OPTIMASI SIFAT-SIFAT MEKANIK GENTENG PRESS DENGAN BAHAN ADITIF SILIKA DAN DOLOMIT

skripsi

disajikan sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Fisika

Oleh

Heri Kiswanto

NIM 4250407011

PERPUSTAKAAN
UNNES

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2011

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang ujian skripsi Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Semarang, Agustus 2011

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Agus Yulianto, M.Si	Dr.Sulhadi, M.Si
NIP. 19660705 199003 1 002	NIP. 19710816 199803 1 001

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

"Optimasi Sifat-Sifat Mekanik Genteng Pres dengan Bahan Aditif Silika dan Dolomit"

disusun oleh :

Heri Kiswanto

4250407011

telah dipertahankan di hadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada tanggal 6 September 2011.

Panitia:

Ketua	Sekretaris
Dr. Kasmadi Imam S, M.S. NIP. 19511115 197903 1 001	Dr. Putut Marwoto, M.S. NIP. 19630821 198803 1 004

Penguji

Drs. Hadi Susanto, M. Si.
NIP. 19530803 198003 1 003

Anggota Penguji / Pembimbing Utama	Anggota Penguji / Pembimbing Pendamping
Dr. Agus Yulianto, M.Si NIP.196607051990031 002	Dr.Sulhadi, M.Si NIP. 19710816 199803 1 001

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul: Optimasi Sifat-Sifat Mekanik Genteng Pres dengan Bahan Aditif Silika dan Dolomit bebas plagiat, dan apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Agustus 2011

Penulis,

Heri Kiswanto

NIM 4250407011

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

"Tidaklah suatu perubahan membawa suatu kebaikan tapi untuk menjadi lebih baik diperlukan suatu perubahan"

"Success never comes to the indolence"

"Unused advantage are no advantages"

PERSEMBAHAN

Skripsi ini aku persembahkan untuk

1. Sumber curahan cinta serta kasih sayang yang tulus, Ibu dan Bapakku, terimakasih atas semua bimbingan, doa, dukungan dan kepercayaannya.
2. Kakak dan adikku yang selalu memberi dukungan.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul " Optimasi Sifat-Sifat Mekanik Genteng Pres dengan Bahan Aditif Silika dan Dolomit".

Dalam penulisan skripsi ini banyak bantuan baik moril maupun materiil serta dorongan dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Kasmadi Imam S, M. S. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Putut Marwoto, M.S selaku ketua Jurusan Fisika.
4. Dr. Agus Yulianto, M.Si selaku pembimbing I dan dosen wali yang telah membimbing dengan penuh kesabaran serta meluangkan waktu memberikan masukan, saran dan motivasi selama penyusunan skripsi.
5. Dr. Sulhadi, M.Si selaku pembimbing II yang telah membimbing dengan penuh kesabaran serta meluangkan waktu memberikan masukan, saran dan motivasi selama penyusunan skripsi.
6. Bapak, ibu, kakak dan adikku, yang telah memberi dukungan, semangat, kepercayaan dan kesempatan penulis untuk belajar.
7. Keluarga fisika 2007 "hohooo" yang telah setia memberi semangat dan motivasi penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman Lab. Material Magnetik (Lee-Chan, Gata, mas Boy) yang telah bekerja keras membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian.

PERPUSTAKAAN UNNES

9. Teman-teman Primagama yang tak pernah bosan memberi dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian.
10. Teman-teman Smansev semarang yang selalu menemani penulis dalam menyelesaikan penelitian.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih untuk selalu memberikan bantuan moral dan spiritual.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran membangun sangat penulis harapkan.

Semoga laporan skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Semarang, Agustus 2011
Penulis

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

ABSTRAK

Kiswanto, Heri. 2011. Optimasi Sifat-Sifat Mekanik Genteng Pres dengan Bahan Aditif Silika dan Dolomit. Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
Pembimbing : I. Dr. Agus Yulianto, M.Si; II. Dr.Sulhadi, M.Si

Kata kunci : genteng press, bahan aditif, silika, dolomit

Telah dilakukan pembuatan keramik genteng press dengan silika dan dolomit sebagai bahan aditif, dengan temperatur sintering 700^{0}C yang ditahan selama 2 jam. Penentuan komposisi bahan aditif dihitung berdasarkan persentase massa. Sampel genteng press dibuat dengan dua macam komposisi yang berbeda, 14 sampel dibuat menggunakan aditif silika dengan variasi komposisi maksimum sampai sampel itu retak yaitu dari 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, dan 65%. Sedangkan 15 sampel lainnya dibuat dengan aditif silika dan dolomit dengan variasi komposisi (silika, dolomit) sebagai berikut 5%+5%, 10%+5%, 5%+10%, 10%+10%, 15%+5%, 15%+10%, 20%+5%, 25%+5%, 25%+10%, 30%+5%, dan 30%+10%. Parameter pengujian dan karakterisasi sampel meliputi densitas, porositas, kekerasan Vickers, dan pengamatan mikrografi menggunakan mikroskop optik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keramik yang dihasilkan pada komposisi 75% lempung, 10% silika dan 15% dolomit adalah hasil yang optimum. Pada komposisi tersebut karakteristik yang dihasilkan adalah sebagai berikut: densitas 1,35g/cm^3, porositas 14,68%, kekerasan Vickers 268,04 kgf/mm^2.

PERPUSTAKAAN
UNNES

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
PERSETUJUAN PEMBIMBING ii
PENGESAHAN KELULUSAN iii
PERNYATAAN iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN v
KATA PENGANTAR vi
ABSTRAK viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xiv

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Permasalahan 5
1.3 Tujuan 5
1.4 Manfaat 5
1.5 Sistematika 6

BAB II LANDASAN TEORI
2.1 Keramik 7
2.2 Genteng Pres 8
2.3 Sifat Mekanik Keramik 11
2.4 Zat Aditif 13
2.4.1 Silika 13
2.4.2 Dolomit 15

2.5 Proses Sintering 17
2.6 Bahan Baku Keramik 18
2.6.1 Lempung (*clay*) 18

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

2.6.1 Feldspar 22
2.6.1 Kuarsa 23
2.7 Pengujian dan Karakterisasi 24
2.7.1 Uji Densitas 24
2.7.2 Uji Porositas 25
2.7.3 Uji Kekerasan 25
2.6.4 Pengamatan Mikrografi 26

BAB III METODE PENELITIAN
3.1 Tempat Alur Penelitian 28
3.2 Alat dan Bahan 28
3.3 Variabel Penelitian 28
3.4 Prosedur Penelitian 29
3.5 Pengujian dan Karakterisai 33
3.6 Analisis Data 36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Densitas 38
4.2 Porositas 40
4.3 Pengamatan Mikrografi 42
4.4 Uji Kekerasan Vikcers 47

BAB V PENUTUP
5.1 Kesimpulan 51
5.2 Saran 51

DAFTAR PUSTAKA 52
LAMPIRAN 54

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelompok dan komposisi mineral lempung 20

Tabel 2.2 Komposisi kimia dalam lempung 21

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sketsa bentuk genteng pres 10
Gambar 2.2.a Silika Tetrahedral 18
Gambar 2.2.b Lempeng Silika 18
Gambar 2.3.a Aluminium Oktahedral 19
Gambar 2.3.b Lempeng Gibbsite 19
Gambar 2.4.a Struktur lapisan 1:1..... 21
Gambar 2.4.b Struktur lapisan 2:1 21
Gambar 3.1 Penggilingan bahan (ball mill) 30
Gambar 3.2 Pengukuran komposisi (timbangan digital)..... 30
Gambar 3.3 Tahapan Kompaksi..... 32
Gambar 3.4 Tahapan Sintering..... 33
Gambar 3.5 Pengukuran volume sampel 34
Gambar 3.6 Pengamatan sampel dengan mikroskop optik 35
Gambar 3.7 Uji kekerasan Vickers 36
Gambar 4.1 sampel genteng press (100%)..... 43
Gambar 4.2 sampel genteng press (95% + 5%)..... 43
Gambar 4.3 sampel genteng press (90% + 10%)..... 43
Gambar 4.4 sampel genteng press (85% + 15%)..... 44
Gambar 4.5 sampel genteng press (80% + 20%)..... 44
Gambar 4.6 sampel genteng press (75% + 25%)..... 44
Gambar 4.7 sampel genteng press (70% + 30%)..... 44
Gambar 4.8 sampel genteng press (65% + 35%)..... 44
Gambar 4.9 sampel genteng press (95%+5% +5%)..... 45
Gambar 4.10 sampel genteng press (85%+10% +5%)..... 46
Gambar 4.11 sampel genteng press (85%+5% +10%)..... 46
Gambar 4.12 sampel genteng press (80%+10%+10%)..... 46
Gambar 4.13 sampel genteng press (75%+15%+10%)..... 46
Gambar 4.14 sampel genteng press (70%+20%+10%)..... 47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Data pengukuran densitas 54
Lampiran B. Data pengukuran porositas..... 56
Lampiran C. Data uji kekerasan Vickers 58

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi, saat ini material keramik tidak hanya dikenal sebagai produk keperluan rumah tangga atau barang seni, yang sering kita sebut sebagai keramik konvensioal. Material keramik telah jauh lebih maju, perkembangan teknologi material keramik pada saat ini telah diarahkan kepada spesifikasi kegunaannya dalam berbagai kebutuhan, antara lain kebutuhan rumah tangga, industri mekanik, elektronika, refraktori, *ceramic metal*, *fibre optic*, *silicon*, dan lain sebagainya.

Di Indonesia, perkembangan industri keramik berjalan lambat. Bata merah digunakan sejak jaman Majapahit dan Sriwijaya. Sampai awal abad 20, industri keramik yang dominan di Indonesia adalah industri bata dan genteng, ubin merah, alat-alat sanitair dan pipa tanah. Sedangkan pada bidang keramik halus adalah grabah alat rumah tangga, pot atau vas bunga, isolator listrik tegangan rendah dan bata tahan api, serta bata samot. Untuk keramik teknik, Indonesia masih mengimpor dari negara lain, terutama dari Amerika misalnya untuk isolator listrik tegangan menengah dan tinggi, keramik listrik lainnya serta bata tahan api. Kesulitan yang dihadapi bagi perkembangan keramik halus dan keramik teknik di Indonesia adalah belum adanya industri pengolahan bahan baku dari alam yang dijadikan bahan mentah siap pakai.

Bahan keramik memiliki karakteristik yaitu merupakan gabungan senyawa antara logam dan bukan logam. Senyawa ini mempunyai ikatan ionik dan atau ikatan kovalen. Karena senyawanya memiliki koordinasi atom yang kompleks dari masing-masing komponen, daya tahan terhadap slip umumnya lebih baik, sehingga pada umumnya keramik lebih keras dan kurang ulet dibandingkan logam atau polimer. Biasanya keramik merupakan isolator, sangat stabil pada lingkungan yang ekstrem.

Keramik memiliki keungulan jika dibandingkan dengan bahan padat lainnya seperti logam dan polimer, selain karena titik leburnya yang sangat tinggi, keramik bersifat kuat, keras, dan tahan terhadap korosi (Suripto, 1997). Selain itu, sifat kerapatannya dan juga titik leburnya yang tinggi, membuat keramik merupakan material struktural yang menarik.

Selain memiliki banyak kelebihan seperti yang tersebut di atas, bahan keramik juga mempunyai kelemahan, yaitu ketahanan kejut termal dan mekanik yang rendah sehingga mudah menyebabkan terjadinya keretakan pada permukaannya. Oleh karena itu, bahan keramik sering mendapat perlakuan khusus untuk meningkatkan sifat-sifat dan performansinya (Suasmoro, 2000).

Lempung merupakan salah satu dari ketiga bahan baku pembuatan keramik selain feldspar dan pasi kwarsa. Kombinasi bahan-bahan pembangun badan keramik sangat menentukan karakteristik badan keramik yang dihasilkan, karena masing-masing bahan pembangun tersebut mempunyai sifat fisika dan kimia yang spesifik. Sifat penting produk keramik bergantung pada karakter

kimia, fisika, dan mineralogi dari semua bahan baku, seperti komposisi kimia, ukuran partikel, impuriti dan lain-lain (Kasmayadi dan Murwani, 2007).

Sejak tahun 1984 telah dikembangkan berbagai jenis produk keramik baru sesuai dengan perkembangan kebutuhan akan bahan yang tahan suhu yang lebih tinggi, tekanan yang lebih besar serta sifat-sifat mekanik yang lebih baik (Austin, 1996). Seperti halnya dalam proses industri keramik maju, karakteristik lempung sebagai bahan keramik konvensional atau gerabah dapat ditingkatkan dengan menambahkan bahan aditif tertentu kedalamnya (Susetyaningsih, 2008), misalnya pasir silika dan dolomit.

Salah satu contoh pemanfaatan produk keramik konvensional adalah sebagai genteng press. Selain karena bahan bakunya yang melimpah, proses pembuatannya yang tidak rumit, dan produknya yang masih banyak dibutuhkan sehingga pangsa pasarnya bagus, membuat industri genteng press menjadi salah satu industri yang sangat berpotensi untuk dikembangkan.

