

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian menggunakan tanah liat/lempung dan abu batu andesit, bahan ini digunakan karena tanah liat/lempung (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2) sebagai bahan baku pembuatan keramik mudah didapat. Mengingat potensinya yang besar dengan cadangan yang tersebar di Indonesia dan kegunaan dalam industri genteng keramik, bata merah dan gerabah sangat banyak tersebar. Sedangkan abu batu andesit (SiO_2 , Fe_2O_3 , MgO) dan air (H_2O) didapat dari hasil pemotongan batu andesit, dari pemotongan batu andesit selain dapat ukuran batu yang diinginkan terdapat juga limbah berupa abu batu andesit. Pencampuran kedua bahan tersebut bertujuan membuat jenis keramik konvensional dan memperkuat bodi keramik, pada penelitian ini variasi komposisi yang digunakan adalah 80% tanah liat - 20% abu batu andesit ; 75% tanah liat - 25% abu batu andesit ; 70% tanah liat - 30% abu batu andesit ; 65% tanah liat - 35% abu batu andesit ; 60% tanah liat - 40% abu batu andesit ; 50% tanah liat - 50% abu batu andesit. Perbandingan variasi komposisi antara tanah liat dan abu batu andesit penulis kutip dari beberapa jurnal penelitian tentang keramik yang telah ada salah satunya adalah *Journal of Ceramic Processing Research*. Vol. 13, No. 6, pp. 756~761 (2012).

Pencampuran air tergantung proses pencetakan dan kegunaan benda uji dalam penelitian, karena dalam penelitian ini menggunakan proses pencetakan yang berbeda untuk benda uji pengujian kuat lentur dan pengujian kuat tekan.

Bahan mentah keramik digolongkan menjadi 5 (lima) yaitu :

1. Bahan Pengikat Contoh : *kaolin, ball clay, fire clay, red clay*
2. Bahan Pelebur Contoh : *felspard, kapur*
3. Bahan Pengisi Contoh : *silika, grog (samot)*
4. Bahan Tambahan Contoh : *water glass, talk, pyrophillit*
5. Bahan Mentah *Glafir*. (Bahan yang membuat lapisan gelas pada permukaan benda)

3.1.1 Tanah Liat/Lempung

3.1.1.1 Karakteristik Tanah Liat

Tanah liat adalah suatu mineral hasil pelapukan dari batuan beku, dan dikategorikan dalam jenis seperti tanah liat alluvial, residual, marin, rawa dan danau. Tanah liat ini memiliki tingkat keplastisan dan komposisi mineral tertentu. Apabila tanah liat tersebut dibakar pada suhu tertentu, akan membentuk produk keramik dengan karakterisasi yang spesifik. Berdasarkan keadaan alamiah dari tanah liat, maka industri keramik yang berbasis tanah liat seperti batu bata baik bata merah pejal maupun bata berlubang, genteng dan pipa tanah liat, sebelum memproduksi bahan-bahan tersebut, harus mengetahui terlebih dahulu sifat-sifat atau karakter dari tanah liat yang akan digunakan. Hal ini merupakan suatu keharusan yang perlu diperhatikan sungguh-sungguh untuk menghindari berbagai kerusakan atau cacat selama proses produksi berlangsung, sejak dari proses pengeringan sampai pembakaran berlangsung maupun setelah pembakaran selesai. Biasanya kegiatan karakterisasi bahan mentah keramik dilakukan di laboratorium, namun beberapa kegiatan karakterisasi dapat juga dilakukan secara sederhana dan langsung di lapangan seperti pengujian terhadap susut kering, kenampakan/warna dan uji keplastisan.

Penggunaan bahan baku keramik (tanah liat, felspar, kaolin, kuarsa) dari hasil karakterisasi tersebut perlu disesuaikan dengan standar mutu dari produk yang akan dibuat. Ini harus dilakukan mengingat bahwa bahan baku keramik dalam aplikasinya merupakan fungsi dari produksi, dimana tiap-tiap industri keramik memiliki uji parameter tertentu dalam upaya memenuhi persyaratan mutu dalam proses produksinya. Sebagai contoh, untuk produk saniter atau ubin keramik mempunyai persyaratan mutu yang berbeda dengan produk pipa tanah liat atau bata dan genteng.

1) Pengaruh Senyawa Kimia dalam Tanah Liat

Pada dasarnya tanah liat mengandung mineral tanah liat dan mineral bukan tanah liat. Pada proses pembakaran, maka terjadi perubahan fisika – kimia yang cukup kompleks seperti diuraikan di bawah ini.

a. Pengaruh karbon di dalam tanah liat

Bila di dalam mineral tanah liat, terdapat kandungan karbon atau sisa bahan organik dari tanaman, maka pada suhu sekitar 300 – 350°C, mulai terjadi reaksi oksidasi dan terbentuk senyawa CO/CO₂ yang menguap. Reaksi oksidasi terhadap karbon tersebut terus berlangsung sempurna sampai mencapai suhu 950°C. Apabila senyawa karbon di dalam bahan cukup tinggi dan bahan tersebut mengandung sulfur, maka reaksi oksidasi terhadap sulfur dan senyawa besi akan tertahan. Demikian juga halnya dengan senyawa magnesium karbonat atau kalsium karbonat bila terdapat di dalam tanah liat, akan sulit mengalami dekomposisi, karena daya afinitas dari karbon lebih kuat dibanding dengan senyawa sulfur atau besi (senyawa fero). Oleh karena itu, apabila diinginkan warna produknya merah terang (*bright red*), maka karbon dan sulfur tersebut

harus mengalami oksidasi terlebih dahulu dengan cara memberikan udara berlebih dalam proses pembakaran.

Jika udara pada saat pembakaran kurang, maka proses oksidasi ferro menjadi ferri tidak sempurna dan tidak mencapai seluruh bodi. Pada bagian lain dapat dilihat terjadinya warna hitam-kebiruan yang melapisi permukaan tanah liat yang dibakar dan adakalanya muncul ke permukaan dan memberi warna abu-abu. Karbon yang terperangkap di dalam bodi tanah liat dan tidak mengalami reduksi akan membentuk lapisan yang dikenal dengan sebutan inti hitam atau “black core”, yang dapat menurunkan kekuatan mekanis dari produk hasil pembakaran, terutama bila dalam kondisi lembab.

Biasanya reaksi oksidasi berlangsung bersamaan dengan reaksi dehidrasi air kristal dari tanah liat. Proses dehidrasi berlangsung maksimum pada suhu sekitar 500 °C, dan kadar airnya akan habis total pada suhu sekitar 800 °C.

