

1204

S K R I P S I

OLEH

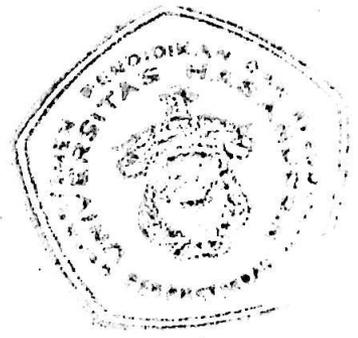
B A H R I A H ✓

86 03 062



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN

1993



STUDI KANDUNGAN SILIKA
DAN BEBERAPA LOGAM PENGOTOR PASIR KUARSA
ASAL KABUPATEN MAROS DAN PINRANG

OLEH

B A H R I A H

86 03 062

Skripsi untuk melengkapi tugas dan
memenuhi syarat untuk memperoleh
gelar sarjana

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

1993

STUDI KANDUNGAN SILIKA
DAN BEBERAPA LOGAM PENGOTOR PASIR KUARSA
ASAL KABUPATEN MAROS DAN PINRANG

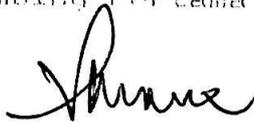
Disetujui Oleh

Pembimbing Utama



DR. ALFIAN NOOR, MSc
NIP. 130 520 604

Pembimbing Pertama



Drs. M. Syahrul, M.Agr
NIP. 130 355 934

Pembimbing Kedua

Drs. Syarifuddin Liong
NIP. 130 525 618

Pada tanggal :



UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puji dan syukur kehadiran Allah Rabbul Alamin, karena atas kehendak-Nya jualah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu pula penulis ucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Pembimbing Utama penulis, DR. Alfian Noor, M.Sc dengan cirinya yang khas dalam memberikan petunjuk, nasihat dan bimbingan pada penyelesaian tugas akhir ini.
2. Pembimbing Pertama Penulis, Drs. M. Syahrul, M.Agr atas segala ide dan arahnya dalam penentuan-penentuan judul dan tujuan penelitian.
3. Pembimbing kedua penulis, Drs. Syarifuddin Liong, atas segala jerihnya mendampingi, memantau dan membantu dalam pengerjaan dan penyelesaian penelitian ini. Sikap dan caranya yang khas dalam mengarahkan, benar-benar memberikan kesan dan hikmahnya tersendiri dalam menumbuhkan rasa percaya diri, memacu semangat lebih giat dan teliti dalam bekerja.
4. Teman sekerja, Mansyur atas kerjasamanya yang baik, dan kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian dan penyusunan skripsi ini.

v

5. Khususnya kepada ayahanda dan ibunda tercinta, serta semua adik-adikku atas ketabahan dan kesabarannya sehingga penulis senantiasa berbesar hati dalam menyelesaikan segala sesuatunya.

Akhirnya penulis sadari, bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, namun kiranya dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya ilmu kimia.

Ujung Pandan, Oktober 1993

P E N U L I S

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian Pasir Kuarsa asal Kabupaten Maros dan Kabupaten Pinrang untuk mengetahui kandungan Silika dan beberapa logam pengotor, seperti : Fe, Al, Mn, Pb, dan Zn.

Hasil yang diperoleh memperlihatkan kandungan silika sebesar 90,77% - 96,03%, sementara konsentrasi besi antara 19,3 ppm - 1.300,313 ppm. Al bervariasi antara 423,5 ppm - 1.147,625 ppm dan kandungan logam-logam lain tidak lebih dari 8 ppm.

Contoh pasir kuarsa ini dapat menjadi bahan baku industri pembuatan silikon amorf, setelah sebelumnya dilakukan pemurnian dan mengubahnya menjadi kristal silikon amorf.

ABSTRACT

An investigation on quartz sand from Maros and Pinrang regencies has been carried out for its silica along with several metal impurities namely, Fe, Al, Mn, Pb and Zn.

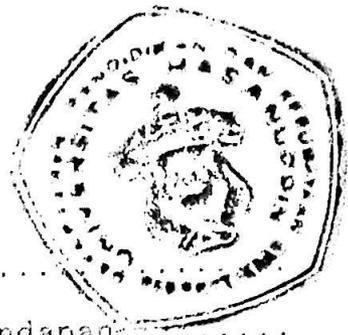
The results have shown that silica content range between 90,77 and 96,03 percents, while iron concentration varies between 19,3 and 1.300,313 ppm. Except Al (423,5 - 1.147,625 ppm), other metals contain no more than 8 ppm.

This quartz sand sample is a raw material for silicon amorf manufacture if they are purified prior to conversion into the silicon amorf slices.

DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1. Maksud penelitian	3
2. Tujuan penelitian	3
C. Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pasir Kuarsa	4
B. Deposit Pasir Kuarsa	9
C. S i l i k a	13
D. Reaksi-reaksi Silikat	20
1. Heksa fluorosilikat $(\text{SiF}_6)^{-2}$	20
2. Asam-asam silikat	21
E. Silikon (Si)	22

E. Tinjauan Umum Fe, Al, Mn, Pb dan Zn ...	25
1. Besi (Fe)	25
2. Aluminium (Al)	28
3. Mangan (Mn)	30
4. Timbal (Pb)	31
5. Seng (Zn)	33
F. Reaksi-reaksi HCl-HNO ₃	35
G. Metode Spektrofotometer	37
1. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).	37
2. Spektrofotometer Sinar Tampak	41
3. Analisa Data Dengan Menggunakan Regresi Linier	44
 BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Pengambilan Contoh	45
1. Mallawa, Kabupaten Maros	45
2. Arasie, Kabupaten Pinrang	46
B. Alat dan Bahan	48
1. Alat-slat yang digunakan	48
2. Bahan-bahan yang digunakan	49
C. Pengerjaan Contoh	50
1. Perlakuan endapan	51
2. Perlakuan Filtrat	52



BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deposit Pasir Kuarsa	58
B. Hasil Perlakuan Contoh Endapan	59
1. Contoh Mallawa, Kabupaten Maros	60
2. Contoh Arasie, Kabupaten Pinrang ...	61
3. Pembahasan	62
C. Hasil Perlakuan Contoh Filtrat	65
1. Hasil perhitungan Fe	65
2. Hasil Perhitungan Al	67
3. Hasil perhitungan Mn	69
4. Hasil Perhitungan Pb	71
5. Hasil perhitungan Zn	73
6. Pembahasan	75

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	81
B. Saran-saran	82
DAFTAR PUSTAKA	81

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	Halaman
I. Kesenjangan Kuarsa, Tridimit dan Kristo- balit	6
II. Klasifikasi beberapa tipe silikat	17
III. Struktur kristal silikon	23
IV. Skema diagram rangkaian alat SSA	40
V. Skema diagram rangkaian alat Spektrofotometer Sinar Tampak	43
VI. Lokasi Pengambilan Contoh Mallawa, Kabupaten Maros	47a
VII. Lokasi Pengambilan Contoh Arasie, Kabupaten Pinrang	47b
VIII. Skema Peleburan dan Pemisahan Contoh	50

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
1. Cadangan Pasir Kuarsa di Indonesia	10
2. Kondisi Analisis dengan SSA	55
3. Hasil perhitungan silika, oleh penguapan dengan HF + H ₂ SO ₄ , setelah peleburan dengan HCl : HNO ₃ = 3 : 1, dan pembakaran 900°C untuk contoh Mallawa Kabupaten Maros	60
4. Hasil perhitungan silika, oleh penguapan dengan HF + H ₂ SO ₄ , setelah peleburan dengan HCl : HNO ₃ = 3 : 1, dan pembakaran 900°C untuk contoh Arasie Kabupaten Pinrang	61
5. Data pengukuran Fe dengan SSA	65
6. Perhitungan hasil akhir Fe	66
7. Data pengukuran Al dengan Spektrofotometer UV-Vis	67
8. Perhitungan hasil akhir Al	68
9. Data pengukuran Mn dengan SSA	69
10. Perhitungan hasil akhir Mn	70
11. Data pengukuran Pb dengan SSA	71
12. Perhitungan hasil akhir Pb	72
13. Data pengukuran Zn dengan SSA	73
14. Perhitungan hasil akhir Zn	74

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
A. Grafik Pengukuran Fe dengan SSA, dan perhitungan hasilnya dengan regresi linier	87
B. Hasil analisis Al dengan spektrofotometer UV-Vis	88
C. Grafik pengukuran Mn dengan SSA, dan perhitungan hasilnya dengan regresi linier	89
D. Grafik pengukuran Pb dengan SSA, dan perhitungan hasilnya dengan regresi linier	90
E. Grafik pengukuran Zn dengan SSA, dan perhitungan hasilnya dengan regresi linier	91
F. Perhitungan kadar total pengotor contoh Hasil perhitungan contoh silika setelah penguapan HF + H ₂ SO ₄ , tanpa peleburan skua regia	92

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia adalah negara yang kaya akan bahan-bahan tambang termasuk batuan-batuan mineral. Salah satu diantaranya adalah pasir kuarsa, yaitu sejenis batuan mineral yang banyak mengandung silika atau SiO_2 . Namun demikian, penelitian tentang jenis batuan mineral ini masih sangat terbatas, sehingga pengolahan dan pemanfaatannya pun belum terealisasi secara maksimal.

Pasir Kuarsa sebagai bahan dasar pembuatan teknologi canggih terdapat banyak di alam dan tersebar di berbagai daerah di seluruh nusantara. Di Sulawesi Selatan, pasir kuarsa ini banyak terendapkan di daerah Pinrang, Maros, Tanah Toraja, Polmas, dan lain-lain, dengan deposit rata-rata 5.000.000 ton. Ini tentu saja merupakan potensi besar untuk pengembangan peralatan-peralatan teknologi dewasa ini, yaitu antara lain dalam bidang elektronika, peralatan analisa di laboratorium riset sains dan teknologi, peralatan-peralatan operasi dan terapi kedokteran, struktur elektronik semikonduktor amorf, sampai kepada peng-

gunaan lapisan silikon untuk keperluan perang, bahkan sekarang sedang dicoba untuk pemanfaatan silikon dalam teknologi sel surya.

Bertolak dari kenyataan tersebut di atas, penelitian ini berupaya untuk melakukan analisa terhadap kandungan pasir kuarsa alam, dengan mengambil contoh kuarsa dari Arasie, Kabupaten Pinrang dan Mallawa, Kabupaten Maros, yaitu untuk mengetahui seberapa besar kadar silika yang dikandung oleh masing-masing contoh kuarsa tersebut. Disamping itu, dilakukan pula analisa terhadap beberapa logam pengotor, seperti : Fe, Al, Pb, Mn, Zn dan lain-lain. Hal ini penting karena kualitas bahan yang akan dihasilkan sangat tergantung pula pada besarnya kandungan pengotor-pengotor tersebut, misalnya pasir kuarsa yang bermutu baik dalam industri gelas, adalah bila memenuhi syarat : SiO_2 minimum 95%, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ maksimum 1,5% dan Fe_2O_3 maksimum 1,00%. Sementara pasir kuarsa dengan kadar SiO_2 lebih besar 90%, dapat digunakan sebagai bahan baku dalam industri semen, dan lain-lain.

B. Maksud dan Tujuan Penelitian

1. Maksud penelitian

Analisis pasir kuarsa untuk mengetahui kualitas pasir (komposisi kimia) pasir kuarsa daerah Maros dan Pinrang.

2. Tujuan penelitian

- a. Isolasi kandungan silika atau SiO_2 dari logam-logam pengotor (impurity) dari suatu deposit endapan pasir kuarsa, dengan peleburan $\text{HCl} : \text{HNO}_3 = 3 : 1$, dilanjutkan pemanasan pada 900°C .
- b. Pemurnian dan penentuan silika atau SiO_2 contoh pasir kuarsa dengan pelarutan dan penguapan oleh $\text{HF}_{\text{pekat}} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (sebagai $\text{SiF}_4 \uparrow$).
- c. Analisis kualitatif dan kuantitatif logam-logam dengan metode spektrofotometri (Spektrofotometer Serapan Atom dan Spektrofotometer UV-Vis).

C. Manfaat Penelitian

1. Merupakan informasi awal perlakuan dan pemanfaatan studi lebih lanjut mineral silika.
2. Informasi penting (komposisi kimia) pasir kuarsa di Kabupaten Maros dan Pinrang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pasir Kuarsa

Pasir kuarsa merupakan material lepas yang berukuran pasir dengan material penyusun utamanya adalah silika atau SiO_2 . Pasir kuarsa terbentuk dari hasil desintegrasi batuan yang kaya akan kuarsa¹⁵).

Macam mineral silikon yang menyusun batuan beku banyak sekali, sebagian besar sebagai Tanah liat (Kaolin) dan Pasir Kuarsa (Silikat). Kaolin termasuk kelompok Feldspar dengan perbandingan Si : Al = 3 : 1. Sedang mineral silikat terjadi dari 5 (lima) kelompok dasar, yaitu : Kuarsa, Tridimit, Kristobalit, Opal dan Lakatelirit.

Dari lima kelompok dasar pembentuk silikat ini, tiga kelompok yang tersebut pertama (kuarsa, tridimit dan kristobalit) adalah yang paling dominan dalam pembentukan mineral pasir kuarsa. Kadar SiO_2 yang terkandung di dalamnya mencapai 60 - 99 %. Tetapi kadar ini tidak sama pada suatu tempat dengan tempat yang lain tergantung pada proses di saat pasir kuarsa terbentuk.

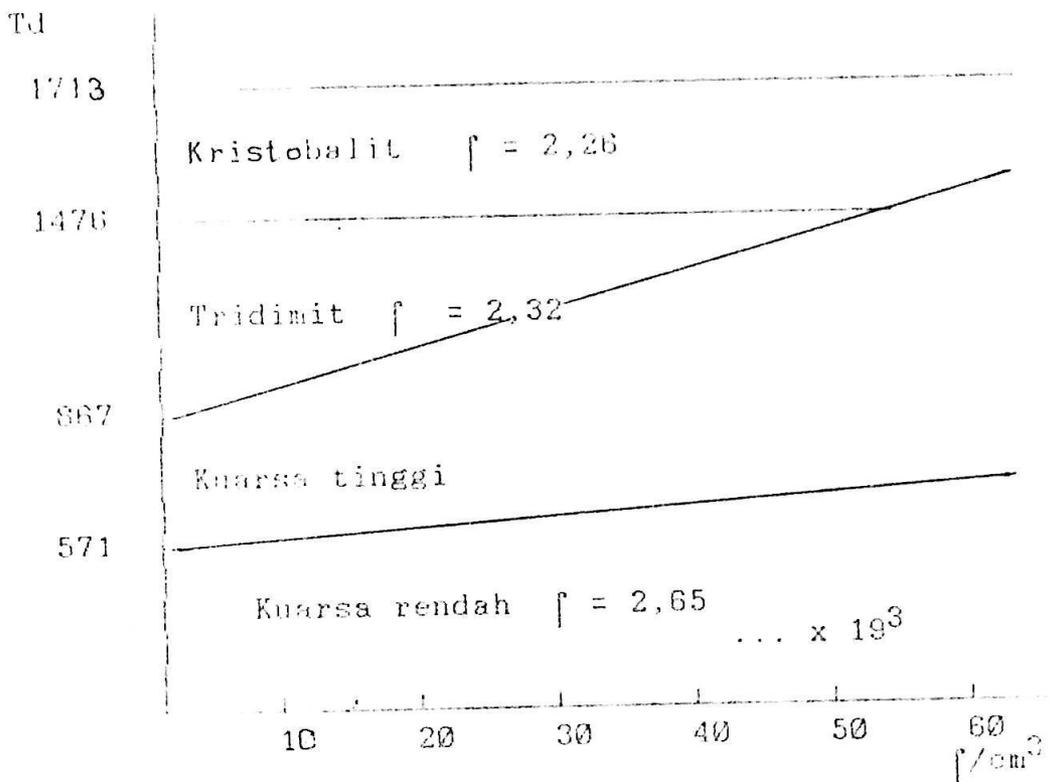
Bila pasir kuarsa terbentuk lebih banyak dari kuarsa, umumnya murni SiO_2 , sedang pasir yang terbentuk dari kelompok dasar tridimit dan kristobalit masih terdapat unsur-unsur asing seperti Al dan Na. Unsur-unsur ini mensubstitusi Si dalam struktur. Oleh pengaruh suhu yang tinggi dan tekanan yang besar serta waktu yang lama, endapan pasir kuarsa akhirnya terpecah-pecah menjadi butiran yang lebih kecil²⁰⁾.

Kuarsa terdapat banyak dalam batuan beku. Tridimit dan Kristobalit terdistribusi luas dalam batuan beku dan batuan vulkanik. Opal dan Lakatelirit sangat jarang terdapat di alam⁷⁾.

Dalam batuan beku, Kuarsa bersama dengan Tridimit dan Kristobalit merupakan polimorf yang dibangun dengan kelompok tetrahedral, dimana 4 (empat) atom oksigen mengelilingi sebuah atom silikon sebagai pusat⁶⁾. Tetrahedral silikon oksida terikat bersama membentuk jaringan 3(tiga) dimensi²⁰⁾. (Gambar II.(i)). Tetapi pola ikatan ketiga bentuk tersebut berbeda, sehingga berbeda pula struktur dan sifat-sifatnya.

Pada tekanan atmosfer masing-masing mengalami tingkat kestabilan yang berbeda. Kuarsa stabil sampai temperatur 867°C , Tridimit antara 867°C - 1.470°C , Kristobalit dari 1.470° - 1.713°C ¹²⁾.

Dengan demikian, pasir kuarsa yang terbentuk dari bahan dasar tridimit dan kristobalit mempunyai struktur yang lebih kokoh dan titik leleh yang lebih tinggi dari pasir jenis kuarsa.



Gambar I. Keseimbangan Kuarsa, Tridimit dan Kristobalit

Pasir kuarsa merupakan mineral silikat yang mempunyai bentuk kristal yang sederhana. Tetapi pada saat kuarsa dipanaskan, tiba-tiba sifatnya berubah, dan terjadi kristalisasi dari bentuk tetragonal ke heksagonal pada temperatur 573°C. Ini dapat dilihat dari hasil Difraksi Sinar-x.

