SKRIPSI

ANALISIS EKSTRAKSI DAN KARAKTERISTIK MINERAL SILIKA DARI LIMBAH PADAT *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH* HASIL PEMBAKARAN BATUBARA MENGGUNAKAN METODE ASAM KOH DAN H_2SO_4

OLEH

RIFKI ANDRIANSYAH AKRAM
03021281621119

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS EKSTRAKSI DAN KARAKTERISTIK MINERAL SILIKA DARI LIMBAH PADAT *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH* HASIL PEMBAKARAN BATUBARA MENGGUNAKAN METODE ASAM KOH DAN H_2SO_4

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

RIFKI ANDRIANSYAH AKRAM
03021281621119

Inderalaya, 2020

Pembimbing I

Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA.
NIP. 195811111985031007

Pembimbing II

Ir. Mukiat, MS.
NIP.195811221986021002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T.
NIP. 196902091997032001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rifki Andriansyah Akram

NIM : 03021281621119

Judul : "Analisis Ekstraksi dan Karakterisasi Mineral Silika dari Limbah Padat *Fly Ash* dan *Bottom Ash* Hasil Pembakaran Batubara Menggunakan Metode Asam KOH dan H_2SO_4"

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Agustus 2020

RIFKI ANDRIANSYAH AKRAM
NIM.03021281621119

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rifki Andriansyah Akram

NIM : 03021281621119

Judul : "Analisis Ekstraksi dan Karakterisasi Mineral Silika dari Limbah Padat *Fly Ash* dan *Bottom Ash* Hasil Pembakaran Batubara Menggunakan Metode Asam KOH dan H_2SO_4"

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Agustus 2020

METERAI TEMPEL
TGL. 20
CB0E5AHF597802567
6000
ENAM RIBU RUPIAH

RIFKI ANDRIANSYAH AKRAM
NIM.03021281621119

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan atas kehadirat Allah SWT atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dan dapat disusun menjadi laporan tugas akhir dengan judul Analisis Ekstraksi dan Karakteristik Mineral Silika dari Limbah Padat *Fly Ash* dan *Bottom Ash* Hasil Pembakaran Batubara Menggunakan Metode Asam KOH dan H_2SO_4, yang dilaksanakan pada tanggal 09 September 2019 sampai 13 Desember 2019. Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada bapak Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA. dan Bapak Ir. Mukiat, M.S. selaku pembimbing pertama dan pembimbing kedua yang telah banyak membimbing dalam penyusunan skripsi ini. Terimakasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir dan penyusunan skripsi ini, antara lain:

1. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T. dan Bochori, S.T., M.T. selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Eva Oktarina Sari, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik.
4. Dosen-dosen dan karyawan administrasi Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan dan membantu selama proses penelitian Tugas Akhir.

Penyelesaian Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun diharapkan guna perbaikan nantinya. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi semua pihak, khususnya bagi Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Sampul i
Halaman Pengesahan ii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi iii
Halaman Pernyataan Integritas iv
Riwayat Penulis v
Halaman Persembahan vi
Kata Pengantar vii
Ringkasan viii
Summary x
Daftar Isi xii
Daftar Gambar xiv
Daftar Tabel xv
Daftar Lampiran xvi

BAB 1. PENDAHULUAN
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 3
1.3. Ruang Lingkup Penelitian 3
1.4. Tujuan Penelitian 3
1.5. Manfaat Penelitian 4

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA
2.1. Penelitian Terdahulu 5
2.2. Karakteristik *Fly Ash* dan *Bottom Ash* 8
2.2.1. *Fly Ash* 8
2.2.2. *Bottom Ash* 11
2.2.3. Silika 13
2.2.4. Kajian Pengelolaan Limbah menurut Peraturan 17
2.3. Karakteristik *X-Ray Fluorescence (XRF)* 18

BAB 3. METODE PENELITIAN
3.1. Metodologi Penelitian 25
3.1.1. Waktu dan Tempat Penelitian 25
3.1.2. Alat dan Bahan 25
3.2. Tahapan Ekstraksi Mineral Silika dari Limbah Padat *Fly Ash* dan *Bottom Ash* 26
3.2.1. Preparasi Sampel Limbah Padat *Fly Ash, Bottom Ash* dan Pembuatan Larutan Asam dan Basa 27
3.2.2. Pencucian Limbah Padat *Fly Ash* dan *Bottom Ash* 29
3.2.3. Pengovenan Hasil Pencucian 29
3.2.4. Pembuatan Filtrat 30