Beberapa jenis tanah liat telah berhasil diidentifikasi kehilangan beratnya pada berbagai temperatur, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1
Kehilangan Berat pada Temperatur Dehidrasi

Jenis tanah liat	Temperatur awal penguapan, °C	Temperatur maksimum penguapan, °C	Temperatur akhir penguapan, °C	Kehilangan berat air, %
1. Kaolin	400	500	800	10,9 – 14,5
2. Ball clay	400	500	700	11,2 – 18,2
3. Flint clay (hard)	400	500	700	11,0 – 25,0
4. Flint (umum)	400	500	700	6,0 – 10,0
5. Shales (serpih)	400	600	800	4,6 – 21,3
6. Surface clay	200	600	625	4,0 – 8,0

Sumber : *Karakterisasi Tanah Liat, Subari (2009)*

b. Pengaruh senyawa besi dan belerang

Senyawa besi yang sering terdapat di dalam mineral tanah liat, ditemukan dalam bentuk pyrite (FeS_2), marcasite (FeS_2) dan pyrrhorite ($\text{Fe}_{11}\text{S}_{12}$). Pyrrhorite dapat dipisahkan dari tanah liat dengan menggunakan ayakan jenis “magnetic separator”. Marcasite lebih cepat mengalami dekomposisi dari pada pyrite.

Sifat dari mineral pyrite pada perlakuan panas, akan mengalami penguraian seperti berikut :

- Pada temperatur antara 350 – 500 °C, akan terjadi FeS
- Pada suhu antara 500 – 800 °C, pyrite akan mengalami reaksi oksidasi membentuk senyawa berupa garam sulfat
- Jika reaksinya terjadi bersamaan dengan penguapan air kristal, maka dapat mengakibatkan terbentuknya noda berwarna coklat pada permukaan bodi tanah liat (*brown scumming*)

c. Pengaruh dari senyawa belerang dalam tanah liat

Senyawa belerang yang terdapat di dalam bahan tanah liat, akan teroksidasi pada suhu 800 °C membentuk SO_2 atau SO_3 , apabila gas asap yang mengandung SO_2 atau SO_3 ini memanasi tanah liat di dalam tungku pada tahap dehidrasi air kristalnya, maka tanah liat itu masih cukup lembab. Dalam kondisi seperti itu, maka gas SO_2 atau SO_3 akan diserap oleh tanah liat melalui permukaannya yang masih cukup lembab. Fenomena gas belerang itu berlangsung pada saat suhu pembakaran tanah liat mencapai 500 – 700 °C. Untuk mengatasi terjadinya hal seperti itu, maka perlu diadakan modifikasi pada tungku agar tarikan cerobong tungku menjadi lebih besar, terutama pada tahap dehidrasi, sehingga tidak terjadi

penyerapan gas SO_2 atau SO_3 oleh permukaan tanah liat yang masih lembab karena sedang berlangsung proses dehidrasi.

Pengaruh belerang ini akan semakin nyata bila menggunakan bahan bakar batu bara atau minyak yang kental yang mempunyai kadar belerang di atas 3 %.

d. Pengaruh kapur dalam tanah liat

Apabila di dalam tanah liat mengandung kalsium karbonat, maka bahan tersebut akan mengalami penguraian pada suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan suhu disosiasinya, yaitu 900°C .

Jika keberadaan kapur di dalam tanah liat ini disertai juga dengan adanya belerang, maka dapat dimungkinkan terjadinya reaksi antara kapur oksida dan belerang oksida membentuk senyawa kalsium sulfat. Garam kalsium sulfat ini cukup stabil dan sukar terurai pada suhu di bawah 210°C , sehingga bila pembakaran tanah liat yang mengandung senyawa tersebut berakhir pada suhu di bawah 210°C , dapat mengakibatkan terjadinya buih-buih berwarna putih (*scumming*) pada permukaan produknya.

2) **Warna Bakar Bodi Tanah Liat**

Seperti telah diketahui bahwa warna dasar bahan mentah tanah liat setelah dibuat bodi keramik (bata atau genteng) cukup bervariasi mulai dari hitam, coklat kehitaman, coklat kemerahan hingga coklat kekuningan. Bodi keramik tersebut akan mengalami perubahan warna setelah dibakar pada suhu di atas 700°C . Terjadinya perubahan warna pada bodi tanah liat setelah pembakaran, pada umumnya dipengaruhi antara lain oleh komposisi mineral yang terkandung di dalam tanah liat, fluktuasi suhu pembakaran di dalam ruang tungku, serta kondisi atmosfer pembakaran.

Mineral-mineral yang terdapat dalam tanah liat seperti oksida-oksida besi, titanium, kalsium, selama dalam proses pembakaran baik dalam suasana oksidasi maupun reduksi, tetap dapat bereaksi dengan mineral-mineral lainnya. Oksida besi misalnya, dapat berubah warna sesuai spesifikasi kondisi pembakaran dari merah muda (Fe_2O_3) menjadi coklat tua (Fe_3O_4). Apabila di dalam tanah liat mengandung mineral pyrite (FeS_2), maka dalam proses pemanasan pada suhu tinggi disertai dengan oksigen yang berlebih, akan terbentuk senyawa Fe_2O_3 dan SO_2 bila kondisi pembakaran berada pada suhu $425\text{ }^\circ\text{C}$, terjadi reaksi dalam suasana reduksi, dimana mineral pyrite akan mengalami dekomposisi membentuk FeS dan S. Kemudian FeS ini akan bereaksi terus dengan perbedaan kondisi yang bergantung pada banyaknya unsur oksigen, dan dapat terbentuk senyawa ferri sulfat yang cukup stabil pada suhu di atas $500\text{ }^\circ\text{C}$. Senyawa ferri sulfat ini mudah bereaksi dengan silika yang ada dalam bahan tanah liat, dan membentuk suatu massa gelas yang kental berwarna hitam yang dapat menimbulkan terjadinya bintik hitam (black core).

3) **Vitrifikasi**

Keadaan ini merupakan suatu peristiwa peleburan sebagian bahan yang berada di dalam bodi tanah liat ke permukaan bodi tanah liat yang mengalami pembakaran pada suhu tertentu. Jika pada tahap dehidrasi dan oksidasi, ruangan dalam bodi tanah liat menjadi kosong karena ditinggalkan air yang menguap dan senyawa lain terbakar (senyawa organik) dan yang terurai (senyawa anorganik), maka pada tahap vitrifikasi ini pori-pori butiran akan merapat kembali akibat terjadinya penyusutan volume dari bodi tanah liat itu. Lapisan bagian terluar dari permukaan yang menerima panas lebih dahulu dari bagian sebelah dalamnya, akan mengalami perapatan pori-porinya lebih besar dan senyawa-senyawa pelebur yang tersebar di permukaan bodi akan mengalami

pengelasan awal. Apabila temperatur dinaikkan terus, maka lapisan gelas akan melebur dan menyusut secara drastis. Bila keadaan demikian terjadi, maka bodi tanah liat akan mengalami deformasi atau perubahan bentuk. Jadi pengertian vitrifikasi disini adalah penutupan lapisan permukaan bodi tanah liat oleh zat-zat pelebur yang tercampur dengan tanah liat dan mulai melebur sebagian.

