

PENGARUH KONDISI PENYIMPANAN HASIL CETAKAN ELASTOMER TIPE SILIKON TERHADAP KETEPATAN DIMENSI MODEL KERJA

KARYA TULIS ILMIAH (SKRIPSI)

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran Gigi
Pada Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Jember

Oleh :

Yanuar Kristanto

NIM. 971610101073

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER**

2003

Asal :	Hadiah Pembelian	Klass 6A.692 KRI pc.1B
Terima tgl :	27 APR 2006	
No. induk :		
Peny. katalog :		

**PENGARUH KONDISI PENYIMPANAN HASIL
CETAKAN ELASTOMER TIPE SILIKON TERHADAP
KETEPATAN DIMENSI MODEL KERJA**

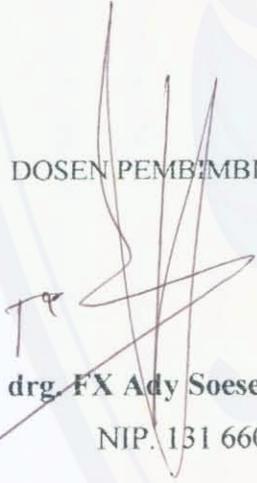
**KARYA TULIS ILMIAH
(SKRIPSI)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Kedokteran Gigi Pada
Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Jember

Oleh :

Yanuar Kristanto
971610101073

DOSEN PEMBIMBING UTAMA


drg. FX Ady Soesetijo, Sp. Pros.

NIP. 131 660 770

DOSEN PEMBIMBING ANGGOTA


drg. Didin Erma Indahyani, M. Kes.

NIP. 132 162 521

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER**

2003

ii

Diterima oleh :

Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Jember

Sebagai Karya Tulis Ilmiah (Skripsi)

Dipertahankan pada:

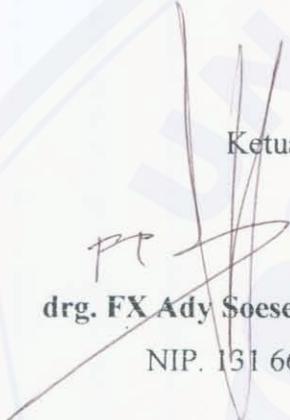
Hari : Rabu

Tanggal : 30 April 2003

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Jember

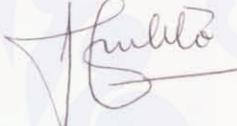
Tim Penguji

Ketua


drg. FX Ady Soesetijo, Sp. Pros.

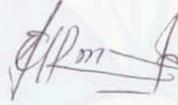
NIP. 131 660 770

Sekretaris


drg. Sukanto, M. Kes.

NIP. 132 148 543

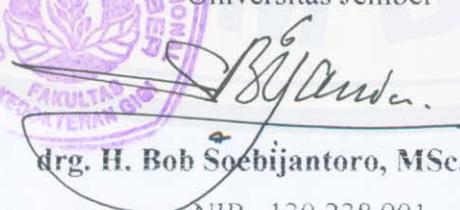
Anggota


drg. Didin Erma Indahyani, M. Kes.

NIP. 132 162 521

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Jember


drg. H. Bob Soebijantoro, MSc., Sp.Prof

NIP. 130 238 901

Motto

*Ya ... Robbi
Wa anzhimni fi ash-habil yamin
Wa wajjihni fi masalikil aminin
Waj'alni fi faujil fa-izin
Wa'mur bi majalisa sh-shalihin*

*Ya ... Allah
Tempatkan aku pada kelompok penghuni surga
Hadapkan aku pada arah kelompok sejahtera
Jadikan aku dalam kelompok berjaya
Hidupkan aku dalam golongan orang yang tagwa*

(Ali zainal abidin)

"Rumongso melu Handarbeni, yaitu merasa ikut memiliki"

"Wajib melu Hangrungkebi, yaitu wajib ikut mempertahankan dari serangan-serangan baik dari dalam maupun dari luar"

"Mulat saliro Hangrosowani, yaitu harus mawas diri (introspeksi)"

(KGPAA Mangkunegoro I)

Kupersembahkan Karya Tulis Ilmiah ini kepada:

- 1. Ayahanda Supandi dan Ibunda Yantirah*
- 2. Adik - adikku, Rahayu Dwi Cahyani & Taufik ar - rahman*
- 3. Keponakanku Sheilla Afpriliani*
- 4. Kekasihku Yurika Dwitaningrum S.KG*
- 5. Almamaterku*
- 6. Agama dan Bangsaaku*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan karya tulis ilmiah yang berjudul **Pengaruh Kondisi Penyimpanan Hasil Cetakan Elastomer Tipe Silikon Terhadap Ketepatan Dimensi Model Kerja**. Tak lupa Sholawat serta Salam tetap tercurahkan pada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW.

Kerja keras dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan serta dorongan dari beberapa pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. drg. H. Bob Soebijantoro, MSc., Sp.Prof.; selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember terima kasih atas bimbingannya selama ini.
2. drg. FX Ady Soesetijo, Sp. Prof.; selaku Dosen Pembimbing Utama, terima kasih atas bimbingan dan pengarahannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. drg. Didin Erma Indahyani, M.Kes.; selaku Dosen Pembimbing Anggota, terima kasih atas bimbingan dan pengarahannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. drg. Sukanto, M.Kes.; selaku Sekretaris yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Pimpinan dan staf Taman Bacaan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang memberikan fasilitas dan bahan-bahan acuan dalam penulisan skripsi ini.
6. Kedua orang tuaku dan adik-adikku tercinta, terima kasih atas rangkaian doa yang tulus, kasih sayang yang tiada henti, pengorbanan, semangat dan motivasinya demi tercapainya cita-citaku.
7. Sahabat-sahabat terbaikku, Yiyi', Ari C, Ari S, Hengky, Syahrul, Dwi, Dani, Yufi, Vita, Tutut, Lita, Tika, Tina, Ayu, Rina, Novita, Rita, Reni, Chilpie terima kasih atas persahabatan yang telah kita jalani selama ini. Semoga ini abadi.

8. *Kamerad FKG UNEJ angkatan '97.*

Penulis berupaya untuk menyusun skripsi ini sebaik-baiknya, tapi penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, sehingga perlu adanya penyempurnaan. Sehubungan dengan hal tersebut penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. *Amien ya rabbal alamin.*

Jember, April 2003

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Motto.....	iv
Halaman Persembahan.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Grafik.....	xii
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Lampiran.....	xiv
Ringkasan.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Bahan Cetak.....	4
2.2 Klasifikasi Bahan Cetak.....	6
2.3 Polimerisasi.....	6
2.3.1 Tahap-tahap Polimerisasi.....	7
2.4 Bahan Cetak Elastomer.....	8
2.4.1 Tipe Elastomer.....	8
2.4.2 Elastomer Polisulfida.....	9
2.4.3 Silikon.....	9
2.4.3.1 Silikon Tipe Kondensasi.....	9
2.4.3.2 Silikon Tipe Adisi.....	11
2.4.4 Polieter.....	12

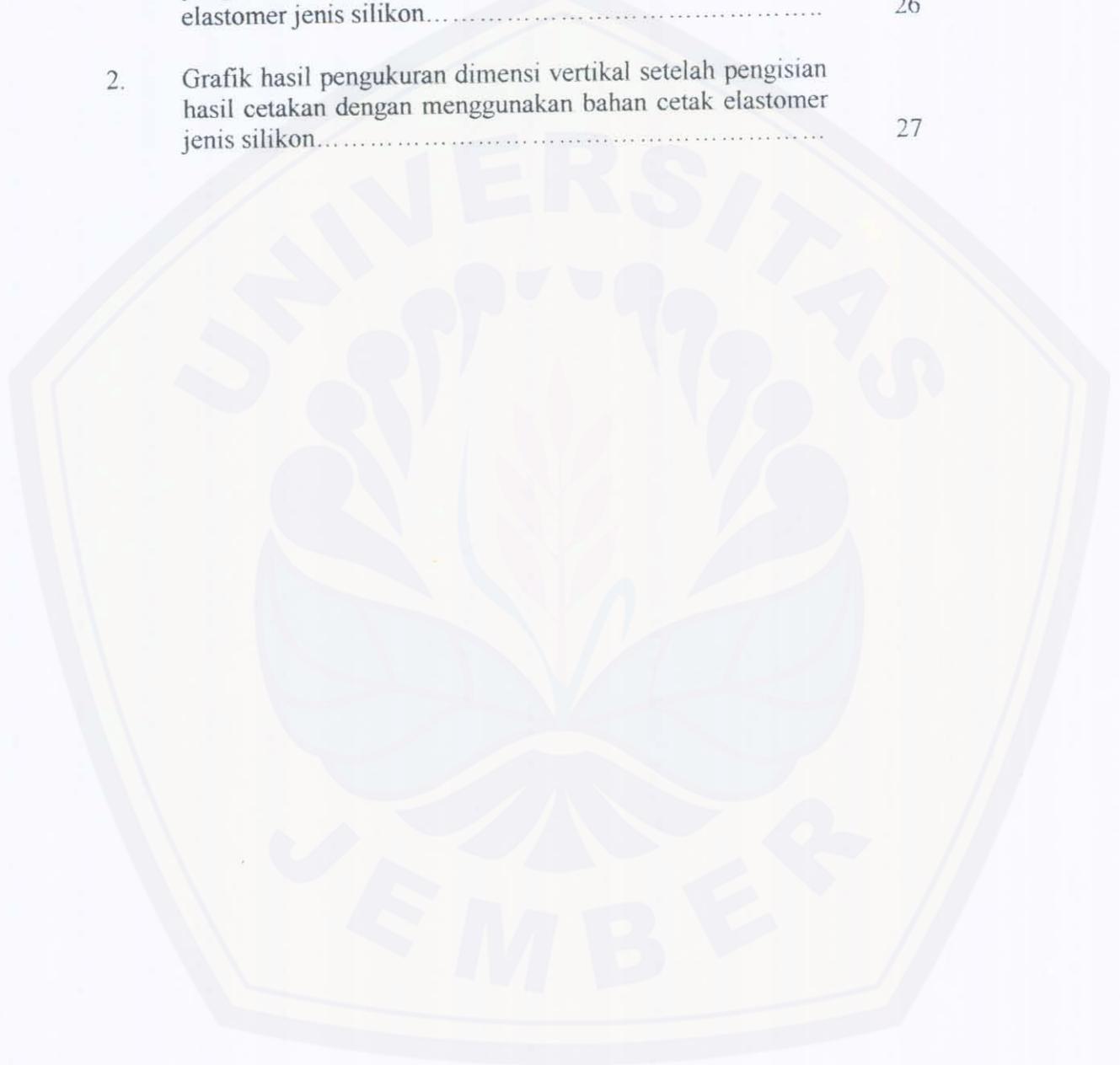
2.5 Stabilitas Dimensi Bahan Cetak Elastomer.....	12
2.6 Sifat-sifat Bahan Cetak Elastomer.....	13
2.7 Reproduksi Detail Rongga Mulut.....	13
2.8 Gips keras.....	14
2.8.1 Klasifikasi Gips Keras.....	15
2.8.2 Komposisi Gips Keras.....	15
2.8.3 Perbandingan Bubuk dan Air.....	15
2.8.4 Cara Pencampuran dan Pengadukan.....	16
2.8.5 Perubahan Dimensi Gips.....	16
2.8.6 Waktu Pengerasan (<i>Setting Time</i>).....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Macam,Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.1.1 Macam Penelitian.....	19
3.1.2 Tempat Penelitian.....	19
3.1.3 Waktu Penelitian.....	19
3.2 Rancangan penelitian.....	19
3.3 Identifikasi Variabel.....	19
3.3.1 Variabel Bebas.....	19
3.3.2 Variabel Terikat.....	19
3.3.3 Variabel Terkendali.....	19
3.4 Alat dan Bahan.....	20
3.4.1 Alat.....	20
3.4.2 Bahan.....	20
3.5 Sampel.....	21
3.5.1 Bentuk Sampel.....	21
3.5.2 Pengukuran Sampel.....	21
3.5.3 Kriteria Sampel.....	22
3.5.4 Pembagian Kelompok Sampel.....	22
3.5.5 Metode Sampling.....	23
3.6 Cara Kerja.....	23
3.6.1 Mencetak Model Kerja.....	23

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Hasil pengukuran dimensi horisontal setelah pengisian cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon.....	26
2.	Hasil pengukuran dimensi vertikal setelah pengisian cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon.....	27
3.	Hasil uji <i>Kolmogorov – Smirnov</i> dan <i>Levene's</i> pada pengukuran dimensi horisontal.....	28
4.	Hasil uji <i>Kolmogorov – Smirnov</i> dan <i>Levene's</i> pada pengukuran dimensi vertikal.....	29
5.	Hasil uji analisis varian dua arah pada kelompok pengukuran dimensi horisontal.....	30
6.	Hasil uji analisis varian dua arah pada kelompok pengukuran dimensi vertikal.....	31

