

**LAPORAN AKHIR**

**UNGGULAN KOMPETITIP**



**RANCANGAN PENGOLAHAN AIR ASAM TAMBANG DENGAN  
METODE AERASI FLY-ASH INSITU**

**TIM PENELITI**

**DR.IR. MARWAN ASOF DEA  
ROSIHAN ST, MT  
IR. FARIDA ALI DEA**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : **Rancangan Pengolahan Air Asam Tambang dengan Metode Aerasi Fly-ash Insitu**
2. Bidang Penelitian : Lingkungan
3. Ketua Peneliti :
- a. Nama Lengkap : Marwan Asof
  - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
  - c. NIP : 195811111985031007
  - d. Pangkat dan Golongan : Pembina / IV-a
  - e. Pendidikan terakhir : S3 (Doktor)
  - f. Jabatan Struktural : -
  - g. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
  - h. Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya
  - i. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Pertambangan
  - j. Alamat Kantor : Jl. Raya Prabumulih KM 32 Inderalaya Ogan Ilir Sumsel
  - k. Telepon/Faks : 0711-580037
  - l. Alamat Rumah : Jl. Seruni no 40 RT01/RW01 Bukit Lama Palembang
  - m. Telepon/HP/Faks/e-mail : [0711441543/0811782584/marwan\\_asof@yahoo.com](mailto:0711441543/0811782584/marwan_asof@yahoo.com)
4. Jumlah Anggota Peneliti : 2 orang
- a. Nama Anggota I : Rosihan ST, MT  
NIP : 8879040017
  - b. Nama Anggota II : Dr. Ir. Susila Arita R., DEA  
NIP : 196010111985032002
5. Jangka Waktu Penelitian : 1 (satu) tahun
6. Jumlah yang diajukan : Tahun ke-1. Rp. 56.000.000,-
7. Mahasiswa yang terlibat : 4 orang

Inderalaya , 2 Desember 2020


Mengetahui  
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Subriyer Nazir, MS, PhD  
NIP. 19600909198703 1 004



Peneliti,



Dr. Ir. Marwan Asof, Dipl. Ing. DEA  
NIP. 195811111985031007

Menyetujui  
Ketua Lembaga Penelitian



Syamsuryadi S. Si., M. Kom, PhD  
NIP. 197102041997021003



## I. Identitas

1. Judul Penelitian : **Rancangan Pengolahan Air Asam Tambang Dengan Metode Aerasi Fly-Ash Insitu**
2. Bidang Penelitian : Lingkungan
3. Ketua Peneliti :
- a. Nama Lengkap : Marwan Asof
  - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
  - c. NIP : 195811111985031007
  - d. Bidang Keahlian : Teknologi Pengolahan Limbah
  - e. Lembaga Pengusul : FT.Unsri
  - f. Program Pendanaan : PNBP Unsri
  - g. Lama Penelitian : 1 (satu) tahun

### Anggota Peneliti :

No	Nama dan gelar	Keahlian	Institusi	Curahan Waktu
1	Rosihan ST, MT	T.Pertambangan	FT UNSRI	12 jam/minggu
2	Ir. Hj. Farida Ali DEA	T.Kimia	FT UNSRI	12 jam/minggu

- Skema : Unggulan Kompetitif
- Fokus Riset : Lingkungan
- Tema : Pemanfaatan insitu limbah B<sub>3</sub>
- Topik : Pengolahan limbah AAT (air asam tambang)
- Target TKT : Metode fly ash insitu dalam pengolahan limbah AAT
- Lokasi Penelitian : Lab. Rekayasa Energi & Pengolahan Limbah FT Unsri
- Hasil Yang ditargetkan : Proseeding terindeks scopus  
Jurnal Internasional bereputasi
- Institusi yang Terlibat : PTBA

## RINGKASAN

Air asam tambang (AAT) berasal dari hasil penyingkapan tanah atau batuan yang mengandung mineral pyrit dan logam berat lainnya yang teroksidasi dan bereaksi dengan udara dan air yang terkandung didalam tanah atau batuan sehingga menurunkan derajat keasaman air tersebut. Tingkat keasamannya sampai  $< 3$ . Berbagai metode yang telah dilakukan untuk menaikkan pH air asam tambang diantaranya penaburan batu kapur kedalam kolam AAT selain dapat menaikkan pH juga mampu menyerap logam berat yang terkandung dalam AAT. Namun semakin besar kapasitas AAT semakin besar pula jumlah batu kapur yang digunakan semakin besar jumlah lumpur yang terakumulasi dalam kolam AAT, dan ini akan menjadi permasalahan tersendiri pada perairan dan air permukaan (Susila dkk., 1998).

Penelitian abu batubara yang berasal dari PLTU berbahan bakar batubara telah banyak dilakukan di manca negara ataupun di Indonesia. Beberapa negara seperti Amerika, Jepang dan Belanda menyatakan abu terbang sebagai limbah yang tidak berbahaya, bahkan ada yang menganggap abu terbang sebagai sumber mineral dan komoditi perdagangan yang sangat berharga (PLN, 1997). Berbagai institusi riset dan perguruan tinggi di Indonesia telah melakukan penelitian terkait dengan pemanfaatannya secara masif guna mengurangi timbunan yang ada.

Berdasarkan berbagai manfaat abu batubara diatas, penelitian awal sudah dicobakan untuk melihat kinerja fly ash dalam menetralsasi tingkat keasaman AAT menggunakan kolom adsorpsi dan Jar test, hasilnya cukup baik dimana pH AAT dari 3,4 dapat dinaikkan mencapai pH 6,8-7,2 (Marwan Asof dkk., 2019). Berdasarkan hasil penelitian tersebut selanjutnya pada penelitian ini peneliti ingin mencoba merancang peralatan dan proses aerasi flyash insitu pada tambang batubara tanjung enim. Untuk mengetahui kinerja mineral flyash dalam menetralsasi AAT akan diuji dengan AAS dan FTIR.

Kata kunci : Abu batubara, aerasi, Air asam tambang, insitu

## **BAB I.**

### **PENDAHULUAN**

Abu batubara hasil proses pembakaran di boiler dibedakan dalam tiga jenis abu yakni abu terbang (fly ash), abu dasar (bottom ash) dan boiler slag. Produksi abu batubara di Indonesia dari berbagai industri yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar sangat besar, dimana abu batubara dikategorikan sebagai limbah berbahaya (PP 101, 2014) salah satu penyebabnya karena adanya unsur-unsur logam berbahaya seperti Mn, Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Co, Hg, Se, As dll. Penimbunan dan penyimpanan abu batubara di industri-industri terus berlangsung, dan ini akan membuat pencemaran lingkungan dan perairan terus berlangsung akibat terbentuknya air lindi abu batubara dari penyimpanan abu batubara.

Pemanfaatan abu batubara dengan kandungan silika dan besi tinggi sudah mulai dilakukan oleh industri penghasil abu batubara, contohnya untuk filler pada industri semen. Kehalusan partikel fly-ash memberikan banyak keuntungan pada campuran semen dan flyash, sehingga pengembangan terus dilakukan. Pemanfaatan lainnya terus di pelajari dan untuk berbagai keperluan sangat tergantung dari sifat abunya, yang ditentukan dari kandungan kimia di dalamnya (Suprpto dan Damayanti, 1988). Penelitian-penelitian tersebut telah dikembangkan di Puslitbang TekMIRA sejak tahun 1988, terutama untuk memenuhi spesifikasi pada berbagai macam pemanfaatan di dunia pertambangan.

Komposisi abu batu bara yang dihasilkan oleh industri semen umumnya terdiri dari 5% - 15% abu dasar, sedangkan sisanya sekitar 85% - 95% berupa abu terbang (JCOAL, 2008). Dari data industri semen di Indonesia fly ash mengandung rata-rata  $\text{SiO}_2$  sebesar 45,58%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sebesar 2,08%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sebesar 1,17, dan CaO sebesar 1,74%, sedangkan komposisi kimia bottom ash terdiri dari  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , dan CaO dengan persentase berturut-turut 58,79 %, 20,33 %, 9,78 %, dan 3,17 %. Dengan kandungan silika dan alumina yang cukup tinggi, maka beberapa peneliti menyatakan bahwa abu batubara dapat dijadikan sebagai senyawa yang dapat menetralkan air asam tambang batubara [Retno D., 2018].

Berdasarkan berbagai manfaat abu batubara diatas, penelitian awal sudah dicobakan untuk melihat kinerja fly ash dalam menetralisasi tingkat keasaman AAT hasilnya cukup baik dimana pH AAT dari 3,4 dapat dinaikkan mencapai pH 6,8-7,2. Selanjutnya pada penelitian ini

peneliti ingin mencoba merancang peralatan dan proses aerasi flyash insitu pada tambang batubara tanjung enim. Untuk mengetahui kinerja mineral flyash dalam menetralsasi AAT akan diuji dengan AAS, XRF sedangkan pada AAT akan di analisa kandungan logam berat yang dapat diturunkan atau dihilangkan selama proses aerasi fly-ash insitu.