Prof. Orthon yang telah mengidentifikasi vitrifikasi untuk keramik berat menjelaskan bahwa pengertian vitrifikasi ialah banyaknya pori-pori yang terdapat dalam bodi sendiri, yang dinyatakan oleh kemampuan bodi untuk menyerap air. Suatu produk hasil bakaran disebut telah mencapai tahap vitrifikasi apabila penyerapan air lebih kecil dari 3 % dari berat produknya. Dalam keramik berat, dikenal istilah dengan produk yang telah mencapai setengah vitrifikasi (*semi vitrified*) dan produk telah mencapai vitrifikasi (*vitrified*).

Pada pembakaran bata atau genteng keramik, maka tingkat vitrifikasinya masih berada di bawah kedua terminologi di atas tadi. Dalam teknologi proses pembuatan bata atau genteng, maka untuk meningkatkan daya kedap air yang masuk melalui permukaan bodi, ditempuh melalui cara melapisi permukaan bodi tersebut dengan bahan glasir atau bahan engobe. Beberapa produk lain yang dibakar hingga mencapai suhu vitrifikasi adalah jenis bata dekoratif atau pipa-pipa tanah liat yang biasanya ditanam di dalam tanah.

Temperatur vitrifikasi pada berbagai tanah liat berbeda-beda, tergantung pada jenis zat pelebur yang terkandung di dalam tanah liat serta persentase jumlah kandungannya. Untuk mendapatkan hasil produksi yang berkualitas tinggi, maka perlu diperhatikan trayek vitrifikasi (yaitu suhu pada saat vitrifikasi mulai berlangsung sampai pada vitrifikasi telah sempurna) dari produk yang akan dibuat. Beberapa

contoh suhu vitrifikasi untuk produk-produk bahan bangunan seperti yang terlihat pada Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2
Suhu Vitrifikasi berbagai Produk Bahan Bangunan

Jenis produk	Suhu vitrifikasi, °C	Keterangan
Bata merah dan genteng	800 – 1080	Kaya besi dan kapur
Bata merah dan genteng	1100 – 1300	Tanpa kapur
Bata berglasir	1200 – 1280	-
Bata klinker/ bata paving	1100 – 1300	Road bricks
Vitrous tile	1280 – 1300	Ubin vitrifikasi
Pipa/bata glasir garam	1180 – 1300	Garam NaCl

Sumber : *Karakterisasi Tanah Liat, Subari (2009)*

Panjang atau pendek trayek vitrifikasi sangat dipengaruhi oleh senyawa pelebur yang terkandung di dalamnya. Misalnya : jika tanah liat mengandung senyawa kapur (CaCO_3), dan tanah liat lainnya mengandung felspar, maka trayek vitrifikasi dari tanah liat yang mengandung kapur lebih pendek dibandingkan dengan trayek vitrifikasi dari tanah liat yang mengandung felspar. Panjang pendeknya trayek vitrifikasi atau trayek sintering suatu tanah liat, menentukan penetapan suhu akhir dari pembakaran produk untuk memperoleh hasil vitrifikasi yang mendekati sempurna atau yang telah sinter.

Pada pembuatan produk keramik berat yang tidak perlu mencapai tingkatan “semi vitrified” atau “vitrified”, maka pembakaran sampai 1000 °C maksimum telah cukup. Penetapan suhu akhir pembakaran, cukup diidentifikasi dari tingkat penyerapan air dari produk yang dihasilkan. Untuk genteng di Indonesia, kadar penyerapan air ialah antara 12 – 20 % saja. Oleh sebab itu suhu pembakaran berada pada sekitar 800 – 1000 °C, bahkan pada pembuatan bata atau genteng dengan menggunakan satu jenis tanah liat (*singel clay*), pembakarannya berlangsung pada suhu antara 800 – 900 °C saja.

4) Pengaruh Oksida pada Pembakaran Tanah Liat

Herman A. Seger mengklasifikasikan berbagai warna berdasarkan kadar oksida logam di dalam tanah liat setelah mengalami pembakaran, lihat tabel 3.3 sebagai berikut :

Tabel 3.3
Klasifikasi Warna Berdasarkan Kadar Oksidasi Logam pada Tanah Liat setelah Dibakar

No.	Kadar (%)			Warna	
	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	Suasana Oksidasi	Suasana Reduksi
1.	5 - 9	10 - 22	0	Merah	Coklat, abu-abu gelap dan mendekati hitam
2.	6	10 - 22	14	Hitam	Krem atau agak kuning (<i>buff</i>)
3.	1,5 - 3	19 - 26	0	Krem kekuning-kuningan (<i>buff</i>)	
4.	< 1	> 26	0	Putih	Putih abu-abu

Sumber : Karakterisasi Tanah Liat, Subari (2009)

5) Kajian Karakteristik Tanah Liat

Sebelum bahan mentah tanah liat diproses untuk memproduksi suatu barang keramik seperti bata, genteng dan lain-lain, maka terlebih dahulu perlu dilakukan karakterisasi bahan. Konsep dari karakterisasi bahan adalah untuk mengetahui parameter-parameter apa saja yang dibutuhkan untuk mendefinisikan karakter suatu bahan. Berbagai penelitian telah dilakukan terhadap bahan baku keramik, bahwa karakter suatu bahan merupakan suatu fungsi daripada parameter bentuk ukuran dan komposisi yang dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$C = f(s, sh, o, pdanc)$$

Dimana :

C (Character) = karakter

s (size) = ukuran bahan

sh (shape) = bentuk

o (orientation) = orientasi

p (packing) = kepadatan

c (composition) = komposisi

Karakterisasi bahan yang dimaksud dalam tulisan ini meliputi pengujian sifat pendahuluan dan sifat teknologi seperti dijelaskan berikut ini :

a. Sifat pendahuluan

Pengujian terhadap sifat pendahuluan dilakukan pada contoh tanah liat mentah dari hasil pengambilan contoh (penggalan) di lapangan adalah sebagai berikut :

- Penampakan warna asli tanah liat
- Analisa ukuran butir dan megaskopis
- Keplastisan dengan metoda Atterberg
- Penyerapan air (*moisture absorption*)
- Test bakar terhadap contoh tanah liat pada suhu 1400°C

Prosedur pengujian terhadap contoh tanah liat tersebut dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia. Salah satu contoh hasil uji pendahuluan adalah bahan lempung dari Kab. Sleman Yogyakarta yang dapat dilihat pada tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3.4
Hasil Uji Pendahuluan Conto Lempung Kab. Sleman Yogyakarta