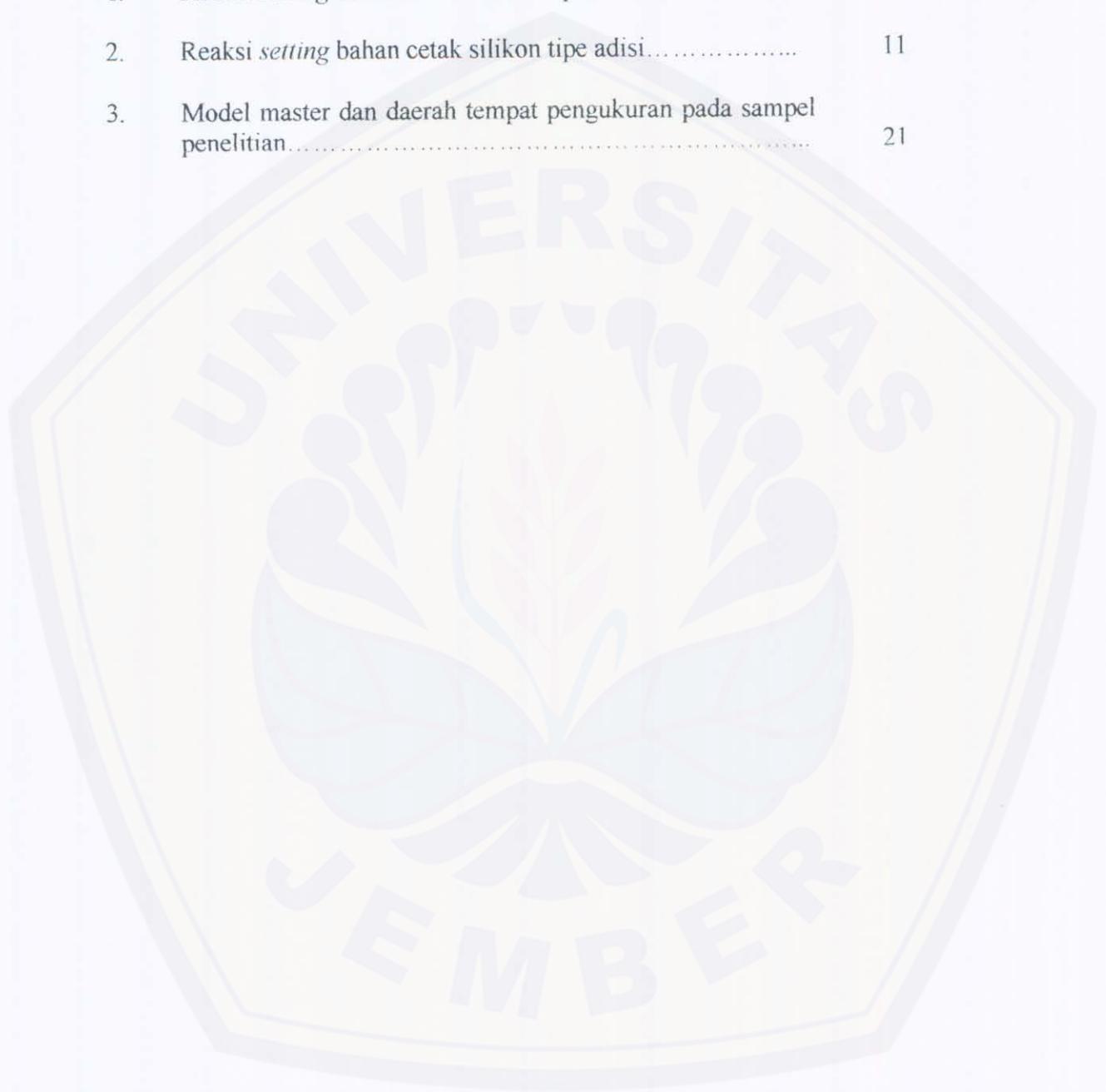
DAFTAR GRAFIK

Nomor	Halaman
1. Grafik hasil pengukuran dimensi horisontal setelah pengisian hasil cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon.....	26
2. Grafik hasil pengukuran dimensi vertikal setelah pengisian hasil cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon.....	27



DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Reaksi <i>setting</i> bahan cetak silikon tipe kondensasi.....	10
2.	Reaksi <i>setting</i> bahan cetak silikon tipe adisi.....	11
3.	Model master dan daerah tempat pengukuran pada sampel penelitian.....	21



DAFTAR LAMPIKAN

Nomor		Halaman
1.	Hasil uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> terhadap dimensi horisontal dan dimensi vertikal hasil cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon.....	40
2.	Hasil uji <i>Levene's</i> dan uji analisis varian dua arah terhadap dimensi horisontal dan dimensi vertikal hasil cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon.....	41
3.	Foto bahan, alat dan hasil penelitian.....	44

RINGKASAN

Yanuar Kristanto, NIM 971610101073, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, Pengaruh Kondisi Penyimpanan Hasil Cetakan Elastomer Tipe Silikon Terhadap Ketepatan Dimensi Model Kerja (penelitian eksperimental laboratoris), 48 halaman. Di bawah bimbingan drg. FX Ady Soesetijo, Sp. Pros. (DPU) dan drg. Didin Erma Indahyani, M.Kes (DPA).

Dalam bidang kedokteran gigi khususnya pada pembuatan gigi-tiruan, banyak tahap pekerjaan yang harus dilakukan oleh seorang operator, salah satu diantaranya adalah tahap pencetakan. Untuk melakukan pencetakan diperlukan bahan cetak yang banyak tersedia dipasaran. Untuk menghasilkan cetakan yang teliti dan halus pada umumnya menggunakan bahan cetak yang bersifat elastis. Bahan cetak yang sering dipergunakan di klinik Prostodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember adalah bahan cetak elastomer. Seringkali di praktek klinik, operator setelah melakukan pencetakan harus menunda waktu untuk mereproduksi hasil cetakan tersebut menjadi model kerja. Kekurang pahaman mengenai kondisi penyimpanan hasil cetakan tersebut dapat mengakibatkan kurang akuratnya hasil cetakan dan model kerja yang dihasilkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kondisi penyimpanan hasil cetakan elastomer tipe silikon terhadap ketepatan model kerja yang dihasilkan. Sedangkan manfaat penelitian ini adalah diharapkan hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai pedoman terhadap penyimpanan hasil cetakan model reproduksi yang akurat dan sebagai bahan pertimbangan klinis dan laboratoris dalam mereproduksi hasil cetakan sehingga dihasilkan suatu model yang akurat.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Material dan Tehnik Kedokteran Gigi FKG Universitas Jember pada bulan April sampai Mei 2002, dengan jumlah sampel penelitian sebanyak 28. Sampel terbagi dalam empat kelompok, kelompok I pengisian gips dilakukan 30 menit setelah cetakan dibiarkan diudara terbuka, kelompok II pengisian gips dilakukan 30 menit setelah cetakan disimpan dalam air, kelompok III pengisian dilakukan setelah cetakan dibiarkan di udara terbuka selama 24 jam. Kelompok IV pengisian cetakan dilakukan setelah cetakan disimpan dalam air selama 24 jam. masing-masing kelompok terdiri dari tujuh sampel. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* dan uji homogenitas *Levene's*, kemudian dilanjutkan dengan analisis varian dua arah dengan koreksi dan tingkat kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna antara kelompok pengukuran dimensi horisontal dan kelompok pengukuran dimensi vertikal dengan model masternya setelah hasil cetakan disimpan dalam kondisi dibiarkan diudara terbuka selama 30 menit dan 24 jam ataupun direndam dalam air selama 30 menit dan 24 jam.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah tidak terdapat perubahan dimensi baik pada dimensi horisontal maupun dimensi vertikal dari model hasil cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon setelah hasil cetakan disimpan dalam kondisi dibiarkan diudara terbuka ataupun direndam dalam air.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di bidang kedokteran gigi, khususnya pada pembuatan gigi tiruan, banyak tahap pekerjaan yang harus dilakukan oleh seorang operator. Salah satu diantaranya adalah tahap pencetakan, karena dari pencetakan akan dihasilkan suatu replika negatif dari gigi dan jaringan sekitarnya. Hasil dari pencetakan tersebut selanjutnya akan direproduksi dengan menggunakan bahan *gips* menjadi suatu model. Di atas model tersebut akan dikonstruksi gigi tiruan.

Di klinik prostodonsia, salah satu bahan cetak yang sering digunakan adalah bahan cetak elastomer. Bahan cetak ini sering digunakan terutama untuk kasus-kasus dengan indikasi gigi tiruan dengan keakuratan yang tinggi. Elastomer merupakan bahan cetak yang bersifat elastis, mempunyai *flow* yang rendah, sehingga apabila digunakan untuk mencetak dapat menghasilkan cetakan yang detail dari jaringan yang dicetak, dan juga menggambarkan suatu keadaan jaringan yang siap menerima gigi tiruan (Lamb, 1993).

Bahan cetak elastomer dibagi menjadi tiga golongan, yaitu polisulfida, silikon dan polieter. Pada umumnya elastomer memiliki sifat-sifat yang menguntungkan antara lain stabilitas dimensional yang baik, kontraksi kecil serta keakuratan yang tinggi. Pada aplikasi klinisnya, seorang operator juga harus selektif memilih bahan cetak yang akan digunakan, terutama menyangkut biaya (Combe, 1992).

Seringkali di praktek klinik, operator setelah melakukan pencetakan harus menunda waktu untuk mereproduksi hasil cetakan tersebut menjadi model kerja. Kekurang pahaman mengenai kondisi penyimpanan hasil cetakan tersebut dapat mengakibatkan kurang akuratnya hasil cetakan dan model kerja yang dihasilkan (Corso, 1998).

Dikatakan pula oleh Phillips (1991) bahwa semua bahan dapat berubah dimensinya karena waktu dan kondisi penyimpanan, karena pada penyimpanan dapat terjadi kontraksi, sebagai akibat terus berlangsungnya polimerisasi. Pada umumnya bahan cetak elastomer dimensinya lebih stabil daripada bahan cetak hidrokoloid, karena pada bahan cetak hidrokoloid terjadi penguapan air selama penyimpanan hasil cetakan dan hal ini mempengaruhi dimensi hasil cetakan. Perubahan terbesar terjadi pada bahan cetak silikon kondensasi dan bahan cetak polisulfida bila dibanding dengan bahan cetak polieter. Apabila model kerja mengalami perubahan dimensi maka akan mempengaruhi hasil pembuatan gigi tiruan (Craig, 1987).

Setelah mencetak, tahap selanjutnya adalah mereproduksi hasil cetakan dengan bahan *gips* model menjadi suatu model, *gips* model yang biasa digunakan pada prosedur laboratoris adalah *gips* keras (*dental stone*) dan *gips* lunak (*plaster of Paris*). Apabila hasil cetakan akan direproduksi menjadi model kerja, maka *gips* yang digunakan adalah *gips* keras, sedangkan apabila hasil cetakan akan di reproduksi menjadi model studi maka *gips* yang digunakan adalah *gips* lunak (Combe, 1992).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka timbul suatu masalah, yaitu bagaimana pengaruh kondisi penyimpanan hasil cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer tipe silikon tipe adisi terhadap ketepatan dimensional model hasil reproduksi bahan tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kondisi penyimpanan hasil cetakan elastomer tipe silikon terhadap ketepatan dimensional model kerja yang dihasilkan.

1.4 Manfaat Penelitian

- a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pedoman terhadap penyimpanan hasil cetakan model reproduksi yang akurat.
- b. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pertimbangan klinis dan laboratoris tentang kondisi penyimpanan hasil cetakan elastomer tipe silikon tipe adisi, sehingga akan dihasilkan suatu model yang akurat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan cetak

Bahan cetak adalah suatu bahan yang dipakai di kedokteran gigi untuk mendapatkan replika negatif dari jaringan yang dicetak. Hasil cetakan, selanjutnya direproduksi dengan *gips* model menjadi suatu model. Untuk keperluan pembuatan suatu restorasi atau gigi tiruan maka diperlukan suatu model kerja, yaitu suatu model yang diperoleh dari hasil pencetakan dengan menggunakan bahan cetak yang akurat (ADA, 1975; Craig 1987).

Pembuatan sebagian besar restorasi yang akan dipasang di dalam mulut (misalnya gigi tiruan, mahkota, inlay, jembatan dan alat orthodonsia) membutuhkan persiapan model jaringan mulut pasien. Menurut Combe (1992), berdasarkan kemampuan bahan cetak untuk menimbulkan pergeseran jaringan yang dicetak, dibedakan kedalam dua kelompok yaitu bahan cetak mukostatik dan bahan cetak mukokompresif. Bahan cetak mukostatik mempunyai sifat *flow* yang tinggi, sehingga apabila di cetakkan, maka bahan cetak tersebut tidak cukup mampu untuk menimbulkan pergeseran jaringan, sehingga hasil cetakan yang diperoleh menggambarkan suatu jaringan yang statis. Sedangkan bahan cetak mukokompresif mempunyai sifat *flow* yang rendah, sehingga apabila di cetakkan membutuhkan penekanan, karena membutuhkan tekanan, maka bahan cetak tersebut akan menimbulkan pergeseran jaringan yang dicetak, sehingga hasil cetakan yang diperoleh akan menggambarkan suatu jaringan yang fisiologis, yaitu suatu jaringan yang siap menerima suatu restorasi.