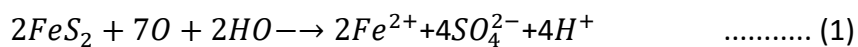
### 1.1. Sifat Abu Batubara

Abu terbang adalah abu yang dihasilkan dari transformasi, pelelehan atau gasifikasi dari material anorganik yang terkandung dalam batu bara (*Molina dan Poole, 2004*). Abu dasar mempunyai ukuran partikel lebih besar dan lebih berat dari pada abu terbang, sehingga abu dasar akan jatuh pada dasar tungku pembakaran dan terkumpul pada penampung debu lalu dikeluarkan dengan cara disemprot dengan air untuk kemudian dibuang dan dimanfaatkan sebagai bahan pengganti sebagian pasir. Sifat kimia, fisik, dan mekanik dari abu batu bara tergantung dari tipe batu bara, asal, ukuran, teknik pembakaran, jenis boiler, proses pembuangan, dan metoda penanggulangan.

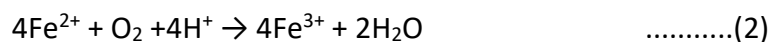
### 1.2. Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang

Pada saat proses penyingkapan lapisan lahan tambang mineral pirit yang berada didalam lapisan batubara akan teroksidasi ketika terpapar dengan udara dan air yang dibantu oleh bakteri *thiobacillus feroksidance* yang berada dalam lapisan mineral batubara, dan bakteri lain yang juga ikut berperan dalam AAT adalah bakteri *Ferroplasma acidarmanus* (*Edward et al., 2010*). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

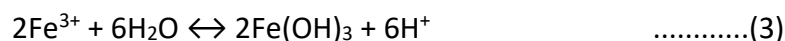
Hasil reaksi menghasilkan ion hidrogen, ion sulfat dan kation logam (Akil dan Koldas, 2006).



Oksidasi besi ( $Fe^{2+}$ ) menjadi besi ( $Fe^{3+}$ ) terjadi ketika oksigen cukup larut dalam air atau jika air terkena oksigen atmosfer yang cukup.



Pada pH rendah 2,3 dan 2,5 besi mengendap membentuk  $Fe(OH)_3$  atau langsung bereaksi dengan pirit membentuk ferrous iron dan larutan asam.



Pengolahan air asam tambang biasanya dilakukan dengan 2 cara yaitu pengolahan aktif dan pasif. Pengolahan aktif adalah pengolahan AAT dengan penambahan bahan kimia, umumnya berjalan lebih singkat dengan kontrol yang lebih efektif namun biayanya mahal, misalnya seperti teknologi ion exchange dan membrane membutuhkan biaya yang lebih tinggi. Sedangkan pengolahan pasif membutuhkan waktu retensi yang lebih lama dan membutuhkan lahan yang luas.

Pengolahan pasif menggunakan fly ash dalam skala lab telah dilakukan oleh banyak peneliti misalnya *Damini S., 2009*, mereka menyatakan bahwa fly-ash mampu menaikkan pH air asam tambang dan juga mampu menurunkan kandungan logam besi sampai 99% pada pH >4,0 dan aluminium pada pH > 5,5 sampai 99%.

Peneliti sendiri sudah mencoba pengolahan limbah AAT dengan fly-ash skala laboratorium dengan metoda adsorpsi dan aerasi dengan jar-test hasilnya cukup signifikan, sehingga berdasarkan hasil penelitian awal diatas peneliti ingin mencoba melakukan aerasi fly-ash secara insitu dengan terlebih dahulu membuat rancangan alat yang dapat dilakukan langsung di lapangan.

### **1.3. Konduktifitas atau Electronic Conductivity (EC)**

EC atau konduktifitas listrik air adalah kemampuannya untuk menghantarkan arus listrik. Naiknya konduktivitas menunjukkan adanya pelepasan ion atau polutan lainnya yang masuk dalam air. Ion bermuatan positif utama yang mempengaruhi konduktivitas adalah natrium, kalsium, kalium, dan magnesium. Ion bermuatan negatif utama adalah klorida, sulfat, karbonat, bikarbonat, nitrat dan fosfat.

Berdasarkan penelitian Das, dkk (2005) diketahui bahwa nilai konduktivitas listrik memiliki hubungan yang linier dengan TDS. Dari penelitian tersebut teramati bahwa nilai konduktivitas listrik meningkat seiring dengan meningkatnya nilai TDS yang menunjukkan peningkatan konsentrasi sulfat dan ion lainnya. Chang (1983) dalam Hayashi (2003) juga melihat hubungan antara konduktivitas listrik dengan TDS dan diketahui keduanya memiliki hubungan yang kompleks yang tergantung pada komposisi kimia dan kekuatan ion dalam larutan tersebut. Dari beberapa penelitian lain diketahui bahwa nilai konduktivitas listrik larutan juga dipengaruhi oleh temperatur dan pH. Hayashi (2003) yang melakukan penelitian pada beberapa jenis air yang memiliki komposisi dan salinitas yang berbeda. Dari penelitian ini

didapatkan hubungan konduktivitas listrik dengan temperatur yang sedikit nonlinier pada suhu berkisar 0- 30 oC, tetapi persamaan linier masih dapat mendekati dengan cukup baik. Hasil penelitian Ezeweali, dkk (2014) menunjukkan bahwa temperatur memiliki hubungan dengan konduktivitas listrik dan TDS. Konduktivitas listrik memiliki korelasi positif dengan TDS dan temperatur. Disamping itu, peningkatan temperatur air akan menurunkan kepadatan dari gas seperti O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, dan CH<sub>4</sub> di dalam larutan.

#### **1.4. Permasalahan Penelitian**

Permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah :

1. Rancangan efektif teknologi aerasi fly-ash secara insitu berdasarkan kapasitas outlet AAT perjam, pH awal AAT, kandungan logam Fe, Mn, Cu dan Al air asam tambang
2. Menentukan hubungan antara waktu kontak/residence time dengan jumlah kebutuhan fly-ash untuk menghasilkan kenaikan pH dan menurunkan kandungan logam berat efektif.

#### **1.5. Tujuan khusus penelitian**

- a. Memanfaatkan limbah fly ash(limbah B3) untuk menetralisasi air asam tambang dan menurunkan kandungan logam berat yang terkandung didalamnya. Variabel terikatnya adalah Debit aliran AAT perjam dan Massa Flyash. Parameter yang dianalisa adalah pH awal AAT, pH akhir proses, kandungan logam Fe, Mn, Cu dan Al air asam tambang sebelum dan sesudah proses.
- b. Menghasilkan metode dan rancangan dan optimalisasi proses aerasi fly-ash insitu dalam pengolahan AAT berdasarkan hasil penelitian pada tahap (a).

#### **1.6. Urgensi Penelitian**

Limbah fly ash merupakan limbah B3 yang mengandung debu halus logam berat yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan, sehingga pemanfaatannya menetralisasi air asam tambang dan menurunkan kandungan logam berat yang terkandung didalamnya menjadi jalan penyelesaian jumlah timbunan fly-ash di industri-industri penghasil abu terbang batubara.



## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Abu batubara

*Fly ash* dan *bottom ash* adalah terminology umum untuk abu terbang yang ringan dan abu relatif berat yang timbul dari suatu proses pembakaran suatu bahan yang lazimnya menghasilkan abu. *Fly ash* dan *bottom ash* dalam konteks ini adalah abu yang dihasilkan dari pembakaran batubara. Sistem pembakaran batubara umumnya terbagi 2 yakni sistem unggun terfluidakan (*fluidized bed system*) dan unggun tetap (*fixed bed system* atau *grate system*). Disamping itu terdapat system ke-3 yakni *spouted bed system* atau yang dikenal dengan unggun pancar.

*Fluidized bed system* adalah sistem dimana udara ditiup dari bawah menggunakan blower sehingga benda padat di atasnya berkelakuan mirip fluida. Teknik fluidisasi dalam pembakaran batubara adalah teknik yang paling efisien dalam menghasilkan energi. Pasir yang berlaku sebagai medium pemanas dipanaskan terlebih dahulu. Pemanasan biasanya dilakukan dengan minyak bakar. Setelah temperatur pasir mencapai temperature bakar batubara (300°C) maka diumpankanlah batubara. Sistem ini menghasilkan abu terbang dan abu yang turun di bawah alat. Abu-abu tersebut disebut dengan *fly ash* dan *bottom ash*.

Teknologi *fluidized bed* biasanya digunakan di PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap). Komposisi *fly ash* dan *bottom ash* yang terbentuk dalam perbandingan berat adalah : (80-90%) berbanding (10-20%). *Fixed bed system* adalah teknik pembakaran dimana batubara berada di atas *conveyor* yang berjalan atau *grate*. Sistem ini kurang efisien karena batubara yang terbakar kurang sempurna atau dengan perkataan lain masih ada karbon yang tersisa. Ash yang terbentuk terutama *bottom ash* masih memiliki kandungan kalori sekitar 3000 kkal/kg. Di China, *bottom ash* digunakan sebagai bahan bakar untuk kerajinan besi (pandai besi).

Teknologi *Fixed bed system* banyak digunakan pada industri tekstil sebagai pembangkit uap (*steam generator*). Komposisi *fly ash* dan *bottom ash* yang terbentuk dalam perbandingan berat adalah : (15-25%) berbanding (75-25%).