3.2.5. Ekstraksi Mineral Silika Menggunakan Larutan Asam 32
3.2.6. Tahap Akhir Ekstraksi Mineral Silika 33
3.3. Metode Pengumpulan Data 36

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1. Proses Ekstraksi Mineral Silika 41
4.1.1. Analisis Ekstraksi Mineral Silika dari Limbah Padat *Fly Ash*..... 41
4.1.2. Analisis Ekstraksi Mineral Silika dari Limbah Padat *Bottom Ash*... 46
4.2. Analisis Hasil XRF *(X-Ray Fluorescence)* Mineral Silika dari Limbah Padat *Fly Ash* dan *Bottom Ash* 50
4.2.1. Analisis Hasil XRF (*X-Ray Fluorescence)* Limbah Padat Batubara *Fly Ash* 51
4.2.2. Analisis Hasil XRF (*X-Ray Fluorescence)* Limbah Padat Batubara *Bottom Ash* 52

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN
5.1. Kesimpulan..... 56
5.2. Saran 57

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Halaman

2.1. Prinsip Kerja XRF 20
2.2. Terbentuknya K-alpha dan K-beta..... 21
2.3. Prinsip kerja alat *X-Ray Fluoresence* (XRF)..... 22
2.4. Kandungan Unsur-Unsur pada Tingkat Energi Tertentu 23
3.1. Pengambilan Limbah Padat untuk Ditimbang..... 27
3.2. Pembuatan Larutan Basa KOH 28
3.3. Pembuatan Larutan Asam H_2SO_4 pada Lemari Asam..... 28
3.4. Proses Pencucian Limbah Padat *Fly Ash* dan *Bottom Ash*..... 29
3.5. Proses Pengovenan Hasil Pencucian Sampel 30
3.6. Proses Penyaringan Sampel 30
3.7. Sampel Setelah dilakukan Pengovenan 31
3.8. Sampel dicampurkan dengan Larutan Basa untuk diambil Filtratnya..... 31
3.9. Proses Penyaringan Filtrat..... 32
3.10. Hasil Filtrat yang didapat 32
3.11. Penetesan Larutan Asam H_2SO_4 ke dalam Filtrat 33
3.12. Penyaringan Hasil Silika yang didapat setelah Penetesan 34
3.13. Hasil Silika untuk dilakukan Pengovenan 34
3.14. Silika dimasukkan ke dalam Oven 35
3.15. Silika setelah Pengovenan..... 35
3.16. Silika yang didapat diukur Beratnya..... 36
3.17. Tahapan Metode Penelitian..... 38
4.1. Grafik Hasil Silika sebelum Pencucian *(Fly Ash)* 45
4.2. Grafik Hasil Silika setelah Pencucian *(Fly Ash)* 45
4.3. Grafik *Recovery* Silika dari Limbah Padat *Fly Ash*..... 46
4.4. Grafik Hasil Silika Sebelum Pencucian *(Bottom Ash)*..... 48
4.5. Grafik Hasil Silika setelah Pencucian *(Bottom Ash)* 49
4.6. Grafik *Recovery* Silika dari Limbah Padat *Bottom Ash*..... 49
4.7. Grafik Perbandingan Mineral Oksida Analisis XRF Sampel dan Hasil Ekstraksi pada Sampel *Fly Ash* 54
4.8. Grafik Perbandingan Mineral Oksida Analisis XRF Sampel dan Hasil Ekstraksi pada Sampel *Bottom Ash* 55

DAFTAR TABEL

Halaman

2.1. Komposisi dan Klasifikasi *Fly Ash*..... 5
2.2. Sifat Fisik *Bottom Ash* 9
4.1. Daftar Hasil Pengolahan Data Menggunakan Metode Asam Basa 40
4.2. Data Mineral Silika Hasil Ekstraksi Sebelum Pencucian (dalam Gram)..... 44
4.3. Data Mineral Silika Hasil Ekstraksi Setelah Pencucian (dalam Gram)..... 44
4.4. Data Mineral Silika Hasil Ekstraksi Sebelum Pencucian (dalam Gram)..... 47
4.5. Data Mineral Silika Hasil Ekstraksi Setelah Pencucian (dalam Gram)..... 47
4.6. Hasil Analisis XRF Sampel Limbah Padat *Fly Ash* 51
4.7. Hasil Analisis XRF Mineral Silika Limbah Padat *Fly Ash*..... 52
4.8. Hasil Analisis XRF Sampel Limbah Padat *Bottom Ash* 53
4.9. Hasil Analisis XRF Mineral Silika Limbah Padat Bottom *Ash* 53

