

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batu Bata Merah

Sebuah batu bata adalah sebuah blok atau satu unit dari bahan keramik yang digunakan dalam suatu konstruksi. Biasanya batu bata ditumpuk bersama-sama atau diletakkan sebagai susunan batu bata dengan menggunakan mortar untuk menahan batu bata dan membuat struktur permanen. Bata biasanya diproduksi dalam ukuran biasa atau standar dalam jumlah massal. Batu bata telah dianggap sebagai salah satu bahan bangunan tahan lama dan kuat digunakan sepanjang sejarah (www.wikipedia.com).

2.1.1. Bahan penyusun batu bata merah

Pembuatan batu bata atau batu merah sebagai hasil industri rumah tangga atau perusahaan batu merah harus memenuhi syarat-syarat batu merah sebagai bahan bangunan NI-10, Batu merah sebagai hasil industri rumah tangga, yang biasanya dilakukan oleh rakyat di desa, dibuat dengan menggunakan bahan-bahan dasar berikut (Frick, 1999) :

1. Tanah liat (lempung) 6 bagian berat yang mengandung silika sebesar 50% sampai 70%
2. Sekam Padi (atau serbuk gergaji) 2 bagian berat yang manfaatnya sebagai alas pencetakan supaya batu bata tidak melekat pada tanah, dan permukaan batu merah tidak melekat pada tanah, dan permukaan batu merah akan cukup besar, tetapi sekam padi juga dicampur pada batu merah akan terbakar dan pada bekas sekam padi yang terbakar akan timbul lubang-lubang kecil yang kemudian merupakan pori-pori batu merah itu.
3. Kotoran binatang 1 bagian berat fungsinya untuk melunakkan tanah. Jenis kotoran yang dipakai antara lain : kotoran kerbau, kuda, babi, dan lain-lain (*herbivore*). Fungsi lain kotoran dalam campuran batu merah ialah membantu proses pembakaran dengan memberikan panasnya yang lebih tinggi di dalam batu merah dan amoniaknya berfungsi sebagai zat yang aseptis.
4. Air 4 bagian digunakan untuk melunakkan dan merendam tanah. Tanah liat yang sudah dicampur dengan sekam padi dan kotoran binatang kemudian direndam dengan air selama beberapa waktu.
5. Pasir/semen merah sebagai bahan tambahan menurut keperluan

Dalam satu campuran yang dihasilkan bila melihat IS 2117- 1991 (*Indian Standard*), dapat dilihat bahwa pada campuran semestinya mengandung *clay* (20-30%), *Silt* (20-35%), dan *Sand* (35-50%).

2.1.2 Pembuatan batu bata merah

Pembuatan bata merah pada umumnya masih menggunakan metode tradisional dan masih merupakan industri rumah tangga. Proses pembuatan cara tradisional (industri rumah tangga), antara lain sebagai berikut (Frick, 1999) :

1. Bahan dasar (tanah liat, sekam, kotoran binatang, air) dicampur/diaduk sampai rata. Batu-batu kerikil atau bahan lain yang dapat menurunkan kualitas batu bata dikeluarkan
2. Campuran yang telah dibersihkan direndam selama satu hari satu malan.
3. Selanjutnya dilakukan pencetakan diatas permukaan tanah yang sudah diberi sekam padi sebagai alas. Biasanya batu merah dicetak dengan menggunakan cetakan kau atau baja.

Untuk mempermudah melepas batu merah yang dicetak, maka bingkai cetakan bagian bawah lebih besar (± 1 mm, masing- masing sisi)

Pencetakan batu merah biasanya dilakukan pada musim kemarau, dan di bawah sinar matahari agar bisa cepat kering.

4. Setelah mencapai kekerasan yang diharapkan, batu bata dapat dibalik agar terjadi pengeringan pada dua sisi. Setelah kering ditumpuk dalam susunan setinggi 10 – 15 batu. Tujuannya agar batu dapat diangin-anginkan.
5. Proses mengangin-anginkan membutuhkan waktu $\pm 2-7$ hari.

6. Setelah batu mentah kering maka batu-batu tersebut ditumpuk dalam bentuk gunungan yang diberi celah-celah/lubang untuk diisi bahan bakar. Bagian luar dari tumpukan ini dilapisi dengan tanah liat agar tidak terjadi kebakaran pada dapur pembakaran.

Lapisan penutup harus betul-betul rapat, sehingga batu bata akan matang lebih baik.lama.

Pembakaran pada suhu $\pm 800^{\circ}\text{C}$ selama 4 – 5 hari membuat batu mentah jadi tahan air dan cuaca.

7. Bahan bakar yang biasa digunakan adalah kayu bakar, sekam padi. Karena dapur dibentuk langsung dari batu merah sendiri, maka tungku lapangan ini mudah dipindahkan.