Menurut Combe (1992) bahan cetak hendaknya mempunyai sifat-sifat dan persyaratan di bawah ini.

- a. Ketepatan dimensi yang baik, artinya bahan cetak apabila di cetakkan bersifat plastis dan mempunyai *flow* yang cukup, sehingga dapat mengisi daerah yang sangat detail dan setelah *setting* bahan harus bersifat elastis, sehingga bahan cetak tersebut dapat melewati daerah *undercut* tanpa terjadi kerusakan pada hasil cetakan,
- b. Tidak beracun dan mengiritasi,
- c. Mempunyai bau dan rasa yang dapat ditoleransi oleh penderita,
- d. Mempunyai waktu *setting* yang cukup artinya dapat memberi kesempatan kepada operator untuk mengaduk bahan cetak, menempatkan pada sendok cetak, kemudian mencetakkan ke dalam mulut pasien. Untuk menghindarkan kelelahan pasien, maka bahan cetak tidak boleh berada dalam mulut lebih dari tiga menit,
- e. Mudah dimanipulasi,
- f. Mempunyai *flow* yang cukup,
- g. Mempunyai *self life* cukup, artinya bahan cetak tidak mudah rusak pada waktu penyimpanan,
- h. Tersedia dalam kemasan dengan berbagai konsistensi, sehingga banyak alternatif dalam pemilihan bahan cetak,
- i. Mempunyai konsistensi dan tekstur memuaskan,
- j. Mempunyai stabilitas dimensional yang baik, sehingga bahan cetak tidak mudah mengalami perubahan bentuk atau distorsi selama bahan cetak tersebut digunakan untuk mencetak, sampai waktu reproduksi hasil cetakan dengan bahan *gips* model.

2.2 Klasifikasi Bahan Cetak

Menurut Combe (1992) bahan cetak di klasifikasikan menjadi bahan cetak elastis dan non elastis.

A. Bahan cetak non elastis antara lain adalah sebagai berikut dibawah ini.

1. Gips cetak,
2. *Impression compound* (kompon cetak),
3. *Zinc oxide eugenol*,
4. Bahan cetak dari lilin.

B. Bahan cetak elastis antara lain adalah sebagai berikut dibawah ini.

1. Hidrokoloid
 - a) reversibel, misalnya agar,
 - b) ireversibel, misalnya Alginat.
2. Elastomer
 - a) polisulfida,
 - b) silikon,
 - c) polieter.

2.3 Polimerisasi

Polimerisasi adalah reaksi intermolekuler yang berulang antara polimer dan monomer, dapat berlangsung tidak terbatas dan merupakan reaksi eksotermis. Polimerisasi ada dua macam yaitu polimerisasi kondensasi dengan hasil samping air dan HCl dan polimerisasi adisi tanpa hasil samping (Mahrus, 1993). Sedang Combe (1992) menambahkan bahwa polimerisasi kondensasi adalah reaksi yang terjadi antara dua molekul dengan pemisahan sebuah molekul yang kecil. Sedang polimerisasi adisi terjadi antara dua molekul yang lebih kecil.

2.3.1 Tahap-tahap polimerisasi

Tahap-tahap polimerisasi menurut Hudis (1977) , Phillips (1991), dan Combe (1992) ada empat tahap seperti berikut ini.

a. Induksi

Masa Induksi ini merupakan masa permulaan berubahnya molekul dari inisiator menjadi bertenaga atau bergerak dan mulai memindahkan energi pada molekul monomer. Tinggi rendahnya suhu mempengaruhi masa induksi.

b. Propagasi

Tahap ini merupakan tahap perkembangan. Proses ini berlangsung sangat cepat. Secara teoritis, reaksi ini berlangsung terus-menerus dengan perkembangan panas, sehingga semua berubah menjadi polimer.

c. Terminasi

Merupakan tahap yang terjadi bila radikal bebas yang terbentuk bereaksi membentuk suatu molekul yang stabil.

d. Transfer rantai (*Chains transfer*)

Merupakan tahap pengikatan antara rantai monomer dan polimer.

Polimerisasi dari bahan cetak dimulai pada saat pengadukan. Bahan cetak yang ideal memiliki sifat plastis yang adekuat untuk memudahkan pengadukan dan memasukkannya ke dalam *syringe*. Bahan cetak yang ideal harus memiliki sifat plastis untuk memudahkan pengadukan, peletakan bahan cetak dalam *syringe* dan memudahkan pengaliran bahan di atas gigi yang telah dipreparasi (Tan, 1995).

Sifat plastis ini juga memberi kesempatan bahan cetak untuk mengalir ke dalam sulkus gingiva dan pada seluruh permukaan bidang preparasi untuk memudahkan mencetak detail-detail yang ada. Setelah sendok cetak ditempatkan, bahan cetak akan berpolimerisasi secara



cepat untuk membentuk sifat elastik yang kuat yang bisa melawan perpindahan tanpa perubahan bentuk yang permanen (Phillips, 1984).

2.4 Bahan Cetak Elastomer

Elastomer adalah suatu sintetik polimer dengan sifat-sifat seperti karet, bahan ini terdiri atas molekul-molekul yang besar (mer) yang mempunyai daya tarik satu sama lain, yang terikat bersama pada satu titik membentuk jaring-jaring tiga dimensi. Bila ditarik, rantainya menjadi lurus, jika tegangan dihilangkan bahan kembali pada keadaan semula. Bahan ini disebut juga bahan cetak karet (Craig, 2002).

Penggunaan utama bahan cetak elastomer adalah untuk mencetak kasus-kasus dengan indikasi inlay, mahkota dan jembatan, atau untuk gigi tiruan sebagian dengan *undercut* yang sangat besar, dimana hasil cetakan yang dihasilkan sangat detail dan akurat (Combe, 1992).

Lammie (1986), menyatakan bahwa untuk mengkonstruksi gigi tiruan sebagian, pada beberapa kasus yang memerlukan keakuratan tinggi, memerlukan bahan cetak elastomer, misalnya pada kasus dengan indikasi gigi tiruan kerangka logam (*metal frame denture*) dengan preparasi *rest seat* yang multipel dimana keakuratan untuk mencetak detail-detail tersebut sangat dibutuhkan.

2.4.1 Tipe elastomer

McCabe (1990), menyatakan bahwa terdapat empat tipe elastomer yang biasa dipergunakan, yaitu :

- a. Polisulfida,
- b. Silikon tipe adisi dan tipe kondensasi,
- c. Polieter.

2.4.2 Elastomer Polisulfida

Polisulfida tersedia dalam dua pasta yaitu pasta base dan akselerator. Polisulfida mengalami polimerisasi setelah *mixing* atau pengadukan yang homogen. Menurut Wilson (1987) kedua pasta ini diproduksi dalam viskositas yang rendah, sedang dan tinggi, dimana masing-masing dapat digabungkan dan dapat digunakan bersama. Pasta yang mempunyai viskositas rendah akan mencetak detail dengan baik. Setelah pengadukan, pasta mengalami polimerisasi secara lambat sampai proses pencetakan dalam mulut dimana proses polimerisasi akan dipercepat dengan adanya peningkatan suhu dan kelembaban. Untuk menjamin kesempurnaan polimerisasi, ketebalan bahan yang digunakan seharusnya tidak melebihi 2-3 mm, dan cetakan tidak boleh dilepas dari dalam mulut sebelum bahan cetak mengeras. Pelepasan sendok cetak dilakukan dengan cepat dalam satu arah gerakan pelepasan untuk mencegah terjadinya *internal stress* bahan, kemudian dibiarkan selama 30 menit untuk memberi kesempatan *recovery* bahan cetak sebelum dilakukan pengisian dengan bahan *gips* model (Lammie, 1986).

2.4.3 Silikon

Sebagaimana yang ditulis Baum (1997), bahwa bahan cetak silikon dibagi menjadi dua tipe yaitu silikon tipe kondensasi, dan silikon tipe adisi.

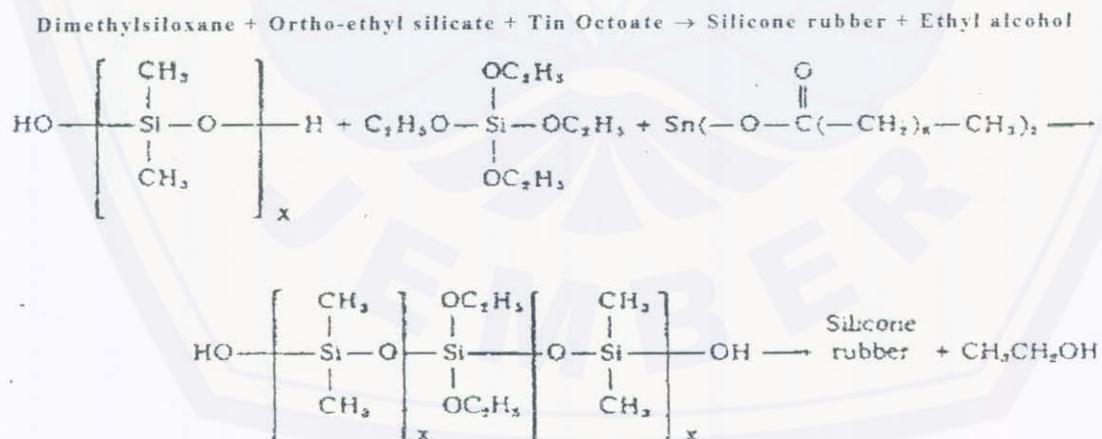
2.4.3.1 Silikon Tipe Kondensasi

Bahan ini biasanya dikemas dalam bentuk pasta di dalam *tube* logam. Reaktor umumnya dalam bentuk cairan, dan dapat dikemas

dalam botol atau dalam sebuah *tube* logam yang kecil, untuk bahan dengan konsistensi seperti dempul dikemas dalam sebuah stoples dengan sebuah botol yang berisi cairan reaktor yang sesuai.

Bahan dasar silikon tipe kondensasi adalah polimer berbahan dasar silikon yang disebut polisiloksan. Cairan polimer ini diaduk dengan bubuk silikon (SiO_2) untuk membentuk suatu pasta. Polimerisasi terjadi dengan reaksi kondensasi antara bahan dasar silikon dengan bahan kedua, yaitu alkil silikat. Hal ini dilakukan dengan adanya katalis *tin octoate*. Alkil silikat dan *tin octoate* dikombinasikan untuk membentuk komponen cairan yang diberi label akselerator atau katalis. Hasil sampingan dari reaksi ini adalah etil alkohol, yang cepat menguap. Hal ini akan menimbulkan reaksi pengerutan yang tinggi dan stabilitas dimensional yang buruk setelah polimerisasi. Pada reaksi lainnya terbentuk hidrogen yang dapat menyebabkan timbulnya bintil-bintil pada permukaan *gips* keras (Combe, 1992).

Reaksi *setting* bahan cetak silikon tipe kondensasi dari campuran pasta menjadi *rubber* dapat dilihat pada reaksi berikut :



Gambar 1. Reaksi *setting* bahan cetak silikon tipe kondensasi (Sumber: O' Brien, 1983)

2.4.3.2 Silikon Tipe Adisi

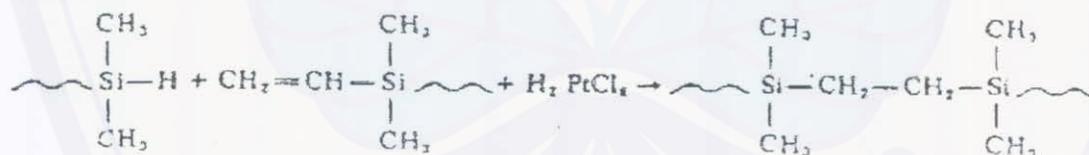
Bahan cetak ini merupakan perkembangan baru di dalam bahan cetak elastomer. Meskipun bahan ini berbahan dasar polimer silikon, kimiawi dan sifat-sifatnya sedikit berbeda dari bahan cetak silikon tipe kondensasi. Bahan ini berbentuk pasta dan dikemas dalam *tube* logam yang terpisah.

Reaksi pengerasan terjadi melalui reaksi adisi dari dua cairan polimer silikon yang berbeda, dengan keberadaan katalis garam platinum, untuk membentuk suatu bahan padat elastis. Tidak ada hasil sampingan, terjadinya pengerutan kecil, dan stabilitas dimensinya sangat baik.

Working time dan *setting time* sedikit lebih pendek. *Setting time* dapat diperlambat dengan cara mengkondisikan bahan dan alat pengaduk pada temperatur rendah, atau dengan cara menambahkan *retarder*.