Untuk mengetahui suatu bahan dapat dilihat dari karakteristik bahan tersebut dengan pola difraksi yang dihasilkan. Dengan pola difraksi maka dapat diketahui unsur atau senyawa yang dikandungnya. Difraksi yang sering digunakan adalah difraksi sinar-x karena mempunyai panjang gelombang sangat pendek¹¹⁾.

Pada temperatur rendah berbentuk α -kuarsa atau kuarsa rendah, dan temperatur tinggi berbentuk β -kuarsa atau kuarsa tinggi.

Secara alamiah, pasir kuarsa terdiri atas¹⁴⁾:

SiO ₂	= 80	- 99%	K ₂ O	= 0,3	- 2,5%
Al ₂ O ₃	= 0,3	- 4,8%	Na ₂ O	= 0,02	- 1,5%
Fe ₂ O ₃	= 0,1	- 2,5%	MgO	= 0,5	- 1,5%
TiO ₂	= 0,01	- 0,7%	CaO	= 0,4	- 0,7%

Dugaan sementara mineral pasir kuarsa yang menjadi bahan penelitian adalah tidak murni SiO₂ (tergolong silikat), masih dapat dijumpai unsur-unsur lain sebagai pengotor (impurity) seperti : Al, Ca, K, Mn, Na, Cr, Pb, Ti, Zn dan lain-lain. Tetapi dalam penelitian ini, penentuan kadar unsur-unsur pengotor itu dibatasi hanya pada : Al, Fe, Mn, Pb, dan Zn. Kemudian dilakukan pula penentuan kadar silika atau SiO₂-nya.

Di Indonesia, butiran pasir kuarsa tercampur dengan lempung, feldspar, magnetit, ilmenit, limonit, pyrit, mica, dan bahan-bahan organik.

Data yang diperoleh dari BPPT menunjukkan bahwa banyak pasir kuarsa di Indonesia yang digunakan sebagai bahan baku utama/penolong dalam industri. Penggunaannya antara lain adalah di dalam industri-industri³⁾ :

1. Cat : sebagai filter
2. Karet : sebagai bahan pengeras karet
3. Amplas
4. Pengecoran logam : untuk pasir cetak
5. Logam : Sand blasting (penghilang karat sebelum proses pengecatan).
6. Gelas/kaca lembaran : sebagai bahan baku utama
7. Bata tahan api : sebagai bahan pembuatan email (enamel), bahan baku pembuatan tegel mosaik.
9. Semen : sebagai bahan penolong semen portland untuk mengontrol kadar SiO_2 dalam produk akhir.

10. Kimia : sebagai bahan baku pembuatan Ferro silicon dan Silicon carbide.

Sementara saat ini sedang diusahakan pemanfaatan pasir kuarsa sebagai bahan baku untuk pembuatan panel sel surya.

B. Deposit Pasir Kuarsa

Berdasarkan data cadangan yang diketahui, Indonesia mempunyai potensi cadangan pasir kuarsa yang cukup besar. Dikatakan cukup besar karena sampai saat ini telah diketahui ada 87 lokasi yang mengandung pasir kuarsa, 37 diantaranya telah dieksplorasi secara detail dan setengah detail, sementara sisanya diselidiki secara umum (lihat tabel di bawah ini)

Tabel 1. Cadangan pasir kuarsa di Indonesia³⁾.

No.	PROPINSI	JUMLAH CADANGAN			LOKASI (KABUPATEN)
		POSSIBLE (TERDUGA)	PROBABLE (TERKIRA)	PROVED (TERUJI)	
1.	Sum - Ut	650.222,222	-	642.925,0	Sinalungun, Asahan
2.	Sum - Sel	- 1.564.650	4.988.204,42 -	41.300,0 16.204.555,2	Bangka Selitang
3.	Lampung	-	423.585,22	1.519.399,2	Lampung-Sel, Lampung Tengah, Lampung Utara
4.	Ja - Bar	35.475	-	28.400.222,2	Bogor, Sukabumi
5.	Ja - Teng	-	-	2.732.794,5	Bekembang
6.	Ja - Tim Madura	1.822.222	750.876,0	2.257.225,0	Tuban, Madura
7.	Kal - Tim	30.322,222	-	-	Kota Bangun, Muara Palui, Melak, Barong Tangkok
8.	Kal - Sel	24.322,222	11.753.876,0	8.208.564,5	Tanah Laut
JUMLAH		707.936.125	17.959.242,22	60.491.469,2	

Dari 37 lokasi yang telah dieksplorasi diketahui terdapat lebih kurang :

1. 60.491.463.4 ton cadangan teruji (proved)
2. 17.599 242,22 ton cadangan terkira (prabable)
3. 707.936.125.0 ton cangan terduga (possible)

Dari 50 lokasi lainnya hanya diketahui sifat fisika dan kimianya saja atau kualitasnya saja, sedangkan untuk mengetahui jumlah cadangannya perlu penyelidikan lebih lanjut.



Melihat potensi yang cukup besar ini, sebetulnya Indonesia dapat dikembangkan menjadi negara pengeksport komoditi pasir kuarsa, baik bahan berupa semen, barang-barang gelas ataupun berupa bahan yang telah diolah dengan teknologi tinggi, misalnya : bahan sel surya. Semua itu tentu saja akan merupakan devisa negara yang sangat menguntungkan³⁾.

Di daerah Sulawesi Selatan, deposit pasir kuarsa antara lain dapat ditemukan di Kabupaten Maros, Tanah Toraja, Pinrang dan Polewali Mamasa.

Untuk Kabupaten Pinrang, pasir kuarsa terdapat pada daerah Arasie, Desa Tiroang, Kecamatan Mattirodeceng, sekitar 190 km ke arah Timur Kodya Ujung Pandang.

Di Kabupaten Maros, pasir kuarsa ditemukan di Mallawa, Kecamatan Camba. Menyebar sepanjang Mamappang, Taceppa, Lembang dan daerah sebelah selatan Mallawa (Sungai Pajalele dan Jawi-jawi).

Kualitas pasir kuarsa ditentukan oleh kandungan/kadar SiO_2 -nya. Makin tinggi kadar SiO_2 dikatakan pasir kuarsa tersebut mempunyai mutu yang baik. kadar SiO_2 di dalam pasir kuarsa tidak sama pada suatu tempat dengan tempat yang lain, tergantung pada proses di saat ia terbentuk³⁾.

Untuk pasir kuarsa di daerah Mallawa diketahui terbentuk dari hasil pelapukan laterik batu pasir arkosa. Keadaan endapan berwarna abu-abu terang, bila lapuk (dihaluskan) berwarna coklat kekuningan, berukuran diameter pasir sedang ($1/16 - 1/2$ mm), merupakan pasir lepas dengan bentuk butiran menyudut sampai menyudut tanggung (perbesaran lensa mikroskop sampai 200x). Perhitungan cadangan yang mungkin adalah; luas penyebaran $1.000 \times 500 \text{ m}^2$, tebal endapan 5 meter, berat jenis 2, maka cadangan pasir yang tersedia adalah 5.000.000 ton. Pasir kuarsa Mallawa ini dianggap bermutu baik untuk keperluan industri utamanya lokasi Mamappang dan sekitarnya.

Adapun pasir kuarsa di daerah Arasie terendapkan meliputi sebuah dusun (Arasie) dengan luas areal 2 km^2 , kedalaman endapan 5 meter dengan berat jenis 2,5, maka tersedia cadangan pasir kuarsa sebesar 25 juta ton. Keadaan endapan berwarna putih terang (mengkilat), bila lapuk berwarna putih keabu-abuan, berukuran diameter pasir ($1/2 - 2$ mm) dan termasuk pasir lepas dengan bentuk butiran menyudut.

C. S i l i k a (SiO_2)

Kristal silika atau SiO_2 adalah komponen utama penyusun mineral pasir kuarsa atau yang disebut juga pasir putih. Mempunyai BM = 60,1, titik lebur 1.700°C . titik didih 2.230°C , dan massa jenis 2,6. Silika dibangun dengan kelompok tetrahedral dalam suatu struktur 3 dimensi dan berupa lapisan-lapisan atau rantai molekul panjang³⁾.

Kulit bumi sebagian besar terdiri atas unsur-unsur : Zat asam (O_2) 49,5%; Silikon (Si) 25,7%; Aluminium (Al) 7,5%; Besi (Fe) 4,9%; Kalسيوم (Ca) 3,4% dan unsur-unsru lain 9,2%⁷⁾. Biasanya unsur-unsur tersebut bersenyawa dengan zat asam (Oksigen), misalnya Silikon oksida atau Kuarsa, Aluminium oksida, besi oksida, dan lain-lain.

Dalam batuan beku, senyawa oksida yang paling dominan adalah silika. Batuan beku mengandung kira-kira 30 - 60% SiO_2 . Dua frekuensi yang menyolok yaitu, 52,5% SiO_2 (granit) dan 73% SiO_2 (basalt)¹⁵⁾.

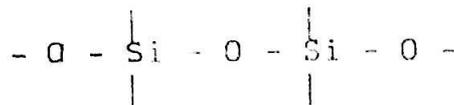
Clarke dan Washington telah menghitung komposisi rata-rata batuan beku dengan hasil¹²⁾ :

SiO_2	59,14%	MgO	3,49%
Al_2O_3	15,34%	K_2O	3,13%
CaO	5,08%	H_2O	1,15%

Na ₂ O	3,85%	TiO ₂	1,05%
FeO	3,80%	Unsur-unsur lain	
Fe ₂ O ₃	3,08%	(P ₂ O ₅ ; MnO)	< 0,3

Silikon oksida biasanya bersenyawa dengan oksida lain. persenyawaan ini disebut Silikat. Silikon oksida dengan Kalsium oksida menjadi Kalksilikat atau silikat kapur, Na-Al silikat, K-Al silikat, Ca-Al silikat, Ba-Al silikat, dan lain-lain. Jadi kulit bumi itu terutama terdiri dari silikat-silikat. disamping senyawa-senyawa karbonat (misal : kalkspat), sulfat (misal : Gips) dan klorida (misal : batu garam)¹²⁾.

Dalam senyawa silikat ini selalu terdapat ikatan :



Silikat dapat diklasifikasikan dalam beberapa tipe antara lain¹¹⁾:

- Tetrahedral bebas : Dalam tipe tetrahedral ini silikon-oksigen sebagai kesatuan tersendiri. Komposisinya SiO₄, dan mineral umumnya adalah Mg₂SiO₄ (forsterit), (Gambar II.a).
- Tetrahedral rangkap : Dua tetrahedral yang berhubungan antara satu silikon-oksigen dan silikon-oksigen lainnya. Komposisinya Si₂O₇,

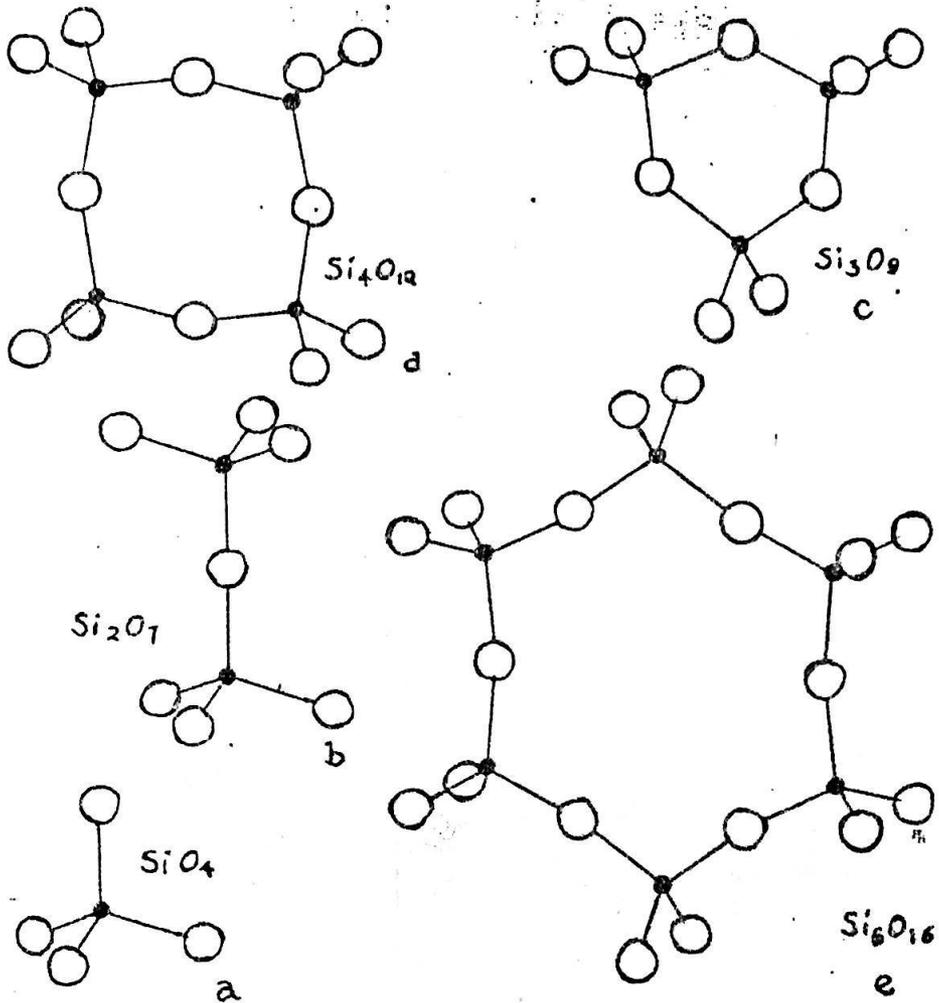
dan mineralnya adalah $Zn_4Si_2O_7(OH).nH_2O$ (hemimorfit) (Gambar II.b).

- c. Struktur cincin : Dalam tipe ini dua oksigen pada setiap tetrahedron yang berdekatan saling berikatan, dan posisi tetrahedral bersiku-siku seperti bagian-bagian struktur cincin tertutup. Contoh mineralnya $BaTiSi_3O_9$ (Benitoite) dan $Be_3Al_2Si_6O_{18}$ (Beryl). (Gambar II. c,d,e).
- d. Struktur rantai : Pada struktur ini ada dua perubahan yang komposisi utamanya berbeda yaitu :
- 1). Rantai satu, dengan Si : O = 1 : 3. Komposisinya adalah SiO_3 , mineralnya adalah $MgSiO_3$ (Enstatite). (Gambar II.f)
 - 2). Rantai dua, dengan 2 rantai satu yang sejajar, berhubungan silang, dengan Si : O = 4 : 11. Komposisinya Si_4O_{11} , mineralnya $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ (Talk). (Gambar II.g)
- e. Struktur lembaran : Ada 3 oksigen setiap tetrahedron yang berdekatan membentuk lembaran yang luas. Komposisinya Si_2O_5 (Gambar II.h).
- f. Jaringan 3 dimensi : Tiap-tiap bangun tetrahedron semuanya berpusat dengan tetrahedral yang lain. Suatu jaringan tiga dimensi, dengan Si : O = 1 : 2. Komposisinya SiO_2 (Gambar II.i).

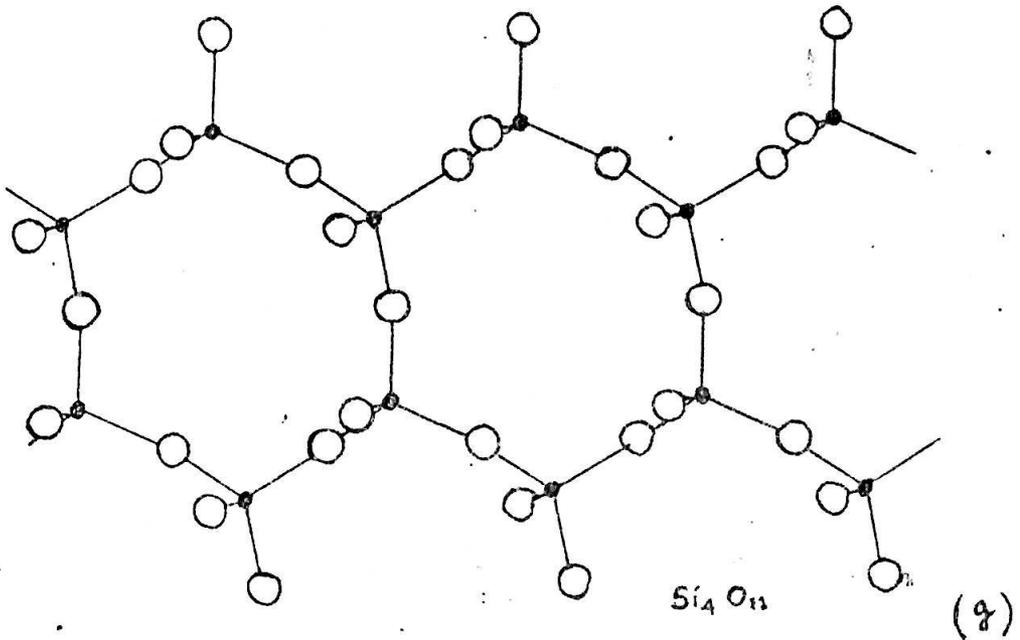
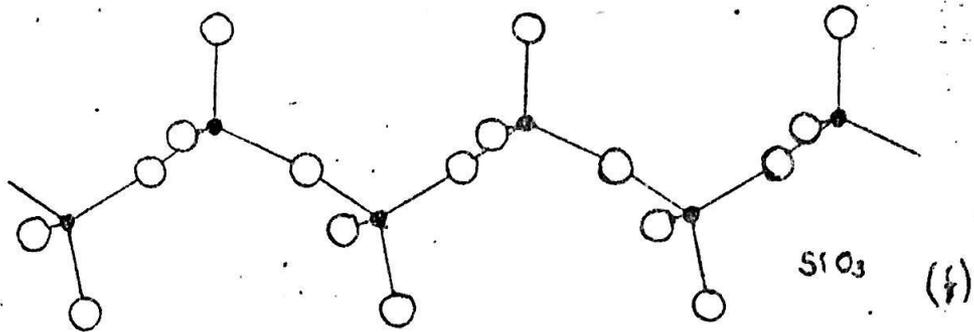
Silikon oksida termasuk jenis oksida asam. Tidak larut dalam air, tetapi bereaksi dengan basa kuat membentuk garam yang dapat larut dalam air¹⁸⁾.