1. Warna kering : Kuning campur hitam
2. Warna basah : Coklat
3. Bakaran 1400°C :

PORI-PORI	MASSA GELAS	GELEMBUN G	HOMOGENITAS LEBURAN	HOMOGENITAS WARNA	WARNA BAKAR
+	+++	+	++++	++++	Coklat tua

4. Analisis besar butir (ayakan standar)

FRAKSI	KERIKIL	PASIR			LANAU-LEMPUNG
Ukuran (mm)	2,00	2,00 – 1,00	1,00 – 0,210	0,210 – 0,063	0,063
%	0,08	0,69	7,20	12,13	79,90
Ø maks. (mm)	5,7				
Kekerasan	Keras				
Komposisi batuan/mineral megaskopis	Batu pasir zat organik	Pasir kuarsa tufa zat organik	Kuarsa sanidine limonite muskovit	Kuarsa sanidine limonite biotite muskovit	Clay mineral

5. Keplastisan (Atterberg)

BATAS KONSISTENSI	BATAS CAIR (LL)	BATAS PLASTIS (PL)	INDEX PLASTISITAS (IP)	KETERANGAN
%	49,20	31,27	17,93	Agak plastis

Sumber : *Karakterisasi Tanah Liat, Subari (2009)*

6. Penyerapan air (*Moisture Absorption*) : 4,5%

7. Jenis lempung : Disordered Kaolinite

b. Sifat-sifat teknologi

Pengujian terhadap sifat-sifat teknologi dilakukan untuk contoh tanah liat yang telah mengalami proses pengolahan termasuk preparasi bahan.

Parameter-parameter yang diuji adalah sebagai berikut :

1. Kadar air pembentuk
2. Susut kering
3. Susut bakar
4. Susut jumlah
5. Kuat lentur kering
6. Kuat lentur bakar
7. Penyerapan air
8. Warna bakar

9. Suara/ bunyi

Salah satu contoh hasil uji sifat-sifat teknologi terhadap bahan lempung seperti tercantum pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5
Hasil Uji sifat-sifat Teknologi Bahan Lempung

No.	Jenis dan Ukuran Benda Uji	SIFAT-SIFAT DALAM KEADAAN MENTAH					SIFAT-SIFAT SETELAH DIBAKAR					Keterangan				
		Susut kering	Air Pembentuk			Kuat lentur (kg/cm ²)	Kepekaan terhadap pengeringan	Suhu, °C	Susut bakar	Susut jumlah	Warna		Suara	Kuat lentur, kg/cm ²	Kuat tekan, kg/cm ²	Penyerapan air, %
			Optimum	Maksimum	Minimum											
1.	Paralel epipedum 14 x 2½ x 1½	5,8	27,8	-	-	22,1	0,64	800	0,6	6,4	Krem	Kurang nyaring	32,73	84,9	18,71	<ul style="list-style-type: none"> • Permukaan kasar • Retak bintang
	Bisa diekstruder							850	0,7	6,5	Krem muda	Agak Nyaring	47,72	91,45	18,64	-sda-
								900	0,9	6,7	-sda-	-sda-	49,26	9720	18,2	-sda-

Sumber : Karakterisasi Tanah Liat, Subari (2009)

Di samping parameter-parameter tersebut di atas, maka sifat-sifat yang perlu juga diuji terhadap contoh tanah liat adalah komposisi kimia dan komposisi mineral. Analisa komposisi kimia dapat dilakukan dengan bantuan alat Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), atau dapat juga dilakukan secara konvensional. Sementara analisa mineral dapat dilakukan dengan menggunakan alat X-Ray Diffractometer (X-RD).

Hasil dari analisa kimia terhadap contoh tanah liat dari beberapa daerah, dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6
Hasil Analisa Kimia Conto Tanah Liat

Komposisi kimia, %	Kebumen, Jateng	Takalar, Sulsel	Plered, Jabar
SiO ₂	58,51	59,21	67,40
Al ₂ O ₃	16,48	17,59	14,27
Fe ₂ O ₃	5,03	4,39	4,48
TiO ₂	0,00	0,92	0,02
CaO	5,58	4,21	1,49
MgO	1,69	1,01	1,07
Na ₂ O	1,02	1,72	1,31
K ₂ O	3,01	2,06	0,30
Hilang pijar	8,67	8,89	8,84
Komposisi mineral	Kaolinite, halloysite, chlorite, kuarsa	Kaolinite, montmorillonite, illite, kuarsa	Halloysite, illite, felspar, maghemite

Sumber : Karakterisasi Tanah Liat, Subari (2009)

c. Tekstur

Keplatisan, kekuatan mekanis, kemudahan pada pembentukan dan karakter produk setelah dibakar, sangat dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk partikel lempung yang dikenal dengan istilah tekstur.

Lempung yang gembur umumnya memiliki 2 jenis tekstur, yaitu : tekstur mineral-mineral lempung yang sangat halus dan tekstur mineral-mineral nonlempung dan biasanya sebagai impuritis berupa tekstur kasar sampai halus.

Tekstur dari lempung keras atau serpih biasanya menunjukkan derajat penggilingan halus – makin banyak penggilingan makin halus teksturnya. Dalam butiran lempung sebenarnya merupakan kumpulan dari individu-individu partikel

mineral lempung yang sangat halus. Untuk memisahkan butiran-butiran tersebut dipergunakan sederetan saringan yang disusun dari saringan kasar sampai halus. Untuk butir-butir yang lebih besar dari 200 mesh (0.074) dipergunakan metoda pengendapan (*Andreasen method*). Semua lempung terdiri dari dua bagian yaitu bagian halus yang bersifat plastis dan bagian kasar yang tidak bersifat plastis.

d. Susut kering

Waktu proses pengeringan akan terjadi pengeluaran air. Air yang menyelimuti butir-butir lempung secara berangsur-angsur tersingkir, menguap dan hal ini memungkinkan butir-butir tersebut mendekat satu sama lain. Setelah air selaput tersebut habis maka giliran air terserap pada butir-butir akan keluar. Menguapnya kedua jenis air tersebut akan menimbulkan penyusutan yang dikenal dengan susut kering. Jenis air yang masih tersisa dinamakan air pori yang tidak menimbulkan susut. Sisa air yang masih terikat secara mekanis ini hanya dapat dihilangkan setelah dipanaskan pada suhu 100°C.

Lempung sangat bervariasi susut keringnya, dimana tingkat variasi susut kering lempung identik dengan variasi jumlah air yang diperlukan untuk menimbulkan keplastisannya. Makin tinggi keplastisan suatu lempung, makin banyak air terabsorpsi serta air selaput makin tebal, maka akan semakin besar pula susut keringnya. Tabel 3.7 menunjukkan beberapa jenis lempung dengan nilai susut keringnya.