2.1.3 Kualitas batu bata merah

Pengujian terhadap kualitas batu bata merah di pembuatan batu bata merah di Kabupaten Malang harus memenuhi syarat-syarat batu bata merah dalam NI-10, 1978 dan SII-0021-78 serta PUBI-1982, meliputi (Didik, 1998) :

1. Bentuk standar bata ialah prisma segi empat persegi panjang, bersudut siku-siku, dan tajam, permukaannya rata dan tidak retak-retak.
2. Ukuran standar :
 Modul M-5a : 190 x 90 x 65 mm
 Modul M-5b : 190 x 140 x 65 mm
 Modul M-6 : 230 x 110 x 55 mm
3. Bata dibagi 6 kelas kekuatan yang diketahui dari besar kekuatan tekannya yaitu sebagai berikut :

Tabel 2.1. Kuat Tekan dan Koefisien Batu Bata Merah Sesuai SII-0021-78

Kelas	Kuat tekan rata-rata minimum dari 30 buah batu bata merah yang diuji		Koefisien yang diijinkan dari rata-rata kuat tekan (%)
	kg/cm ²	N/mm ²	
25	25	2.5	25
50	50	5	22
100	100	10	22
150	150	15	15
200	200	20	15
250	250	25	15

2.2 Karakteristik

Untuk mengetahui sifat dan kemampuan suatu material maka perlu dilakukan pengujian dan analisis. Beberapa jenis pengujian dan analisis yang dapat dilakukan untuk keperluan penelitian antara lain: uji serap air, uji kuat tekan, uji kekerasan, uji bentuk dan ukuran, uji bunyi, dan uji kandungan garam.

2.2.1. Kuat tekan (*Compressive strength*)

Kuat tekan dilakukan sesuai ketentuan ASTM C67-07, dengan 10 benda uji batu bata merah. Batu bata merah yang dipakai adalah batu bata merah yang memiliki lebar dan ketebalan utuh dan panjang kira-kira ½ dari panjang batu bata utuh. Penyimpangan panjang yang diperbolehkan ± 1 inci. Meskipun begitu, apabila mesin yang digunakan untuk menguji kuat tekan tidak memadai untuk ukuran batu bata itu, pengujian dapat

dilakukan pada batu bata dengan panjang $\frac{1}{4}$ dari panjang batu bata utuh asalkan luas permukaan batu bata tidak kurang dari 14 inci² (90 cm²).

2.3 Tanah Liat

Tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), atau lempung (*clay*), tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut dan tanah liat di alam pada umumnya dapat dibedakan menjadi dua jenis, antara lain : (Budiyanto dkk, 2008)

1. Tanah liat primer

Yang disebut tanah liat primer (*residu*) adalah jenis tanah liat yang dihasilkan dari pelapukan batuan feldspatik oleh tenaga endogen yang tidak berpindah dari batuan induk. Selain tenaga air, tenaga uap panas yang keluar dari dalam bumi mempunyai andil dalam pembentukan tanah liat primer. Karena tidak terbawa arus air, angin maupun gletser, maka tanah liat tidak berpindah tempat sehingga sifatnya lebih murni dibandingkan dengan tanah liat sekunder. Tanah liat primer cenderung berbutir kasar, tidak plastis, daya leburnya tinggi dan daya susutnya kecil. Karena tidak tercampur dengan bahan organik seperti humus, ranting atau daun busuk dan sebagainya, maka tanah liat berwarna putih atau putih kusam. Pada umumnya tanah liat primer bersifat tahan api. Suhu matang berkisar antara 1300⁰C s/d 1750⁰C.

Yang termasuk tanah liat primer antara lain: *kaolin*, *Bentonite*, *feldspat*, *kwarsa* dan *dolomit*, biasanya terdapat di tempat-tempat yang lebih tinggi daripada letak tanah sekunder. Mineral kuarsa dan alumina dapat digolongkan sebagai jenis tanah liat primer karena merupakan hasil samping pelapukan batuan feldspatik yang menghasilkan tanah liat *kaolinit*.

2. Tanah liat sekunder

Tanah liat sekunder atau sedimen adalah jenis tanah liat hasil pelapukan batuan feldspatik yang berpindah jauh dari batuan induknya karena tenaga eksogen, dan dalam perjalanan bercampur dengan bahan-bahan organik maupun anorganik sehingga merubah sifat-sifat kimia maupun fisika tanah liat tersebut.

Jumlah tanah liat sekunder lebih banyak dari tanah liat primer. Transportasi air mempunyai pengaruh khusus pada tanah liat, salah satunya ialah gerakan arus air cenderung menggerus mineral tanah liat menjadi partikel-partikel yang semakin mengecil. Pada saat kecepatan arus melambat, partikel yang lebih berat akan mengendap dan meninggalkan partikel yang halus dalam larutan. Pada saat arus tenang, seperti di danau atau di laut, partikel-partikel yang halus akan mengendap di