Industri genteng press menghasilkan produksi genteng yang bermanfaat dalam kehidupan manusia yaitu sebagai penutup atap rumah. Genteng press adalah suatu bagian dari strukrtur bahan bangunan yang berfungsi sebagai penutup atap, terbuat dari campuran antara tanah liat dan bahan-bahan campuran lainnya seperti padas dan pasir ladu, yang dilumatkan dengan air sehingga terbentuk suatu adonan yang homogen, selanjutnya digiling untuk melumatkan partikel-partikelnya sehingga mudah dicetak sesuai dengan bentuk yang dikehendaki kemudian dikeringkan lalu dibakar hingga matang dan keras (Nugroho, 1996).

Genteng press yang mempunyai kualitas baik adalah genteng press yang memiliki kekerasan tinggi, akan tetapi porositas dan densitasnya rendah. Dengan kekerasan yang tinggi, maka genteng press tersebut tidak akan mudah pecah, dan dengan porositas yang rendah maka genteng press tersebut tidak banyak menyerap air pada saat terkena hujan sehingga lebih awet dan tidak mudah ditumbuhi lumut. Dengan densitas yang rendah maka genteng press tersebut cenderung lebih ringan sehingga tidak memberi beban yang besar terhadap penyangga atap. Densitas yang dimaksud dalam penelitian ini adalah densitas genteng press berikut pori-pori yang ada pada permukaannya.

Kekerasan genteng press akan berpengaruh pada berat jenis dan tingkat kemampuan dalam menahan perembasan air, demikian pula pemilihan bahan baku dan proses pembakaran yang digunakan juga sangat berpengaruh pada tingkat kekerasan dari genteng tersebut. Pemilihan bahan baku dengan komposisi yang tepat akan menghasilkan produk genteng press yang baik, semakin matang proses pembakaran juga akan menghasilkan produk genteng press yang lebih baik, lebih keras dan kuat sehingga tidak mudah pecah ketika terkena air dalam waktu yang lama (Ismoyo, 1996).

Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul Optimasi Sifat-Sifat Mekanik Genteng Press dengan Bahan Aditif Silika dan Dolomit.

1.2 Permasalahan

Dari uraian latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan dikaji adalah sebagai berikut:

(1) Bagaimana karakteristik genteng press yang ada di pasaran.

(2) Bagaimana meningkatkan sifat mekanik dari genteng press (dalam hal ini ditinjau dari tingkat kekerasannya).

(3) Bagaimana pengaruh bahan aditif silika dan dolomit terhadap sifat-sifat mekanik genteng press.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

(1) Untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik dari genteng press.

(2) Untuk mengetahui pengaruh bahan aditif silika dan dolomit terhadap sifat-sifat mekanik genteng press.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini, diharapkan akan memberikan beberapa manfaat, diantaranya:

(1) Mengetahui pengaruh bahan aditif silika dan dolomit terhadap sifat-sifat mekanik genteng press.

(2) Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan produk genteng press yang berkualitas, mempunyai daya saing di pasaran sehingga dapat membuka peluang usaha baru.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini terdiri atas 5 bab. Skripsi ini diawali dengan halaman judul, abstrak, halaman pengesahan, halaman motto, halaman persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar dan daftar tabel. Bab I berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan skripsi. Bab II menguraikan tinjauan pustaka yang merupakan landasan teoritis dalam penelitian. Bab III membahas metode penelitian yang dilakukan dalam palaksanaan eksperimen. Bab IV memaparkan hasil penelitian, analisis data dan pembahasan hasil penelitian. Bab V berisi simpulan hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian lebih lanjut. Bagian akhir skripsi berisi daftar pustaka bahan kajian pustaka dan lampiran hasil-hasil penelitian.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keramik

Kata keramik berasal dari bahasa Yunani *keramos* yang artinya suatu bentuk dari tanah liat yang telah mengalami proses pembakaran. Kamus dan ensiklopedia tahun 1950 mendefinisikan keramik sebagai suatu hasil karya seni dan teknologi yang menghasilkan barang dari tanah liat yang dibakar seperti genteng, gerabah, porselin dan lainnya.

Menurut Sembiring (1990) keramik mencakup semua bahan bukan logam dan anorganik yang berbentuk padat yang merupakan ampuran logam dan bukan logam yang terikat secara ionik dan atau kovalen. Sedangkan menurut Dirjen Industri Agro Kimia (2009) keramik adalah berbagai produk industri kimia yang dihasilkan dari pengolahan tambang seperti lempung, feldspar, pasir silika dan kaolin melalui tahapan pembakaran dengan suhu tinggi.

Umumnya keramik memiliki sifat-sifat yang baik seperti tidak korosif, ringan, keras, dan stabil pada suhu tinggi (Kurniasari, 2008). Akan tetapi ada beberapa kelemahan pada kebanyakan jenis keramik yaitu sifatnya rapuh (*britle*), getas dan mudah patah seperti halnya pada jenis keramik konvensional seperti porselen, gerabah, gelas, dsb (Surdia, 1984).

Bahan baku keramik yang sering dipakai adalah feldspar, clay, kuarsa, kaolin, dan air. Sifat keramik sangat ditentukan oleh struktur kristal, komposisi kimia dan mineral bawaannya. Keramik mempunyai sifat rapuh, kuat dan kaku, dan secara umum mempunyai kekuatan tekan lebih baik dibanding kekuatan tariknya.

Secara prinsip keramik terbagi atas keramik tradisional dan keramik halus. Keramik tradisional dibuat dengan menggunakan bahan alam seperti kuarsa, kaolin dan lain-lain. Yang termasuk keramik tradisional adalah barang pecah (*dinnerware*), keperluan rumah tangga (*tile, bricks*), dan untuk industry (*refractory*).

Keramik halus atau fine ceramics (keramik modern atau biasa disebut keramik teknik, *advanced ceramic, engineering ceramic, technical ceramic*) adalah keramik yang dibuat dengan menggunakan oksida-oksida logam atau logam, seperti oksida logam (Al_2O_3, ZrO_2, MgO, dsb). Penggunaannya sebagai elemen pemanas, semikonduktor, komponen turbin, dan pada bidang medis.

2.2 Genteng Press

Genteng press merupakan salah satu jenis produk keramik konvensional. Proses pembuatan genteng press melalui tahap-tahap sederhana yang dimulai dengan penggalian bahan baku tanah liat. Tanah liat tersebut kemudian dicampur dengan air sambil diaduk-aduk supaya air bisa meresap dan selanjutnya tanah liat didiamkan selama kurang lebih satu malam. Penggilingan dapat dilakukan lebih dari dua kali untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Tanah liat yang sudah dicampur air tersebut kemudian dicetak, untuk selanjutnya dilakukan pembakaran

agar memperoleh hasil genteng press yang keras dan kuat. Proses pencetakan sesuai dengan jenis genteng yang diinginkan, terdapat berbagai bentuk genteng seperti garuda, kodok, mantili, flam, good year, dan turbo (Nugroho, 2006).

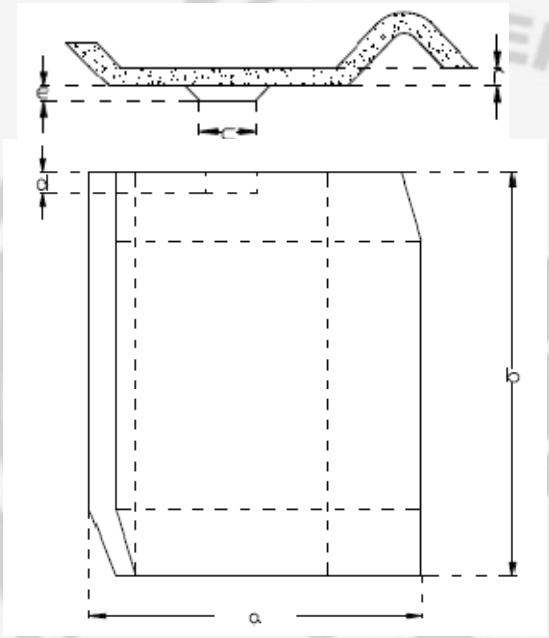
Genteng press adalah suatu bagian dari strukrtur bahan bangunan yang berfungsi sebagai penutup atap, terbuat dari campuran antara tanah liat dan bahanbahan campuran lainnya seperti padas dan pasir ladu, yang dilumatkan dengan air sehingga terbentuk suatu adonan yang homogen, selanjutnya digiling untuk melumatkan partikel-partikelnya sehingga mudah dicetak sesuai dengan bentuk yang dikehendaki kemudian dikeringkan lalu dibakar hingga matang dan keras (Nugroho, 1996).

Kekerasan genteng press akan berpengaruh pada berat jenis dan tingkat kemampuan dalam menahan perembasan air, demikian pula pemilihan bahan baku dan proses pembakaran yang digunakan juga sangat berpengaruh pada tingkat kekerasan dari genteng tersebut. Pemilihan bahan baku dengan komposisi yang tepat akan menghasilkan produk genteng press yang baik, semakin matang proses pembakaran juga akan menghasilkan produk genteng press yang lebih baik, lebih keras dan kuat sehingga tidak mudah pecah ketika terkena air dalam waktu yang lama (Ismoyo, 1996).

PERPUSTAKAAN UNNES

Genteng Pres adalah bahan penutup atap yang dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lain, dibakar sampai temperatur tinggi sehingga menjadi keras dan tidak hancur bila direndam dalam air (Nugroho, 1996). Dari beberapa pengertian diatas maka dapat disimpulkan bahwa genteng pres adalah unsur bangunan yang dibuat untuk penutup atap, terbuat dari campuran yang merata

antara tanah liat dan air, dengan atau tanpa bahan campuran lain, yang dibentuk sedemikian rupa dalam ukuran tertentu dan dibakar dengan temperatur tinggi sehingga tidak hancur bila direndam dalam air. Semakin padat proses pembuatannya berpengaruh pada berat jenisnya dan semakin kuat menahan perembesan air. Proses pembakaran yang sempurna sangat berpengaruh terhadap kualitas genteng tersebut. Adapun sketsa bentuk dan ukuran dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Keterangan :
a = 22,15 cm
b = 29,95 cm
c = 3,2 cm
d = 1,5 cm
e = 0,9 cm
f = 1,3 cm

Gambar 2.1 Sketsa bentuk genteng press

Menurut Peraturan Genteng Keramik Indonesia (N.I-19. 1978) pengertian genteng press adalah suatu unsur bangunan yang berfungsi sebagai pentutup atap dan yang dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa dicampur dengan bahan tambahan, dibakar dalam suhu yang cukup tinggi, sehingga tidak dapat hancur apabila direndam dalam air.

Dalam peraturan tersebut genteng dapat dikatakan baik apabila tidak hancur jika direndam dalam air, hal ini dipengaruhi oleh bahan dasar yang dipergunakan untuk membuat genteng dan proses pembuatan atau pengerjaannya. Sedangkan menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBBI. 1982) menyebutkan mengenai definisi genteng pres yaitu suatu unsur bangunan yang berfungsi sebagai penutup atap dan dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lainnya, dibakar sampai suhu yang cukup tinggi, sehingga tidak hancur apabila direndam dalam air.

2.3 Sifat Mekanik Keramik

Bahan keramik terkecuali beberapa jenis bahan seperti lempung, mempunyai kekuatan geser yang tinggi, sehingga menjadikan keramik tidak ulet. Hal ini menyebabkan kekerasan dan kekuatan tekan yang tinggi, tetapi kepekaan terhadap takik dan kekuatan patahnya rendah.

Berbagai jenis keramik termasuk genteng press, semen, bata untuk bangunan, bata tahan api dengan gelas telah dipergunakan sejak lama sebagai bahan konstruksi bangunan. Bidang penggunaan baru bagi keramik sebagai bahan konstruksi telah dikembangkan, sebagaimana telah terlihat dalam studi yang luas mengenai karbida silikon (SiC) dan nitrida silikon (Si_3N_4) sebagai bahan untuk turbin dan motor yang sangat efisien. Pada umumnya keramik memiliki sifat-sifat yang baik yaitu keras, kuat dan stabil pada temperatur tinggi. Tetapi keramik bersifat getas dan mudah patah seperti halnya pada porselen, keramik cina ataupun gelas.

Salah satu ciri khas bahan keramik adalah kekerasannya yang tinggi. Kekerasan adalah ukuran tahanan bahan terhadap deformasi plastis pada permukaan bahan. Walaupun beberapa permasalahan dalam pembuatan dan sifat getas masih belum dapat dipecahkan, keramik memiliki ketahanan termal dan kestabilan kimia, dan mempunyai kemungkinan penggunaan pada temperatur tinggi sebagai bahan teknik yang baru, yang tidak dapat dilaksanakan oleh bahan logam.