## 2.2. Pemanfaatan Abu Batubara

Fly ash/bottom ash yang dihasilkan oleh *fluidized bed system* berukuran 100-200 mesh (1 mesh = 1 lubang/inch<sup>2</sup>). Ukuran ini relative kecil dan ringan, sedangkan bottom ash berukuran 20-50 mesh. Secara umum ukuran fly ash/bottom ash dapat langsung dimanfaatkan di pabrik semen sebagai substitusi batuan *trass* dengan memasukkannya pada *cement mill* menggunakan udara tekan (*pneumatic system*). Disamping dimanfaatkan di industri semen, fly/bottom ash dapat juga dimanfaatkan menjadi campuran asphalt (*ready mix*), campuran beton (*concrete*) dan dicetak menjadi paving block/batako, namun ukuran debu fly ash yang sangat halus yang mengandung silika, besi dan aluminium serta logam berat lainnya, bila di manfaatkan untuk campuran bahan-bahan diatas perlu di perhatikan “man power” yang bekerja pada bagian tersebut dilengkapi dengan fasilitas APD (alat pelindung diri) yang sesuai dengan halusnya ukuran debu tersebut.

**Tabel 1. Pemanfaatan Abu Batubara di Dunia**

No.	Pemanfaatan	Negara
1.	Jalan raya: material untuk: semen, konkret, pembetonan lereng, pengisi struktur, bahan dasar jalan, agregat sintetis, pengontrol salju dan es.	India, Amerika Serikat
2.	Reklamasi: umum digunakan pada reklamasi bekas tambang terbuka; reklamasi pada tambang terbuka yang masih aktif; remediasi dan kontrol pada penurunan muka tanah.	India, Spanyol, Amerika Serikat, Australia
3.	Aplikasi pertanian: bahan pembenah tanah; pengeras halaman peternakan, alas penyimpanan jerami;	India, Afrika Selatan, Amerika Serikat, Jepang
4.	Pabrik: agregat; cat, industri semen; material pengisi pada industri plastik, karet dan <i>alloy</i>	Kanada, Columbia, Italia, Belanda, Afrika Selatan, Amerika Serikat dan Inggris
5.	Teknik sipil: batako, paving blok, media, penstabil sampah, media	Belgia, Denmark, Perancis, Jerman, Yunani, Finlandia, India, Belanda, Spanyol, Inggris dan Amerika Serikat

(sumber : Kurniawan dkk, 2010 dalam Retno Damayanti, JTMB, 2018)

Pemanfaatan abu batubara yang sedang banyak diteliti sekarang ini adalah usaha mengekstraksi bahan kimia yang ada dalam abu batubara, misalnya adalah kandungan silika. Dalam dunia industri kimia, material porous sangat banyak digunakan sebagai bahan adsorben, katalis, pengolahan limbah cair industri dan lain-lain. Bahan mesoporous seperti

silika dapat disintesa dari bahan anorganik silikat atau bahan organik, tapi bahan-bahan ini sangat mahal. Bottom ash dan fly ash merupakan bahan yang melimpah, dan teknologi yang digunakan lebih ekonomis. Beberapa penelitian yang telah mencoba berbagai metode dalam mengextraksi abu batubara diantaranya *Holler dan Wirsching, 1985* menggunakan reaksi hidrotermal dengan pelarut alkalin, ekstraksi silika menghasilkan kemurnian silika masih rendah, lalu *Noor-ul Amin* mencoba mengextraksi silika dengan metode alkalin-asam dalam mengextraksi abu dasar pabrik gula dengan suhu yang cukup rendah dan mereka menghasilkan produk silika dengan kemurnian yang cukup tinggi sampai 96%. Hasil ini sangat tergantung pada konsentrasi alkali, larutan asam dan waktu pemanasan, *Yu.Ri.Lee, 2017* menyatakan bahwa produksi fly ash yang sangat besar dari industri pembangkit listrik memungkinkan mengextraksi silika dari fly ash karena sangat potensial untuk menghasilkan material nanoporous misalnya zeolit, silika mesoporous atau silika aerogels yang dibutuhkan oleh banyak industri. *J.Shim et al., 2015* mencoba mengextraksi silika dari tongkol jagung. Mereka mempelajari sifat fisiks dan kimia dari silika yang dihasilkan dari metode sol gel dengan pH yang bervariasi. Sintesa dengan pH 7 menghasilkan silika nano dengan kemurnian sangat tinggi 99,5% dan tingkat amorp silika 98,5%.

### **2.3.Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang (AAT)**

Nusa Idaman S., 2014 melakukan kajian literature tentang teknologi pengolahan limbah air asam tambang (AAT) yang sudah dilakukan oleh para peneliti. Hasil kajiannya menyatakan bahwa sistem pengolahan air asam tambang secara umum dapat dikategorikan sebagai sistem pengolahan aktif atau sistem pengolahan pasif, yang berbeda sesuai dengan kemampuannya untuk menangani keasaman, laju alir serta beban keasaman di dalam influen air asam tambang. Kebanyakan sistem pasif dan aktif memanfaatkan agregat karbonat untuk menetralkan pH dan untuk mempercepat pengendapan logam sebagai hidroksida atau mineral sulfida. Selain itu, sistem pengolahan pasif sering menggunakan bahan organik untuk meningkatkan alkalinitas, dan untuk menciptakan kondisi reduksi yang mendukung pengendapan sulfida logam. Faktor kunci dalam pemilihan dan desain sistem pengolahan asam tambang baik pengolahan aktif maupun pengolahan pasif adalah sifat kimia air termasuk pH, konsentrasi logam, konsentrasi sulfat dan kondisi redoks dan laju alir, serta tujuan pengolahan air asam tambang. Faktor penting lainnya adalah modal dan biaya operasi,

ketersediaan material atau bahan kimia yang cocok untuk pengolahan serta isu-isu pengelolaan lumpur.

#### 2.4 Pengaruh AAT terhadap Lingkungan (Silvas, 2010 dalam Estevao AJP)

Dampak utama AAT di lingkungan adalah ketika kandungan logam dilepaskan ke lingkungan dan ketika mereka mencapai aliran ikan bisa mati; karena adanya logam berat dan pH rendah di sungai ikan melalui insang akan bernapas dalam lingkungan yang terkontaminasi yang mengakibatkan toksisitas kronis (Jennings, et al., 2008). Kontaminasi ikan bisa juga karena endapan dan makanan yang terkontaminasi dan inkontaminasi pada dasarnya disebabkan oleh tingginya kandungan logam dalam air. Salah satu produk utama oksidasi pirit adalah besi hidroksida ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ) yang mengendap dalam aliran (sedimen) dan memberi warna merah / oranye ke air dan itu bisa menutupi permukaan berkontribusi untuk merusak habitat (Jennings, et al., 2008). Tabel 2. di bawah ini menunjukkan berbagai Parameter yang tersedia di drainase asam tambang dan dampaknya terhadap lingkungan.

**Tabel 2. Karakteristik dan Pengaruh AAT pada Lingkungan**

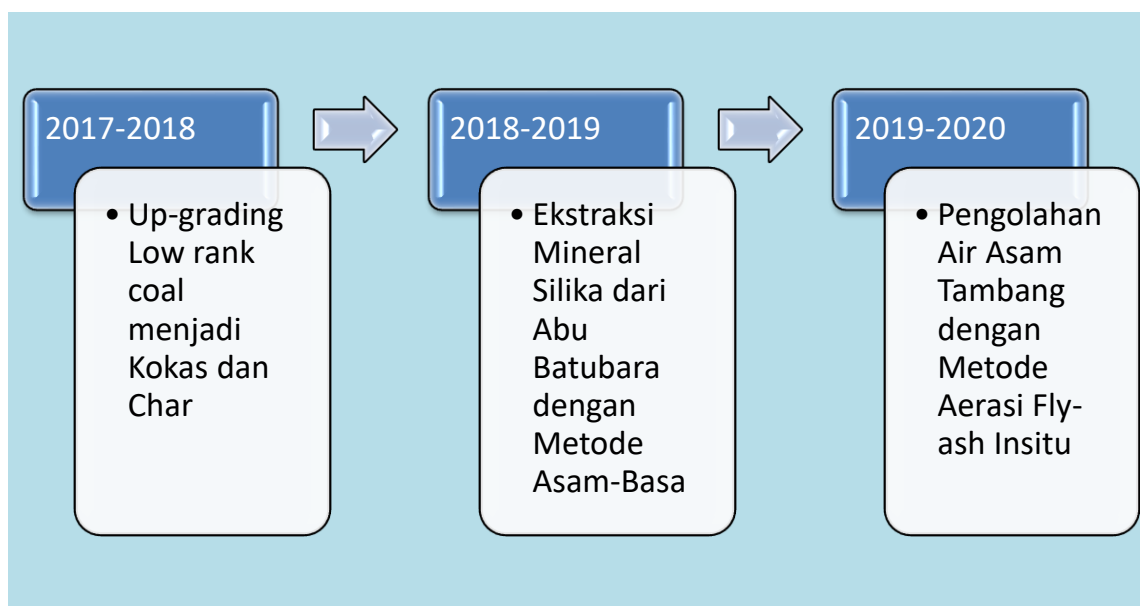
Parameter	Typical chemical species associated	Concentration range in (mg/l) with exception of pH	Impact in the environment
pH	$\text{H}_2\text{SO}_4$	2 - 4	Dissolution and metal mobilization.
Iron	$\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}$ , iron hydroxide and $\text{Fe}_2\text{O}_3$	100 – 3,000	Discoloration and turbidity of water; Increases in pH; Precipitation of $\text{Fe}^{2+}$ .
Heavy metal	Mg, Cu, Cd, Zn, Pb, Hg, As	1 -200	Reduction of flora and fauna; Drinking Water quality reduction
Total solids	Ca, Mn, Al, $\text{SO}_4^{2-}$ , etc.	100 – 30,000	Drinking Water quality reduction

Tabel 3. Jenis polutan dan parameter AAT (Dharmappa et al., 2002)

Physical	Chemical		Biological
	Organics	Inorganic	
Suspended solids	Coal	Heavy metals	Bacteria
pH	pH	pH	
Turbidity	Grease and oils	Acids	Viruses
Color	Soaps and detergents	Alkalis	Protozoes and invertebrates
Temperature	Rubber	Cyanide	
Taste	Dyes	Anions: $PO_4^-$ , $SO_4^{2-}$ , $HCO_3^-$ , $Cl^-$ , $NO_3^-$ , etc	
Odor	Phenolic compounds	Cations: Mn, Fe, Ca, K, Na, Mg, etc	

## 2.5. ROAD MAP PENELITIAN

Penelitian pemanfaatan abu batubara menjadi sangat penting dilakukan mengingat abu batubara termasuk kedalam katagori limbah B3. Penelitian up grading dan pemanfaatan abu batubara menjadi fokus penelitian peneliti beberapa tahun ini seperti dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini :



Gambar 1. Roadmap Penelitian

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu, Tempat dan Jadwal Kegiatan**

Kegiatan dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Energi dan Pengolahan Limbah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Kampus Unsri Indralaya. Pelaksanaan penelitian bermula pada Juli sampai Desember 2020.

