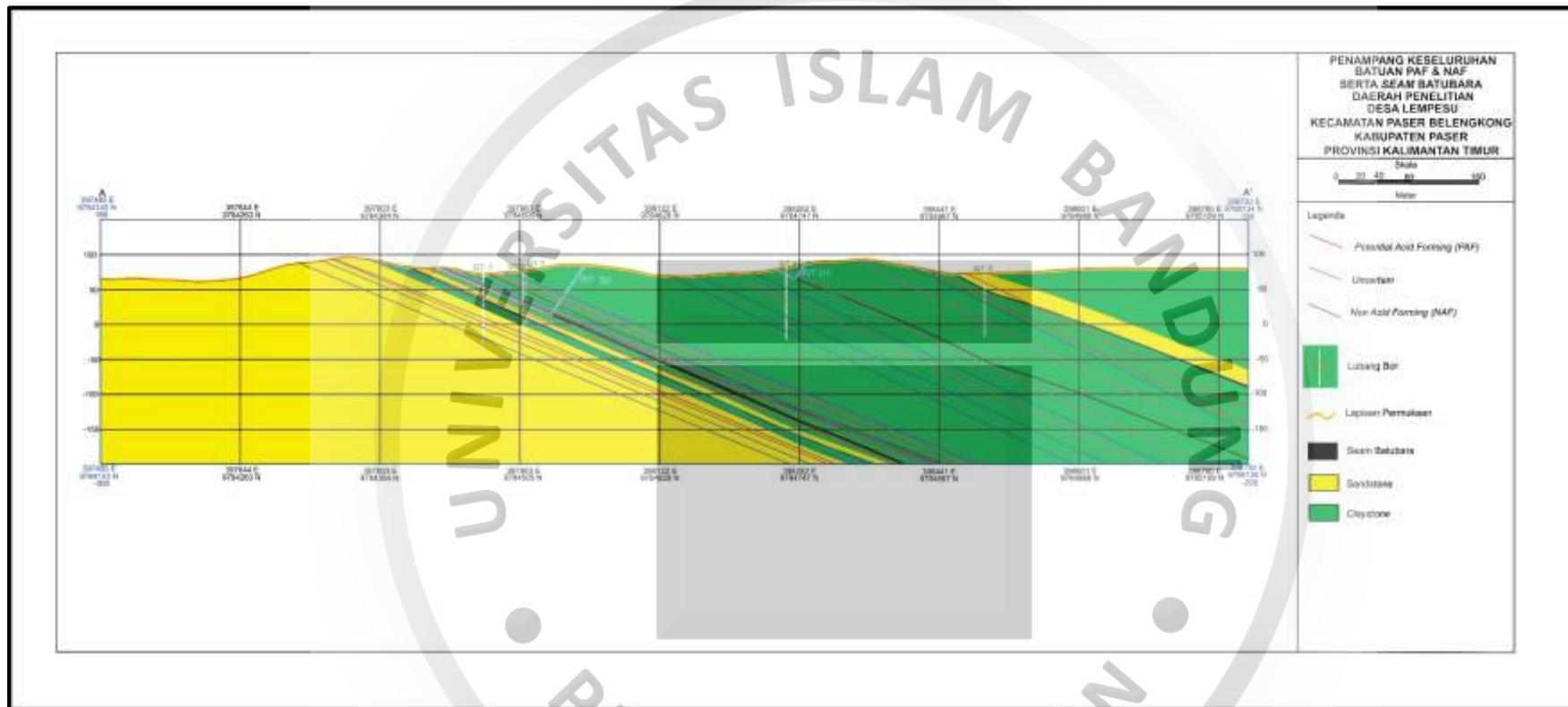




Sumber : Data PT XYZ

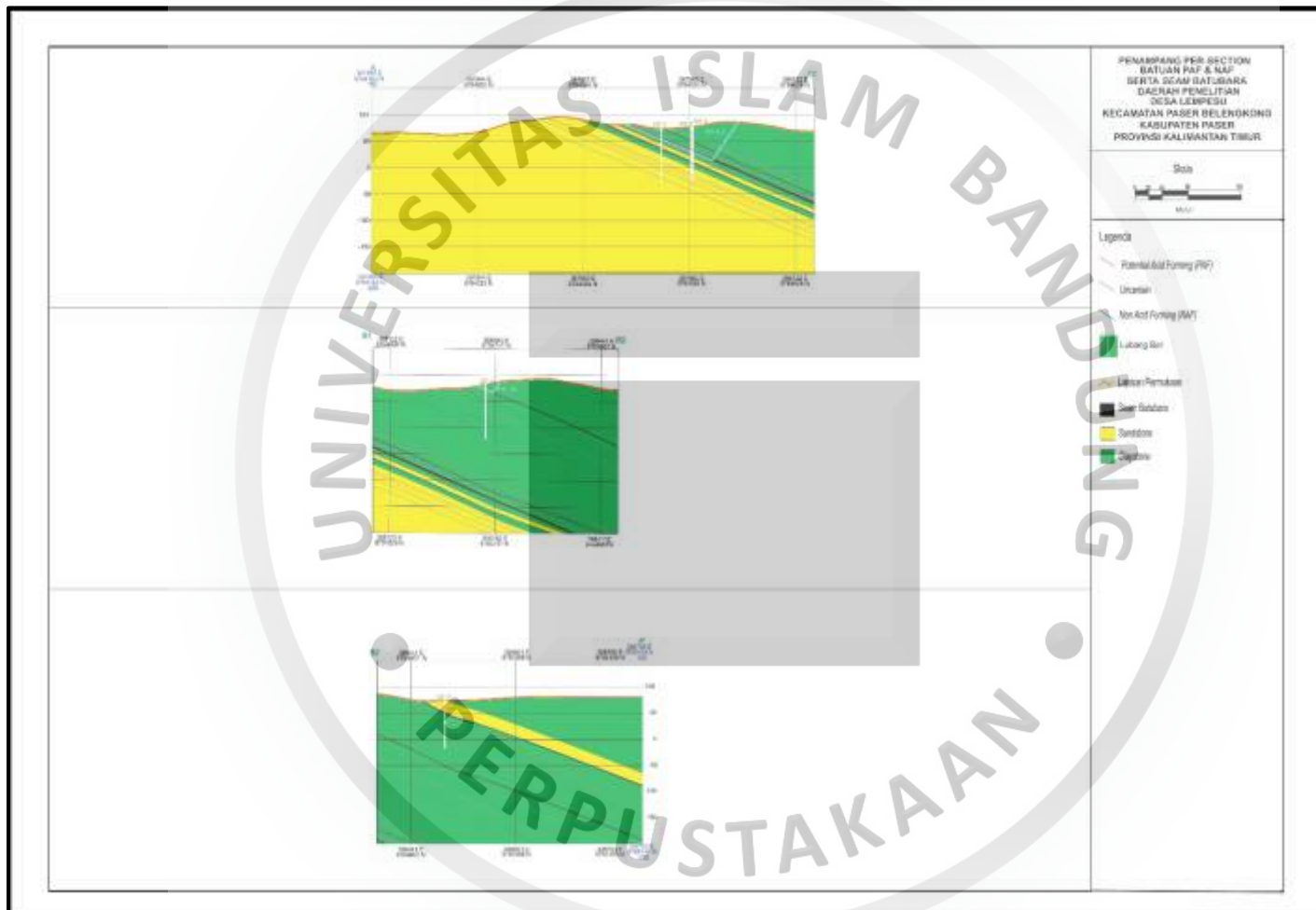
Gambar 5.2  
 Peta Penarikan Section Penampang





Sumber : Data PT XYZ

**Gambar 5.3**  
**Penampang Keseluruhan Batuan PAF & NAF serta Seam Batubara**



Sumber : Data PT XYZ

**Gambar 5.4**  
**Penampang Per-Section Batuan PAF & NAF serta Seam Batubara**

Pada penentuan metode pencegahan AAT faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan adalah:

1. Geokimia dari batuan sumber dan potensinya.
2. Jenis dan karakteristik fisik dari sumber AAT termasuk aliran air dan oksigen.
3. Tahapan penambangan.
4. Reaksi oksidasi.
5. Jangka waktu sampai upaya pengendalian harus sudah bekerja secara efektif
6. Kondisi wilayah tambang.
7. Baku mutu limbah cair.
8. Risiko yang dapat ditanggung oleh pelaku pertambangan dan pemangku kepentingan.