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

A. Komposisi kandungan mineral *fly ash* dan *bottom ash* dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) PT BEST 61
B. Hasil Analisis XRF pada Sampel Penelitian *Bottom Ash* 62
C. Hasil Analisis XRF pada Mineral Silika dari Limbah Padat *Bottom Ash*.... 63
D. Hasil Analisis XRF pada Sampel Penelitian *Fly Ash* 64
E. Hasil Analisis XRF pada Mineral Silika dari Limbah Padat *Fly Ash*..... 65

ANALISIS EKSTRAKSI DAN KARAKTERISTIK MINERAL SILIKA DARI LIMBAH PADAT FLY ASH DAN BOTTOM ASH HASIL PEMBAKARAN BATUBARA MENGGUNAKAN METODE ASAM KOH DAN H_2SO_4

RA. Akram [1], M. Asof [2], Mukiat [3]
Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32, Indralaya, Sumatera Selatan, 30662, Indonesia
Telp/fax: (0711) 850137 ; E-mail: rifkiandriansyahakram@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan batubara sebagai sumber energi menjadi pilihan bagi sebagian pengusaha khususnya sebagai bahan bakar PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) dengan alasan lebih menghemat biaya operasional dan ketersediaannya di alam Indonesia masih sangat melimpah. Oleh karena itu perlu dicoba untuk mengangkat masalah *fly ash* ini sehingga sifat-sifat fisik dan mekanik yang ada pada *fly ash* dapat dimanfaatkan untuk keperluan dunia industri. Mengingat begitu banyak manfaat dari silika maka dilakukan ekstraksi silika dari limbah padat *fly ash* dan *bottom ash* menggunakan metode asam berupa zat KOH dan H_2SO_4 dengan konsentrasi yang berbeda beda. Dalam penelitian digunakan metode ektrasksi menggunakan larutan cair asam dan basa atau biasa disebut hidrometalurgi, variabel pembeda dari setiap larutan adalan konsentrasinya, KOH menggunakan konsentrasi yang tetap yaitu 3M sedangkan untuk H_2SO_4 menggunakan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu 4N, 6N, 8N, dan 10N. recovery silika sesuai konsentrasi yang digunakan adalah 77%, 86%, 14%, dan 20%. Recovery silika untuk *bottom ash* nya yaitu sebesar 48%, 24%, 20%, dan 12% masing-masing. Analisis hasil XRF menunjukkan bahwa mineral oksida yang banyak terkandung dalam sampel penelitian *fly ash* dan *bottom ash* adalah Magnesium Oksida (MgO), Fosforus Pentoksida (P_2O_5), Sulfur Trioksida (SO_3), Kalsium Oksida (CaO), dan Hematit (Fe_2O_3), Aluminium Oksida (Al_2O_3), dan Mineral Silika (SiO_2). Sedangkan unsur yang terkandung dalam sampel penelitian adalah Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, dan Fe. *Recovery* mineral silika yang tertinggi adalah pada sampel *fly ash* dengan besar 91,86%. Sedangkan pada sampel *bottom ash* adalah sebesar 74,89%.

Kata kunci: silika, *fly ash*, *bottom ash*, XRF

Pembimbing I

Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA.
NIP. 195811111985031007

Pembimbing II

Ir. Mukiat, MS.
NIP.195811221986021002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T.
NIP. 196902091997032001

ABSTRACT

The use of coal as an energy source is a choice for some entrepreneurs especially in steam powered power plant, because its more cost effective in operations and the source of coal in Indonesia is still abundant. Because a lot of benefits from fly ash and bottom ash extraction is made with acid method KOH and H_2SO_4 with different concentration for each solution. Hydrometallurgy used in this research, variable differential are used in each solution, alkali solution use one concentration 3M and acid solution use four concentration 4N, 6N, 8N, and 10N. The recovery of silica are 77%, 86%, 14%, and 20% for each concentration. The recovery of silica from bottom ash are 48%, 24%, 20%, dan 12% for each concentration. The result of XRF analysis show the most oxide mineral and elements contain in silica mineral from solid waste extraction are Potassium Oxide (K_2O), Aluminum Oxide (Al_2O_3), Silica (Si_2O), Al, Si, and K. While the most oxide mineral and elements contain in sample of research are Magnesia Oxide (MgO), Phosphorus Pentaoxide (P_2O_5), Sulphur Trioxide (SO_3), Calsium Oxide (CaO), Hematite (Fe_2O_3), Aluminum Oxide (Al_2O_3), Silica (Si_2O), Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, and Fe. Mineral recovery from fly ash sample is 91,86% and from bottom ash sample is 74,89%.

