



**PUSAT PENGAJIAN KEJURUTERAAN BAHAN DAN SUMBER MINERAL
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**PENCIRIAN KESESUAIAN KAOLIN DARI GUA MUSANG, KELANTAN
UNTUK KEGUNAAN INDUSTRI KERTAS**

OLEH

DEWI SURIYANI BT CHE HALIN

Desertasi dikemukakan kepada

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

**Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat keperluan untuk
pengijazahan dengan kepujian**

**SARJANA MUDA KEJURUTERAAN
(KEJURUTERAAN SUMBER MINERAL)**

MAC 2003/2004

PENGHARGAAN



Alhamdulillah, saya panjatkan setinggi kesyukuran ke haddrat Illahi kerana dengan keizinaNya, setelah menghadapi pelbagai cabaran dan halangan, saya adapat menyiapkan penulisan desertasi ini.

Penghargaan ini saya tujukan kepada beberapa orang pensyarah dan juga juruteknik yang banyak menghulurkan bantuan dan juga bimbingan kepada saya sepanjang projek ini dijalankan. Sepanjang tempoh projek ini dijalankan, memang saya menghadapi pelbagai masalah dari segi konsep dan tatacara. Namun, dengan bantuan dan nasihat daripada penasihat projek, Dr Kamar Shah Ariffin segala masalah dapat dihadapi dan diselesaikan dengan berkesan, Profesor Madya Razali Othman yang membantu dalam mendapatkan sampel-sampel kaolin dari Gua Musang, Kelantan.

Di samping itu, para juruteknik secara tidak langsung banyak membantu dalam menjalankan projek dengan memberi sepenuh kerjasama kepada saya sehingga selesai projek. Tidak lupa juga kepada rakan-rakan yang banyak membantu dalam kerja-kerja makmal dan juga penulisan desertasi projek ini. Di sini ingin saya mengambil peluang untuk mengucapkan ribuan terima kasih kepada semua yang terlibat dalam projek ini.

Akhir sekali, khas buat kedua ayahbonda, Che Halin Bin Saad dan Siti Zainab Binti Sarif serta keluarga, anakanda hargai dorongan kalian yang tidak berbelah bagi.

Saya tidak mungkin dapat menyiapkan projek tahun akhir ini dalam masa yang telah ditetapkan tanpa bantuan mereka yang terlibat. Segala bentuk bantuan yang telah diberikan amat saya hargai dan segala ilmu yang telah dicurahkan akan saya manfaatkan.

Projek ini dijalankan dengan tujuan untuk mengkaji sifat-sifat kaolin tempatan untuk kegunaan industri kertas. Kajian ini melibatkan sifat-sifat kimia dan fizikal. Sampel diperolehi dari kawasan sekitar Gua Musang, Kelantan.

Kaolin merupakan satu bahan yang berwarna putih dan berbutir halus. Ia dikaji untuk mengetahui kesesuaiannya dalam sesuatu kegunaan industri.

Beberapa ujian pencirian telah dijalankan ke atas setiap sampel iaitu penentuan taburan saiz partikel, luas permukaan, kecerahan, warna, kelikatan, kelembapan, komposisi kimia, kehilangan bahan meruap dan juga pH. Ujian pencirian ini dijalankan untuk menunjukkan kesesuaian kegunaan kaolin dalam industri kertas.

Berdasarkan kepada ujian pencirian, didapati kaolin Gua Musang kurang sesuai untuk digunakan dalam pembuatan kertas. Oleh yang demikian, sampel kaolin ini perlu melalui satu proses benefisiasi melalui teknik delaminasi. Delaminasi adalah satu proses iaitu sejumlah besar susunan kaolinit diasingkan kepada beberapa kepingan nipis. Proses ini melibatkan pengocakan buburan kaolin pada terikan tinggi dengan palet pada ketumpatan pukal yang optimum.

ABSTRACT

This project was carried out to investigate the characteristics of local kaolin for the paper industry. The investigation included the chemical and physical properties. Samples were taken from a few localities around Gua Musang, Kelantan.

Kaolins are white raw materials, their essential constituent being fine grained white clay, which are amenable for beneficiation that make them ideal for an assortment of industrial applications.

Characterization test that were conducted to all samples include particle size distribution, surface area, brightness, color, viscosity, water content and chemical composition, loss of ignition, pH. The characterizations were conducted to reviewed with respect to the uses for specific applications in paper industry.

As we know, the results shown that the Gua Musang kaolin's is not suitable for the paper industry. So that, beneficiation through new delamination techniques is the special process to improve the properties of kaolin. Delamination is a process where a large kaolinite stack is separated into several thin large diameter plates. The process involves the high shear agitation of a kaolin slurry wit pellets at optimum pulp density.

ISI KANDUNGAN

	Muka surat
Penghargaan	i
Abstrak/Abstract	iii
Kandungan laporan	
BAB 1 PENGENALAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Lempung	2
1.3 Tujuan dan skop	8
BAB 2 SOROTAN LITERATUR	9
2.1 Pengenalan kepada mineral kaolin	9
2.2 Asal kejadian	11
2.3 Ciri-ciri mineral kaolin	12
2.3.1 Warna	12
2.3.2 Kekerasan	12
2.3.3 Kilauan	12
2.3.4 Graviti tentu	13
2.4 Ujian fizikal dan kimia kaolin	13
2.4.1 Ujian Peratus Kehilangan Bahan Meruap	14
2.4.2 Ujian Pembelauan Sinar-X (XRD)	14
2.4.3 Ujian Pendarflour Sinar-X (XRF)	15
2.4.4 Ujian Kelembapan	17
2.4.5 Ujian pH	17
2.4.6 Ujian Taburan Saiz Partikel	17

	2.4.7	Ujian Kelikatan	18
	2.4.8	Ujian Morfologi	18
	2.5	Kegunaan	20
	2.5.1	Industri kertas	20
BAB 3		KAEDAH-KAEDAH EKSPERIMEN	22
	3.1	Ujian Peratus Kehilangan Bahan Meruap	22
	3.1.1	Radas	22
	3.1.2	Kaedah Ujian	22
	3.2	Ujian Pembelauan Sinar-X (XRD)	22
	3.2.1	Radas	22
	3.2.2	Kaedah Ujian	22
	3.3	Ujian Pendarflour Sinar-X (XRF)	23
	3.3.1	Radas	23
	3.3.2	Kaedah Ujian	23
	3.4	Ujian Kelembapan	24
	3.4.1	Radas	24
	3.4.2	Kaedah Ujian	24
	3.5	Ujian pH	25
	3.5.1	Radas	25
	3.5.2	Kaedah Ujian	25
	3.6	Ujian Taburan Saiz Partikel	25
	3.6.1	Radas	25
	3.6.2	Kaedah Ujian	25
	3.7	Ujian Kelikatan	26
	3.7.1	Radas	26

