

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Berat Komposisi

Berat komposisi digunakan untuk mengetahui kebutuhan lumpur Lapindo dan tanah liat yang akan digunakan untuk pembuatan genteng uji. Untuk contoh direncanakan membuat benda uji genteng sebanyak 120 buah untuk tiap komposisi. Maka untuk tiap komposisi dibutuhkan tanah (tanah liat asli + lumpur Lapindo) sebanyak $120 \times 3 \text{ kg} = 360 \text{ kg}$.

Contoh perhitungan:

Komposisi Genteng II menggunakan 55% lumpur Lapindo dan 45% tanah liat asli, maka:

$$\text{Berat lumpur Lapindo yang dibutuhkan} = \frac{55}{100} \times 360 \text{ kg} = 198 \text{ kg}$$

$$\text{Berat tanah liat asli yang dibutuhkan} = \frac{45}{100} \times 360 \text{ kg} = 162 \text{ kg}$$

Total kebutuhan lumpur Lapindo dan tanah liat asli dapat dilihat pada tabel:

Tabel 4. 1 Kebutuhan Bahan Genteng

Campuran	I	II	III	IV	V
Lumpur Lapindo	180 kg	198 kg	216 kg	234 kg	252 kg
Tanah Liat Asli	180 kg	162 kg	144 kg	126 kg	108 kg

Sumber: Hasil perhitungan

4.2 Hasil Genteng

Dari hasil pembuatan benda uji genteng diperoleh hasil yang bervariasi terutama dalam hal kondisi benda uji yang ada. Variasi hasil ini terlihat dari kondisi fisik terutama warna meskipun pada komposisi yang sama. Banyak sekali perbedaan warna pada komposisi yang sama. Dari hal ini sudah kelihatan bahwa genteng uji yang dihasilkan berbeda-beda pada komposisi yang sama.

Selain perbedaan warna, kondisi fisik yang lain yaitu adanya beberapa benda uji yang mengalami retak – retak pada permukaannya, meskipun pada komposisi yang sama. Hasil awal genteng ini bisa mempengaruhi hasil pengujian yang akan dilakukan. Maka dari itu sebelum proses pengujian dilakukan pemilihan benda uji genteng yang

akan dipergunakan untuk pengujian. Dipilih benda uji yang lebih baik dari keseluruhan benda uji yang ada pada tiap komposisi untuk dipakai dalam pengujian.

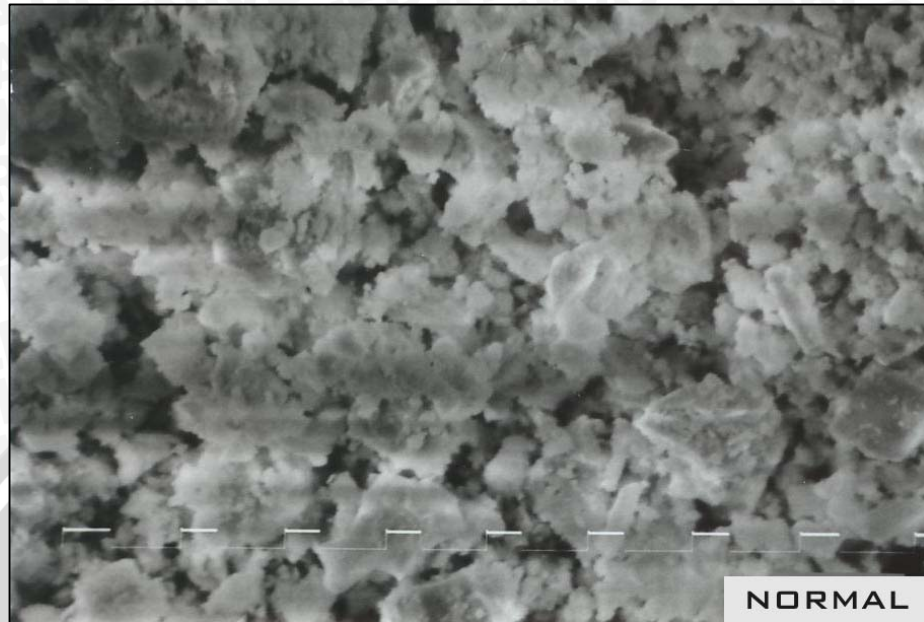
4.3 Pengujian Struktur Mikro Genteng

Manfaat dari pengujian struktur mikro antara lain untuk mempelajari hubungan antara sifat-sifat bahan dengan struktur dan cacat pada bahan serta memperkirakan sifat bahan jika hubungan tersebut sudah diketahui.