#### **3.2. Tahapan Kegiatan Penelitian**

Tahapan Umum penelitian terdiri dari ;

1. State of the art
2. Rancangan penelitian (Alat proses dan prosedur penelitian)
3. Pembelian alat penelitian
4. Pengambilan sampel fly ash
5. Analisa karakteristik fly ash
6. Penulisan laporan kemajuan I
7. Proses pengolahan AAT
8. Proses pengolahan AAT di lapangan
9. Analisa hasil penelitian
10. Penulisan laporan penelitian
11. Penulisan draft publikasi

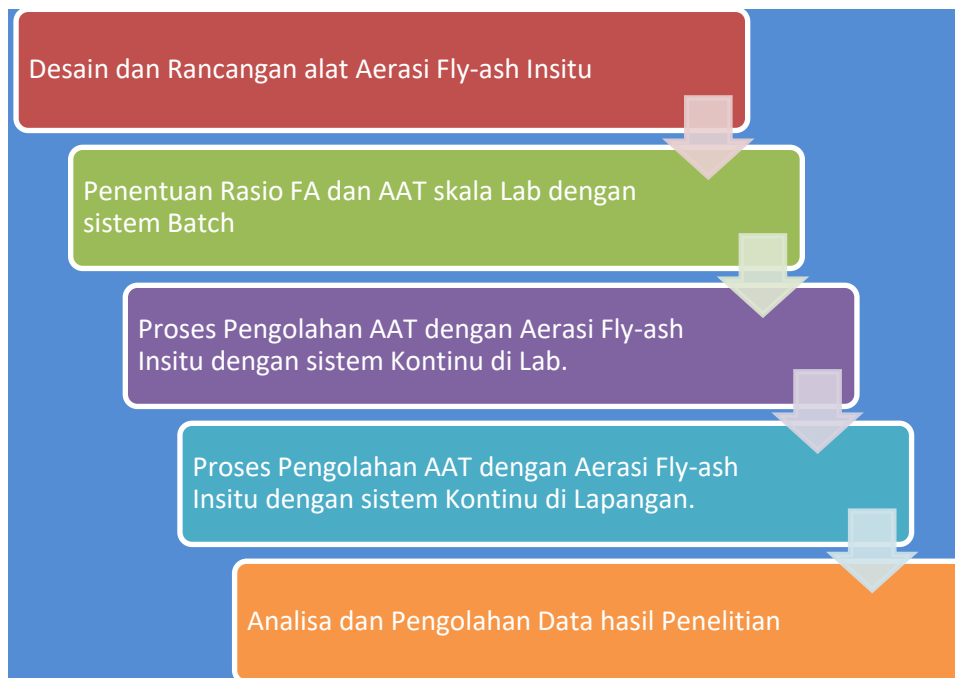
#### **3.3. Alat dan Bahan**

Seperangkat alat aerasi yang akan digunakan akan dirancang dalam skala demo plant dilengkapi dengan piping sistem yang dibutuhkan di uji coba di lapangan

Bahan yang digunakan adalah :

- a. Bahan baku fly ash batubara
- b. Bahan kimia untuk analisa
- c. Bahan gelas habis pakai
- d. Dll.

### 3.4. Bagan Alir Penelitian



### 3.5. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran penelitian di fokuskan pada :

1. Jurnal internasional bereputasi
2. Jurnal/Prodising Internasional terindeks SCOPUS (Seminar Internasional).

## BAB IV

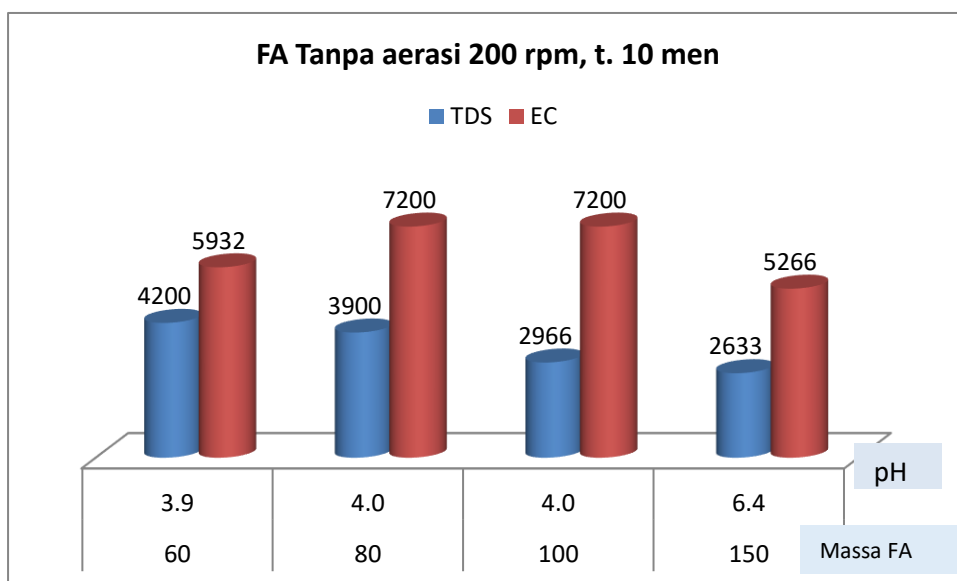
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan sebuah Rancangan efektif teknologi aerasi fly-ash secara insitu dalam mengelola air asam tambang (AAT) berdasarkan kapasitas outlet AAT perjam, pH awal AAT, kandungan logam Fe, Mn, Cu dan Al air asam tambang serta Menentukan hubungan antara waktu kontak/residence time dengan jumlah kebutuhan fly-ash untuk menghasilkan kenaikan pH dan menurunkan kandungan logam berat efektif. Untuk mencapai tujuan tersebut terlebih dahulu dilakukan percobaan dengan skala laboratorium menggunakan alat Jar test. Dengan jar test diketahui massa flyash dan bottom ash efektif dan kecepatan pengadukan sebagai variabel terukur untuk menaikkan pH AAT pada volume yang ditentukan. Analisa pH, TDS dan EC dilakukan untuk setiap sampel.

#### 4.1. Pengaruh Aerasi terhadap Kenaikan pH, TDS dan EC pada Air Asam Tambang

Untuk mengetahui peran aerasi dalam pengolahan AAT, maka percobaan dilakukan dengan 2 (dua) proses yaitu dengan aerasi dan tanpa aerasi, hasilnya dapat dilihat seperti terlihat pada tabel dan grafik berikut ini :

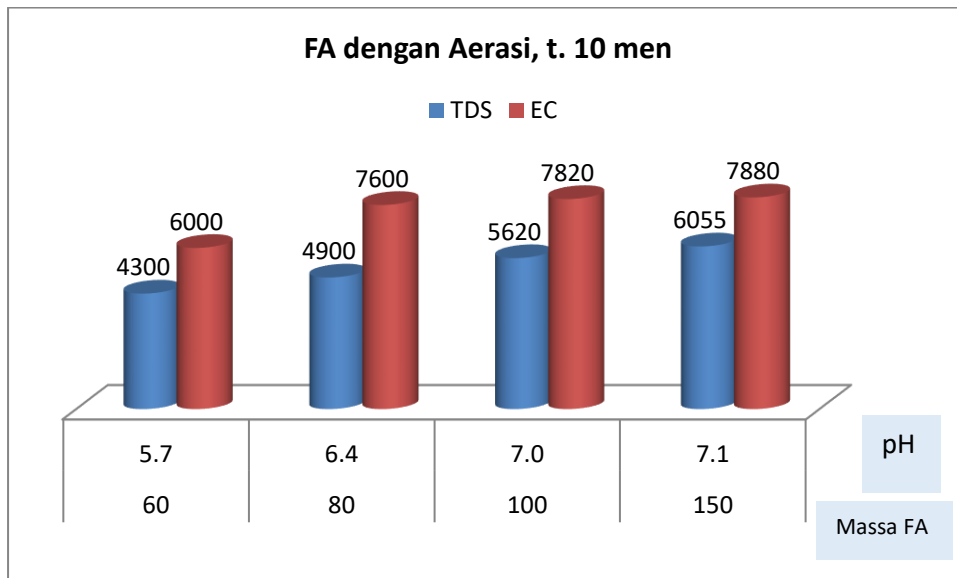
##### 4.1.1. FLYASH sebagai adsorben



Grafik 4.1. Hubungan Massa FA Tanpa Aerasi dengan pH, TDS dan EC



Tanpa aerasi dibutuhkan massa flyash lebih besar agar pH AAT naik sampai 6,4. Total padatan terlarut dan konduktifitas menurun dengan naiknya massa flyash. Sedangkan ketika ditambahkan udara menggunakan aerator terlihat kenaikan pH cukup besar dan juga menaikkan jumlah solid terlarut dan nilai konduktifitas AAT, grafik dapat dilihat dibawah ini.