3.7.2	Kaedah Ujian	26
3.8	Ujian Morfologi	26
3.8.1	Radas	26
3.8.2	Kaedah Ujian	26
BAB 4	KEPUTUSAN & PERBINCANGAN	28
4.1	Ujian Peratus Kehilangan Bahan Meruap	28
4.1.1	Keputusan	28
4.1.2	Perbincangan	28
4.2	Ujian Pembelauan Sinar-X (XRD)	29
4.2.1	Keputusan	29
4.2.2	Perbincangan	30
4.3	Ujian Pendarflour Sinar-X (XRF)	31
4.3.1	Keputusan	31
4.3.2	Perbincangan	31
4.4	Ujian Kelembapan	33
4.4.1	Keputusan	33
4.4.2	Perbincangan	33
4.5	Ujian pH	34
4.5.1	Keputusan	34
4.5.2	Perbincangan	34
4.6	Ujian Taburan Saiz Partikel	35
4.6.1	Keputusan	35
4.6.2	Perbincangan	35
4.7	Ujian Kelikatan	38
4.7.1	Keputusan	38

	4.7.2	Perbincangan	38
	4.8	Ujian Morfologi	40
	4.8.1	Keputusan	40
	4.8.2	Perbincangan	41
	4.9	Keputusan-keputusan Ujian	42
BAB 5		KESIMPULAN	45
BAB 6		LAMPIRAN	46
		Lampiran 1: Foto	46
		Lampiran 2: Data-data XRD, XRF dan Taburan Saiz Partikel	47

SENARAI JADUAL DAN RAJAH

BAB 2 SOROTAN LITERATUR

Rajah 2.0: Gambarajah skematik pantulan sinaran yang berlaku di dalam XRD

Rajah 2.1: Gambar skematik yang menunjukkan pendarflour Sinar-X dihasilkan bagi menganalisa sampel

Rajah 2.2: Carta alir ujian yang telah dilakukan untuk pencirian kaolin Gua Musang

Jadual 2.0: Kegunaan-kegunaan kaolin

BAB 4 KEPUTUSAN & PERBINCANGAN

Jadual 4.0: Peratus kehilangan bahan meruap

Jadual 4.1: Mineral utama yang terdapat dalam setiap sampel yang dicerap oleh XRD

Jadual 4.2: Komposisi kimia setiap sampel yang telah dicerap oleh XRF

Jadual 4.3: Peratus kelembapan bagi setiap sampel kaolin

Jadual 4.4: Nilai pH bagi setiap sampel kaolin

Jadual 4.5: Taburan saiz partikel bagi setiap sampel kaolin

Jadual 4.6: Peratus kelikatan bagi setiap sampel kaolin mengikut saiz sampel yang telah ditetapkan

Rajah 4.0: Graf % Taburan Saiz Partikel Bertokok melawan Saiz Partikel

Rajah 4.1 (a): Mikrograf yang telah dicerap oleh Mikroskop Imbasan Elektron bagi sampel PF/2

Rajah 4.1 (b): Mikrograf yang telah dicerap oleh Mikroskop Imbasan
Elektron bagi sampel TP/02(A)

Jadual 4.7: Keputusan-keputusan yang diperolehi hasil daripada ujian-
ujian yang telah dijalankan

Jadual 4.8: Spesifikasi piawaian kegunaan kaolin dalam industri kerta

SINGKATAN

SEM Scanning Electron Microscope
(Mikroskop Elektron Imbasan)

XRD X-Ray Diffractometer
(Pembelauan Sinar-X)

XRF X-Ray Fluorescence
(Pendarflour Sinar-X)

BAB 1 PENGENALAN

1.1 Pengenalan

Lempung merupakan satu bahan mentah yang banyak digunakan dalam industri seramik, kertas, plastik dan sebagainya. Lempung terdiri daripada beberapa jenis iaitu bentonit, lempung api, kaolin, lempung bola dan sebagainya. Setiap jenis lempung mempunyai sifat-sifat yang berbeza bagi kegunaan industri yang berbeza.

Kaolin banyak menyumbang dalam industri kertas kerana kaolin mempunyai sifat yang diperlukan dalam pembuatan kertas. Ia banyak digunakan sebagai penyalut bagi tujuan untuk pelicin kertas, pemutih dan lebih mudah dicetak dan sebagai pengisi bagi tujuan kelegapan. Kaolin digunakan oleh pengeluar-pengeluar kertas sebagai pengisi adalah untuk memberi kepukalan kepada sesuatu barangan yang dapat menjimatkan penggunaan bahan mentah yang lebih mahal.

Dalam pembuatan kertas, mineral kaolin bertindak sebagai pengisi, bahan penambah atau penyalut. Pengisi berfungsi menggantikan gentian kayu yang mahal dalam struktur kertas. Penambah pula merupakan pigmen TiO_2 di dalam kebanyakan kertas manakala penyalut merupakan lapisan nipis di atas kertas. Penyalut yang berkesan mestilah mempunyai ciri-ciri yang tidak kesat, kecerahan yang tinggi dan saiz partikel yang halus. Kaolin merupakan satu contoh pengisi, penambah dan penyalut yang paling popular dalam pembuatan kertas.

1.2 Lempung

Lempung digunakan sebagai istilah batuan dan juga sebagai istilah saiz zarah dalam analisa mekanikal batuan sedimen, tanah dan lain-lain lagi. Sebagai istilah batuan, adalah sukar untuk mentakrifkan lempung secara tepat kerana berbagai-bagai jenis bahan telah disebut lempung. Secara amnya, istilah lempung memberi erti suatu bahan yang semula jadi, berbutir halus yang menghasilkan sifat keplastikan bila dicampurkan dengan air. Analisa kimia lempung menunjukkan bahawa bahan ini terutama sekali terdiri daripada silika, alumina dan air, seringkali juga dengan besi, alkali dan alkali bumi.

Istilah lempung tidak mempunyai kepentingan genetik. Istilah ini digunakan bagi bahan yang terhasil daripada proses luluhawa, terjadi daripada kegiatan hidroterma, atau dimendapkan sebagai satu sedimen.

Dari aspek saiz zarah, bahagian yang dikatakan lempung ialah bahagian yang terdiri daripada saiz zarah yang paling kecil sekali. Saiz maksimum zarah di dalam gred saiz lempung ditakrifkan dengan berlainan cara dalam beberapa bidang lain. Dalam kajian tanah, 2 mikron digunakan sebagai had tertinggi gred saiz lempung.

