

ANALISIS KADAR BIJIH BESI HASIL PENAMBANGAN PADA LOKASI
BEKAS TAMBANG ILEGAL WILAYAH TANJUNG
KECAMATAN BONTOCANI



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna
memperoleh gelar Diploma Tiga (D3) pada
Politeknik Negeri Ujung Pandang

A.M.AKRAM ARIEF	33117505
MUHAMMAD AWAL	33117516

PROG STUDI D3 TEKNIK KIMIA MINERAL
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2020

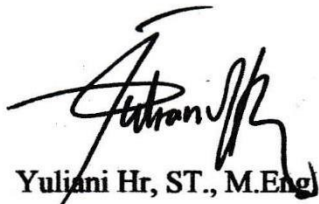
HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir dengan judul “Analisis Kadar Biji Besi Hasil Penambangan Pada Lokasi Bekas Tambang Ilegal Wilayah Tanjung Kecamatan Bontocani” oleh A.M.Akram Arief NIM 331 17 505 dan Muhammad Awal NIM 331 17 516 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Tiga Pada Jurusan Teknik Kimia Program studi Teknik Kimia Mineral Politeknik Negeri Ujung Pndang.

Makassar, 9 September 2020

Menyetujui,

Pembimbing I



Yuliani Hr, ST., M.Eng
NIP. 19730409200312 2 002

Pembimbing II



Ir. Hastami Murdiningsih, M.T
NIP. 19600606198803 2 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Drs. Herman Banggalino, M.T.
NIP. 19610831199003 1 002

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, tanggal 9 September 2020, Panitia Ujian Tugas Akhir menerima dengan baik Laporan Tugas Akhir oleh mahasiswa A.M.Akram Arief NIM 331 17 505 dan Muhammad Awal NIM 331 17 516 dengan judul "Analisis Kadar Biji Besi Hasil Penambangan Pada Lokasi Bekas Tambang Ilegal Wilayah Tanjung Kecamatan Bontocani"

Makassar, 9 September 2020

Tim Penguji Seminar Proposal Tugas Akhir

1. Octovianus S.R Pasanda, S.T.,M.T.
NIP. 19651005199303 1 001

Ketua

(.....)

2. Rahmia Sjafruddin, S.T., M.Eng.
NIP. 19760205200604 2 001

Sekretaris

(.....)

3. Dr. Nurbaeti, S.Agi., M.PD.I.
NIP. 19730610201012 2 002

Anggota

(.....)

4. Muhammad Yusuf, STP., M.Si.
NIP. 19831107200912 1 003

Anggota

(.....)

5. Yuliani HR, S.T., M.Eng.
NIP. 19730409200312 2 002

Pembimbing I

(.....)

6. Ir. Hastami Murdiningsih, M.T.
NIP. 19600606198803 2 002

Pembimbing II

(.....)

RINGKASAN

Analisis Kadar Bijih Besi Hasil Penambangan Pada Lokasi Bekas Tambang Ilegal wilayah Tanjung Kecamatan Bontocani (Pembimbing I : Yuliani HR, S.T., M.eng., Pembimbing II : Ir. Hastami Murdiningsih, M.T.)

Kabupaten Bone memiliki sumber daya alam yang melimpah, termasuk didalamnya kandungan mineral. Tetapi kekayaan alam tersebut justru banyak yang dieksplotasi secara ilegal. Salah satu lokasi tambang potensial bijih besi berada di desa Langi, dusun Pakke, kecamatan Bontocani, kabupaten Bone. Data tahun 2013 tentang potensi pertambangan di Kabupaten Bone wilayah kecamatan Bontocani memiliki potensi sumber daya Bijih besi hematit dan magnetit sebesar 116.682.200 ton. Namun, wilayah tambang tersebut kini tidak lagi beroperasi dikarenakan terdapat indikasi ilegal akibat terkendala dalam izin administrasi

Penelitian bertujuan untuk menentukan kadar dan persentase bijih besi hasil penambangan ilegal pada lokasi bekas tambang wilayah Tanjung Kecamatan Bontocani. dengan pengambilan sampel secara langsung melalui mekanisme pengelompokan sampel berdasarkan karakteristik sampel seperti kedalaman, kemiringan serta area sebaran bekas hasil galian tambang bijih besi. Selanjutnya diperoleh tiga sampel berdasarkan karakteristik tersebut, yakni 1M, 2M dan Core. Kemudian dilakukan proses analisis mendalam dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) untuk penentuan kadar besi dan Metode XRF guna menentukan persentase komposisi besi pada sampel Core, penggunaan kedua metode tersebut didasarkan pada SNI 06-6989.4-2004 serta penyesuaian dengan fase sampel yang berupa padatan.

Analisa kadar Fe sampel dilakukan dengan mekanisme AAS pada panjang gelombang 248,33 nm dengan nilai konsentrasi hasil analisis sampel secara berturut 1M, 2M dan Core adalah 20,11 ppm, 14,29 ppm dan 145,3 ppm untuk setiap 5 g sampel. Sedangkan persentase kadar Fe sampel Core hasil analisa dengan XRF adalah senilai 81,68%.

Kata kunci: metode analisis AAS, metode analisis XRF, analisis kadar biji besi, penambangan ilegal kecamatan bontocani,

SUMMARY

Analysis of Iron Ore Levels from Mining Products at Ex-Illegal Mining Sites in Tanjung Bontocani District (First Advisor: Yuliani HR S.T., M.eng. Second Advisor: Ir. Hastami Murdiningsih, M.T.)

Bone Regency has abundant natural resources, including mineral content. However, many of these natural resources are being exploited illegally. One of the potential mining sites for iron ore is in Langi village, Pakke hamlet, Bontocani subdistrict, Bone district. 2013 data on mining potential in Bone Regency, Bontocani sub-district, has a potential resource of 116,682,200 tons of hematite and magnetite iron ore. However, the mining area is no longer operating due to indications of being illegal due to constraints in administrative permits

This study aims to determine the content and percentage of iron ore from illegal mining at the ex-mining location in the Tanjung area, Bontocani District, by direct sampling through a sampler grouping mechanism based on sample characteristics such as depth, slope and the area of distribution of the excavated iron ore mining. Furthermore, three samples were obtained based on these characteristics, namely 1M, 2M and Core. Then carried out the in-depth analysis process using the AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry) method for determining iron content and the XRF method to determine the percentage of iron composition in core samples, the use of these two methods is based on SNI 066989.4-2004 and adjustment to the sample phase in the form of solids.

Analysis of the Fe content of the sample was carried out by the AAS mechanism at a wavelength of 248.33 nm with the concentration values of the results of the analysis of the samples 1M, 2M and Core were 20.11 ppm, 14.29 ppm and 145.3 ppm for every 5 gs of sample. Meanwhile, the percentage of Fe content in the core samples analyzed by XRF was 81.68%.

Keywords: AAS analysis method, XRF analysis method, iron ore content analysis, illegal mining in bontocani district

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PENERIMAAN	ii
RINGKASAN.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan.....	2
1.4 Tujuan Kegiatan.....	3
1.5 Manfaat Pelaksanaan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Besi	3
2.1.1 Sifat Fisika dan Kimia	5
2.1.2 Tipe Tipe Endapan Besi.....	7
2.1.3 Manfaat dan Penggunaan Besi.....	10
2.2 Metode Analisis Kadar Besi	12
2.2.1 Metode Analisa AAS	12
2.2.2 Metode Analisa XRF	18
2.2.3 Standar Analisis AAS (SNI 06-6989.4-2004)	19
2.3 Teknik Sampling.....	20
2.3.1 Pengertian Teknik Sampling.....	20
2.3.2 Langkah Dalam Teknik Sampling	20
2.3.3 Jenis Teknik Sampling.....	20
2.3.4 Pemilihan Jenis Teknik <i>Sampling</i>	23

2.4	Referensi Lokasi Tambang	24
BAB III METODE PELAKSANAAN		25
3.1	Tempat Dan Waktu Pelaksanaan Kegiatan.....	25
3.2	Alat dan Bahan.....	26
3.3	Prosedur Kerja	26
3.4	Metode Penelitian	27
3.4.1	Teknik Pengumpulan Data.....	27
3.4.2	Pengelompokan Sampel.....	27
3.4.3	Reparasi Sampel	28
3.5	Teknik Pengolahan Data	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Hasil Analisis	30
4.1.1	Analisis AAS	30
4.1.2	Analisis XRF.....	32
4.3	Pembahasan	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		35
4.1	Kesimpulan	35
4.2	Saran	35
DAFTAR PUSTAKA		36
LAMPIRAN.....		37
Lampiran 1 Lokasi Titik Pengambilan Sampel		37
Lampiran 2 Diag Alir Proses Reparasi Sampel		38
Lampiran 3 Dokumentasi Proses Peneliti		38
Lampiran 4 Perhitungan Penentuan Larutan Induk dan Standar Fe		46
Lampiran 5 Data Rekaman Hasil Analisis Sampel.....		48
Lampiran 6 Hasil Pengujian Sampel LAB. PPS FMIPA UNHAS.....		54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Mineral-mineral bijih besi bernilai ekonomis	5
Tabel 3.1 Data urutan pengenceran Sampel	31
Tabel 4.2 Konsentrasi hasil analisis AAS	33
Tabel 4.3 Hasil analisa kadar Fe sampel Core dengan XRF	34

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bijih besi	6
Gambar 2.2 Diag Metode penarikan sampel	22
Gambar 2.3 Lokasi Tambang	26
Gambar 2.4 Peta rute ke lokasi tambang	26
Gambar 4.1 Hasil kalibrasi larutan standar Fe hubungan konsentrasi Vs absorbansi.....	32
Gambar 4.2 Spektrum hasil analisis XRF	35





BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam berupa barang hasil tambang. Hasil tambang tersebut meliputi minyak bumi, gas alam, logam mineral maupun bukan mineral. Contoh hasil tambang yang persebarannya cukup kaya di Sulawesi Selatan adalah tambang mineral logam bijih besi, dan salah satunya di wilayah kabupaten Bone.

Kabupaten Bone memiliki sumber daya alam yang melimpah, termasuk didalamnya kandungan mineral. Tetapi kekayaan alam tersebut banyak yang belum dimanfaatkan secara optimal untuk kepentingan bangsa dan negara. Salah satu yang termasuk didalamnya adalah Bijih besi yang masuk dalam kategori bahan tambang golongan B (Undang-undang Pokok Pertambangan, 1967). Salah satu lokasi tambang potensial Bijih besi berada di kecamatan Bontocani dusun Pakke desa Langi.

Besi merupakan hasil olahan dari mineral yang disebut *Ferrum* (Fe). Unsur besi dapat ditemukan dari berbagai unsur yang ada di alam, air, bebatuan, tumbuhan, hingga makanan yang Anda makan sekalipun terdapat unsur besi di dalamnya. Sedangkan material berbahan besi, seperti yang sangat sering ditemui dan yang paling dekat dengan kehidupan manusia, seperti sendok makan, mata pisau dan lain sebagainya, merupakan material yang diambil dari Bijih besi yang terdapat pada mineral Hematit (Fe_2O_3) dan Magnetit (Fe_3O_4) yang didapatkan dari bebatuan (Ishlah T. 2015).

Data tahun 2013 pada website kabupaten Bone, tentang potensi pertambangan di Kabupaten Bone wilayah tanjung kecamatan Bontocani memiliki potensi sumber daya Bijih besi hematit dan magnetit sebesar 116.682.200 Ton (*Bone.go.id, 2013*). Potensi wilayah ini sangat potensial. Namun, wilayah tambang tersebut kini tidak lagi beroperasi dikarenakan terdapat indikasi ilegal akibat terkendala dalam izin administrasi (masyarakat setempat).

Wilayah yang kini hanya menyisakan bekas tambang yang bahkan tidak dilakukan reklamasi sesuai dengan mekanisme dalam Peraturan Menteri

Energi dan Sumber Daya Mineral (Undang-undang ESDM Nomor 7 Tahun 2014). Sehingga nantinya sangat diharapkan adanya peran aktif pemerintah untuk melakukan pengelolaan dan pengawasan terkait lokasi bekas tambang ini untuk dimanfaatkan sebesar besarnya kepentingan bangsa dan negara sesuai dengan kebijakan pemerintah yang berlaku.

Pemanfaatan sumber daya bijih besi tentu terlebih dahulu harus melalui tahapan analisis besarnya kandungan besi pada bijih besi ini, karena nantinya tentu sangat berpengaruh terhadap nilai ekonomi serta kualitas olahan bijih besi yang ingin dihasilkan. Sehingga perlu dilakukan analisis kadar besi serta upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kualitasnya.

Selama ini belum pernah ada informasi yang jelas mengenai kadar besi dari bijih besi di lokasi tambang wilayah Tanjung kecamatan Bontocani. Oleh karena itu penelitian ini akan menganalisis kadar bijih besi dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) sebab metode ini mampu mendeteksi senyawa mineral yang tidak berwarna seperti besi serta, dengan memberikan informasi panjang gelombang tertentu yang lebih identik dengan karakteristik yang dimiliki dari setiap unsur serta senyawa mineral, sehingga lebih akurat dalam analisis kadar logam mineral pada sampel.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana penentuan kadar bijih besi hasil penambangan ilegal pada lokasi tambang wilayah Tanjung Kecamatan Bontocani ?
2. Berapa persentase kadar bijih besi hasil penambangan ilegal pada lokasi tambang wilayah Tanjung Kecamatan Bontocani ?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Penelitian ini akan menentukan kadar besi hasil penambangan ilegal pada lokasi tambang wilayah Tanjung Kecamatan Bontocani, kabupaten Bone. Analisis kadar dilakukan dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) yang kemudian dilakukan analisis lanjutan dengan XRF guna mengidentifikasi persentase kadar bijih besi hasil penambangan ilegal pada lokasi tambang wilayah Tanjung Kecamatan Bontocani.