Penurunan yang cepat dari kekuatan dan deformasi plastis sering juga ditemukan dalam bahan keramik pada temperatur melebihi 1000°C. Gejala deformasi plastis yang meningkat menurut waktu pada tegangan tetap pada temperatur tinggi ini disebut *creep* (melar). Melar adalah suatu gejala yang rumit yang melibatkan pergeseran pada batas butir, dislokasi dalam kristal, difusi dari pori dan lainnya.

Kebanyakan tanah di alam berada dalam kondisi plastis. Kadar air yang terkandung dalam tanah berbeda-beda pada setiap kondisi tersebut, bergantung pada interaksi antara partikel mineral lempung. Bila kandungan air berkurang maka ketebalan lapisan kation akan berkurang pula yang mengakibatkan bertambahnya gaya-gaya tarik antara partikel-partikel.

Untuk suatu tanah yang berada dalam kondisi plastis, besarnya gaya-gaya antar partikel harus sedemikian rupa sehingga partikel-partikel tidak mengalami pergeseran satu dengan lainnya yang ditahan oleh kohesi dari masing-masing partikel. Perubahan kadar air disamping menyebabkan perubahan volume tanah, juga mempengaruhi kekuatan tanah yang berbeda-beda pada setiap kondisi

tanahnya. Pada kondisi cair, tanah memiliki kekuatan yang sangat rendah dan terjadi deformasi yang sangat besar. Sebaliknya, kekuatan tanah menjadi sangat besar dan mengalami deformasi yang sangat kecil dalam kondisi padat (Muntohar 2007).

2.4 Zat Aditif

Zat aditif (zat imbuh) keramik adalah material yang ditambahkan untuk beberapa alasan pada saat proses pembentukan keramik. Salah satu contoh zat aditif pada pembuatan keramik adalah silika dan dolomit.

2.4.1 Silika

Silika atau dikenal dengan silikon dioksida (SiO_2) merupakan senyawa yang banyak ditemui dalam bahan galian yang disebut pasir kuarsa, terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama seperti kuarsa dan feldsfar. Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2, Al_2O_3, CaO, Fe_2O_3, TiO_2, CaO, MgO, dan K_2O, berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya.

Silika biasa diperoleh melalui proses penambangan yang dimulai dari menambang pasir kuarsa sebagai bahan baku. Pasir kuarsa tersebut kemudian dilakukan proses pencucian untuk membuang pengotor yang kemudian dipisahkan dan dikeringkan kembali sehingga diperoleh pasir dengan kadar silika yang lebih besar bergantung dengan keadaan kuarsa dari tempat penambangan. Pasir inilah yang kemudian dikenal dengan pasir silika atau silika dengan kadar tertentu.

Silika biasanya dimanfaatkan untuk berbagai keperluan dengan berbagai ukuran tergantung aplikasi yang dibutuhkan seperti dalam industri ban, karet, gelas, semen, beton, keramik, tekstil, kertas, kosmetik, elektronik, cat, film, pasta gigi, dan lain-lain. Untuk proses penghalusan atau memperkecil ukuran dari pasir silika umumnya digunakan metode *milling* dengan *ball mill* untuk menghancurkan ukuran pasir silika yang besar-besar menjadi ukuran yang lebih kecil dan halus, silika dengan ukuran yang halus inilah yang biasanya bayak digunakan dalam industri.

Saat ini dengan perkembangan teknologi mulai banyak aplikasi penggunaan silika pada industri semakin meningkat terutama dalam penggunaan silika pada ukuran partikel yang kecil sampai skala mikron atau bahkan nanosilika. Kondisi ukuran partikel bahan baku yang diperkecil membuat produk memiliki sifat yang berbeda yang dapat meningkatkan kualitas. Sebagai salah satu contoh silika dengan ukuran mikron banyak diaplikasikan dalam material *building*, yaitu sebagai bahan campuran pada beton.

Rongga yang kosong di antara partikel semen akan diisi oleh mikrosilika sehingga berfungsi sebagai bahan penguat beton (*mechanical property*) dan meningkatkan daya tahan (*durability*). Selama ini kebutuhan mikrosilika dalam negeri dipenuhi oleh produk impor. Ukuran lainnya yang lebih kecil adalah nanosilika banyak digunakan pada aplikasi di industri ban, karet, cat, kosmetik, elektronik, dan keramik. Sebagai salah satu contoh adalah pada produk ban dan karet secara umum. Manfaat dari penambahan nanosilika pada ban akan membuat ban memiiki daya lekat yang lebih baik terlebih pada jalan salju, mereduksi

kebisingan yang ditimbulkan dan usia ban lebih pajang daripada produk ban tanpa penambahan nanosilika.

Untuk memperoleh ukuran silika sampai pada ukuran nano/ mikrosilika perlu perlakuan khusus pada prosesnya. Untuk mikrosilika biasanya dapat diperoleh dengan metode *special milling*, yaitu metode milling biasa yang sudah dimodifikasi khusus sehingga kemampuan untuk menghancurkannya jauh lebih efektif, dengan metode ini bahkan dimungkinkan juga memperoleh silika sampai pada skala nano. Sedangkan untuk nanosilika bisa diperoleh dengan metode-metode tertentu yang sekarang telah banyak diteliti diantaranya adalah *sol-gel process, gas phase process, chemical precipitation, emulsion techniques,*dll.

Sebagai tambahan adalah bahwa utilisasi kapasitas produksi industri silika lokal belum maksimal, baru 50% dari kapasitas maksimal yang ada. Hal ini disebabkan karena produk silika lokal yang dihasilkan belum memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan oleh pasar yaitu silika dengan ukuran sub mikron, sementara hasil produksi silika lokal berukuran $\geq$ 30 μm. Dengan cadangan bahan baku silika yang melimpah dan potensi pasar yang masih terbuka lebar maka perlu dicarikan solusi agar sumber daya yang ada dapat dimanfaatkan secara optimal bagi perkembangan industri.

PERPUSTAKAAN UNNES

2.4.2 Dolomit

Dolomit termasuk rumpun mineral karbonat, mineral dolomit murni secara teoritis mengandung 45,6% $MgCO_3$ atau 21,9% MgO dan 54,3% $CaCO_3$ atau 30,4% CaO. Rumus kimia mineral dolomit dapat ditulis meliputi $CaCO_3(MgCO_3)$, $CaMg(CO_3)_2$ atau $CaxMg1\text{-}xCO_3$, dengan nilai x lebih kecil dari satu. Dolomit di

alam jarang yang murni, karena umumnya mineral ini selalu terdapat bersama-sama dengan batu gamping, kuarsa, rijang, pirit dan lempung. Tapi perlu diketahui juga bahawa mineral dolomit juga mengandung bahan pengotor, terutama ion besi.

Dolomit berwarna putih keabu-abuan atau kebiru-biruan dengan kekerasan lebih lunak dari batugamping, yaitu berkisar antara 3.50 – 4.00, bersifat pejal, berat jenis antara 2.80 – 2.90, berbutir halus hingga kasar dan mempunyai sifat mudah menyerap air serta mudah dihancurkan. Klasifikasi dolomit dalam perdagangan mineral industri didasarkan atas kandungan unsur magnesium, Mg (Magnesium) dan unsur Ca (Kalsium). Kandungan unsur magnesium ini menentukan nama dolomit tersebut. Misalnya, batugamping mengandung ± 10% $MgCO_3$ disebut batugamping dolomitan, sedangkan bila mengandung 19% $MgCO_3$ disebut dolomit.

Penggunaan dolomit dalam industri tidak seluas penggunaan batugamping dan magnesit. Kadang-kadang penggunaan dolomit ini sejalan atau sama dengan penggunaan batugamping atau magnesit untuk suatu industri tertentu. Akan tetapi, biasanya dolomit lebih disukai karena banyak terdapat di alam. Madiapoera (1990) menyatakan bahwa penyebaran dolomit yang cukup besar terdapat di Propinsi Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur dan Madura dan Papua. Di beberapa daerah sebenarnya terdapat juga potensi dolomit, namun jumlahnya relatif jauh lebih kecil dan hanya berupa lensa-lensa pada endapan batugamping.

2.4 Proses Sintering

Sintering adalah proses pemadatan dari sekumpulan serbuk pada temperatur tinggi, mendekati titik leburnya, sehingga terjadi perubahan struktur mikro seperti pengurangan jumlah dan ukuran pori, pertumbuhan butir (*grain growth*), peningkatan densitas, dan penyusutan volume. Sintering merupakan tahapan pembuatan keramik yang sangat penting dan menentukan sifat-sifat keramik yang dihasilkan.

Pada keramik yang sedang dibentuk atau dicetak, masih dalam kondisi yang rapuh, keadaan yang demikian disebut *green body*. Butiran-butiran *green body* masih belum saling mengikat satu dengan yang lainnya baik secara kimia maupun fisika, sehingga butiran tersebut mudah terlepas antara satu dengan yang lainnya. Supaya terjadi ikatan yang kuat perlu dilakukan suatu proses pembakaran pada suhu tertentu tergantung dari jenis materialnya. Sehingga setelah proses pembakaran butiran-butiran tersebut akan saling menyatu dan mengikat dengan kuat baik secara kimia maupun fisika.

Faktor yang menentukan proses dan mekanisme sintering antara lain: jenis bahan, komposisi, bahan pengotor dan ukuran partikel. Proses sintering dapat berlangsung apabila adanya transfer materi diantara butiran (proses difus) dan adanya sumber energi yang dapat mengaktifkan transfer materi yang berguna dalam menggerakkan butiran hingga terjadi kontak dan ikatan yang sempurna. Proses difus tersebut akan memberikan efek terhadap perubahan sifat fisis bahan setelah sintering, diantaranya densitas, porositas, serta penyusutan dan pembesaran butiran.

2.6 Bahan Baku Keramik

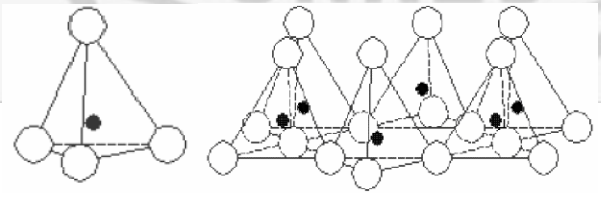
Bahan keramik adalah bahan utama dalam pembuatan keramik dan bahan utamanya biasa disebut dengan bahan baku keramik. Berikut merupakan penjelasan secara lebih rinci beberapa bahan-bahan tersebut.

2.6.1 Lempung (*clay*)

Lempung adalah mineral-mineral hasil pembentukan baru atau hasil pelapukan mineral primer yang terjadi selama proses pembentukan tanah yang komposisi maupun strukturnya sudah berbeda dengan mineral yang terlapuk. Jenis mineral ini berukuran halus dan termasuk tanah berbutir halus karena ukurannya yang sangat kecil, sehingga untuk identifikasinya digunakan alat XRD (Badan Litbang Pertanian, 2005).

Mineral lempung mempunyai pengaturan ion yang teratur tiga dimensi, dan juga termasuk butiran yang mempunyai susunan atom yang tidak teratur atau amorf (Sjarif, 1991 dan Sastiono, 1997 dalam Sirappa dan Sastiono, 2002). Lempung merupakan mineral sekunder dan termasuk golongan aluminium filosilikat terhidrasi (Barroroh, 2007). Struktur atomik mineral lempung terdiri dari dua unit struktural, yaitu (Das, 1998):

a. Silika tetrahedral, yang terdiri dari empat atom oksigen mengelilingi satu atom silikon. Kombinasi ini membentuk lempeng silika (*silica sheet*).



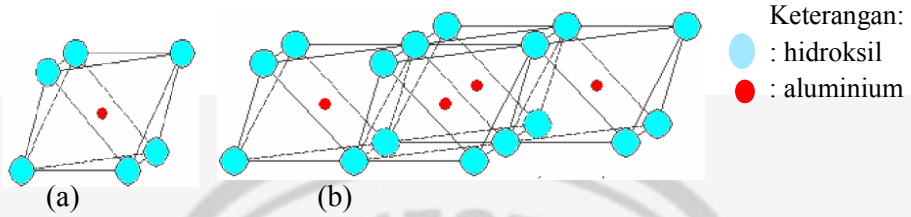
(a) (b)

Keterangan:
○ : oksigen
● : silikon

Gambar 2.2 (a) Silika Tetrahedral dan (b) Lempeng Silika (Das, 1998)

PERPUSTAKAAN UNNES

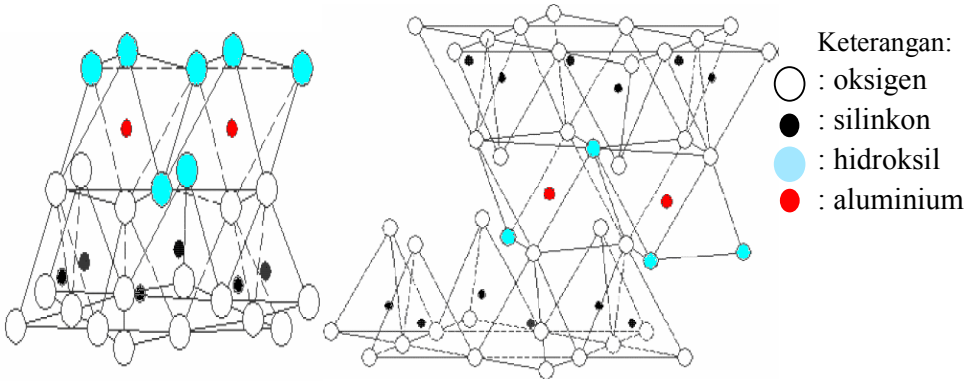
b. Aluminium oktahedral, yang terdiri dari enam gugus hidroksil yang mengelilingi sebuah atom aluminium. Kombinasi ini membentuk lempeng gibbsite (*gibbsite sheet*), atau dapat juga disebut lempeng brucite (*brucite sheet*) bila atom Al digantikan oleh Mg.



