

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Data

#### 4.1.1 Data Hasil Perhitungan Laju Keausan

Untuk menghitung laju keausan, maka digunakan perumusan laju keausan ASTM G99 yang merupakan sebuah rumusan dan pemodelan yang mudah untuk menjelaskan laju keausan secara umum. Lamanya pengujian setiap spesimen benda uji adalah 10 menit, benda uji ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 1 mg. Perubahan berat spesimen merupakan selisih dari berat spesimen sebelum dan sesudah dilakukan pembakaran. Adanya selisih berat spesimen ini menunjukkan terjadinya keausan pada material yang di tandai dengan hilangnya berat dari spesimen tersebut.

$$\Delta W = \text{Berat awal} - \text{Berat akhir}$$

Dimana :

$$\Delta W = \text{Berat (gram)}$$

Perubahan volume di hitung dengan rumus:

$$\Delta V = \frac{\Delta W}{\rho}$$

Keterangan:

$$\Delta W = \text{perubahan berat spesimen (gram)}$$

$$\rho = \text{massa jenis material komposit (gram/cm}^3\text{)}$$

$$\Delta V = \text{perubahan volume spesimen (cm}^3\text{)}$$

Kemudian laju keausan material ( $K'$ ) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$K' = \frac{\Delta V}{F.L}$$

Keterangan:

$$K' = \text{nilai laju keausan spesifik (mm}^3\text{/Nm)}$$

$$\Delta V = \text{perubahan volume spesimen (cm}^3\text{)}$$

$$F = \text{beban normal (29,42 N)}$$

$$L = \text{panjang wear track (474,6 m)}$$

Massa jenis bahan baku

$$\text{Zirkon} : 4,7 \text{ gram/cm}^3$$

$$\text{Kaolin} : 2,41 \text{ gram/cm}^3$$

Feldspar : 2,52 gram/cm<sup>3</sup>

Silika : 2,65 gram/cm<sup>3</sup>

Tabel 4.1  
Massa jenis material komposit pada setiap spesimen

Spesimen	$\rho$ material komposit gram/cm <sup>3</sup>
I	2,68
II	2,79
III	2,91
IV	3,02

Berikut contoh perhitungannya pada spesimen I :

Berat awal : 34,925 gram

Berat akhir : 34,830 gram

$\Delta W = \text{Berat awal} - \text{Berat akhir}$

$$= 34,925 - 34,830$$

$$= 0,095 \text{ gram}$$

Dimana :

$\Delta W$  : berat (gram)

Perubahan volume di hitung dengan rumus:

$$\Delta V = \frac{\Delta W}{\rho}$$

$$\Delta V = \frac{0,095}{2,68}$$

$$= 0,0354 \text{ cm}^3$$

$$= 35,4081 \text{ mm}^3$$

Kemudian laju keausan material ( $K'$ ) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$K' = \frac{\Delta V}{F \cdot L}$$

$$K' = \frac{35,4081}{29,42.474,6}$$

$$= 0,0025 \text{ mm}^3/\text{Nm}$$

Dari contoh perhitungan diatas maka didapatkan data-data hasil perhitungan susut bakar setiap variasi pada spesimen sebagai berikut:

Tabel 4.2  
Data Hasil Perhitungan Laju Keausan

Spesimen	Berat awal (gram)	Berat akhir (gram)	Perubahan berat (gram)	perubahan volume (cm <sup>3</sup> )	perubahan volume (mm <sup>3</sup> )	Laju keausan (mm <sup>3</sup> /Nm)
1	34,925	34,83	0,095	0,035	35,408	0,0025
2	37,055	36,965	0,09	0,032	32,166	0,0023
3	40,87	40,785	0,085	0,029	29,179	0,0021
4	39,695	39,625	0,07	0,023	23,117	0,0017