Keywords: silica, fly ash, bottom ash, XRF

Pembimbing I

Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA.
NIP. 195811111985031007

Pembimbing II

Ir. Mukiat, MS.
NIP.195811221986021002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T.
NIP. 196902091997032001

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kenaikan bahan bakar minyak telah mendorong banyak industri beralih ke batubara sebagai sumber energi. Salah satu contoh industri yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar adalah PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap). Penggunaan batubara sebagai sumber energi menjadi pilihan yang paling diminati oleh para pengusaha dengan alasan lebih menghemat biaya operasional dan ketersediaannya di Indonesia juga cukup melimpah. Sisa hasil pembakaran batubara akan menghasilkan limbah yang salah satunya berupa abu batubara *fly ash* (abu terbang) dan *bottom ash* (abu dasar) (Kartika, 2010). *Fly ash* dan *bottom ash* merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada pembangkit tenaga listrik. Pada masa lampau, *fly ash* diperoleh dari produksi pembakaran batubara secara sederhana, dengan corong gas dan menyebar ke atmosfer. Hal ini menimbulkan masalah lingkungan dan kesehatan, karena *fly ash* hasil dari tempat pembakaran batubara dibuang sebagai timbunan. *Fly ash* dan *bottom ash* ini terdapat dalam jumlah yang cukup besar, sehingga memerlukan pengelolaan agar tidak menimbulkan masalah lingkungan, seperti pencemaran udara, atau perairan, dan penurunan kualitas ekosistem.

Fly ash atau abu terbang merupakan sisa-sisa pembakaran batubara yang pada umumnya dihasilkan oleh pabrik dan PLTU. *Fly ash* berbentuk bubuk yang halus. *Fly ash* merupakan material dengan sifat pozzolanik yang baik. Kandungan *fly ash* sebagian besar terdiri dari oksida-oksida silika (SiO_2), aluminium (Al_2O_3), besi (Fe_2O_3), dan kalsium (CaO), serta potasium, sodium, titanium, dan sulfur dalam jumlah sedikit (Nugraha dan Antoni, 2007). *Bottom ash*, sama halnya dengan *fly ash* merupakan hasil sisa pembakaran batubara di boiler Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Ukuran *bottom ash* lebih besar dari *fly ash*, sehingga *bottom ash* jatuh ke dasar tungku pembakaran. Penampilan fisik *bottom ash* mirip dengan pasir sungai alami, dan gradasinya bervariasi seperti pasir halus dan pasir kasar. Ukuran butiran *bottom ash* membuat para peneliti tertarik untuk

menggunakannya sebagai bahan pengganti dalam produksi beton (Singh dan Siddique, 2015).

PLTU merupakan penyumbang terbanyak produksi limbah *fly ash* maupun *bottom ash* karena penggunaan batubara sebagai bahan bakar utamanya. Walaupun bisa dikatakan sebagai pembangkit yang ramah lingkungan karena seluruh hasil sisa pembakaran berupa abu terbang dapat ditangkap sehingga tidak terjadi pencemaran udara. Namun abu terbang yang tertangkap tetap menjadi limbah yang dapat membahayakan mahluk hidup disekitarnya karena dengan terus berlangsungnya kegiatan produksi maka abu terbang yang tertangkap akan terus bertambah bila tidak dilakukan pemanfaatan limbah abu terbang tersebut maka jumlah yang menumpuk akan bertambah banyak sehingga menimbulkan masalah bagi lingkungan. Dengan cadangan batubara yang masih cukup banyak diperkirakan penggunaanya untuk PLTU akan terus berlangsung bahkan kemungkinan adanya penambahan PLTU dengan menggunakan energi batubara. Hal ini akan meningkatkan jumlah abu hasil pembakaran batubara atau *fly ash*. Apabila limbah ini tidak dimanfaatkan secara benar akan sangat banyak merugikan bagi lingkungan dan manusia pada khususnya. Banyaknya industri yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar meninggalkan sejumlah permasalahan serius karena fly ash yang dihasilkan mengandung logam-logam berat yang signifikan jumlahnya. Pelepasan abu sisa pembakaran baik berupa fly ash maupun bottom ash akan berdampak buruk bagi lingkungan sehingga perlu adanya penanganan khusus untuk mengatasi dampak tersebut salah satunya dengan memanfaatkan limbah menjadi material baru yang mempunyai nilai ekonomis (Suprapto, 2009). Berdasarkan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) kebutuhan batubara terus meningkat dapat dilihat bahwa pada tahun 2018 kebutuhan batubara untuk PLTU sebanyak 91,1 juta ton.