Tabel 3. 7
Susut Kering beberapa Jenis Lempung

JENIS LEMPUNG	SUSUT KERING LINEAR
Kaolin kasar	5,0 – 7,6
Kaolin tercuci	3,3 – 10,8
Kaolin sedimentair	4,5 – 12,8
Lempung tahan api plastis	1,7 – 9,4
Lempung tahan api flint	0,8 – 6,6
Lempung untuk bata lapis	2,4 – 5,6
Lempung untuk pipa padat	3,5 – 10,5

Sumber : *Karakterisasi Tanah Liat, Subari (2009)*

Lempung yang memiliki susut kering tinggi sukar dikeringkan tanpa timbulnya retak-retak atau pecah. Lempung yang sangat halus, padat dan sangat plastis akan sukar dikeringkan dan harus diperlakukan dengan amat hati-hati agar tidak menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan. Mengingat bahwa susut kering yang tinggi cenderung untuk menyebabkan retak/pecah, maka hal ini dapat dikurangi dengan penambahan bahan non plastis seperti pasir kuarsa, flint dan feldspar untuk tujuan memproduksi keramik porselen dan grog untuk pembuatan barang tahan api.

Blunging adalah metoda untuk mempersiapkan massa slip, *pungging* adalah cara mempersiapkan massa plastis. Pada saat terjadinya proses *ageing*, *blunging* dan *pungging*, maka air akan tercampur merata ke seluruh lempung dan butir-butir lempung di dalamnya akan dihancurkan secara *slaking*.

e. Warna lempung

Biasanya warna lempung mentah disebabkan oleh terdapatnya senyawa-senyawa besi atau bahan-bahan karbon. Kadang-kadang adanya mineral-mineral mangan dan titan dalam jumlah yang cukup, akan memberikan warna pada lempung.

Lempung yang bebas dari bahan-bahan pengotor (*impurities*) di atas akan berwarna putih. Senyawa besi yang terdapat di dalam lempung dapat memberikan warna krem, kuning, merah, hijau dan coklat. Hematite akan memberikan warna merah pada lempung dan serpih, senyawa besi silikat akan memberikan warna hijau. Senyawa mangan akan memberikan warna coklat, senyawa karbon akan memberikan warna biru, abu-abu, hijau atau coklat, tergantung pada jumlah, jenisnya dan merata tidaknya tersebar di dalam lempung.

Sangat sukar untuk meramalkan dengan pasti perubahan warna dalam keadaan mentah dan setelah dibakar. Tabel 3.8 memberikan perkiraan hubungan antara warna lempung dalam keadaan mentah dan setelah dibakar.

Tabel 3.8
Perubahan Warna Lempung Mentah setelah Dibakar

No.	Mentah	Setelah dibakar
1.	Merah	Merah dan coklat
2.	Kuning tua	Kuning tua, merah atau coklat
3.	Coklat	Merah atau coklat tua
4.	Putih	Putih atau putih kekuningan
5.	Abu-abu	Merah, kuning tua atau putih
6.	Hijau	Merah
7.	Merah, kuning, abu-abu tua	Pertama merah, kemudian krem, kuning tua atau kuning kehijauan ketika melebur

Sumber : *Karakterisasi Tanah Liat, Subari (2009)*

Dua contoh komponen kimia yang paling umum terdapat di dalam lempung adalah kalsium sulfat (CaSO_4) dan magnesium sulfat (MgSO_4). Mineral-mineral ini mudah mengabsorpsi air dari sekitarnya dan membentuk mineral gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan epsomit ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).

f. Kekuatan

Kegunaan dari lempung seringkali ditentukan oleh kekuatannya pada waktu kering. Kekuatan lempung amat tergantung pada beberapa faktor, yaitu :

- Karakteristik dari lempung itu sendiri
- Cara lempung itu diperlakukan sebelumnya
- Ukuran dan bentuk butir dari bagian yang plastis dan non plastis
- Tingkat flokulasi lempung sebelum dibakar
- Jumlah butiran yang sangat halus
- Lamanya waktu dan suhu pada saat lempung itu diperam
- Jumlah air yang dipergunakan

Tabel 3.9 berikut ini menggambarkan kekuatan kering dari beberapa jenis lempung.

Tabel 3.9
Kekuatan Kering beberapa Jenis Lempung

No.	Jenis lempung	Kuat tekan, lbs/sq.in	Kuat tarik, lbs/sq.in	Kuat lentur, lbs/sq.in
1.	Lempung plastis	631 – 954	155 – 172	484 – 520
2.	Lempung serpih	636 – 806	126 – 187	311 – 404
3.	Kaolin plastis	455 – 539	104 – 147	239 – 352
4.	Kaolin non plastis	205 – 349	34 – 69	74 – 166

Sumber : *Karakterisasi Tanah Liat, Subari (2009)*

3.1.2 Abu Batu Andesit

3.1.2.1 Pengendapan Limbah Andesit

Proses pemotongan batu andesit dengan menggunakan alat cutting tools selain menghasilkan ukuran batu andesit seperti yang diinginkan, disamping itu juga menghasilkan limbah andesit berupa abu andesit. Proses pemotongan batu andesit menggunakan media air untuk mempermudah proses pemotongan dan mencegah kerusakan pada alat pemotong. Abu andesit terbawa bersama aliran air menuju kolam pengendapan. Pada kolam pengendapan abu andesit dibiarkan mengendap selama

seminggu. Abu yang sudah mengendap diambil dari kolam pengendapan untuk proses selanjutnya yaitu proses pengeringan secara alami dengan menggunakan panas matahari. Limbah atau abu andesit yang telah dikeringkan dapat digunakan untuk campuran bahan bangunan berbasis semen. Kegiatan penelitian selain dilakukan di lapangan (bagian preparasi bahan) juga dilakukan di laboratorium. Kegiatan di lapangan hanya melakukan pengamatan pada proses pemotongan batu andesit saja, dari yang berbentuk lempeng (*Slice*) hingga bentuk yang diinginkan konsumen sehingga menghasilkan limbah andesit yang kemudian diendapkan ditempat pengendapan (lihat foto 3.1). Untuk mengetahui kualitas limbah andesit ini juga perlu dilakukan uji analisis terhadap bahan asal tersebut, seperti analisis kimia, analisis mineralogi dan analisis-analisis lainnya.

Kegiatan pada bagian preparasi bahan dan pengujian di laboratorium antara lain dengan mempersiapkan bahan baku limbah andesit tersebut dan bahan baku lainnya seperti pasir, semen dan ares sesuai kebutuhan persiapan peralatan dan prosedur kerja yang akan dilakukan.



Sumber : Dokumentasi Lapangan (2014)

Foto 3.1
Pengendapan Limbah Andesit

3.1.2.2 Pengertian Andesit

Andesit adalah suatu batuan lelehan warna gelap, berhablur halus, dengan plagioklas felspar berkisar antara 35 – 70%, Jenis batuan ini banyak terdapat di daerah Jawa, nama andesit sendiri diambil dari pegunungan Andes, yang terletak di Amerika Serikat.