dasarnya. Tanah liat yang dipindahkan biasanya terbentuk dari beberapa macam jenis tanah liat dan dari beberapa sumber. Dalam setiap sungai, endapan tanah liat dari beberapa situs cenderung bercampur bersama. Kehadiran berbagai Oksida logam seperti besi, nikel, titan, mangan dan sebagainya, dari sudut ilmu keramik dianggap sebagai bahan pengotor. Bahan organik seperti humus dan daun busuk juga merupakan bahan pengotor tanah liat. Karena pembentukannya melalui proses panjang dan bercampur dengan bahan pengotor, maka tanah liat mempunyai sifat: berbutir halus, berwarna krem/abu-abu/coklat/merah jambu/kuning, suhu matang antara 900°C s/d 1400°C. Pada umumnya tanah liat sekunder lebih plastis dan mempunyai daya susut yang lebih besar daripada tanah liat primer. Setelah dibakar, warnanya menjadi lebih terang dari krem muda, abu-abu muda ke coklat. Semakin tinggi suhu bakarnya semakin keras dan semakin kecil porositasnya, sehingga benda keramik menjadi kedap air.

Pembagian ukuran butir tanah liat diperlukan untuk menentukan bagaimana kandungan dari tanah liat tersebut seperti : kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), atau lempung (*clay*). Untuk menerangkan tentang tanah berdasarkan ukuran-ukuran partikelnya, beberapa organisasi telah mengembangkan batasan-batasan ukuran golongan jenis tanah (*soil-separate-size limits*).

Tabel 2.2. Batasan – batasan Ukuran Golongan Tanah

Nama Golongan	Ukuran butiran			
	Kerikil (<i>Gravel</i>)	Pasir (<i>sand</i>)	Lanau (<i>Silt</i>)	Lempung (<i>Clay</i>)
Massachusetts Institute of Technology (MJT)	>2	2 - 0,06	0,06 - 0,002	< 0.002
U.S. Department of Agriculture (USDA)	>2	2 - 0,05	0,05 - 0,002	< 0.002
American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76,2 – 2	2 - 0,075	0,075 - 0,002	< 0.002
Unified Soil Classification System (U.S. Army Corps of Engineers, U. S. Bureau of Hedamation)	76,2 - 4,75	4,75 - 0,075	Halus (yaitu lanau dan lempung < 0,075)	

Pada Tabel 2.1 ditunjukkan bahwa batasan-batasan ukuran golongan jenis tanah yang telah dikem bangkan oleh *Massachusset ts Institute of Technology (MIT)*, *U.S. Department of Agriculture (USDA)*, *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)* dan oleh *U. S. Army Corps of Engineers dan.U. S. Bureau of Reclamation* yang kemudian menghasilkan apa yang disebut sebagai *Unified*

Soil Classification System (USCS). Pada Tabel tersebut, sistem *MIT* diberikan hanya untuk keterangan tambahan saja. Sistem *MIT* ini penting artinya dalam sejarah perkembangan sistem batasan ukuran golongan jenis tanah. Pada saat sekarang, sistem *Unified (USCS)* telah diterima di seluruh dunia. Sistem ini sekarang telah dipakai pula oleh *American Society of Testing and Materials (ASTM)*.

Kekilik	Pasir	Lanau	lempung	Massachusetts Institute of Technology
Kerikil	Pasir	Lanau	lempung	U.S. Department of Agriculture
Kerikil	Pasir	Lanau	lempung	American Association of State Highway and Transportation Officials
Kerikil	Pasir	Lanau dan lempung		Unified Soil Classification System

100 10 1,0 0,1 0,01 0,001

Gambar 2.1 Batasaan ukuran golongan berdasarkan beberapa sistem

Kerikil (*gravels*) adalah kepingan-kepingan dari batuan yang kadang-kadang juga mengandung partikel-partikel mineral *quartz*, *feldspar*, dan mineral-mineral lain.

Pasir (*sand*) sebagian besar terdiri dari mineral *quartz* dan *feldspar*. Butiran dari mineral yang lain mungkin juga masih ada pada golongan ini.

Lanau (*silts*) sebagian besar merupakan fraksi mikroskopis (berukuran sangat kecil) dari tanah yang terdiri dari butiran-butiran *quartz* yang sangat halus, dan sejumlah partikel berbentuk lempengan-lempengan pipih yang merupakan pecahan dari mineral-mineral mika.

Lempung (*clay*) sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (*clay minerals*), dan mineral-mineral yang sangat halus lain. Pada Tabel 2.1, lempung didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0,002 mm (= 2 mikron).