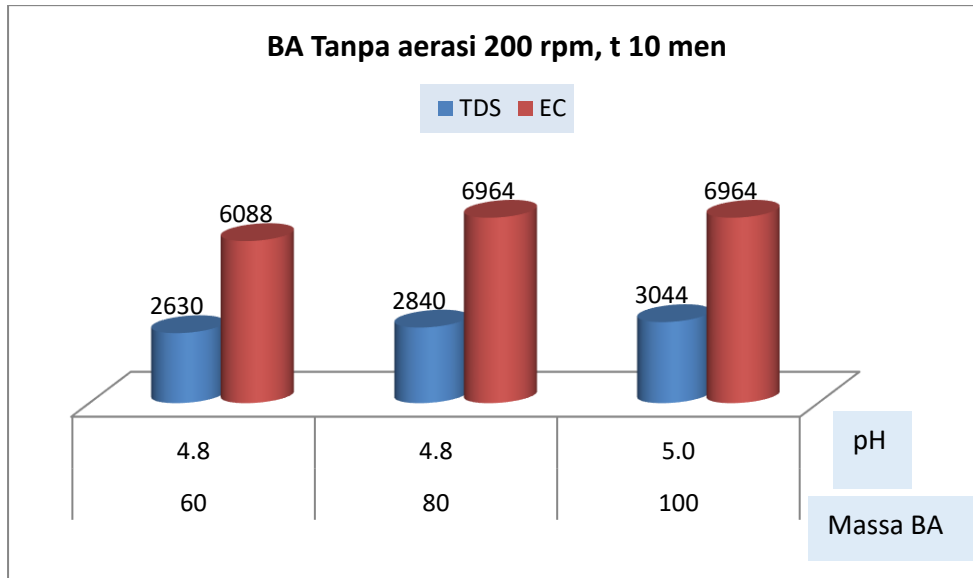


Grafik 4.2. Hubungan Massa FA dan Aerasi dengan pH, TDS dan EC

Kenaikan massa flyash dengan adanya aerasi berbanding lurus dengan kenaikan pH, TDS dan EC. Nilai EC sangat tergantung pada sumber bahan baku airnya. EC atau konduktifitas listrik air adalah kemampuannya untuk menghantarkan arus listrik. Naiknya konduktifitas menunjukkan adanya pelepasan ion yang masuk dalam air. Banyaknya ion di dalam larutan juga dipengaruhi oleh padatan terlarut di dalamnya. Semakin besar jumlah padatan terlarut di dalam larutan maka kemungkinan jumlah ion dalam larutan juga akan semakin besar, sehingga nilai konduktivitas listrik juga akan semakin besar. Jadi, di sini dapat dilihat bahwa terdapat hubungan antara jumlah zat padat terlarut yang dinyatakan dengan TDS dengan nilai konduktivitas listrik. Diketahui bahwa flyash mengandung banyak sekali logam berat, kalsium, magnesium dan karbonat yang semuanya dapat menyumbang ion bermuatan positif maupun negatif pada AAT. Ion bebas dalam air ini menghantarkan listrik sehingga konduktifitas listrik air tergantung pada konsentrasi ion.

#### 4.1.2. BOTTOM ASH sebagai Adsorben

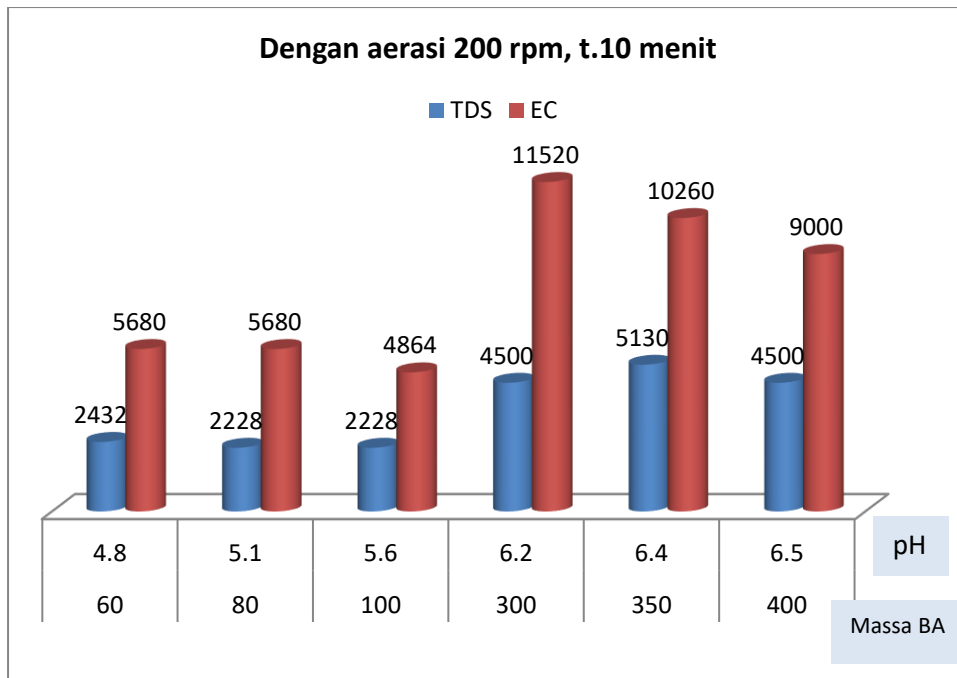
Bottom ash mempunyai ukuran partikel yang lebih besar dari flyash, dan kandungan senyawa anorganik lebih besar dari flyash. Hasil percobaan tanpa aerasi menunjukkan bahwa semakin besar massa bottom ash kenaikan pH tidak terlalu besar, namun tetap terjadi kenaikan jumlah padatan terlarut dan EC dalam AAT.



Grafik 4.3. Hubungan Massa BA Tanpa Aerasi dengan pH, TDS dan EC

Dengan bantuan aerasi kinerja bottom ash menjadi lebih efektif, dapat dilihat dari hasil rekapitulasi dengan massa bottom ash lebih besar kenaikan, TDS dan EC naik cukup signifikan. Pada massa >> 300 gram angka TDS dan EC menurun landai.

Rekapitulasi data BA- AERASI 200 RPM T. 10 MEN							
	no	Rpm	t (menit)	Massa BA (gr)	pH	TDS	EC
BA dengan aerasi	1	200	10	60	4.8	2432	5680
	2	200	10	80	5.1	2228	5680
	3	200	10	100	5.6	2228	4864
	4	200	10	300	6.2	4500	11520
	5	200	10	350	6.4	5130	10260
	6	200	10	400	6.5	4500	9000



Grafik 4.4. Hubungan Massa BA dan Aerasi dengan pH, TDS dan EC

Dari hasil diatas dapat di rangkum sebagai berikut bahwa flyash massa 100 gram dalam 400 mL AAT dengan bantuan aerasi mampu berperan sebagai neutraliser dan menaikkan pH AAT sampai pH netral. Hasil skala laboratorium dengan jar test diatas akan di aplikasikan pada alat yang sudah dirancang dan dibuat seperti gambar dibawah ini.

**Rancangan alat pengolahan limbah Air Asam Tambang (AAT) dengan flyash adalah :**

1. sebuah clarifier rectangular dengan panjang 90 cm, tinggi dinding 40 cm dan lebar 20 cm.
2. didalamnya dilengkapi dengan tanki aerasi, dibawahnya didesain bentuk cone agar mudah mengeluarkan flyash dimana umpan dan flyash dimasukkan secara bersamaan.
3. diatur flowrate dan tekanan hidraulik AAT agar dapat meng aerasi flyash kedalam larutan AAT lalu akan mengalir menuju tanki rectangular.
4. Tanki rectangular dengan alasnya dibuat miring 45°C akan memungkinkan flyash akan turun secara cepat masuk kedalam tanki pembuangan.
5. flow rate diatur perlahan dengan sistem by pass agar kontak antar flyash dengan AAT yang teraerasi lebih lama di dalam clarifier.
6. AAT keluar dari clarifier akan melalui kolom ultrafilter yang dipasang seri agar dihasilkan air yang jernih.



**Gambar 4.5. Rancangan Alat Clarifier Rectangular**

Uji coba baru akan dilakukan minggu ini, dan lanjut dengan analisa sampel hasil penelitian 3 minggu kedepan dan pengolahan data serta pembuatan laporan akhir.

**BAB V.**  
**JADWAL PENELITIAN**

Adapun agenda kegiatan penelitian dapat disusun pada matriks jadwal sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Table 1. Jadwal dan Agenda Kegiatan Penelitian

KEGIATAN	BULAN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
State of the art	x							
Rancangan penelitian	x							
Pengambilan sampel		x						
Experimen			x	x	x	x	x	
Laporan kemajuan					x	x		
Laporan Akhir								x
Publikasi								x
Modul								x

**IX. DAFTAR PUSTAKA**

Akcil, A and Koldas, S. (2006). Acid mine drainage: causes, treatment and casestudies. *Journal of Cleaner Production* 14: 1139-1145.