Menurut konsep mineral lempung, bahan ini secara amnya adalah terdiri terutamanya daripada zarah-zarah habluran yang sangat halus, satu atau dua ahli kumpulan kecil mineral yang dinamai mineral lempung. Mineral lempung pada asasnya adalah bahan aluminium silikat hidrus, dengan magnesium atau ferus menggantikan sepenuhnya atau sebahagian daripada aluminium yang terdapat di dalam setengah-setengah mineral.

Daripada aspek komersial, terdapat pelbagai kategori lempung seperti lempung bebola, lempung api, kaolin, lempung biasa, bentonit dan tanah Fuller yang digunakan untuk industri bergantung kepada sifat-sifatnya dan juga kegunaan masing masing. Di antara kategori-kategori lempung itu ialah :

1) Kaolin

Kaolin atau *China clay* ialah yang paling tulen, putih dan jenis tanah liat yang termahal. Kaolin adalah lempung atau tanah liat yang dicirikan oleh mineral kaolinit dan bahan-bahan berkandungan aluminium-silikat hidrus lain yang setara dengannya. Ia adalah *residual clays* yang terhad amaunnya berbanding dengan kategori lempung lain. Besar dari kandungannya dipengaruhi oleh kaolinit dan bahan-bahan hidrus aluminium silikat. Lazimnya, kaolin sering menunjukkan sifat-sifat fizikal yang tidak seragam dengan ciri-ciri komposisi kimia yang berubah-ubah dalam julat yang terbatas.

Kaolin bermutu tinggi mengandungi 37-40 % alumina (Al_2O_3), 45-55% silika (SiO_2), sejumlah kecil titanium oksida (TiO_2), alkali tanah dan logam alkali oksida. Selebihnya kaolin juga mengandungi 15% bahan meruap.

Keputihan dalam keadaan kering atau dibakar adalah merupakan sifat yang penting bagi kebanyakan kegunaan kaolin, seperti sebagai pengisi kertas dan seramik. Kaolin yang digunakan dalam bahan-bahan tahan api mestilah mempunyai kandungan alkali dan lain-lain fluks yang rendah. Kebanyakan kaolin mempunyai sifat-sifat keplastikan, kekuatan kering dan pembakaran yang rendah, penyusutan kering dan terbakar yang tinggi serta keporosan pembakaran yang tinggi. Kaolin digunakan secara

meluas dalam pelbagai industri, bergantung kepada ketulenannya, sifat-sifat fizikal dan kimianya. Kaolin digunakan sebagai penyalut dan pengisi dalam pembuatan kertas, getah, kain, linoleum, cat dan aplikasi lain. Dalam pembuatan kertas, sifat-sifat seperti kekesatan, keputihan, taburan partikel saiz adalah ciri-ciri penentuan penting sesuatu kaolin.

Pengisian kaolin didalam barang-barang yang diperbuat daripada getah lazimnya menunjukkan sifat-sifat yang keras, tegar dan membantu meningkatkan ketahanan terhadap daya lelasan. Ia merupakan pigmen bagi barangan yang tidak hitam. Ia adalah pengisi penting barangan daripada getah untuk mengurangkan masalah pembentukan. Kaolin juga digunakan didalam tumit-tumit getah, tapak-tapak kasut, atap genting, sarung-sarung tangan, tayar-tayar basikal dan bahan-bahan pelekat.

Kegunaan kaolin didalam perusahaan seramik adalah didasarkan kepada sifat-sifat tahan api yang tinggi dan keputihan apabila dibakar. Kaolin digunakan didalam perusahaan tembikar, jubin, kaca refraktori dan penggunaan tertentu perusahaan besi waja. Ia juga digunakan didalam perusahaan membuat simen putih Portland.

2) Lempung Bebola (Ball Clay)

Tanah liat bola adalah merujuk kepada satu kumpulan besar enapan tanah liat yang berplastikan dan biasanya berwarna gelap tetapi berubah menjadi putih atau kuning keputihan bila dibakar. Sebahagian besar mineralnya ialah kaolinit. Jika dibandingkan dengan kaolin, tanah liat bebola mengandungi bahan organik yang tinggi dan sebatian-sebatian besi dan alumina yang minimum serta peratusan kehilangan

bahan meruap yang tinggi. Ia dapat dibezakan daripada kaolin kerana sifat-sifat keliatan dan keplastikannya yang lebih tinggi, daya ikatan yang lebih baik dan rendah sifat tahan apinya.

Sebahagian besar daripada tanah liat bebola ini digunakan untuk pembuatan barangan tembikar *China* dan sebagai bahan pengikat untuk tanah-tanah yang kurang plastik dalam pembuatan barangan tahan api.

3) Lempung Api (Fire Clay)

Lempung api adalah tanah liat yang mempunyai ketahanan terhadap haba, suatu endapan bersifat plastik ke tidak-plastik yang sebahagian besarnya terdiri daripada mineral-mineral kumpulan kaolinit dan biasanya dikaitkan dengan formasi arang batu. Oleh kerana sifatnya yang tahan haba, ia juga sering dikenali sebagai lempung refraktori.

Semua perusahaan yang menggunakan suhu tinggi bergantung kepada lempung api bagi kegunaan dalam pembinaan relau. Perusahaan yang sangat memerlukannya adalah perusahaan besi dan keluli, lain-lain perusahaan penting seperti tembaga, simen, gelas, seramik dan kimia juga menggunakan lempung api sebagai relau.

4) Bentonit

Bentonit ialah lempung yang sangat halus dan kandungan utamanya terdiri daripada mineral-mineral kumpulan montmorillonit. Bentonit adalah berasal dari abu

gunung api. Berdasarkan kepada sifat-sifat fizikalnya bentonit boleh dibahagikan kepada dua kelas:

- (a) Jenis Mengembang (Swelling) – berupaya menyerap air dengan banyak, keupayaan proses mengembang yang tinggi.
- (b) Jenis Tak Mengembang (Non-swelling) – keupayaan menyerap air yang rendah berbanding lempung-lempung plastik biasa, proses pengembangan tidak begitu nyata dan cepat mendap dalam cairan penyerak.

5) Tanah Fuller (Fuller's Earth)

Tanah Fuller ialah lempung yang mempunyai sifat-sifat menyerap minyak yang tinggi. Sebagaimana bentonit, montmorillonit juga merupakan mineral yang unggul dan seringkali wujud bersama kaolinit dan illit. Tanah Fuller biasanya berwarna hijau pucat, kelabu, coklat, dan kuning keputihan. Umumnya ia tidak bersifat plastik, tetapi ada juga yang separa plastik.