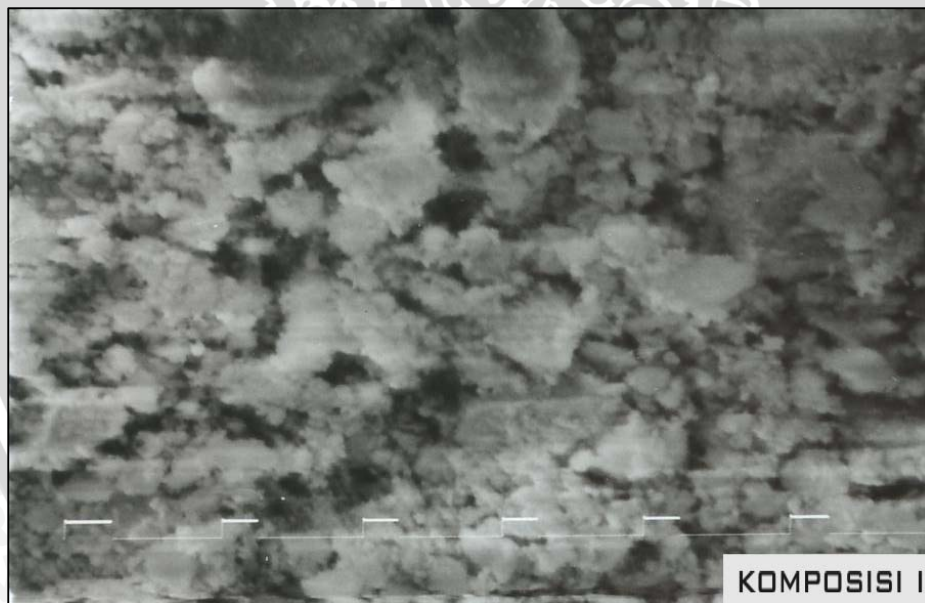
Pengujian struktur mikro meliputi pengamatan dengan pembuatan foto- foto scanning elektron terhadap genteng keramik normal dan genteng keramik dengan prosentase campuran lumpur lapindo 50%, 55%, 60%, 65% dan 70%.

Pembuatan foto scanning elektron dilakukan di laboratorium SEM dengan alat foto scanning type JEOL-JS-100-JAPAN. Foto- foto dibuat untuk genteng normal tanpa campuran lumpur lapindo dan genteng dengan campuran lumpur lapindo 50%, 55%, 60%, 65% dan 70% dengan preparat yang ukurannya telah disesuaikan dengan alat yang dipakai, yang bertujuan untuk mendapatkan potongan tipis dari spesimen sehingga menjadikannya semi transparan terhadap elektron .