Namun demikian, di beberapa kasus, partikel berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm juga masih digolongkan sebagai partikel lempung (lihat ASTM D-653). Di sini tanah diklasifikasikan sebagai lempung (hanya berdasarkan pada ukurannya saja). Belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut juga mengandung mineral-mineral lempung (*clay minerals*). Dari segi mineral (bukan ukurannya), yang disebut tanah lempung (dan mineral lempung) ialah yang mempunyai partikel-partikel mineral tertentu yang "menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air. Jadi dari segi mineral, tanah dapat juga disebut sebagai tanah bukan lempung (*non-clay soils*) meskipun terdiri dari partikel-partikel yang sangat kecil (partikel-partikel *quartz*, *feldspar*, dan mika dapat berukuran submikroskopis, tetapi umumnya mereka tidak dapat menyebabkan terjadinya sifat plastis dari tanah). Dari segi ukuran, partikel-partikel tersebut memang dapat digolongkan sebagai partikel lempung. Untuk itu, akan lebih tepat bila partikel-partikel tanah yang berukuran lebih kecil dari 2 mikron ($= 2 \mu$), atau < 5 mikron menurut sistem klasifikasi yang lain, disebut saja sebagai partikel berukuran lempung daripada disebut sebagai lempung saja. Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid ($< 1 \mu$) dan ukuran 2μ merupakan batas atas (paling besar) dari ukuran partikel mineral lempung. (Noor Endah dan Indra surnya B. M, 1995)

2.3.1 Mineral Lempung (*clay*)

Mineral lempung merupakan senyawa aluminium silikat yang kompleks yang terdiri dari satu atau dua unit dasar yaitu silika tetrahedra dan aluminium oktahedra. Setiap unit tetrahedra (bersisi empat) terdiri dari empat atom oksigen mengelilingi satu atom silikon. Kombinasi dari unit-unit silika tetrahedra tersebut membentuk lembaran silika (*silica sheet*). Tiga atom oksigen pada dasar setiap tetrahedra tersebut dipakai bersama oleh tetrahedra-tetrahedra yang bersebelahan. Unit-unit oktahedra (bersisi delapan) terdiri dari enam gugus ion hidroksil (OH) yang mengelilingi sebuah atom aluminium, dan kombinasi dari unit-unit hidroksi aluminium membentuk oktahedra itu membentuk lembaran oktahedra. Kadang-kadang atom magnesium menggantikan kedudukan atom aluminium pada unit-unit oktahedra; bila demikian adanya, lembaran oktahedra tersebut disebut lembaran *brucite*.

Pada sebuah lembaran silika, setiap atom silikon yang bermuatan positif dan bervalensi empat dihubungkan dengan empat atom oksigen yang bermuatan negatif dengan valensi total delapan. Tetapi setiap atom oksigen pada dasar tetrahedra itu dihubungkan dengan dua atom silikon lainnya. Ini berarti bahwa atom-atom oksigen di

sebelah atas dari unit-unit tetrahedral mempunyai kelebihan valensi (negatif) sebesar satu dan harus diseimbangkan. Bila lembaran silika itu ditumpuk di atas lembaran oktahedra, atom-atom oksigen tersebut akan menggantikan posisi ion hidroksil pada oktahedra untuk memenuhi keseimbangan muatan mereka.

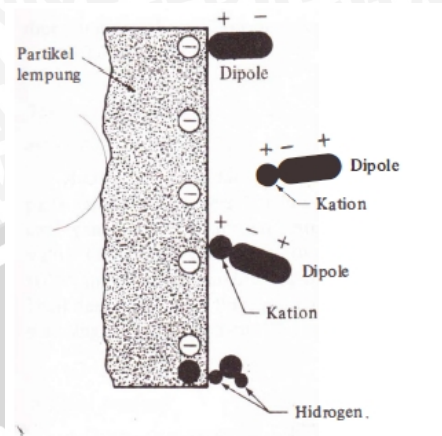
Mineral *kaolinite* terdiri dari tumpukan lapisan-lapisan dasar lembaran-lembaran kombinasi silika-gibbsite. Setiap lapisan dasar itu mempunyai tebal kira-kira 7,2 Å (Å = 10^{-10} m). Tumpukan lapisan-lapisan tersebut diikat oleh ikatan hidrogen (*hydrogen bonding*). Mineral *kaolinite* berujud seperti lempengan-lempengan tipis, masing-masing dengan diameter kira-kira 1000 Å sampai 20.000 Å dan ketebalan dari 100 Å sampai 1000 Å. Luas permukaan partikel *kaolinite* per unit massa adalah kira-kira 15 m²/gram. Luas permukaan per unit massa ini didefinisikan sebagai luasan spesifik (*specific surface*).

Illite terdiri dari sebuah lembaran *gibbsite* yang diapit oleh dua lembaran. *Illite* ini kadang-kadang juga disebut mika lempung. Lapisan-lapisan *illite* terikat satu sama lain oleh ion-ion kalium (= K =ion potassium). Muatan negatif yang diperlukan untuk mengikat ion-ion kalium tersebut didapat dengan adanya penggantian (substitusi) sebagian atom silikon pada lembaran tetrahedra oleh atom-atom aluminium. Substitusi dari sebuah elemen oleh lainnya tanpa mengubah bentuk kristal utamanya disebut sebagai substitusi isomorf (*isomorphous substitution*). Partikel-partikel *illite* pada umumnya mempunyai dimensi mendatar berkisar antara 1000 Å sampai 5000 Å (juga umumnya berbentuk lempengan-lempengan tipis) dan ketebalan dari 50 Å sampai 500 Å. Luasan spesifik dari partikel adalah sekitar 80 m²/gram.