#### 4.1.2 Data Hasil Perhitungan Susut Bakar

Dari hasil data pengujian keramik sebelum proses pembakaran selanjutnya dapat menghitung volume setiap spesimen dengan menggunakan standard ASTM D 955-00 sebagai berikut :

$$V_{\text{sebelum bakar}} = \pi \times (r_1)^2 \times (t_1)$$

$$= \pi \times (1,985)^2 \times 1,68$$

$$= 20,94 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{sesudah bakar}} = \pi \times (r_2)^2 \times (t_2)$$

$$= \pi \times (1,965)^2 \times 1,63$$

$$= 20,18 \text{ cm}^3$$

Untuk menghitung nilai susut bakar menggunakan perumusan sebagai berikut:

Berikut adalah contoh perhitungan pada spesimen I :

- Susut bakar sebelum pembakaran 20,94 cm<sup>3</sup>
- Susut bakar sesudah pembakaran 20,18 cm<sup>3</sup>

$$\text{Susut Bakar} = \frac{\text{Volume sebelum bakar} - \text{Volume sesudah bakar}}{\text{Volume sebelum bakar}} \times 100 \%$$

$$\text{susut bakar} = \frac{20,94 - 20,18}{20,94} \times 100\%$$

$$\text{susut bakar} = 3,66 \%$$

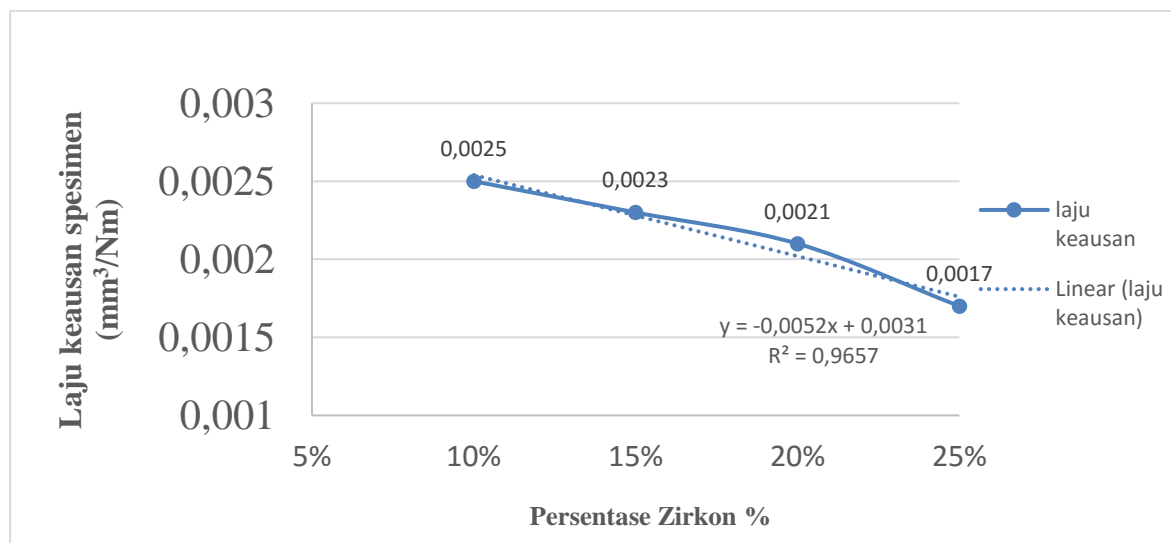
Dari contoh perhitungan diatas maka didapatkan data-data hasil perhitungan susut bakar setiap variasi pada spesimen sebagai berikut:

Tabel 4.3  
Data Hasil Perhitungan Susut Bakar

Specimen	Tinggi sebelum bakar (cm)	Tinggi sesudah bakar (cm)	Diameter sebelum bakar (cm)	Diameter sesudah bakar (cm)	Susut sebelum bakar (cm <sup>3</sup> )	Susut sesudah bakar (cm <sup>3</sup> )	Susut bakar (%)
1	1,68	1,635	3,97	3,93	20,94	20,18	3,66
2	1,935	1,89	3,95	3,93	23,99	23,32	2,82
3	1,735	1,71	3,96	3,94	21,57	21,15	1,94
4	1,865	1,84	3,97	3,96	23,25	22,87	1,59