Ia digunakan sebagai pengenyah warna dalam kerja-kerja memulihkan hasil-hasil minyak tanah dan sebagai mangkin dalam minyak-minyak sayuran, dan haiwan. Industri lain yang menggunakan Tanah Fuller termasuklah sebagai penstabil lubang gerudi minyak, penapisan, pembunuh kulat dan serangga, pengisi, pelembut air, seramik, simen, baja dan karbon penyerap.

6) Lempung biasa (Common Clay)

Lempung biasa terdiri dari bermacam-macam jenis kategori lempung. Bahan-bahan mentah berasal daripada genesis sejenis batuan dan alluvium. Ia merupakan campuran dikalangan beberapa bahagian mineral lempung, partikel-partikel lumpur, pasir, batu-batan dan mineral-mineral yang reput dan bahan organik. Kebanyakan daripada lempung biasa adalah berwarna coklat keperang-perangan semasa mentahnya.

Lempung biasa yang digunakan didalam pengeluaran batu-bata mestilah mempunyai sifat keplastikan yang baik supaya senang dibentuk dan mestilah boleh dibakar hingga menjadi bata yang keras pada suhu antara 1000°C hingga 1200°C. Warna yang menarik adalah antara ciri yang dikehendaki. Ia tidak mudah berubah bentuk dalam keadaan kering atau dibakar.

Lempung yang digunakan untuk bata pengalas, paip saluran kotoran dan genting bumbung mestilah bersifat plastik apabila basah. Ia juga semestinya mempunyai kekuatan kering yang tinggi, julat pengacaan yang panjang dan tidak bengkok. Lempung yang digunakan didalam paip kotoran tidak harus mengandungi besi bebas atau nodul kalsium oksida. Lempung yang digunakan untuk ubin bumbung pula mestilah mempunyai daya serapan yang rendah. Lempung yang digunakan untuk membuat simen menyumbang peratusan alumina dan silika yang diperlukan dalam pembuatan simen.

1.3 Tujuan dan skop

Tujuan utama penyelidikan ini adalah untuk mengkaji ciri-ciri empat sampel kaolin yang diperolehi dari kawasan sekitar Gua Musang, Kelantan dan kesesuaiannya bagi kegunaan industri pembuatan kertas mengikut spesifikasi-spesifikasi yang sedia ada. Berdasarkan penyelidikan ini, dapat kita membuat rumusan tentang kegunaan dan kesesuaian kaolin serta tindakan pemprosesan (benefisiasi) yang diperlukan bagi meningkatkan mutunya supaya dapat diterima oleh industri kertas dan boleh dikomersilkan.

BAB 2 SOROTAN LITERATUR

2.1 Pengenalan kepada mineral kaolin

Nama kaolin berasal daripada perkataan bahasa Cina “Kauling” yang bermaksud permatang tinggi iaitu nama sebuah bukit dekat Jauchau Fu, China, yang telah ditemui berkurun-kurun dulu (Grim, 1968 dan Murray 1988). Pada masa kini kaolin mempunyai lebih daripada satu makna, iaitu sebagai satu nama mineral atau komoditi mineral industri. Asal usul sebutan *China Clay* ini adalah tidak pasti.

Mineral lempung adalah terdiri daripada mineral alumina-silikat. Lempung merujuk kepada suatu bahan tanah yang terbentuk secara proses semulajadi dan berbutir halus yang bersifat keplastikan bila bercampur dengan air. Komposisi mineral lempung amnya terdiri daripada silika, alumina dan air, seringkali juga dengan besi, alkali dan alkali bumi.

Jenis-jenis mineral utama lempung adalah seperti kaolinit, halloisit, illit, smektit, vermikulit, klorit, attapulgit, montmorillonit dan alofan. Daripada sudut komersial terdapat enam kategori lempung yang boleh didapati dipasaran dunia iaitu lempung bebola, bentonit, lempung biasa, lempung api, tanah Fuller, dan kaolin. Setiap kategori lempung di atas mempunyai komposisi mineral dan komponen lain yang berbeza. Dalam penyelidikan ini, lempung jenis kaolin akan dibincangkan dengan lebih terperinci daripada aspek-aspek komposisi, struktur dan juga sifat-sifat fizikal dan kimia yang lain.

Pada umumnya kaolin terdiri daripada mineral kaolinit, haloisit, dikit dan nakrit yang kesemuanya mempunyai komposisi kimia yang serupa tetapi berbeza dari segi struktur hablurnya. Kaolinit adalah mineral utama kaolin iaitu alumina-silikat terhidrat yang terbentuk daripada proses peluluhawaan, oleh perubahan hidroterma dan juga sebagai mineral endapan asli. Terdapat dua jenis haloisit iaitu yang berwarna putih atau cerah, berliang, lembut, atau teksturnya seperti kapas; manakala yang satu lagi lebih berat, tak berliang dan seperti tembikar (Ross dan Kerr, 1934). Haloisit selalunya ditemui dalam zon saprolit sebagai produk peluluhawaan. Nakrit pula jarang ditemui dan hanya dijumpai di dalam persekitaran hidroterma.

Kaolin adalah mineral industri yang paling mudah meruap. Secara kimia ia bersifat lengai, berwarna putih dan mempunyai sifat pelindung yang baik bila digunakan sebagai pigmen atau penambah. Kaolin adalah lembut, tidak lelas serta mempunyai sifat konduktiviti haba dan elektrik yang rendah. Seseengah kegunaan kaolin, seperti kegunaannya sebagai penyalut kertas, atau pengisi untuk cat dan plastik perlu memenuhi spesifikasi yang boleh diterima pakai. Ini termasuklah saiz partikel, warna dan kecerahan dan kelikatan. Terdapat seseengah kegunaan yang tidak memerlukan spesifikasi, contohnya dalam pembuatan simen, yang komposisi kimia adalah lebih perlu diketahui. Industri kertas memerlukan kuantiti kaolin yang banyak samada sebagai pengisi atau penyalut permukaan kertas bagi menambahbaik kualiti pencetakan.