Amin N-U, khattak S, Shahista ferroze I., (2016), Synthesis and characterization of silica from bottom ash of sugar industry, *Journal of Cleaner Production*, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.01.042.

Darimi S., *Active Neutralisation And Amelioration Of Acid Mine Drainage With Fly Ash*, Thesis Magister, Nov 2009.

Dharmappa, H., Sivakumar, M. & Singh, R., 2002. *Wastewater characteristics, management and reuse in mining and minerals processing industries*. Vol. I ed. s.l., Oxford UK.

Edwards, K.J., Bond, P.L., Gihring, T.M. and Banfield, J.F. (2000), An archaeal ironoxidising extreme acidophile important in acid mine drainage. *Science* 287: 1796-1799.

Estevao AJP., *Treatment methods for water pollution from coal mining in Moatize (Mozambique)*, Examensarbete, TVVR 13/5008, 2013, Division of Water Resources Engineering Department of Building and Environmental Technology Lund University

Jennings, S., Neuman, D. & Blicher, P., (2008), *Acid mine drainage and effect on fish health and ecology*. Review ed. Alaska: Reclamation research group.

J. Shim, P. Velmurugan, B.T. Oh, (2015), Extraction and physical characterization of amorphous silica made from corn cob ash at variable pH conditions via sol gel processing, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jiec.2015.05.029>

Kumar, P., Mal, N., Oumi, Y., Yamana, K., Sano, T., (2001). Mesoporous materials prepared using coal fly ash as the silicon and aluminum source. *J. Mater. Chem.* 11, 3285-3290.

Liu, M.M., Hou, L.A., Xi, B.D., Zhao, Y., Xia, X.F., (2013). Synthesis, characterization, and mercury adsorption properties of hybrid mesoporous aluminosilicate sieve prepared with fly ash. *Appl. Surf. Sci.* 273, 706-716.

Marwan Asof, Susila Arita, Irfan, Mukiat., (2019), Performance Fly ash sebagai Adsorben dalam Menaikkan pH pada Air Asam Tambang, Laporan Penelitian

Misran, H., Singh, R., Begum, S., Yarmo, M.A., (2007). Processing of mesoporous silica materials (MCM-41) from coal fly ash. *J. Mater. Process. Technol.* 186, 8-13

Molina, A. dan Poole, C. (2004), A Comparative Study Using Two Methods To Produce Zeolites from Fly Ash, *Mineral Engineering*, Vol. 17, hal. 167- 173.

Nazriati, N., Setyawan, H. Affandi, S., Yuwana, M., Winardi, S., (2014). Using bagasse ash a silica source when preparing silica aerogels via ambient pressure drying, *J. Non-Cryst. Solid.* 240 400, 6-11.

Okoronkwo, E. A., Imoisili, P. E., Olusunle, S.O.O., (2013). Extraction and Characterization of Amorphous Silica from Corn Cob Ash by Sol-Gel Method, *J. Chem. Mater. Res.*, 3, 68-72.

Susila AR., Marwan A.,(1998), Pengaruh massa batu kapur terhadap kenaikan pH Air Asam Tambang, Laporan Penelitian

Y-R. Lee, J.T. Soe, S. Zhang, J-W. Ahn, M.B. Park, W-S. Ahn, (2017), Synthesis of Nanoporous Materials via Recycling Coal Fly Ash and Other Solid Wastes: A Mini Review, *Chemical Engineering Journal*, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2017.02.124>

## SURAT PENYATAAN LUARAN PENELITIAN UNGGULAN KOMPETITIF

Nama Ketua Peneliti : Dr.Ir. Marwan Asof DEA  
NIP/NIPUS : 195811111985031007  
NIDN/NIDK : 0011115805  
No. HP/Email : 0811782584  
Fakultas : Teknik

Judul : Rancangan Pengolahan Air Asam Tambang dengan Metode Aerasi Fly-ash Insitu

Jumlah Anggota : 2 orang  
Jumlah Mahasiswa terlibat : 2 orang  
Pendekatan dan Metode Penelitian : Metode experimental di Laboratorium dan Lapangan PTBA

Dana Pelaporan yang disetujui : Rp 56.000.000

Tujuan Penelitian :

- a. Memanfaatkan limbah fly ash (limbah B3) untuk menetralisasi air asam tambang dan menurunkan kandungan logam berat yang terkandung didalamnya.
- b. Menghasilkan metode dan rancangan dan optimalisasi proses aerasi fly-ash insitu dalam pengolahan AAT.



**LUARAN PENELITIAN (beri tanda X)**

No	Jenis Luaran	Indikator Capaian	
		TS	TS+1
1	Luaran Wajib Berupa Publikasi Ilmiah (salah satu dari) per tahun penelitian sesuai skema		X
2	Luaran Tambahan berupa (pilih minimal satu)	Teknologi Tepat Guna/Rekayasa Sosial-ekonomi/Rumusan Kebijakan Publik	
		Produk teknologi tepat guna yang langsung dapat dimanfaatkan oleh masyarakat;	X
		Buku/Bahan ajar di kelompok Bidang Ilmu dan diterbitkan (Ber-ISBN)	
		Pengakuan dari <i>peers-nya</i> sebagai narasumber di bidangnya	
		Terbangun jejaring kerja sama antar peneliti dan antar lembaga	X
		Paten	
		Produk R & D (Research and Development)	
		Paten Sederhana	
		Hak Cipta	
		Rahasia Dagang	
		Merek Dagang	
		Desain Produk Industri	
		Indikasi Geografis	
Perlindungan Varietas Tanaman			
Perlindungan Topografi Sirkuit terpadu			

Keterangan:

TS = Tahun Sekarang (minimal telah diterima)

TS+1 = paling lambat telah terbit

Rencana Jurnal yang akan dituju :

**Jurnal** : Scientific Review Engineering and Environmental Sciences

**Link** : <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100238408&tip=sid&clean=0>

Apabila saya tidak dapat menyampaikan luaran sesuai dengan batas waktu yang telah ditetapkan maka saya bersedia diberikan sanksi sesuai dengan kontrak yang telah saya tandatangani.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Palembang, Juli 2020

Yang Menyatakan,



(Dr.Ir.Marwan Asof DEA)

NIP : 19581111985031007

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : **Dr. Ir. H. Marwan Asof, Dipl.Ing., DEA**  
NIP : 195811111985031007  
NIDN : 0011115805  
Fakultas : Teknik  
Pangkat/Golongan : Pembina/IVa  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Alamat : Jl. Seruni No. 40 RT 01/RW 01 Bukit Lama Palembang  
30139

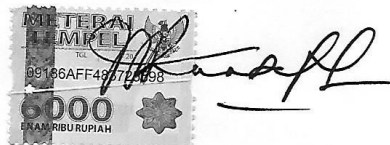
Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian saya dengan judul "**Rancangan Pengolahan Air Asam Tambang dengan Metode Aerasi Fly-ash Insitu**" yang diusulkan dalam skema Penelitian Unggulan Kompetitif Tahun 2020 **bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/sumber dana lain.**

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan di proses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas Negara dan bersedia menerima sanksi yang diberlakukan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Palembang, Juli 2020

Yang menyatakan,



Dr.Ir.Marwan Asof Dipl.Ing. DEA  
NIP.195811111985031007

## CURICULUM VITAE

---

1. Nama Pegawai : **Dr. Ir. H. Marwan Asof, Dipl.Ing., DEA**
2. Tempat/Tanggal Lahir : Gumawang (OKU)/11 Nopember 1958
3. Jenis Kelamin : Pria
4. Agama : Islam
5. Status Perkawinan : Kawin (satu istri dan lima anak)
6. Pekerjaan : Dosen Tetap Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
7. Alamat Kantor : Kampus Unsri Indralaya  
Telp/Fax. (0711) 580137 – 580062 - 580741
  
8. Alamat Rumah : Jl. Seruni No. 40 RT 01/RW 01 Bukit Lama Palembang 30139  
Telp/Fax .(0711) 441543, HP : 0811782584  
  
Email : [marwan\\_asof@yahoo.com](mailto:marwan_asof@yahoo.com)

9. Kemampuan Berbahasa : 1. Inggris  
2. Perancis

10. Pendidikan Formal :  
A. Tingkat Dasar dan Menengah

NO	NAMA SEKOLAH	JURUSAN	THN. LULUS
1	SDN 1 Belitang (OKU)	-	1971
2	SMPN 1 Belitang	-	1974
3	SMAN 4 Palembang	IPA	1977

- B. Tingkat Perguruan Tinggi

NO	NAMA PERTI	FAKULTAS	JURUSAN	THN.LULUS
1	Universitas Sriwijaya	Teknik	Pertambangan	1984/S-1
2	INPL Nancy-Perancis	CESTEMIN	Pertambangan	1987/Sp-1
3	INPL Nancy-Perancis	Ecole de Mines	Geo.&Pertam.	1988/S-2
4	INPL Nancy-Perancis	Ecole de Mines	Sipil&Pertam.	1991/S-3