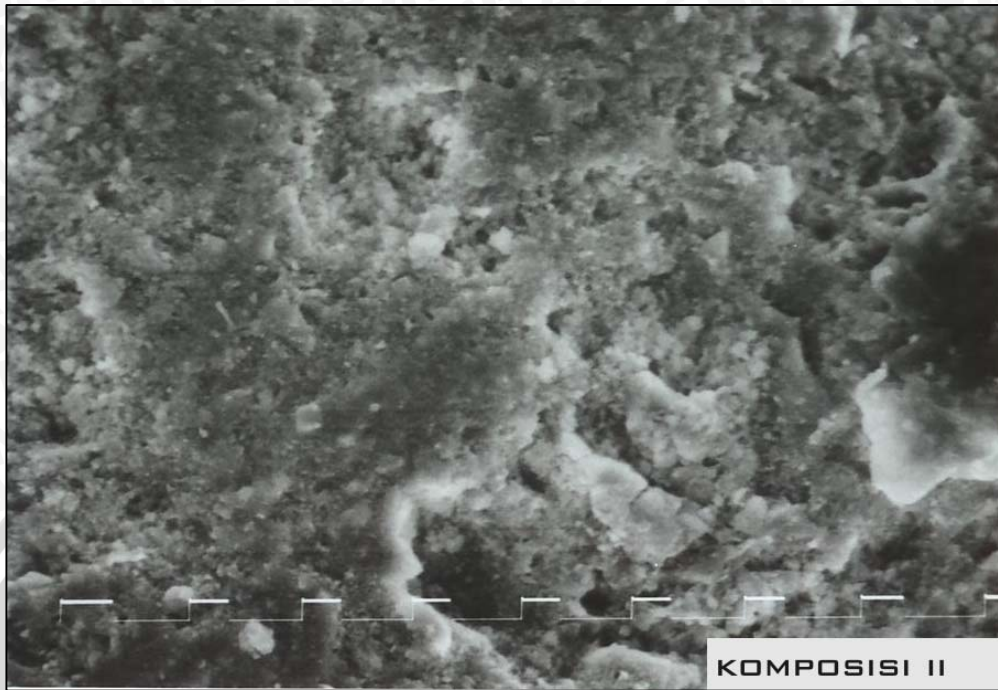
Persiapan yang harus dilakukan sebelum pengamatan struktur mikro diantaranya penginderaan spesimen dan pengampelasan. Setelah bahan uji dipilih, kemudian diratakan kedua permukaannya dengan mesin bubut atau lainnya. Arah pengampelasan tiap tahap harus diubah. Pengampelasan yang lama dan penuh kecermatan akan menghasilkan permukaan yang halus. Untuk pengujian struktur mikro digunakan 1 benda uji untuk setiap komposisi dan genteng normal. Hasil data struktur mikro adalah foto-foto *scanning electron* kenampakan genteng dengan pembesaran 1500x. Jadi jumlah foto *scanning electron* adalah 6 buah. Dari foto-foto tersebut terlihat struktur mikro genteng yang nantinya akan dianalisa. Dan hasil foto- foto scanning elektron seperti pada Gambar 4.1 sampai dengan Gambar 4.6.



Gambar 4. 1 Foto Scanning Electron Genteng Normal (100% tanah liat asli)



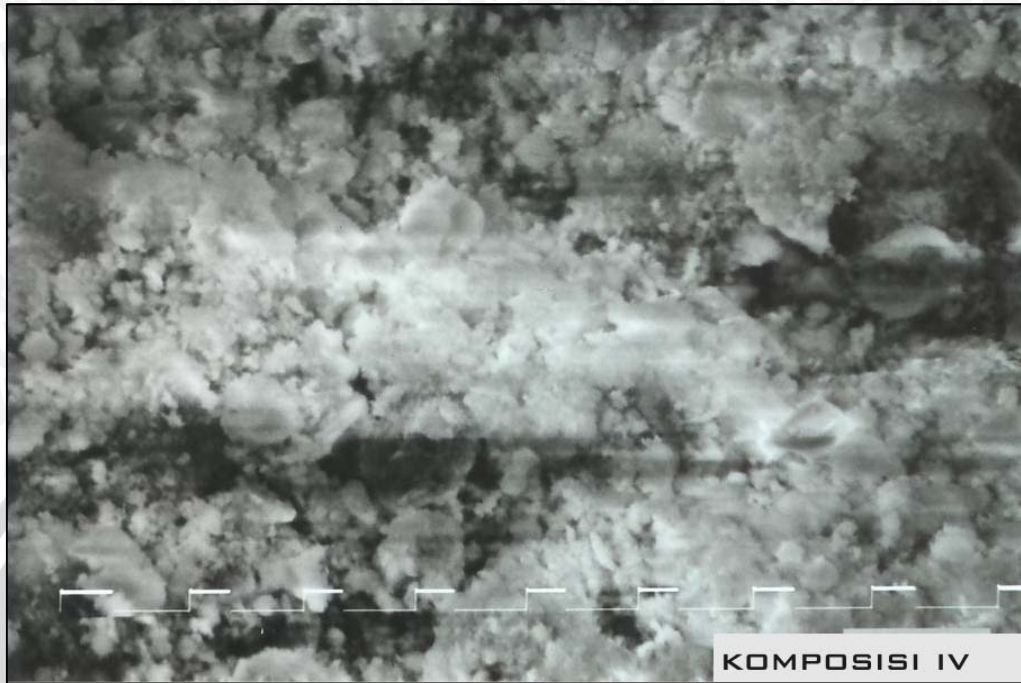
**Gambar 4. 2 Foto Scanning Electron Genteng Komposisi I
(50% Lumpur Lapindo + 50% Tanah Liat Asli)**