Seiring berkembangnya teknologi terutama di bidang ilmu material, saat ini *fly ash* mulai mendapat perhatian lebih dari kalangan peneliti. Sebagai contoh, saat ini material *fly ash* mulai digunakan sebagai campuran komposisi semen, cat, karet dan bahan bahan kaca. Namun penggunaannya belum maksimal. Oleh karena itu perlu dicoba untuk mengangkat masalah *fly ash* ini sehingga sifat-sifat fisik dan mekanik yang ada pada *fly ash* dapat dimanfaatkan untuk keperluan

dunia industri. Walaupun *fly ash* adalah material limbah, namun bahan ini masih mempunyai nilai ekonomis yang menguntungkan bagi kehidupan, yaitu dengan menggunakannya sebagai campuran atau bahan penguat komposit. Komposit adalah material yang dibuat dengan penggabungan dua atau lebih bahan penyusun yang berbeda dalam bentuk dan komposisi bahannya, masing-masing dari bahan tidak larut satu sama lain. Tujuan dari penggabungan ini adalah untuk memperbaiki sifat-sifat dasar dari bahan penyusunnya.

Mengingat begitu banyak manfaat dari silika maka dilakukan ekstraksi silika dari limbah padat *fly ash* dan *bottom ash* menggunakan metode asam berupa zat KOH dan H_2SO_4 dengan konsentrasi yang berbeda beda untuk mendapatkan hasil yang optimal.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana proses ekstraksi mineral silika dan analisis pengaruh konsentrasi KOH dan H_2SO_4 dari limbah padat *fly ash* dan *bottom ash* batubara?
2. Bagaimana analisis karakteristik mineral silika hasil ekstraksi dari limbah padat *fly ash* dan *bottom ash* batubara?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian tugas akhir ini hanya membatasi pada proses ekstraksi limbah padat *fly ash* dan *bottom ash* batubara menggunakan larutan-larutan dengan konsentrasi yang berbeda yang diharapkan dapat menghasilkan silika yang akan diuji karakteristiknya berupa analisis *X-Ray Fluorescence (XRF*).

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis proses ekstraksi mineral silika dari limbah padat *fly ash* dan *bottom ash* batubara dan menganalisis pengaruh konsentrasi KOH dan H_2SO_4 pada limbah padat *fly ash* dan *bottom ash* batubara.

2. Menganalisis karakteristik mineral silika hasil ekstraksi dari limbah padat *fly ash* dan *bottom ash* batubara menggunakan alat XRF.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan bagi perusahaan untuk menanggulangi penumpukan limbah padat *fly ash* dan *bottom ash*.
2. Sebagai referensi bagi ilmu pengetahuan dibidang pemanfaatan limbah padat *fly ash* dan *bottom ash.*

DAFTAR PUSTAKA

A costa, Dafi . (2009). Pemanfaatan Fly Ash (abu terbang) Dari Pembakaran Batubara Pada PLTU Suralaya Sebagai Bahan Baku Pembuatan Reftraktori Cor. *Jurnal teknologi mineral dan batubara*.

Cotton dan Wilkinson. (1989). *Kimia Anorganik Dasar. Terjemahan Sahati Sunarto dari Basic Inorganic Chemistry (1976)*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia Press.

Fitri, I. (2016). *Analisis Kandungan Mineral Logam Singkapan Batuan Dikawasan Pertambangan Mangan Desa Kumbewaha Kecamatan Siotapina Kabupaten Buton Dengan Menggunakan Metode XRF*. Skripsi, Fakultas Teknik: Universitas Haluoleo Kendari.

Gosseau, D. (2009). *Introduction To Xrf Spectroscopy*. Diakses dari http://users.skynet.be/. Pada tanggal 11 Maret 2020 jam 21.15 WIB.

Harjiono, D. 2006. Fly Ash Dan Pemanfaatanya. Seminar Nasional Batubara Indonesia. Yogyakarta. UGM.