Reaksi *setting* bahan cetak silikon tipe adisi dapat dilihat pada reaksi berikut :

Silane-containing siloxane + Vinyl-terminal siloxane + Chloroplatinic acid → Silicone rubber



Gambar 2. Reaksi *setting* bahan cetak silikon tipe adisi (Sumber: O' Brien, 1983)

Perubahan dimensional bahan cetak silikon tipe adisi dalam 24 jam sekitar 0,05%, hal ini adalah yang terendah dari berbagai *rubber impression materials*. Perubahan bentuk secara permanen pada waktu pemindahan dari mulut adalah 0,07% sampai 0,16% juga

termasuk yang terendah dari semua *rubber impression materials*. Sifat tersebut menunjukkan akurasi yang tinggi dari bahan cetak silikon tipe adisi.

2.4.4 Polieter

Polieter mengandung polimer polieter, koloid silika sebagai *filler*, dan *plasticizer glycoether pthalate*. Pasta akselerator mengandung alkil sulfonat aromatik untuk *filler* dan *plasticizer* (Phillips, 1984). Ketika polieter mengeras, bahan ini lebih kaku daripada polisulfida atau silikon dan lebih sukar dilepas dari *undercut*.

2.5 Stabilitas Dimensi Bahan Cetak Elastomer

Menurut Phillips (1991), ada beberapa pengaruh yang dapat menyebabkan perubahan dimensi yaitu sebagai berikut di bawah ini.

- a. Semua bahan cetak elastomer akan mengalami penyusutan selama polimerisasi sebagai akibat dari reduksi volume pada ikatan silang,
- b. Bahan cetak silikon, selama *setting* akan menghasilkan alkohol, hal tersebut dapat menyebabkan penyusutan (*shrinkage*), disamping itu adanya kehilangan dari komponen akselerator yang mempunyai sifat mudah menguap menyebabkan kontraksi,
- c. Polisulfida dan silikon merupakan bahan yang bersifat hidrofobik,
- d. Sedangkan polimer polieter bersifat hidrofilik, proses dipersulit dengan ekstraksi simultan dari *plasticizer water-soluble*, sehingga terjadi perubahan dimensi jika bahan tersebut kontak dengan air dalam waktu yang lama,
- e. Terdapat *recovery time* yang tidak sempurna setelah deformasi karena sifat viskoelastik dari *rubber*.

2.6 Sifat - Sifat Bahan Cetak Elastomer

Sifat - sifat dari bahan cetak elastomer adalah sebagai berikut di bawah ini.

- a. Elastomer dapat mencetak detail yang halus,
- b. Terjadi sedikit kontraksi sewaktu bahan *setting* dikarenakan oleh adanya kontraksi polimerisasi,
- c. Bahan ini cukup elastis dan sanggup ditarik melalui *undercut*. Pada umumnya lebih kuat dan tidak mudah patah apabila dibandingkan dengan alginat,
- d. Pada penyimpanan dapat terjadi kontraksi, sebagai akibat terus berlangsungnya polimerisasi,
- e. Bahan ini tidak toksis dan tidak mengiritasi,
- f. Bahan ini umumnya kompatibel dengan bahan model dan die, meskipun dapat menyebabkan sedikit lunak pada permukaan gips keras,
- g. Waktu *setting* tergantung pada komposisi bahan. Terdapatnya air dan suhu yang tinggi juga mempercepat waktu *setting* polisulfida,
- h. Stabilitas bahan yang belum dicampur pada penyimpanan tidak selalu ideal; beberapa pereaksi tidak stabil setelah lebih dari dua tahun, tetapi dapat tahan lebih lama bila disimpan pada lemari es (Combe, 1992).

2.7 Reproduksi Detail Rongga Mulut

Hasil pencetakan dengan bahan cetak elastomer menggambarkan suatu keadaan jaringan yang sangat detail, hal tersebut dikarenakan kemampuan bahan cetak menyebabkan pergeseran jaringan yang dicetak sehingga didapatkan gambaran yang fisiologis. Oleh karena hasil cetakan tersebut nantinya akan direproduksi dengan bahan *gips*

model, maka pemilihan gips model harus tepat (Phillips, 1991; Schelb 1991)

Gips model yang sesuai untuk mereproduksi hasil cetakan elastomer adalah *gips* keras (*dental stone*). Dengan demikian reproduksi yang dihasilkan berupa model, dimana model tersebut merupakan representasi dari jaringan yang dicetak, sehingga apabila kita mengkonstruksi suatu gigi tiruan, maka gigi tiruan tersebut akan dengan mudah dapat diaplikasikan di dalam mulut.

Phillips (1991), menyatakan apabila diinginkan keakuratan maksimal, maka waktu yang tepat untuk mereproduksi cetakan dengan *gips* model adalah tiga puluh menit setelah pencetakan. Hal tersebut dimaksudkan untuk memberikan kesempatan bahan cetak untuk *recovery* (menghilangkan dampak *internal stress*).

2.8 Gips Keras

Di bidang kedokteran gigi *gips* tipe ini lebih banyak digunakan dalam pembuatan model untuk keperluan restorasi maupun alat ortodonsia. Hal ini selain oleh karena mudah dimanipulasi dan mudah didapat bahan ini juga memiliki tingkat keakuratan yang baik. Bila *gips* keras dipakai untuk mereproduksi cetakan, detail yang terbaik tidak selalu dihasilkan. Dengan fakta lain, bahan cetak elastomer dapat menghasilkan detail yang lebih akurat daripada model yang dihasilkan dengan bahan *gips* keras (Phillips, 1991).

2.8.1 Klasifikasi Gips Keras

Menurut spesifikasi A.D.A (1974), *gips* digolongkan menjadi empat tipe berdasarkan kekuatan tekan dan kekerasannya, yaitu tipe I (*plaster impression*), tipe II (*plaster model*) tipe III (*dental stone*), tipe IV (*dental stone high strength*).

2.8.2 Komposisi Gips Keras

Komposisi *gips* keras terdiri dari sebagai berikut :

- a. Kalsium sulfat hemihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$) yang merupakan komposisi utama,
- b. Bahan pewarna, merupakan bahan pelengkap untuk membedakan dengan bahan lain, dan
- c. Bahan aditif, sebagai pengontrol waktu pengerasan juga menurunkan pemuaihan pengerasan.

Selain bahan tersebut di atas terdapat juga bahan yang dapat mempercepat reaksi kimia, misalnya potasium sulfat (K_2SO_4), kalium klorida (KCl) natrium klorida (NaCl) dan bahan yang dapat memperlambat reaksi kimia, misalnya : borak dan potasium sitrat. Kekuatan bahan dapat berkurang karena penambahan bahan aditif tersebut (Phillips, 1991).

2.8.3 Perbandingan Bubuk dan Air

Untuk mendapatkan campuran *gips* yang baik, diperlukan 30 ml air untuk setiap 100 mg bubuk *dental stone* tipe III. Pada *gips* dengan merk yang berbeda mempunyai perbandingan air dan bubuk yang berbeda pula, hal ini tergantung pada komposisi yang telah ditetapkan oleh pabrik. Perubahan pada perbandingan air dan bubuk dapat mempengaruhi waktu pengerasan, kekuatan dan pemuaihan pengerasan (Craig, 1987 ; Phillips, 1991).

2.8.4 Cara Pencampuran dan Pengadukan

Cara mencampurkan *gips* keras adalah air diletakkan lebih dulu dalam mangkok karet, setelah itu bubuk *gips* ditaburkan agar partikel *gips* terlarut dalam air, kemudian dilakukan pengadukan. Spatula *gips* digerakkan melingkar keseluruhan permukaan mangkok karet sampai seluruh bubuk *gips* keras tercampur rata dengan air dan campuran menjadi homogen. Campuran kemudian digetarkan dengan vibrator sampai tidak ada gelembung yang keluar. Penggunaan vibrator setelah pengadukan dapat membantu menggerakkan gelembung udara keluar dari campuran. Terperangkapnya gelembung udara dalam campuran akan menyebabkan kekuatan *gips* berkurang. Pengadukan dengan jumlah putaran kurang lebih 120 kali putaran selama satu menit setelah dibiarkan akan menghasilkan adonan yang homogen (A.D.A. 1975; Phillips, 1991; Combe, 1992).

2.8.5. Perubahan Dimensi *Gips*

Perubahan dimensi yang dapat terjadi pada *gips*, adalah sebagai berikut di bawah ini.

- a. Pemuaiian pengerasan, dapat terjadi pada batas-batas tertentu. Lama dan banyaknya pengadukan akan memperbesar terjadinya pemuaiian pengerasan. Besarnya pemuaiian yang masih dapat diterima adalah 0,08% - 0,1 %,
- b. Volume kontraksi dapat terjadi pada proses pencampuran bubuk *gips* dan air. Pada proses pencampuran akan terbentuk kalsium sulfat dihidrat (*gypsum*). Volume yang terbentuk akan berkurang 7% dari jumlah kalsium sulfat hemihidrat dan air. Sebagai perimbangannya akan terjadi ekspansi linier sebanyak 0,2% - 0,4% (Craig, 1987).

Ekspansi pada saat pengerasan dapat terjadi oleh karena beberapa faktor sebagai berikut ini di bawah ini.

- a. Penambahan air pada saat *setting* menyebabkan ekspansi yang besar dibandingkan *setting* normal. Hal ini dikarenakan bahan mengalami ekspansi higroskopis,
- b. Jumlah dan lama pengadukan, makin lama dan makin banyak jumlah pengadukan maka ekspansi akan bertambah besar pada batas-batas tertentu (Phillips, 1991).

Kontrol dari *setting* ekspansi diperlukan bila keakuratan dimensi dipentingkan. Beberapa bahan akselerator dan retarder dari *setting* juga dapat mengurangi *setting* ekspansi. Perbandingan bubuk dan air, serta penambahan bahan akan mengurangi fase encer dalam pencampuran, dan menunjukkan interaksi yang lebih efektif dari pertumbuhan kristal-kristal gips. *Setting* ekspansi mempunyai hubungan terbalik dengan perbandingan bubuk atau air.

2.8.6 Waktu Pengerasan (*Setting Time*)

Lamanya *setting time* tergantung pada hal-hal sebagai berikut di bawah ini.

- a. Komposisi *gips*,
- b. Bentuk fisis *gips*,
- c. Suhu pencampuran,
- d. Perbandingan air dan bubuk serta,
- e. Waktu pengadukan (Combe, 1992).

Setting time dibagi dalam dua periode atau fase, yaitu : *initial setting time* dan *final setting time*. *Initial setting time* terjadi pada waktu pengadukan sampai saat bahan memadat dan hilangnya permukaan mengkilat. *Final setting time* terjadi setelah bahan mengalami kristalisasi kompleks dan semua panas telah dieleminasi.

Pada tahap ini bahan mempunyai kekuatan yang maksimum. Faktor faktor yang berpengaruh terhadap *setting* dari *gips* adalah jumlah pengadukan, perbandingan bubuk dan air, suhu, bahan akselerator dan retarder, serta proses pabrik (Martinelli, 1975).

Craig (1987), menyatakan bahwa dalam proses *setting* terjadi hal-hal sebagai berikut ini di bawah ini.

- a. Pada tahap proses *setting*, *setting* terjadi terus menerus dari mulai mencampur sampai reaksi *setting* berakhir. Jika adonan kental, pencampuran pertama berupa adonan cairan kental, yang menunjukkan kekenyalan semu. Pengadukan menghasilkan permukaan yang halus dan mengkilat, karena adanya fase yang bersifat encer secara kontinyu. Adanya kristal-kristal gips yang berinteraksi dan menjadi campuran plastis, sehingga menyebabkan permukaan halus dan mengkilap seperti pada fase encer menghilang (*loss of gloss*). Selanjutnya kristal berubah menjadi masa yang padat, lemah pada permulaan dan menjadi kuat pada fase padat,
- b. *Initial setting*, terjadi ketika bahan menjadi cukup kuat untuk dipegang dan partikel-partikel mulai terpecah-pecah sampai permukaan mengkilap dari adonan menghilang (*loss of gloss*),
- c. *Setting expansion* (ekspansi pengerasan), reaksi *setting* menyebabkan berkurangnya volume reaktan. Bagaimanapun dalam pencampuran dapat dilihat adanya ekspansi isotropik. Pada tahap ini bahan menjadi cukup kaku, hal ini disebabkan oleh adanya kristal-kristal gips yang memisahkan diri.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Macam, Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Macam Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris

3.1.2 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Ilmu Material dan Teknologi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

3.1.3 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan April sampai Mei 2002.

3.2 Rancangan Penelitian

Post test only control group design

3.3 Identifikasi Variabel

3.3.1 Variabel Bebas

- a. Kondisi penyimpanan hasil cetakan elastomer jenis silikon,
- b. Lama penyimpanan hasil cetakan elastomer jenis silikon,

3.3.2 Variabel Terikat

Ketepatan dimensi model hasil reproduksi cetakan yang dihasilkan dari pencetakan pada model master.