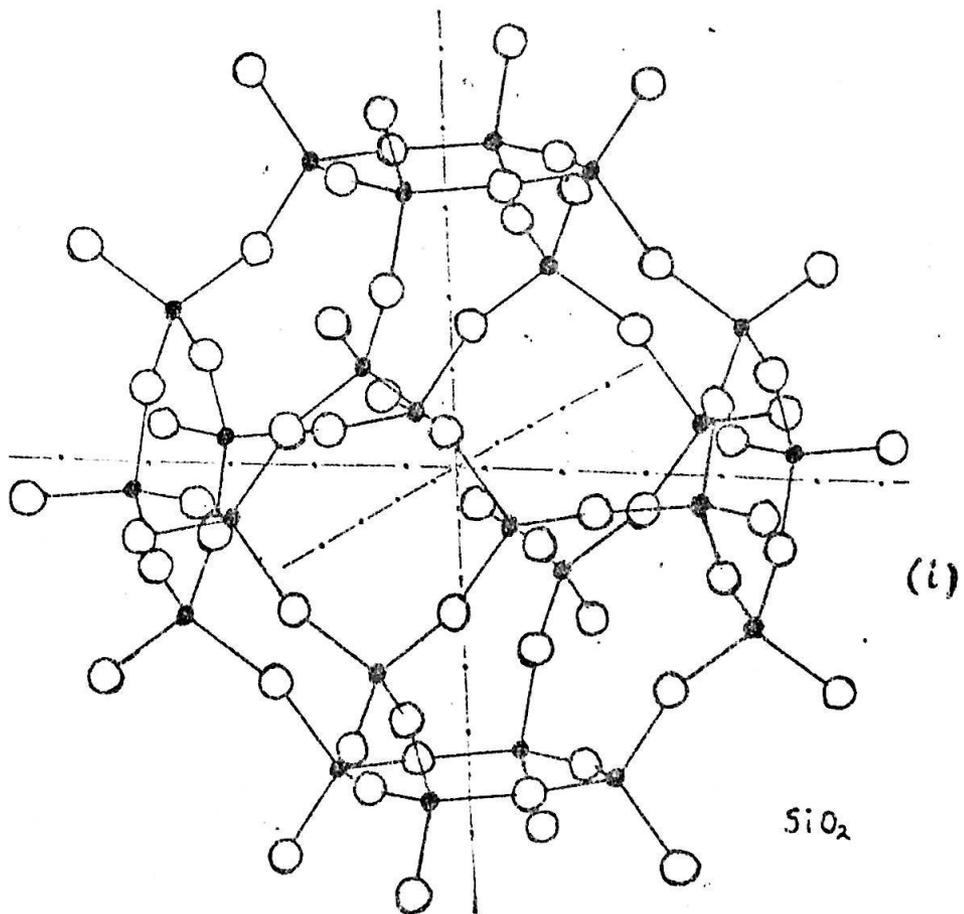
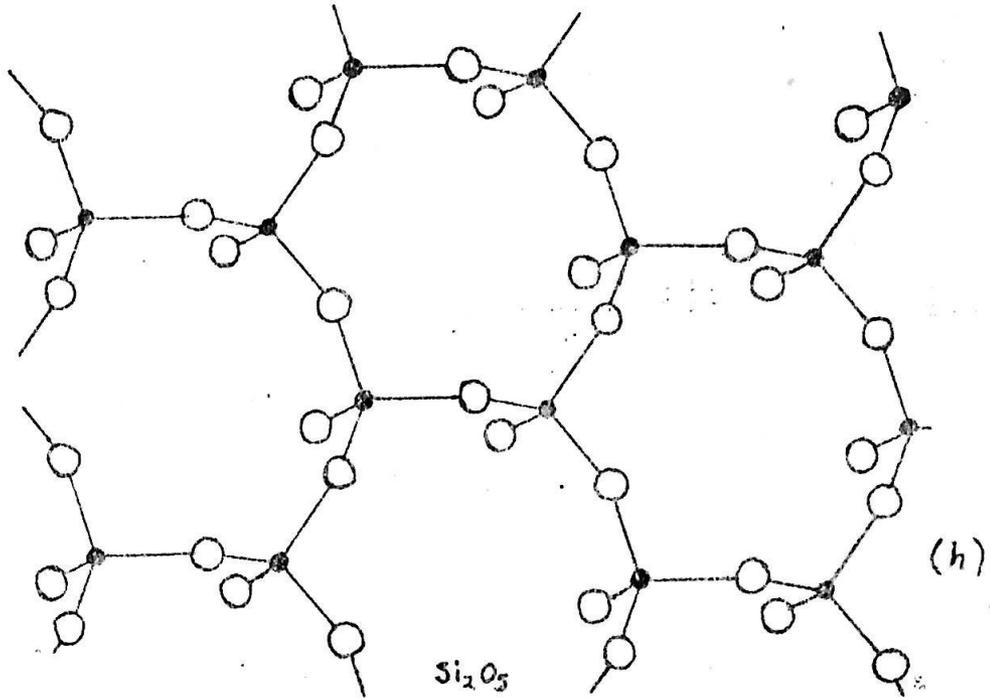
Gambar II. (a) Tetrahedral bebas (b) Tetrahedral rangkap (c,d,e) Struktur cincin



Gambar II. (f) Rantai satu (g) Rantai dua



Gambar II. (h) Struktur lembaran (i) Jaringan 3 dimensi



D. Reaksi-reaksi Silikat¹⁸⁾1. Heksafluorosilikat (SiF_6)⁻²

Kebanyakan heksafluorosilikat dari logam-logam larut dalam air. Larutan dalam asamnya (asam hidrofлуorosilikat, $\text{H}_2(\text{SiF}_6)$), merupakan salah satu produk dari aksi air terhadap silikon tetrafluorida (SiF_4). Ujinya bergantung pada fakta bahwa bila silika, dipanaskan dengan kalsium fluorida dalam suatu kapsul timbal atau platinum yang kecil dan sedikit asam sulfat, akan dilepaskan silikon tetrafluorida.

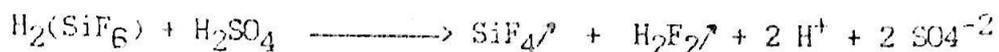
Gejala pelepasan gas ini, diidentifikasi dari kerjanya atas setetes air (yang ditopang oleh cincin kawat platinum) yang ditahan di atas campuran. Pada mana akan terjadi kekeruhan pada tetes, disebabkan oleh hidrolisis dari silikon tetrafluorida yang diserapnya.



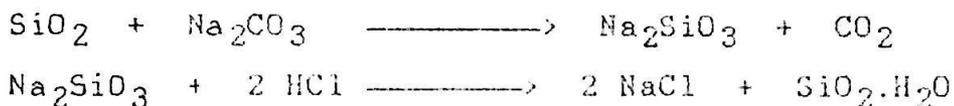
Gejala tersebut di atas akan terbentuk juga dengan melarutkan silika dalam asam fluorida (HF).



Silikon tetrafluorida dan hidrogen fluorida dilepaskan pada pemanasan silikofluorida yang terbentuk dengan asam sulfat pekat.



Karbonat logam-logam alkali bereaksi dengan silikat menghasilkan suatu silikat logam alkali. Bila suatu massa yang dingin diuapkan sampai kering dengan asam klorida encer berlebihan. Silikat logam alkali tersebut akan terurai. Mula-mula akan menghasilkan asam silikat yang seperti gelatin, akhirnya silika putih yang amorf.



2. Asam-asam silikat

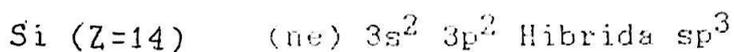
Asam-asam silikat dapat dinyatakan dengan rumus umum $x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$. Asam ortosilikat, H_4SiO_4 ($\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Asam metasilikat, H_2SiO_3 ($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Asam disilikat, $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Meta silikat sering dinyatakan sebagai silikat saja.

Hanya silikat logam-logam alkali larut dalam air. Zat-zat ini terhidrolisis dalam larutan air dan karenanya bereaksi dengan basa.



E. Silikon (Si)

Dalam susunan berkala unsur, silikon terletak pada periode 3, golongan IVA.

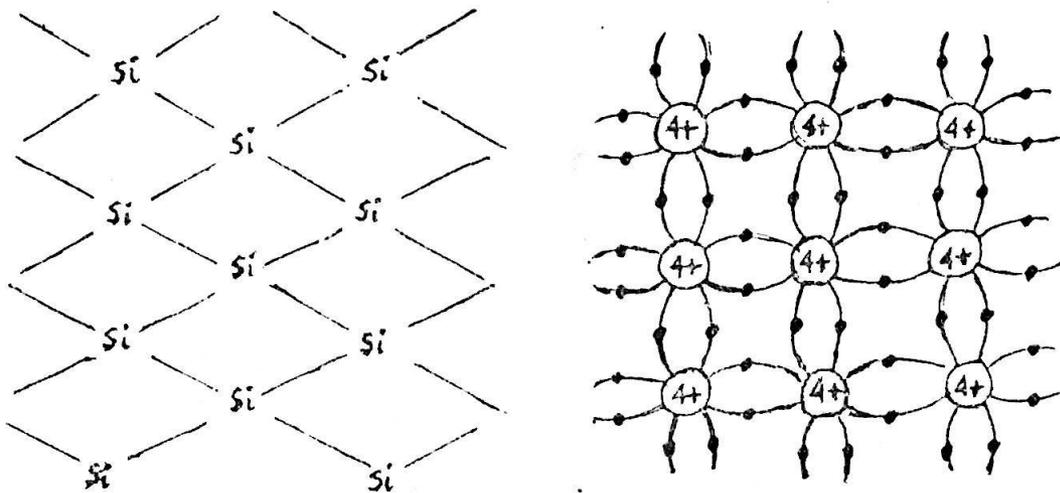


Pada periode 3 ini, Al dan Si merupakan batas antara logam dan bukan logam, dimana Si tergolong bukan logam yang paling tidak reaktif. Transfer $1e^-$ dari orbital $3s$ ke orbital $3p_y$ menyebabkan Si mempunyai elektron terluar (ev) = 4, jadi dapat berikatan kovalen dengan sempurna, membentuk molekul besar yang bentuknya teratur seperti intan, yakni sejenis kristal kovalen yang sangat keras dan mempunyai titik leleh yang tinggi⁶). Tetapi dalam beberapa reaksi, silikon mempunyai sifat penghantar panas dan listrik sedikit (Semi konduktor) seperti logam. Daya hantar listrik ini kecil tetapi masih dapat terukur ($10-10^{-5}/\text{ohm cm}$) dan daya hantar ini bertambah bila temperatur bertambah¹⁷). Al tergolong logam atau bersifat logam liat. Logam merupakan penghantar listrik yang baik (daya hantar $> 1 \times 10^4/\text{ohm cm}$), tetapi daya hantar listrik perlahan-lahan berkurang bila temperaturnya bertambah¹⁷).

Pada umumnya, unsur-unsur logam mempunyai struktur kristal dengan bilangan koordinasi tinggi, sedang

unsur-unsur semi logam mempunyai struktur kompleks dari 3 dimensi dan berupa lapisan-lapisan atau rantai molekul panjang⁶⁾. Di dalam bahan semi konduktor murni tidak ada elektron-elektron bebas seperti pada logam. Untuk mengetahui bagaimana elektron-elektron pada logam bergerak di dalam semi konduktor, perlu ditinjau susunan kristal unsur bahan tersebut¹⁷⁾.

Kristal silikon terdiri dari atom-atom yang tersusun secara teratur, dimana tiap atom Si berkaitan dengan 4 atom Si terdekat lainnya. Ikatan antara atom-atom ini disebabkan karena tiap kulit luar atom Si mempunyai 4 elektron valensi.



Gambar III. Struktur kristal silikon

Agar silikon ini berguna, perlu dirangsang (dikotori) dimana atom pengotor tersebut harus mampu menggantikan beberapa atom Si, misalnya Arsen

(As, $Z = 33$), dan bila ini yang terjadi akan ada kelebihan $1e^-$ yang tidak terkait dengan 4 atom Si di dekatnya.

Sisipan atom-atom lain diantara atom-atom dasar pembentuk kristal semi konduktor disebut ketidakmurnian (Impurity). Pengotor sebanyak 0,005% saja, sudah cukup banyak untuk tersedianya elektron-elektron yang tidak terikat oleh atom-atom Si¹⁷⁾. Elektron yang berlebihan inilah yang akan ditarik oleh medan listrik yang dipasang pada semi konduktor yang tidak murni itu. Sebaliknya jika dikotori dengan Galium (Ga, $Z = 31$) atau Boron (B, $Z = 5$) yang mempunyai $3e^-$ pada kulit valensinya, maka akan terjadi kekurangan atau kekosongan di dalam ikatan-ikatan atom dalam kristal.

Kristal silikon utamanya silikon dalam bentuk amorf (yang diperoleh dari pemisahan suatu silika pada 2.230°C) selain dikembangkan untuk elektronik semi konduktor juga dipergunakan antara lain untuk keperluan resin (untuk kromatografi gas) dan lapisan untuk kapal perang¹⁷⁾. Bahkan untuk masa sekarang ini sedang diusahakan pemakaian silikon amorf untuk keperluan pembuatan panel sel surya³⁾.





F. Tinjauan Umum Fe, Al, Mn, Pb dan Zn

1. Besi (Fe)

Pada dasarnya bumi tersusun oleh tiga lapisan utama, yaitu : Crust (kerak) bumi, Mantle (selimut) bumi, dan inti bumi. Inti bumi dengan kedalaman 5.020 km, panas 1.200°C , didominasi oleh Ni dan Fe. Selimut bumi yang mencapai kedalaman 2.900 km mengandung banyak bahan mineral. Sementara kulit bumi meliputi ketebalan 36 km, sebagian besar terdiri atas batuan-batuan : Batuan beku, endapan dan metamorf.

Menurut Golsmid, ada 8 unsur yang merupakan 99% dari keseluruhan unsur kulit bumi, yaitu¹²⁾:

O ² .	46,6%	Ca.	3,6%
Si.	27,7%	Na.	2,8%
Al.	8,1%	K.	2,59%
Fe.	5,0%	Mg.	2,1%

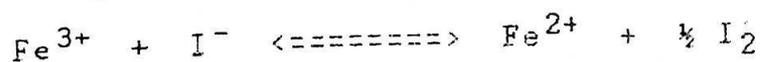
Dari sekian banyak unsur-unsur yang ada di alam, yang tersebar luas dari inti bumi hingga ke atmosfer, 80% diantaranya adalah jenis-jenis logam berat dan ringan. Logam berat adalah semua jenis logam yang mempunyai berat jenis besar dari 5 gram/cm³, sedang yang mempunyai berat jenis lebih

kecil dari 5 gram/cm³ dikelompokkan sebagai logam ringan.

Ada 12 macam unsur yang memiliki kelimpahan yang lebih besar dari 1.000 ppm, yaitu ⁸⁾:

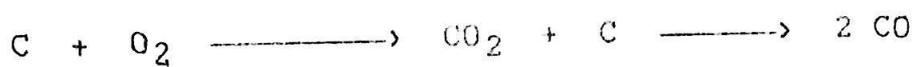
O.	466.000 ppm	Ca	36.300 ppm	Ti	4.400 ppm
Si	277.200 ppm	Na	28.300 ppm	H.	1.400 ppm
Al	81.300 ppm	K.	25.900 ppm	P.	1.180 ppm
Fe	50.000 ppm	Mg	20.900 ppm	Mn	1.000 ppm

Di alam, Fe terdapat sebagai senyawa Fe₂O₃ (Hematit), Fe₃O₄ (Magnetit), FeS₂ (Pyrit), CuFeS₂ (Chalcopyrit) dan Fe₂SiO₄ (Fayatit)¹²⁾. Fe₂O₃ (Hematit) mengandung 70% Fe, Fe₃O₄ (Magnetit) mengandung 72 % Fe. Dalam senyawa, besi dikenal dengan bilangan oksidasi +2 dan +3. Ion Fe²⁺ diturunkan dari besi(II)oksida, FeO. Kation Fe²⁺ dalam larutannya berwarna sedikit hijau. Ion Fe²⁺ (fero) mudah dioksidasi menjadi besi(III). Fe³⁺ (feri), maka merupakan zat pereduksi yang kuat. Ion Fe³⁺ diturunkan dari Fe₂O₃ dan lebih stabil dari Fe²⁺. Ion Fe³⁺ dalam larutannya berwarna kuning muda jernih. Zat-zat pereduksi (misal : KI 20%) dapat mengubah ion besi(III) menjadi ion besi (II).



Fe dengan kelimpahan 5% atau sekitar 50.000 ppm, dapat merupakan sumber bahan baku yang besar untuk berbagai keperluan industri, terutama pada industri pengolahan besi-baja. Pada pengolahan besi dan baja ini, bahan dasar yang digunakan adalah Fe_2O_3 dan Fe_3O_4 yang dicampur dengan CaCO_3 (gamping) atau SiO_2 (pasir), dan reduktor kokas (C). Dasar reaksinya : Reduksi dengan gas CO, dari pembakaran tak sempurna kokas (C)¹⁴.

Reaksi pembakaran : Udara panas dihembuskan membakar karbon, terjadi gas CO_2 dan panas. Gas CO_2 yang naik direduksi oleh C, menjadi gas CO.



Proses reduksi : Gas CO mereduksi bijih.



Besi yang terjadi bersatu dengan C, kemudian meleleh karena suhu tinggi. Dengan suhu sebesar 1.500°C , baik besi maupun kerak mencair. Besi cair yang berada di lapisan bawah lalu dikeluarkan, diperoleh besi kasar. Besi kasar yang terbentuk selanjutnya terus diproses untuk membuat baja.