**Tabel 5.2**  
**Metode Pencegahan dan Mitigasi pada Masa Operasi-Produksi dan Masa Pascatambang**

		Sumber AAT			
		Batuan Penutup	<i>Tailing</i>	<i>Pit Tambang Terbuka</i>	Bukaan Tambang Bawah Tanah
Metode Pencegahan dan Mitigasi AAT pada Tahap Operasi dan Pascatambang	Metode untuk Tahap Operasi-Produksi	1. Segregasi	1. De-sulfurasi		
		2. Enkapulasi	2. Kompaksi		
		3. Pencampuran	3. Penirisan		
		<i>Re-mining, timbun balik (Back Filling)</i>			
		Pasivasi			
		Penambangan secara selektif			
	<i>Co-disposal, In-pit disposal</i>				
	Metode untuk Tahap Pascatambang	Penudungan Kering ( <i>Dry Cover</i> )			Penyumbatan ( <i>Sealing</i> )
				Pelapisan oleh air ( <i>Water Cover</i> )	
		Penenggelaman ( <i>Flooding</i> )			

Sumber: GARD Guide,2009

Dari berbagai metode dan teknik pencegahan, mitigasi dan pengolahan AAT telah berkembang dan diterapkan di berbagai tambang di dunia dapat dipilih metode atau teknik yang sesuai dengan kondisi daerah pertambangan dan permasalahan

yang dihadapi setelah melalui kajian kelayakan secara teknis, ekonomis, dan lingkungan.

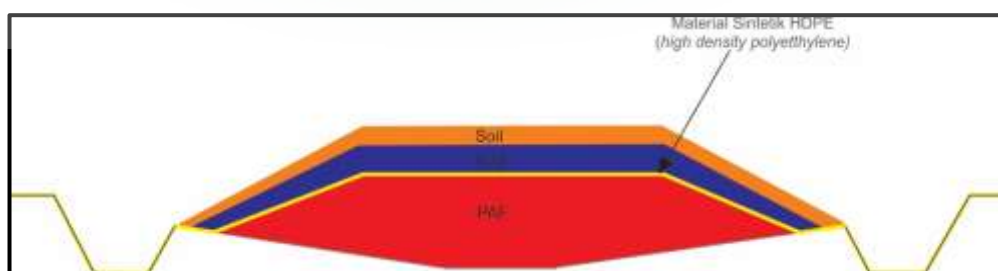
Sehingga metode tepat untuk dilaksanakan di **PT XYZ** yaitu metode **segregasi** dan **enkapsulasi** pada tahap operasi produksi dan **dry cover** pada tahap pasca tambang. Metode enkapsulasi merupakan upaya menimbun batuan yang memiliki kandungan material PAF yang tinggi dengan batuan yang memiliki kandungan NAF yang tinggi sehingga dapat meminimalisir kontak batuan dengan oksigen dan air (oksidasi) yang berpotensi menghasilkan AAT. Dapat dilihat pada ilustrasi metode enkapsulasi pada **Gambar 5.5**.



Sumber: Hasil Penelitian Tugas Akhir

**Gambar 5.5**  
Ilustrasi Metode Enkapsulasi

Metode enkapsulasi ini bisa dikategorikan efisien dan ekonomis, dikarenakan dapat dilakukan pada saat proses pengangkutan batuan penutup, tidak memerlukan biaya yang besar secara ekonomi dan pada metode enkapsulasi ini dapat juga dikembangkan dengan metode lainnya seperti metode penudungan kering (*dry cover*) pada tahap pasca tambang, dengan menggunakan batuan/tanah bahan organik atau bahan sintetik yang diletakkan diatas material PAF atau NAF. Dapat dilihat ilustrasi metode *dry cover* pada **Gambar 5.6** dan **Gambar 3.1**.



Sumber: Hasil Penelitian Tugas Akhir

**Gambar 5.6**  
Ilustrasi Metode *Dry Cover*