3.3.3 Variabel Terkendali

- a. Bahan cetak elastomer jenis silikon dengan nama dagang exaflex,
- b. Manipulasi bahan cetak elastomer,
- c. Gips keras tipe III,
- d. Manipulasi gips keras tipe III,

- e. Alat pengukur untuk menghubungkan titik-titik pada model kerja dengan jangka sorong,
- f. Waktu pelepasan model kerja dari hasil cetakan (60 menit),
- g. Sendok cetak khusus yang bentuknya sesuai dengan bentuk model master.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

- a. Alat pencetak dari logam yang bentuknya disesuaikan dengan bentuk model master,
- b. *Mixing pad* dan spatula,
- c. Mangkok karet dan spatula,
- d. Jangka sorong dengan ketepatan 0,05 (*Kanon Art No. 9030, Germany*),
- e. Model master yang berbentuk limas terpancung dan terbuat dari logam,
- f. Timbangan (*Ohaus, USA*),
- g. Gelas ukur (*Pyrex, Japan*),
- h. Besi pengait untuk mempermudah pengambilan sampel.

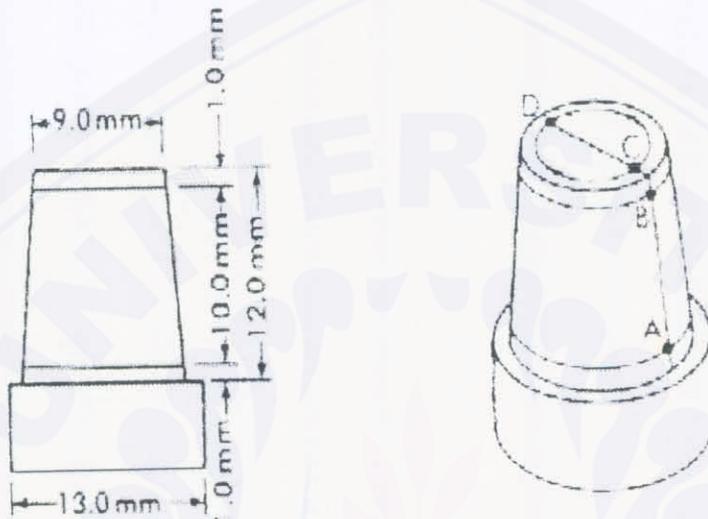
3.4.2 Bahan

- a. Bahan cetak elastomer (*exaflex, GC, Japan*),
- b. Gips keras tipe III (*New Plastone, GC, Japan*)
- c. Air yang biasa digunakan di FKG Universitas Jember.

3.5 Sampel

3.5.1 Bentuk Sampel

Replika dari model master berbentuk limas terpancung hasil pencetakan dengan bahan cetak elastomer.



Gambar 3. Model Master dan daerah tempat pengukuran pada sampel penelitian (Sumber: Bailey, dkk, 1988)

3.5.2 Pengukuran Sampel

Yang diukur adalah jarak linier dari titik-titik yang telah ditentukan dengan menggunakan jangka sorong, yaitu :

- Jarak antara titik A ke titik B, adalah 9,2 mm untuk pengukuran dimensi vertikal,
- Jarak antara titik C ke titik D, adalah 7,2 mm untuk pengukuran dimensi horisontal.

3.5.3 Kriteria Sampel

Kriteria dari sampel yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

- a. Bentuk harus lengkap,
- b. Model cetakan tidak porus,
- c. Permukaan rata,
- d. Daerah tempat pengukuran jelas.

3.5.4 Pembagian kelompok Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 28 buah, sampel tersebut terbagi dalam empat kelompok, satu kelompok terdiri dari 7 sampel yaitu sebagai berikut :

- a. Kelompok I : 7 Sampel hasil reproduksi cetakan yang diperoleh dari pengisian cetakan setelah dibiarkan diudara terbuka selama 30 menit (Phillips, 1991).
- b. Kelompok II : 7 Sampel hasil reproduksi cetakan yang diperoleh dari pengisian cetakan setelah direndam dalam air selama 30 menit.
- c. Kelompok III : 7 Sampel hasil reproduksi cetakan yang diperoleh dari pengisian cetakan setelah dibiarkan diudara terbuka selama 24 jam.
- d. Kelompok IV : 7 Sampel hasil reproduksi cetakan yang diperoleh dari pengisian cetakan setelah direndam dalam air selama 24 jam.

3.5.5 Metode *Sampling*

Metode pemilihan sampel yang digunakan adalah selektif sampling, yaitu sampel yang digunakan adalah sampel yang memenuhi kriteria sebagai sampel.

3.6 Cara Kerja

3.6.1 Mencetak Model Kerja

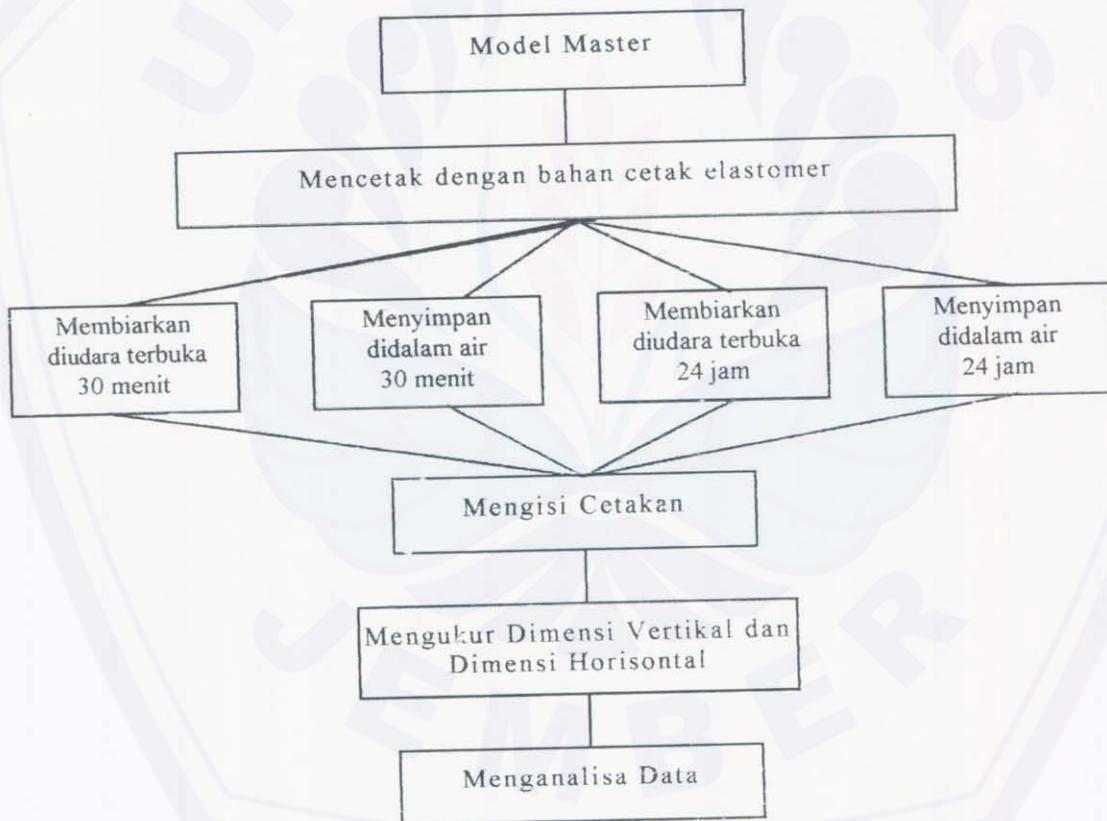
Model master disiapkan, kemudian bahan cetak diletakkan pada mixing pad dengan perbandingan berat base 9 gram dan berat katalis 5 gram. Kedua bahan diaduk dengan spatula plastik dengan gerakan memutar dan melipat, lama pengadukan 30 detik (sesuai aturan pabrik). Bila bahan cetak sudah homogen, maka sebagian bahan cetak diletakkan pada model master dan sebagian pada sendok cetak. Bahan cetak dicetak pada master model dan ditunggu sampai keras (± 4 menit sesuai dengan aturan pabrik). Jika bahan sudah mengeras, maka sendok cetak dilepas dari model master. Pengisian hasil cetakan ditunda 30 menit untuk menghilangkan *internal stress* yang didapat bahan cetak pada saat pelepasan sendok cetak dari model master (Phillips, 1991).

3.6.2 Pengisian Cetakan

Menimbang gips keras tipe III dengan menggunakan timbangan dengan berat 10 gr. Kemudian menyiapkan air sebanyak 3 ml dalam gelas ukur. Gips dimasukkan dalam mangkok karet yang telah terisi air, kemudian dengan menggunakan spatula diaduk sampai homogen, waktu yang diperlukan untuk pengadukan 60 detik. Kemudian adonan gips dimasukkan pada hasil cetakan, Kelompok I pengisian gips dilakukan 30 menit setelah cetakan dibiarkan diudara terbuka,

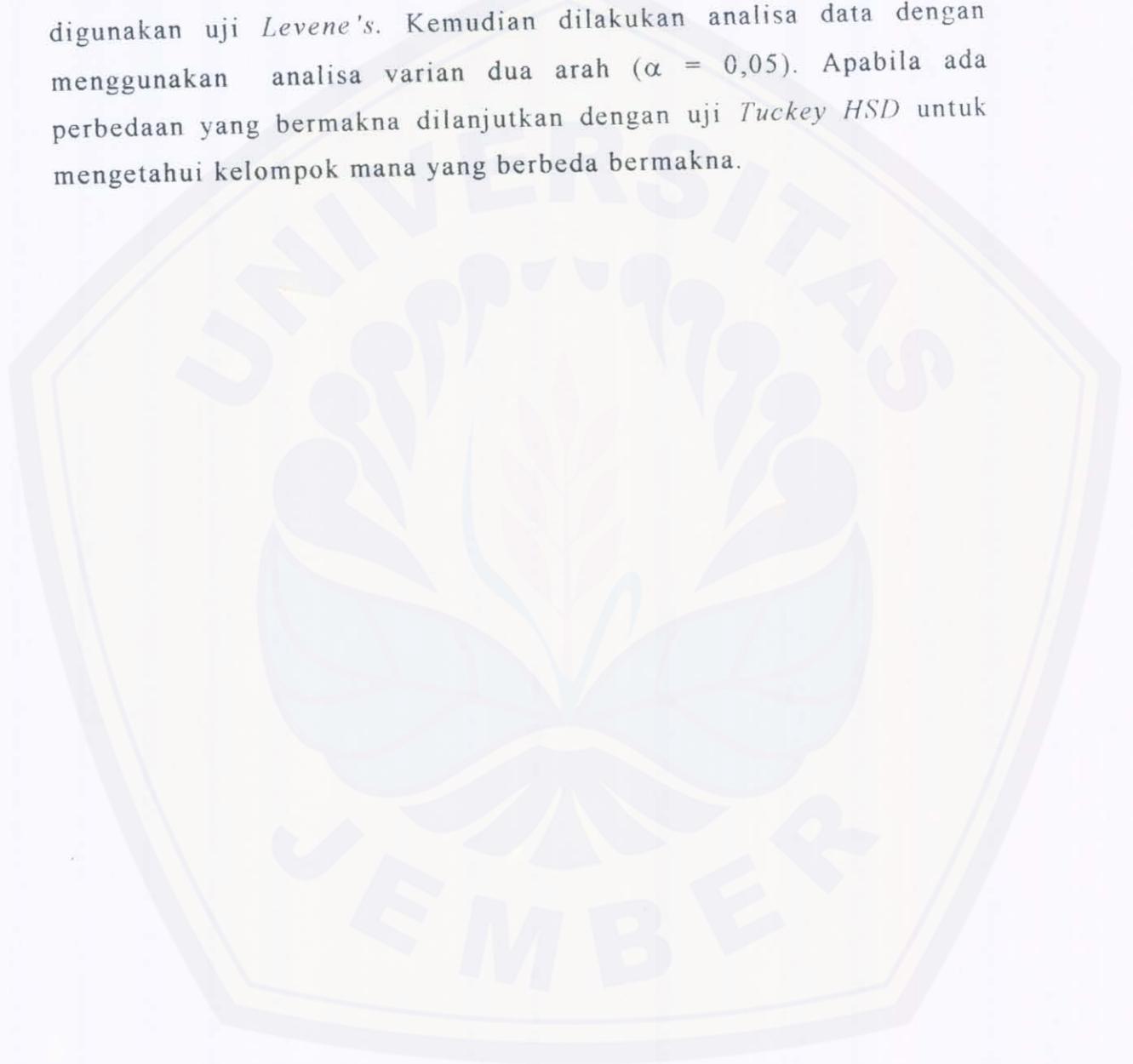
kelompok II pengisian gips dilakukan 30 menit setelah cetakan disimpan dalam air, kelompok III pengisian dilakukan setelah cetakan dibiarkan di udara terbuka selama 24 jam. Kelompok IV pengisian cetakan dilakukan setelah cetakan disimpan dalam air selama 24 jam. Sebelum gips mengeras besi pengait dimasukkan untuk memudahkan pengambilan hasil pengisian. Model kerja dilepas dari hasil cetakan setelah 60 menit pengisian (Philips, 1991). Kemudian dilakukan pengukuran pada daerah pengukuran.