2. Aluminium (Al)

Keberadaan Al di alam, terutama berkaitan dengan mantle (selimut) bumi, yang sebagian besar kandungannya adalah bahan mineral dan silikat. Salah satu kelompok mineral yang penting adalah Feldspar : K-Al-silikat, Ba-Al-silikat, Na-Al-silikat dan Ca-Al-silikat. Selain itu, Al juga termasuk komponen utama penyusun kerak bumi. Al bersifat logam liat, dengan kelimpahan dalam batuan beku sekitar 8,1% atau 81.300 ppm.

Al terdapat di alam sebagai $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (Bauksit) dan Na_3AlF_6 (Kriolit). Silikon bersama-sama dengan Aluminium terdapat dalam tanah sebagai senyawa silikat yang tidak larut dalam air. Yang terpenting adalah yang termasuk golongan Feldspar, seperti : $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ (Orthoclase), $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ (Albite), $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Kaolin), KAlSi_2O_6 (Leusit), $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (Nephelin) dan $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Mica)¹²⁾.

Pemakaian aluminium dan besi bagi kehidupan antara lain terlihat pada : Industri lempengan/batangan, perangkat elektronik, kebutuhan peralatan rumah tangga, alat-alat transport (yang ± 75 % berat mesin terbang, terdiri dari Al), suku cadang mesin-mesin, industri gelas/kaca, campuran logam, dan lain-lain¹⁴⁾.

Bauksit adalah batu-batuan serupa lempung kering, berwarna putih kemerahan (tergantung pada campuran kotoran yang terdapat di dalamnya), yang mengandung 55 - 65% Al. Dari bijih bauksit inilah Al, banyak diproduksi¹⁸⁾.

Bauksit dicampur dengan soda (NaOH) dalam keadaan basah (terkandung air 25%) dan temperatur tinggi. Dengan demikian Al yang terdapat dalam bauksit berubah menjadi natrium aluminat (Na_3AlO_3), kemudian ditambahkan CO_2 sehingga terbentuk aluminium hidroksida, $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang bebas dari kotoran, lalu disaring.



Jika kemudian ini dipanaskan dengan kuat, akan terjadi aluminium oksida murni :



Al_2O_3 ini dibersihkan dari oksidanya dengan cara elektrolisis, diperoleh :



Kadar Al yang diperoleh dengan cara ini dapat 99,5%.

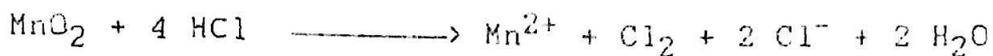
3. Mangan (Mn)

Steady-State dalam hipotesanya tentang kesetimbangan zat terlarut dalam air laut, mengatakan bahwa jumlah pertambahan unsur-unsur air laut per satuan waktu, setimbang dengan pertambahan yang terjadi di dalam sedimen. Waktu resistensi per tahun tiap unsur adalah jumlah unsur dalam larutan dibagi banyaknya material yang dibawa oleh air sungai¹²⁾.

- Mn mempunyai waktu resistensi yang rendah, sekitar 1.400 tahun, berhubungan dengan perpindahannya dari larutan ke sedimen, oleh pengaruh oksidasi berubah menjadi keadaan tetra mangan, dan mengendap sebagai MnO_2 .
- Si dan Al, waktu resistensinya juga sangat rendah, dipindahkan dari larutan oleh aktifitas organisme menjadi endapan sebagai material clay (Al-Si).

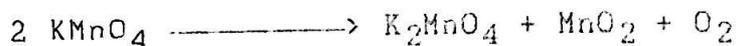
Dari hasil pengendapan selama bertahun-tahun dalam sedimen, akhirnya kelimpahan Mn di alam dapat dijumpai sekitar 0,3% dalam kerak bumi atau 1.000 ppm pada batuan beku. Mangan terdapat di alam sebagai oksida, misalnya sebagai MnO_2 (batu kawi), $CaMnSi_2O_6$ (fakanusant) atau sebagai oksida yang selalu bercampur dengan oksida besi¹²⁾.

Mangan adalah logam putih abu-abu serupa besi tuang. Enam oksida mangan yang dikenal : MnO , Mn_2O_3 , MnO_2 , MnO_3 , Mn_2O_7 dan Mn_3O_4 ($MnO \cdot Mn_2O_3$). Mn^{2+} diturunkan dari MnO berwarna agak merah jambu. MnO_2 tidak stabil.



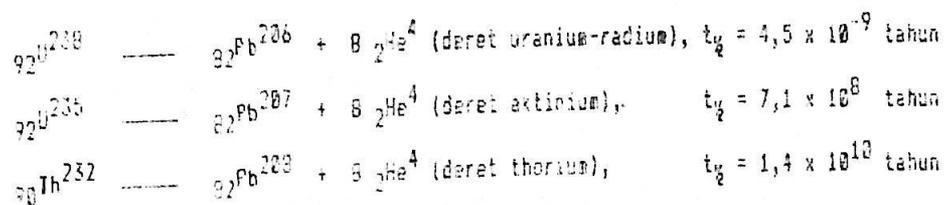
MnO_2 (batu kawi) banyak digunakan pada pembuatan batu batere. Beberapa senyawa Mn yang lain adalah senyawa Kalium manganat (K_2MnO_4) dan senyawa Kalium permanganat ($KMnO_4$). Larutan kalium permanganat berwarna ungu.

Bila kalium permanganat dipanaskan dalam tabung uji, dilepaskan oksigen yang murni dan tertinggal suatu residu hitam kalium manganat, K_2MnO_4 dan mangan dioksida. Setelah diekstraksi dengan sedikit air dan disaring kita peroleh larutan kalium manganat.



4. Timbal (Pb)

Keberadaan Pb di alam, sebagian besar disebabkan oleh peluruhan (α):



Tiga isotop Pb^{206} , Pb^{207} dan Pb^{208} kemudian masuk dalam siklus geokimia, menghasilkan kelimpahan di alam 12,6 ppm.

Pb tergolong jenis logam renik, yaitu jenis logam dengan kelimpahan alamiah maksimal 0,1% (1.000 ppm) dari berat kerak bumi⁸⁾.

Yang termasuk jenis logam renik adalah sebagai berikut :

Ba	425 ppm	Cu	55 ppm	Cd	0,2 ppm
V.	135 ppm	Pb	12,5 ppm	Hg	0,08 ppm
Ni	75 ppm	Be	2,8 ppm	Ag	0,02 ppm
Zn	70 ppm	Sn	2,0 ppm	Au	0,004 ppm

Dalam pencemaran, justru logam-logam renik inilah yang lebih berbahaya, disebabkan pengaruhnya terhadap organisme hidup. Logam berat tersebut bila dosisnya di dalam tubuh telah cukup tinggi, dapat menyebabkan akibat yang fatal, bukan saja terhadap penderitanya tetapi juga terhadap bakal keturunannya kelak. Sebenarnya dalam jumlah besar akan sangat berbahaya bagi mahluk hidup maupun lingkungan itu sendiri. Pb dengan kadar <1 ppm dapat mengganggu kehidupan ikan-ikan.

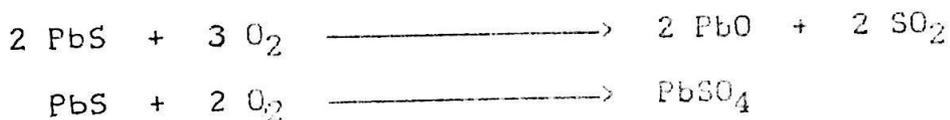
Pb terdapat di alam sebagai unsur atau persenyawaan, banyak terdapat sebagai PbS (galena), $PbSO_4$ (Anglesit), $PbCO_3$ (Cerrusit), $Pb(OH)_2 \cdot 2PbCO_3$ (Timbal putih) dan Pb_3O_4 (Timbal merah)¹⁵⁾.

Pemakaian timbal dalam kehidupan¹⁴):

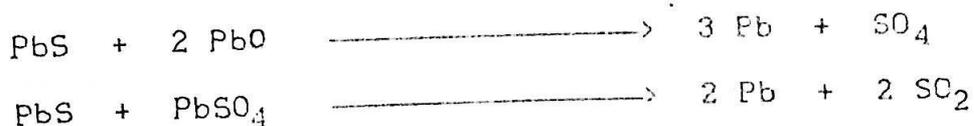
- Industri logam, pembuatan mesiu, pelapisan kabel, solder, industri betere dan aki.
- Pembuatan lempengan
- Sebagai anti knock additive (zat anti ketuk) dalam bensin.

Salah satu pemakaian Timbal yang menarik adalah dalam industri keramik, dimana bahan dasarnya adalah silika yang bereaksi dengan oksida-oksida lainnya menghasilkan kompleks silika. Senyawa PbO ditambahkan pada campuran ini karena akan menghasilkan sifat mengkilat seperti kaca.

Pb dapat dibuat dengan cara berikut :



bila suhu dinaikkan,



5. Seng (Zn)

Zn, seperti Pb tergolong jenis logam renik dengan kelimpahannya dalam batuan beku sebesar 70 ppm. Sebagian besar Zn ditemukan dalam bentuk

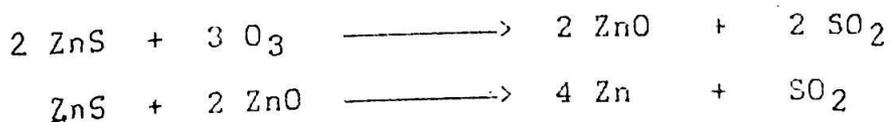
bijih seng $ZnCO_3$ (Smithsone), ZnO (Zincite) dan ZnS (Sphakteri)¹⁵⁾.

Logam Zn jika berhubungan dengan CO_2 , O_2 dan H_2O dari udara membentuk seng karbonat basa yang merupakan lapisan pelindung, oleh karena itu seng tahan karat¹⁴⁾. Logam seng mudah bereaksi dengan asam dan menimbulkan gas hidrogen :



Logam Zn bersama dengan Cu merupakan sumber penting produk alat-alat rumah tangga dan elektronik. Zn juga dipakai sebagai pelapis pada atap dan bahan logam campur, misalnya ZnO dalam industri cat dan obat-obatan. Dalam bidang industri, Zn digunakan pada penyepuhan besi, perunggu, cat putih, email, kaca, kertas dan sebagai pengawet kayu. Kuningan adalah paduan logam dengan komposisi perbandingan $Cu : Zn = 4 : 1$. Isolasi komersial ZnS dan $ZnCO_3$ dapat menghasilkan Cd sebanyak 0,1 - 5%¹⁴⁾.

Seng (Zn) dapat dibuat dengan cara :

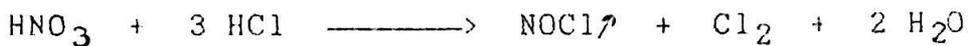


Dalam alam, Zn hampir selalu terkontaminasi bersama Cd. Perbandingan Zn : Cd berperan penting dalam efek Zn pada organisme hidup.

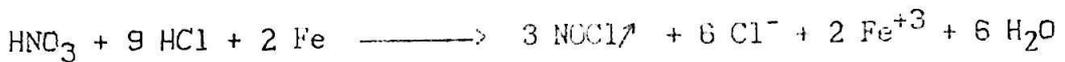
F. Reaksi-reaksi HCl - HNO₃ 18)

Untuk memisahkan silika dari senyawa pengotor-pengotornya, digunakan larutan Akua Regia (Air raja), merupakan suatu zat pengoksid yang kuat, yang sanggup mengoksidasi (dan melarutkan) logam mulia. Campuran 3 volume HCl pekat dan satu volume HNO₃ pekat.

Kerjanya berdasarkan pembentukan klor :



Adapun pelarutan logam dapat dinyatakan dengan persamaan :



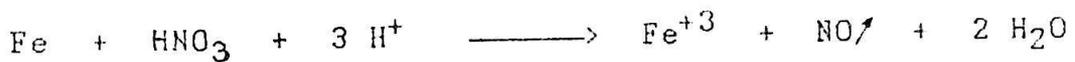
Pada penelitian ini, dilakukan pula pelarutan dengan HNO₃ encer (1 M). Kerja oksidasi asam nitrat ini bergantung pada konsentrasi asam dan temperatur larutan. Biasanya, terbentuk nitrogen oksida dalam proses tiga elektron :



Gas NO tidak berwarna, tetapi mudah bereaksi dengan oksigen udara, dimana terbentuk nitrogen oksida yang berwarna coklat kemerahan :

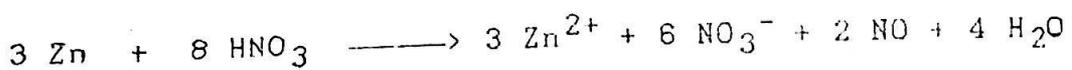


HNO_3 , dapat bersifat mengikis bila melakukan oksidasi (misalnya pelarutan logam besi), dalam sebuah labu berleher sempit. Dengan menuang asam nitrat yang tidak terlalu pekat (misalnya, campuran 1 + 1, antara asam nitrat pekat dan H_2O) kepada serbuk besi dan dengan memanasinya, orang akan melihat bahwa pelarutan itu menghasilkan gas tidak berwarna dalam labu itu :



Selewat leher labu, gas yang bercampur dengan oksigen udara dan berubah menjadi merah kecoklatan, karena berlangsungnya reaksi seperti di atas.

HNO_3 pekat atau setengah pekat, kebanyakan digunakan untuk melarutkan logam dan endapan.



G. Metode Spektrofotometri

1. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)^{1,9)}

SSA tergolong ke dalam metode spektrofotometer atom yang didasarkan pada penyerapan energi sinar oleh atom-atom netral dalam keadaan gas. Sinar yang diserap biasanya sinar UV-Vis dan sinar tampak.

SSA banyak digunakan untuk analisa kuantitatif dan kualitatif unsur-unsur logam karena memiliki beberapa keunggulan :

a. Kepekaan (Sensitivitas)

Metode SSA mempunyai kepekaan yang tinggi, karena dapat mengukur kadar logam dengan jumlah renik (trcer) sampai pada kepekatan di bawah 1 ppm; bahkan hingga tingkat ppb untuk unsur-unsur tertentu.

b. Selektifitas

Metode ini cukup tinggi selektifitasnya sehingga dapat menentukan beberapa unsur sekaligus dalam suatu larutan cuplikan tanpa perlu adanya pemisahan.

c. Ketelitian dan ketepatan

Ketelitian SSA relatif baik karena gangguan dalam pengukuran relatif kurang, dibandingkan cara instrumen lainnya.

d. Pengerjaan dan pemeliharaan

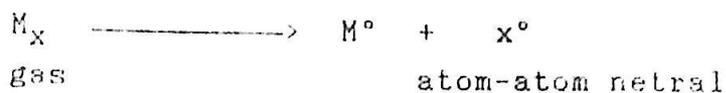
Metode SSA tidak memerlukan cara kerja yang rumit seperti pada metode analisis konvensional, juga pemeliharaan alat yang tidak begitu rumit. Cara analisa ini juga memberikan kadar total unsur logam dalam suatu cuplikan, dan tidak bergantung dari bentuk molekul logam tersebut dalam cuplikan..

Cuplikan dalam bentuk cairan disemprotkan ke dalam nyala dalam bentuk kabut halus. Di dalam nyala terjadi pembentukan atom-atom netral dari unsur-unsur logam yang dianalisa. Atom-atom logam dapat mengabsorpsi sinar dengan panjang gelombang tertentu yang berasal dari sumber sinar (Hollow Cathode Lamp). Besarnya absorpsi sinar ini sebanding dengan konsentrasi atom-atom dalam nyala.

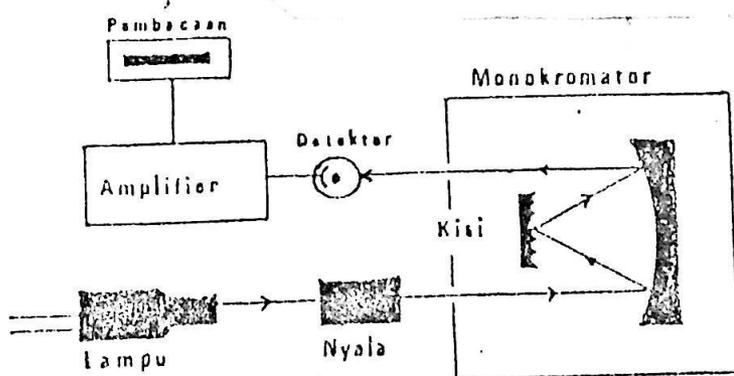
- 2). Partikel-partikel garam pada suhu tinggi menjadi uap garam (sublimasi).



- 3). Disosiasi molekul-molekul uap garam menjadi atom-atom netral.



- b. Instrumentasi SSA secara garis besarnya terdiri atas 5 komponen utama, yaitu : Sumber cahaya, sel contoh, monokromator, detektor dan pengolah sinyal dan pembacaan.



Gambar IV : Skema diagram rangkaian alat SSA.

2. Spektrofotometer sinar tampak^{1,4)}

Analisis dengan spektrofotometer sinar tampak didasarkan pada penyerapan energi gelombang elektromagnetik pada panjang gelombang sinar tampak oleh senyawa-senyawa (kompleks) berwarna. Penyerapan energi ini sebanding dengan konsentrasi senyawa senyawa berwarna yang menyerap energi tersebut.

a. Langkah langkah analisa spektrofotometer sinar tampak

1). Pembentukan warna

Jika cahaya yang digunakan adalah cahaya tampak maka zat yang dianalisa harus berwarna misalnya pada kebanyakan ion-ion, maka terlebih dahulu harus ditambahkan suatu pereaksi yang dapat bereaksi dengan zat yang dianalisa untuk menghasilkan senyawa yang berwarna.

2). Pemilihan panjang gelombang

Panjang gelombang cahaya yang digunakan untuk penetapan kuantitatif adalah panjang gelombang dimana terjadi absorbansi yang maksimum. Untuk mengetahui panjang gelombang berapa terjadi absorbansi

maksimum, dilakukan pengukuran absorbansi (A°) larutan yang dianalisa sebagai fungsi panjang gelombang.