1.4 Tujuan Kegiatan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan kadar bijih besi hasil penambangan ilegal dengan AAS pada lokasi tambang wilayah Tanjung Kecamatan Bontocani.
2. Menentukan persentase kadar bijih besi hasil penambangan ilegal dengan XRF pada lokasi tambang wilayah Tanjung Kecamatan Bontocani.

1.5 Manfaat Pelaksanaan

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk memberikan informasi bagi masyarakat dan pemerintah terkait kuantitas dan kualitas dari sumber daya bijih besi di lokasi reklamasi penambangan tanjung kecamatan Bontocani, kabupaten Bone.
2. Membuka peluang eksplorasi sumber daya alam besi hasil penambangan ilegal pada lokasi tambang wilayah Tanjung Kecamatan Bontocani., kabupaten Bone sesuai dengan aturan dan kebijakan pemerintah yang berlaku.
3. Penerapan dan pengembangan teknologi pengolahan sumber daya logam mineral khususnya Bijih besi.
4. Dapat menjadi referensi sumber pendapatan potensial daerah Kabupaten Bone yang baru.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Besi

Besi adalah logam yang berasal dari Bijih besi (tambang) yang banyak digunakan untuk kehidupan manusia sehari-hari. Dalam tabel periodik, besi mempunyai simbol Fe dan nomor atom 26. Besi juga mempunyai nilai ekonomis yang tinggi.

Besi dan unsur keempat banyak di bumi dan merupakan logam yang terpenting dalam industri. Besi murni bersifat agak lunak dan kenyal. Oleh karena itu, dalam industri, besi selalu dipadukan dengan baja. Baja adalah berbagai macam paduan logam yang dibuat dari besi tuang kedalamnya ditambahkan unsur-unsur lain seperti Mn, Ni, V, atau W tergantung keperluannya. Besi tempa adalah besi yang hampir murni dengan kandungan sekitar 0.2% karbon.

Besi merupakan logam kedua yang paling banyak di bumi ini. Karakter dari endapan besi ini bisa berupa endapan logam yang berdiri sendiri namun seringkali ditemukan berasosiasi dengan mineral logam lainnya. Kadang besi terdapat sebagai kandungan logam tanah (residual), namun jarang yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Endapan besi yang ekonomis umumnya berupa Magnetite, Hematite, Limonite, dan Siderite. Kadang kala dapat berupa mineral : *Pyrite, Pyrrhotite, Marcasite, dan Chamosite*.

Pasir besi sebagai salah satu bahan baku utama dalam industri baja dan industri alat berat lainnya di Indonesia, keberadaannya akhir-akhir ini memiliki peranan yang sangat penting. Berbagai permintaan dari berbagai pihak meningkat cukup tajam.

Berdasarkan kejadiannya endapan besi dapat di kelompokkan menjadi tiga jenis. Pertama endapan besi primer, terjadi karena proses hidrotermal, kedua endapan besi laterit terbentuk akibat proses pelapukan , dan ketiga endapan pasir besi terbentuk karena proses rombakan dan sedimenasi secara kimia dan fisika.

Beberapa jenis genesis dan endapan yang memungkinkan endapan besi bernilai ekonomis antara lain ;

1. *Magmatik : Magnetite dan Titaniferous Magnetite.*
2. *Metasomatik kontak : Magnetite dan Specularite.*
3. *Pergantian Ireplacement : Magnetite dan Hematite.*
4. *Sedimenasi I placer : Hematite, Limonite, dan Siderite.*
5. *Konsentrasi mekanik dan residual : Hematite, Magnetite dan Limonite.*
6. *Oksidasi : Limonite dan Hematite.*
7. *Letusan Gunung Api.*

Dari mineral-mineral Bijih besi, magnetit adalah mineral dengan kandungan Fe paling tinggi, tetapi terdapat dalam jumlah kecil. Sementara hematit merupakan mineral Bijih utama yang di butuhkan dalam industri besi. Mineral-mineral pembawa besi dengan nilai ekonomis dengan susunan kimia, kandungan Fe dan klasifikasi komersil dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.1 Mineral-mineral bijih besi bernilai ekonomis

Mineral	Susunan Kimia	Kandungan Fe (%)	Klasifikasi Komersil
Magnetit	FeO, Fe ₂ O ₃	72,4	Magnetit atau bijih hitam
Hematit	Fe ₂ O ₃	70	bijih merah
Limonit	Fe ₂ O ₃ .NH ₂ O	59-63	bijih coklat
Siderit	FeCO ₃	48,2	Spathic, black band, clay ironstone

2.1.1 Sifat Fisika dan Kimia

A. Sifat Fisika



Gambar 2.1 Bijih besi (Sumber: <https://kpssteel.com>)

- a. Pada suhu kamar berwujud padat, mengkilap dan berwarna keabu-abuan.
- b. Merupakan logam feromagnetik karena memiliki empat electron tidak berpasangan pada orbital.
- c. Penghantar panas yang baik.
- d. Kation logam besi Fe berwarna hijau (Fe^{2+}) dan jingga (Fe^{3+}). Hal ini disebabkan oleh adanya elektron tidak berpasangan dan tingkat energi orbital tidak berbeda jauh. Akibatnya, elektron mudah tereksitasi ke tingkat energi lebih tinggi menimbulkan warna tertentu. Jika senyawa transisi baik padat maupun larutannya tersinari cahaya maka senyawa transisi akan menyerap cahaya pada frekuensi tertentu, sedangkan frekuensi lainnya diteruskan. Cahaya yang diserap akan mengeksitasi elektron ke tingkat energi lebih tinggi dan cahaya yang diteruskan menunjukkan warna senyawa transisi pada keadaan tereksitasi.

e. Sifat fisika lainnya

• Titik didih.	3134 K
• Titik lebur.	1811 K
• Massa atom.	55,845(2) g/mol
• Konfigurasi electron.	[Ar] 3d6 4s2
• Massa jenis.	fase padat 7,86 g/cm ³
• Massa jenis fase cair pada titik lebur.	6,98 g/cm ³
• Kalor peleburan.	13,81 kJ/mol
• Kalor penguapan.	340 kJ/mol
• Elektronegativitas.	1,83 (skala pauling)
• Jari-jari atom.	140 pm

B. Sifat Kimia

- a. Unsur besi bersifat elektropositif (mudah melepaskan elektron) sehingga bilangan oksidasinya bertanda positif.
- b. Fe dapat memiliki bilangan oksidasi 2, 3, 4, dan 6. Hal ini disebabkan karena perbedaan energi elektron pada subkulit 4s dan 3d cukup kecil, sehingga elektron pada subkulit 3d juga terlepas ketika terjadi ionisasi selain electron pada subkulit 4s.

- c. Logam murni besi sangat reaktif secara kimiawi dan mudah terkorosi, khususnya di udara yang lembab atau ketika terdapat peningkatan suhu.
- d. Memiliki bentuk allotroik ferit, yakni alfa, beta, gamma dan omega dengan suhu transisi 700, 928, dan 1530°C. Bentuk alfa bersifat magnetik, tapi ketika berubah menjadi beta, sifat magnetnya menghilang meski pola geometris molekul tidak berubah.
- e. Mudah bereaksi dengan unsur-unsur non logam seperti halogen, sulfur, pospor, boron, karbon dan silikon.
- f. Larut dalam asam- asam mineral encer.
- g. Oksidanya bersifat amfoter.

2.1.2 Tipe Tipe Endapan Besi

A. Besi Primer (*ore deposits*)

Proses terjadinya cebakan bahan galian Bijih besi berhubungan erat dengan adanya peristiwa tektonik pra-mineralisasi. Akibat peristiwa tektonik, terbentuklah struktur sesar, struktur sesar ini merupakan zona lelehan yang memungkinkan terjadinya magmatisme, yaitu intrusi magma Inerobos batuan tua. Akibat adanya kontak magmatik ini, terjadilah proses rekristalisasi, alterasi, mineralisasi, dan penggantian (*replacement*) pada bagian kontak magma dengan batuan yang diterobosnya.

Perubahan ini disebabkan karena adanya panas dan bahan cair (fluida) yang berasal dari aktivitas magma tersebut. Proses penerobosan magma pada zona lemah ini hingga membeku umumnya disertai dengan kontak metamorfosa. Kontak metamorfosa juga melibatkan batuan samping seliingga menimbulkan bahan cair (fluida) seperti cairan magmatik dan metamorfik yang banyak mengandung Bijih.

B. Besi Sekunder (endapan *placer*)

Cebakan mineral *alochton* dibentuk oleh kumpulan mineral berat melalui proses sedimentasi, secara alamiah terpisah karena gravitasi dan dibantu pergerakan media cair, padat dan gas udara. Kerapatan konsentrasi mineral-mineral berat tersebut tergantung kepada tingkat kebebasannya dari sumber, berat jenis, ketahanan kimiawi hingga lamanya pelapukan. Dengan nilai ekonomi yang dimilikinya para ahli geologi menyebut endapan alochton tersebut sebagai cebakan *placer*. Jenis cebakan ini telah terbentuk dalam semua waktu geologi, tetapi

kebanyakan pada umur Tersier dan masa kini, sebagian besar merupakan cadangan berukuran kecil dan sering terkumpul dalam waktu singkat karena tererosi. Kebanyakan cebakan berkadar rendah tetapi dapat ditambang karena berupa partikel bebas, mudah di kerjakan dengan tanpa penghancuran, dimana pemisahannya dapat menggunakan alat semi-*mobile* dan relatif murah. Penambangannya biasanya dengan cara pengerukan, yang merupakan metoda penambangan termurah.

C. Endapan Besi Laterit

Nikel Laterit Berdasarkan cara terjadinya, endapan nikel dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu endapan sulfida nikel- tembaga berasal dari mineral pentlandit, yang terbentuk akibat injeksi magma dan konsentrasi residu (sisa) silikat nikel hasil pelapukan batuan beku ultramafik yang sering disebut endapan nikel laterit. Endapan jenis konsentrasi sisa dapat terbentuk jika batuan induk yang mengandung Bijih mengalami proses pelapukan, maka mineral yang mudah larut akan terusir oleh proses erosi, sedangkan mineral Bijih biasanya stabil dan mempunyai berat jenis besar akan tertinggal dan terkumpul menjadi endapan konsentrasi sisa. Air permukaan yang mengandung CO₂ dari atmosfer dan terkayakan kembali oleh material - material organis di permukaan meresap ke bawah permukaan tanah sampai pada zona pelindihan, dimana fluktuasi air tanah berlangsung. Akibat fluktuasi ini air tanah yang kaya akan CO₂ akan kontak dengan zona saprolit yang masih mengandung batuan asal dan melarutkan mineral - mineral yang tidak stabil seperti olivin I serpentin dan piroksen. Mg, Si dan Ni akan larut dan terbawa sesuai dengan aliran air tanah dan akan memberikan mineral - mineral baru pada proses pengendapan kembali.

Pelapukan dimulai pada batuan ultramafik (peridotit, dunit, serpentin), dimana pada batuan ini banyak mengandung mineral olivin, magnesium silikat dan besi silikat, yang pada umumnya banyak mengandung 0.30% nikel. Batuan tersebut sangat mudah dipengaruhi oleh pelapukan lateritik. Air tanah yang kaya akan CO₂ berasal dari udara luar dan tumbuh - tumbuhan, akan menghancurkan olivin. Terjadi penguraian olivin, magnesium, besi, nikel dan silika kedalam larutan, cenderung untuk membentuk suspensi koloid dari partikel-partikel silika yang submikroskopis. Didalam larutan besi akan bersenyawa dengan oksida dan mengendap sebagai ferri

hidroksida. Akhirnya endapan ini akan menghilangkan air dengan membentuk mineral - mineral seperti karat, yaitu hematit dan kobalt dalam jumlah kecil, jadi besi oksida mengendap dekat dengan permukaan tanah.

Proses laterisasi adalah proses pencucian pada mineral yang mudah larut dan silika pada profil laterit pada lingkungan yang bersifat asam dan lembab serta membentuk konsentrasi endapan hasil pengkayaan proses laterisasi pada unsur Fe, Cr, Al, Ni dan Co. Proses pelapukan dan pencucian yang terjadi akan menyebabkan unsur Fe, Cr, Al, Ni dan CO terkayakan di zona limonit dan terikat sebagai mineral - mineral oksida I hidroksida, seperti limonit, hematit, dan Goetit Besi dan Alumina Laterit. Besi dan alumina laterit tidak dapat di pisahkan dari proses pembentukan nikel laterit, salah satu produk laterit adalah besi dan aluminium. Pada profil laterit terdapat zona-zona di antaranya zona limonit. Zona ini menjadi zona terakumulasinya unsur-unsur yang kurang mobile, seperti Fe dan Al. Batuan dasar dari pembentukan nikel laterit adalah batuan peridotit dan dunit, yang komposisinya berupa mineral olivine dan piroksin. Faktor yang sangat mempengaruhi sangat banyak salah satunya adalah pelapukan kimia. Karena adanya pelapukan kimia maka mineral primer akan terurai dan larut. Faktor lain yang sangat mendukung adalah air tanah, air tanah akan melindi mineral-mineral sampai pada batas antara limonit dan saprolit, faktor lain dapat berupa pH, topografi dan lain-lain.