3.7 Alur Penelitian



3.8 Analisa Data

Data hasil penelitian ditabulasi menurut kelompok masing-masing. Selanjutnya dilakukan uji normalitas data menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Sedangkan untuk uji homogenitas data digunakan uji *Levene's*. Kemudian dilakukan analisa data dengan menggunakan analisa varian dua arah ($\alpha = 0,05$). Apabila ada perbedaan yang bermakna dilanjutkan dengan uji *Tuckey HSD* untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda bermakna.

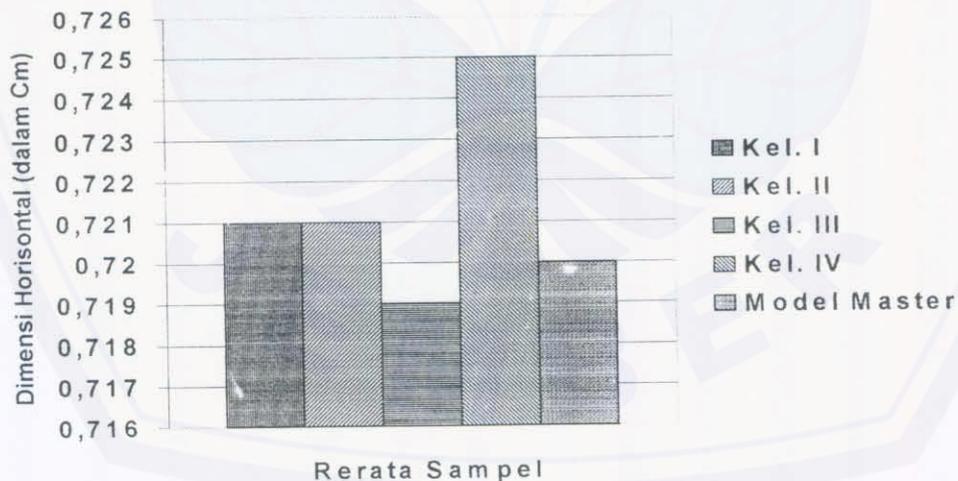


IV. HASIL

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan bulan Mei 2002, dengan menggunakan sampel sebanyak 28 buah. Dari seluruh sampel kelompok I, II, III, IV yang memenuhi kriteria, dilakukan pengukuran pada dimensi horisontal dan dimensi vertikalnya. Data hasil pengukuran dimensi horisontal dan vertikal tersebut tersaji pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Hasil pengukuran dimensi horisontal setelah pengisian hasil cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon.

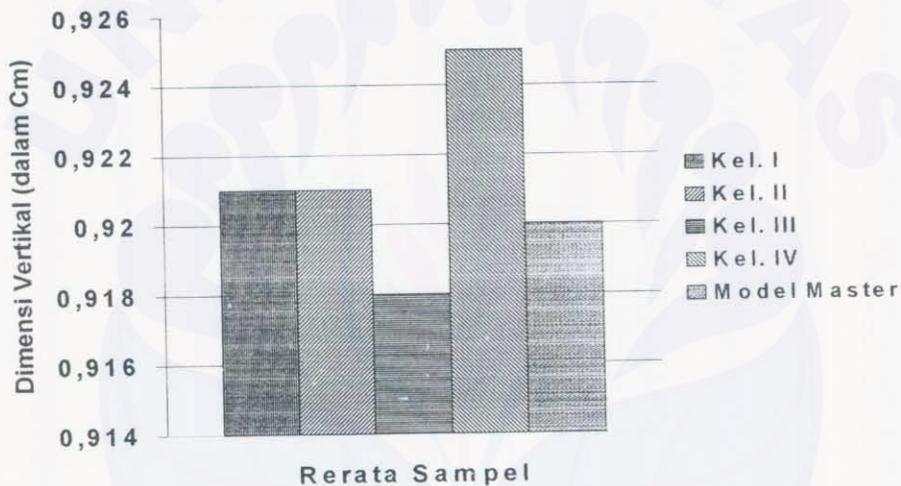
SAMPSEL	PENGUKURAN DIMENSI HORIZONTAL (dalam Cm)				MODEL MASTER
	Kelompok I	Kelompok II	Kelompok III	Kelompok IV	
1	0.725	0.720	0.720	0.720	0.720
2	0.720	0.725	0.720	0.720	0.720
3	0.720	0.720	0.710	0.723	0.720
4	0.725	0.725	0.710	0.730	0.720
5	0.720	0.720	0.725	0.720	0.720
6	0.720	0.720	0.720	0.730	0.720
7	0.720	0.720	0.725	0.730	0.720
Rerata	0.721	0.721	0.719	0.725	0.720



Grafik 1. Grafik hasil pengukuran dimensi horisontal setelah pengisian hasil cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon.

Tabel 2. Hasil pengukuran dimensi vertikal setelah pengisian hasil cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon.

SAMPSEL	PENGUKURAN DIMENSI VERTIKAL (dalam Cm)				MODEL MASTER
	Kelompok I	Kelompok II	Kelompok III	Kelompok IV	
1	0,925	0,920	0,910	0,930	0,920
2	0,920	0,925	0,910	0,930	0,920
3	0,920	0,920	0,910	0,920	0,920
4	0,920	0,925	0,920	0,930	0,920
5	0,925	0,920	0,925	0,925	0,920
6	0,920	0,920	0,925	0,920	0,920
7	0,920	0,920	0,925	0,920	0,920
Rerata	0,921	0,921	0,918	0,925	0,920



Grafik 2. Grafik hasil pengukuran dimensi vertikal setelah pengisian hasil cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon.

Berdasarkan data hasil penelitian diatas, maka untuk mengetahui adanya perbedaan hasil pengukuran pada dimensi horisontal ataupun vertikal dilakukan uji analisis varian satu arah. Sebelum dilakukan uji tersebut, untuk mengetahui normalitas data hasil pengukuran dilakukan uji *Kolmogorov - Smirnov* pada dimensi horisontal dan dimensi vertikal. Data hasil uji *Kolmogorov - Smirnov*

pada dimensi horisontal dan dimensi vertikal tersaji pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Hasil uji *Kolmogorov - Smirnov* dan *Levene's* pada pengukuran dimensi horisontal.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Dimensi Horizontal (cm)
N		28
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.72136
	Std. Deviation	8.3498E-03
Most Extreme Differences	Absolute	.221
	Positive	.207
	Negative	-.221
Kolmogorov-Smirnov Z		1.170
Asymp. Sig. (2-tailed)		.129

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Test of Homogeneity of Variances

Dimensi Horizontal (cm)

Levene's Statistic	df1	df2	Sig.
2.095	3	24	.127

Keterangan :

df1 : Derajat bebas kelompok perlakuan

df2 : *Standard Error*

Sig. : Probabilitas

Tabel 4. Hasil uji *Kolmogorov - Smirnov* dan *Levene's* pada pengukuran dimensi vertikal.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			
			Dimensi Vertikal (cm)
N			28
Normal Parameters	a,b	Mean	.92125
		Std. Deviation	8.3472E-03
Most Extreme Differences		Absolute	.238
		Positive	.238
		Negative	-.226
Kolmogorov-Smirnov Z			1.260
Asymp. Sig. (2-tailed)			.084

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Test of Homogeneity of Variances

Dimensi Vertikal (cm)				
Levene's				
Statistic	df1	df2	Sig.	
1.919	3	24	.153	

Keterangan :

df1 : Derajat bebas kelompok perlakuan

df2 : *Standard Error*

Sig. : Probabilitas

Hasil uji *Kolmogorov - Smirnov* pada dimensi horisontal dan dimensi vertikal tersebut menunjukkan $p > 0,05$. Hasil ini juga menunjukkan bahwa data penelitian terletak dalam distribusi yang normal. Disamping itu, juga dilakukan uji homogenitas data dengan menggunakan uji *Levene's*. Hasil uji ini juga menunjukkan bahwa $p > 0,05$. Hal ini berarti data hasil penelitian adalah homogen. Selanjutnya dilakukan uji analisis varian dua arah. Data hasil uji analisis varian dua arah pada dimensi horisontal dan dimensi vertikal tersaji pada tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Hasil uji analisis varian dua arah pada kelompok pengukuran dimensi horisontal.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Dimensi Horisontal

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	df	Rerata Kuadrat	F	Sig.
Corrected Model	,0001324 ^a	3	,0000441	2,300	,103
Intercept	14,5771860	1	14,5771860	759605,228	,000
TEMPAT	,0000660	1	,0000660	3,441	,076
WAKTU	,0000003	1	,0000003	,017	,898
TEMPAT * WAKTU	,0000660	1	,0000660	3,441	,076
Error	,0004606	24	,0000192		
Total	14,5777790	28			
Corrected Total	,0005930	27			

a. R Squared = ,223 (Adjusted R Squared = ,126)

Keterangan :

df : Derajat bebas kelompok perlakuan

F : Taraf kepercayaan

Sig. : Probabilitas

Berdasarkan uji tersebut diketahui bahwa pada tempat penyimpanan dan waktu penyimpanan nilai probabilitas diatas 0,05 ($p > 0,05$), hal ini menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna pada keempat kelompok perlakuan untuk pengukuran pada dimensi horisontal. Begitupula pada interaksi antara tempat penyimpanan dan waktu penyimpanan diketahui nilai probabilitas diatas 0,05 ($p > 0,05$), hal ini menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna antara tempat penyimpanan dan lamanya penyimpanan. Hasil ini dapat disimpulkan bahwa penyimpanan hasil cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon baik direndam dalam air ataupun di udara terbuka mempunyai ketepatan dimensional horisontal yang sama dengan model masternya.

Tabel 6. Hasil uji analisis varian dua arah pada kelompok pengukuran berdasarkan dimensi vertikal.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Dimensi Vertikal

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	df	Rerata Kuadrat	F	Sig.
Corrected Model	,0001786 ^a	3	,0000595	2,532	,081
Intercept	23,7728571	1	23,7728571	1011098,734	,000
TEMPAT	,0000893	1	,0000893	3,797	,063
WAKTU	,0000000	1	,0000000	,000	1,000
TEMPAT * WAKTU	,0000893	1	,0000893	3,797	,063
Error	,0005643	24	,0000235		
Total	23,7736000	28			
Corrected Total	,0007429	27			

a. R Squared = ,240 (Adjusted R Squared = ,145)

Keterangan :

df : Derajat bebas kelompok perlakuan

F : Taraf kepercayaan

Sig. : Probabilitas

Berdasarkan uji tersebut diketahui bahwa pada tempat penyimpanan dan waktu penyimpanan nilai probabilitas diatas 0,05 ($p > 0,05$), hal ini menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna pada keempat kelompok perlakuan untuk pengukuran pada dimensi vertikal. Begitupula pada interaksi antara tempat penyimpanan dan waktu penyimpanan diketahui nilai probabilitas diatas 0,05 ($p > 0,05$), hal ini menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna antara tempat penyimpanan dan lamanya penyimpanan. Hasil ini dapat disimpulkan bahwa penyimpanan hasil cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon baik direndam dalam air ataupun di udara terbuka mempunyai ketepatan dimensional vertikal yang sama dengan model masternya.

V. PEMBAHASAN

Bahan cetak elastomer merupakan bahan cetak yang elastis, mempunyai *flow* yang rendah, sehingga apabila digunakan untuk mencetak dapat menghasilkan cetakan yang detail dari jaringan yang dicetak (Lamb, 1993). Seringkali di praktek klinik, operator setelah melakukan pencetakan harus menunda waktu untuk mereproduksi hasil cetakan tersebut menjadi model kerja. Hasil cetakan tersebut biasanya disimpan dalam kondisi dibiarkan diudara atau dicuci terlebih dahulu dengan air, kurang pahaman mengenai kondisi penyimpanan hasil cetakan tersebut dapat mengakibatkan kurang akuratnya hasil cetakan dan model kerja yang dihasilkan (Corso, 1998). Pada umumnya bahan cetak elastomer tipe silikon terdiri dari dua pasta, yaitu pasta dasar yang mengandung suatu polimer silikon dengan ujung gugus hidroksi dan bahan pengisi, serta pasta pereaksi yang mengandung suatu bahan pembuat *cross-link* (Combe, 1992). Pada umumnya bahan cetak elastomer mempunyai stabilitas dimensi yang baik.