Umumnya partikel-partikel tanah lempung mempunyai muatan negatif pada permukaannya. Hal ini disebabkan oleh adanya substitusi isomorf dan oleh karena pecahnya kepingan partikel pelat tersebut di tepi-tepinya. Muatan negatif yang lebih besar dijumpai pada partikel-partikel yang mempunyai luasan spesifik yang lebih besar. Beberapa muatan positif juga terjadi di tepi-tepi lempengan partikel (Yong dan Warkentin dalam Noor Endah dan Indra surya B. M, 1995).

Pada lempung-lempung yang kering, muatan negatif di permukaan dinetralkan oleh adanya *exchangable cations* (ion-ion positif yang mudah berganti dengan yang lain) seperti ion-ion Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, dan K⁺ yang mengelilingi partikel lempung tersebut dan terikat pada partikel oleh gaya tarik menarik elektrostatis. Bila air kemudian ditambahkan kepada lempung tersebut, kation-kation tersebut dan sejumlah kecil anion-anion (ion bermuatan negatif) akan berenang di antara partikel-partikel itu.

Keadaan ini disebut sebagai lapisan ganda terdifusi (*diffuse double layer*). Konsentrasi kation pada larutan akan berkurang hila jaraknya dari permukaan partikel makin jauh.

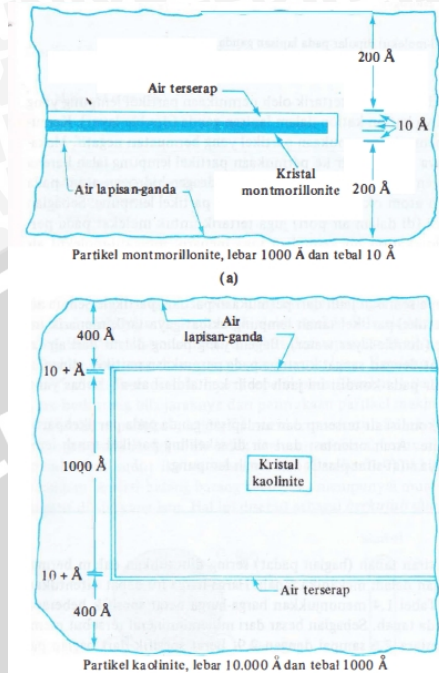


Gambar 2.2 Tarik menarik molekul dipolar pada lapisan terdifusi

Molekul-molekul air (H_2O) membentuk kutub-kutub (polar). Hal ini karena atom-atom hidrogen pada molekul air tidak tersusun secara simetris sekeliling atom oksigen, melainkan membentuk sudut ikatan sebesar 105° . Akibatnya, molekul-molekul air berkelakuan seperti batang-batang kecil yang mempunyai muatan positif di satu sisi dan muatan negatif di sisi yang lain. Hal ini disebut sebagai berkutub dua (*dipole*).

Molekul air yang berkutub dua tersebut tertarik oleh permukaan partikel lempung yang bermuatan negatif dan oleh adanya kation-kation d alam lapisan ganda (*double layer*). Kemudian kation-kation tersebut menempel di permukaan partikel yang bermuatan negatif. Mekanisme yang ketiga dari tertariknya molekul air ke permukaan partikel lempung ialah karena adanya ikatan hidrogen (*hydrogen bonding*), dimana setiap hidrogen-hidrogen atom pada molekul air dipakai bersama oleh atom oksigen pada permukaan partikel lempung. Sebagian dari kation-kation yang terhidrasi (di dalam air pori) juga tertarik untuk melekat pada permukaan partikel lempung. Kation-kation ini kemudian juga menarik molekul-molekul air berkutub dua yang lain. Semua kemungkinan-kemungkinan mekanisme tarik-menarik antara air dan tanah. Gaya tarik antara air dan tanah lempung akan berkurang bila jaraknya semakin jauh dari permukaan partikel-partikel. Semua air yang terikat pada permukaan partikel-partikel tanah lempung akibat gaya tarik menarik ini dikenal sebagai air lapisan-ganda (*double-layer water*). Bagian yang paling dalam dari air lapisan ganda tersebut, yang terikat dengan sangat kuatnya pada permukaan partikel, dinamai air terserap (*adsorbed water*). Air pada kondisi ini jauh lebih kental dari air-air bebas yang lain. Gambar 2.3 menunjukkan kondisi air terserap dan air lapisan ganda pada partikel-partikel

montmorillonite dan *kaolinite*. Arah orientasi dari air di sekeliling partikel tanah lempung juga menyebabkan timbulnya sifat-sifat plastis dari tanah lempung.