## 4.2 Pembahasan Grafik

### 4.2.1 Hubungan Antara Variasi Persentase Zirkon (ZrSiO<sub>4</sub>) dan Bahan Baku pada Keramik Modern Terhadap Keausan



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara variasi persentase zirkon (ZrSiO<sub>4</sub>) dan bahan baku pada keramik modern terhadap keausan

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa Laju keausan menurun seiring dengan kenaikan fraksi berat zirkon (ZrSiO<sub>4</sub>) sampai 25%. Laju keausan terendah terdapat pada penambahan fraksi berat zirkon (ZrSiO<sub>4</sub>) 25% yaitu sebesar 0,0017 mm<sup>3</sup>/Nm dan laju keausan tertinggi terdapat pada penambahan fraksi berat zirkon (ZrSiO<sub>4</sub>) 10% yaitu sebesar 0,0025 mm<sup>3</sup>/Nm. Laju keausan dipengaruhi oleh komponen bahan yang lebih keras yaitu zirkon (ZrSiO<sub>4</sub>) dan juga dipengaruhi oleh ikatan antara zirkon (ZrSiO<sub>4</sub>) dan bahan baku keramik. Keausan juga di pengaruhi oleh perbedaan penambahan kaolin pada setiap

spesimen, dimana semakin sedikit kaolin maka nilai keausan semakin rendah. Zainal (2015) menyatakan, kaolin merupakan bahan keramik seperti lempung (*clay*) berupa *hidrous alumino* silikat dan bila ditambah air akan menjadi campuran plastis yang dapat diolah menjadi bentuk sesuai yang kita kehendaki.

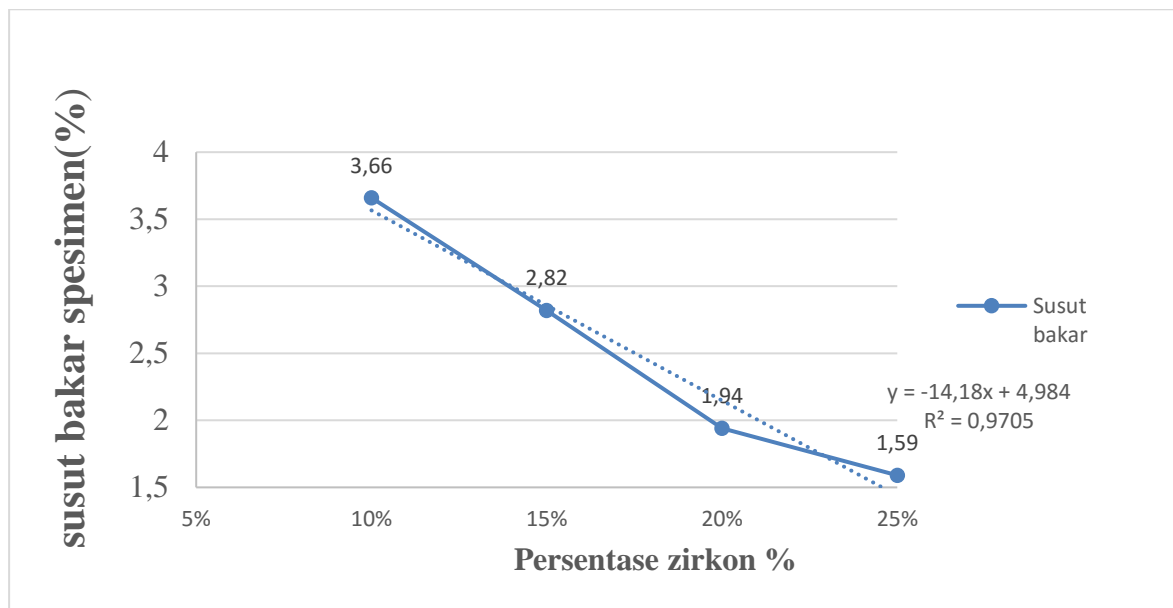
Dari hasil penelitian saya ini, saya membandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya dimana, Kristasari (2016) melakukan penelitian tentang Studi eksperimental laju keausan material gigi tiruan dari resin akrilik berpenguat fiberglass dengan variasi susunan serat penguat. Hasil penelitian ini menunjukkan laju keausan terbesar sebesar  $0.012 \text{ mm}^3/\text{Nm}$  yang terdapat pada material resin akrilik tanpa penguat serat dan nilai laju keausan yang terkecil yaitu pada material resin akrilik berpenguat 7% serat sebesar  $0.0006 \text{ mm}^3/\text{Nm}$ . Dari hasil penelitian tersebut saya menarik kesimpulan bahwa semakin banyak kandungan serat dalam material resin akrilik akan menurunkan laju keausan. Sama halnya dengan hasil penelitian yang saya lakukan, dimana semakin banyak penambahan persentase zirkon ( $\text{ZrSiO}_4$ ) dalam material spesimen saya akan menurunkan laju keausan ketika di uji. Begitu juga sebaliknya jika penambahan persentase zirkon yang semakin sedikit akan menyebabkan laju keausan yang semakin tinggi.