3). Membuat kurva kalibrasi

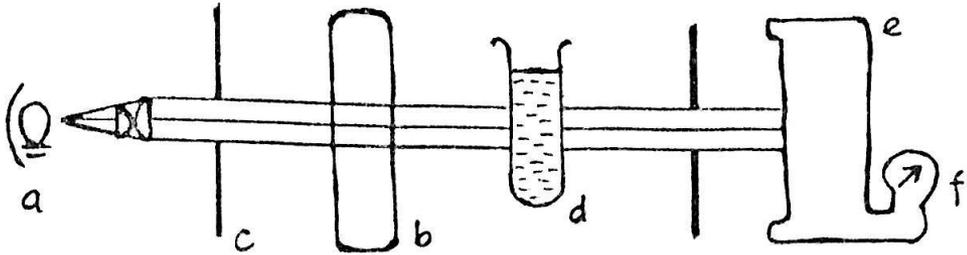
Kurva ini merupakan grafik A° terhadap konsentrasi (C) larutan yang dianalisis pada panjang gelombang maksimum yang telah dipilih. Untuk keperluan ini mula-mula dibuat suatu larutan standar dari zat yang dianalisis yang konsentrasinya diketahui dengan tepat, kemudian absorbansinya diukur pada panjang gelombang maksimum.

4). Penetapan konsentrasi larutan cuplikan berdasarkan kurva kalibrasi.

Larutan cuplikan yang dianalisis harus diperlakukan sama dengan larutan standar, penambahan berbagai pereaksi yang sama macam dan jumlahnya. Akhirnya dilakukan pengukuran absorbansi dari larutan cuplikan pada panjang gelombang maksimum yang sama dengan larutan standar.

Dari nilai A° yang diukur dan berdasarkan kurva kalibrasi yang telah dibuat, konsentrasi larutan cuplikan dapat diketahui.

b. Instrumentasi spektrofotometer sinar tampak

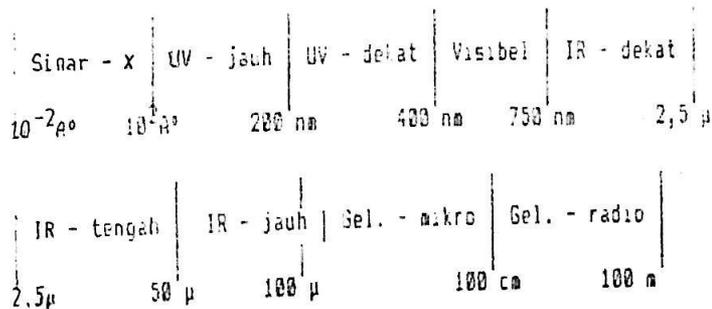


Gambar V. Skema diagram rangkaian alat spektrofotometer sinar tampak

Keterangan :

- | | |
|-------------------|--------------|
| a = Sumber cahaya | d = Kuvet |
| b = Monokromator | e = Detektor |
| c = Diafragma | f = Rekorder |

Urutan spektrum.



3. Analisis Data dengan Menggunakan Regresi Linier

Persamaan garis regresi :

$$Y = A + B.X$$

dimana :

$$B = \frac{n \cdot \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad \text{dan} \quad A = \frac{\sum y - B \cdot \sum x}{n}$$

$$r = \frac{n \cdot \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{(n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

Keterangan :

r = koefisien korelasi

B = koefisien regresi = $\text{tg } \alpha$

A = suatu konstanta

Dengan menggunakan persamaan regresi tersebut, dapatlah dibuat suatu kurva kaliberasi, merupakan suatu garis lurus yang menghubungkan antara absorban (A°) dengan konsentrasi (ppm). Dengan demikian, dari data absorban yang ada, konsentrasi contoh dapat ditentukan.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Pengambilan Contoh

Dalam pengambilan contoh analisis, dimana contoh tersebut harus dapat mewakili suatu daerah yang luas, sedemikian agar analisisnya dapat representatif.

Contoh pasir kuarsa sebagai bahan analisis pada penelitian ini diambil dari dua lokasi yang berbeda jenis kuarsa maupun letak topografinya, yaitu : Mallawa, Kecamatan Camba Kabupaten Maros, dan Arasie, Kecamatan Mattirodeceng Pinrang.

Perincian masing-masing pembagian lokasi tempat pengambilan contoh pasir kuarsa, sebagai berikut :

1. Mallawa, Kabupaten Maros

a. Permukaan lahan

- Dari sini diambil contoh C_1

b. Permukaan lahan pada ketinggian 3-5 meter dari C_1

- Dari sini diambil contoh C_2 dan C_3

c. Permukaan lahan pada kedalaman 2-3 meter dari C_1

- Dari sini diambil contoh A_1 dan A_2

d. Kikisan tebing

- Dari sini diambil contoh B₁, B₂

(Lihat gambar VII)

2. Arasie, Kabupaten Pinrang

a. Permukaan lahan

- Dari sini diambil contoh A₁, A₂, A₃ dan E

b. Pada kedalaman 2 - 3 meter

- Dari sini diambil contoh K₀

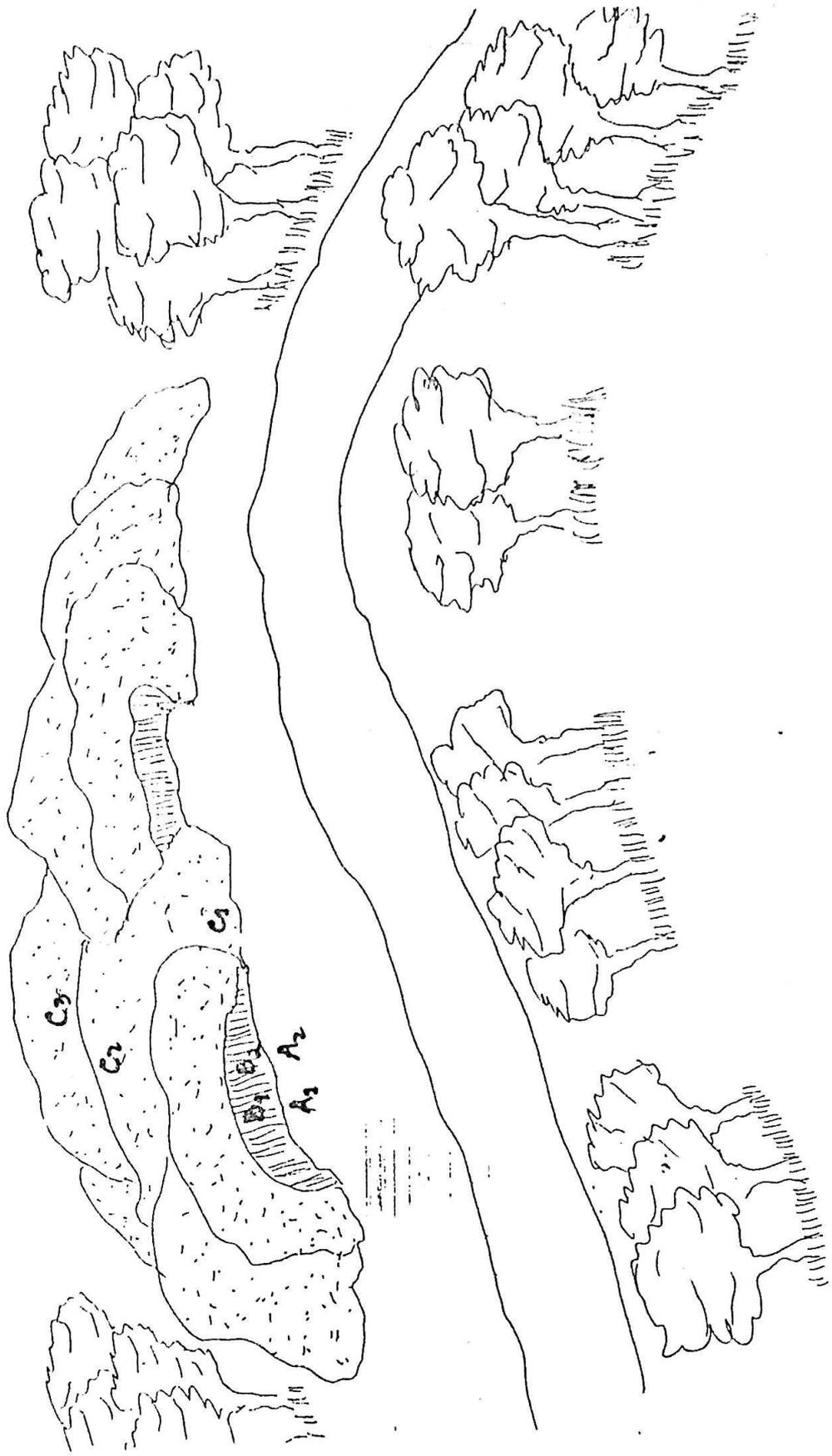
c. Tanah persawahan

- Dari sini diambil contoh S_a

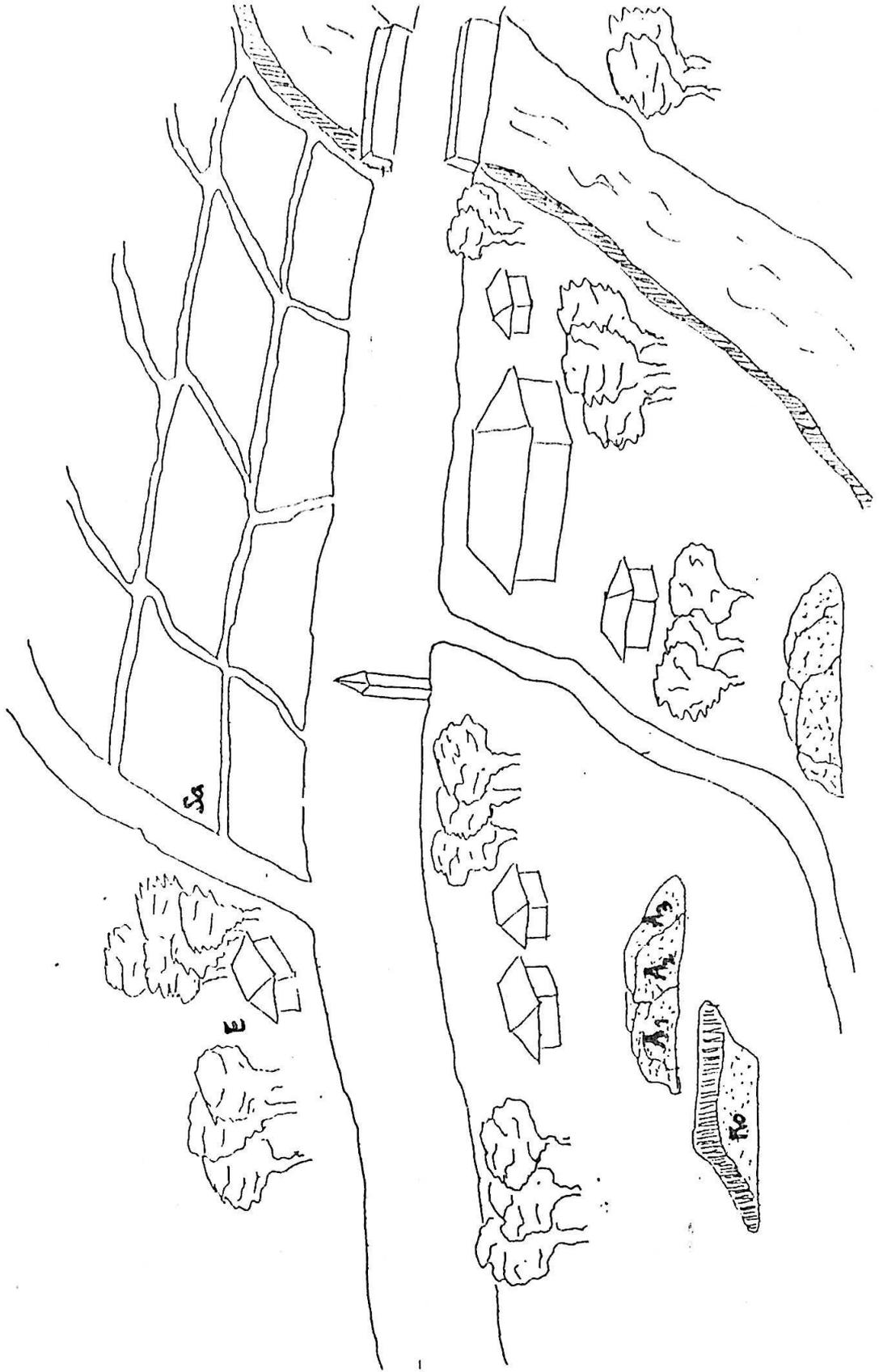
(Lihat gambar VIII)

Masing-masing contoh pasir kuarsa tersebut diambil secukupnya dengan menggunakan sendok plastik, kemudian dimasukkan ke dalam kantong-kantong plastik dan diberi kode sesuai tempat pengambilan.

Gambar VI. Lokasi Pengambilan contoh Mallaui, Kabupaten Maros



Gambar VII. Lokasi Pengambilan contoh Arasie, Kabupaten Pinrang



B. Alat dan Bahan

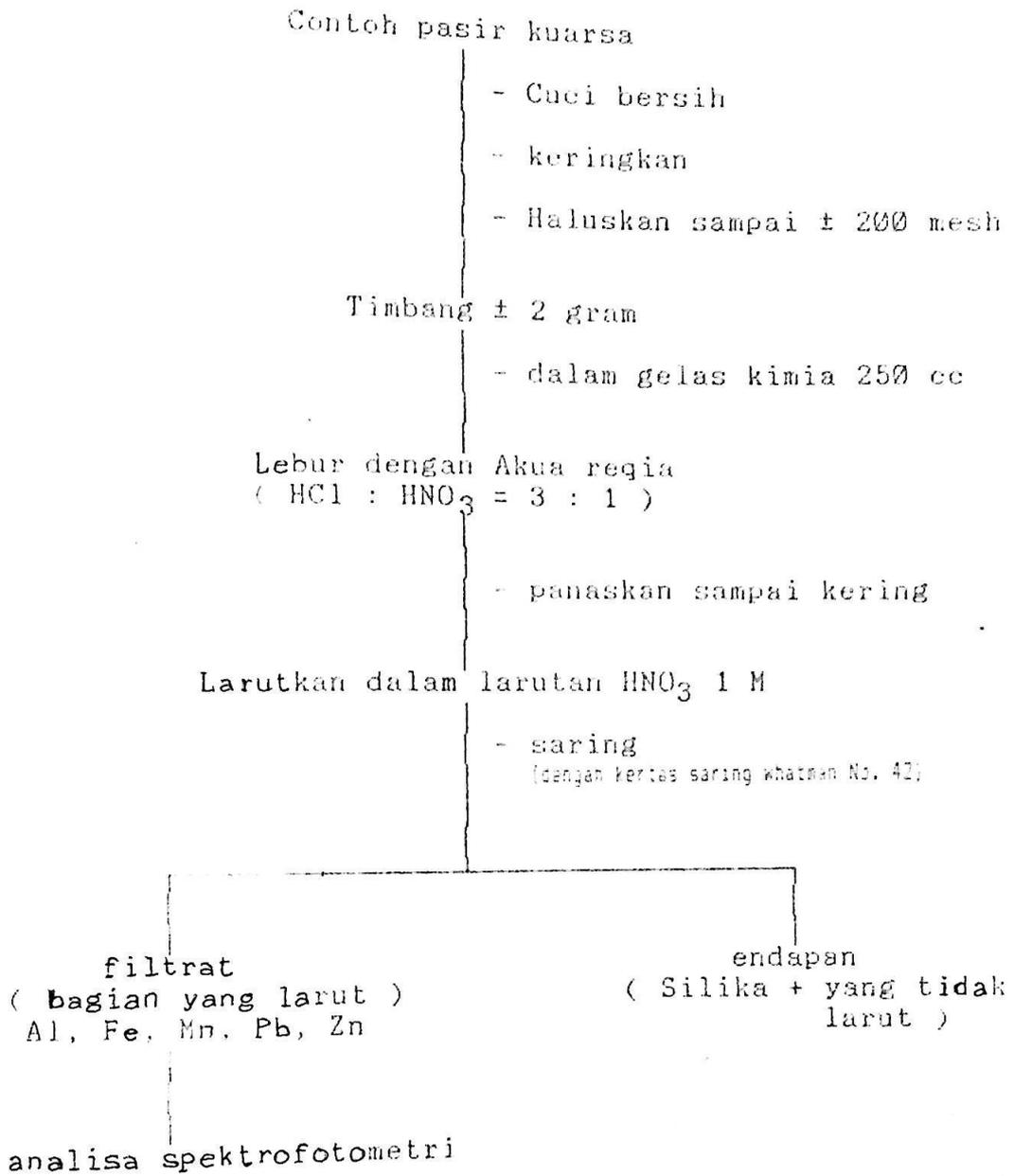
1. Alat-alat yang digunakan :

- a. Gelas piala (Vol. 1.000 cc; 250 cc; 50 cc)
- b. Pipet volume (Vol. 10 cc; 2 cc; 1 cc)
- c. Pipet ukur (vol. 10 cc; 5 cc)
- d. Erlenmeyer (vol. 500 cc; 250 cc)
- e. Labu ukur (vol. 250 cc; 100 cc; 50 cc)
- f. Gelas ukur (vol. 500 cc; 100 cc; 50 cc)
- g. Gelas ukur plastik (vol. 50 cc)
- h. Mikroburet (vol. 10 cc)
- i. Corong gelas
- j. Cawan porselin (vol. 30 cc)
- k. Tempat rol film warna putih (teflon)
- l. Botol-botol plastik (vol 500 cc)
- m. Pengaduk gelas, aluminium foil, kertas tisu
- n. Plat pemanas
- o. Tanur listrik, oven, eksikator
- p. Timbangan analitik
- q. Thermometer
- r. Karet penghisap
- s. Peralatan-peralatan lainnya yang digunakan pada:
 - Laboratorium Pertambangan dan Energi Sul-sel,
 - Laboratorium Kimia Analisis, Kimia Dasar.