Gambar 2.3 Air dalam lempung

(Sumber : Lambe dalam Noor Endah dan Indra surya B. M, 1995)

2.3.2 Perubahan fisika tanah liat setelah dibakar

Tanah liat mengalami perubahan yang terdiri dari beberapa tahapan saat tanah liat tersebut dibakar, baik tanah liat primer maupun sekunder. Perubahan pertama yang terjadi dalam tanah liat primer maupun sekunder ketika dibakar, ialah hilangnya air bebas. Khusus untuk tanah liat sekunder akan diikuti oleh terbakarnya bahan-bahan organik lain, seperti humus, daun, dan ranting yang terdapat di dalam tanah liat. Pada perubahan selanjutnya kandungan air kimia akan hilang. Tanah liat primer dan sekunder mengandung *silika* bebas dalam bentuk pasir, *kwarsa*, *flint* dan kristal. *Silika* adalah subyek untuk merubah bentuk dan volume tanah liat pada suhu tertentu. Beberapa perubahan bersifat tetap (*konversi*) dan yang lain bersifat dapat berubah kembali (*inversi*).

Agar tanah liat dapat berubah menjadi keramik harus melalui proses pembakaran dengan suhu melebihi 600°C. Setelah melalui suhu tersebut tanah liat akan mengalami perubahan menjadi suatu mineral yang padat, keras dan permanen, perubahan ini disebut *Ceramic change* atau perubahan keramik. Tanah liat yang

dibakar kurang dari 600°C belum memiliki kematangan secara tepat walaupun sudah mengalami perubahan keramik.

Kematangan tanah liat atau vitrifikasi adalah kondisi keramik yang telah mencapai suhu kematangan secara tepat tanpa mengalami perubahan bentuk. Pada pembakaran dibawah suhu 800°C, mineral *silika* bebas seperti mineral karbonat akan berubah pula. Hal ini merupakan akibat dari terbakarnya semua unsur karbon, disebut dengan proses *kalsinasi*.

Perubahan fisika terjadi diatas suhu 800°C, yaitu pada saat bahan-bahan alkali bertindak sebagai '*flux*' atas silika dan *alumina* yang membentuk sebuah jaringan kristal (mulia) dan gelas yang mengikat bahan-bahan yang tidak dapat dilarutkan menjadi suatu massa yang kuat (pembakaran biskuit). Saat tanah liat dibakar pada suhu 1300°C, beberapa perubahan akan terjadi, misalnya badan menjadi lebih keras ketika mendingin dan menjadi kedap air. Tanah liat tersebut telah mengalami proses '*vitrifikasi*', artinya sebagian besar material, khususnya silika telah menggelas, memasuki pori-pori dan mengikat semua partikel tanah liat dengan membentuk ikatan yang dikenal dengan ikatan '*Alumina Silika Hidroksida*'.

Proses *vitrifikasi* ini dapat disertai dengan penyusutan volume, dimana semakin tinggi suhu bakar semakin besar penyusutan tetapi semakin rendah porositasnya atau dengan kata lain benda semakin padat dan kedap air. Tanah liat yang tidak mengalami proses '*vitrifikasi*' pada suhu tinggi ($\pm 1300^\circ\text{C}$) dapat digolongkan kedalam jenis tanah liat 'tahan api' (*refractory clay*).

Setiap tanah liat dapat dilebur bila suhu bakarnya cukup. Idealnya setiap jenis tanah liat mempunyai titik *vitrifikasi* tanpa terjadi perubahan bentuk (*deformasi*). Dalam praktik, *vitrifikasi* seringkali diikuti dengan perubahan bentuk. Hal ini terjadi karena adanya tegangan-tegangan pada bagian benda yang terlemah akibat dari meleburnya mineral-mineral tanah liat (Budiyanto dkk, 2008).

2.3.3 Analisis Mekanis Tanah

Analisis mekanis dari tanah adalah penentuan variasi ukuran partikel-partikel yang ada pada tanah. Variasi tersebut dinyatakan dalam persentase dari berat kering total. Ada dua cara yang umum digunakan untuk mendapatkan distribusi ukuran-ukuran partikel tanah, yaitu: analisis ayakan untuk ukuran partikel-partikel berdiameter lebih besar dari 0,075 mm, dan analisis hidrometer untuk ukuran partikel-partikel berdiameter lebih kecil dari 0,075 mm. Prinsip dari analisis ayakan dan hidrom'eter akan diterangkan secara singkat pada penjelasan berikut ini :

1. Analisis Ayakan

Analisis ayakan adalah mengayak dan menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan di mana lubang-lubang ayakan tersebut makin kecil secara berurutan. Untuk standar ayakan di Amerika Serikat, nomor ayakan dan ukuran lubang diberikan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Beberapa Ukuran Ayakan Standar di Amerika Serikat

No.	Diameter(mm)
4	4.75
10	2
20	0.84
40	0.42
50	0.3
80	0.18
100	0.15
200	0.075

2. Analisis Hidrometer

Analisis hidrometer didasarkan pada prinsip sedimentasi (pengendapan) butir-butir tanah dalam air. Bila suatu contoh tanah dilarutkan dalam air, partikel-partikel tanah akan mengendap dengan kecepatan yang berbeda-beda tergantung pada bentuk, ukuran, dan beratnya. Untuk mudahnya, dapat dianggap bahwa semua partikel tanah itu berbentuk bola (bulat) dan kecepatan mengendap dari partikel-partikel tersebut dapat dinyatakan dalam hukum Stokes, yaitu:

$$D \text{ (mm)} = K \sqrt{\frac{L \text{ (cm)}}{t \text{ (menit)}}$$

Untuk pengerjaan analisis hidrometer mengikuti *Engineering Properties Of Soils And Their Measurement*.