Mineral yang tergolong di dalam kumpulan kaolin adalah seperti mineral nakrit, dikit, kaolinit dan haloisit. Kesemua mineral ini mempunyai komposisi yang sama. Ia boleh dibezakan berdasarkan penyusunan struktur hablur. Kaolinit terjadi sebagai

kristal dalam julat saiz daripada pecahan mikron kepada beberapa ratus mikron. Halloisit mempunyai komposisi yang sama dengan kaolinit dengan penambahan kepingan molekul air di antara lapisan. Kehadiran besi (Fe) dan titanium oksida (TiO_2) merupakan satu kelemahan kerana ia akan mengurangkan kecerahan dan merosakkan sifat keputihan. Kewujudan silika dalam bentuk kuarza atau kristobalit meningkatkan sifat lelasan dalam aplikasi pembuatan kertas, manakala mika dan feldspar akan mempengaruhi sifat rheologi, kecerahan dan lelasan. Sifat kelikatan kaolin dipengaruhi oleh kehadiran smektit.

2.2 Asal kejadian kaolin

Kaolin secara umumnya dikelaskan kepada mendapan primer dan sekunder. Mendapan kaolin primer terbentuk akibat daripada batuan kristalin yang terluluhawa seperti granit dan dijumpai di kawasan ianya terbentuk. Mendapan kaolin sekunder merupakan endapan semulajadi dan ia terbentuk akibat proses hakisan mendapan primer dan pengangkutan. Ia adalah bahan terhakis yang telah dibasuh aliran sungai dan mengalami proses pengasingan saiz partikel oleh pengaruh graviti. Partikel kaolin yang halus dan ringan dibawa jauh akhirnya dimendapkan di tasik, muara, dan lagon dimana mendapan sekunder selalu terbentuk. Mendapan primer, kaolin kebiasaannya mengandungi 15-30% bahan granit tak terluluhawa termasuk kuarza, muskovit dan feldspar. Mendapan sekunder amnya mengandungi 85-95% kaolin yang kebanyakannya terdiri daripada mineral kaolinit. Bendasing yang lazim hadir bersama kaolin termasuklah smektit, kuarza, muskovit, anatase, pirit dan grafit. Mendapan primer selalunya bersaiz kasar serta mengandungi sedikit anatase dan ferum oksida berbanding mendapan sekunder.

2.3 Ciri-ciri mineral kaolin

2.3.1 Warna

Kebanyakan mineral, warna yang dihasilkan dengan penyerapan memilih terhadap jarak gelombang yang terdiri daripada cahaya putih. Cahaya yang terkena pada permukaan mineral ada yang dipantul, ada yang dibias dan ada juga yang diserap.

Bagi mineral kaolinit, kebanyakannya berwarna putih atau putih kekuningan. Ada juga yang berwarna perang atau kelabu kerana ia mempunyai campuran bendasing seperti kotoran merah karat besi.

Kita tidak dapat mengenalpasti identiti sesuatu mineral itu hanya berdasarkan kepada warna sahaja kerana ada sesetengah mineral berlainan tetapi mempunyai warna yang sama.

2.3.2 Kekerasan

Mineral kaolin adalah sangat lembut dan mempunyai kekerasan 2 pada skala Mohr. Ia juga bersifat porous iaitu ia mudah hancur apabila digoreskan. Oleh kerana itu, sifat kekerasan ini tidak dapat digunakan sebagai asas untuk mengesahkan mineral ini.

2.3.3 Kilauan

Kilauan ialah ciri optikal yang mempunyai hubungan rapat dengan pantulan dan biasan. Ia boleh ditakrifkan sebagai keadaan bahan atau mineral di bawah pantulan cahaya. Terdapat 2 kelas kilauan utama iaitu kilauan logam dan bukan logam. Ada juga

bersifat kilauan sublogam iaitu antara klogam dan bukan logam. Bagi mineral kaolin ia bersifat kilauan berkaca.

Berikut ialah keterangan beberapa sebutan biasan yang digunakan untuk kilauan:

- Vitreous: Kilauan sedemikian merangkumi 65% mineral. Ia mempunyaia pantulan seperti kaca. Kebanyakan silikat, karbonat, sulfat hidroksida mempunyai ciri jenis ini.
- Admantine: Mineral lutsinar atau lutcahaya yang mempunyai indeks biasan yang tinggi. Contohnya ialah intan.
- Silky: Mempunyai struktur fiber yang sangat halus.
- Pearly: Lutsinar seperti dengan butang baju.
- Earthy atau dull: Kilauan yang sangat teruk. Kebanyakan mempunyai permukaan yang kasar dan porous.

2.3.4 Graviti Tentu

Graviti tentu merupakan satu nisbah di antara berat sesuatu bahan kepada berat air dengan isipadu yang sama pada suhu tertentu. Mineral kaolin mempunyai graviti tentu 2.6. Ia merupakan satu nombor tulen dan tidak memerlukan penukaran sebarang unit.

2.4 Ujian fizikal dan kimia kaolin

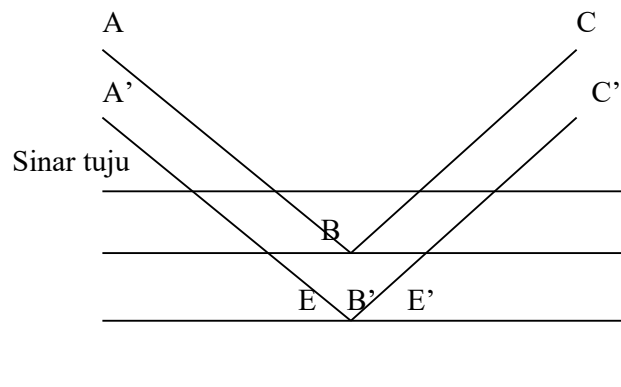
Sifat-sifat fizikal kaolin adalah penting bagi menentukan kesesuaiannya bagi setiap kegunaan yang berbeza (Murray, 1979; Roskill, 1988; Bristow, 1989). Di antara ujian-ujian fizikal dan kimia yang dikaji adalah seperti:

2.4.1 Peratus Kehilangan Bahan Meruap

Ujian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan bahan-bahan organik bagi sesuatu kawasan. Sampel dimasukkan ke dalam relau selama 2 jam untuk memastikan kesemua bahan-bahan organik dikeluarkan sepenuhnya.

2.4.2 Pembelauan Sinar-X (XRD)

W.H. dan W.L. Bragg (1903) telah memperkenalkan kaedah pembelauan sinar-X dan mendapati bahawa sinar-X ini boleh dihasilkan apabila satu jasad ditembak dengan seberkas elektron yang bergerak pantas. Apabila sinar itu ditujukan ke atas satu hablur atau bahan yang mengandungi satah atom yang selari dan berjarak d , sinar itu akan dibalikkan. Setiap satah tersebut akan membalikkan sebahagian kecil sinaran supaya sudut α (sudut antara sinar tuju dan satah) sama dengan sudut θ supaya sinar tuju dan balikan terletak di atas satah yang sama. Sinar-X mempunyai nombor integral yang berbeza bagi setiap satah iaitu nilainya semakin besar jika semakin ke dalam. Sinar A'B'C' mempunyai nombor integral yang lebih besar daripada sinar ABC.