Gambar 2.3 (a) Aluminium Oktahedral dan (b) Lempeng Gibbsite (Das, 1998)

Jaringan oktahedral memiliki dua struktur, yaitu dioktahedral dan trioktahedral. Struktur dioktahedral memiliki dua kation oktahedral per unit sel karena Al^{3+} lebih dominan dan hanya menempati 2/3 kisi oktahedral sedangkan struktur trioktahedral memiliki 3 kation oktahedral tiap setengah unit sel (Abdulloh, 2004).

Pada umumnya skema struktural mineral lempung dihasilkan oleh kombinasi lempeng unit tetrahedral dan unit oktahedral. Dua pertiga hidroksil pada salah satu bidang pada lapisan oktahedral diganti oleh oksigen apikal dari lapisan tetrahedral. Ion-ion OH^- pada pusat heksagonal dibentuk oleh oksigen dari lapisan tetrahedral. Kombinasi satu lapisan oktahedral dan satu lapisan tetrahedral dengan cara ini menghasilkan struktur lapisan 1:1. Tetapi bila dua lapisan silica ditambahkan dengan menempatkan lagi hidroksil berlawanan dengan kation oktahedral akan menghasilkan jenis struktural 2:1 (Prasetyo dan Avisena, 2007).



(a) (b)

Gambar 2.4 (a) Struktur Lapisan 1:1 dan (b) Struktur Lapisan 2:1 (Das, 1998)

Berdasarkan komposisinya mineral lempung dibedakan menjadi beberapa kelompok komposisi mineral lempung seperti ditampilkan pada tabel 2.1, sedangkan komposisi kimia yang terdapat dalam lempung menurut metode NLCE (*National Laboratory for Civil Engineering*) terlihat pada tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.1 Kelompok dan komposisi mineral lempung

Kelompok	**Struktur Lapisan**	**Komposisi**
Kaolinite	1:1 dioktahedral	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$
Serpentine	1:1 trioktahedral	$Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$
Montmorillonite atau *smectite*	2:1 dioktahedral atau trioktahedral	$(Na,Ca)_{0,3}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2.nH_2O$
Pyrohyllite	2:1 dioktahedral	$Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$
Talk	2:1 trioktahedral	$(Mg,Fe)_3SiO_{10}(OH)_2$
Chlorite	2:2 trioktahedral	$(Mg,Fe,Al)_6(Si,Al)_4O_{10}(OH)_8$
Mika	2:1 dioktahedral atau trioktahedral	$KAl_2(AlSi_3)O_{10}(OH)_2$

Sumber : Abdulloh (2004)

Tabel 2.2 Komposisi Kimia dalam Lempung

S e n y a w a	**J u m l a h (5%)**
Silika (SiO_2)	61,43
Alumina (Al_2O_3)	18,99
Besi Oksida (Fe_2O_3)	1,22
Kalsium Oksida (CaO)	0,84
Magnesium Oksida (MgO)	0,91
Sulfur Trioksida (SO_3)	0,01
Potassium Oksida (K_2O)	3,21
Sodium Oksida (Na_2O)	0,15
H_2O (hilang pada 105^{0}C)	0,6
H_2O (hilang > 105^{0}C 12)	12,65

Sumber: Kurniasari (2008)

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering bersifat sangat keras dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan.

Permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1987). Sifat yang khas dari tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air. Hadi (2005) membagi mineral lempung (aluminium silikat anhidrat) untuk pembuatan keramik menjadi tiga kelompok, yaitu:

a. *Kaolinit* yang digunakan untuk memproduksi keramik putih, misalnya cangkir, pingan, piring, dan alat-alat laboratorium. Kaolin berwarna putih susu jika

mengandungi banyak komponen aluminium serta sifat keplastisannya rendah (Hamzah dkk, 2010).

b. *Illit* yang dipakai sebagai bahan dasar keramik untuk bangunan (batubata, genteng) dengan sifatnya memiliki plastisitas sedang.

c. *Montmorilonit* yang merupakan lempung dengan plastisitas tinggi.

2.6.2 Feldspar

Feldspar merupakan jenis batuan yang tidak terlalu keras, tersusun dari mineral alumina silikat. Ada dua jenis yaitu fledspar kalium (mengandung K_2O) disebut *orthoclase feldspar* dan felspar natrium (mengandung Na_2O) disebut *plagioclase feldspar*. Feldspar di industri keramik dipakai sebagai sebagai bahan pelebur (merendahkan suhu leleh), glasir, gelas atau kaca.

Sebagai mineral silikat pembentuk batuan, feldspar mempunyai kerangka struktur tektosilikat yang menunjukkan empat atom oksigen dalam struktur tetraheral SiO_2 yang dipakai juga oleh struktur tetraheral lainnya. Kondisi ini menghasilkan kisi-kisi kristal seimbang terutama bila ada kation lain yang masuk ke dalam struktur tersebut seperti penggantian silikon oleh aluminium.

Keberadaan feldspar dalam kerak bumi cukup melimpah. Walaupun demikian untuk keperluan komersial dibutuhkan feldspar yang memiliki kandungan K_2O dan Na_2O lebih dari 10%. Selain itu material pengotor oksida besi, kuarsa, oksida titanium dan pengotor lain yang berasosiasi dengan feldspar diusahakan sesedikit mungkin. Feldspar dari alam setelah diolah dapat dimanfaatkan untuk batu gurinda dan feldspar olahan untuk keperluan industri tertentu. Mineral ikutannya dapat dimanfaatkan untuk keperluan industri lain

sesuai spesifikasi yang ditentukan. Industri keramik halus dan kaca/gelas merupakan dua industri yang paling banyak mengkonsumsi feldspar olahan, terutama yang memiliki kandungan K_2O tinggi dan CaO rendah.

Selama proses pembakaran pada keramik, struktur kristal dari kaolin atau *clay* (bahan dasar keramik) akan berubah, air yang dikandungnya akan hilang. Selama pembakaran juga akan terjadi lubang-lubang kecil. Untuk menutupi lubang-lubang tersebut digunakan bahan yang disebut *feldspar*. *Feldspar* selama pembakaran akan meleleh sehingga mengisi lubang-lubang kecil tersebut, sekaligus berfungsi juga sebagai bahan penguat.

2.6.3 Kuarsa

Pasir kuarsa adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan feldspar. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang terendapkan di tepi-tepi sungai, danau atau laut.

Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, TiO_2, CaO, MgO, dan K_2O, berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis 2.65, titik lebur 1715^{0}C, bentuk kristal hexagonal, panas sfesifik 0.185, dan konduktivitas panas 12^{0}C – 1000^{0}C.

Dalam kegiatan industri, penggunaan pasir kuarsa sudah berkembang meluas, baik langsung sebagai bahan baku utama maupun bahan ikutan. Sebagai

bahan baku utama, misalnya digunakan dalam industri gelas kaca, semen, tegel, mosaik keramik, bahan baku ferro silikon, silikon carbide bahan abrasit (ampelas dan sand blasting). Sedangkan sebagai bahan ikutan, misal dalam industri cor, industri perminyakan dan pertambangan, bata tahan api (*refraktori*), dan lain sebagainya. Berbentuk batuan keras atau pasir. Pemakaian dalam industri keramik yaitu :

- Campuran dalam pembuatan keramik putih dan keramik halus.
- Campuran pembuatan glasir dan email.
- Bahan dasar pembuatan gelas atau kaca.
- Bahan dasar pembuatan batu tahan api jenis silika.

Batu pasir kuarsa yang berkadar kuarsa tinggi dapat dipakai sebagai bata silika alam untuk bata tahan api. Saat ini dengan perkembangan teknologi mulai banyak aplikasi penggunaan kuarsa pada industri semakin meningkat terutama pada ukuran partikel yang kecil sampai skala mikron atau bahkan nano. Kondisi ukuran partikel bahan baku yang diperkecil membuat produk memiliki sifat yang berbeda yang dapat meningkatkan kualitas.

2.7 Pengujian dan Karakterisasi

2.7.1 Uji Densitas

Densitas merupakan suatu ukuran massa per unit volume dan dinyatakan dalam gram per centimeter kubik (g/cm^3). Pengukuran densitas yang dilakukan adalah jenis densitas ruah (*bulk density*) berdasarkan meode Archimedes dimana perbedaan berat di udara dibandingkan dengan beratnya di dalam air. Persamaan untuk menghitung densitas ruah diberikan pada persamaan 2.1.

$$\rho = \frac{m}{v} \tag{2.1}$$

dengan ρ merupakan densitas (g/cm^3), m merupakan massa sampel keramik (g), v adalah volume (cm^3)

2.7.2 Uji Porositas

Porositas didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah volume pori-pori (volume ruang kosong) pada zat padat dengan jumlah volume total zat padat. Adanya volume yang disebut pori menjelaskan bahwa di dalam keramik terjadi perubahan bentuk (Antonius, 1992). Perhitungan porositas dihitung dari volume pori dibagi dengan volume total.

Akan tetapi pada praktiknya persamaan di atas sulit untuk digunakan karena tidak mudah untuk mengukur volume kosong pada zat padat, oleh karena itu pengukuran porositas dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$\text{Porositas} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} \tag{2.2}$$

Keterangan

ρ_1 : massa senis sampel kering (g)

ρ_2 : massa senis sampel basah (g)

2.6.3 Uji Kekerasan

Pengukuran kekerasan dilakukan dengan metode *Vickers Hardness Tester*. Sebelum pengukuran dilakukan preparasi awal yaitu dengan pengampelasan untuk memperoleh bagian permukaan yang rata (atas dan bawah). Lalu setiap sampel ditekan dengan penumbuk (indentor) intan berbentuk piramid pada tiga tempat yang berbeda. Dari hasil pengukuran, diperoleh nilai diameter indentor tersebut,

nilai diameter inilah yang nantinya akan digunakan untuk menghitung nilai kekerasannya.

$$Hv = 1,854 \frac{P}{d^2} \quad (2.4)$$

Keterangan

Hv : kekerasan Vickers (kg/mm^2),

p : beban penumbuk atau indentor (kgf)

d : jejak diameter (mm^2).

2.6.4 Pengamatan Mikrografi

Untuk mempelajari mekanisme proses sintering atau proses densifikasi yang terjadi pada keramik, dapat dilihat dari perubahan struktur mikronya. Struktur mikro dapat kita amati dengan menggunakan mikroskop optik. Mikroskop optik adalah alat yang digunakan untuk melihat benda mikro dengan menggunakan lensa optik. Mikroskop ini memiliki kemampuan terbatas dalam memperbesar ukuran obyek, disebabkan oleh limit difraksi cahaya yang ditentukan oleh panjang gelombang cahaya. Secara teoritis, panjang gelombang cahaya ini hanya sampai sekitar 200 nm (Nuryadi, 2008).

West (1984) menyatakan, terdapat dua tipe mikroskop optik, yaitu transmisi dan refleksi. Mikroskop polarisasi merupakan tipe transmisi yang banyak digunakan oleh para ahli geologi dan mineralogi untuk analisis kimia padatan. Sampel dibentuk menjadi serbuk halus dengan ukuran 10-100 μm atau 32 lapis tipis. Jenis kedua adalah mikroskop metalurgi atau cahaya refleksi, yang digunakan untuk mengetahui permukaan material khususnya yang bersifat tembus cahaya (West, 1984).

Mikroskop cahaya refleksi hampir sama dengan mikrokop cahaya transmisi, namun sumber dan lensa obyektif berada pada sisi yang sama dengan sampel. Mikroskop ini digunakan untuk analisis material padatan seperti logam, mineral dan keramik (West, 1984). Adapun informasi yang diperoleh dari analisis dengan mikroskop optic polarisasi adalah sifat sampel isotropik maupun anisotropik, kemurnian, fase, dan cacat kristal, sedangkan data dari mikroskop optik cahaya refleksi adalah tekstur permukaan padatan, fase, serta jumlah, ukuran dan distribusi partikel (West, 1984).