**Gambar 4. 3 Foto *Scanning Electron* Genteng Komposisi II
(55% Lumpur Lapindo + 45% Tanah Liat Asli)**



**Gambar 4. 4 Foto *Scanning Electron* Genteng Komposisi III
(60% Lumpur Lapindo + 40% Tanah Liat Asli)**



**Gambar 4. 5 Foto *Scanning Electron* Genteng Komposisi IV
(65% Lumpur Lapindo + 35% Tanah Liat Asli)**



**Gambar 4. 6 Foto *Scanning Electron* Genteng Komposisi V
(70% Lumpur Lapindo + 30% Tanah Liat Asli)**

4.4 Analisis Struktur Mikro

Untuk mengetahui gambaran perbedaan struktur mikro genteng dilakukan pengujian foto *scanning electron* genteng uji setiap komposisi dan genteng normal. Proses pengambilan foto *scanning electron* dilakukan di UPT Mikroskopi Elektron Universitas Airlangga, Surabaya dengan alat foto *scanning type* JEOL-JS-100-JAPAN. Genteng uji yang akan difoto dengan *scanning electron* terlebih dahulu dibentuk sesuai dengan ukuran yang disyaratkan oleh UPT Mikroskopi Elektron UNAIR. Foto *scanning electron* untuk genteng ini dilakukan dengan pembesaran 1500x. Foto-foto *scanning electron* dibuat untuk genteng normal tanpa campuran lumpur Lapindo dan genteng dengan campuran lumpur Lapindo dengan prosentase penambahan 50%, 55%, 60%, 65% dan 70%.

Dari hasil pengamatan dan analisis foto- foto *scanning electron* bisa diketahui perbedaan struktur mikro antara genteng normal dan genteng dengan campuran lumpur Lapindo. Dari hasil foto *scanning electron* tersebut memperlihatkan struktur pori dari permukaan pecahan genteng keramik dengan magnifikasi yang besar. Partikel individu dari genteng keramik yang sudah dibakar diubah bentuknya kedalam aneka bentuk keramik matrik yang memperlihatkan jaringan pori yang kontinyu.

4.4.1 Pengamatan Hasil Foto Scanning Elektron

4.4.1.1 Pengamatan Hasil Foto Scanning Elektron Genteng Normal

Komposisi campuran pada genteng normal adalah 100% tanah liat asli. Kondisi foto general view pada genteng normal terlihat lebih banyak lubang – lubang pori, butir pembentuk keramik mempunyai diameter yang besar.

Dan kondisi foto bagian pori menunjukkan kenampakan pada pori terkesan bahwa permukaan bertekstur tajam.

4.4.1.2 Pengamatan Hasil Foto Scanning Elektron Genteng Komposisi I

Komposisi campuran pada genteng komposisi I adalah 50% lumpur Lapindo + 50% tanah liat asli . Kondisi foto general view pada genteng komposisi I terlihat mempunyai banyak lubang pori, dengan diameter yang lebih kecil. Butir pembentuk keramik mempunyai diameter yang lebih kecil.

Dan kondisi foto bagian pori menunjukkan kenampakan pada pori terkesan mempunyai tekstur tidak tajam.

4.4.1.3 Pengamatan Hasil Foto Scanning Elektron Genteng Komposisi II

Komposisi campuran pada genteng komposisi II adalah 55% lumpur Lapindo + 45% tanah liat asli. Ditampilkan dengan perbesaran yang sama x1500, kondisi foto general view pada genteng komposisi II terlihat pori lebih kecil dan lebih sedikit dengan kesan kenampakan lebih kompak, diameter ukuran butir lebih kecil.

Dan kondisi foto bagian pori menunjukkan kenampakan pada pori terkesan mempunyai tekstur tidak tajam.

4.4.1.4 Pengamatan Hasil Foto Scanning Elektron Genteng Komposisi III

Komposisi campuran pada genteng komposisi III adalah 60% lumpur Lapindo + 40% tanah liat asli. Pada kondisi foto general view terlihat pori lebih kecil, diameter ukuran butir lebih kecil sehingga kesan kenampakan lebih kompak.