Rajah 2.0: Gambarajah skematik pantulan sinaran yang berlaku di dalam XRD

Berdasarkan kepada gambarajah skematik di atas, dengan menggunakan hukum geometri di dapati DB' dan EB' masing- masing adalah sama dengan $d \sin \theta$. Sinaran itu akan menjadi maksima apabila persamaan di bawah dipatuhi:

$$n\lambda = 2d_{hkl} \sin \theta$$

dimana n = nombor bulat
 λ = jarak gelombang sinar-X
 d_{hkl} = jarak antara lapisan atom sampel
 θ = sudut sinar tuju

2.4.3 Pendarfluor Sinar-X (XRF)

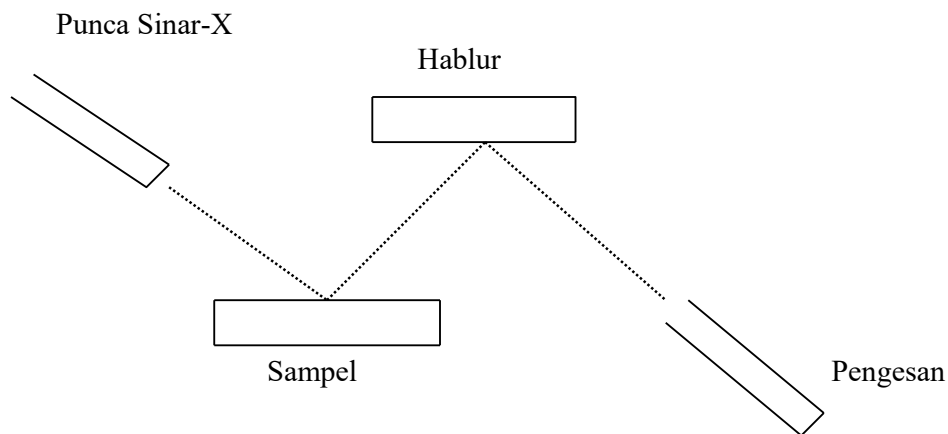
Pendarfluor Sinar-X telah diperkenalkan oleh Moseley. Beliau memperkenalkan bahawa elemen-elemen yang tidak diketahui dapat dikenalpasti dengan mengukur jarak gelombang garis-garis spektra Sinar-X masing-masing. Analisa ini memberi peluang kepada kita untuk mengetahui elemen-elemen yang wujud di dalam sesuatu sampel sama ada dalam bentuk unsur tunggal atau sebatian. Hanya elemen-elemen yang mempunyai nombor atom melebihi 12 yang boleh dikesan. Bagi elemen-elemen yang mempunyai nombor atom kurang daripada 12, tenaga Sinar-X sekunder yang terpancar adalah rendah dan mudah diserap ke dalam udara sebelum sampai ke pengesan untuk dianalisa.

Sinar-X dihasilkan apabila suatu jasad ditembak oleh elektron yang bergerak pantas. Ia merupakan satu pancaran elektromagnet yang berfrekuensi tinggi dengan

jarak gelombang pendek. Jarak gelombang Sinar-X yang dipancarkan bergantung kepada halaju elektron dan sifat-sifat bahan yang ditembak.

Moseley memperkenalkan satu hubungkait mengenai perkadaran songsang antara jarak gelombang yang berkurang. Setiap elemen akan memberikan garis K dan L. Garis K adalah garis yang paling kuat tetapi berjarak gelombang yang paling pendek.

Spektra Sinar-X dirangsang dengan mengenakan sampel dengan seberkas keamatan foton Sinar-X. Elektron-elektron akan menyerap tenaga dari foton dan teruja keluar apabila foton melanggar elektron-elektron di dalam sampel. Keadaan ini menyebabkan atom-atom tersebut cuba menyelaraskan elektron di dalam setiap petalnya supaya kembali menjadi stabil. Penstabilan ini dicapai dengan menangkap elektron bebas dari petala luar. Apabila elektron berubah petala, tenaganya juga berubah. Ini menyebabkan satu foton Sinar-X dipancarkan. Sinar-X sekunder yang kurang bertenaga dari Sinar-X primer inilah yang dipanggil pancaran pendarflour.



Rajah 2.1: Gambar skematik yang menunjukkan pendarflour Sinar-X dihasilkan bagi menganalisa sampel

2.4.4 Kelembapan

Kandungan air mineral lempung sentiasa berubah, bergantung kepada keadaan atmosfera. Di samping itu ketumpatan mineral lempung juga berubah, bergantung kepada kandungan air yang terdapat. Ketumpatan lempung berkurang dengan penurunan kandungan air mineral tersebut.

2.4.5 pH

pH tanah liat penyalut adalah di dalam lingkungan 6.5-7.5. pH yang tinggi, secara umumnya menunjukkan kehadiran garam terlarut yang boleh menimbulkan masalah yang teruk di dalam banyak aplikasi. Ujian pH dilakukan dengan menggunakan pH meter iaitu elektrod pada radas pH direndam dalam bekas sampel sehingga bacaan menjadi stabil.

2.4.6 Taburan Saiz Partikel

Sifat kertas bergantung kepada saiz zarah dan taburan mineral-mineral yang hadir. Saiz partikel adalah satu parameter penting bagi suatu bahan mentah yang digunakan dalam industri kertas. Taburan bentuk dan saiz kaolin merupakan faktor penting dalam mengawal lain-lain sifat seperti kecerahan, kelikatan, kelegapan dan pengecutan. Penentuan taburan saiz partikel sebenarnya adalah satu ukuran kepada kadar taburan pelbagai saiz dalam suatu sampel lempung. Terdapat beberapa kaedah yang boleh digunakan untuk mengkaji taburan saiz partikel iaitu kaedah Ujian Ayak, kaedah Endapan (Hidrometer dan Pipet Anderson), kaedah Pancaran Laser. Di dalam

kajian ini kaedah Pancaran Laser digunakan bagi mendapat keputusan kejitian yang tinggi.