Endapan besi dan alumina banyak terkonsentrasi pada zona *limonit*. Pada zona ini di dominasi oleh *Goethit* ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), *Hematite* (Fe_2O_3) yang relatif tinggi, *Gibbsite* ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), *Clinoclore* ($5\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) dan mineral mineral Hydrous silicates lainnya (mineral lempung) Bijih besi dapat terbentuk secara primer maupun sekunder. Proses pembentukan Bijih besi primer berhubungan dengan proses magmatisme berupa *gravity settling* dari besi dalam batuan dunit, kemudian diikuti dengan proses metamorfisme yang diakhiri oleh proses hidrotermal akibat terobosan batuan beku dioritik. Besi yang terbentuk secara sekunder di sebut besi laterit berasosiasi dengan batuan peridotit yang telah mengalami pelapukan. Proses pelapukan berjalan secara intensif karena pengaruh faktor-faktor kemiringan lereng yang relative kecil, air tanah dan cuaca, sehingga menghasilkan tanah laterit yang kadang-kadang masih mengandung bongkahan Bijih besi.

a. Besi laterit

Mineral ini terbentuk dari pelapukan mineral utama berupa olivine dan piroksin. Mineral ini merupakan golongan mineral oksida hidroksida non silikat, mineral ini terbentuk dari unsur besi dan oksida atau FeO (*ferrous oxides*) kemudian mengalami proses oksidasi menjadi Fe₂O₃ lalu mengalami presipitasi atau proses hidroksil menjadi Fe₂O₃.H₂O (*goethite*). Mineral ini tingkat mobilitas unsurnya pada kondisi asam sangat rendah, oleh karena itu pada profil laterit banyak terkonsentrasi pada zona limonit.'

b. Alumina

Unsur Al hadir dalam mineral piroksin, spinel (MgO.Al₂O₃), pada mineral sekunder seperti *Clinochlor* (5MgO.Al₂O₃.3SiO₂.4H₂O), Alumina sangat tidak larut pada air tanah yang ber pH antara 4-9.

2.1.3 Manfaat dan Penggunaan Besi

Manfaat besi dapat dirasakan manusia dalam banyak hal yang mendukung proses kehidupan manusia. Berikut beberapa contoh manfaat besi yang diaplikasikan dalam pembuatan alat-alat penunjang hajat hidup manusia. Berikut beberapa contoh kegunaan besi.

1. Bahan Alat Rumah Tangga

Pada peralatan dapur, banyak sekali variasi produk yang menggunakan besi sebagai bahan materialnya. Besi yang digunakan untuk membuat alat dapur tersebut biasanya menggunakan jenis besi stainless. Jenis besi yang satu ini dikenal memiliki daya tahan yang lama dan juga anti karat. Dengan begitu, peralatan dapur yang dimiliki menjadi kuat dan dapat bertahan dalam waktu yang cukup lama.

2. Bahan Konstruksi

Besi merupakan salah satu bahan dasar untuk konstruksi rumah. Pada umumnya, besi digunakan untuk konstruksi fondasi, pilar bangunan, atap, dan juga rumah. Besi yang digunakan untuk konstruksi adalah besi yang memiliki batang yang panjang. Menggunakan besi sebagai salah satu material konstruksi dapat memberikan ketahanan dan kekuatan yang lebih pada rumah Anda.

3. Bahan Mesin Berat

Tidak hanya pada kendaraan bermotor, besi rupanya juga digunakan sebagai material pembangun pada mesin berat seperti mesin bor, penggiling jalan, dan juga derek. Bahkan, pada bagian gelas, mixer, dan berbagai bahan pabrik lainnya juga terbuat dari besi. Selain itu, besi juga sering digunakan sebagai material pembuatan mortar listrik dan juga kipas karena memiliki sifat magnetik kuat yang dimilikinya

4. Pembuatan Pagar dan Kawat Pembatas

Besi dapat digunakan sebagai material untuk membuat pagar ataupun kawat pembatas pada kebun ataupun rumah. Karena daya tahan yang kuat sehingga mampu memberikan perlindungan yang maksimal.

5. Bahan Alat Perkakas

Peralatan mulai kunci pas, kompas, baut, dan berbagai peralatan lainnya, menggunakan besi sebagai materialnya. Oleh karena itu, sebagian alat perkakas yang menggunakan bahan dasar besi dapat bertahan lama dan memiliki tekstur yang sangat kuat.

6. Pipa Besi

Kegunaan selanjutnya dari besi adalah sebagai bahan pembuatan pipa besi, seperti pipa besi bulat ataupun pipa besi Hollow. Pipa besi terkenal kuat dan juga memiliki ketahanan yang lama. Hal tersebut membuat pipa besi tidak mudah mengalami kebocoran ataupun kerusakan. Salah satu alasan lain besi digunakan sebagai bahan dasar pembuatan pipa adalah karena besi mampu bertahan pada berbagai macam kondisi cuaca.

7. Konstruksi Jembatan

Jembatan merupakan suatu konstruksi yang memiliki peranan penting dalam transportasi. Oleh karena itu, pembuatan jembatan harus melalui perhitungan yang matang dan juga menggunakan bahan material yang berkualitas. Salah satu bahan yang cocok untuk konstruksi jembatan adalah besi. Tanpa menggunakan besi, pembangunan jembatan dengan skala yang besar akan sulit untuk dilakukan.

8. Bahan Dasar Alat Keamanan

Besi kerap kali digunakan untuk membuat berbagai macam peralatan keamanan. Gembok, brankas, kunci, loker, dan berbagai macam alat keamanan

lainnya, banyak menggunakan besi sebagai bahan dasar pembuatannya. Besi dipilih karena dinilai memiliki berat dan juga tidak mudah dihancurkan.

9. Pembuatan Mobil

Bahan besi juga digunakan untuk membuat kerangka kendaraan seperti mobil. Hampir seluruh bagian kendaraan tersebut menggunakan bahan dari besi. Besi jenis grey cast digunakan untuk membuat *gear box*, mesin piston, dan berbagai macam alat lainnya. Pemilihan besi sebagai bahan pembuat kerangka pada kendaraan tentu tidak lain karena ketangguhan dan daya tahannya terhadap suhu tinggi.

2.2 Metode Analisis Kadar Besi

Metode analisa kandungan logam mineral seperti besi pada umumnya menggunakan metode analisa Spektrofotometer UV-Vis, XRF dan spektrofotometri serapan atom (AAS). Penggunaan metode tersebut didasarkan pada karakteristik dari sampel yang akan dianalisis, yakni pada penelitian ini sampel yang dianalisa berupa batuan padat yang berdasarkan SNI 3752:2009 sangat efektif dan efisien untuk metode analisa AAS.

Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) adalah suatu analisis yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (*ground state*). Penyerapan tersebut menyebabkan tereksitasinya elektron dalam kulit atom ke tingkat energi yang lebih tinggi. Keadaan ini bersifat labil, elektron akan kembali ke tingkat energi dasar sambil mengeluarkan energi yang berbentuk radiasi. Dalam AAS, atom bebas berinteraksi dengan berbagai bentuk energi seperti energi panas, energi elektromagnetik, energi kimia dan energi listrik. Interaksi ini menimbulkan proses-proses dalam atom bebas yang menghasilkan absorpsi dan emisi (pancaran) radiasi dan panas. Radiasi yang dipancarkan bersifat khas karena mempunyai panjang gelombang yang karakteristik untuk setiap atom bebas (Basset, 2002).

2.2.1 Metode Analisa AAS

Spektrofotometer serapan atom (AAS) merupakan teknik analisis kuantitatif dari unsur-unsur yang pemakaiannya sangat luas, diberbagai bidang karena prosedurnya selektif, spesifik, biaya analisa relatif murah, sensitif tinggi (ppm-ppb), dapat dengan mudah membuat matriks yang sesuai dengan standar,

waktu analisa sangat cepat dan mudah dilakukan. Analisis AAS pada umumnya digunakan untuk analisa unsur, teknik AAS menjadi alat yang canggih dalam analisis ini disebabkan karena sebelum pengukuran tidak selalu memerlukan pemisahan unsur yang ditentukan karena kemungkinan penentuan satu logam unsur dengan kehadiran unsur lain dapat dilakukan, asalkan katoda berongga yang diperlukan tersedia. AAS dapat digunakan untuk mengukur logam sebanyak 61 logam. Sumber cahaya pada AAS adalah sumber cahaya dari lampu katoda yang berasal dari elemen yang sedang diukur kemudian dilewatkan ke dalam nyala api yang berisi sampel yang telah terakomisasi, kemudian radiasi tersebut diteruskan ke detektor melalui monokromator. *Chopper* digunakan untuk membedakan radiasi yang berasal dari nyala api. Detektor akan menolak arah searah arus (DC) dari emisi nyala dan hanya mengukur arus bolak-balik dari sumber radiasi atau sampel. Atom dari suatu unsur pada keadaan dasar akan dikenai radiasi maka atom tersebut akan menyerap energi dan mengakibatkan elektron pada kulit terluar naik ke tingkat energi yang lebih tinggi atau tereksitasi. Atom-atom dari sampel akan menyerap sebagian sinar yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Penyerapan energi cahaya terjadi pada panjang gelombang tertentu sesuai dengan energi yang dibutuhkan oleh atom tersebut (Basset, 2002).

Hubungan kuantitatif antara intensitas radiasi yang diserap dan konsentrasi unsur yang ada dalam larutan cuplikan menjadi dasar pemakaian AAS untuk analisis unsur-unsur logam. Untuk membentuk uap atom netral dalam tingkat energi dasar yang siap menyerap radiasi dibutuhkan sejumlah energi. Energi ini biasanya berasal dari nyala hasil pembakaran campuran gas asetilen-udara atau asetilen-N₂O, tergantung suhu yang dibutuhkan untuk membuat unsur analit menjadi uap atom bebas pada tingkat energi dasar (*ground state*). Disini berlaku hubungan yang dikenal dengan hukum Lambert-Beer yang menjadi dasar dalam analisis kuantitatif secara AAS. Hubungan tersebut dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut.

$$I = I_0 \cdot a \cdot b \cdot c \text{ Atau, } \log I/I_0 = a \cdot b \cdot c \dots\dots\dots (2.1)$$

$$A = a \cdot b \cdot c \dots\dots\dots (2.2) \text{ dengan,}$$

A = absorbansi, tanpa dimensi a = koefisien serapan, L²/M

b = panjang jejak sinar dalam medium berisi atom

penyerap, L c = konsentrasi, M/L³ I_0 = intensitas sinar
mula-mula

I = intensitas sinar yang diteruskan

Pada persamaan diatas ditunjukkan bahwa besarnya absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi atom-atom pada tingkat tenaga dasar dalam medium nyala. Banyaknya konsentrasi atom-atom dalam nyala tersebut sebanding dengan konsentrasi unsur dalam larutan cuplikan. Dengan demikian, dari pemplotan serapan dan konsentrasi unsur dalam larutan standar diperoleh kurva kalibrasi. Dengan menempatkan absorbansi dari suatu cuplikan pada kurva standar akan diperoleh konsentrasi dalam larutan cuplikan. (Day RA, Underwood AL. 2010).

A. Instrumentasi Spektrofotometri Serapan Atom

Beberapa komponen utama pada instrumentasi spektrofotometer serapan atom adalah sebagai berikut.

1. Sumber cahaya

Sumber sinar yang digunakan adalah lampu yang terdiri dari tabung kaca tertutup yang mengandung katoda dan anoda. Katoda berbentuk silinder berongga (*hollow cathode lamp*) yang terbuat dari logam dan dilapisi dengan logam tertentu yang akan dianalisis. Tabung logam diisi dengan gas mulia (neon atau argon) dengan tekanan rendah. Tegangan tinggi (600 volt) yang diberikan diantara anoda dan katoda akan menyebabkan katoda memancarkan berkas-berkas elektron yang bergerak menuju anoda, yang mana kecepatan dan energinya sangat tinggi. Elektron-elektron dengan energi tinggi yang menuju anoda akan bertabrakan dengan gas-gas mulia yang diisikan tadi. Akibat tabrakan yang terjadi maka unsur-unsur akan terlempar keluar dari permukaan katoda dan mengalami eksitasi ke tingkat energi-energi elektron yang lebih tinggi memancarkan spectrum pancaran dari unsur yang sama dengan unsur yang ingin dianalisis.

2. Tempat sampel

Analisis secara spektrofotometri serapan atom, sampel yang akan dianalisis harus di uraikan menjadi atom-atom netral yang masih dalam

keadaan asas atau yang biasanya di sebut atomisasi. Alat yang digunakan untuk mengubah suatu sampel menjadi uap atom-atom yaitu dengan myala (*flame*) dan dengan tanpa nyala (*Inflameles*)

3. Monokromator

Monokromator digunakan untuk proses pemisahan dan memilih panjang gelombang yang digunakan dalam analisis. Disamping sistem optik ,dalam monokromator juga terdapat suatu alat yang digunakan untuk memisahkan radiasi, resonansi dan kontinyu yang disebut dengan *chopper*.

4. Detektor

Detektor digunakan untuk mengukur insensitas cahaya yang melalui tempat pengatoman. Biasanya digunakan tabung penggandaan foton.

5. *Readout*

Readout merupakan alat penunjuk atau dapat juga diartikan sebagai sistem pencatatan hasil. Hasil pembacaan dapat berupa angka atau berupa kurva dari *recorder* yang menggambarkan absorbansi atau intensitas emisi.

6. Tabung Gas

Tabung gas pada AAS yang digunakan merupakan tabung gas yang berisi gas asitilen. Gas asitilen pada AAS memiliki kisaran suhu ± 20.000 K, dan ada juga tubung gas yang berisi N_2O yang lebih panas dari gas asitilen, dengan kisaran suhu ± 30.000 K. Regulator pada tabung gas asitilen berfungsi untuk pengaturan banyaknya gas yang akan dikeluarkan, dan gas yang berada di dalam tabung.

7. *Ducting*

Ducting merupakan bagian cerobong asap untuk menyedot asap atau sisa pembakaran pada AAS, yang langsung dihubungkan pada cerobong asap bagian luar pada atap bangunan agar asap yang dihasilkan oleh AAS tidak berbahaya bagi lingkungan sekitar. Asap yang dihasilkan dari pembakaran pada AAS diolah sedemikian rupa didalam *ducting* agar polusi yang dihasilkan tidak berbahaya.

8. Kompresor

Kompresor merupakan alat yang terpisah dengan main unit, karena alat ini berfungsi untuk mensuplai kebutuhan udara yang akan digunakan oleh AAS pada waktu pembakaran atom.

9. *Burner*

Burner merupakan bagian paling penting di dalam main unit, karena burner berfungsi sebagai tempat pencampuran gas asetilen dan aquabides agar tercampur merata dan dapat terbakar pada pematik api secara baik dan merata. Lubang yang berada pada burner merupakan lubang pematik api, dimana pada lubang inilah awal dari proses pengatomisasian nyala api.