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Alur Penelitian

Fabrikasi dan karakterisasi sampel dilakukan di Laboratoriun Magnetik (Fisika) dan Laboratorium Bahan Bangunan (Teknik Sipil) Universitas Negeri Semarang. Pengujian hanya dibatasi pada pengujian sifat-sifat fisik (densitas, porositas, dan struktur mikro) dan sifat mekaniknya (kekerasan).

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: lempung (*clay*), air (sebagai media pencampuran), dan bahan aditif yaitu pasir silika (dari daerah Muntilan) dan dolomit. Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: timbangan digital, mortar, ayakan, *furnace*, *ball mill*, cetakan, mikroskop optik, dan *Vickers Hardness Tester*.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah objek penelitian, atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian (Pangestu, 2007). Variabel penelitian terdiri dari variabel bebas, variabel terikat dan variabel terkendali.

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang akan diselidiki pengaruhnya. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi komposisi bahan aditif, yaitu silika dan dolomit.

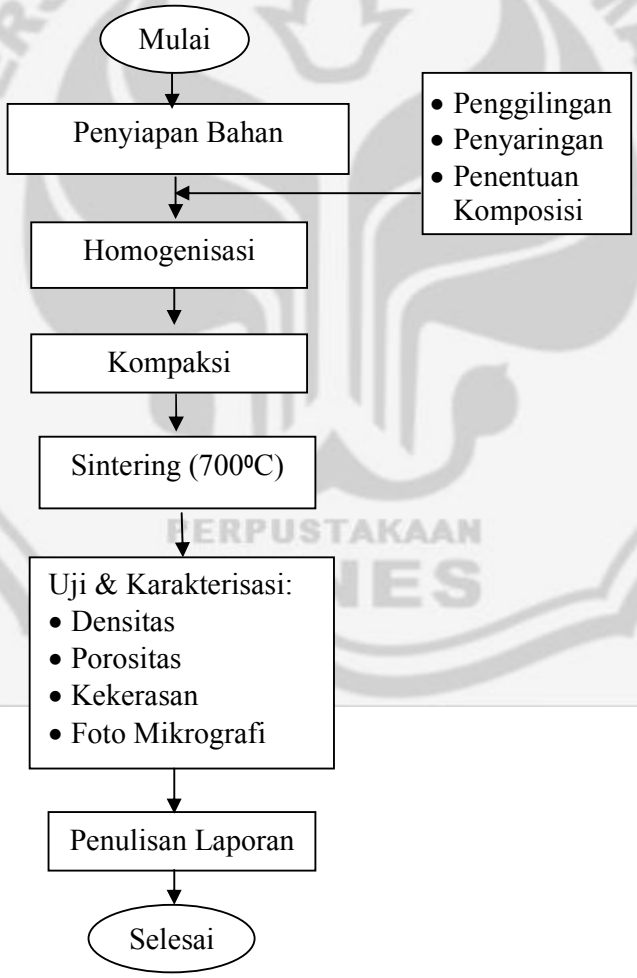
3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang diperkirakan akan terjadi. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah sifat-sifat fisik (densitas, porositas, dan struktur mikro) serta sefat-sifat mekanik (kekerasan).

3.3.3 Variabel Terkendali

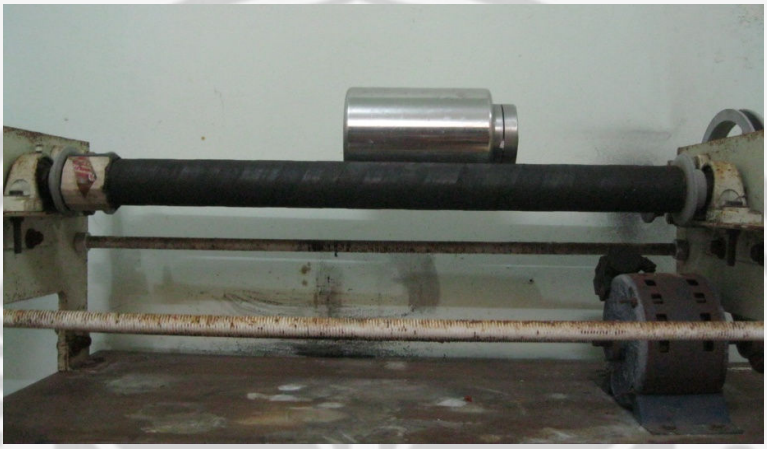
Variabel terkendali adalah variabel yang dikendalikan sebagai pengendali dari variabel bebas dan variabel terikat. Dalam penelitian ini, variabel terkendali yang digunakan adalah suhu sintering 700^{0}C.

3.4 Prosedur Penelitian



3.4.1 Penyiapan Bahan

Ada beberapa tahapan penting yang mempengaruhi sifat-sifat akhir produk keramik yaitu tahapan pra-kompaksi, tahapan kompaksi dan tahapan sintering. Tahapan pra kompaksi merupakan tahapan penyiapan bahan sebelum dimasukkan ke dalam cetakan. Tahapan penyiapan bahan ini meliputi tahap penggilingan (gambar 3.1) dan pengukuran komposisi sampel (gambar 3.2).



Gambar 3.1. Penggilingan Bahan (ball mill)

Gambar 3.2. Pengukuran Komposisi (timbangan digital)

3.4.2 Homogenisasi

Pada penelitian ini, pencampuran bahan dilakukan dengan menggunakan *ball mill*, media pencampuran yang digunakan adalah air. Proses ini penting dilakukan untuk campuran material bahan baku keramik dengan pengaturan komposisi dan ukuran butir hingga homogen. Selain itu proses ini juga dapat meningkatkan densitas dari keramik dan juga mengurangi porositas yang terdapat dalam keramik tersebut. Sebelum komposisi (lempung, silika, dan dolomit) dicampur, terlebih dahulu bahan komposisi tersebut dihaluskan agar mempermudah dalam proses pencampuran.

Metode penghalusan pasir silika dilakukan dengan menggunakan ball-mill selama 15 jam. Ball-mill terdiri dari wadah bahan baku yang berbentuk silinder tertutup, terbuat dari keramik yang diisi dengan media penghalus berbentuk bola-bola atau silinder yang juga terbuat dari keramik.

Selain silika, aditif lain yang digunakan adalah dolomit. Penggunaan dolomit dimaksudkan agar dapat meningkatkan kekerasan pada keramik. Hal ini karena dolomit memiliki unsur MgO, yang dalam penelitian sebelumnya diketahui diketahui dapat meningkatkan kekerasan keramik. Dalam penelitian ini dolomit digunakan karena harganya lebih terjangkau dibandingkan unsur MgO.

3.4.3 Kompaksi

Proses selanjutnya merupakan proses pembentukan dengan cara menekan serbuk material (tahapan kompaksi). Penekanan merupakan suatu proses dimana serbuk keramik dimasukkan dalam suatu wadah berongga berbentuk lingkaran (kemudian

ditekan dengan arah uniaksial sehingga serbuk akan mengalami konsolidasi dan memiliki bentuk yang sesuai dengan cetakannya.

Gambar 3.3. Tahap Kompaksi (Pencetakan) Sampel

3.4.4 Sintering

Sintering adalah proses pemadatan dari sekumpulan serbuk pada temperatur tinggi, mendekati titik leburnya, sehingga terjadi perubahan struktur mikro seperti pengurangan jumlah dan ukuran pori, pertumbuhan butir (*grain growth*), peningkatan densitas, dan penyusutan volume. Sintering merupakan tahapan pembuatan keramik yang sangat penting dan menentukan sifat-sifat keramik yang dihasilkan.

Faktor yang menentukan proses dan mekanisme sintering antara lain jenis bahan, komposisi, bahan pengotor dan ukuran partikel. Proses sintering dapat berlangsung apabila adanya transfer materi diantara butiran (proses difus) dan adanya sumber energi yang dapat mengaktifkan transfer materi yang berguna

dalam menggerakkan butiran hingga terjadi kontak dan ikatan yang sempurna. Proses difus tersebut akan memberikan efek terhadap perubahan sifat fisis bahan setelah sintering, diantaranya densitas, porositas, serta penyusutan dan pembesaran butiran.

Gambar 3.4. Tahapan Sintering

3.4.5 Pengujian dan Karakterisasi Sampel

Pengujian sampel dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan sifat-sifat mekaniknya, yang meliputi: uji densitas, uji porositas, dan uji kekerasan. Densitas atau kerapatan didefinisikan sebagai massa persatuan volume material, bertambah secara teratur dengan meningkatnya nomor atomik pada setiap sub kelompok. Porositas didefinisikan sebagai perbandingan volume pori-pori (yaitu volume yang ditempati oleh fluida) terhadap volume total.

Perhitungan densitas dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v} \tag{3.1}$$

dengan ρ merupakan densitas (g/cm^3), m merupakan massa sampel keramik (g), v adalah volume (cm^3)

Kemudian sampel diukur porositasnya, adapun perhitungan porositas dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Porositas} = \frac{w_2 - w_1}{w_2 - w_3} \tag{3.2}$$

dengan w_1 : berat sampel kering (g)

w_2 : berat sampel basah/setelah direndam dalam air (g)

w_3 : berat ampel ketika digantung dalam air (g)

Gambar 3.5. Pengukuran volume sampel

Setelah sampel diuji densitas dan porositasnya, selanjutnya dilakukan pegamatan mikrografi dengan menggunakan mikroskop optik. Mikroskop optik adalah alat yang digunakan untuk melihat benda mikro dengan menggunakan lensa optik. Mikroskop ini memiliki kemampuan terbatas dalam memperbesar ukuran obyek, disebabkan oleh limit difraksi cahaya yang ditentukan oleh panjang gelombang

cahaya. Secara teoritis, panjang gelombang cahaya ini hanya sampai sekitar 200 nm (Nuryadi, 2008).

Gambar 3.6. Pengamatan Sampel dengan Mikroskop Optik

Setelah diamati dengan mikroskop optik, dilakukan uji kekerasan. Uji kekerasan dilakukan terakhir kali karena dapat merusak sampel. Kekerasan adalah ukuran ketahanan dari suatu bahan untuk menahan deformasi permanen. Kekerasan suatu bahan diukur dengan menekankan sebuah indentor ke permukaan bahan. Indentor biasanya berbentuk piramida, bola atau kerucut, yang terbuat dari bahan yang jauh lebih keras dari bahan yang diuji.

Pada penelitian ini, uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan *Vickers Hardness Tester.* Sebelum uji kekerasan, dilakukan preparasi awal yaitu dengan pengampelasan sampel untuk memperoleh sampel yang rata (halus), kemudian setiap sampel ditumbuk dengan indentor. Dalam penelitian ini uji kekerasan dilakukan untuk mengetahui pengaruh aditif dolomit terhadap tingkat kekerasan keramik sesuai persentase komposisinya. Semakin besar nilai kekerasan yang

dimiliki suatu bahan, maka semakin tangguh bahan tersebut menahan beban (indentor) yang ditumbukkan.

Gambar 3.7. Uji Kekerasan Sampel dengan Metode Vickers

Nilai kekerasan Vickers didefinisikan sebagai beban dibagi dengan luas diameter tumbukan. Diagonal jejeak terbentuk dari penekan indentor pada permukaan. Nilai kekerasan Vickers dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Hv} = 1.854\,\frac{P}{d^2} \tag{3.3}$$

dengan Hv merupakan kekerasan Vickers (kgf/mm^2), p merupakan beban penumbuk atau indentor (kgf), dan d merupakan jejak diameter (mm^2).

3.4.6 Analisis Data

Metode analisis data yang akan digunakan adalah perhitungan matematis dan metode grafik. Metode perhitungan matematis untuk menentukan nilai densitas,

porositas, nilai kekerasan (metode Vickers). Untuk menentukan nilai densitas dan porositas dilakukan dengan perhitungan mengunakan persamaan (3.1) dan (3.2). Sedangkan untuk menentukan kekerasannya, dilakukan dengan perhitungan menggunakan persamaan (3.3) menggunakan data yang diperoleh. Sedangkan untuk pengamatan mikrografinya, dilakukan dengan mikroskop optik.

3.4.7 Kriteria Optimasi

Genteng press dianggap optimum jika memiliki kekerasan yang tinggi, dengan porositas yang rendah, dan densitas yang tidak terlalu tinggi. Dengan kekerasan yang tinggi, menjadikan genteng press tersebut lebih kuat dan tidak mudah pecah. Dengan porositas yang rendah, maka genteng press tersebut tidak banyak menyerap air pada saat terkena hujan sehingga lebih awet dan tidak mudah ditumbuhi lumut. Dan dengan densitas yang tidak terlalu tinggi, maka genteng press tersebut relatif ringan sehingga tidak memberi beban yang besar terhadap penyangga atap.