Kaedah Pancaran Laser menggunakan laser He-Ne ($\lambda = 632\text{nm}$) dan digabung dengan penapis spatial dan kanta kolimatan yang akan memberikan sinaran selari, monokromatik dan koheran. Kaedah ini berdasarkan kepada serakan cahaya secara menegak pada saiz apartikel dan keamatan bim serakan pada sebarang sudut yang diukur bagi luas min partikel bagi sazi spesifik. Sampel yang akan diuji dialukan pada bim dan serakan cahaya akan dikumpul oleh kanta dan dibawa untuk difokuskan ke pengesan khas di dalam satah fokal kanta. Isyarat yang diterima akan dipindahkan kke komputer dan seluruh system dikawal oleh *teletype*. Data yang diterima akan disamakan dengan taburan Rosin-Rammler.

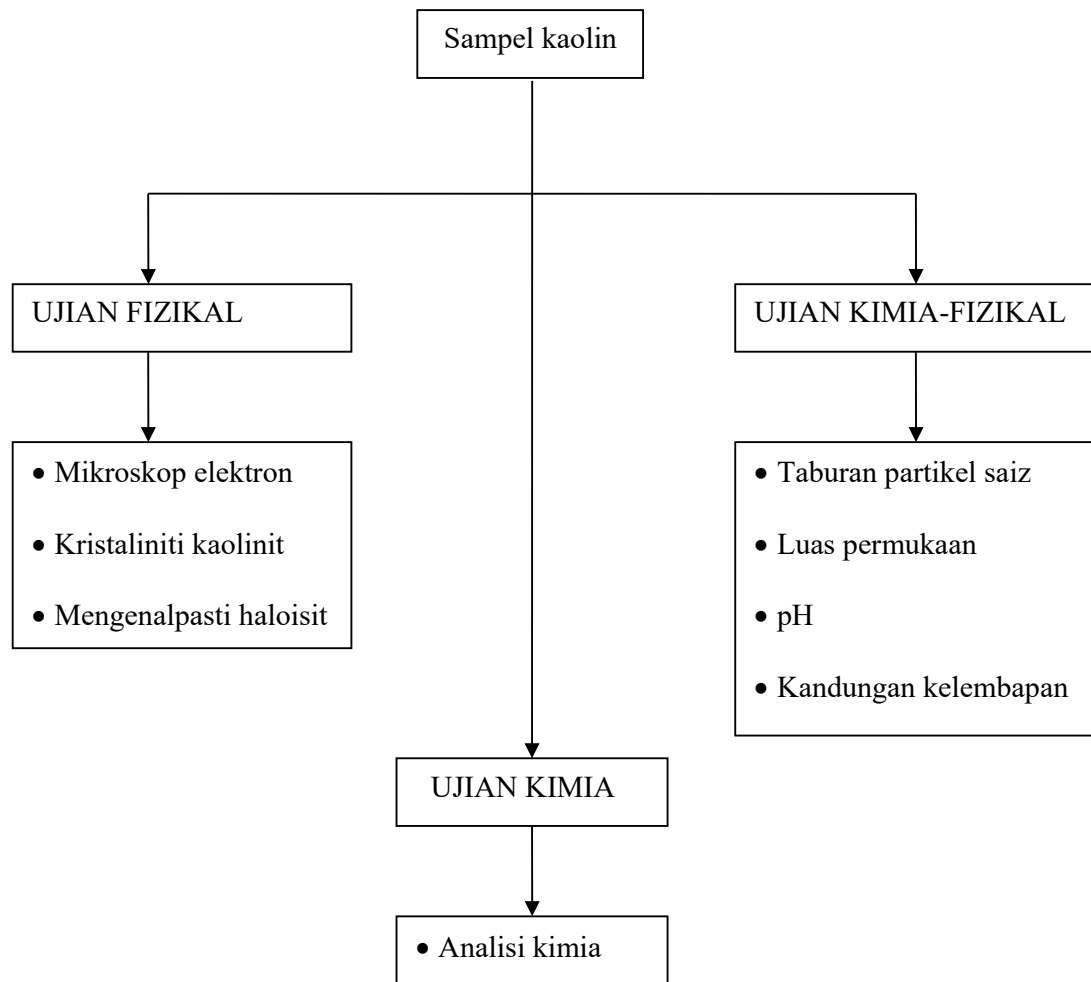
2.4.7 Kelikatan

Ujian kelikatan dijalankan untuk menguji kesesuaian kaolin dalam industri kertas. Ia dijalankan menggunakan viscometer digital. Ia dijalankan ke atas sampel yang bersaiz $32\mu\text{m}$ dan $38\mu\text{m}$. Bagi saiz yang berbeza kelikatannya juga berbeza. Jadi kelikatan sesuatu bahan itu bergantung kepada saiz partikel bahan tersebut.

2.4.8 Ujian Morfologi

Mikroskop Imbasan Elektron (SEM) digunakan untuk memeriksa struktur luar suatu objek dengan memancarkan alur sinaran pengimbas elektron ke atas sampel dan kemudian mengumpulkan elektron sekunder yang bergerak perlahan yang dijanakan oleh spesimen. Elektron sekunder dikumpulkan, diperkuatkan dan dipaparkan di atas tiub sinar katod. Alur sinar elektron bersama- sama tiub sinar katod akan melakukan

kerja- kerja pengimbasan secara serentak, dengan ini imej permukaan sesuatu spesimen itu akan terbentuk. Elektron serak balik merupakan salah satu isyarat yang terhasil daripada saling tindak di antara alur sinar dengan spesimen yang mana boleh dikutip dan diproses untuk membekalkan nombor atom sampel yang berbeza- beza.



Rajah 2.2: Carta alir ujian yang telah dilakukan untuk pencirian kaolin Gua Musang

2.5 Kegunaan

Kegunaan kaolin dalam pasaran dunia adalah amat meluas. Kaolin adalah merupakan aluminium silikat terhidrat dan penyelidikan ini dilakukan untuk menunjukkan pencirian kaolin yang sesuai digunakan dalam pelbagai industri seperti industri getah, plastik, cat, pembuatan kertas, seramik, simen putih, fiber kaca dan sebagainya. Sifat-sifat kaolin dikaji mengikut keperluannya di dalam industri.

Jadual 2.0: Kegunaan-kegunaan kaolin

Industri	Kegunaan
Seramik	Digunakan kerana sumbangannya terhadap keplastikan, kekuatan, keputihan, dan kecerahan jasad.
Kertas	Sebagai pengisi dan penyalut kertas.
Cat	Sebagai pengisi dan penambah keputihan.
Plastik	Sebagai pengisi.
Fiber kaca	Digunakan kerana sumbangan alumina dalam komposisi kaca.
Simen putih	Sumbangan alumina, silika dan oksida besi dalam klinker.