3.1.2.3 Genesa Andesit

Andesit termasuk jenis batuan beku yang terjadi akibat pembekuan magma silikat pijar, baik yang terjadi di dalam maupun permukaan bumi. Berdasarkan temperatur pembekuan batuan beku, magma dapat dibagi dalam tiga jenis yaitu :

- Magma Asam (Granitis) temperatur pembentukan 735 - 900⁰C
- Magma Intermedier dengan temperatur pembentukan 1020 - 1110⁰C
- Magma Basa (Basaltis) dengan temperatur pembentukan 1095 - 1225⁰C

Dalam hal ini batuan andesit termasuk berasal dari magma intermedier yang didasarkan oleh sifat fisik, kekerasan, warna, analisa mineral dan analisa kimia dsb. Proses pembekuan ada yang berjalan lebih lambat, dan ada pula yang berjalan lebih cepat. Perbedaan dalam proses pembekuan magma cair mengakibatkan terbentuknya ukuran kristal pada batuan tersebut yang berbeda besar butirnya. Pembekuan yang lebih lambat, mengakibatkan terbentuknya kristal yang lebih besar, kalau dibandingkan dengan batuan yang proses pembekuannya berlaku lebih cepat. Contoh daripada batuan beku yang proses pembekuannya lambat adalah : Granit, Granodiorit, Gabro dsb, sedangkan untuk proses pembekuan cepat contohnya : Ryolit, Dasit, Ryodasit dsb.

3.1.2.4 Mineralogi Andesit

Andesit merupakan batuan beku menengah (intermediet). Batuan ini berasal dari intrusi magma yang menerobos batuan yang telah ada, magma tersebut kemudian membeku dengan kecepatan pembekuan yang sedang sehingga membentuk tekstur yang kasar tetapi tidak sekasar pembekuan yang cepat. Mineral – mineral yang sering dijumpai dalam batuan ini adalah plagioklas, hornblenda, piroksen, biotit dan sedikit alkali feldspar. Andesit yang banyak mengandung hornblenda disebut andesit hornblenda sedangkan yang banyak mengandung piroksen disebut andesit piroksen. Komposisi mineral andesit itu sendiri antara lain : plagioklas 75%, piroksin 12%, mineral bijih 8%, olivin 5%.

Batuan andesit pada umumnya berwarna abu-abu muda dengan sedikit bintik putih, holokristalin berbutir halus sedang, tekstur porfiritik yang disusun oleh fenokris plagioklas berwarna putih kelabu dan mineral mafik piroksen dalam masa dasar plagioklas. Di lapangan batu andesit dijumpai dari mulai batuan segar sampai yang paling lapuk di bawah lapisan tanah penutup.

Tabel 3.10
Komposisi Kimia Andesit antara Alkali Rendah sampai Alkali Tinggi

Unsur Penyusun	Komposisi Kimia %			
	Alkali Rendah ~ Alkali Tinggi			
SiO ₂	55,1	58,9	59,5	60,2
Al ₂ O ₃	14,0	15,9	16,9	17,2
Fe ₂ O ₃	1,5	2,3	2,5	2,6
MgO	4,3	5,4	2,2	3,4
CaO	5,1	6,6	5,5	7,0
Na ₂ O	3,4	4,0	3,6	3,7
K ₂ O	0,67	1,9	1,6	2,8
TiO ₂	0,65	0,96	0,7	0,95

Sumber : Thorpe RS; *Andesites; Orogenic Andesites and Related Rock*; Copy right – British Library, Jhon Wiley & Sons Ltd, 1982 (K – Ca)

3.1.2.5 Kegunaan Batu Andesit

Batu andesit adalah salah satu jenis batuan beku yang mempunyai daya tahan yang cukup lama terhadap pelapukan dan juga kenampakan secara fisik yang cukup bagus sehingga dapat digunakan untuk keperluan-keperluan sebagai berikut :

- Batu Andesit yang telah diasah/dipoles digunakan untuk aksesoris atau perhiasan dalam rumah seperti untuk lantai rumah, tembok dan lain sebagainya.
- Batu Split 1-2 cm digunakan sebagai bahan campuran untuk pembuatan beton bangunan.
- Batu Split 2-3 cm digunakan sebagai pondasi, pengeras jalan, irigasi dan jembatan.

3.2 Pengertian Keramik

Keramik adalah semua benda-benda yang terbuat dari tanah liat/lempung yang mengalami suatu proses pengerasan setelah dibakar pada suhu tinggi. Pengertian keramik yang lebih luas dan umum adalah “bahan yang dibakar pada temperatur tinggi” termasuk didalamnya semen portland, gips, dan lainnya. Pada umumnya senyawa keramik lebih stabil dalam lingkungan termal dan kimia dibandingkan elemen lainnya. Bahan baku keramik yang umum dipakai adalah *felspar*, *ball clay*, kuarsa dan kaolin. Sifat keramik sangat ditentukan oleh struktur kristal, komposisi kimia dan mineral bawaannya. Oleh karena itu sifat keramik juga tergantung pada lingkungan geologi dimana bahan diperoleh. Secara umum strukturnya sangat rumit dengan sedikit elektron-elektron bebas. Kurangnya beberapa elektron bebas keramik membuat sebagian besar bahan keramik secara kelistrikan bukan merupakan konduktor dan juga menjadi konduktor panas yang jelek. Keramik mempunyai sifat rapuh, keras dan kaku, serta secara umum mempunyai kekuatan tekan lebih baik dibanding kekuatan tariknya.

(Subari, 2007)

3.3 Cara Pembuatan Keramik

Untuk menghasilkan keramik dengan mutu yang sangat baik diperlukan teknik pembuatan keramik sesuai dengan caranya. Adapun cara atau teknik pembuatan keramik yaitu :

a. Teknik *coil* (lilit pilin).

Cara pembentukan keramik dengan menggunakan tangan secara lilit pilin, merupakan teknik pembentukan keramik tradisional yang bebas untuk membuat bentuk-bentuk yang diinginkan.

b. Teknik pijat jari.

Cara pembentukan keramik dengan menggunakan pijat jari merupakan teknik pembentukan keramik tradisional yang bebas untuk membuat bentuk-bentuk yang diinginkan dan bentuknya tidak selalu simetris.

c. Teknik *slab* (lempengan).

Cara pembentukan keramik dengan menggunakan tangan secara langsung dan di bentuk seperti lempengan yang merupakan teknik pembentukan keramik tradisional bebas untuk membuat bentuk-bentuk yang diinginkan. Teknik ini sering dipakai oleh seniman atau para penggemar keramik.

d. Teknik Putar.

Teknik pembentukan dengan alat putar dapat menghasilkan banyak bentuk yang simetris (bulat, silindris) dan bervariasi. Cara pembentukan dengan teknik putar ini sering dipakai oleh para pengrajin di sentra-sentra keramik. Pengrajin keramik tradisional biasanya menggunakan alat putar tangan (*hand wheel*) atau alat putar kaki (*kick wheel*). Para pengrajin bekerja di atas alat putar dan menghasilkan bentuk-bentuk yang sama seperti gentong, guci dan lain-lain.

e. Teknik Cetak.