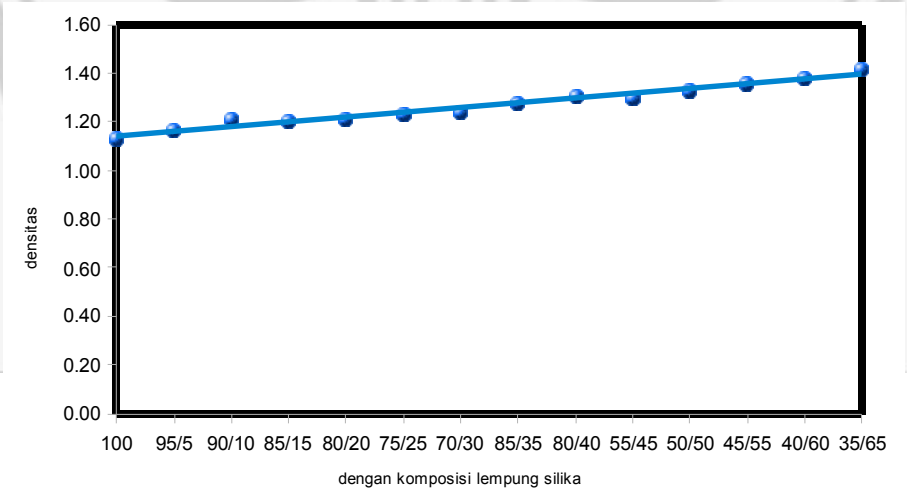
PERPUSTAKAAN
UNNES

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel genteng press dibuat dengan variasi komposisi lempung, silika, dan dolomit, kemudian dicetak dan disintering pada suhu 700ºC yang ditahan selama 2 jam. Selanjutnya sampel tersebut diuji dan dikarakterisasi yang meliputi pengukuran besaran-besaran fisis (densitas dan porositas), uji mekanis (uji kekerasan Vickers) dan pengamatan mikrografi menggunakan mikroskop optik.

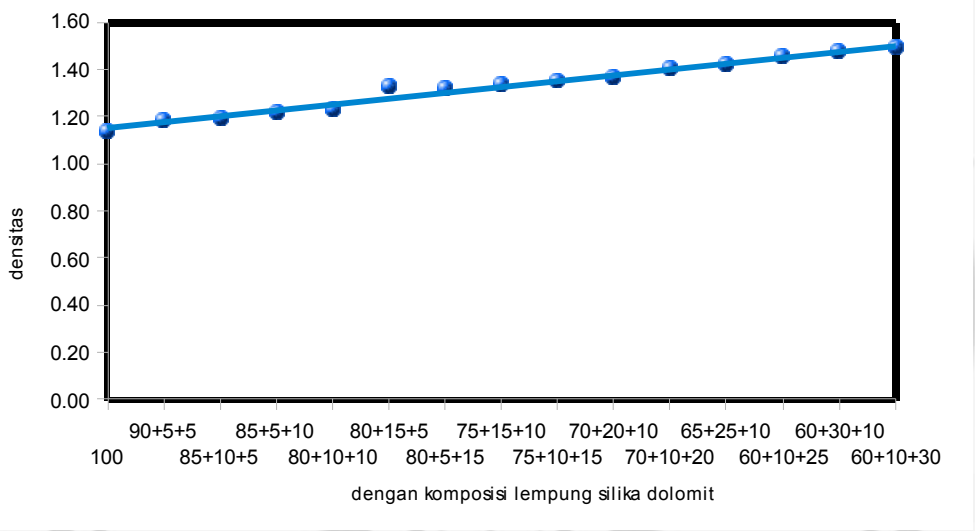
4.1 Densitas

Pengukuran densitas dilakukan dengan menggunakan prinsip Archimedes, hasil yang diperoleh dapat dilihat pada grafik 4.1 di bawah ini, diperoleh bahwa nilai densitas genteng press dengan komposisi lempung dan silika berkisar antara 1,13 - 1,41 g/cm^3. Hasil pengukuran dan perhitungan densitas selengkapnya dapat dilihat pada lampiran A.



Grafik 4.1. Grafik densitas genteng press

Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa densitas genteng press dalam penelitian ini lebih tinggi daripada densitas genteng press yang ada di pasaran, yaitu antara 0,60 – 1,00 g/cm^3. Hal ini disebabkan karena dalam pasir silika terkandung senyawa-senyawa yang memiliki densitas lebih tinggi daripada densitas lempung. Semakin besar penambahan komposisi silika (dalam % massa) akan meningkatkan nilai densitas genteng press, sehingga densitas genteng press dengan aditif silika yang lebih banyak, akan memiliki densitas yang lebih tinggi pula.



Grafik 4.2. Grafik densitas genteng press

Sedangkan hasil pengukuran densitas genteng press dengan komposisi lempung, silika, dan dolomit dapat dilihat pada grafik 4.2 seperti pada gambar di atas, didapatkan bahwa densitas genteng press dalam penelitian ini berkisar antara 1,14 - 1,49 g/cm^3. Hasil pengukuran dan perhitungan densitas selengkapnya dapat dilihat pada lampiran A. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa densitas

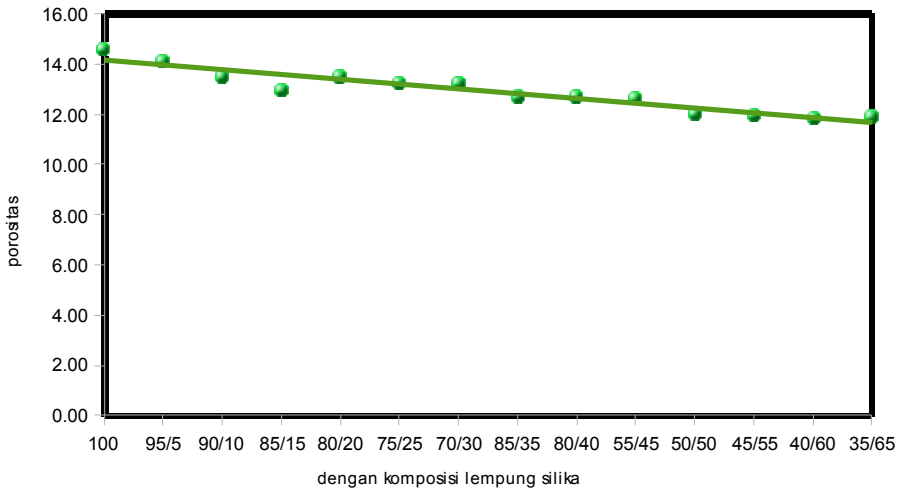
genteng press dalam penelitian ini lebih tinggi daripada densitas genteng press yang ada di pasaran, yaitu antara 0,60 – 1,00 g/cm^3. Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan aditif (dalam % massa) akan meningkatkan densitas genteng press.

4.2 Porositas

Nilai porositas juga diukur dan dihitung menggunakan prinsip Archimedes, grafik hasil pengukuran porositas genteng press dengan komposisi lempung dan silika dapat dilihat pada grafik 4.3 di bawah ini. Hasil pengukuran dan perhitungan porositas selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan aditif silika cenderung mengurangi porositas genteng press. Hal ini dikarenakan selama proses sintering pori-pori (ronga-rongga kecil) dalam genteng press terisi oleh butiran-butiran silika karena ukuran butir silika relatif lebih kecil dari butiran lempung. Hasil pengukuran porositas genteng press dalam penelitian ini berkisar antara 11% - 15%, hasil ini lebih kecil daripada porositas genteng press yang ada di pasaran yaitu antara 20% - 30%.

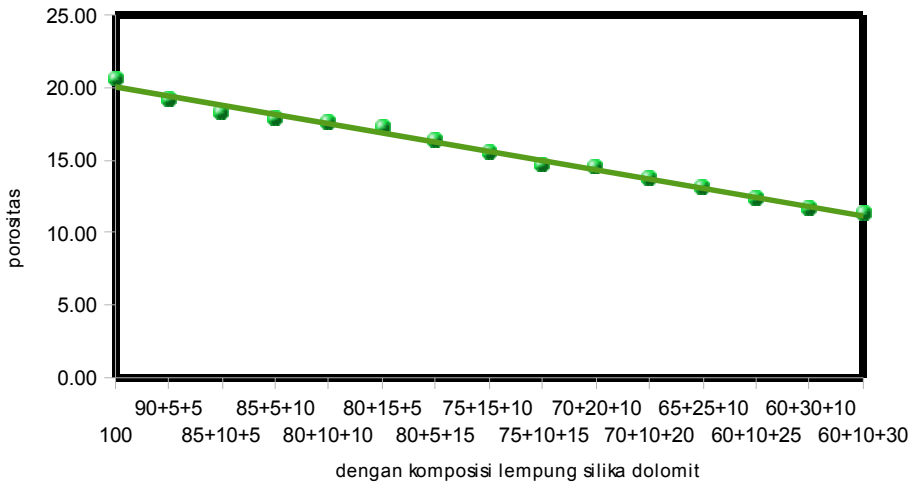
Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan semakin tinggi komposisi silika yang ditambahkan, maka semakin kecil porositas dari genteng press tersebut. Hal ini disebabkan karena semakin banyak bahan aditif yang ditambahkan, maka semakin banyak pori-pori genteng press yang terisi oleh partikel-partikel bahan aditif tersebut. Hal ini juga sehubungan dengan pengukuran densitas sebelumnya, karena densitas selalu berbanding terbalik dengan porositas.



Grafik 4.3. Grafik porositas genteng press

Sedangkan hasil pengukuran porositas genteng press dengan komposisi lempung, silika, dan dolomit dapat dilihat pada grafik 4.4 di bawah ini, terlihat bahwa porositas genteng press dalam penelitian ini cenderung mengalami penurunan seiring dengan penambahan aditifnya. Hal ini karena semakin banyak bahan aditif yang ditambahkan, maka semakin banyak pori-pori genteng press yang terisi oleh partikel-partikel bahan aditif tersebut selama proes sintering, karena ukurannya relatif lebih kecil dari serbuk tanah lempung sehingga dapat menurunkan porositasnya.

Hasil pengukuran porositas genteng press dalam penelitian ini berkisar antara 11% - 20%, hasil ini lebih kecil daripada porositas genteng press yang ada di pasaran yaitu antara 20% - 30%. Hasil pengukuran dan perhitungan porositas selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B.



Grafik 4.4. Grafik porositas genteng press

4.4 Pengamatan Mikrografi dengan Mikroskop Optik

Mikroskop optik adalah alat yang digunakan untuk melihat benda berukuran kecil dengan menggunakan lensa optik. Mikroskop ini memiliki kemampuan terbatas dalam memperbesar ukuran obyek, disebabkan oleh limit difraksi cahaya yang ditentukan oleh panjang gelombang cahaya. Mikroskop ini pada prinsipnya terdiri dari dua lensa cembung yaitu sebagai lensa objektif (dekat dengan mata) dan lensa okuler (dekat dengan benda).

Baik objektif maupun okuler dirancang untuk perbesaran yang berbeda. Lensa objektif biasanya dipasang pada roda berputar, yang disebut gagang putar. Setiap lensa objektif dapat diputar ke tempat yang sesuai dengan perbesaran yang diinginkan. Sistem lensa objektif memberikan perbesaran mula-mula dan menghasilkan bayangan nyata yang kemudian diproyeksikan ke atas lensa okuler.

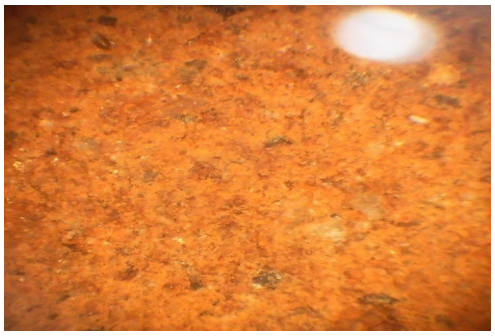
Bayangan nyata tadi diperbesar oleh okuler untuk menghasilkan bayangan maya yang kita lihat.

Hasil pengamatan dengan menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 10 kali untuk masing-masing sampel genteng press dengan komposisi lempung dan silika ditunjukkan pada gambar 4.1 sampai dengan 4.7 sebagai berikut:

Gambar 4.1. genteng press (100% lempung) dengan perbesaran 10 kali

Gambar 4.2. genteng press (95% lempung, 5% silika) dengan perbesaran 10 kali

Gambar 4.3. genteng press (90% lempung, 10% silika) dengan perbesaran 10 kali

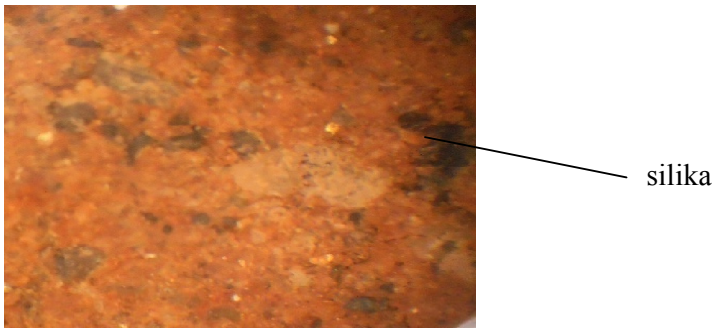


Gambar 4.4. genteng press (85% lempung, 15% silika) dengan perbesaran 10 kali

Gambar 4.5. genteng press (80% lempung, 20% silika) dengan perbesaran 10 kali

Gambar 4.6. genteng press (75% lempung, 25% silika) dengan perbesaran 10 kali

Gambar 4.7. genteng press (70% lempung, 30% silika) dengan perbesaran 10 kali



Gambar 4.8. genteng press (65% lempung, 35% silika) dengan perbesaran 10 kali

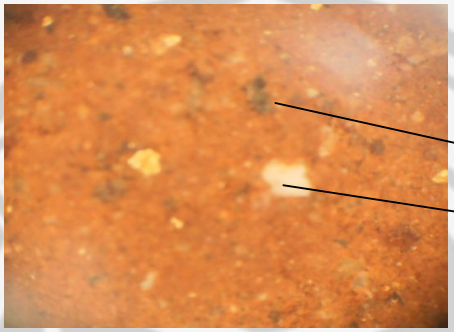
Pada sampel genteng press dengan komposisi lempung dan silika, hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin besar komposisi silika pada sampel genteng press maka semakin banyak pula pori-pori pada genteng press yang terisi oleh butiran silika, sehingga dapat meningkatkan densitas dan sekaligus mengurangi porositas dari genteng press tersebut. Hal ini dikarenakan butiran pasir silika yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan ukuran butiran lempung. Dari hasil pengukuran densitas dan porositas diketahui bahwa kadar optimum penambahan silika adalah 35% (dalam % massa), karena jika kadarnya dinaikkan lagi justru genteng press akan mudah retak dan patah.