Dan kondisi foto bagian pori menunjukkan kenampakan pada pori terkesan mempunyai tekstur tidak tajam.

4.4.1.5 Pengamatan Hasil Foto Scanning Elektron Genteng Komposisi IV

Komposisi campuran pada genteng komposisi IV adalah 65% lumpur Lapindo + 35% tanah liat asli. Pada kondisi foto general view terlihat diameter pori lebih kecil sehingga kesan kenampakan kompak.

Dan kondisi foto bagian pori menunjukkan kenampakan pada pori terkesan mempunyai tekstur tidak tajam.

4.4.1.6 Pengamatan Hasil Foto Scanning Elektron Genteng Komposisi V

Komposisi campuran pada genteng komposisi V adalah 70% lumpur Lapindo + 30% tanah liat asli. Pada kondisi foto general view terlihat diameter pori lebih kecil, ukuran butir lebih kecil, kesan kenampakan kompak.

Dan kondisi foto bagian pori menunjukkan kenampakan pada pori terkesan mempunyai tekstur tidak tajam.

4.4.2 Pembahasan Terhadap Struktur Mikro

Timbulnya void- void seperti yang terlihat pada hasil foto scanning elektron sangatlah tidak diinginkan, karena void- void tersebut dapat menjadi sumber kegagalan genteng keramik. Mekanisme terbentuknya void merupakan suatu proses yang kompleks dan hal ini harus dicegah sedini mungkin guna menghindari kerusakan.

Sehubungan dengan hasil foto scanning elektron yang tidak sesuai dengan yang diharapkan sebelumnya, maka untuk menguatkan hipotesis dilakukan perbandingan dengan hasil penelitian sebelumnya tentang pengujian kuat lentur, penyerapan dan rembesan air genteng keramik dengan sampel yang sama.

Dari penelitian terdahulu (Agus Dwiyanto, 2007) dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan lumpur Lapindo secara nyata dapat mempengaruhi kuat lentur genteng keramik. Berdasarkan grafik regresi kuat lentur (Gambar 2.2) juga dapat dilihat bahwa penambahan lumpur Lapindo dapat meningkatkan kuat lentur genteng keramik jika dibandingkan dengan kuat lentur genteng normal tanpa penambahan lumpur Lapindo. Penambahan maksimum lumpur Lapindo dalam penelitian ini adalah 70% yang mampu meningkatkan kuat lentur sebesar 10,20% dari kuat lentur normal. Tetapi, penambahan lumpur Lapindo yang menghasilkan kuat lentur optimum adalah 60% (komposisi III). Penambahan lumpur Lapindo sebesar 60% ini bisa menghasilkan kuat lentur rata-rata paling tinggi yaitu 40,83% dari kuat lentur normal. Hal ini dapat terjadi karena lumpur yang ditambahkan pada benda uji memiliki kandungan utama silika dan alumina. Kesimpulan ini sesuai dengan teori bahwa genteng yang baik kandungannya terdiri atas silika dan alumina yang dicampur dengan perbandingan tertentu (Kardiyono T, 1995).

Dari hasil foto scanning elektron, pada komposisi yang sama yaitu komposisi III (60% lumpur Lapindo + 40% tanah liat asli) terlihat ukuran pori lebih kecil, diameter ukuran butir lebih kecil sehingga kesan kenampakan lebih kompak. Dan kondisi foto bagian pori menunjukkan kenampakan pada pori terkesan mempunyai tekstur tidak tajam.

Secara keseluruhan dari hasil foto scanning elektron menunjukkan kesan kenampakan yang identik dengan grafik regresi kuat lentur. Semakin besar komposisi prosentasi penambahan lumpur Lapindo semakin menunjukkan kesan kenampakan pori yang lebih kecil, diameter butir yang lebih kecil sehingga kesan kenampakan terlihat lebih kompak. Semakin kecil ukuran butir dalam mikrostruktur, maka kekuatan dan kekerasan akan semakin tinggi.