Hasil penelitian tentang kondisi penyimpanan hasil cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer tipe silikon, yang telah dianalisis dengan uji statistik analisis varian dua arah ($\alpha = 0,05$); menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna pada dimensi horisontal dan dimensi vertikal sampel setelah hasil cetakan dibiarkan di udara terbuka ataupun direndam dalam air. Dari hasil uji analisa varian dua arah, dapat dilihat bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna pada dimensi horisontal antar kelompok perlakuan dimana $p > 0,05$. Ini berarti tidak ada perbedaan ukuran dimensi horisontal dari sampel antara kelompok I, II, III, dan IV. Demikian pula pada dimensi vertikalnya, setelah dilakukan uji analisa varian dua

arah dapat dilihat bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna pada dimensi vertikal sampel antar kelompok perlakuan dimana $p > 0,05$. Ini berarti tidak ada perbedaan ukuran dimensi vertikal dari sampel antara kelompok I, II, III, dan IV. Mengacu pada hasil penelitian Jamani *et al* (1989), bahwa modulus elastisitas bahan cetak elastomer akan meningkat 30 menit setelah dimulai pengadukan, yang disebabkan karena polimerisasi bahan cetak tersebut tetap berlangsung setelah *setting time*, maka pengisian hasil cetakan bahan cetak elastomer dengan gips keras sebaiknya dilakukan 30 menit setelah dimulainya pengadukan bahan cetak, untuk menghindari terjadinya perubahan dimensi hasil cetakan.

Penundaan pengisian tersebut memberikan kesempatan bagi bahan cetak untuk menyelesaikan proses polimerisasinya dengan menghasilkan rantai polimer yang panjang, rantai polimer yang panjang ini dihasilkan oleh adanya bahan *cross linked* yaitu *Vinyl-terminal siloxane*. Pendapat ini juga ditegaskan oleh Basiran (1992) yang menyatakan bahwa pada proses polimerisasi yang mengandung bahan *cross linked* akan menghasilkan rantai polimer yang panjang. Rantai polimer yang panjang menyebabkan derajat polimerisasi dan berat molekulnya menjadi lebih besar. Hasilnya maka bahan cetak silikon akan menjadi kenyal, kuat, dan tahan terhadap pelarut.

Cowd (1991) dan Billmeyer (1984), juga menyatakan bahwa elastomer silikon mantap pada suhu tinggi dan mempertahankan sifat kenyalnya pada suhu rendah (rentangan suhu – 90° C s/d 250° C). Elastomer silikon juga tahan terhadap berbagai bahan kimia, minyak, dan pengaruh cuaca, tetapi umumnya tidak tahan terhadap pelarut hidrokarbon.

Gabbar (1998) dan McCabe (1990), juga menegaskan bahwa bahan cetak silikon mempunyai sifat yang elastis, mempunyai *flow* yang rendah, serta mempunyai stabilitas dimensional yang cukup baik, sehingga menghasilkan hasil cetakan yang memiliki keakuratan yang tinggi dan stabilitas dimensi dari hasil cetakan yang tidak mudah berubah.

Stabilitas dimensi merupakan syarat penting dalam pembuatan gigi tiruan, karena keberhasilan dan ketepatan pemasangan gigi tiruan sangat tergantung pada perubahan dimensi yang terjadi selama pembuatan gigi tiruan tersebut. Menurut spesifikasi ADA no 19 (1975), perubahan dimensi bahan cetak elastomer setelah 24 jam pelepasan tidak lebih dari 1%. Sedangkan menurut Eissman (1980), perubahan dimensi pada hasil cetakan elastomer dapat disebabkan oleh hal-hal sebagai berikut di bawah ini.

- a. Polimerisasi yang tidak sempurna dari bahan cetak,
- b. Ketebalan bahan cetak yang tidak merata,
- c. Desain sendok cetak yang digunakan,
- d. Macam gips keras yang digunakan sebagai model kerja.

Dari hasil penelitian ini, setelah dilakukan analisa statistik, diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara model master dengan model hasil reproduksi setelah hasil cetakan dibiarkan di udara terbuka ataupun direndam dalam air. Hal ini kemungkinan dapat disebabkan karena beberapa hal.

- a. Sifat dari bahan cetak elastomer yang memiliki stabilitas dimensi yang baik, sehingga meskipun hasil cetakan dibiarkan di udara terbuka ataupun direndam dalam air tidak terjadi perubahan dimensi pada hasil cetakan.
- b. Kompatibilitas bahan cetak dengan bahan pengisi, dalam hal ini gips keras, yang cukup baik. Hal ini sesuai dengan pendapat

Zwemmer, dalam Zubaidah (1996) yang menyatakan bahwa untuk mendapatkan suatu model kerja yang akurat, salah satu syarat dari bahan pengisi adalah *compatible* atau cocok dengan bahan cetak yang dipakai.

- c. Cara memanipulasi bahan cetak dengan tepat, dimana hasil pengadukan bahan cetak yang diperoleh harus homogen dan polimerisasi yang terjadi pada saat pengadukan harus sempurna, sehingga diperoleh hasil cetakan yang akurat.
- d. Penundaan waktu pengisian untuk memenuhi *recovery time*. Pada saat sendok cetak dilepas dari model master, mungkin pada hasil cetakan akan terkena tekanan-tekanan yang didapat dari benturan antara hasil cetakan dengan model masternya. Hasil cetakan yang mendapat tekanan atau *internal stress* ini akan mengalami sedikit perubahan dimensi. Untuk memberi kesempatan pada hasil cetakan kembali pada dimensinya semula, sebaiknya pengisian hasil cetakan ditunda selama 30 menit.
- e. Disain dari model master yang berbentuk limas terpancung, dimana dinding-dindingnya konvergen akan memudahkan pelepasan hasil cetakan dari model master. Dengan mudahnya melepas hasil cetakan, maka tekanan yang diperoleh hasil cetakan akan lebih kecil, sehingga perubahan dimensi yang terjadi juga lebih kecil pula.
- f. Ketebalan dari bahan cetak. Menurut Mc. Givney (1995), untuk memperoleh hasil cetakan yang akurat, ketebalan bahan cetak harus seragam yaitu tidak lebih dari 3 mm. Untuk memperoleh ketebalan bahan yang seragam itu diperlukan sendok cetak khusus yang dapat terbuat dari resin akrilik atau bahan lain yang memiliki rigiditas dan stabilitas yang tinggi.

VI. SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa model hasil reproduksi cetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer tipe silikon tipe adisi tidak mengalami perubahan dimensi horisontal maupun vertikal setelah hasil cetakan disimpan dalam kondisi dibiarkan diudara terbuka ataupun direndam dalam air, dalam waktu 30 menit dan 24 jam.

6.2 Saran

- a. Untuk mendapatkan suatu model yang akurat, disarankan dalam memanipulasi bahan cetak, hendaknya memperhatikan sifat-sifat dari bahan cetak tersebut.
- b. Hendaknya penelitian ini dilanjutkan dengan penelitian lain yang mengarah kepada sifat-sifat bahan cetak elastomer yang lain.
- c. Ketika akan melakukan pencetakan, hendaknya seluruh bahan cetak dimasukkan kedalam sendok cetak, sehingga bahan cetak mendapatkan tekanan yang sama.
- d. Jika menggunakan bahan cetak yang sama, maka model master harus mencerminkan regio panjang, karena untuk regio pendek lebih tepat bila menggunakan bahan cetak polisulfid.

DAFTAR PUSTAKA

- American Dental Association, 1975, **Guide to Dental Materials and Devices**, 7th ed, Chicago, ADA, p. 67-80.
- Bailey, J. H., Donovan, T. E., Preston, J. D., 1988, The Dimensional Accuracy of Improved Dental Stone, Silverplated, and Epoxy Resin Die Materials, **J. of Prosthetic Dentistry**, vol. 59, p. 307-10.
- Basiran, W., Dipoyono, H. M., 1992, Pengaruh *Cross Linked Agent* Pada Uji Kelenturan Hasil Reparasi Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik, **Kumpulan Makalah Ilmiah Kongres PDGI XVIII**, bag. 2, Semarang, h. 57-61.
- Baum, Phillips, Lund, 1997, **Buku Ajar Ilmu Konservasi Gigi**, alih bahasa Rasinta Tarigan, **Textbook of Operative Dentistry**, 1995, Jakarta, EGC, h. 571-78.
- Billmeyer, F. W., 1984, **Textbook of Polymer Science**, New York, Wiley Interscience Publ., p. 448-53
- Combe, E.C, 1992, **Sari Dental Material**, alih bahasa Salamat Tarigan, **Notes on Dental Materials**, 1986, Jakarta, Balai Pustaka, h. 211-36.
- Corso, M., Abanomy, A., Di Canzio, J., Zurakowski, D., Morgano, S.M., 1998, The Effect of Temperature Changes on The Dimensional Stability of Polyvinyl Siloxane and Polyether Impression Materials, **J. of Prosthetic Dentistry**, vol. 79, p. 626-31.
- Cowd, M. A., 1991, **Kimia Polimer**, alih bahasa Harry Firman, Bandung, ITB, h. 73-6.
- Craig, R.G dan P. O'Brien, 1987, **Dental Materials Properties and Manipulation**, 4th ed, St. Louis, The C.V. Mosby Co., p. 192-98.
- Craig, R.G., Ward, M.L., 2002, **Restorative Dental Materials**, 11th ed, St. Louis, The C.V. Mosby Co., p. 186-95, 348-68.

- Eissman, H.F., 1980, **Dental Laboratory Procedure Complete Denture**, St. Louis, The C.V Mosby Co., p. 432-45.
- Gabbar, F.A., Shehata, M.T., 1998, Effect of Storage Conditions on The Dimensional Changes of Selected Types Of Rubber Base Impressions Materials, **Egyptian Dent. J.**, vol. 44, p. 3419-423.
- Hudis, M., 1977, **Dental Laboratory Prosthodontics**, Philadelphia. W.B. Saunders Co., p. 123-24.
- Jamani, K.D., Harrington, E., Wilson, H.J., 1989, Rigidity of Elastomeric Impression Materials, **J. of Oral Rehabilitation**, vol. 9, p. 244-48.
- Lamb, D.J., 1993, **Problems and Solutions Investigating Complete Denture Prosthodontics**, London, Quintessence Publ.Co, p. 127-31.
- Lammie, G.A., 1986, **Osborne & Lammie's Partial Denture**, 5th ed., Oxford, Blackwell Scientific Publ., p. 361-79.
- Mahrus, F., 1993, Pengaruh Bahan Pembersih Sabun Terhadap Basis Gigi Tiruan Lepas, **Jurnal PDGI**, no. 3, th. 42, Desember, PDGI, Jakarta, h. 72-4.
- Martinelli, N., 1975, **Dental Laboratory Technology**, The C.V Mosby St. Louis, Co., p. 22-5.
- McCabe, J.F., 1990, **Applied Dental Materials**, 7th ed., Oxford, Blackwell Scientific Publ., p. 73-7.
- McGivney, G.P., 1995, **Mc Cracken's Removable Partial Prosthodontics**, 9th ed., St. Louis, The C.V Mosby Co., p. 306-10.
- O' Brien, 1983, **Dental Materials Properties and Manipulation**, St. Louis, The C.V Mosby Co., p. 186-92.
- Philips, 1984, **Elements of Dental Materials**, 4th ed. Philadelphia, W.B. Saunders Co., p. 110-27.

- Phillips, 1991, **Skinner's Science of Dental Materials**, 9th ed, Philadelphia, W.B. Saunders Co., p. 135-55.
- Schelb, E., Cavazos, E.J., Troendle, K.B., Prihoda, T.J., 1991, Surface Detail Reproduction of Type IV Dental Stones With Selected Polyvinyl Siloxane Impression Materials, **Quintessence Int.**, vol. 22, p. 51-5.
- Tan, E., Chai, J., Wozniak, T., 1995, Working Times of Elastomeric Impression Materials According to Dimensional Stability and Detail Reproduction, **J. of Prosthodontics**, vol. 8, p. 541-47.
- Wilson, H.J., Mansfeld, M.A., Heath, J.R., Spence, D., 1987, **Dental Technology and Materials for Students**, 8th ed, London, Blackwell Scientific Publ., p. 1-12.
- Zubaidah, N., 1996, Pengaruh Tenggang Waktu Pengisian *Gips* Keras Tipe III Cetakan Sil-21 Terhadap Perubahan Linier Model Kerja, **MKGS**, Vol. 29, No. 2, Juni, Surabaya, h. 37-40.

Lampiran 1. Hasil Uji *Kolmogorov-Smirnov* terhadap dimensi horisontal dan dimensi vertikal.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

			Dimensi Horizontal (cm)
N			28
Normal Parameters	a,b	Mean	.72136
		Std. Deviation	8.3498E-03
Most Extreme Differences		Absolute	.221
		Positive	.207
		Negative	-.221
Kolmogorov-Smirnov Z			1.170
Asymp. Sig. (2-tailed)			.129

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

			Dimensi Vertikal (cm)
N			28
Normal Parameters	a,b	Mean	.92125
		Std. Deviation	8.3472E-03
Most Extreme Differences		Absolute	.238
		Positive	.238
		Negative	-.226
Kolmogorov-Smirnov Z			1.260
Asymp. Sig. (2-tailed)			.084

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Lampiran 2. Hasil Uji *Levene's* dan uji analisis varian dua arah terhadap dimensi horisontal dan dimensi vertikal.