Sedangkan hasil pengamatan di bawah ini adalah beberapa sampel genteng press dengan yang dibuat komposisi lempung, pasir silika, dan dolomit ditunjukkan pada gambar 4.9 sampai dengan 4.15 sebagai berikut:

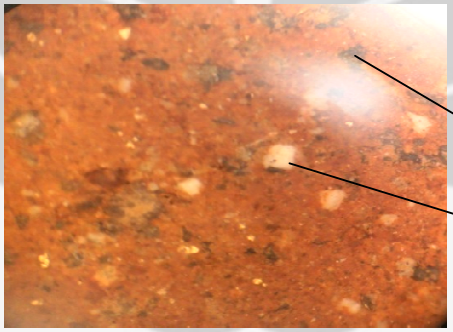
PERPUSTAKAAN

Gambar 4.9. genteng press (90%lempung, 5%silika, 5%dolomit) perbesaran 10 kali

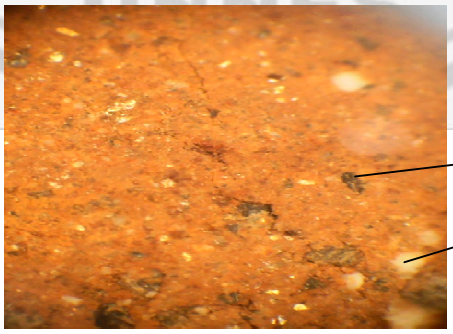
Gambar 4.10. genteng press (85% lempung, 10% silika, 5% dolomit) perbesaran 10 kali



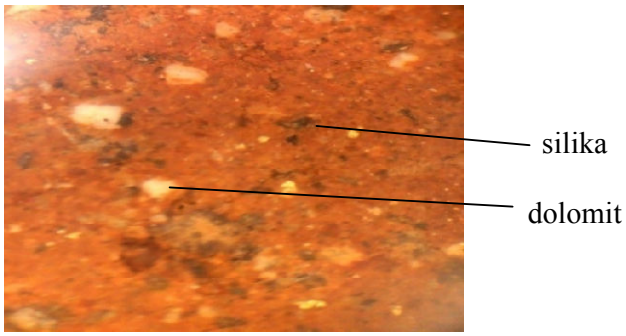
Gambar 4.11. genteng press (85% lempung, 5% silika, 10% dolomit) perbesaran 10 kali



Gambar 4.12 genteng press (80% lempung, 10% silika, 10% dolomit) perbesaran 10 kali



Gambar 4.13 genteng press (75% lempung, 15% silika, 10% dolomit) perbesaran 10 kali



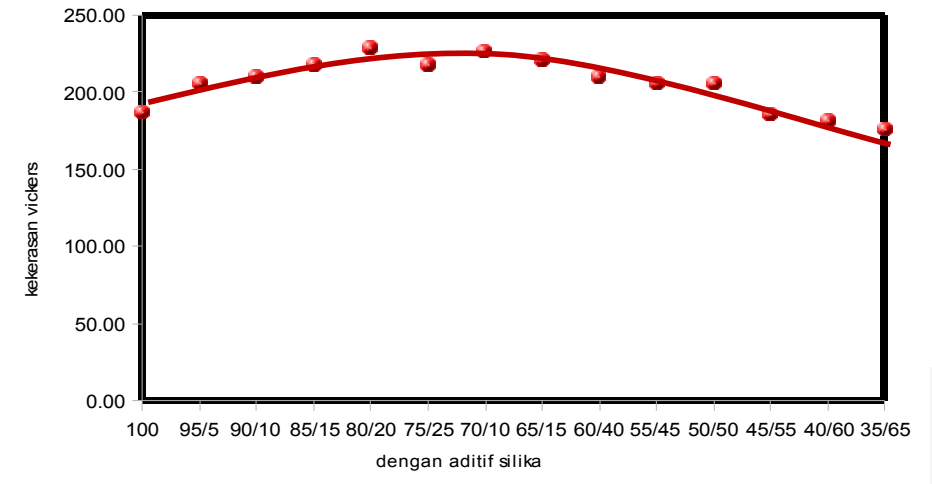
Gambar 4.14 genteng press (70% lempung, 20% silika, 10% dolomit) perbesaran 10 kali

Dari hasil pengamatan di atas dapat kita simpulkan bahwa semakin besar penmabhan komposisi aditif (silika dan dolomit) pada sampel genteng press, dapat mengurangi porositasnya, butiran pasir silika dan dolomit akan mengisi pori-pori pada genteng press tersebut.

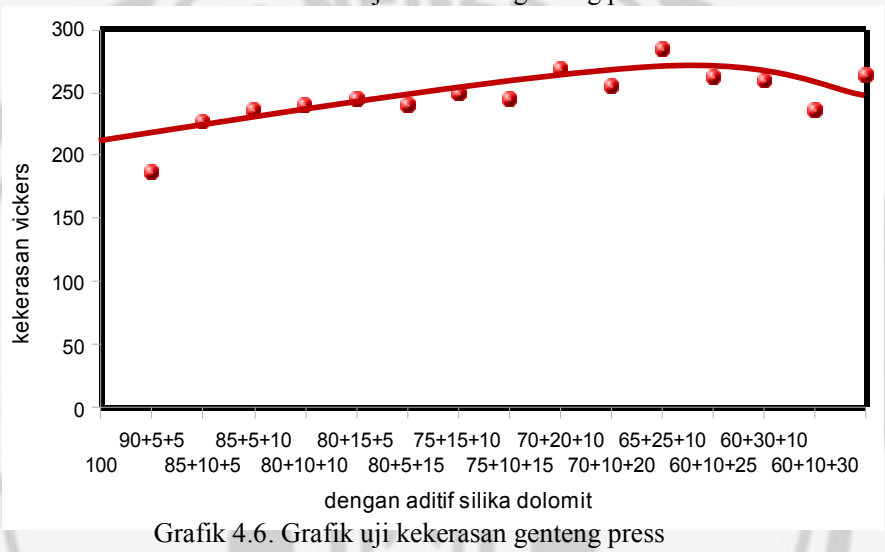
4.3 Kekerasan Vickers

Nilai kekerasan Vickers dari hasil pengujian adalah berkisar antara 168 kgf/mm^2 sampai dengan 268 kgf/mm^2. Hasil pengukuran dan perhitungan nilai kekerasan Vickers selengkapnya dapat dilihat pada lampiran C.

Grafik berikut menunjukkan grafik nilai kekerasan terhadap komposisi, terlihat bahwa penambahan dolomit cenderung meningkatkan kekerasan genteng press. Hal ini membuktikan korelasi yang berbanding lurus antara kekerasan genteng press terhadap persentase komposisi dolomit yang ditambahkan. Dalam penelitian ini, nilai kekerasan optimum dicapai pada genteng press dengan komposisi 75% lempung, 10% silika, 15% dolomit yaitu sebesar 268 kgf/mm^2.



Grafik 4.5. Grafik uji kekerasan genteng press



Grafik 4.6. Grafik uji kekerasan genteng press

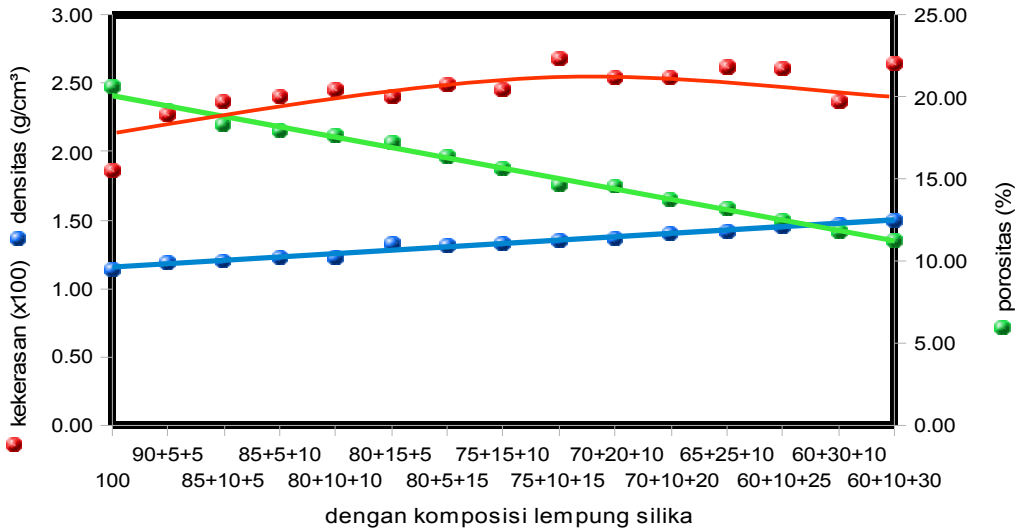
Kekerasan genteng press yang ada di pasaran pada umumnya antara 90 – 120 kgf/mm^2, dengan porositas berkisar antara 20% - 30% (Sanjaya, 2008). Dalam penelitian ini diperoleh sampel genteng press dengan kekerasan dan porositas yang lebih baik, hal ini dikarenakan genteng press dalam penelitian ini dicetak dengan beban penekanan yang lebih tinggi dan diberi aditif (silika dan dolomit).

Dengan adanya beban penekanan yang lebih tinggi sehingga dapat diperoleh sampel genteng press yang lebih padat. Selain itu dengan adanya aditif

yang ditambahkan, pada saat proses sintering partikel-partikel dari aditif tersebut saling merapat dan mengisi pori-pori pada genteng press sehingga jarak partikel menjadi semakin dekat yang berimplikasi pada meningkatnya kekuatan (kekerasan) genteng press. Semakin tinggi persentase aditif yang ditambahkan maka semakin baik pula kekerasannya.

Genteng press yang mempunyai kualitas baik adalah genteng press yang memiliki kekerasan tinggi, akan tetapi porositas dan densitasnya rendah. Dengan kekerasan yang tinggi, maka genteng press tersebut tidak akan mudah pecah, dan dengan porositas yang rendah maka genteng press tersebut tidak banyak menyerap air pada saat terkena hujan sehingga lebih awet dan tidak mudah ditumbuhi lumut. Dengan densitas yang rendah maka genteng press tersebut cenderung lebih ringan sehingga tidak memberi beban yang besar terhadap penyangga atap. Akan tetapi, dalam penelitian ini hasil tersebut tidak dapat dicapai karena densitas selalu berlawanan dengan porositas.

Untuk memperoleh genteng press yang optimum kita dapat menggabungkan ketiga grafik di atas untuk mengetahui pada komposisi berapa genteng press memiliki kekerasan yang tinggi, porositasnya rendah, akan tetapi densitasnya tidak maksimum. Oleh karena itu, dengan mengutamakan kekerasan maka dapat kita simpulkan bahwa komposisi optimum genteng press adalah 75% lempung, 10% silika dan 15% dolomit. Adapun karakteristik genteng press pada komposisi tersebut adalah sebagai berikut: densitas = 1,35 g/cm^3, porositas = 14.68%, dan kekerasan Vickers = 268,04 kgf/mm^2.



Grafik 4.7. Grafik penentuan komposisi optimum

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penambahan aditif silika dan dolomit menghasilkan sampel genteng press dengan kualitas yang lebih baik, memiliki kekerasan yang lebih tinggi dan porositas yang lebih rendah daripada genteng press yang ada di pasaran.
2. Dengan mengutamakan kekerasan, komposisi optimum untuk genteng press adalah 75% lempung, 10% silika, 15% dolomit. Karakteristik genteng press pada komposisi tersebut adalah sebagai berikut: densitas = 1,35 g/cm^3, porositas = 14.68%, dan kekerasan Vickers = 268,04 kgf/mm^2.