2.5.1 Industri kertas

Industri kertas setakat ini adalah pengguna terbesar kaolin. Kaolin digunakan di dalam industri kertas untuk meningkatkan kecerahan, glos seperti kertas majalah, penerimaan dakwat dan melembutkan kertas-kertas yang bergentian tinggi, dan sebagai

gantian kepada pulpa. Terdapat dua jenis lempung asas yang digunakan di dalam kertas, pengisi dan penyalut. Kaolin adalah salah satu lempung yang banyak digunakan untuk;

1) Pengisi kertas

Kaolin berfungsi sebagai pengisi adalah sebagai pengganti kepada jaringan pulpa yang mahal. Ini dapat mengurangkan kos pembuatan kertas. Kuantiti yang digunakan adalah bergantung kepada jenis pulpa yang digunakan dan kehendak produk yang dihasilkan. Kaolin juga adalah lebih baik jika dibandingkan dengan satu lagi bahan yang biasa digunakan iaitu kalsium karbonat. Sifat kimia kaolin adalah lebih baik jika dibandingkan dengan bahan lain. Selain daripada dapat mengurangkan kos, pengisi kaolin juga berupaya meningkatkan kelegapan, kecerahan dan kebolehcetakan kertas.

2) Penyalut kertas

Walaupun kertas yang sudah mempunyai pengisi, selalunya kurang sesuai untuk percetakan moden melainkan dilitupi dengan baik. Sekeping kertas yang mempunyai pengisi boleh dianggap sebagai sehelai kertas yang bergentian pulpa bersilang di antara *interstices* yang dipenuhi dengan partikel mineral. Jika kertas tersebut dikenakan pencetakan *halftone*, sebilangan bintik dakwat kecil pada blok pencetakan tidak akan dapat mengenai kertas dan akan mengurangkan kualiti pencetakan. Sekiranya kaolin digunakan sebagai pigmen penyalut, ia merupakan satu keperluan untuk meningkatkan kualiti yang tinggi bagi menghasilkan kertas yang mempunyai permukaan yang lembut, cerah, penerimaan dakwat yang baik dan kelegapan yang baik. Selain itu, kaolin mempunyai sifat-sifat rheologi yang sesuai untuk mesin –mesin penyalut kertas yang

berkelajuan tinggi. Permukaan yang lembut adalah satu sifat bagi menghasilkan kertas yang berglos tinggi dan kebolehcetakan yang baik.

BAB 3 KAEDAH-KAEDAH EKSPERIMEN

3.1 Ujian Peratus Kehilangan Bahan Meruap

3.1.1 Radas: Krusibel

3.1.2 Kaedah Ujian

Radas yang digunakan ialah krusibel. Serbuk sampel kaolin yang bersaiz kurang daripada 75 mikron sebanyak 2g dimasukkan ke dalam krusibel dan ditimbang, W1. Kemudian ia dibakar di dalam relau sehingga suhu 1000°C dengan kenaikan suhu 10°C/min selama 2 jam. Serbuk yang telah dibakar ditimbang, W2. Peratusan kehilangan bahan meruap diperolehi dari persamaan:

$$\% \text{ Bahan Meruap} = \{(W1-W2)\}/W1 \times 100\%$$

3.2 Ujian Pembelauan Sinar-X (XRD)

3.2.1 Radas: Spektroskopi Pembelauan Sinar –X

3.2.2 Kaedah Ujian

Julat saiz sampel yang hendak dianalisa mestilah pada julat saiz di antara kurang daripada 75 mikron. Ini bertujuan bagi mendapatkan puncak keamatan yang lebih berkesan dan jelas. Sebelum dianalisa, sampel perlu dikeringkan dan dihancurkan secara ringan dengan menggunakan alu dan mortar. Sampel ditaburkan ke dalam pemegang sampel sebelum ia ditekan dengan omboh bagi memadatkannya. Dengan menggunakan pisau *stanley* ia diratakan. Bagi serbuk sampel yang berlebihan

dibersihkan dengan menggunakan berus. Akhir sekali, pelapik sampel dilekatkan pada pemegang sampel. Sampel yang telah siap dimasukkan ke dalam penjana sinar-X untuk diuji. Data yang diperolehi dianalisis.

3.3 Ujian Pendarfluor Sinar-X (XRF)

3.3.1 Radas: Spektroskopi Pendarfluor Sinar-X

3.3.2 Kaedah Ujian

Sampel sebanyak 25g yang bersaiz 75 μ disediakan. Sampel dimasukkan ke dalam mangkuk pijar berisipadu 11 ml dan ditimbang. Keseluruhan berat diambil. Kemudian mangkuk pijar dimasukkan ke dalam relau yang bersuhu 1000°C selama 5 minit. Bagi mendapatkan kehilangan berat semasa nyalaan, mangkuk pijar ditimbang sekali lagi untuk mendapatkan kehilangan berat. Sampel dimasukkan ke dalam mangkuk pijar yang berisi fluks. 50mg reagen dicampurkan ke dalam mangkuk pijar tersebut. Sebelum dipindahkan ke dalam mangkuk pijar Pt/Au, sampel dikacau terlebih dahulu dengan menggunakan mesin *Schoeps* selama 2 hingga 6 minit untuk memastikan sampel itu dikacau sehingga sebati. Kemudian campuran dituangkan ke dalam acuan Pt/Au dan dibiarkan ia menyejuk untuk membentuk palet. Akhir sekali, palet itu dianalisis menggunakan mesin XRF.

3.4 Ujian Kelembapan

3.4.1 **Radas:** Mangkuk pijar, alat penimbang, ketuhar

3.4.2 Kaedah Ujian

Mangkuk pijar dikeringkan di dalam ketuhar pada suhu 105°C selama lebih kurang 15 minit. Berat kering mangkuk pijar W g direkodkan. Kemudian 100g sampel dimasukkan ke dalam mangkuk pijar tadi dan berat sampel bersama dengan mangkuk pijar direkodkan sebagai X g. Sampel dimasukkan bersama dengan mangkuk pijar tadi ke dalam ketuhar pada suhu 105°C dan dikeringkan ia selama 2 jam untuk memastikan sampel adalah benar-benar kering. Selepas itu, sampel dan mangkuk pijar dibiarkan sejuk terlebih dahulu sebelum mengambil bacaan berat. Bacaan direkodkan Y g. Pengiraan yang ditunjukkan di bawah digunakan untuk menentukan peratus kelembapan sampel.

$$\text{Peratus kelembapan} = \frac{(A-B)}{A} \times 100\%$$

Di mana, A = berat sampel = (X-W)g

B = berat sampel yang tertinggal = (Y-W)g