### 13. Pengalaman Pekerjaan / Jabatan Struktural

NO	URAIAN	TAHUN	KET
1	Asisten Dosen Kristal & Mineral	1979 - 1982	Jur. T. Tambang & Kimia
2	Asisten Dosen Petrologi	1981 - 1982	Jur. T. Tambang
3	Asisten Dosen Pyrokimia	1981 - 1982	Jur. T. Tambang
4	Dosen Tetap Fakultas Teknik	1985 - sek.	Pada Jur. T. Tambang
5	Dosen L.B Pascasarjana Unsri	1999 - 2003	PS. Teknologi Energi
6	Ketua Jurusan Tek. Pertambangan	1995 - 2001	Menjabat dua periode
7	Koord. Proyek Due-Like Unsri	1999 - 2004	Prodi Tek. Pertambangan
8	Kepala Laboratorium Geomekanik	1995 – sek.	Jur. Tek. Pertamabngan
9	Anggota Senat Fakultas Teknik	1995 - 2001	Wakil Dosen Jur. Tambang
10	Sekrets. Lembaga Penelitian Unsri	1999 - 2003	
11	Sekretaris Senat Universitas	2003 - 2007	Wakil Dosen Fak. Teknik
12	Ketua Persatuan Pelajar Indonesia	1989 -1990	Wil. II Nancy-Perancis
13	Anggota Tim TTPAK UNSRI	1996 - 2002	Representasi Fak. Teknik
14	Tim Penilai Angka Kredit Dosen KOPERTIS Wilayah II	1998 - 1999	
15	Tim Penilai Mahasiswa Berprestasi dan Lomba Karya Tulis Ilmiah dan Produktif Tingkat UNSRI	1996 - 2001	
16	Tim Penilai / Juri Lomba Karya Tulis Ilmiah Tingkat Sekolah Menengah Kabupaten MUBA & Banyuasin	2004 - 2005	Kerjasama COPI – FMIPA UNSRI dan DINAS DIKNAS Kabupaten MUBA & BANYUASIN

**12. Kursus/ Pelatihan/ Penataran/ Workshop yang pernah diikuti, antara lain :**

<b>NO</b>	<b>URAIAN KEGIATAN</b>	<b>TAHUN</b>	<b>KETERANGAN</b>
1	Pasukan Paskibraka dan Pelajar/ PemudaTeladan	1975	Represent. Tingkat Propinsi Sum-Sel
2	Penataran P4 Tingkat Nasional	1985	TOT / 150 Jam
3	Kursus Bah Inggris s/d Advance	1984 - 1985	Lembaga Bahasa UNSRI
4	Workshop Budaya Perancis	1985	BIOTROP - BOGOR
5	Kursus Bahasa Perancis	1986	CAFOL – Nancy - Perancis
6	Lokakarya Proses Pembelajaran (metodologi, kurikulum, SAP) Fak. Teknik “TargetUniversity”	1993	HEDS-JICA - Indonesia
7	Lokakarya “Total Quality Manage- ment (TQM)” Ketua Jurusan Fak. Teknik “TargetUniversity”	1996	TOT / HEDS – JICA - Indonesia
8	Pelatihan Pembinaan Kemahasiswaa	1998	DIRJEN DIKTI DEPDIBUD
9	Penataran dan Lokakarya Penulisan & Publikasi Artikel Ilmiah	1999	JAKARTA, DIRJEN DIKTI DEPDIBUD
10	Kursus AMDAL Type A	2001	PPLH Unsri & Bapedalda Kota Palembang
11	Penataran dan Lokakarya HaKI	2000	SEMARANG, kerjasama UNDIP & DEPDIKNAS
12	Penataran dan Lokakarya Hak Kekayaan Intelektual	2001	BANDUNG, Departemen Pendidikan Nasional
13	Workshop Etika Bisnis ConocoPhillips Indonesia, Ltd.	2006	ConocoPhillips Indonesia, Ltd. Jakarta
14	Workshop Etika Bisnis ConocoPhillips Indonesia, Ltd.(advance)	2008	ConocoPhillips Indonesia, Ltd. Jakarta

15	Kursus / Pelatihan Penyusun AMDAL	2009	PPLH Universitas Sriwijaya
----	-----------------------------------	------	----------------------------

**13. Karya Ilmiah / Laporan Ilmiah yang pernah dihasilkan antara lain :**

Judul Artikel/Jurnal	Tahun
<a href="#">Utilization Of The Rock Generator Resoblock To Complex Geologic Conditions In An Open Pit Mine</a> H Baroudi, Jp Piguet, M Asof, C Chambon International Conference On Mechanics Of Jointed And Faulted Rock, 529-535	1990
<a href="#">Etude Du Comportement Mécanique Des Massifs Rocheux Fracturés En Blocs (Méthode À L'équilibre Limite): Eréalisation Et Application</a> M Asof Institut National Polytechnique De Lorraine	1991
<a href="#">Utilization Of The Block Generator 'Resoblok'to Complex Geologic Conditions In An Open Pit Mine: Proc International Conference On Mechanics Of Jointed And Faulted Rock, Vienna ...</a> H Baroudi, Jp Piguet, C Chambon, M Asof International Journal Of Rock Mechanics And Mining Sciences & Geomechanics ...	1992
<a href="#">Analysis Of Landslide At Outside Dumping Area Air Laya Coal Mining Site, Indonesia</a> M Asof, N Gofar, A Rivai Proc. 3rd Intl. Conf. On Geotechnical Engineering, 170-181	2005
<a href="#">Transient Seepage And Slope Stability Analysis For Rainfall-Induced Landslide: A Case Study</a> N Gofar, MI Lee, M Asof	2006

Malaysian Journal Of Civil Engineering 18 (1), 1-13	
<a href="#">Block Model Approach For Analysis Of Rock Bench Stability In Open Pit Mines</a> M Asof, N Gofar Malaysian Journal Of Civil Engineering 22 (1)	2010
<a href="#">Response Of Clay Shale To The Variation Of Moisture Content</a> M Asof, N Gofar	2010
<a href="#">The Study Of Landslide Using Slope Stability Radar Within Failure Ss P4 028 In Pt Newmont, Nusa Tenggara Barat, Indonesia</a> M Asof, Ew Dyah Hastuti, Hi Manuhutu, Y Nasution	2010
<a href="#">Evaluasi Sistem Penirisan Tambang Blok Air Getuk Garuk Pt Danau Mashitam Bengkulu Tengah</a> D Junisa, M Asof, B Bochori Jurnal Ilmu Teknik 2 (3)	2014
<a href="#">Evaluation Of Factors Affecting Ripping Productivity In Open Pit Mining Excavation</a> R Pebrianto, M Asof, Bk Susilo, N Gofar The Electronic Journal Of Geotechnical Engineering Vol 19, 10447-10456	2014
<a href="#">Rancangan Teknis Penambangan Batubara Di Blok Selatan Pt. Dizamatra Powerindo Lahat Sumatera Selatan</a> D Saputra, M Asof, Ew Dh Jurnal Ilmu Teknik 2 (3)	2014
<a href="#">Evaluasi Sistem Penirisan Tambang Di Pit 1 Barat Bangko Barat Pt. Bukit Asam (Persero), Tbk Unit Penambangan Tanjung Enim, Sumatera Selatan</a> A Kurniawan, M Asof, M Mukiat Sriwijaya University	2016

<p><a href="#">Recovery Of H2so4 From Spent Acid Waste Using Bentonite Adsorbent</a></p> <p>M Asof, Sa Rachman, Wa Nurmawi, C Ramayanti</p> <p>Matec Web Of Conferences 101, 02007</p>	2017
<p><a href="#">Optimasi Fasilitas Penanganan Batubara Untuk Memenuhi Target Pemasaran Stockpile 3 Site Banko Barat Pt. Bukit Asam (Persero), Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan</a></p> <p>M Asof</p> <p>Jurnal Pertambangan 1 (4)</p>	2017
<p><a href="#">Studi Korelasi Empiris Parameter Sifat Mekanik Claystone Berdasarkan Uji Kuat Tekan Di Laboratorium Dengan Uji Insitu Standard Penetration Test (Spt) Di Musi Banyuasin</a></p> <p>R Benarivo, M Asof, D Purbasari</p> <p>Sriwijaya University</p>	2018
<p><a href="#">Analisis Geometri Peledakan Pada Lapisan Interburden B2c Untuk Meningkatkan Produktivitas Alat Gali Muat Di Pt. Bukit Asam, Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan</a></p> <p>H Hamdan, M Asof, M Mukiat</p> <p>Sriwijaya University</p>	2018
<p><a href="#">Analisis Karakteristik Char Hasil Gasifikasi Dan Pirolisis Batubara Pt Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan</a></p> <p>Dp Dewantara, M Asof, M Mukiat</p> <p>Sriwijaya University</p>	2018
<p><a href="#">Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Batubara Dipit Sereho Utara Pt Bumi Merapi Energi Kabupaten Lahat</a></p> <p>Dsnc Mayor, M Asof</p> <p>Jurnal Pertambangan 2 (4), 34-43</p>	2018
<p><a href="#">Dampak Peledakan Overburden Terhadap Keselamatan Kerja Di Pit 2 Banko Barat Pt. Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim, Sumatera Selatan</a></p>	2019