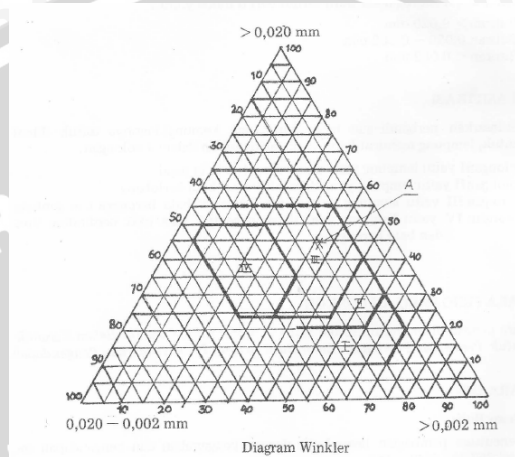
3. Pemanfaatan Lempung Berdasarkan diagram Winkler

Lempung menurut SNI 15-1849-1990 dibedakan menjadi tiga berdasarkan besar butir, yaitu : butiran > 0,020 mm, butiran 0,020 – 0,002 mm, dan butiran < 0,002 mm. Besaran butir dapat menentukan kegunaan suatu lempung. Berdasarkan perbandingan besar butir dan kemungkinannya untuk diberi bentuk, lempung menurut Winkler diklasifikasikan dalam 4 golongan, yaitu :

- Golongan I yaitu lempung yang dapat dibentuk bata pejal.
- Golongan II yaitu lempung yang dapat dibentuk bata berlobang.
- Golongan III yaitu lempung yang dapat dibentuk bata berongga dan genteng.

- d. Golongan IV yaitu lempung yang dapat dibentuk bata blok berdingding tipis dan bata berongga.

Untuk bisa mengelompokkan perlu didapatkan gradasi tanah liat (lempung). Dari hasil pembagian besar butir dengan pengayakan dan pengendapan, kemudian presentase masing-masing fraksi (buatan $> 0,20$ mm, butiran $0,020-0,002$ mm dan butiran $< 0,002$ mm), diplotkan ke dalam diagram Winkler.



Gambar 2.4 Diagram Winkler

2.4 Penelitian-Penelitian Terdahulu

2.4.1 Miftakhul Huda, Erna Hastuti (2012)

Mengemukakan bahwa dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap karakteristik batu bata berkualitas baik dan sesuai standart SNI adalah batu bata dengan variasi perbandingan komposisi tanah dan abu sekam padi adalah $1 : \frac{1}{2}$. Dengan nilai uji tekan sampel yang disintering pada temperature 950°C , 1000°C , dan 1020°C yaitu $22-25 \text{ kg/cm}^2$, $25-27 \text{ kg/cm}^2$, dan 30.5 kg/cm^2 . Nilai uji tekan batu bara termasuk kelas 25 (SNI). Untuk menghasilkan batu bata yang berkualitas baik diperlukan temperature tinggi dalam proses pembakaran antara $1000^{\circ}\text{C}-1020^{\circ}\text{C}$ karena pada suhu tinggi batu bata mengalami ikatan partikel yang sempurna, partikel-partikel mengalami perubahan bentuk yang saling mengisi pori-pori sehingga batu bata menjadi lebih kuat dan keras.

2.4.2 Christiawan, Seno Darmanto (2010)

Mengemukakan bahwa penambahan serat alam (abu sekam padi) pada campuran cenderung meningkatkan produksi bata sehubungan kenaikan volume campuran. Bata berserat alam mempunyai massa relatif lebih rendah dibandingkan dengan bata tanah liat murni. Disisi lain kenaikan kadar serat alam dalam specimen bata akan meningkatkan penyusutan bata yang ditandai dengan dimensi spesimen yang berkurang.

Dan kuat tekan bata dengan pengisi serat alam abu sekam padi cenderung menurun dibandingkan dengan kuat tekan spesimen bata tanah liat murni.

2.4.3 H Guntur R, Sulistia, Subandi (2009)

Hasil penelitian pengaruh jenis bahan bakar serta campuran pasir terhadap kuat tekan Bata, didapatkan hasil :

1. Penggunaan bahan bakar kayu dan sekam padi mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap perbedaan kuat tekan batu bata.
2. Penggunaan proporsi pasir yang berbeda untuk adonan bata tidak menimbulkan pengaruh signifikan terhadap kuat tekan batu bata.
3. Berdasarkan hasil kuat tekan, maka hasil produksi dari wilayah Blora sebaiknya tidak digunakan untuk pasangan dinding yang tidak mendukung dinding-dinding bagian dalam.