Dari keempat variasi spesimen yang telah saya buat tersebut, persentase bahan baku yang dapat dijadikan untuk membuat gigi tiruan adalah spesimen yang keempat. Karena memiliki nilai laju keausan yang lebih rendah dengan penambahan persentase zirkon ( $\text{ZrSiO}_4$ ) lebih tinggi. Jika di lihat dari segi keausan yang terjadi di spesimen uji, keausan yang terjadi adalah keausan lelah (*fatigue wear*). Karena keausan ini terjadi akibat interaksi permukaan, dimana permukaan yang mengalami beban berulang akan mengarah pada pembentukan retak - retak mikro. Retak - retak mikro tersebut pada akhirnya menyatu dan menghasilkan pengelupasan material. Jejak keausan yang terjadi dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.2 Foto jejak keusakan lelah yang terjadi di spesimen uji

#### 4.2.2 Grafik Hubungan Antara Variasi Persentase Zirkon ( $ZrSiO_4$ ) dan Bahan Baku pada Keramik Modern Terhadap Susut Bakar



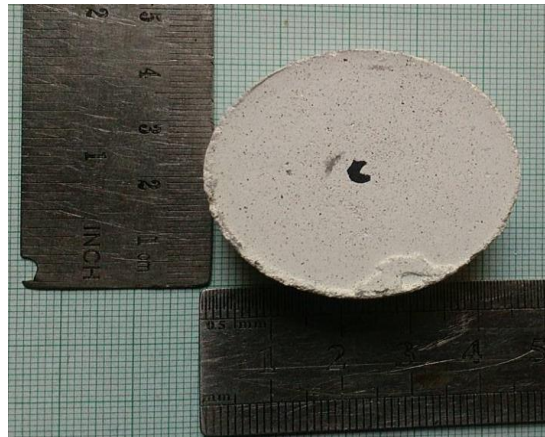
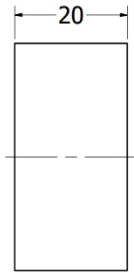
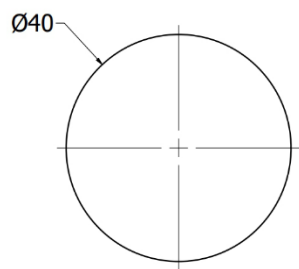
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara variasi persentase zirkon ( $ZrSiO_4$ ) dan bahan baku pada keramik modern terhadap susut bakar.