B. Gangguan-gangguan Spektrofotometri Serapan Atom

Gangguan-gangguan yang terjadi pada AAS adalah peristiwa-peristiwa yang dapat menyebabkan pembacaan absorbansi unsur yang sesuai dengan konsentrasi dalam sampel. Gangguan-gangguan yang dapat terjadi dalam AAS adalah :

1. Gangguan yang berasal dari matriks sampel

Gangguan maktriks adalah gangguan yang dapat menyebabkan jumlah atom yang mencapai nyala menjadi lebih sedikit dari konsentrasi yang seharusnya yang terdapat dalam sampel dikarenakan pengendapan unsur yang dianalisis.

2. Gangguan Kimia

Gangguan kimia dapat mempengaruhi jumlah atau banyaknya atom yang terjadi di dalam nyala, gangguan ini biasanya disebabkan oleh adanya disosiasi yang tidak sempurna akibat senyawa-senyawa yang bersifat refraktorik (sukar diuraikan didalam nyala api) contohnya oksida-oksida dan garam-garam fosfat, silikat, aluminat dari logam alkali tanah dan juga garam kalium fluorotantanat.

C. Pedoman Penggunaan AAS

1. Gas dibuka terlebih dahulu, kemudian kompresor, lalu ducting, main unit, dan computer secara berurutan
2. Buka prog AAS, kemudian muncul perintah “apakah ingin mengganti lampu katoda”, jika ingin mengganti tekan *YES* dan jika tidak *NO*.

3. Pilih *Yes* untuk masuk ke menu *individual command*, masukkan nomor lampu katoda yang dipasang ke dalam kotak dialog, kemudian di klik *setup*, soket lampu katoda akan berputar menuju posisi paling atas supaya lampu katoda yang baru dapat diganti atau ditambahkan dengan mudah
4. Pilih *NO* jika tidak ingin mengganti lampu katoda yang baru
5. Pilih *menu select element and working mode*. Dipilih unsur yang akan dianalisis dengan mengklik langsung pada simbol unsur yang diinginkan
6. Jika sudah selesai klik *OK*, kemudian muncul tampilan *condition setting*.
Diatur parameter yang dianalisis dengan mensetting :
 - *Fuel flow* : 1,2
 - *Measurement* : *concentration*
 - *Number of sample* : 2
 - *Unit concentration* : ppm
 - *Number of standard* : 4
 - *Standard list* : 0,1 ppm ; 0,2 ppm ; 0,5 ppm ; 1 ppm
7. Klik *ok and setup*, ditunggu hingga selesai *warming up*
8. Klik icon bergambar *burner*/pembakar, setelah pembakar dan lampu menyala, alat siap digunakan untuk mengukur logam
9. Pada lampu *measurement* pilih *measure sample*
10. Dimasukkan blangko, didiamkan hingga garis lurus terbentuk, kemudian dipindahkan ke standar 0,1 ppm hingga data keluar
11. Dimasukkan blangko untuk meluruskan kurva, diukur dengan tahapan yang sama untuk standar 0,2 ppm, 0,5 ppm dan 1 ppm
12. Dimasukkan ke sampel 1 hingga kurva naik dan belok baru dilakukan pengukuran
13. Dimasukkan blangko kembali dan dilakukan pengukuran sampel ke -2
14. Setelah pengukuran selesai, data dapat diperoleh dengan mengklik *icon print* atau pada baris menu dengan mengklik file lalu *print*
15. Apabila pengukuran telah selesai, aspirasikan air deionisasi (dH₂O) untuk membilas *burner* selama 10 menit, api dan lampu *burner* dimatikan, prog pada computer dimatikan, lalu main unit AAS, kemudian kompresor, setelah itu ducting dan terakhir gas.

D. Sensitifitas dan Batas Deteksi dalam AAS

Sensitifitas suatu unsur merupakan konsentrasi yang diekspresikan dalam $\mu\text{g/L}$ (dalam larutan berair) yang berperan pada penurunan 1% intensitas sinar yang ditransmisikan ($\lambda=0,0044$). Batas deteksi bersesuaian dengan konsentrasi unsur yang memberikan sinyal yang intensitasnya sama dengan 3 kali standar deviasi serangkaian pengukuran yang disiapkan dari larutan blanko atau pada larutan yang sangat encer (tingkat kepercayaan 95%).

E. Keuntungan dan Kelemahan AAS

1. Keuntungan

- a. Spesifik
- b. Batas (*limit*) deteksi rendah
- c. Dari satu larutan yang sama, beberapa unsur berlainan dapat diukur
- d. Pengukuran dapat langsung dilakukan terhadap larutan contoh
- e. Batas kadar-kadar yang dapat ditentukan adalah amat luas (mg/L hingga %)

2. Kelemahan

- a. Kurang sempurnanya preparasi sampel
- b. Kesalahan matriks perbedaan matriks sampel dan matriks standar
- c. Gangguan kimia seperti disosiasi tidak sempurna, ionisasi,
- d. Terbentuknya senyawa refraktori.

2.2.2 Metode Analisa XRF

Metode XRF secara luas digunakan untuk menentukan komposisi unsur suatu material. Karena metode ini cepat dan tidak merusak sampel, metode ini dipilih untuk aplikasi di lapangan dan industri untuk kontrol material. Tergantung pada penggunaannya, XRF dapat dihasilkan tidak hanya oleh sinar-X tetapi juga sumber eksitasi primer yang lain seperti partikel alfa, proton atau sumber elektron dengan energi yang tinggi.

A. Prinsip Kerja XRF

Apabila terjadi eksitasi sinar-X primer yang berasal dari tabung X ray atau sumber radioaktif mengenai sampel, sinar-X dapat diabsorpsi atau dihamburkan oleh material. Proses dimana sinar-X diabsorpsi oleh atom dengan mentransfer energinya pada elektron yang terdapat pada kulit yang lebih dalam disebut efek fotolistrik. Selama proses ini, bila sinar-X primer memiliki cukup energi, elektron

pindah dari kulit yang di dalam menimbulkan kekosongan. Kekosongan ini menghasilkan keadaan atom yang tidak stabil. Apabila atom kembali pada keadaan stabil, elektron dari kulit luar pindah ke kulit yang lebih dalam dan proses ini menghasilkan energi sinar-X yang tertentu dan berbeda antara dua energi ikatan pada kulit tersebut. Emisi sinar-X dihasilkan dari proses yang disebut X Ray Fluorescence (XRF). Proses deteksi dan analisa emisi sinar-X disebut analisa XRF. Pada umumnya kulit K dan L terlibat pada deteksi XRF. Sehingga sering terdapat istilah $K\alpha$ dan $K\beta$ serta $L\alpha$ dan $L\beta$ pada XRF. Jenis spektrum X ray dari sampel yang diradiasi akan menggambarkan puncak-puncak pada intensitas yang berbeda.

2.2.3 Standar Analisis AAS (SNI 06-6989.4-2004)

A. Cara uji

1. Prinsip

Penambahan asam nitrat bertujuan untuk melarutkan analit logam dan mengikat zat pengganggu yang terdapat dalam contoh uji air dan air limbah dengan bantuan listrik, kemudian diukur dengan SSA menggunakan gas asetilen, C_2H_2 .

2. Prosedur dan pembuatan kurva kalibrasi

- a) Optimalkan alat AAS sesuai petunjuk penggunaan alat.
- b) Ukur masing-masing larutan kerja yang telah dibuat pada panjang gelombang 248,3 nm.
- c) Buat kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan garis regresi.
- d) Lanjutkan dengan pengukuran contoh uji yang sudah di persiapkan.

3. Jaminan mutu

- a) Gunakan bahan kimia pro analisis (pa).
- b) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- c) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- d) Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
- e) Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu penyimpanan maksimum.

2.3 Teknik Sampling

2.3.1 Pengertian Teknik Sampling

Pengertian teknik sampling adalah: Teknik sampling adalah merupakan teknik pengambilan sampel (Sugiyono, 2011:56). Pengertian teknik sampling menurut Margono (2014) adalah: Teknik sampling adalah cara untuk menentukan sampel yang jumlahnya sesuai dengan ukuran sampel yang akan dijadikan sumber data sebenarnya, dengan memperhatikan sifat-sifat dan penyebaran populasi agar diperoleh sampel yang representatif.

2.3.2 Langkah Dalam Teknik Sampling

Menurut Margono (2014), beberapa langkah yang harus diperhatikan peneliti dalam menentukan sampel, yaitu:

1. Menentukan populasi.
2. Mencari data akurat unit populasi.
3. Memilih sampel yang representative.
4. Menentukan jumlah sampel yang memadai.

2.3.3 Jenis Teknik Sampling

Untuk menentukan sampel dalam penelitian, terdapat berbagai teknik sampling yang digunakan. Teknik sampling berdasarkan adanya randomisasi, yakni pengambilan subyek secara acak dari kumpulannya, dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu sampling nonprobabilitas dan sampling probabilitas. Teknik-teknik sampling tersebut dapat dilihat pada skema berikut.



Gambar 2.2 Diagram Metode penarikan sampel

Menentukan sampel yang akan digunakan dalam penelitian, terdapat berbagai teknik sampling yang digunakan. Secara skematis ditunjukkan pada diagram berikut ini:

Dari gambar diagram di atas menjelaskan pada kita bahwasanya teknik sampling dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu: Probability Sampling dan Nonprobability Sampling yang termasuk ke dalam kelompok probability sampling antara lain: *simple random sampling*, *proportionate stratified random sampling*, *disproportionate stratified random sampling*, dan area (*cluster*) sampling (disebut juga dengan sampling menurut daerah). Sedangkan yang termasuk ke dalam jenis nonprobability sampling antara lain: sampling sistematis, sampling kuota, sampling aksidental, *purposive sampling*, *sampling jenuh*, dan *snowball sampling*. Berikut uraiannya.

1. Probability Sampling

Probability sampling adalah teknik sampling yang memberikan peluang yang sama bagi setiap unsur (anggota) populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel. Teknik sampel probability sampling meliputi:

a. **Simple Random Sampling**
Simple Random Sampling dinyatakan simple (sederhana) karena pengambilan sampel anggota populasi dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi itu. Simple random sampling adalah teknik untuk mendapatkan sampel yang langsung dilakukan pada unit sampling. Maka setiap unit sampling sebagai unsur populasi yang terpicil memperoleh peluang yang sama untuk menjadi sampel atau untuk mewakili populasinya.

Cara tersebut dilakukan bila anggota populasi dianggap homogen. Teknik tersebut dapat dipergunakan bila jumlah unit sampling dalam suatu populasi tidak terlalu besar. Cara pengambilan sampel dengan simple random sampling dapat dilakukan dengan metode undian, ordinal, maupun tabel bilangan random, untuk penentuan sample dengan cara ini cukup sederhana, tetapi dalamprakteknya akan menyita waktu. Apalagi jika jumlahnya besar, sampelnya besar

b. *Proportionate Stratified Random Sampling*

Proportionate Stratified Random Sampling biasa digunakan pada populasi yang mempunyai susunan bertingkat atau berlapis-lapis. Teknik ini digunakan

bila populasi mempunyai anggota/unsur yang tidak homogen dan berstrata secara proporsional. Kelemahan dari cara ini jika tidak ada investigasi mengenai daftar subjek maka tidak dapat membuat strata.

c. *Disproportionate Stratified Random Sampling*

Disproportionate Stratified Random Sampling digunakan untuk menentukan jumlah sampel bila populasinya berstrata tetapi kurang proporsional.

d. *Cluster Sampling (Area Sampling)*

Cluster Sampling (Area Sampling) juga *cluster random sampling*. Teknik ini digunakan bilamana populasi tidak terdiri dari individu - individu, melainkan terdiri dari kelompok-kelompok individu atau cluster. Teknik *sampling* daerah digunakan untuk menentukan sampel bila objek yang akan diteliti atau sumber data sangat luas. Kelemahan teknik ini dapat dilihat dari tingkat error *sampling*nya. Jika lebih banyak di bandingkan dengan pengambilan sampel berdasarkan strata karena sangat sulit memperoleh cluster yang benar-benar sama tingkat heterogenitasnya dengan cluster yang lain di dalam populasi.

2. *Nonprobability Sampling*

Nonprobability sampling adalah teknik yang tidak memberi kesempatan yang sama bagi setiap unsur atau anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel. Jenis teknik *sampling* ini antara lain:

a. *Sampling Sistematis* *Sampling* sistematis adalah teknik penentuan sampel berdasarkan urutan dari anggota populasi yang telah diberi nomor urut.

b. *Sampling Kuota*

Sampling kuota adalah teknik untuk menentukan sampel dari populasi yang mempunyai ciri-ciri tertentu sampai jumlah (kuota) yang diinginkan. Teknik ini jumlah populasi tidak diperhitungkan akan tetapi diklasifikasikan dalam beberapa kelompok. Sampel diambil dengan memberikan jatah atau quorum tertentu terhadap kelompok. Pengumpulan data dilakukan langsung pada unit *sampling*. Setelah jatah terpenuhi, maka pengumpulan data dihentikan. Teknik ini biasanya digunakan dan didesain untuk penelitian yang menginginkan sedikit sampel dimana setiap kasus dipelajari secara mendalam. Dan bahayanya, jika sampel terlalu sedikit, maka tidak akan dapat mewakili populasi.

c. *Sampling* Aksidental

Sampling aksidental adalah teknik penentuan sampel berdasarkan kebetulan, yaitu siapa saja yang secara kebetulan bertemu dengan peneliti dapat digunakan sebagai sampel, bila dipandang orang yang kebetulan ditemui itu sesuai sebagai sumber data. Dalam teknik *sampling* aksidental, pengambilan sampel tidak ditetapkan lebih dahulu. Peneliti langsung saja mengumpulkan data dari unit *sampling* yang ditemui.

d. *Sampling* Purposive

Sampling purposive adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu. Pemilihan sekelompok subjek dalam purposive *sampling*, didasarkan atas ciri-ciri tertentu yang dipandang mempunyai sangkut paut yang erat dengan ciri-ciri populasi yang sudah diketahui sebelumnya. Maka dengan kata lain, unit sampel yang dihubungi disesuaikan dengan kriteria-kriteria tertentu yang diterapkan berdasarkan tujuan penelitian atau permasalahan penelitian.

e. *Sampling* Jenuh

Sampling jenuh adalah teknik penentuan sampel bila semua anggota populasi digunakan sebagai sampel. Hal ini sering dilakukan bila jumlah populasinya relatif kecil, kurang dari 30 orang. Sampel jenuh disebut juga dengan istilah sensus, dimana semua anggota populasi dijadikan sampel.

f. *Snowball Sampling*

Snowball sampling adalah teknik penentuan sampel yang awal mula jumlahnya kecil, kemudian sampel ini disuruh memilih teman-temannya untuk dijadikan sampel. Dan begitu seterusnya, sehingga jumlah sampel makin lama makin banyak. Ibaratkan sebuah bola salju yang menggelinding, makin lama semakin besar. Pada penelitian kualitatif banyak menggunakan sampel purposive dan *snowball*.