2. Bahan-bahan yang digunakan :

- | | |
|---|----------------|
| a. Asam klorida, HCl | E.Merck |
| b. Asam nitrat, HNO ₃ | E.Merck |
| c. Asam fluorida, HF | |
| d. Asam sulfat, H ₂ SO ₄ | E.Merck |
| e. Peroksida, H ₂ O ₂ | |
| f. Eriochrome Cyanin (bubuk) | E.Merck |
| g. Amonium asetat, CH ₃ COONH ₄ | E.Merck |
| h. Natrium asetat, CH ₃ COONa | E.Merck |
| i. Asam asetat glasial, CH ₃ COOH | E.Merck |
| j. Kalium Aluminium sulfat, KAl(SO ₄) | |
| k. Serbuk besi, Fe | |
| l. Mangan sulfat, MnSO ₄ | E.Merck |
| m. Timbal nitrat, Pb(NO ₃) ₂ | E.Merck |
| n. Serbuk seng, Zn | |
| o. Air suling | |
| p. Kertas saring | Whatman No. 42 |
| q. Kertas pH (range 1 - 14) | |

C. Pengerjaan Contoh



Gambar VIII : Skema Peleburan dan Pemisahan Contoh

1. Perlakuan Endapan

Cara kerja :

- a. Endapan hasil penyaringan yang berupa silika, ditambah dengan bagian pengotor yang tidak larut pada peleburan aqua regia, dimasukkan ke dalam cawan porselin, kemudian dilakukan pembakaran dalam tanur suhu $800 - 900^{\circ}\text{C}$ selama kurang lebih 2 - 3 jam.
- b. Masing-masing contoh kemudian dikeluarkan dari tanur dan didinginkan dalam eksikator selama 1 jam, kemudian dilakukan penimbangan satu per satu, ditetapkan sebagai bobot awal contoh (a. gram).
- c. Setelah bobot masing-masing diketahui, contoh lalu dimasukkan ke dalam wadah teflon, tambahkan larutan Asam Fluorida (HF) 5 mL, dan 1-2 tetes Asam sulfat pekat ($\text{H}_2\text{SO}_4\text{p}$), untuk selanjutnya diuapkan di atas plat pemanas sampai kering. Sampai pada tahap perlakuan ini, silika (SiO_2) akan menguap sebagai SiF_4 , dan sisa pengotor yang masih ada tertinggal di dasar wadah.
- d. Sisa endapan dari wadah kemudian dimasukkan kembali ke cawan porselin, dilakukan pembakaran dalam tanur suhu $800-900^{\circ}\text{C}$, selama 1 jam untuk menghasilkan bobot tetap. Kemudian contoh

didinginkan dalam eksikator selama 1 jam. Akhirnya dilakukan penimbangan kembali, dan ditetapkan sebagai bobot sisa (b, gram).

$$\text{Kadar SiO}_2 = \frac{\text{bobot sisa (b. gr)}}{\text{bobot awal (a. gr)}} \times 100\%$$

2. Perlakuan Filtrat

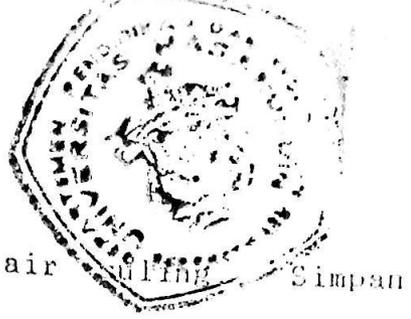
- a. Contoh filtrat yang sudah disaring, masing-masing dicukupkan hingga 250 mL.
- b. Analisa Fe, Mn, Pb dan Zn dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Shimadzu AA-640-13; dan analisa Al dengan Spektrofotometer UV-Vis, Shimadzu UV-240.

1). Pembuatan larutan baku Fe, 1.000 ppm

Timbang dengan teliti 0,1000 gram serbuk besi. Larutkan dalam sedikit HNO₃ 4 M, panaskan hingga semua besi melarut. Masukkan dalam labu ukur 100 mL, dan tepatkan volumenya dengan air suling. Simpan dalam botol plastik.

2). Pembuatan larutan baku Pb, 1.000 ppm

Timbang dengan teliti 0,1599 gram Pb(NO₃)₂ larutkan dalam sedikit mungkin HNO₃ 1 M. Masukkan dalam labu ukur 100 mL, dan tepat-



kan volumenya dengan air suling. Simpan dalam botol plastik.

- 3). Pembuatan larutan baku Zn, 1.000 ppm
Timbang dengan teliti 0,1000 gram serbuk seng. Larutkan dalam sedikit mungkin 4 M, panaskan hingga semua besi melarut. Masukkan dalam labu ukur 100 mL, dan tepatkan volumenya dengan air suling. Simpan dalam botol plastik.
- 4). Pembuatan larutan baku Mn, 1.000 ppm
Timbang dengan teliti 0,2906 gram $MnSO_4$ larutkan dalam sedikit mungkin HNO_3 1 M. Masukkan dalam labu ukur 100 mL, dan tepatkan volumenya dengan air suling. Simpan dalam botol plastik.
- 5). Pembuatan larutan baku Fe, 100 ppm
Pipet 10 mL dari larutan baku Fe 1.000 ppm, lalu masukkan dalam labu ukur 100 mL, encerkan dan tepatkan volumenya dengan HNO_3 1 M hingga tanda batas.
Dari larutan baku 100 ppm di atas, kemudian dibuatlah deret larutan baku untuk analisa Fe, sebagai berikut : 4 ppm; 7 ppm; 10 ppm; 13 ppm dan 16 ppm.

6). Pembuatan larutan baku Pb, Mn, dan Zn masing-masing 10 ppm.

Pipet masing-masing 1 mL dari larutan baku 100 ppm untuk ke-3 jenis logam tersebut, lalu masukkan dalam labu ukur 100 mL.

Tepatkan volumenya dengan HNO_3 1 M hingga tanda batas.

Dari ketiga larutan baku 10 ppm di atas, kemudian dibuatlah deret larutan baku sebagai berikut :

- Zn : 0,01 ppm; 0,04 ppm; 0,07 ppm; 0,10 ppm dan 0,13 ppm.
- Mn : 0,02 ppm; 0,05 ppm; 0,08 ppm; 0,11 ppm dan 0,14 ppm.
- Pb : 0,03 ppm; 0,06 ppm; 0,09 ppm; 0,12 ppm dan 0,15 ppm.

7). Masing-masing deret larutan baku tersebut di atas, dalam pengukurannya diatur pada pH sekitar 2.

Tabel 4. Kondisi Analisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom

Unsur	Panjang gelombang (nm)	kuat arus (mA)	Lebar celah (Å)	Tinggi pembakar (mm)	Panjang nyala (cm)/ Komposisi nyala	Aliran gas pendukung (l/min)	Aliran gas pembakar (l/min)
Fe	248,3	9	1,9	4	10 Udara - C ₂ H ₂	10	10
Mn	277,5	1	1,9	4	10 Udara - C ₂ H ₂	10	10
Pb	217,8	7	1,9	7	10 Udara - H ₂	10	10
Zn	213,8	5	3,8	7	10 Udara - H ₂	10	10

c. Penentuan Al, dengan Spektrofotometer UV-Vis⁵⁾

- 1). Pembuatan larutan pereaksi Erio krom sianin, R
(Erio T, 0,1%)

Larutan 0,1 gram bubuk Erio krom sianin dalam air, lalu encerkan hingga 100 mL. Saring dengan kertas saring Whatman bila perlu. Larutan siap digunakan, simpan dalam botol tertutup.

- 2). Pembuatan larutan baku Aluminium, Al

Larutkan 1,319 gram Kalium Aluminium sulfat dalam air, dan encerkan hingga 1 (satu) liter dalam suatu labu takar; tiap 1 mL larutan = 75 µg Al. Simpan dalam botol plastik.

- 3). Pembuatan larutan buffer pekat

Larutkan 2,75 gram amonium asetat dan 11,0 gram natrium asetat hidrat, dalam 100 mL air. Tambahkan 1,0 mL asam asetat glasial, aduk rata hingga semuanya larut.

- 4). Pengenceran larutan buffer

Satu bagian volume dari larutan buffer pekat, tambahkan 5 (lima) bagian volume air, kemudian aturlah pH larutan pada 6,1 dengan penambahan

larutan asam asetat atau sodium hidroksida.
Simpan dalam wadah tertutup.

5). Cara kerja :

a). Diambil 10 mL larutan contoh, masukkan dalam labu ukur 50 mL.

Tambahkan larutan peroksida (H_2O_2) 5% sebanyak 2,5 mL, kocok hingga tercampur baik.

Tambahkan NaOH 0,2 M atau HCl 0,2 M untuk menempatkan pH larutan 6,1.

Tambahkan larutan pewarna Eriochrome cyanine 0,1%, sebanyak 2,5 mL, kocok hingga tercampur betul.

Tambahkan 25 mL larutan buffer, untuk menjaga ketepatan pH larutan 6,0. Terbentuk warna sesuai kepekatan ion logam (Al) dalam larutan (variasi merah \longrightarrow ungu).

Cukupkan larutan dengan aquades hingga tanda batas (labu ukur 50 mL). Diamkan larutan selama 30 menit.

Lakukan analisa contoh dengan Spektrofotometer UV-Vis, pada panjang gelombang (λ) = 535 nm.

b). Dengan cara yang sama dibuat pula larutan untuk blangko.

c). Deret larutan baku Al = 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm dan 5 ppm.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deposit Pasir Kuarsa

Untuk mengetahui rendemen pasir kuarsa dari daerah asal, Arasie, Kabupaten Pinrang dan Mallawa, Kabupaten Maros, telah dilakukan pencucian hingga bersih contoh-contoh pasir kuarsa yang menjadi penelitian, dan diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Pasir Kuarsa Mallawa, Kabupaten Maros

a. Sebelum pencucian, diambil contoh masing-masing :
300 gram.

b. Setelah pencucian :

- Contoh C₂, pasir kuarsa yang sebelumnya telah tercuci oleh air hujan (bagian permukaan), ketinggian 1' - 2 meter, diperoleh : 215 gram.
- Contoh C₃, bagian permukaan yang telah tercuci oleh air hujan, diperoleh : 279 gram.
- Contoh A₃, bagian permukaan kedalaman 2 - 3 meter, diperoleh : 185 gram.
- Contoh B₂ dan B₃, kikisan tebing, kedalaman 1 - 2 meter dari permukaan C₁, diperoleh : kurang lebih 10 gram.

2. Pasir Kuarsa Arasie, Kabupaten Pinrang

a. Sebelum pencucian, diambil contoh masing-masing:
200 gram.

b. Setelah pencucian :

- Contoh Sawah (Sa), pasir kuarsa yang diambil pada lahan sawah pinggiran sungai, diperoleh :
72 gram.

- Contoh AA, bagian permukaan yang telah tercuci sebelumnya oleh air hujan, diperoleh : 193 gram.

- Contoh Ko, galian pasir kedalaman 2 - 3 meter, diperoleh : 167 gram.

B. Hasil Perlakuan Contoh Endapan

Untuk menghitung kadar silika contoh digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar SiO}_2 = \frac{\text{bobot yang menguap}}{\text{bobot contoh}} \times 100\%$$

1. Contoh Mallawa, Kabupaten Maros

Tabel 3. Hasil perhitungan silika, oleh penguapan dengan HF + H₂SO₄, setelah peleburan dengan HCl : HNO₃ = 3 : 1, dan pembakaran 900°C.

Kode Contoh	Bobot contoh awal (gram)	Bobot silika yang menguap (gram)	Kadar SiO ₂ (%)
A ₁	2	1,9193	95,99
A ₂	2	1,8984	94,92
B ₁	2	1,9059	95,295
B ₂	2	1,9062	95,31
C ₁	2	1,9206	96,03
C ₂	2	1,8897	94,48

2. Contoh Arasic, Kabupaten Pinrang

Tabel 4. Hasil perhitungan silika, oleh penguapan dengan HF + H₂SO₄, setelah peleburan dengan HCl : HNO₃ = 3 : 1, dan pembakaran 900°C.

Kode Contoh	Bobot contoh awal (gram)	Bobot silika yang menguap (gram)	Kadar SiO ₂ (%)
A ₁	2	1,8626	93,13
A ₂	2	1,8482	92,41
A ₃	2	1,8324	91,62
Ko	2	1,8231	91,155
Sa	2	1,8154	90,77
E	2	1,8647	93,235

3. Pembahasan

Data perhitungan di atas menunjukkan bahwa kandungan silika pasir kuarsa di kedua lokasi penelitian dapat dikatakan terdistribusi secara merata di semua titik pengambilan contoh dan tersebar luas dalam kawasan cadangan pasir yang ada.

Variasi kadar 90,77 - 93,235 mg/kg untuk pasir kuarsa Arasie Kabupaten Pinrang dan 94,48 - 96,03 % untuk pasir kuarsa Mallawa Kabupaten Maros tidak berbeda nyata karena sebelumnya telah didahului oleh pencucian contoh hingga bersih (memisahkan dari lempung), peleburan akua regia (melarutkan logam-logam pengotor) dan pelarutan oleh HF yang memisahkan silika dari semua pengotor-pengotornya.

Adanya perbedaan kadar silika antara lokasi Arasie dan Mallawa memberi gambaran bahwa komponen utama penyusun pasir kuarsa Mallawa, dominan adalah kuarsa. Sementara komponen penyusun mineral pasir kuarsa Arasie, masih memperlihatkan adanya kesetimbangan antara kuarsa, trimidit dan kristobalit.

Unsur-unsur pengotornya seperti Fe, Al, Mn terperangkap cukup banyak dalam jaringan struktur 3 dimensi SiO_2 yang mana tidak mampu dipisahkan dan dilarutkan secara sempurna oleh $\text{HCl} : \text{HNO}_3 = 3 : 1$ dan pembakaran hingga 900°C terutama untuk

pengotor-pengotor pasir kuarsa Arasie Kabupaten Pinrang.

Karena umumnya logam-logam dapat larut dengan baik dalam asam kuat, maka pengotor-pengotor yang tidak dapat terlarutkan oleh campuran $\text{HCl} : \text{HNO}_3$ tentu bukan pengotor-pengotor logam. Tetapi untuk mengetahui jenisnya dengan pasti, perlu penyelidikan lebih lanjut, apalagi karena kadarnya yang cukup besar pula dalam pasir kuarsa Arasie-Pinrang, yaitu antara 2,345 - 4,91 % (Lampiran F).

Dengan kandungan silika terbesar 96,03 % untuk pasir kuarsa Mallawa dan 93,235 % untuk pasir kuarsa Arasie menunjukkan kualitas pasir yang terdeposit di Kabupaten Maros jauh lebih baik untuk keperluan industri dibanding yang terdapat di Kabupaten Pinrang.

Beberapa kadar seperti silika 90% sudah dapat langsung digunakan dalam industri kimia. SiO_2 minimum 95 % baik untuk industri gelas, sementara pasir kuarsa tersebut harus mempunyai kadar SiO_2 setinggi mungkin. Pasir kuarsa dengan kadar $\text{SiO}_2 \geq 99$ % mungkin dapat langsung digunakan. Sedang pasir dengan kadar silika lebih rendah harus lebih dahulu dilakukan peningkatan kadar SiO_2 -nya.

Gejala tersebut di atas juga terlihat pada perhitungan kadar total pengotor untuk kedua jenis contoh. Kadar logam yang larut dalam aqua regia baik untuk silika Mallawa maupun Arasie menunjukkan nilai yang relatif sama. Tetapi pengotor yang tersisa pada akhir penguapan HF 5 mL + H₂SO₄ 2-3 tetes, untuk contoh Arasie masih tersisa cukup banyak (lihat Lampiran F).

Namun demikian, ada efek yang cukup baik pada pemakaian HCl : HNO₃ = 3 : 1 dalam rangka peningkatan kadar silika pasir kuarsa Arasie (lihat Lampiran F). Terdapat selisih sebesar 5-7% dari hasil contoh sebelumnya mendapat perlakuan peleburan aqua regia dibanding tanpa peleburan.

Campuran pelebur HCl : HNO₃ = 3 : 1 dan penghalusan contoh hingga 200 mesh, berpengaruh terhadap perombakan struktur silika dalam pasir kuarsa, sehingga logam-logam pengotornya lebih bisa terpisahkan. Fenomena ini dikenal dengan istilah benefisasi pasir kuarsa yang memberi efek penting pada perbaikan mutu pasir, dan menghilangkan oksida-oksida (besi dan titanium) maupun senyawa organik dan bahan lempung dari permukaan butiran pasir.