Dari penelitian terdahulu (Adi Wahyu Widodo, 2008) dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan lumpur Lapindo juga mempengaruhi penyerapan air dan rembesan air genteng keramik. Berdasarkan grafik (Gambar 2.3) dapat dilihat secara keseluruhan

bahwa penambahan lumpur Lapindo dapat menurunkan adsorpsi genteng jika dibandingkan dengan adsorpsi genteng normal tanpa penambahan lumpur Lapindo. Nilai penyerapan air turun secara linier mengikuti prosentase penambahan lumpur Lapindo. Dari grafik juga tampak nilai penyerapan air komposisi III dan V yang tidak mengikuti kecenderungan komposisi yang lain. Meskipun demikian nilai penyerapan air komposisi III dan V masih berada di bawah penyerapan air komposisi normal. Hal ini disebabkan karena penambahan lumpur Lapindo pada komposisi III dan IV tidak cukup menutupi pori-pori genteng yang pada mulanya terisi oleh air, dimana air ini menguap pada proses pengeringan dan pembakaran genteng keramik. Berdasarkan teori pada umumnya adsorpsi pada genteng dapat dikatakan baik jika nilai persentasenya kurang dari 20% (Kardiyono T, 1995).

Secara keseluruhan dari hasil foto scanning elektron menunjukkan kesan kenampakan pori yang identik dengan grafik penyerapan air yang nilai penyerapan airnya turun secara linier mengikuti prosentase penambahan lumpur Lapindo. Semakin besar komposisi prosentasi penambahan lumpur Lapindo semakin menunjukkan kesan kenampakan pori yang lebih kecil, diameter butir yang lebih kecil sehingga penyerapan air akan semakin kecil. Semakin kecil ukuran butir dalam mikrostruktur, maka penyerapan air akan semakin kecil.

Pengujian rembesan air genteng (Adi Wahyu Widodo, 2008) diperoleh nilai optimum untuk waktu merembes 36,78 menunjukkan prosentase penambahan lumpur Lapindo optimum yang akan menghasilkan waktu yang dibutuhkan air untuk merembes ke dalam genteng paling lama. Nilai optimum waktu rembesan ini yang bisa dipakai, sedangkan nilai optimum waktu menetes tidak digunakan. Hal ini karena genteng yang baik tidak boleh menetes dalam kurun waktu tertentu. Nilai penambahan lumpur Lapindo optimum terhadap rembesan air genteng ini di luar komposisi yang diteliti. Hasil pengujian menunjukkan nilai prosentase lumpur Lapindo optimum yang menghasilkan waktu merembes paling lama adalah komposisi I (50% lumpur Lapindo + 50% tanah liat asli).

Dari grafik regresi rembesan (Gambar 2.4), nilai rembesan air turun secara linier mengikuti prosentase penambahan lumpur Lapindo. Secara keseluruhan dari hasil foto scanning elektron menunjukkan kesan kenampakan pori yang identik dengan grafik rembesan air yang nilai rembesan airnya turun secara linier mengikuti prosentase penambahan lumpur Lapindo. Semakin besar komposisi prosentasi penambahan lumpur

Lapindo semakin menunjukkan kesan kenampakan pori yang lebih kecil, diameter butir yang lebih kecil sehingga rembesan air akan semakin kecil. Semakin kecil ukuran butir dalam mikrostruktur, maka akan semakin memperlama waktu perembesan air.

Dari hasil pengamatan secara keseluruhan terhadap uji kuat tekan lentur, penyerapan air, rembesan dan struktur mikro dengan pengambilan foto – foto scanning elektron dapat dinyatakan bahwa volume pori dari pecahan genteng keramik bervariasi, kenampakan pori tergantung pada komposisi bahan dan temperatur pembakaran.

Pada genteng normal terlihat lebih banyak lubang pori, sedangkan pada genteng dengan campuran lumpur Lapindo terlihat pori lebih kecil sehingga memperlihatkan kesan kenampakan yang lebih kompak. Hal ini disebabkan diameter butiran dari lumpur Lapindo lebih kecil dibandingkan diameter butiran tanah pada genteng normal.

Faktor utama yang mempengaruhi struktur mikro dan kekuatan genteng keramik adalah kehalusan permukaan, volume dan bentuk dari pori, ukuran dan bentuk butir, jenis dan bentuk fasa batas butir dan cacat yang disebabkan oleh tegangan dalam misalnya tegangan termal.