Jamaluddin, dkk. 2016. ANALISIS KANDUNGAN LOGAM OKSIDA MENGGUNAKAN METODE XRF *(X-RAY FLOURESCENCE. Jurnal Geofisika FMIPA Universitas Hasanuddin.* Diakses dari http:// repository.unhas.ac.id/ handle/ 123456789/17783. Pada tanggal 11 Maret 2020 jam 20.30 WIB.

Kartika, Siska Ela. 2010. *Modifikasi Limbah Fly Ash sebagai Adsorben Zat Warna Tekstil Congo Red yang Ramah Lingkungan dalam Upaya Mengatasi Pencemaran Industri Batik Di Surakarta*. Surakarta : Penerbit Universitas Sebelas Maret.

Keenan,C.W.,Kleinfelter,D.C.,dan Wood,J.H. 1992. *Ilmu Kimia Untuk Universitas. Edisi keenam. Jilid 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Koesnadi, Heri. 2008. Fly Ash. http://heri-mylife.blogspot.com/2008/06/ fly ash. html.

Kurniati, Ely. 2009. *Ekstraksi Silica White Powder dari Limbah Padat Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Dieng*. Surabaya : Penerbit UPN Press.

Marinda, P, 2008. Kumpulan Artikel Abu Terbang Batubara, http//www.pu.go.id.

Marzuki, P.F. 2000. Potensi Semen Alternative Dengan Bahan Dasar Kapur Padalarang Dan Fly Ash Suralaya Untuk Konstruksi Rumah Sederhana. Seminar Sustainability Dalam Bidang Material, Rekayasa Dan Konstruksi Beton.

Masrukan, & Rosika. (2008). PERBANDINGAN HASIL ANALISIS BAHAN BAKAR U-ZR DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK XRF DAN SSA. *Jurnal BATAN*. (Volume 14 nomor 1 tahun 2008). Hlm 3.

Mujiyanti, Nuryono, Kunarti. 2010. Sintesis dan karakterisasi Silika Gel dari Abu Sekam Padi yang diimobilisasi dengan 3-(Trimetoksisilil)-1-propantiol. *Jurnal Sains* vol.4 no.2 (150-167).

Nugraha, P. & Antoni 2007. Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi. Yogyakarta.

Panalytical, B. V. 2009. *X-ray Fluorescence Spectrometry*. Diakses dari http://www.panalytical.com/index. Pada tanggal 11 Maret 2020 jam 21.00 WIB.

Pemerintah Indonesia. 2014. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Jakarta: Sekretariat Negara

Pemerintah Indonesia. 2020. Undang-undang Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara. Jakarta: Sekretariat Negara

Prahasto, Tony dan Sugiyanto. 2007. Efek Penggunaan Fly Ash sebagai Bahan Cetakan Pada Proses Pengecoran Besi Ditinjau Dari Kekerasan dan Struktur Mikro. (Skripsi). Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro.

Rilham, Dimas. 2012. Pengaruh Aplikasi Fly Ash Bentuk Pelet Perekat yang Diaktivasi Fisik terhadap prestasi Mesin Dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Bensin 4-Langkah. (Skripsi). Jurusan Teknik Mesin – Universitas Lampung.

Singh, M., & Siddique, R. 2015. Effect of Coal Bottom Ash as Partial Replacement of Sand on Workability and Strength Properties of Concrete. Journal of Cleaner Production, 1–11. doi:10.1016/j.jclepro.2015.08.001

Sumantry, T. (2002). APLIKASI XRF UNTUK IDENTIFIKASI LEMPUNG PADA KEGIATAN PENYIMPANAN LESTARI LIMBAH RADIOAKTIF. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah VII*. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN. ISSN 14106086

Suprapto, Slamet. 2009. Penanganan limbah pembakaran batubara pada pabrik tekstil. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, volume 5, volume 14, 19-31

Tucker, M. & Hardy R. (1991). *Techniques In Sedimentology*. Edited By Maurice Tucker. Blackwell Scientific Pub: London.

Waller, Fred H., 1993 *Use of Waste Materials in Hot Mix Asphalt*., ASTM, Philadelpia,.

Wardani, 2008. Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) Untuk Stabilisasi Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.

Wibawa, Indra. 2012. *Ekstraksi Cair-Cair*. Lampung: Teknik Kimia Universitas Lampung

Wilson I D, Michael C, Colin F P, Edward R A. 2000. Encyclopedia of Separation Science. *Academic Press*. 118-119.