C. Hasil Perlakuan Contoh Filtrat.

1. Hasil perhitungan Fe

Tabel 5. Data pengukuran Fe dengan SSA (Lihat Lampiran A)

Konsentrasi larutan (ppm)	Absorban (A°)
A. Larutan baku	
4	0,4346
7	0,6756
10	0,8074
13	0,8806
B. Larutan Contoh	
1. Mallawa	
A ₁	0,8038
A ₂	0,3554
B ₁	0,5078
B ₂	0,5484
C ₁	0,3502
C ₂	0,3784
2. Arasie	
A ₁	0,4102
A ₂	0,5924
A ₃	0,2090
Ko	0,1972
Sa	0,1096
E	0,3030

Tabel 6. Perhitungan hasil akhir Fe

Kode contoh	Hasil ppm (mg/kg)
Mallawa	
A ₁	1.300,3125
A ₂	473,0125
B ₁	754,4250
B ₂	829,25
C ₁	463,4125
C ₂	515,4625
Arasie	
A ₁	574,1625
A ₂	910,475
A ₃	202,77675
Ko	181,04
Sa	19,3
E	376,2875

Catatan :

Volume contoh = 250 mL = 0,25 L

Bobot (berat) contoh = 2 gram = 2×10^{-3} kg

Bobot Fe = Kadar Fe (mg/L) x Vol. contoh (1)

Kadar Fe = $\frac{\text{bobot Fe (mg)}}{\text{bobot contoh (kg)}} \dots \dots \dots \text{ mg/kg}$

2. Hasil perhitungan Al

Tabel 7. Data pengukuran Al dengan Spektro UV-Vis
(Lihat Lampiran B)

Konsentrasi larutan (ppm)	Absorban (A°)
A. Larutan baku	
1	0,044
2	0,097
3	0,098
4	0,101
5	0,404
B. Larutan Contoh	
1. Mallawa	
A ₁	0,6794
A ₂	0,4847
B ₁	0,8647
B ₂	0,4753
C ₁	0,3381
C ₂	0,7163
2. Arasie	
A ₁	0,3232
A ₂	0,3239
A ₃	0,3759
Ko	0,4110
Sa	0,1939
E	0,5929

Tabel 8. Perhitungan hasil akhir Al

Kode contoh	Hasil ppm (mg/kg)
Mallawa	
A ₁	947,625
A ₂	737,375
B ₁	1.147,625
B ₂	727,25
C ₁	579,125
C ₂	987,375
Arasie	
A ₁	563
A ₂	569,25
A ₃	620
Ko	657,75
Sa	423,5
E	746,25

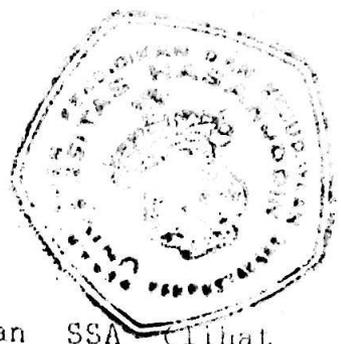
Catatan :

Volume contoh = 250 mL = 0,25 L

Bobot (berat) contoh = 2 gram = 2×10^{-3} kg

Bobot Al = Kadar Al (mg/L) x Vol. contoh (1)

$$\text{Kadar Al} = \frac{\text{bobot Al (mg)}}{\text{bobot contoh (kg)}} \dots \dots \text{mg/kg}$$



3. Hasil perhitungan Mn

Tabel 9. Data pengukuran Mn dengan SSA (lihat Lampiran C)

Konsentrasi larutan (ppm)	Absorban (A°)
A. Larutan baku	
0,02	0,0110
0,05	0,0218
0,08	0,0330
0,11	0,0476
B. Larutan Contoh	
1. Mallawa	
A ₁	0,0144
A ₂	0,0130
B ₁	0,0056
B ₂	0,0182
C ₁	0,0196
C ₂	0,0408
2. Arasie	
A ₁	0,0025
A ₂	0,0038
A ₃	0,0036
Ko	0,0030
Sa	0,0024
E	0,0010

Tabel 10 Perhitungan hasil akhir Mn

Kode contoh	Hasil ppm (mg/kg)
Mallawa	
A ₁	4,020375
A ₂	3,60125
B ₁	1,385
B ₂	5,15875
C ₁	5,5775
C ₂	11,92625
Arasie	
A ₁	0,365
A ₂	0,76775
A ₃	0,70575
Ko	0,52
Sa	0,282275
E	0,099875

Catatan :

Volume contoh = 250 ml = 0,25 L

Bobot (berat) contoh = 2 gram = 2×10^{-3} kg

Bobot Mn = Kadar Mn (mg/L) x Vol. contoh (1)

Kadar Mn = $\frac{\text{bobot Mn (mg)}}{\text{bobot contoh (kg)}}$ mg/kg

Tabel 10 Perhitungan hasil akhir Mn

Kode contoh	Hasil ppm (mg/kg)
Mallawa	
A ₁	4,020375
A ₂	3,60125
B ₁	1,385
B ₂	5,15875
C ₁	5,5775
C ₂	11,92625
Arasie	
A ₁	0,365
A ₂	0,76775
A ₃	0,70575
Ko	0,52
Sa	0,282275
E	0,099875

Catatan :

$$\text{Volume contoh} = 250 \text{ mL} = 0,25 \text{ L}$$

$$\text{Bobot (berat) contoh} = 2 \text{ gram} = 2 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\text{Bobot Mn} = \text{Kadar Mn (mg/L)} \times \text{Vol. contoh (l)}$$

$$\text{Kadar Mn} = \frac{\text{bobot Mn (mg)}}{\text{bobot contoh (kg)}} \dots \text{ mg/kg}$$



3. Hasil perhitungan Pb

Tabel 11. Data pengukuran Pb dengan SSA (lihat Lampiran D)

Konsentrasi larutan (ppm)	Absorban (A°)
A. Larutan baku	
0,03	0,0096
0,06	0,0176
0,09	0,0354
0,12	0,0404
B. Larutan Contoh	
1. Mallawa	
A ₁	0,0063
A ₂	0,0058
B ₁	0,0072
B ₂	0,0060
C ₁	0,0106
C ₂	0,0198
2. Arasie	
	0,0098
A ₁	0,0112
A ₂	0,0054
A ₃	0,0066
Ko	0,0020
Sa	0,0090
E	

Tabel 12 Perhitungan hasil akhir Pb

Kode contoh	Hasil ppm (mg/kg)
Mullawa	
A ₁	
A ₂	2,645
B ₁	2,22375
B ₂	2,7862
C ₁	2,364
C ₂	3,9825
	7,21875
Arasie	
A ₁	3,70125
A ₂	4,19325
A ₃	2,153
Ko	2,575
Sa	0,957
E	3,419475

Catatan :

Volume contoh = 250 mL = 0,25 L

Bobot (berat) contoh = 2 gram = 2×10^{-3} kg

Bobot Pb = Kadar Pb (mg/L) x Vol. contoh (1)

Kadar Pb = $\frac{\text{bobot Pb (mg)}}{\text{bobot contoh (kg)}} \dots \dots \dots \text{mg/kg}$

3. Hasil perhitungan Zn

Tabel 13 Data pengukuran Zn dengan SSA (lihat Lampiran E)

Konsentrasi larutan (ppm)	Absorban (A°)
A. Larutan baku	
0.01	0,0215
0.04	0,0345
0.07	0,0605
0.10	0,0655
B. Larutan Contoh	
1. Mallawa	
A ₁	0,02125
A ₂	0,0095
B ₁	0,0125
B ₂	0,01825
C ₁	0,0185
C ₂	0,0145
2. Arasie	
A ₁	0,01125
A ₂	0,0160
A ₃	0,01075
Ko	0,01325
Sa	0,01325
E	0,0215

Tabel 14 Perhitungan hasil akhir Zn

Kode contoh	Hasil ppm (mg/kg)
Mallawa	
A ₁	2,5
A ₂	0,177875
B ₁	0,771375
B ₂	1,90875
C ₁	1,9585
C ₂	1,1671
Arasie	
A ₁	0,5241
A ₂	1,86
A ₃	0,42515
Ko	0,92
Sa	0,92
E	2,5525

Catatan :

$$\text{Volume contoh} = 250 \text{ mL} = 0,25 \text{ L}$$

$$\text{Bobot (berat) contoh} = 2 \text{ gram} = 2 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\text{Bobot Zn} = \text{Kadar Zn (mg/L)} \times \text{Vol. contoh (l)}$$

$$\text{Kadar Zn} = \frac{\text{bobot Zn (mg)}}{\text{bobot contoh (kg)}} \dots \dots \text{ mg/kg}$$

6. Pembahasan

Menurut hukum Lambert-Beer, absorbansi (A) yang berbanding lurus dengan konsentrasi (C), untuk suatu zat penyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu. Bila A dialurkan terhadap C maka untuk larutan yang memenuhi hukum Lambert-Beer grafiknya merupakan garis lurus yang mempunyai slop yang sama. Tetapi dalam suatu pengukuran contoh sukar mendapatkan kurva kalibrasi berupa garis lurus yang sesuai pengukuran larutan baku. Beberapa gangguan yang sering dijumpai dapat berupa gangguan spektral dari dua garis serapan zat yang berdekatan, gangguan ionisasi akibat temperatur nyala yang tinggi, gangguan matriks dari karakteristik fisis larutan contoh yang berbeda dengan larutan baku, gangguan serapan dasar dari pembauran cahaya oleh partikel-partikel dalam nyala dan gangguan kimia dari berbagai proses kimia yang terjadi selama proses atomisasi dalam nyala SSA.

Pada pengukuran spektro UV-Vis penyimpangan hukum Lambert-Beer dari garis lurus menjadi melengkung, dapat disebabkan oleh terjadinya asosiasi dan disosiasi senyawa dalam larutan, reaksi hidrolisa, pH dan pembentukan senyawa kompleks. Penyimp-

pangan dari alat seperti ketidakmampuan monokromator untuk memberi cahaya monokromatis, kurang bersihnya kuvet, posisi kuvet yang kurang tepat serta adanya suspensi dan gelembung udara dalam larutan juga dapat menjadi sebab penyimpangan hukum Lambert-Beer. Dengan optimasi kondisi analisis sebelum pengukuran (Seperti profil nyala, komposisi gas bahan bakar dan gas pembakar, kepekaan dan daerah konsentrasi, keasaman larutan, kestabilan intensitas lampu katoda berongga, penentuan optimum dan kecepatan aspirasi larutan cuplikan), penempatan kuvet yang benar, menghindari terjadinya gelembung udara dalam larutan dan penambahan zat pelindung untuk mengurangi atau menghilangkan gangguan-gangguan yang bisa terjadi.

Hukum Lambert-Beer untuk pengerjaan Sinar Tampak (400 - 800 nm), sinar Ultra lembayun [200-400 nm] dan sinar Infra merah (>800 nm). Disamping itu untuk memperoleh hasil pengukuran A dan C dengan ketelitian yang optimum, konsentrasi larutan harus dibuat sedemikian rupa sehingga A berada antara 0,20 - 0,8 nm (%T antara 20% - 70%)

Pada penelitian ini digunakan sinar tampak, $\lambda = 535$ nm untuk pengukuran Al, pada spektro UV-Vis, variasi larutan baku : 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm

ternyata menghasilkan deretan absorbans larutan contoh yang cukup baik dan tidak menyimpang dari hukum Lambert-Beer. Sinar ultra lembayun yang meliputi $\lambda = 200 - 400$ nm digunakan pada pengukuran Fe. $\lambda = 243$ nm, variasi konsentrasi standar : 4, 7, 10 dan 13 ppm juga mampu terdeteksi dengan baik dan memberikan variasi serapan yang tidak menyalahi hukum Lambert-Beer. Dengan persamaan regresi lini-er, kemudian dibuat kurva garis lurus yang merupakan korelasi antara A dan C larutan standar. Dari nilai A contoh yang diperoleh, dan berdasarkan kurva kaliberasi yang dibuat, konsentrasi larutan contoh dapat diketahuui (lihat tabel perhitungan).

Salah satu kelebihan metode SSA dapat digunakan untuk analisis kuantitatif dan kualitatif unsur-unsur logam dalam jumlah renik (trace). Ketelitian $A_{Mn} = 0,0024 A^\circ$ hingga $A_{Mn} = 0,0010 A^\circ$ masih dapat terdeteksi. Ini setara dengan $C_{Mn} = 0,2834$ mg/kg untuk contoh Sa-Arasie dan $C_{Mn} = 0,0999$ mg/kg untuk contoh E-Arasie. Untuk contoh Pb ketelitian terkecil A yang dapat terukur = $0,0020 A^\circ$, ini setara dengan $C = 0,9570$ mg/kg untuk contoh Sa-Arasie. Sedang nilai terkecil untuk Zn terdeteksi pada $A = 0,0108 A^\circ$ hingga $A = 0,0095 A^\circ$, setara dengan $C = 0,4252$ mg/kg untuk contoh A₃

Arasie dan C = 0,1779 mg/kg untuk contoh A₂ Mallawa.

Hasil perhitungan data di atas juga memberikan beberapa gambaran seperti,

- a. Kandungan Fe dan Al yang cukup besar dalam kedua contoh pasir kuarsa masing-masing sebesar 1.300,3125 mg/kg untuk contoh A₁ Mallawa dan 1.147.6250 mg/kg untuk contoh B₁ Mallawa serta 910,4750 mg/kg untuk contoh A₁ Arasie dan 746,2500 mg/kg untuk contoh E Arasie menunjukkan bahwa keberadaan kedua jenis logam pengotor tersebut dalam struktur silika pasir kuarsa Arasie dan Mallawa cukup banyak. Sedang pada contoh Sa-Arasie dijumpai kadar Fe dan Al yang terkecil masing-masing 19,3000 mg/kg dan 423,5000 mg/kg diduga karena kedua unsur tersebut terabsorpsi oleh tanaman persawahan.
- b. contoh pasir asal Mallawa-Maros, ada mengandung Mn dalam struktur silikanya sampai 12 ppm. Sementara contoh pasir Arasie-Pinrang tidak terkandung Mn. Nilai Mn yang relatif kecil yang diperoleh, bisa berasal dari air suling yang dipakai sebagai pelarut, atau karena keberadaan Mn di alam hampir selalu bersama Fe. Penggunaan

batu betere yang tersebar luas juga dapat sebagai sebab meningkatnya kadar Mn di alam.

c. Logam Pb dan Zn juga tidak terdapat dalam struktur silika Mallawa maupun Arasie. Disamping siklus geokimia yang menyebabkan unsur-unsur terdistribusi luas di alam, terdapatnya logam-logam dalam lingkungan juga dapat disebabkan oleh berbagai sebab :

1). Erosi batuan, jatuhnya debu dari atmosfer, industri elektronik, pertanian, pertambangan transportasi dan lain-lain. Penambangan bijih-bijih logam ———> diolah ———> dilebur dan dimurnikan ———> bahan siap pakai ———> dibuang lagi di lingkungan. Transportasi berbagai jenis kendaraan tidak dapat disbaikan begitu saja sebagai sumber penting logam Pb.

2). Logam juga dapat masuk ke dalam lingkungan karena adanya daur alamiah yang memindahkan logam-logam dari batuan ke tanah, ke organisme hidup, ke air, ke endapan akhirnya kembali lagi ke batuan.

Zn tersebar luas di alam dari lingkungan air, udara dan semua organisme hidup. Dalam alam dan keadaan terkontaminasi harus selalu bersama Cd.

Dapat berasal dari tanah-tanah pertanian yang tercemar, sampah-sampah (elektronik), pelapisan kabel/atap, kemasan obat dan makanan, pembakaran kayu dan batubara. Zn ditemukan pula dalam air alam yang kadarnya dapat naik bila aliran air melalui pipa penyepuhan tembaga atau pipa plastik. Dalam lingkungan industri demam uap logam disebabkan oleh penghirupan uap ZnO .

- d. Tentang kemampuan aqua regia dalam melarutkan logam-logam pengotor, tidak berbeda antara kedua jenis contoh pasir, yaitu masing-masing :
2,86 - 4,83% untuk pasir kuarsa Mallawa dan
2,435 - 5,255 % untuk pasir kuarsa Arasie.
Pelarutan ini tergolong baik terlihat dari kadar pengotor akhir yang hanya tersisa 0,035 - 1,15% untuk pasir kuarsa Mallawa (lihat Lampiran F).

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil analisa kualitatif dan kuantitatif pasir kuarsa, melalui peleburan dengan $\text{HCl} : \text{HNO}_3 = 3 : 1$, dilanjutkan penguapan silika oleh $\text{HF} + \text{H}_2\text{SO}_4$ dan pembakaran sampai 900°C , maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. SiO_2 merupakan komponen terbesar dari kandungan pasir kuarsa yang dianalisa, yaitu dengan kadar masing-masing : 94,48% - 96,03%, untuk pasir kuarsa asal Mallawa, Kabupaten Maros, dan 90,77%-93,235%, untuk pasir kuarsa asal Arasie, Kabupaten Pinrang.
2. Disamping itu, dari sejumlah logam pengotor yang diperiksa yaitu : Fe, Al, Mn, Pb dan Zn, diperoleh kadar masing-masing sebagai berikut :

a. Pasir kuarsa Mallawa, Kabupaten Maros :

Fe = 463,4125 ppm — 1.300,3125 ppm, atau
sebesar 0,0663 % — 0,186 % Fe_2O_3

Al = 579,125 ppm — 1.147,625 ppm, atau
sebesar 0,11 % — 0,217 % Al_2O_3

Mn = 1,385 ppm — 11,92625 ppm

$$\text{Pb} = 2,22375 \text{ ppm} \text{ --- } 7,21875 \text{ ppm}$$

$$\text{Zn} = 0,177875 \text{ ppm} \text{ --- } 2,5 \text{ ppm}$$

b. Pasir kuarsa Arasie, Kabupaten Pinrang :

$$\text{Fe} = 19,3 \text{ ppm} \text{ --- } 910,475 \text{ ppm, atau sebesar } 0,003 \% \text{ --- } 0,11302 \% \text{ Fe}_2\text{O}_3$$

$$\text{Al} = 423,5 \text{ ppm} \text{ --- } 746,25 \text{ ppm, atau sebesar } 0,08 \% \text{ --- } 0,124 \% \text{ Al}_2\text{O}_3$$

$$\text{Mn} = 0,099875 \text{ ppm} \text{ --- } 0,76775 \text{ ppm}$$

$$\text{Pb} = 0,957 \text{ ppm} \text{ --- } 4,19325 \text{ ppm}$$

$$\text{Zn} = 0,42515 \text{ ppm} \text{ --- } 2,5525 \text{ ppm}$$

3. Dengan kadar silika sebesar 90% --- 95%; Fe < 0,2%; Al < 0,3%; dapat dikatakan bahwa pasir kuarsa dari kedua daerah, Maros dan Pinrang, termasuk mempunyai mutu baik. Dengan demikian, dapat diarahkan untuk pemanfaatan pasir kuarsa bagi produk-produk industri.
4. Zat pengoksid aqua regia, HCl : HNO₃ = 3 : 1; cukup baik sebagai pelebur dalam melarutkan logam-logam dan memisahkan silika dari pengotor-pengotornya.