2.3.4 Pemilihan Jenis Teknik *Sampling*

Pemilihan jenis teknik *sampling* probabilitas dan nonprobabilitas didasarkan adanya randomisasi atau keacakan, yakni pengambilan subjek secara acak dari kumpulannya. Dalam hal randomisasi berlaku, setiap subjek penelitian memiliki kesempatan yang sama untuk dijadikan anggota sampel sejalan dengan

anggapan bahwa pada dasarnya probabilitas distribusi kejadian ada pada seluruh bagian.

Pemilihan teknik *sampling* harus berdasarkan 2 hal penting yaitu, reliabilitas dan efisiensi. Sampel yang reliable adalah sampel yang memiliki reliabilitas tinggi. Hal tersebut dapat diartikan bahwa semakin kecil kesalahan *sampling*, reliabilitas *sampling* semakin rendah. Jika dikaitkan dengan varian nilai statistiknya berlaku kriteria bahwa semakin rendah varian, maka reliabilitas sampel yang diperoleh semakin tinggi pula.



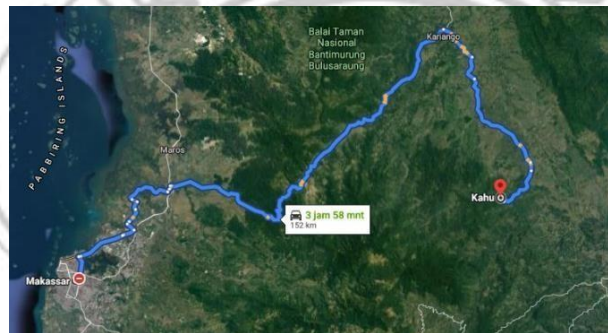
2.4 Referensi Lokasi Tambang

Tambang Bijih besi yang dihentikan hanya karena indikasi ilegal oleh pemerintah. Kini menyisakan sisa bekas tambang yang bahkan tidak dilakukan reklamasi atau reboisasi pasca tambang sejak tahun 2013. Dengan penampakan yang terlihat membentuk kawah kecil ketika kita dilihat dari pencitraan satelit Google Maps (Masyarakat setempat).



Gambar 2.3 Lokasi Tambang (Sumber: www.google.co.id/maps)

Tambang Bijih besi yang berlokasi di wilayah Bone, kecamatan Bontocani ini merupakan salah satu potensial Bijih besi yang berjarak kurang lebih sekitar 152 km



Gambar 2.4 Peta rute ke lokasi tambang (Sumber: www.google.co.id/maps) atau waktu tempuh sekitar 3 jam 58 menit dari pusat kota Makassar. Potensi sumber daya galian Bijih besi di wilayah ini sebesar 116.682.200 Ton dalam bentuk senyawa Hematit dan Magnetit. (bone.go.id;Potensi Pertambangan di Kabupaten Bone, 2013)

BAB III METODE PELAKSANAAN

3.1 Tempat Dan Waktu Pelaksanaan Kegiatan

Penelitian ini akan dilaksanakan di dua lokasi. Pertama lokasi pengambilan sampel di daerah reklamasi penambangan Wilayah Tanjung Kecamatan Bontocani, Kabupaten Bone atau pada kordinat $5^{\circ}01'25.9$ Lintang Selatan dan $120^{\circ}04'07.7$

Bujur timur. Lokasi kedua sebagai tempat dilakukannya analisis terhadap sampel Bijih besi di Laboratorium kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang. Kegiatan ini telah berlangsung selama satu bulan terhitung mulai tanggal 3 Juni sampai 10 Juli 2020.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) Shimadzu AA-7000, lampu katoda berongga (*hollow cathode Lamp*), pipet volumetrik, Kertas saring, Clinipete, labu ukur 100ml, corong gelas, dan kaca arloji, wadah sampel, kertas saring, gelas piala 500 ml, cawan porselin, oven, Tanur, *Hotplate*, *Crusher*, ayakan 120 *mesh*.

3.2.2 Bahan

Sampel Bijih besi lokasi tambang dengan reagen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi larutan standar Fe (Besi) dengan konsentrasi 100 ppm, larutan Asam Nitrat (HNO_3) pekat dan akuabidest.

3.3 Prosedur Kerja

1. Prosedur awal dari kegiatan ini adalah pengambilan sampel yang dilakukan langsung di lokasi tambang dengan metode pengambilan acak pada 10 titik dilokasi area bekas tambang yang kemudian dari 10 titik pengambilan tersebut dilakukan pengelompokan dengan 3 kelompok utama sampel titik permukaan, pinggir danau dan ore dengan kedalaman pengambilan masing masing 1 meter.
2. Sampel yang tela diperoleh kemudian dipisahkan kedalam wadah kedap udara yang kemudian dikelompokkan diberi label nama sesuai blok titik pengambilan.
3. Setelah dikelompokkan kemudian sampel masuk kedalam tahapan persiapan preparasi sampel. Pada tahap ini dilakukan pengerusan sampel hingga diperoleh ukuran partikel 120 *mesh*.
4. Sampel yang telah siap direparasi kemudian dilanjutkan dengan proses analisis dengan metode AAS.
5. Data yang telah diperoleh dari hasil analisis kemudian dimasukkan kedalam prog Microsoft Office Excel untuk kemudian diolah dengan komputerisasi.

Sehingga data hasil analisis dapat diolah dengan lebih cepat, efektif dan efisien.

3.4 Metode Penelitian

3.4.1 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melalui beberapa tahapan, yaitu pengambilan sampel, analisis sampel, dan pengelompokan sampel.

Pengambilan sampel dilakukan dengan mekanisme acak, dimana titik pengambilan sampel ini ditentukan secara acak dengan pengelompokan berdasarkan kondisi visual geografis permukaan tanah, pada kedalaman 1 meter.

Analisis sampel, analisis sampel ini dilakukan dengan metode analisis AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) karena mampu menganalisa 61 jenis logam dengan tingkat spesifikasi yang tinggi. (Khopkar SM, 2002)

Pengelompokan sampel akan dilakukan berdasarkan karakteristik titik lokasi pengambilan. Sehingga nantinya setiap data hasil analisis mewakili setiap titik pengambilan sampel.

3.4.2 Pengelompokan Sampel

Pengelompokan sampel didasarkan dengan menggunakan metode *Proportionate Stratified Random Sampling* dengan pertimbangan pada lokasi hasil observasi langsung, kondisi lokasi tambang mempunyai susunan bertingkat atau berlapis-lapis. Hal ini mengakibatkan sampel di lokasi bekas tambang tidak homogen dan berstrata secara proporsional. Sehingga dengan pertimbangan tersebut dilakukan penggalan sampel sebanyak 10 titik galian dengan menggunakan *Handboring* pada masing-masing kedalaman pengambilan sampel 1 meter dibawah permukaan tanah lokasi tambang.

Pengelompokan sampel kemudian dilanjutkan dengan melakukan metode *Cluster Random Sampling*, dimana 10 titik hasil pengambilan sampel dilakukan pengelompokan lanjutan dengan mencampurkan sampel berdasarkan 3 karakteristik utama yaitu kedalaman, kondisi fisik permukaan, dan area hasil galian tambang (*Ore*). Sehingga dihasilkan tiga kelompok sampel utama sebagai berikut.

1. Sampel 1M

Karakteristik sampel ini diambil pada kedalaman 1 meter dengan kondisi permukaan tanah berwarna coklat, dengan jarak titik pengambilan sampel 5 meter dari titik lokasi hasil galian.

2. Sampel 2M

Karakteristik sampel ini diambil pada kedalaman 1 meter dengan kondisi permukaan tanah berwarna agak putih kemerahan, dengan jarak titik pengambilan sampel 10 meter dari titik lokasi hasil galian.

3. Sampel Core

Karakteristik Sampel ini diambil pada area gundukan bijih besi hasil bekas penambangan, dengan titik pengambilan sampel tepat pada area lokasi gundukan batuan hasil galian bekas penambangan. Karakteristik sampel ini berwarna hitam dengan kilauan silver (bijih besi) gundukan batuan hasil galian tambang. Karakteristik sampel ini berwarna hitam dengan kilauan silver (bijih besi).

3.4.3 Reparasi Sampel

Proses reparasi sampel dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

1. Pengeringan

Tahap pengeringan dilakukan melalui metode tradisional dengan memanfaatkan energi panas radiasi matahari guna menguapkan kadar air tak terikat dari sampel. (Keenan CW et al. 2016)

2. Penggerusan

Tahapan penggerusan dilakukan dengan menggunakan *grinding* selama ± 5 menit dengan tujuan memperbesar luas permukaan bidang sentuh antar partikel sampel, guna meningkatkan laju reaksi sampel.

3. Pengayakan

Pengayakan sampel dilakukan dengan menggunakan *sieving* dengan ukuran ayakan 120 mesh atau $125 \mu\text{m}$ pada *set-point* amplitudo 2,50 mm selama 40 detik. Pengayakan ini dilakukan guna menyamakan ukuran partikel-partikel sampel hasil grinding.

4. Sampling

Sampling dilakukan dengan menimbang sampel hasil pengayakan masing masing secara berurutan 5 g, 1M, 2M dan Core.

5. Pelepasan Air Terikat

Pelepasan air terikat dilakukan dengan pemanasan guna menghilangkan air terikat dalam sampel dengan suhu 175°C selama ± 8 Jam. Didalam Oven.

6. Pengabuan

Pengabuan dilakukan dengan pemanasan menggunakan *furnace* pada suhu 100°C dan dinaikkan perlahan sampai 450°C dengan kecepatan kenaikan 50°C/jam. Pemanasan ini dilakukan berulang dengan setiap jeda pemanasan dilakukan pelarutan dengan aquabides guna melarutkan senyawa hasil Pengabuan. Hal ini bertujuan untuk mengurangi zat-zat pengganggu/pengotor yang dapat mempengaruhi hasil analisis pada sampel.

7. Pelarutan

Pelarutan sampel dilakukan guna mengkonversi fase sampel yang berupa padatan menjadi cair agar mudah dianalisis dengan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

sampel dilarutkan dengan 5ml larutan HCl 6 M, lalu diuapkan di atas *hotplate*. Residu yang terbentuk dilarutkan dengan 10-30 ml larutan HNO₃ 0.1 M. Kemudian larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 50 ml dan diencerkan dengan larutan aquabidest hingga tanda batas (SNI 012970-2009).

8. Pengenceran

Pengenceran sampel dilakukan untuk menurunkan konsentrasi sampel yang terlalu pekat guna memperdekat nilai analisis sampel terhadap kurva larutan standar Fe serta, meningkatkan akurasi analisis sampel hasil identifikasi dengan AAS.

Pada masing masing sampel dilakukan pengenceran menggunakan aquabides dengan urutan pengenceran sebagai berikut.

Tabel 3.1 Data pengenceran Sampel

ID SAMPEL		
1M	2M	Core
1:10	1:10	1:10
1:100	1:100	1:100
		1:1000 (I)
		1:10000 (II)
		1:100000 (III)
		1:1000000 (IV)

3.5 Teknik Pengolahan Data

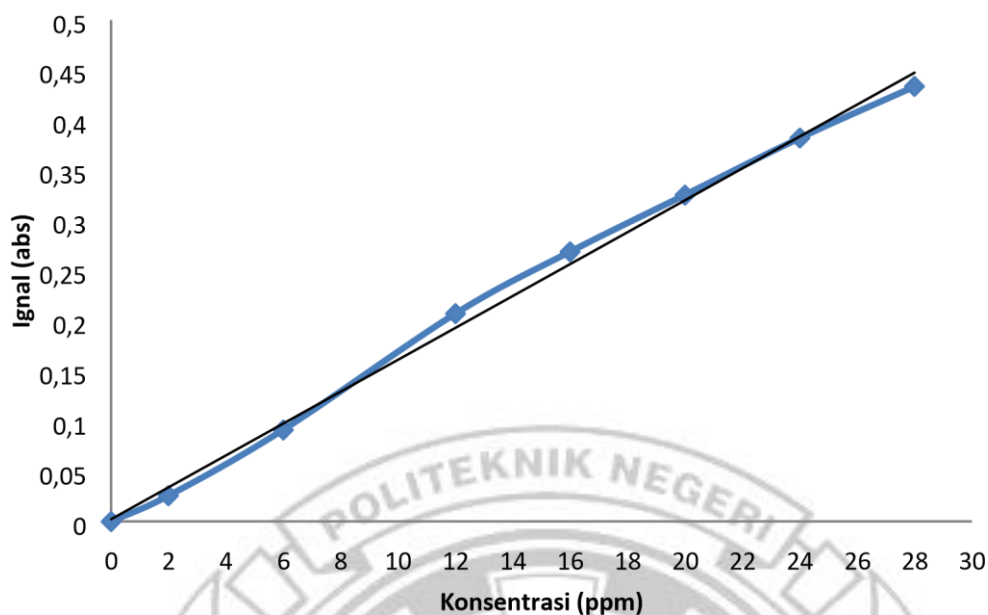
Pengolaan data yang telah diperoleh dilakukan dengan metode komputerisasi. Menggunakan bantuan *software* Microsoft Office Excel 2019 sehingga data yang telah diperoleh dapat disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Sehingga tujuan dari penelitian ini dapat tercapai dengan lebih cepat dan efisien.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis

4.1.1 Analisis AAS

Analisis Kadar logam Fe dalam sampel bijih besi ditentukan dengan cara mengukur absorbansi larutan sampel 1M, 2M dan Core pada panjang gelombang maksimum logam Fe (248,33 nm) dengan AAS kemudian nilai absorbansi dimasukkan ke dalam persamaan regresi linier logam Fe untuk ditentukan kadarnya. Maka diperoleh kurva hasil kalibrasi larutan standar sebagai berikut.