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa nilai susut bakar pada setiap spesimen berbeda-beda, spesimen ke empat memiliki nilai susut bakar paling rendah, ini disebabkan oleh semakin tinggi kandungan zirkon dalam material akan menyebabkan susut bakar juga menurun. Penyusutan badan keramik dipengaruhi juga oleh proses *sintering*, dimana semakin tinggi temperatur *sintering* maka susut bakar juga akan meningkat. Hendri (2012) menyatakan, terjadinya proses *sintering* mengakibatkan partikel-partikel bahan keramik saling mendekat menjadi struktur yang rapat dan bahkan sangat kuat. Pada dasarnya,

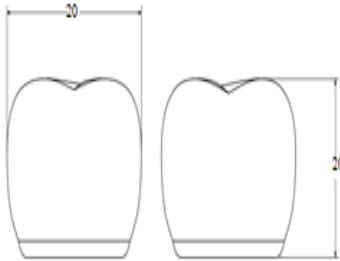
proses *sintering* merupakan peristiwa penghilangan pori-pori antara bahan, disaat yang sama terjadi juga penyusutan komponen dan diikuti oleh peningkatan ikatan antara partikel yang berdekatan. Susut bakar juga di pengaruhi oleh perbedaan penambahan persentase kaolin pada setiap spesimen. Semakin sedikit kaolin maka nilai susut bakar akan semakin menurun, nilai susut bakar paling tinggi berada pada spesimen pertama dengan persentase kaolinnya sebesar 65% dan nilai susut bakar sebesar 3,66 %, nilai susut bakar paling rendah berada pada spesimen keempat yang persentase kaolinnya sebesar 50% dan nilai susut bakar sebesar 1,59 %. (Sardjono, 2007) menyatakan, semakin tinggi kandungan kaolin yang ada dalam badan keramik, maka semakin besar pula penyusutan setelah dilakukan pemanasan (pembakaran). Dengan terjadinya penyusutan tinggi maka secara otomatis akan terjadi penyusutan volume keramik. Penyusutan ini terjadi kemungkinan disebabkan karna selama proses pemanasan (pembakaran) dari keadaan awal sampai diperoleh produk keramik yang kuat dan mampat adalah adanya perubahan bentuk dan ukuran pori. Kingery et al (1975) menyatakan, semakin tinggi kandungan material bahan baku non plastis pada badan keramik maka penyusutan akan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena material bahan baku non plastis memiliki sifat penyusutan yang rendah. Dengan adanya bahan baku non plastis pada pembuatan badan keramik ini akan sangat membantu dalam mengurangi penyusutan dimensi keramik.

#### **4.2.3 Analisis Hasil Gigi Tiruan Dengan Spesimen Gigi**

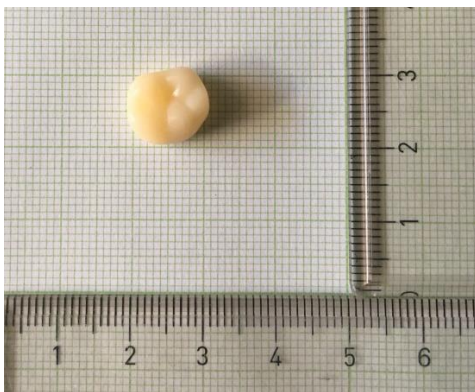
Dapat dilihat dari hasil penelitian dibawah, menunjukkan hasil warna antara spesimen uji, gigi tiruan dari keramik yang berbahan zirkon, kaolin, feldspar dan silika cenderung memiliki warna yang sama dengan gigi manusia. Kecenderungan warna yang sama ini adalah karena dalam pembuatan spesimen uji dan gigi tiruan tersebut menggunakan persentase kaolin yang paling banyak. Kaolin merupakan bahan baku yang paling penting dalam pembuatan keramik dan paling putih di antara bahan-bahan baku keramik lainnya. Sifat-sifat kaolin antara lain: Dalam keadaan kering berwarna putih, Memberi warna putih pada badan keramik, dan Setelah dibakar berwarna putih.