B. Saran-saran

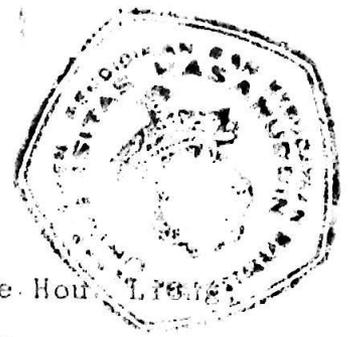
Mengingat peranan silika yang demikian penting untuk pengembangan industri masa datang, maka peningkatan mutu pasir dan penanganan yang lebih baik

potensi pasir kuarsa yang ada, perlu mendapat perhatian sendiri. Maka dapat kami sarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Mencari komposisi peleburan yang lain, misalnya campuran Na_2CO_3 + KNO_3 ; atau yang lainnya, sebab kemungkinan itu dapat pula meningkatkan bedefisasi pasir kuarsa untuk meningkatkan kualitas silikanya, sekaligus efektif melurutkan dan memisahkan semua pengotor-pengotornya.
2. Bahan dan peralatan yang menunjang hasil analisa yang lebih baik, antara lain : cawan platina, larutan CaF_2 dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abd. Wahid, Musa Ramang, Teori dan Aplikasi Cara-cara Optik untuk Analisa Kimia, Jurusan Kimia FMIPA UNHAS, 1981.
2. Albert, C.F., Geofferey, Wilkinson, Advanced Inorganic Chemistry, A Comprehensive Text Third Edition, Waley Eastern Limited, New Delhi, Bongalore, Bombay.
3. Amita IS, MSc., Koordinasi dan Konsultasi Persiapan Penelitian Pembuatan Silikon Amorf dari Pasir Kuarsa, Direktorat Pengkajian dan Penerapan Ilmu Dasar, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 1990.
4. Amran, M.B., Penentuan Spektrofotometri Kadar Aluminium dalam Anti Pespriansia, Tugas Laboratorium sebagai syarat menyelesaikan program pendidikan Sarjana Muda Kimia, Bagian Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi UNHAS, 1980.
5. Ann, Marry, Standard Methods for The Examination of Water and Waste Water, Sixteenth Edition, H.Franson, American Public Health Association 1015 Fifteenth Street, New York, Washington, DC. 20035, 1985.

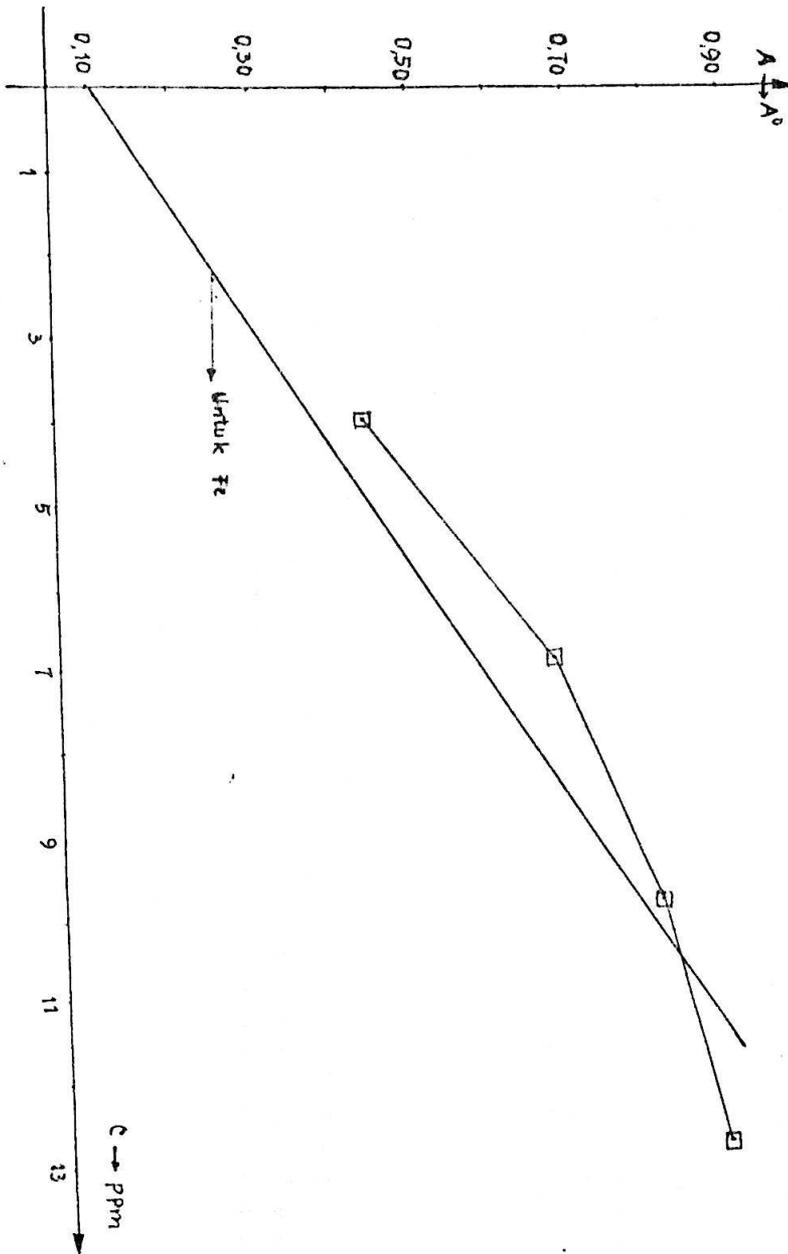


6. Beiser, Arthur, Konsep Fisika Modern, The Hong Kong
ph.D., Edisi ketika, Penerbit Erlangga, 1986.
7. Berry, L.G., Mineralogy, W.H. Freeman and Company,
San Francisco and London, 1959.
8. Diannanjaya, I., Distribusi Logam Berat Cd, Cu, Pb
dan Zn Dalam Sedimen Permukaan Laut dangkal,
Thesis Sarjana Kimia, FMIPA UNHAS, 1989.
9. Ewing, G.W., • Instrumental Methods of Chemical
Analysis, 2nd ed., McGraw Hill Co.Ltd.,
Tokyo.
10. Hartati, Penentuan Struktur Pasir Kuarsa SiO₂ dengan
Difraksi Sinar-x, Thesis Sarjana Fisika,
FMIPA UNHAS, 1992.
11. Lipsen, H.S., Crystal and x-Ray, Wykeham Publication
Ltd. London, 1970.
12. Mason, Brian, The Principal of Geochemistry, John
Wiley and Son, Inc., 1966.
13. Nur, MA., Spektroskopi, Pusat Antar Universitas
Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor,
1989.
14. Sanasi, Bachrauti. SE., Mengenal Hasil Tambang
Indonesia, Bina Aksara, Jakarta. 1984.
15. Skinner, B.J., Sumber Daya Bumi, Terjemahan :
Permana, Yogyakarta, Gajah Mada University
Press, Yayasan Obor Indonesia, 1984.

16. Soekeni, Soedigdo, dan P. Soedigdo, Pengantar Cara Statistika, Penerbit ITB, Bandung.
17. Sutrisno, Logam Silikon Sebagai Bahan Elektronik Semikonduktor, LEN Technical Journal, Vol.II., No.4, 1981.
18. Svehila, G., VOGEL, Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semi Mikro, Terjemahan : L. Setiono dan A.M. Pujaatmaka, Jakarta, PT. Kaiman Media Pustaka, 1985.
19. Team Eksplorasi, Kantor Wilayah Departemen Pertambangan dan Energi, Propinsi Sulawesi Selatan, Eksplorasi Pendahuluan Batu Bara Daerah Mallawa, Kecamatan Camba, Propinsi Sulawesi Selatan, Proyek Pengembangan Pertambangan dan Energi Wilayah III di Ujung Pandang, 1985 - 1986.
20. Walls, A.F., Struktural Inorganik Chemistry, Oxford, A.T., The Clarendon Press, 1962.

LAMPIRAN - LAMPIRAN

Lampiran A



Lampiran B

SAMPLE :
 2
 DATE 1.000
 ANALYST

CALIBRATION? YES=[] NO=[] RETURN=[]

STD. VALUE?

1	2	3	4	5	NO.	CONC.	ABS.
					STO. 01	1.000	0.044
					STO. 02	2.000	0.097
					STO. 03	3.000	0.098
					STO. 04	4.000	0.101
					STO. 05	5.000	0.404

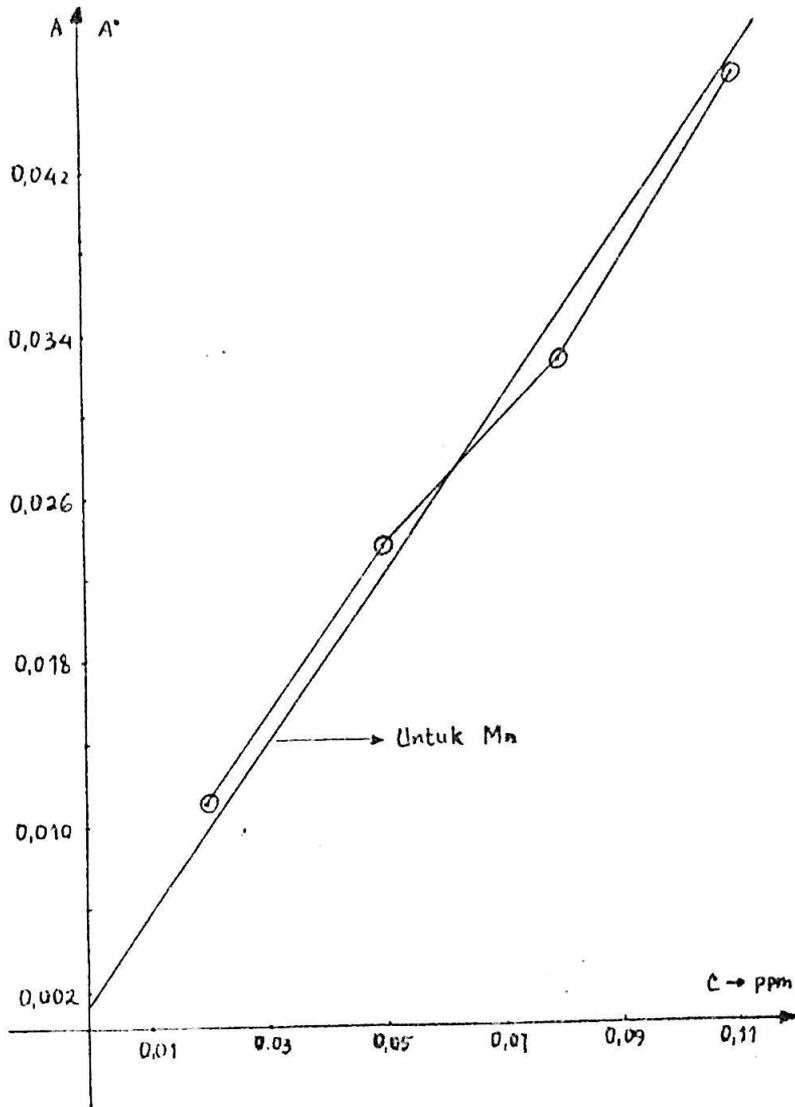
CONC. = K * ABS. + B
 K 8.6370 B 11.7134 R112 0.6265

START MEASURING SAMPLE

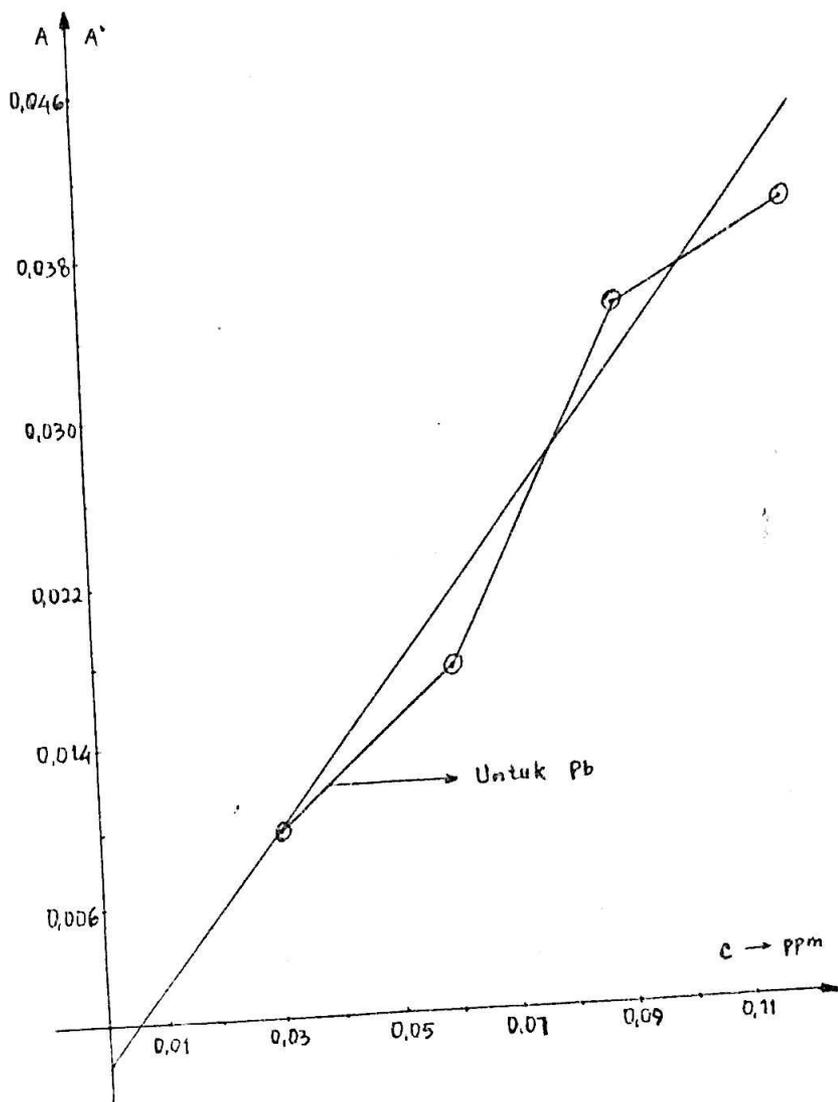
NO.	ABS.	CONC.
01	0.3232	4.5043
02	0.3268	4.5538
03	0.3759	4.9597
04	0.4110	5.2623
05	0.1939	3.3877
06	0.4929	5.9688
07	0.6794	7.5808
08	0.4847	5.6991
09	0.8647	9.1812
10	0.4753	5.8179
11	0.3381	4.6329
12	0.7163	7.6992

Prepare the new chart.

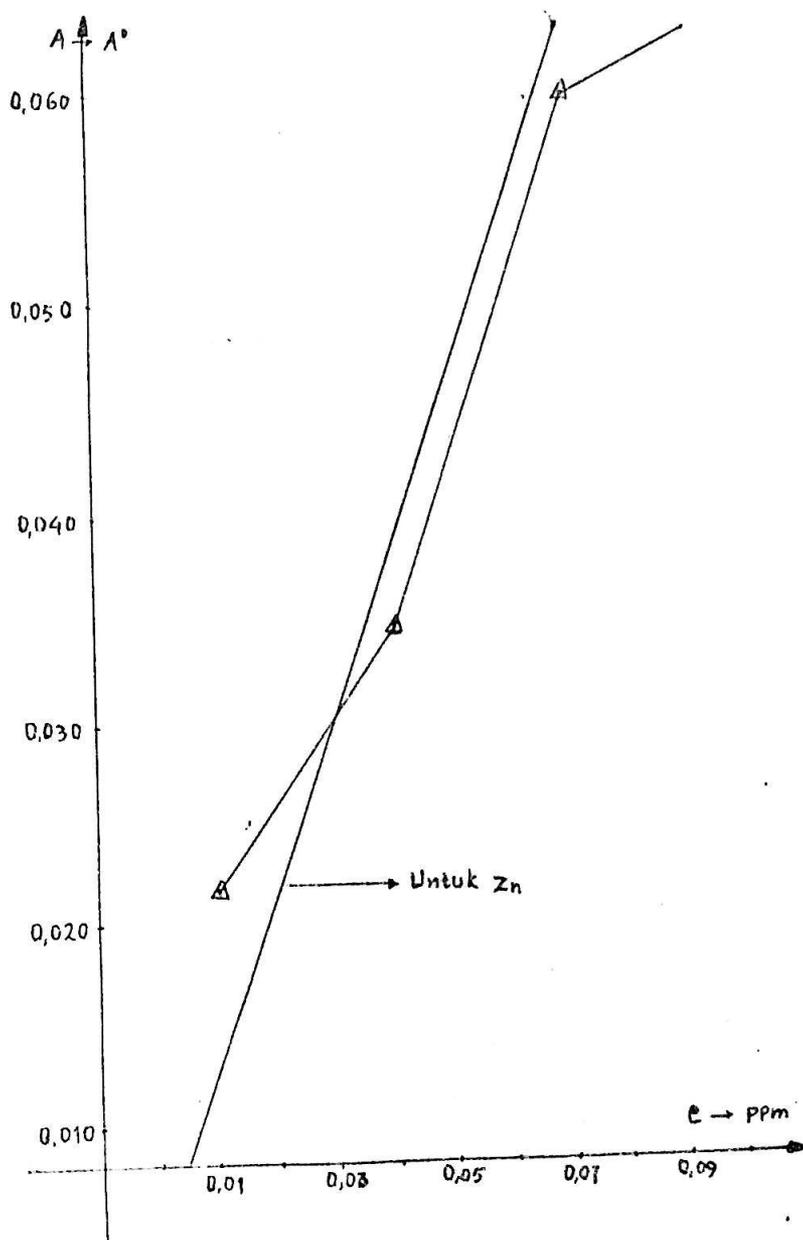
Lampiran C



Lampiran D



Lampiran E



Lampiran F. Perhitungan kadar total pengotor contoh

Kode contoh	Kadar pengotor sisa akhir (%)	Kadar yang larut dalam aqua-regia (%)
A ₁	1,15	
A ₂	0,25	2,80
B ₁	0,285	4,83
B ₂	0,035	4,42
C ₁	0,965	4,655
C ₂	1,115	3,005
		4,405
A ₁	4,435	
A ₂	2,73	2,435
A ₃	4,475	4,86
Ko	4,91	3,905
Sa	3,975	3,935
E	2,345	5,255
		4,52

Hasil perhitungan contoh silika setelah penguapan HF + H₂SO₄, tanpa peleburan aqua-regia

Kode Mallawa	Kadar silika (%)	Kode Arasie	Kadar silika (%)
A ₁	95,37	A ₁	86,265
A ₂	96,215	A ₂	88,015
B ₁	94,005	A ₃	86,845
B ₂	95,34	Ko	84,23
C ₁	95,525	Sa	84,32
C ₂	95,92	E	86,535