5.2 Saran

Peneliti menyadari bahawa peelitian ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi penulisan maupun proses penelitian. Untuk itu, pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan mengatur komposisi silika dan dolomit agar dibuat lebih variatif, atau dengan menambahkan dengan bahan aditif lain.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimus. 1978. *Peraturan Genteng Keramik Indonesia NI-19*, Departemen Pekerjaan Umum (Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan), Bandung.

Anonimus. 1986. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indoncesia (PUBI)*, Dinas Pekerjaan Umum RI.

Anonimus. 1992. *Standard Test Metods for Apparent Porosity, Water Absorption, Apparent Specific Gravity, and Bulk of Burned Refractory Briks and Shapes by Boiling Water* (ASTM C. 20-92).

Anonimus. 2002. *SNI 03-6861.1-2002 (Bagian 13 : Kayu, Bahan Lain, Lainlain)*. Departemen Pekerjaan Umum (Direktorat Penyelidikan Masalah, Bangunan), Bandung.

Cahn, R.W. 1992. *Material Science and Technology, Characterization of Material*. Weinhem, Part 1, Vol. 2A, Germany.

Gesang, S. dan Hartono, J.M.V. 1979. *Teknologi Bahan Bangunan Bata dan Genteng*, Balai Penelitian Keramik, Bandung.

Hartono, A. J. 1992. *Mengenal Keramik Canggih Cerdas dan Biokeramik*. Yoyakarta: Andi Offset.

Joelianingsih. 2004. *Peningkatan Kualitas Genteng Keramik Dengan Penambahan Sekam Padi dan Daun Bambu*, Makalah Pribadi Falsafah Sains (PPS702) Sekolah Pasca Sarjana/S3, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Muljadi, Hans K.S., Sebayang. 1998. *Pengaruh Y_2O_3 dan Suhu Pembakaran pada Proses Sintering Keramik ZrO_2*. Makalah. P3FT-LIPI. Serpong.

Ramlan. 2010. *Karakterisasi Keramik Na_2O-Al_2O_3 dengan Variasi MgO sebagai Komponen Elektrolit Padat*. Jurnal Penelitian Sains.

Razak, R.A.1985. *Keramik Bangunan*, PN Balai Pustaka, Jakarta.

Ristic, M.M. 1998. Sintering New Development. Elsevier Scientific Publishing Company, vol. 4th. Neitherland.

Sajuti, Djoesman, Sudradjat. 1997. *Konduktivitas listrik bahan Keramik yang telah distabilisasi pada suhu 1073K-1273K*. Prosiding Pertemuan Ilmiah Sains Materi Puslitbang Metalurgi LIPI.

Sebayang, Muljadi. 1997. *Pengamatan Mikostruktur Keramik Alumina yang Didoping dengan SiO_2 dan TiO_2*. Makalah. P3FT-LIPI. Serpong.

Sebayang, P. *Pengaruh Suhu dan Waktu Sinter terhadap Sifat Bahan Porselen untuk Komponen Elektronik*. Proceeding ECCIS B30. Surabaya. TEUB Press, 2000

Van Vlack, Lawrence. (Penerjemah: Ir. Sriatie Djaprie). 1994. *Element of Materials Science and Engineering* (Ilmu dan Teknologi Bahan). Jakarta: Erlangga.

Worral, W.E. 1986. Clays and Ceramic Raw Materials. Elsevier Applied Science Publisher Ltd, 2nd. New York.

PERPUSTAKAAN
UNNES

Lampiran A. Data Pengukuran Densitas

Tabel A.1. Hasil pengukuran densitas keramik

No	Komposisi Bahan	Massa Sampel (g)	Volume Sampel(cm^3)	Densitas (g/cm^3)
1	100	24.27	21.50	1.13
2	95/5	24.48	21.00	1.17
3	90/10	24.77	20.80	1.21
4	85/15	24.68	20.50	1.20
5	80/20	24.54	20.30	1.21
6	75/25	24.58	20.00	1.23
7	70/30	24.44	19.70	1.24
8	65/35	24.57	19.30	1.27
9	60/40	24.77	19.00	1.30
10	55/45	24.85	19.20	1.29
11	50/50	24.89	18.80	1.32
12	45/55	24.82	18.30	1.36
13	40/60	24.78	18.00	1.38
14	35/65	24.72	17.50	1.41

<u>Contoh Perhitungan Densitas Keramik</u>

Densitas $(\rho) = \frac{m}{v} = \frac{23.27}{19.00} = 1.22$ g/cm^3

Densitas $(\rho) = \frac{m}{v} = \frac{23.36}{20.00} = 1.18$ g/cm^3

Densitas $(\rho) = \frac{m}{v} = \frac{23.66}{20.50} = 1.15$ g/cm^3

Densitas $(\rho) = \frac{m}{v} = \frac{23.72}{22.50} = 1.05$ g/cm^3

Densitas $(\rho) = \frac{m}{v} = \frac{23.53}{21.00} = 1.12$ g/cm^3

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

Tabel A.2. Hasil pengukuran densitas keramik

No	Komposisi Bahan	Massa Sampel (g)	Volume Sampel(cm^3)	Densitas (g/cm^3)
1	100	23.33	20.50	1.14
2	90+5+5	23.63	20.00	1.18
3	85+10+5	23.69	19.80	1.20
4	85+5+10	23.74	19.50	1.22
5	80+10+10	23.78	19.30	1.23
6	80+15+5	23.86	18.00	1.33
7	75+20+5	24.05	18.20	1.32
8	75+15+10	24.16	18.15	1.33
9	70+25+5	24.35	18.00	1.35
10	70+20+10	24.33	17.80	1.37
11	65+30+5	24.43	17.40	1.40
12	65+25+10	24.54	17.30	1.42
13	60+35+5	24.66	17.00	1.45
14	60+30+10	24.75	16.80	1.47

<u>Contoh Perhitungan Densitas Keramik</u>

Densitas $\rho = \frac{m}{v} = \frac{21.33}{15.00} = 1.38$ g/cm^3

Densitas $\rho = \frac{m}{v} = \frac{21.59}{16.00} = 1.35$ g/cm^3

Densitas $\rho = \frac{m}{v} = \frac{21.32}{16.50} = 1.33$ g/cm^3

Densitas $\rho = \frac{m}{v} = \frac{21.28}{16.50} = 1.28$ g/cm^3

Densitas $\rho = \frac{m}{v} = \frac{21.16}{16.50} = 1.31$ g/cm^3

Lampiran B. Data Pengukuran Porositas

Tabel B.1. Hasil pengukuran porositas keramik

No	Komposisi Bahan	Massa Kering(g)	Massa Basah(g)	Volume (g)	ρ_1 (g/cm^3)	ρ_2 (g/cm^3)	Porositas (%)
1	100	24.27	28.41	21.50	1.13	1.32	14.57
2	95/5	24.48	28.50	21.00	1.17	1.36	14.11
3	90/10	24.77	28.39	20.80	1.21	1.40	13.50
4	85/15	24.68	28.35	20.50	1.20	1.38	12.95
5	80/20	24.54	28.37	20.30	1.21	1.40	13.50
6	75/25	24.58	28.33	20.00	1.23	1.42	13.24
7	70/30	24.44	28.17	19.70	1.24	1.43	13.24
8	65/35	24.57	28.15	19.30	1.27	1.46	12.72
9	60/40	24.77	28.38	19.00	1.30	1.49	12.72
10	55/45	24.85	28.44	19.20	1.29	1.48	12.62
11	50/50	24.89	28.29	18.80	1.32	1.50	12.02
12	45/55	24.82	28.19	18.30	1.36	1.54	11.95
13	40/60	24.78	28.11	18.00	1.38	1.56	11.85
14	35/65	24.72	28.05	17.50	1.41	1.60	11.87

<u>Contoh Perhitungan Porositas Keramik</u>

Porositas = $\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = \frac{1.39-1.22}{1.39} = 8.41\ \%$

Porositas = $\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = \frac{1.36-1.20}{1.36} = 8.44\ \%$

Porositas = $\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = \frac{1.32-1.18}{1.32} = 9.36\ \%$

Porositas = $\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = \frac{1.29-1.15}{1.29} = 9.48\ \%$

Porositas = $\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = \frac{1.26-1.12}{1.26} = 9.51\ \%$

Porositas = $\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = \frac{1.22-1.10}{1.22} = 9.59\ \%$

Tabel B.2. Hasil pengukuran porositas keramik

No	Komposisi Bahan	Massa Kering(g)	Massa Basah(g)	Volume (g)	ρ_1 (g/cm^3)	ρ_2 (g/cm^3)	Porositas (%)
1	100	23.33	29.40	20.50	1.14	1.43	20.65
2	90+5+5	23.63	29.23	20.00	1.18	1.46	19.16
3	85+10+5	23.69	29.00	19.80	1.20	1.46	18.31
4	85+5+10	23.74	28.93	19.50	1.22	1.48	17.94
5	80+10+10	23.78	28.88	19.30	1.23	1.50	17.66
6	80+15+5	23.86	28.82	18.00	1.33	1.60	17.21
7	75+20+5	24.05	28.75	18.20	1.32	1.58	16.35
8	75+15+10	24.16	28.64	18.15	1.33	1.58	15.64
9	70+25+5	24.35	28.54	18.00	1.35	1.59	14.68
10	70+20+10	24.33	28.47	17.80	1.37	1.60	14.54
11	65+30+5	24.43	28.33	17.40	1.40	1.63	13.77
12	65+25+10	24.54	28.26	17.30	1.42	1.63	13.16
13	60+35+5	24.66	28.15	17.00	1.45	1.66	12.40
14	60+30+10	24.75	28.05	16.80	1.47	1.67	11.76

<u>Contoh Perhitungan Porositas Keramik</u>

Porositas = $\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = \frac{1.66 - 1.38}{1.66} = 5.83\ \%$

Porositas = $\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = \frac{1.66 - 1.40}{1.66} = 6.29\ \%$

Porositas = $\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = \frac{1.59 - 1.35}{1.59} = 6.54\ \%$

Porositas = $\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = \frac{1.58 - 1.33}{1.58} = 6.36\ \%$

Porositas = $\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} = \frac{1.53 - 1.28}{1.53} = 6.24\ \%$

Lampiran C. Data Pengukuran Kekerasan

Tabel C.1. Hasil pengukuran kekerasan keramik

No	Komposisi Bahan	diagonal jejak (μm)	Tekanan (kgf)	Kekerasan (kgf/mm^2)
1	100	31.50	100	186.85
2	95/5	30.00	100	206.00
3	90/10	29.70	100	210.18
4	85/15	29.20	100	217.44
5	80/20	28.50	100	228.25
6	75/25	28.30	100	217.44
7	70/30	28.60	100	226.66
8	65/35	29.00	100	220.45
9	60/40	29.70	100	210.18
10	55/45	30.00	100	206.00
11	50/50	31.00	100	206.00
12	45/55	31.60	100	185.67
13	40/60	32.00	100	181.05
14	35/65	32.50	100	175.53

<u>Contoh Perhitungan Kekerasan Keramik</u>

Kekerasan (Hv)= 1,854 $\frac{P}{d^2}$

$= 1.854\frac{100}{32.5^2}$

= 175.53 kgf/mm^2

Kekerasan (Hv)= 1,854 $\frac{P}{d^2}$

$= 1.854\frac{100}{30.0^2}$

= 206.00 kgf/mm^2

Kekerasan (Hv)= 1,854 $\frac{P}{d^2}$

$= 1.854\frac{100}{29.7^2}$

= 210.18 kgf/mm^2

Tabel C.2. Hasil pengukuran kekerasan keramik

No	Komposisi Bahan	diagonal jejak (μm)	Tekanan (kgf)	Kekerasan (kgf/mm^2)
1	100	31.50	100	186.85
2	90+5+5	28.60	100	226.66
3	85+10+5	28.00	100	236.48
4	85+5+10	27.80	100	239.89
5	80+10+10	27.50	100	245.16
6	80+15+5	27.80	100	239.89
7	80+5+15	27.30	100	248.76
8	75+15+10	27.50	100	245.16
9	75+10+15	26.30	100	268.04
10	70+20+10	27.00	100	254.32
11	70+10+20	25.50	100	254.32
12	65+25+10	26.60	100	262.03
13	60+10+25	26.70	100	260.07
14	60+30+10	28.00	100	236.48
15	60+10+30	26.50	100	264.01

<u>Contoh Perhitungan Kekerasan Keramik</u>

Kekerasan (Hv)= $1,854 \frac{P}{d^2}$

$= 1.854 \frac{100}{32.5^2}$

= 175.53 kgf/mm^2

Kekerasan (Hv)= $1,854 \frac{P}{d^2}$

$= 1.854 \frac{100}{28.6^2}$

= 226.66 kgf/mm^2

Kekerasan (Hv)= $1,854 \frac{P}{d^2}$

$= 1.854 \frac{100}{28.0^2}$

= 236.48 kgf/mm^2