Test of Homogeneity of Variances

Dimensi Horizontal (cm)				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
2.095	3	24	.127	

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

Two Way Anova Parameter For Dimensi Horizontal

Warnings

Post hoc tests are not performed for Tempat because there are fewer than three groups.

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Tempat	1	Udara Terbuka	14
	2	Dalam Air	14
Waktu	1	30 Menit	14
	2	24 Jam	14

Design: Intercept+TEMPAT+WAKTU+TEMPAT * WAKTU

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Dimensi Horizontal

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.0001324 ^a	3	.0000441	2,300	.103
Intercept	14,5771860	1	14,5771860	759605,228	.000
TEMPAT	.0000660	1	.0000660	3,441	.076
WAKTU	.0000003	1	.0000003	.017	.898
TEMPAT * WAKTU	.0000660	1	.0000660	3,441	.076
Error	.0004606	24	.0000192		
Total	14,5777790	28			
Corrected Total	.0005930	27			

a. R Squared = .223 (Adjusted R Squared = .126)

Test of Homogeneity of Variances

Dimensi Vertikal (cm)			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.919	3	24	.153

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

Two Way Anova Parameter For Dimensi Vertikal

Warnings

Post hoc tests are not performed for Tempat because there are fewer than three groups.

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Tempat	1	Udara Terbuka	14
	2	Dalam Air	14
Waktu	1	30 Menit	14
	2	24 Jam	14

Design: Intercept+TEMPAT+WAKTU+TEMPAT * WAKTU

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Dimensi Vertikal

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,0001786 ^a	3	,0000595	2,532	,081
Intercept	23,7728571	1	23,7728571	1011098,734	,000
TEMPAT	,0000893	1	,0000893	3,797	,063
WAKTU	,0000000	1	,0000000	,000	1,000
TEMPAT * WAKTU	,0000893	1	,0000893	3,797	,063
Error	,0005643	24	,0000235		
Total	23,7736000	28			
Corrected Total	,0007429	27			

a. R Squared = ,240 (Adjusted R Squared = ,145)

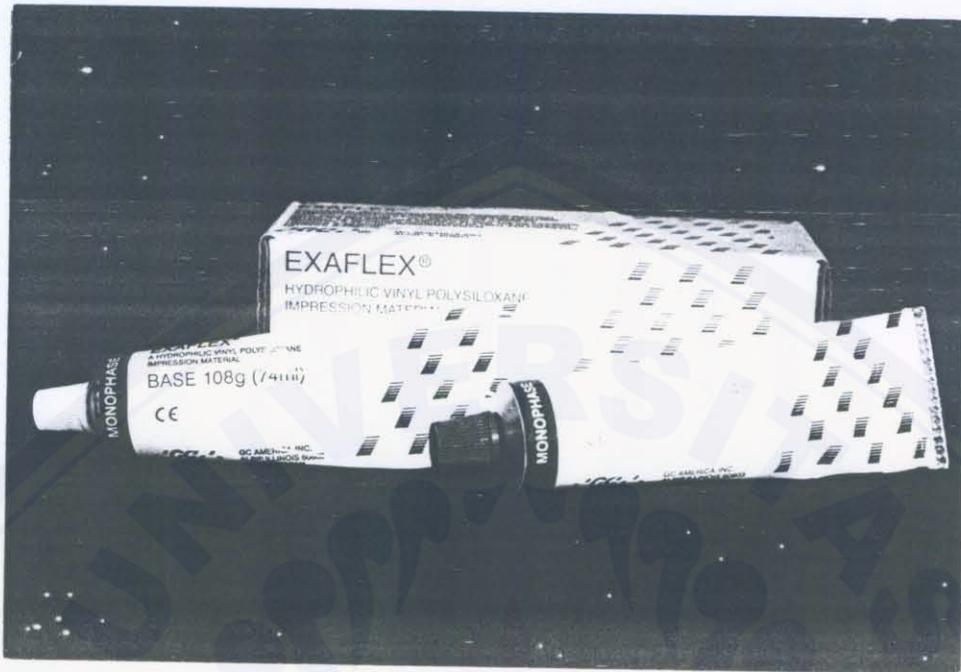
Data Pengamatan

Case Summaries ^a

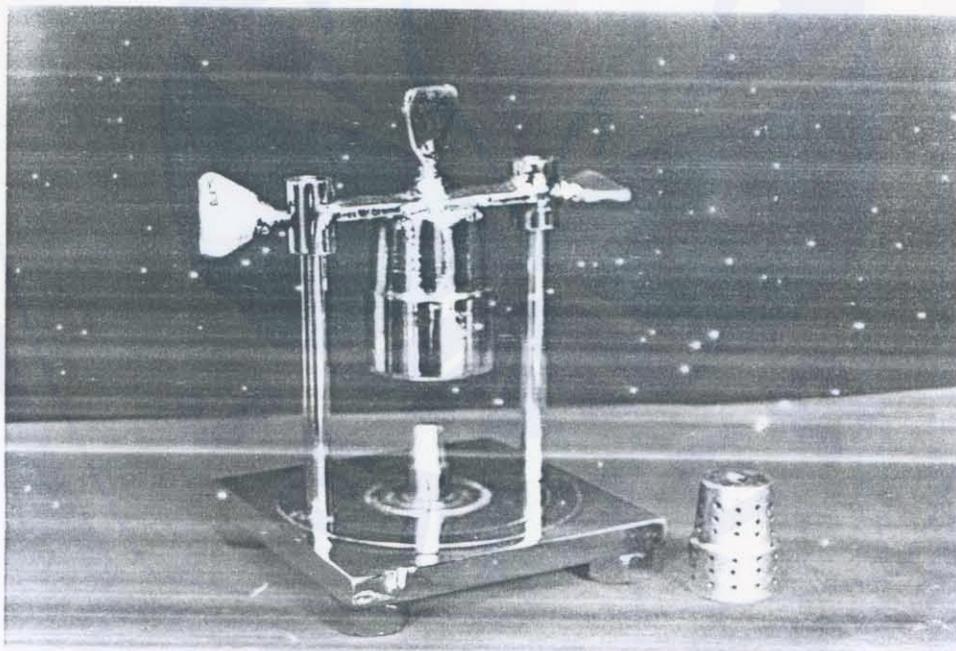
					Dimensi Horizontal	Dimensi Vertikal		
Tempat Udara Terbuka	Waktu	30 Menit	1		,725	,925		
			2		,720	,920		
			3		,720	,920		
			4		,725	,920		
			5		,720	,925		
			6		,720	,920		
			7		,720	,920		
		Total	N	7	7			
			Mean	,721	,921			
			Std. Deviation	,002	,002			
		24 Jam	1		,720	,910		
			2		,720	,910		
			3		,710	,910		
			4		,710	,920		
			5		,725	,925		
			6		,720	,925		
			7		,725	,925		
		Total	N	7	7			
			Mean	,719	,918			
			Std. Deviation	,006	,008			
		Total	N	14	14			
			Mean	,720	,920			
			Std. Deviation	,005	,006			
		Dalam Air	Waktu	30 Menit	1		,720	,920
					2		,725	,925
					3		,720	,920
					4		,725	,925
					5		,720	,920
6					,720	,920		
7					,720	,920		
Total	N			7	7			
	Mean			,721	,921			
	Std. Deviation			,002	,002			
24 Jam	1				,720	,930		
	2				,720	,930		
	3				,723	,920		
	4				,730	,930		
	5				,720	,925		
	6				,730	,920		
	7				,730	,920		
Total	N			7	7			
	Mean			,725	,925			
	Std. Deviation			,005	,005			
Total	N			14	14			
	Mean			,723	,923			
	Std. Deviation			,004	,004			
Total	N			28	28			
	Mean			,722	,921			
	Std. Deviation			,005	,005			

a: Limited to first 100 cases.

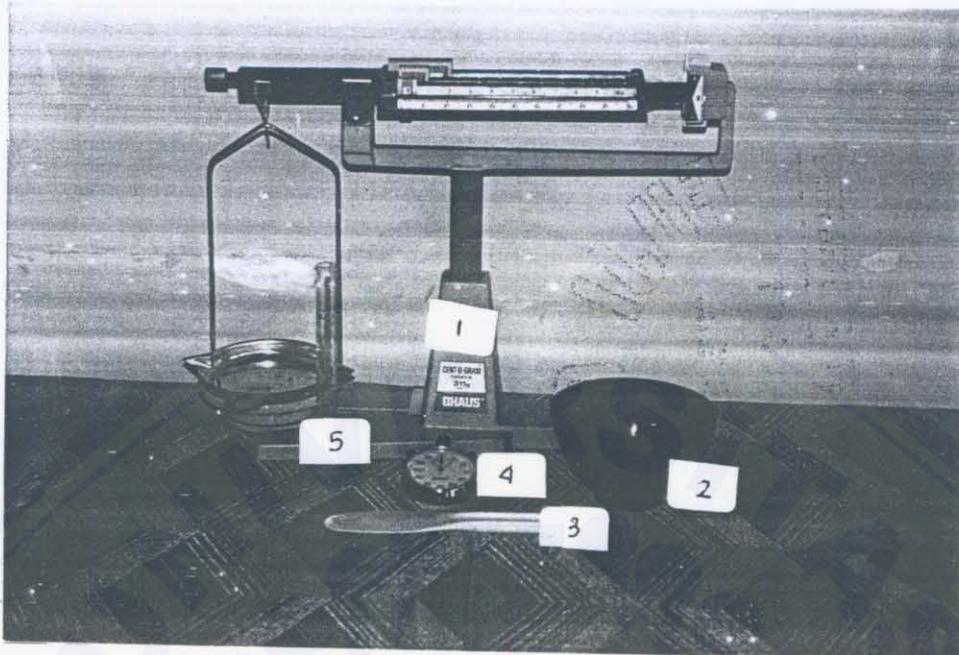
Lampiran 3. Foto Bahan, alat dan hasil penelitian



Gambar 1. Bahan cetak elastomer jenis silikon dengan merk dagang Exaflex



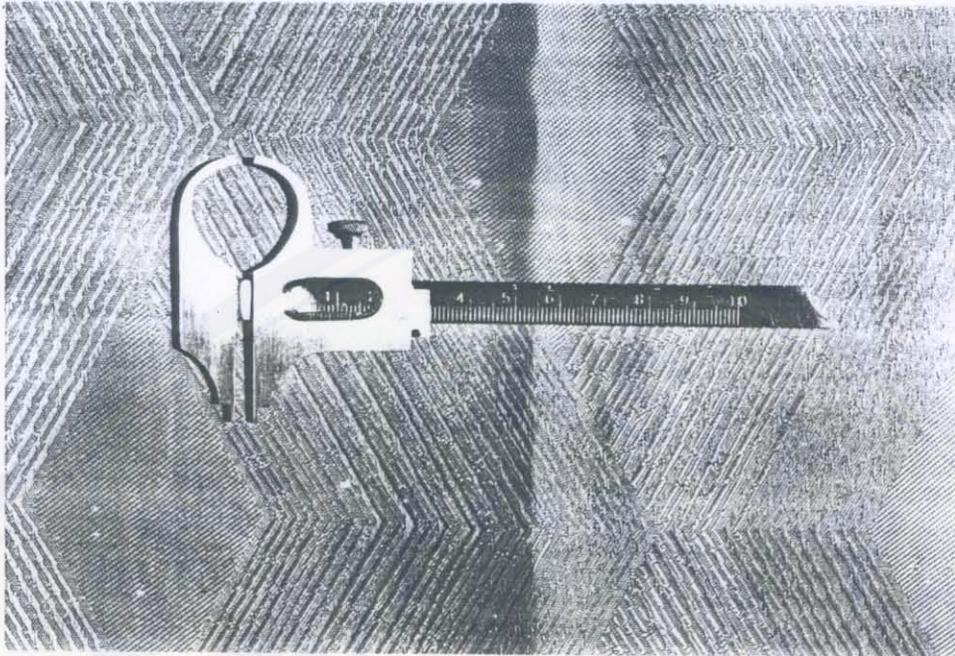
Gambar 2. Model *master* yang berbentuk limas terpancung dan terbuat dari kuningan



Gambar 3. Alat penelitian.

Keterangan :

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Timbangan (<i>Ohaus, USA</i>) | 4. <i>Stop watch (Herwins, Swiss)</i> |
| 2. Mangkok karet | 5. <i>Gelas Ukur (Pyrex, Japan)</i> |
| 3. Spatula | |



Gambar 4. Alat pengukuran sampel yang berupa jangka sorong.



Gambar 5. Sampel hasil pengisian kelompok pertama dari hasil pencetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon.



Gambar 6. Sampel hasil pengisian kelompok kedua dari hasil pencetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon.



Gambar 7. Sampel hasil pengisian kelompok ketiga dari hasil pencetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon.



Gambar 8. Sampel hasil pengisian kelompok keempat dari hasil pencetakan dengan menggunakan bahan cetak elastomer jenis silikon.