Gambar 4.1 Hasil kalibrasi larutan standar Fe hubungan konsentrasi Vs absorbansi

Gambar 4.1 nilai R^2 yang dihasilkan pada sampel dengan menggunakan metode destruksi diperoleh 0,9963. Nilai R^2 yang dihasilkan sesuai dengan syarat keterterimaan yaitu $> 0,996$ (Chan & Zhang, 2004). Demikian juga, menurut Miller dan Miller (2000) harga koefisien korelasi (r) ini sebaiknya $> 0,99$.

Hasil kalibrasi larutan standar Fe diperoleh Persamaan koefisien korelasi hasil pengukuran senilai $y = 0,0159x + 0,0022$, dengan *slope* 0,0159, dan *intercept* 0,0022 dengan x adalah konsentras dan y adalah absorbansi. Hasil substitusi nilai absorbansi setiap sampel kedalam persamaan $y = 0,0159x + 0,0022$ dihasilkan konsentrasi setiap sampel sesuai Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Konsentrasi hasil analisis AAS

ID Sampel	Konsentrasi (ppm)	Mean Signal (abs)
1M	20,11	0,321525
2M	14,29	0,229358
Core	145,3	0,233227

Persen akurasi hasil analisis dilihat dari nilai %RSD atau deviasi standar relatif, dimana nilai %RSD hasil analisis ini senilai 99,9% yang artinya hanya terdapat 0,1% kesalahan yang mungkin saja terjadi dalam proses analisis ini.

4.1.2 Analisis XRF

Analisa XRF merupakan teknik analisis yang bertujuan mengidentifikasi komposisi kimia beserta konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam suatu sample dengan menggunakan metode spektrometri.

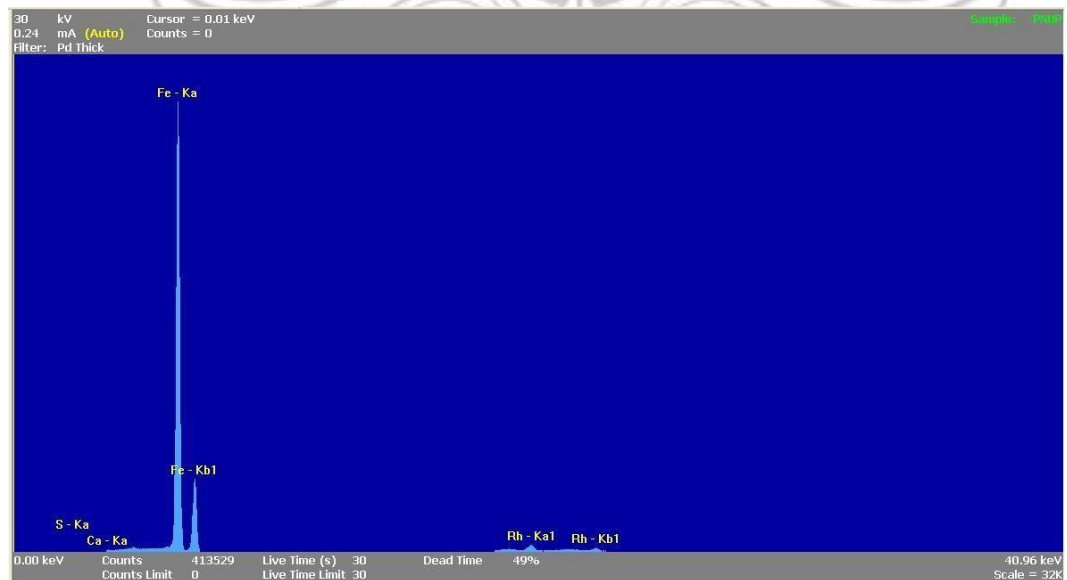
Sampel yang dianalisis dianalisis langsung di Laboratorium Pendidikan dan Pengembangan Sains FMIPA UNHAS pada luasan area analisis 132.7 mm^2 dengan sampel yang dianalisa hanyalah sampel Core sebab hanya sampel core yang memiliki nilai kadar konsentrasi tertinggi. Sehingga memiliki potensial sumber daya besi yang layak untuk dilakukan analisa lanjutan dengan XRF dengan pertimbangan sebagai data pembanding hasil dari analisa AAS. Berikut adalah tabel data hasil analisa sampel core dengan AAS.

Tabel 4.3 Hasil analisa Fe sampel Core dengan XRF

Element	Kadar (m/m%)	StdErr
Fe	81,6800%	0,19

Sx	15,1000%	0,18
Ca	1,6200%	0,06
Mn	1,1900%	0,05
Px	0,3180%	0,056
Nb	0,0242%	0,0048
Zn	0,0174%	0,0057
Mo	0,0015%	0,0044
Sn	0,0091%	0,0018
In	0,0086%	0,0014
Ga	0,0085%	0,0042
Te	0,0062%	0,0031
Sb	0,0053%	0,002

Data Tabel 4.3 memperlihatkan bahwa terdapat sekitar 12 unsur yang serdapat ada sampel core hasil analisis dengan XRF dengan nilai persentasi Fe senilai 81,68% untuk setiap 1000 mg sampel atau 1 g sampel yang dianalisis. Gambar 4.2 menunjukkan gambaran spektrum hasil analisis XRF.



Gambar 4.2 Spektrum hasil analisis XRF

4.3 Pembahasan

Pengelompokan sampel dari 10 titik lokasi pengambilan sampel disekitar area bekas penambangan dilakukan berdasarkan 3 karekteristik utama yaitu kedalaman, kondisi fisik permukaan, dan area hasil galian tambang (*Ore*) yang kemudian diperoleh tiga sampel yang siap dianalisis yakni sampel 1M, 2M dan Core. Pengelompokan tersebut bertujuan membatasi populasi sampel analisis yang kemudian meningkatkan efisiensi sampel yang dianalisis.

Karakteristik pada masing-masing sampel dikelompokkan berdasarkan kondisi fisik geografis titik pengambilan sampel. Sampel 1M diambil pada kedalaman 1 meter dengan kondisi permukaan tanah berwarna coklat, dengan jarak titik pengambilan sampel 5 meter dari titik lokasi hasil galian. Sampel 2M diambil pada kedalaman 1 meter dengan kondisi permukaan tanah berwarna agak putih kemerahan, dengan jarak titik pengambilan sampel 10 meter dari titik lokasi hasil galian. Sampel Core diambil pada area gundukan bijih besi hasil bekas penambangan, dengan titik pengambilan sampel tepat pada area lokasi gundukan batuan hasil galian bekas penambangan. Karakteristik sampel ini berwarna hitam dengan kilauan silver (bijih besi).

Analisis sampel dilakukan dengan metode AAS pada panjang gelombang (248,88), sesuai dengan SNI 06-6989.4-2004 dengan gas asetilen C_2H_2 sebagai bahan bakar dalam proses analisis. Proses analisis sampel diawali dengan reparasi sampel kedalam fase cair hingga ketahap pengenceran untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi analisis. Tahapan Analisa selanjutnya dilakukan dengan urutan analisis berdasarkan kepekatan warna pada sampel, yakni 2M, 1M dan Core dengan tujuan mengurangi tingkat eror dalam proses analisis. Hasil dari proses analisa konsentrasi masing-masing sampel berturut turut 1M, 2M dan Core adalah 20,11 ppm, 14,29 ppm dan 145,3 ppm dengan nilai $R^2 = 0,9963$ kurva standar. Nilai R^2 tersebut sesuai dengan syarat nilai toleransi yaitu $> 0,996$ (Chan & Zhang, 2004), demikian juga, menurut Miller (2000).

Hasil dari proses analisa konsentrasi sampel dihasilkan kadar sampel berturut turut 20,11 ppm, 14,29 ppm dan 145,3 ppm untuk setiap 5 g sampel. Kadar tersebut berbanding lurus secara visual dari warna sampel, dimana sampel core

memiliki karakteristik sampel dengan kepekatan sangat tinggi, ditandai dengan warna sampel kuning pekat.

Analisis dengan XRF dilakukan ditahap akhir penelitian dengan tujuan sebagai data pembanding sekaligus mengetahui komposisi sampel dari hasil analisa AAS dan XRF. Sampel yang dianalisa dengan XRF hanyalah sampel Core dengan pertimbangan sampel core memiliki tingkat konsentrasi Fe hasil analisa AAS yang paling tinggi yakni 145,3 ppm. Hal ini menjadi pertimbangan yang penting, karena nantinya hanya material hasil tambang berupa core yang memiliki potensial tinggi untuk di eksplorasi. Sampel core pada hasil analisa XRF diperoleh kadar Fe sampel 81,68% yang berarti bahwa sampel core merupakan material utama hasil penambangan ilegal di wilayah tanjung kecamatan bontocani dengan potensial kandungan Fe sebesar 81,68g untuk setiap 100g sampel.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Analisa kadar Fe sampel dilakukan dengan mekanisme AAS dengan nilai konsentrasi hasil analisis sampel secara berturut 1M, 2M dan Core adalah 20,11 ppm, 14,29 ppm dan 145,3 ppm untuk setiap 5 g sampel.
2. Persentase kadar Fe sampel Core atau pasir besi Fe hasil penambangan ilegal pada lokasi tambang wilayah tanjung kecamatan bontocani dari hasil analisa XRF adalah senilai 81,68%.

4.2 Saran

Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut bersama dengan Kementerian perindustrian agar nantinya data hasil analisa kandungan bijih besi dilokasi bekas penambangan dapat menjadi referensi dasar untuk nantinya dilakukan pengelolaan sumber daya alam yang sesuai dengan mekanisme hukum yang berlaku. Sehingga nantinya memberikan manfaat yang lebih besar kepada bangsa dan negara.

DAFTAR PUSTAKA

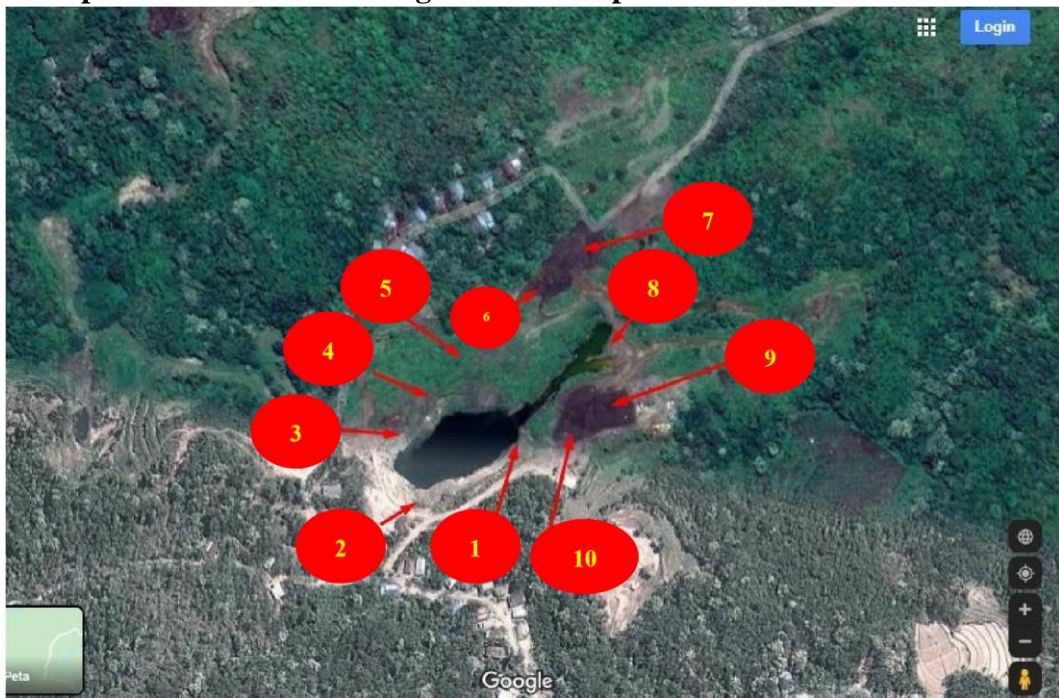
- Basset, J. 2002. *Buku Ajar Vogel Kimia Analisa Kuantitatif Anorganik*. Jakarta: EGC
- Badan Standarisasi Nasional. (2009). *Cara uji besi (Fe) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala SNI 3752:2009*. Jakarta
- Chan, C.C., H.L.Y.C. Lee., X. Zhang. (2004). *Analytical Method Validation and Instrumental Performance Verification*. Wiley Interscience A. John Wiley and Sons. Inc, New Jersey
- Day RA, Underwood AL. 2010. *Analisis Kimia Kuantitatif* Ed 6. Sopyan I, penerjemah. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: *Quantitative Analysis Six Edition*
- Franklin.2006. *Eksplorasi Pasir Besi di Kabupaten Manggarai*, Provinsi Nusa Tenggara Timur, Kelompok Prog Penelitian Mineral Logam, Pusat Sumber Daya Geologi. <https://bone.go.id/2014/05/09/potensi-pertambangan-di-kabupaten-bone>, diakses 6 Januari 2020.
- Ishlah T. 2015. *Potensi Bijih Besi Indonesia dalam Kerangka Pengembangan Kluster Industri Baja*. Perekayasa Madya Pusat Sumber Daya Geologi.
- Keenan CW et al. 2016. Ilmu Kimia Untuk Universitas Pudjaatmaka, penerjemah; Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: *General College Chemistry*.
- Khopkar SM. 2002. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Saptorahardjo A, penerjemah. Jakarta: UI Press. Terjemahan dari: *Basic Concepts of Analytical Chemistry*.
- Margono, 2014, *Metodologi Penelitian Pendidikan*, Jakarta :Rineka Cipta.
- M.I. Jensen & A. M. Bafeman.2014. *Iron & Ferroalloy Metals in (ed) Economic Mineral Deposits*.
- Miller, J. C., Miller, J.N. (2000). *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry*, 4th ed, Prentice, Harlow
- Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor: 02 Tahun 2014, Tentang Pelimpahan Sebagian Urusan Pemerintahan Di Bidang Energi Dan Sumber Daya Mineral Kepada Gubernur Sebagai Wakil Pemerintah.
- Panitia Penyelenggara Pelatihan Instrumentasi Analisa Kimia, *Spektrometri Serapan Atom*, Desember 2005
- Sugiyono. (2011). *Metode Penilaian*. Bandung: Alfabeta.