W Apriani, M Asof, M Mukiat Sriwijaya University	
<a href="#">Rencana Teknis Penambangan Emas Di Serujan 05 Pt Indo Muro Kencana</a> R Falah, M Asof Jurnal Pertambangan 3 (2), 1-7	2019
<a href="#">Kajian Aplikasi Bottom Air Deck Pada Peledakan Overburden Di Pt Bukit Asam, Tbk</a> R Hidayat, M Asof Jurnal Pertambangan 3 (2), 16-24	2019
<a href="#">Analisis Pengaruh Peledakan Overburden Menggunakan Air Deck Dengan Non Air Deck Terhadap Ground Vibration Di Pit 2 Bangko Barat Pt. Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan</a> Ega Situmorang, M Asof, M Mukiat Sriwijaya University	2019
<a href="#">Implementasi Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Energi Alternatif Pada Peternakan Sapi</a> R Pebrianto, M Asof, H Waristian Prosiding Applicable Innovation Of Engineering And Science Research 2019 ...	2019
<a href="#">Analisis Kemantapan Lereng Berdasarkan Hasil Uji Kuat Geser Dengan Metode Direct Shear Test Di Pit Muara Tiga Besar Utara Pt. Bukit Asam (Persero) Tbk</a> Y Madora, M Asof Jurnal Pertambangan 1 (1)	

**14. Pertemuan Ilmiah yang pernah diikuti antara lain :**

**a. Internasional / Luar Negeri**

NO	NAMA	TEMPAT	THN	PENYELENGGARA	PERANAN
1	International conference on jointed & faulted rock	Wina Austria	1990	University of Wiena	Pembicara
2	International seminar on rock mechanics	Nancy-France	1990	Ecole de Mines de Nancy Lorraine	Peserta
3	Seminar of geoscience	Paris-France	1990	Ecole de Mines-Paris	Peserta
4	Science Communication Forum	Paris-France	1991	PPI-II Nancy Prancis	Pembicara
5	Seminar of Research Policy in Indonesia	Paris-France	1991	KBRI-Paris	Peserta
6	HEDS Seminar on Science & Technology 1996	Medan	1996	HEDS JICA USU	Reviewer
7	International seminar on the geology and evaluation of kuroko & rare-earth mineral	Bandung	1996	JICA-DIRJEND SDM	Peserta
8	APEC Seminar on industry technology education	Jakarta	1996	DEPERINDAG RI	Peserta
9	International DAAD seminar on engineering sciences in Indonesia "between university and industry"	Bandung	1997	DAAD-JERMAN-ITB	Peserta
10	Indonesian Petroleum Association Convension (24 <sup>th</sup> )	JCC Jakarta	1995	PERTAMINA & IPA	Peserta
11	Indonesian Petroleum Association Convension (25 <sup>th</sup> )	JCC Jakarta	1996	PERTAMINA & IPA	Peserta

12	Indonesian Petroleum Association Convension (26 <sup>th</sup> )	JCC Jakarta	1997	PERTAMINA & IPA	Peserta
13	Indonesian Petroleum Association Convension (27 <sup>th</sup> )	JCC Jakarta	1999	PERTAMINA & IPA	Peserta
14	International Conference of coal – tech 2000	Jakarta	2000	ICS	Peserta
15	Indonesian Petroleum Association Convension (29 <sup>th</sup> )	JCC Jakarta	2002	PERTAMINA & IPA	Peserta
16	Coal Liquefaction Semin.	Jakarta	2002	BPPT - Japan	Peserta
17	International Conference of Geoscience	Jakarta	2004	I P A	Peserta
18	International Conference of Geoscience	Semarang	2005	Univ. Diponegoro & HATI & Geoteknik	Pembicara
19	The 4 <sup>th</sup> International Conference on Disaster Prevention and Rehabilitation	Semarang	2007	Univ. Diponegoro & Dept. PU RI & SIMSG / ISSMGE	Peserta
20	International Conference on Geotechnical & Highway Engineering (GEOTROPIKA 2008), Kuala LumpurMalaysia	Kuala Lumpur	2008	University of TechnologyMalaysia and SPACEUTM	Pembicara
21	International Conference on Geotechnical & Highway Engineering (GEOTROPIKA 2008), Kuala LumpurMalaysia	Kuala Lumpur	2008	University of TechnologyMalaysia and SPACEUTM	Pembicara
22	Characteristics Analysis of Char Resulted from Low Rank Coal Gasification	Phuket, Thailand, October 18-21, 2019.	2019	International Conference-Sustainable	Pembicara

				Agriculture, Food and Energy (SAFE2019)	
--	--	--	--	---	--

**b. Nasional / Dalam Negeri**

NO	NAMA	TEMPAT	THN	PENYELENGGARA	PERANAN
1	Seminar Penelitian HEDS JICA (SDPF)	Padang	1993	HEDS-JICA-UNAND	Pembicara
2	Seminar penelitian HEDS JICA (SDPF)	Batan	1994	HEDS-JICA-UNSRI	Pembicara
3	Seminar penelitian HEDS JICA (SDPF)	Medan	1995	HEDS JICA USU	Pembicara
4	HEDS Seminar on Science & Technology 1996	Medan	1996	HEDS JICA USU	Reviewer
5	Semin. Pemanfaatan data geologi dan SDM untuk perencanaan pembangunan dan pengembangan wilayah	Jakarta	1995	DIRJEN GEOLOGI DAN SDM	Peserta
6	International seminar on the geology and evaluation of kuroko & rare-earth mineral	Bandung	1996	JICA-DIRJEND SDM	Peserta
7	Penataran dan Lokakarya "Total Quality Management (TQM)" Seluruh Dosen Univers. Sriwijaya	Palembang	1996 & 1997	UNIVERSITAS SRIWIJAYA	Instruktur

8	APEC Seminar on industry technology education	Jakarta	1996	DEPERINDAG RI	Peserta
9	Seminar nasional hasil-hasil penelitian perguruan tinggi di Indonesia	Sawangan	1995	DIRJEN DIKTI	Pembicara
10	Seminar besar pertambangan di Indonesia	Jakarta	1994	DIRJEN PERTAMB. UMUM	Peserta
11	Seminar potensi cadangan batubara Sumatera Tengah	Jakarta	1995	DIR.BATU BARA & BELGIA	Peserta
12	Sarasehan atau tanggam Perhapi : "Link & Match"	Bandung	1995	PERHAPI & ITB	Peserta
13	Konferensi Kelanjutan Project HEDS-JICA di Indonesia	Brestagi	1995	HEDS-JICA	Peserta
14	Seminar Pertambangan	Palembang	1993	PERMATA UNSRI	Pembicara
15	Seminar kurikulum nasional PT Teknologi Indonesia	Bandung	1995	KONSORSIUM TEKNOLOGI	Peserta
16	Seminar lingkungan hidup menyongsong abad 21	Jakarta	1997	PERHAPI DAN DIRJEN P.U	Peserta
17	Seminar Teknologi Batubara	Palembang	1998	LP. UNSRI	Moderator / Peserta
18	Seminar 56 <sup>th</sup> Perguruan tinggi Pertambangan Indonesia	Bandung	1999	ITB	Peserta
19	Seminar Pertambangan Nasional	Jakarta	1998	PERHAPI	Peserta
20	Lokakarya Penulisan dan Publikasi Artikel Ilmiah	Jakarta	1999	Dirjen DIKTI DEPDIKBUD	Peserta

21	Penataran Penulisan Ilmiah pada Majalah Terakreditasi bagi dosen PTS	Palembang	2000	KOPERTIS WIL. II	Instruktur
22	Seminar nasional Coal-Geology	Bandung	2000	IAGI-ITB	Peserta
23	Seminar pemanfaatan "Low Rank coal"	Jakarta	2000	Direktorat Batubara	Peserta
24	Seminar "Link and Match" PT Pertambangan & Industri (Sarasehan Tanggam III)	Jakarta	2000	PERHAPI & UNIV. TRISAKTI	Peserta
25	Penataran dan Lokakarya HaKI	Semarang	2000	UNDIP dan DEPDIKNAS	Peserta
26	Penataran dan Lokakarya Hak Kekayaan Intelektual	Bandung	2001	Departemen Pendidikan Nasional	Peserta
27	Seminar Ilmiah tahunan Geoteknik V	Bandung	2001	HATTI JABAR	Peserta
28	Pelatihan / Kursus AMDAL Type A	Palembang	2001	UNSRI dan BAPEDALDA KOTA	Peserta
29	Kursus AMDAL Type A Bagi Industri	Palembang	2002	BAPEDALDA KOTA	Instruktur
30	Kursus AMDAL Type A Bagi Industri & PEMDA	Bangka	2002	Bapedalda Bangka-Beltung	Instruktur
31	Seminar & Mubes III IKATBANG UNSRI	Palembang	2002	IKATBANG UNSRI	Peserta
32	Pelatihan Metodologi Penelitian Tingkat Dasar	Palembang	2002	LP. UNSRI	Instruktur
33	Pelatihan Penyusunan Proposal Penelitian	Palembang	2002	LP. UNSRI	Instruktur

34	Forum Diskusi Kebijakan Ekonomi Moneter dan Perbankan	Palembang	2002	FE UNSRI dan BANK INDONESIA	Peserta
35	Seminar Nasional dan Forum Pertemuan Ilmiah Ahli Pertamb. Indonesia	Palembang	2004	PERHAPI & Jurusan Teknik Pertambangan UNSRI	Peserta
36	Seminar Nasional Corporate Social Responsibility	Palembang	2005	PPS UNSRI dan YLBHI JAKARTA	Peserta
37	Seminar Nasional Temu Profesi Tahunan XVII Perhimpunan Ahli Pertambangan Indonesia (TPT PERHAPI) XVII	Palembang	2008	Kerjasama PERHAPI Pusat & Daerah Sumatera Selatan	Pembicara

**Palembang, Maret 2020**

**Dr. Ir. H. Marwan Asof, Dipl.Ing., DEA**

**NIP. 195811111985031007**