2.4.4 Roman, Agustina, Fepy (2012)

Batu-bata merupakan salah satu bahan bangunan yang terbuat dari tanah liat, umumnya dibakar pada suhu yang tinggi. Proses pembakaran menimbulkan potensi kerusakan hutan dan sisa pembakaran CO₂ dapat meningkatkan kerusakan ozon dan pemanasan global. Perlu dicari alternatif membuat batu-bata tanpa pembakaran.

Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui karakteristik batu-bata yaitu kuat tekan dan penyerapan air. Batu-bata dibuat dengan memanfaatkan limbah abu sekam padi dan bahan produksi berupa kapur yang ditambahkan dengan semen sebagai perekat dan dicampur dengan tanah liat serta tanpa mengalami proses pembakaran. Lima jenis campuran dibuat dengan proporsi total kapur dan abu sekam 30%, tanah liat 60%, dan semen sebanyak 10% dari persentase berat campuran. Variasi komposisi antara kapur dan abu sekam padi dibuat dengan menggunakan perbandingan C1 0%:30%; C2 7,5%:22,5%; C3 15%:15%; C4 22,5%:7,5%; C5 30%:0%.

Pengujian dilakukan pada umur 14 dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan batu-bata tertinggi terdapat pada umur 28 hari sebesar 48,12 kg/cm² pada C5 (kapur 30%:abu sekam 0%), dengan resapan air sebesar 0,0016 kg/cm². C1 (kapur 0%:abu sekam 30%) tidak memberikan kontribusi terhadap kuat tekan dan penyerapan air. Penambahan kapur 30% dan abu sekam padi 0% dari persentase berat campuran merupakan persentase efektif yang menghasilkan kuat tekan batu-bata tertinggi.

2.4.5 Permadi Putra Negara (2013)

Mengemukakan dari hasil penelitian uji kualitas bata merah pejal dari berbagai sentra produksi di Jawa Timur, didapatkan beberapa hasil sebagai berikut :

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bata dari Malang memiliki warna merah bata 100%, bentuk bidang rata 100%, rusuk-rusuk siku 90%, tidak retak-retak 90%, bidang tidak berongga 90%, potongan tidak tajam 90%. Ketepatan ukuran bata dari Malang panjang rata-rata 238 mm, lebar rata-rata 107 mm dan tebal rata-rata 44 mm. Kuat tekan bata dari Malang memiliki kuat tekan rata-rata 17,36 kg/cm². Pengujian kadar garam 22%. kerapatan semu dari Malang sebesar 1,38 gr/cm³. Pengujian penyerapan air sebesar 29,47%.Kecepatan penyerapan air bata sebesar 78,50 gr/dm²/menit
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bata dari Mojokerto memiliki warna cokelat kekuningan 80%, bentuk bidang rata 90%, rusuk-rusuk siku 100%, tidak retak-retak 90%, bidang tidak berongga 60%, potongan tajam 100%. Ketepatan ukuran bata dari Mojokerto panjang rata-rata 193 mm, lebar rata-rata 96 mm dan tebal rata-rata 48 mm. Kuat tekan rata-rata 32,26 kg/cm². Pengujian kadar garam 31%. kerapatan semu sebesar 2,81 gr/cm³. Penyerapan air sebesar sebesar 21,60%, Kecepatan penyerapan air 45,17 gr/dm²/menit.
3. Hasil penelitian bata dari Probolinggo memiliki warna Merah kekuningan 50%, bentuk bidang tidak rata 90%, rusuk-rusuk siku 60%, retak-retak 60%, bidang tidak berongga 80%, potongan tajam 100%. Ketepatan ukuran bata dari Probolinggo panjang rata-rata 236 mm, lebar rata-rata 109 mm dan tebal rata-rata 39 mm. Kuat tekan rata-rata 33,4 kg/cm². Kadar garam 32%. Kerapatan semu 1,45 gr/cm³. Penyerapan air 26,37%. Kecepatan penyerapan air 87 gr/dm²/menit.
4. Hasil penelitian bata dari Tulungagung memiliki warna kuning tua 50%, bentuk bidang rata 80%, rusuk-rusuk siku 60%, tidak retak retak 90%, bidang tidak berongga 60%, potongan tajam 100%. ketepatan ukuran bata dari Tulungagung panjang rata-rata 245 mm, lebar rata-rata 115 mm dan tebal rata-rata 45 mm. kuat tekan rata-rata 17,86 kg/cm².Kadar garam 20%. Kerapatan semu sebesar 1,27 gr/cm³. Penyerapan air 32,70%. Kecepatan penyerapan air 88,83 gr/dm²/menit.

2.5 Hipotesis

Dari berbagai kajian teori dan permasalahan yang telah diuraikan diatas maka pada penelitian yang disajikan hipotesis penelitian sebagai berikut ” Terdapat pengaruh kadar lempung (*clay*) terhadap sifat mekanik batu bata merah, dan kesesuaian fungsi campuran yang digunakan berdasarkan diagram Winkler terhadap sifat mekanik batu bata yang dihasilkan ”.