Undang-undang ESDM Nomor 7 Tahun 2014

Undang-undang Pokok Pertambangan Tahun 1967

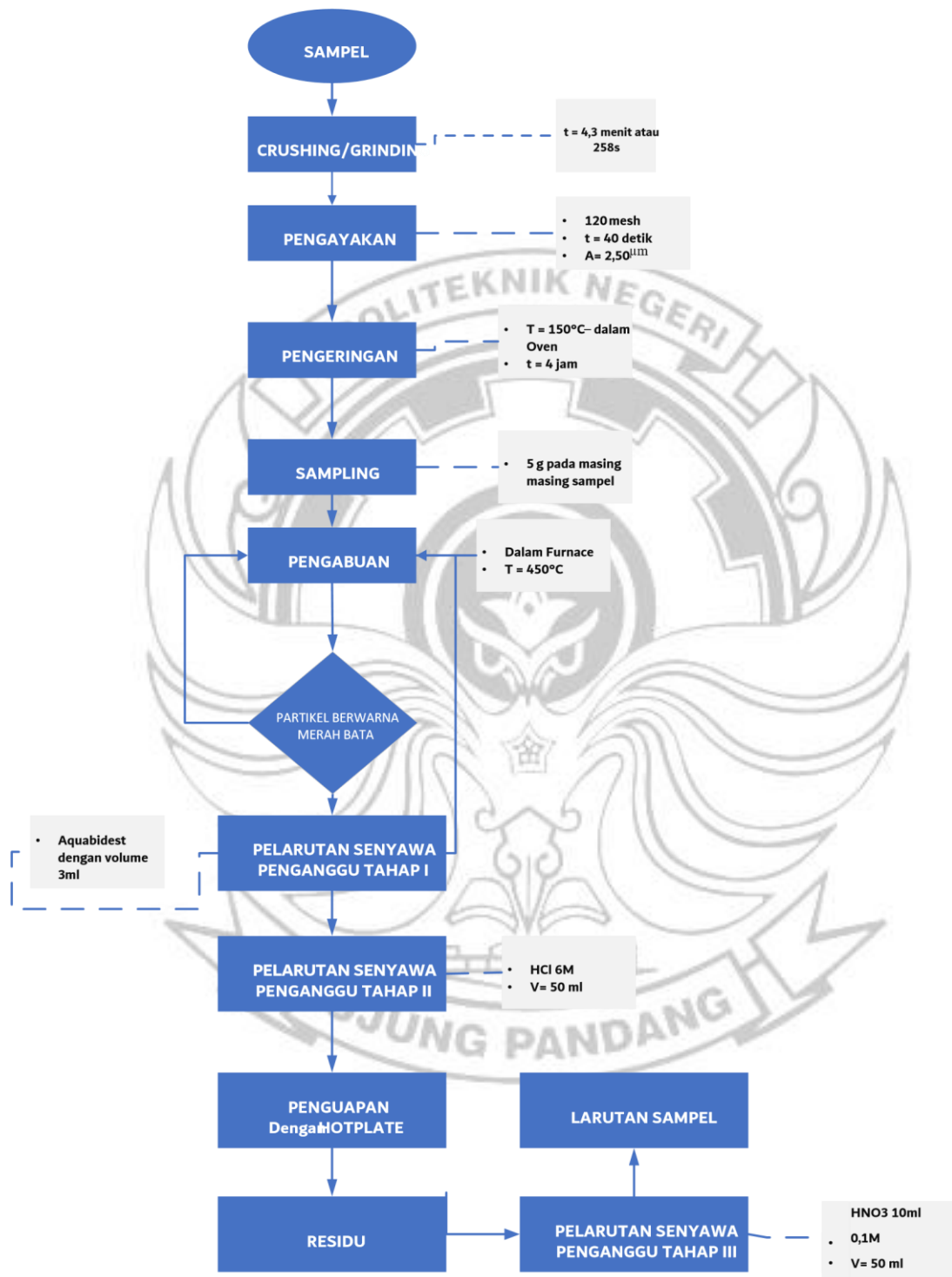
LAMPIRAN

Lampiran 1 Lokasi Titik Pengambilan Sampel



Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan alat *handboring* dengan kedalaman maksimum 100cm dari permukaan tanah. Sebanyak titik pengambilan sampel yang kemudian dikelompokkan kedalam 3 kategori sampel.

Lampiran 2 Diag Alir Proses Reparasi Sampel



Lampiran 3 Dokumentasi Proses Penelitian

A. Lokasi Pengambilan Sampel



Gambar : bekas penambangan di wilayah tanjung kecamatan Bontocani



Gambar : gundukan bekas penambangan bagian utara di wilayah tanjung kecamatan Bontocani



Gambar : Gundukan material hasil bekas penambangan bagian selatan di wilayah tanjung kecamatan Bontocani



Gambar : Jalur akses kendaraan keluar masuk area penambangan



Gambar : proses pengambilan sampel 2M kedalaman 1 meter

Gambar : Proses



pengambilan sampel 1M kedalaman 1 meter



Gambar : Proses pengambilan sampel pada lokasi tambang dengan Handboring



Gambar : Hasil penggalian pada lokasi tambang wilayah tanjung Kecamatan Bontocani



Gambar : Bekas galian pengambilan sampel kedalaman 1 meter

B. Reparasi Sampel



Gambar : mesin grinding tampak depan



Gambar : mesin grinding tampak samping



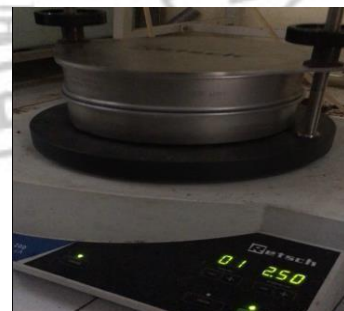
Gambar : sebelum di masukkan ke dalam mesin grinding



Gambar : proses pengeringan sampel menggunakan oven



Gambar : Sampel dengan ukuran partikel 120 mesh



Gambar : Proses seiving



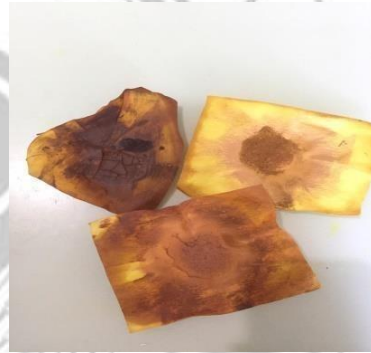
Gambar : Sampel dengan ukuran partikel 120 mesh



Gambar : penambahan larutan HNO_3 (Nitric Acid) pemanasan sampel di atas hot plate



Gambar : hasil proses penguapan sampel



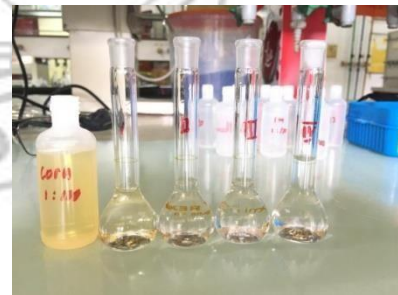
Gambar : Residu hasil penyaringan sampel

C. Dokumentasi Pengenceran

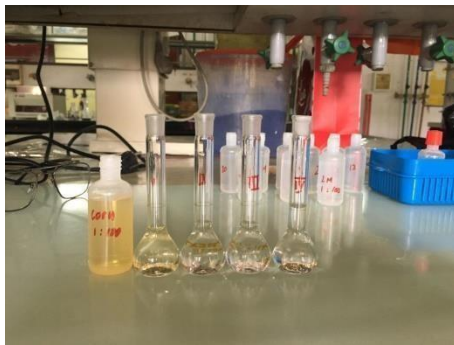


Sampel hasil reparasi

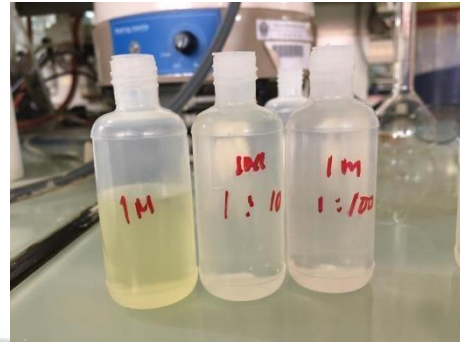
Gambar :



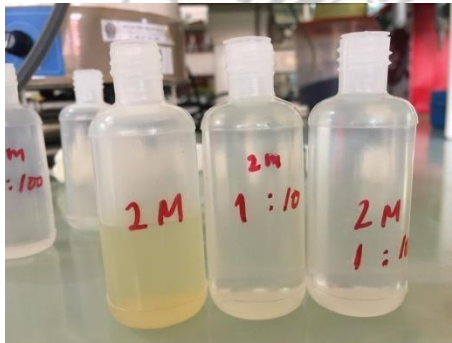
Gambar : hasil pengenceran sampel ore



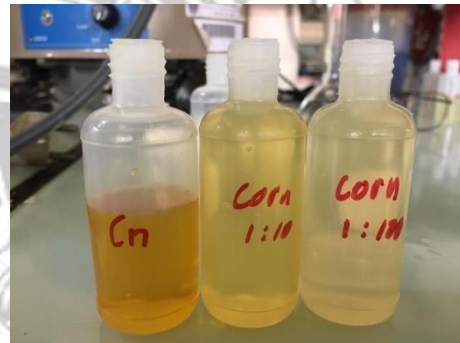
Gambar : Proses pengenceran sampel ore



Gambar : hasil pengenceran sampel 1M

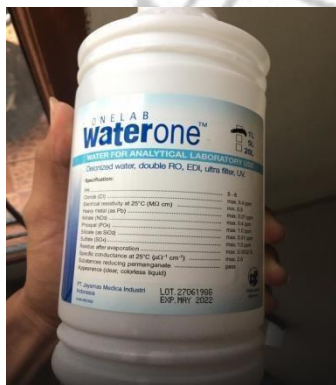


Gambar : hasil pengenceran sampel 1M



Gambar : Hasil pengenceran sampel core

D. Larutan Standart



Gambar : aquabidest



Gambar : $Fe SO_4 . 7 H_2O$



larutan induk 100 ppm Fe

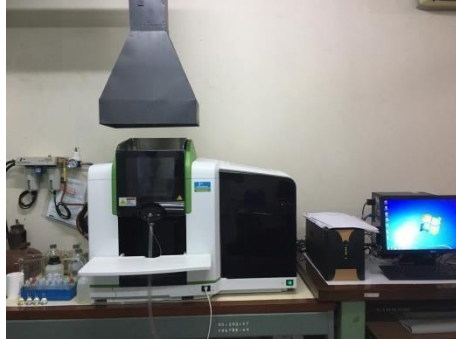
Gambar :



Gambar : larutan standar dalam labu ukur 100 ml



E. Proses Analisis Sampel dengan AAS



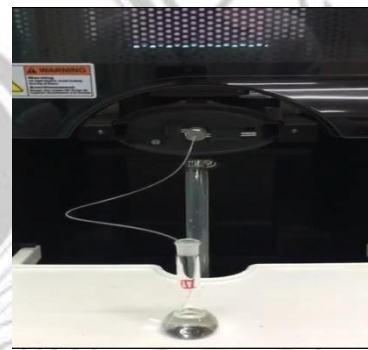
Gambar : alat AAS (spektrofotometri serapan atom)



Gambar : proses kalibrasi



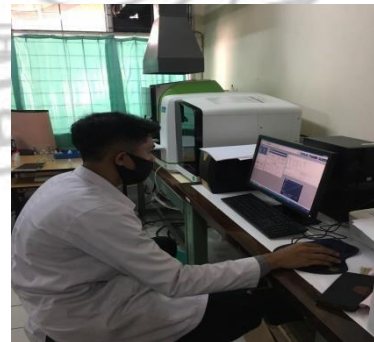
Gambar : proses analisis larutan standar



Gambar : proses analisis larutan induk



Gambar : proses pengolahan data



Gambar : proses pengolahan data

Lampiran 4 Perhitungan Penentuan Larutan Induk dan Standar Fe

1. Penentuan Larutan Induk Fe

Bahan : $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Pelarut : Aquabides

† Pembuatan larutan induk Fe 100 ppm

$$\bullet 100\text{ppm} = 100.000 \text{ mg}/1.000.000\text{ml}$$

$$\bullet 100\text{ppm} = \frac{\quad}{0,1 \text{ liter}} 1 \text{ mg} = 10 \text{ mg}$$

$$\bullet 10 \text{ mg} = 0,01 \text{ gram}$$

Diperoleh berat Fe dalam 100 ppm adalah senilai 0,01 g

0,01 g merupakan berat Fe dalam keadaan murni, sebab bahan yang dipakai dalam pembuatan larutan induk adalah $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, maka Berat $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ yang harus ditimbang senilai Massa Fe dalam $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

† Massa Fe dalam $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

$$\begin{aligned} \dagger \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \text{ ditimbang} &= \frac{M_r \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{A_r \text{Fe}} \times \text{Massa Fe dalam } 100\text{ppm} \\ &= \frac{278 \text{ g/mol}}{56 \text{ g/mol}} \times 0,01 \text{ gram} \\ &= 0,0496 \text{ g} \end{aligned}$$

Sehingga untuk membuat larutan induk Fe 100ppm, dibutuhkan 0,0496 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ yang kemudian dilarutkan ke dalam labu takar 100ml, menggunakan aquabides.