(a)



(b)



(c)

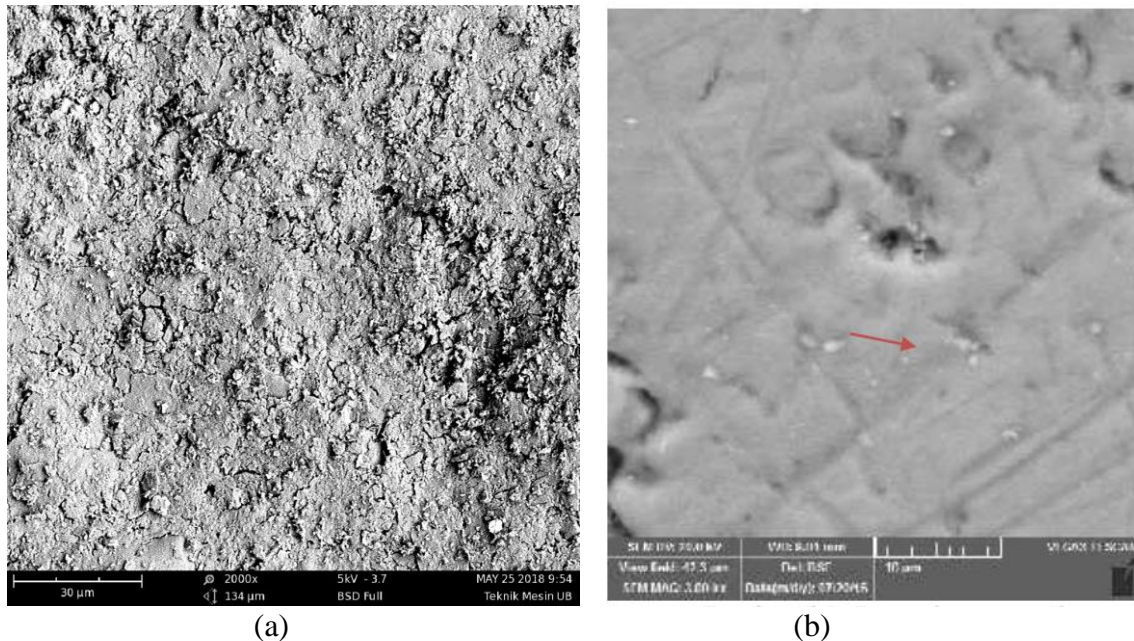
Gambar 4.4 (a) hasil speseimen uji, (b) hasil spesimen gigi tiruan, (c) gigi manusia

Dari hasil pembuatan gigi tersebut jika di optimalkan lebih lanjut lagi dapat di jadikan referensi buat kedokteran gigi atau tukang-tukang pembuatan gigi palsu di pasaran. Jadi jika produk gigi tersebut dapat di jual ke kedokteran gigi yang menangani pembautan gigi, selain bahan-bahan gigi tiruan dari keramik mudah di dapat dan di jumpai di indonesia, bahan-bahan tersebut sangat murah. Sehingga dengan demikian masyarakat akan terbantu



dengan hal tersebut karena harganya yang terjangkau oleh masyarakat yang ekonominya lemah.

### 4.3 Scanning Electron Microscope (SEM)



Gambar 4.5 (a) Hasil foto SEM perbesaran 2000x, (b) Permukaan Gigi Asli dengan Perbesaran 3000x

Pada gambar 4.5 (a) menunjukkan hasil foto SEM (Scanning Electron Microscope) dari spesimen dengan perbesaran 2000x. Terlihat bahwa permukaan spesimen (a) sangat kasar apabila dibandingkan dengan permukaan gigi asli (b) masih terdapat butiran yang belum menyatu dan terdapat gumpalan-gumpalan yang menghasilkan pori-pori dan menyebabkan terjadinya keausan dan penyusutan. Akibat dari serpihan-serpihan serbuk yang kurang halus tersebut menunjukkan kekerasan yang rendah, hal ini akan menyebabkan keausan mudah terjadi.