Teknik pembentukan dengan cetak dapat memproduksi barang dengan jumlah yang banyak dalam waktu relatif singkat dengan bentuk dan ukuran yang sama pula. Bahan cetakan yang biasa dipakai adalah berupa gips, seperti untuk cetakan berongga, cetakan padat, cetakan *jigger* maupun cetakan untuk dekorasi tempel. Cara ini digunakan pada pabrik-pabrik keramik dengan produksi massal, seperti alat-alat rumah tangga piring, cangkir, mangkok gelas dan lain-lain.

Cara-cara pembentukan di atas, para pengrajin keramik tradisional dapat membentuk keramik dengan teknik cetak pres, seperti yang dilakukan pengrajin genteng, ubin dinding maupun hiasan dinding dengan berbagai motif seperti binatang atau tumbuh-tumbuhan. Seperti pada pembuatan ubin keramik dilakukan dengan cara teknik cetak atau press pada tekanan tertentu.

Akan tetapi saat ini industri keramik telah mengalami kemajuan yang pesat, sintesis kimia merupakan metode untuk menghasilkan berbagai jenis keramik tingkat tinggi dengan kemurnian dan homogenitas tinggi. Sintesis *fase cairan* menghasilkan hidroksida, karbonat, oksalat dengan kemurnian tinggi. Dari senyawa-senyawa ini, oksida diperoleh melalui kalsinasi, penguraian endotermis yang terjadi pada suhu tinggi. Partikel-partikel dapat menjadi sangat halus dan memiliki luas permukaan yang sangat besar ($100 \text{ m}^2/\text{g}$). Partikel kasar dihasilkan pada suhu yang lebih tinggi. Dengan mengontrol proses dan percepatan pendinginan, kristalisasi dan sifat-sifat alumina dapat diatur untuk menghasilkan produk-produk yang berkisar dari relatif lunak hingga keras. Kemajuan proses keramik telah menghasilkan perkembangan untuk elemen-elemen mesin seperti klahar pada kendaraan. Rendahnya densitas bola-bola silikon nitrida memungkinkan bantalan rol hibrida beroperasi dengan kecepatan tinggi ; semua

bantalan keramik dapat beroperasi pada lingkungan yang tidak bersahabat. (Schey, 2009).

3.4 Teori Pembakaran

Proses pembakaran mengubah secara *irreversible* bahan keramik yang telah dibentuk (dalam keadaan mentah) menjadi produk yang keras, tahan terhadap air dan kimia (Hartono, 1991). Beberapa faktor penting yang perlu diperhatikan dalam proses pembakaran, yaitu kondisi tungku dan jenisnya, perlengkapan pembakaran, kecepatan pembakaran dan suhu pembakaran.

Tingkatan pembakaran barang keramik yang dipakai sebagai pegangan dalam menetapkan trayek pembakaran adalah sebagai berikut:

1. Tingkat pengeluaran air
 - a. Pengeluaran air mekanis sampai suhu 150°C. Meskipun barang-barang yang disusun dalam tungku dalam keadaan kering, tetapi pengeringannya kurang sempurna. Penghilangan air mekanis secara sempurna terjadi pada suhu 150°C. Untuk barang-barang yang cukup tebal, pengeringan harus perlahan-lahan, karena barangnya mengalami perubahan ukuran (susut kering dan susut berat).
 - b. Pengeluaran air terikat kimia berlangsung pada suhu 150°C sampai 600°C. Pada jarak suhu inilah bahan-bahan tanah mengeluarkan bagian yang terbanyak dari air kristal. Karena itu pada suhu pembakaran 450°C sampai 600°C barang-barang akan banyak kehilangan beratnya, sehingga tanahnya tidak dapat dibuat plastis lagi.
2. Tingkat oksidasi, pada suhu 350°C sampai 900°C.

Pada suhu 350°C sampai 900°C bahan yang mudah terbakar akan habis, sedang bahan-bahan karbonat, sulfida, dan sulfat sebagian besar akan terurai.

3. Tingkatan melebur

Tingkatan melebur dimulai dari suhu 900°C sampai suhu akhir pembakaran. Pada tahap ini bahan-bahan dengan titik lebur rendah menjadi cair dan bahan-bahan lain dengan titik lebur tinggi melarut dalam cairan itu dan membentuk gelas cair (Suwardono, 2002).

3.5 Parameter dalam Proses Pengujian Badan Keramik

Beberapa parameter uji yang akan dilakukan karakterisasi bahan dalam penelitian, antara lain adalah warna hasil pembakaran, susut dimensi, penyerapan air, kuat lentur dan kuat tekan.

3.5.1 Susut Dimensi

Dalam susut dimensi terdapat dua pengujian, yaitu : susut kering dan susut bakar.

3.5.1.1 Susut Kering

Susut kering (Sk) adalah pengurangan panjang suatu benda uji dari keadaan plastis (p) ke keadaan kering udara (p'), diperhitungkan terhadap keadaan plastis. Hal ini dapat terjadi saat proses pengeringan terjadi pengeluaran air yang menyelimuti butir-butir lempung secara berangsur-angsur sehingga memungkinkan butir-butir tersebut mendekat satu sama lain.

untuk menghitungnya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut. (Guner Sumer, 1998)

$$Sk = \frac{p-p'}{p} \times 100 \dots\dots\dots(3.1)$$

Susut kering yang diberikan ialah hasil rata-rata susut kering tiap benda uji. Harga susut kering dapat memperkirakan kepekaan lempung terhadap pengeringan. Susut kering tidak boleh terlalu besar yaitu tidak boleh lebih dari 10%, sebab lempung

yang susut keringnya lebih dari 10% akan menimbulkan retak-retak pada produk selama proses pengeringan (Suwardono, 2002).

3.5.1.2 Susut Bakar

Dalam proses pembakaran, lempung akan mengalami penyusutan. Susut bakar (S_b) ialah pengurangan panjang suatu benda uji dari keadaan kering udara (p') ke keadaan sesudah pembakaran (p''). Terjadinya penyusutan dikarenakan partikel-partikel lempung mengisi tempat-tempat yang ditinggalkan air karena proses penguapan saat pembakaran. Nilai yang baik untuk susut bakar adalah kurang dari 2.5% (Suwardono, 2002). Nilai susut bakar dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut. (Guner Sumer, 1998)

$$S_b = \frac{p' - p''}{p'} \times 100 \% \dots \dots \dots (3.2)$$

3.5.2 Penyerapan Air

Tujuan dari uji penyerapan air yaitu untuk mengetahui porositas benda uji, porositas benda uji yaitu tingkat kemampuan penyerapan (kesarangan) benda uji terhadap fluida (air). Untuk bodi keramik yang baik tingkat porositasnya harus rendah (*poor*), tingkat penyerapan air maksimal 10% (SNI 03-4062-1996). Ada 3 jenis porositas, yaitu :

- a. Porositas Baik (*Good*) : Daya serapnya lambat dan sanggup menyarangkan fluida
- b. Porositas Sedang (*Fair*) : Daya serapnya biasa saja
- c. Porositas Buruk (*Poor*) : Daya serapnya jelek dan sedikit menyarangkan fluida