2. Penentuan Larutan Standar Fe

Larutan standar Fe ditentukan pada variasi konsentrasi 2, 6 12, 16, 20, 24, dan 28 ppm yang kemudian penentuannya diperoleh melalui persamaan pengenceran sebagai berikut.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

Dimana V_1 adalah Volume mula-mula per volume larutan induk (1), V_2 adalah Volume pengenceran (2) dan M_1 adalah konsentrasi mula-mula/ konsentrasi

larutan induk (ppm), dan M2 adalah konsentrasi yang ditentukan/diinginkan. (ppm).

Dari persamaan tersebut kemudian diperoleh volume Larutan induk yang digunakan pada masing masing konsentrasi sebagai berikut. † Standar Fe 2ppm

$$\begin{aligned} V1.M1 &= V2.M2 \\ V1. 100\text{ppm} &= 0,1 . 2\text{ppm} \\ V1 &= 0,002\text{ml} \end{aligned}$$

Jadi untuk menghasilkan larutan standar Fe dengan konsentrasi 2ppm, dibutuhkan 5ml larutan induk yang kemudian diencerkan kedalam labu takar 100ml. Mensubtitusikan nilai konsentrasi kedalam persamaan diatas maka diperoleh vulume larutan induk dalam setiap variasi konsentrasi konsentrasi 2, 6, 12, 16, 20, 24, dan 28ppm secara berturut 5ml, (1,7ml), (0,8ml), (0,6ml), (0,5ml), (0,4ml), (0,4ml),



Lampiran 5 Data Rekaman Hasil Analisis Sampel



Sequence No.: 4
Sample ID: std 3
Analyst:

Autosampler Location:
Date Collected: 10/07/2020 14:15:21
Data Type: Original

Replicate Data: std 3
Analyte: Fe 248.33

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlkCorr Signal	Time	Signal Stored
1	[12]	[12]	0.2072	14:15:22	Yes
2	[12]	[12]	0.2065	14:15:25	Yes
3	[12]	[12]	0.2078	14:15:29	Yes

Mean: [12] 0.2072
SD: 0.00 0.0006
%RSD: 0.00% 0.30
Standard number 3 applied. [12]
Correlation Coef.: 0.997784 Slope: 0.01744 Intercept: -0.00612

Sequence No.: 5
Sample ID: std 4
Analyst:

Autosampler Location:
Date Collected: 10/07/2020 14:15:54
Data Type: Original

Replicate Data: std 4
Analyte: Fe 248.33

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlkCorr Signal	Time	Signal Stored
1	[16]	[16]	0.2687	14:15:55	Yes
2	[16]	[16]	0.2693	14:15:58	Yes
3	[16]	[16]	0.2691	14:16:02	Yes

Mean: [16] 0.2690
SD: 0.00 0.0003
%RSD: 0.00% 0.10
Standard number 4 applied. [16]
Correlation Coef.: 0.998895 Slope: 0.01725 Intercept: -0.00554

Sequence No.: 6
Sample ID: std 5
Analyst:

Autosampler Location:
Date Collected: 10/07/2020 14:16:18
Data Type: Original

Replicate Data: std 5
Analyte: Fe 248.33

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlkCorr Signal	Time	Signal Stored
1	[20]	[20]	0.3272	14:16:18	Yes
2	[20]	[20]	0.3247	14:16:21	Yes
3	[20]	[20]	0.3249	14:16:25	Yes

Mean: [20] 0.3256
SD: 0.00 0.0014
%RSD: 0.00% 0.42
Standard number 5 applied. [20]
Correlation Coef.: 0.998827 Slope: 0.01678 Intercept: -0.00350

Sequence No.: 7
Sample ID: std 6
Analyst:

Autosampler Location:
Date Collected: 10/07/2020 14:16:44
Data Type: Original

Replicate Data: std 6
Analyte: Fe 248.33

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlkCorr Signal	Time	Signal Stored
1	[24]	[24]	0.3845	14:16:44	Yes
2	[24]	[24]	0.3806	14:16:48	Yes
3	[24]	[24]	0.3818	14:16:51	Yes

Mean: [24] 0.3823
SD: 0.00 0.0020

%RSD: 0.00% 0.52
 Standard number 6 applied. [24]
 Correlation Coef.: 0.998638 Slope: 0.01636 Intercept: -0.00107

Sequence No.: 8 Autosampler Location:
 Sample ID: std 7 Date Collected: 10/07/2020 14:17:05
 Analyst: Data Type: Original

Replicate Data: std 7 Analyte: Fe 248.33

Repl	SampleConc	StndConc	BlkCorr	Time	Signal
#	mg/L	mg/L	Signal		Stored
1	[28]		0.4347	14:17:05	Yes
2	[28]		0.4335	14:17:08	Yes
3	[28]		0.4325	14:17:11	Yes
Mean:	[28]		0.4336		
SD:	0.00		0.0011		
%RSD:	0.00%		0.25		
Standard number 7 applied. [28]					
Correlation Coef.: 0.998165 Slope: 0.01590 Intercept: 0.00218					

Calibration data for Fe 248.33 Equation: Linear, Calculated Intercept

ID	Mean Signal (Abs)	Entered Conc. mg/L	Calculated Conc. mg/L	Standard Deviation	%RSD
blanko	0.0000	0	-0.137	0.02	>999.9%
sdt 1	0.0257	2.0	1.476	0.00	2.19
std 2	0.0914	6.0	5.612	0.00	1.15
std 3	0.2072	12.0	12.892	0.00	0.30
std 4	0.2690	16.0	16.781	0.00	0.10
std 5	0.3256	20.0	20.340	0.00	0.42
std 6	0.3823	24.0	23.907	0.00	0.52
std 7	0.4336	28.0	27.129	0.00	0.25
Correlation Coef.: 0.998165 Slope: 0.01590 Intercept: 0.00218					

Sequence No.: 9 Autosampler Location:
 Sample ID: 1 Date Collected: 10/07/2020 14:17:40
 Analyst: Data Type: Original

Replicate Data: 1 Analyte: Fe 248.33

Repl	SampleConc	StndConc	BlkCorr	Time	Signal
#	mg/L	mg/L	Signal		Stored
1	20.18		0.3230	14:17:41	Yes
2	20.14		0.3224	14:17:44	Yes
3	20.00		0.3203	14:17:48	Yes
Mean:	20.11		0.3219		
SD:	0.091		0.0014		
%RSD:	0.45%		0.45		

Sequence No.: 10 Autosampler Location:
 Sample ID: 2 Date Collected: 10/07/2020 14:18:04
 Analyst: Data Type: Original

Replicate Data: 2 Analyte: Fe 248.33

Repl	SampleConc	StndConc	BlkCorr	Time	Signal
#	mg/L	mg/L	Signal		Stored
1	14.35		0.2303	14:18:04	Yes
2	14.23		0.2285	14:18:08	Yes
3	14.28		0.2293	14:18:11	Yes
Mean:	14.29		0.2294		
SD:	0.057		0.0009		
%RSD:	0.40%		0.39		

Sequence No.: 11

Sample ID: c1

Analyst:

Autosampler Location:

Date Collected: 10/07/2020 14:18:53

Data Type: Original

Replicate Data: c1

Repl #	SampleConc mg/L	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Time	Analyte: Fe 248.33 Signal Stored
1	-1.002	-1.002	-0.0137	14:18:54	Yes
2	-1.079	-1.079	-0.0150	14:18:57	Yes
3	-1.365	-1.365	-0.0195	14:19:00	Yes
Mean:	-1.148	-1.148	-0.0161		
SD:	0.1912	0.1912	0.0030		
%RSD:	16.65%	16.65%	18.91		

Sequence No.: 12

Sample ID: c2

Analyst:

Autosampler Location:

Date Collected: 10/07/2020 14:20:05

Data Type: Original

Replicate Data: c2

Repl #	SampleConc mg/L	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Time	Analyte: Fe 248.33 Signal Stored
1	-1.407	-1.407	-0.0202	14:20:06	Yes
2	-1.396	-1.396	-0.0200	14:20:09	Yes
3	-1.314	-1.314	-0.0187	14:20:12	Yes
Mean:	-1.373	-1.373	-0.0196		
SD:	0.0508	0.0508	0.0008		
%RSD:	3.70%	3.70%	4.11		

Sequence No.: 13

Sample ID: c3

Analyst:

Autosampler Location:

Date Collected: 10/07/2020 14:20:31

Data Type: Original

Replicate Data: c3

Repl #	SampleConc mg/L	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Time	Analyte: Fe 248.33 Signal Stored
1	-1.232	-1.232	-0.0174	14:20:31	Yes
2	-1.261	-1.261	-0.0179	14:20:35	Yes
3	-1.196	-1.196	-0.0168	14:20:38	Yes
Mean:	-1.230	-1.230	-0.0174		
SD:	0.0327	0.0327	0.0005		
%RSD:	2.66%	2.66%	2.99		

Sequence No.: 14

Sample ID: c4

Analyst:

Autosampler Location:

Date Collected: 10/07/2020 14:21:16

Data Type: Original

Replicate Data: c4

Repl #	SampleConc mg/L	StdConc mg/L	BlkCorr Signal	Time	Analyte: Fe 248.33 Signal Stored
1	-0.260	-0.260	-0.0020	14:21:17	Yes
2	-0.359	-0.359	-0.0035	14:21:20	Yes
3	-0.313	-0.313	-0.0028	14:21:24	Yes
Mean:	-0.311	-0.311	-0.0028		
SD:	0.0492	0.0492	0.0008		
%RSD:	15.83%	15.83%	28.36		

Sequence No.: 15

Sample ID: Sample007

Analyst:

Autosampler Location:

Date Collected: 10/07/2020 14:21:43

Data Type: Original

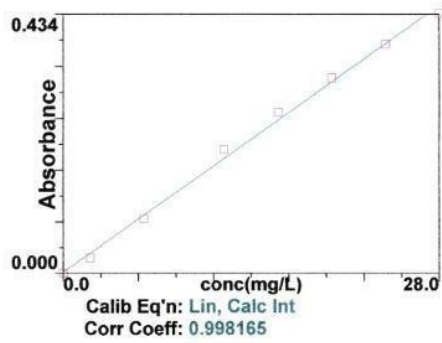
Replicate Data: Sample007 Analyte: Fe 248.33

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Time	Signal Stored
1	14.49	14.49	0.2326	14:21:43	Yes
2	14.59	14.59	0.2341	14:21:46	Yes
3	14.51	14.51	0.2330	14:21:49	Yes
Mean:	14.53	14.53	0.2332		
SD:	0.050	0.050	0.0008		
%RSD:	0.35%	0.35%	0.34		

Calib

Method: Fe PDD Bone TA
Result: Fe PDD Bone TA

Fe 248.33



Lampiran 6 Hasil Pengujian Sampel LAB. PPS FMIPA UNHAS

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Nomor Pekerjaan : LPPS.XJ-2008-13-1

Job Number

Dipersembahkan Kepada

Presented To

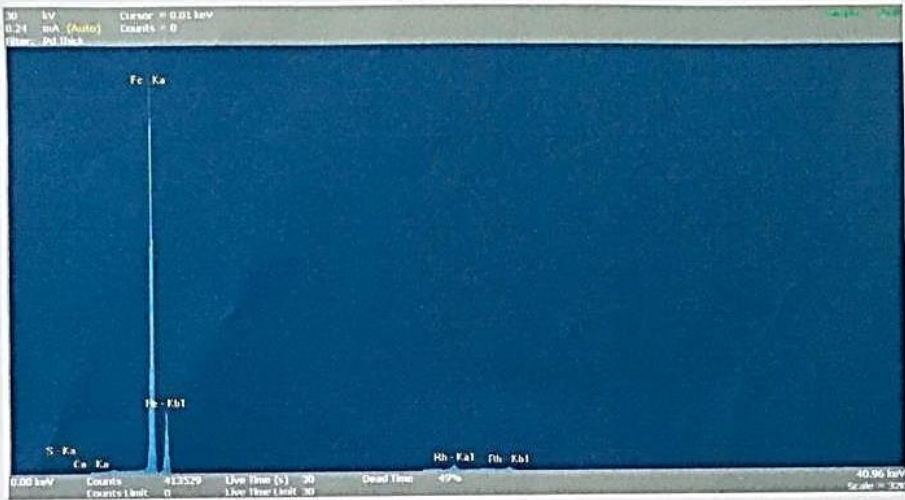
Kepada Yth <i>Attention</i>	: A.M.Akram Arief	Jabatan <i>Job Title</i>	: Mahasiswa
Nama Pelanggan <i>Customer Name</i>	: A.M.Akram Arief	Tujuan Pengujian <i>Purpose of analysis</i>	: Tugas Akhir
Alamat/Universitas <i>Address/University</i>	: Politeknik Negeri Ujung Pandang	No. Faks/ Fax No.	: -
Tanggal Sampel <i>Date of Sample Receipt</i>	: 28 Agustus 2020	No. Telp/ Phone No.	: 082291515838
Diterima		Tanggal Sampel <i>Date of Sample Analysed</i>	: 31 Agustus 2020
Email	: andimuhammadakramarief@gmail.com	Total Halaman	: 4
Nama Pengujian <i>Name of analysis</i>	: Analisis unsur dan senyawa oksida dalam sampel pasir besi		



1 September 2020
Wakil Penanggung Jawab Teknis,
Maha, S.Si, M.Si
NIP. 197508261996012001

Hasil hanya berhubungan dengan contoh yang diuji dan laporan ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya.
The result relate only to the samples tested and this report shall not be reproduced except in full





Makil Penanggung Jawab Teknis



Mahdalia, S.Si, M.Si
NIP. 197508261996012001

Catatan:

- Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi hasil uji ini