Untuk menghitung berapa penyerapan airnya, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut. (Guner Sumer, 1998)

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{W-D}{D} \times 100 \% \dots \dots \dots (3.3)$$

dimana :

W = berat setelah dididihkan dalam air (berat basah), gr

D = berat sebelum dididihkan dalam air (berat kering), gr

3.5.3 Kuat Lentur

Kuat lentur adalah hasil bagi momen lentur terbesar dan momen perlawanan, yang terjadi pada beban lentur maksimum (beban patahnya benda uji). Pengujian lentur pada penampang balok dilakukan pengujian regangan, tegangan, dan gaya-gaya yang timbul akibat menahan momen batas, yaitu momen akibat beban luar yang timbul tepat pada saat terjadi hancur. Momen ini mencerminkan kekuatan dan dimasa lalu disebut sebagai kuat lentur ultimit balok. Kuat lentur suatu balok tersedia karena berlangsungnya mekanisme tegangan – regangan dalam yang timbul di dalam balok yang pada keadaan tertentu dapat diwakili oleh gaya-gaya dalam. Untuk lebih jelasnya perhatikan pada Gambar 3.1. Untuk menghitung berapa kuat lenturnya, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut. (Guner Sumer, 1998)

$$\text{Kuat Lentur} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2} \text{ kg/cm}^2 \dots \dots \dots (3.4)$$

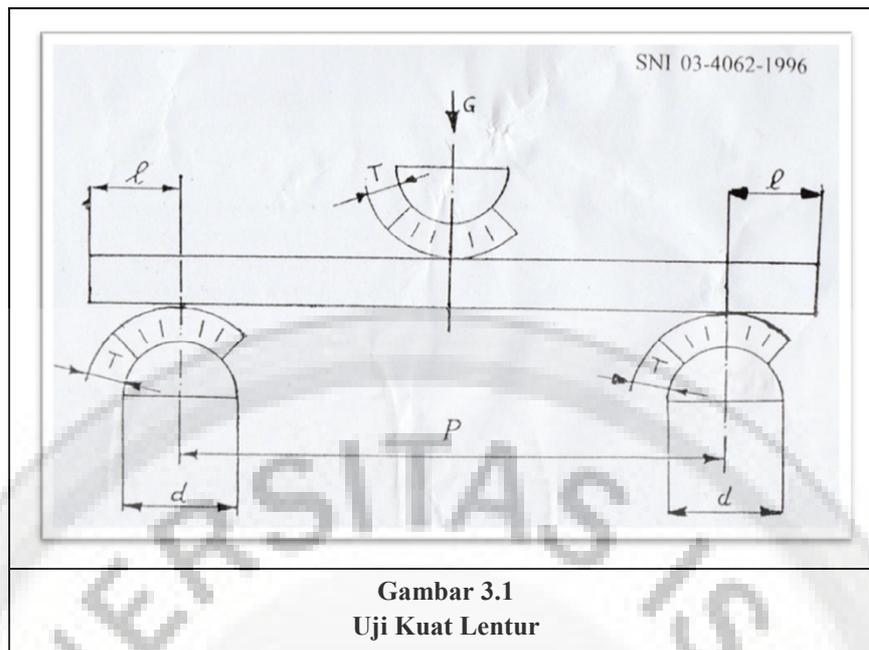
dimana :

P = gaya/beban tekan [kg]

L = jarak antara titik tumpu [cm]

b = lebar sampel [cm]

h = tebal sampel [cm]



Sumber : Ubin Lantai Keramik Berglasir, SNI 03-4062-1996

3.5.4 Kuat Tekan

Batuan mempunyai sifat-sifat tertentu yang perlu diketahui dalam mekanika batuan dan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

1. Sifat fisik batuan seperti berat jenis, kadar air, derajat kejenuhan, porositas dan densitas.
2. Sifat mekanik batuan seperti kuat tekan, kuat lentur.

Kedua sifat tersebut dapat ditentukan baik di laboratorium maupun di lapangan (institu). Penentuan di laboratorium pada umumnya dilakukan terhadap percontoh (sample) yang diambil dilapangan.

Satu percontoh dapat digunakan untuk menentukan kedua sifat batuan. Pertama-tama adalah penentuan sifat fisik batuan yang merupakan pengujian tanpa merusak (*non destructive test*), kemudian dilanjutkan dengan penentuan sifat mekanik batuan yang merupakan pengujian merusak (*destructive test*) sehingga percontoh batu hancur. Pengujian kuat tekan termasuk penentuan terhadap sifat mekanik batuan.

Pengujian kuat tekan (*unconfined compressive strength test*) dengan menggunakan alat *Compressive Strength Machine* untuk menekan percontoh batu yang berbentuk silinder, balok atau prisma dari satu arah (*uniaxial*). Penyebaran tagangan di dalam percontoh batu secara teoritis adalah searah dengan gaya yang dikenakan pada percontoh tersebut. Tetapi dalam kenyataan arah tegangan tidak searah dengan gaya yang dikenakan pada percontoh tersebut karena ada pengaruh dari plat penekan mesin kuat tekan yang menghimpit percontoh. Sehingga bentuk pecahan tidak berbentuk bidang pecah yang searah dengan gaya melainkan berbentuk “cone”. Pengujian kuat tekan ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan benda uji dari beberapa komposisi yang telah ditentukan, sehingga nantinya akan diketahui komposisi campuran yang terbaik.

Pengujian kuat tekan dapat dilakukan pada sampel natural dan sampel buatan. Sampel natural merupakan sampel yang terbentuk secara alami di alam. Pada sampel natural dapat ditemukan bidang-bidang discontinuue, seperti sesar, kekar dan bidang lainnya. Bidang-bidang discontinuue ini dapat mempengaruhi uji kuat tekan pada sampel batuan natural. Sampel buatan merupakan sampel yang terdiri dari bahan-bahan dan komposisi tertentu yang telah dirancang terlebih dahulu. Pada sampel buatan biasanya penurunan kuat tekan diakibatkan oleh lamanya pengeringan dan proses pada saat pencampuran.

Untuk menghitung berapa kuat tekannya, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$KuatTekan = \frac{P}{p.l} \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots (3.5)$$

dimana :

P = gaya yang diterapkan [kg]

p = panjang sampel [cm]

l = lebar sampel [cm]

3.5.5 Warna

Warna tanah alami terjadi karena adanya unsur oksida besi dan unsur organik, yang biasanya akan berwarna bakar kuning kecoklatan, coklat, merah, warna karat, atau coklat tua, tergantung dengan jumlah oksida besi dan kotoran-kotoran yang terkandung. Biasanya kandungan oksida besi sekitar 2 – 5%, dengan adanya unsur tersebut tanah cenderung berwarna lebih gelap, biasanya matang pada suhu yang lebih rendah, kebalikannya adalah tanah berwarna lebih terang ataupun putih akan matang pada suhu yang lebih tinggi.