



**PERBANDINGAN KETEPATAN DIMENSI HORIZONTAL
ANTARA GYPSUM TIPE III DAUR ULANG DENGAN GYPSUM
TIPE III MEREK 3L GERMANY DALAM WAKTU
PENYIMPANAN 5 TAHUN**

SKRIPSI

Oleh

**Henry Adhi Santosa
NIM 081610101050**

**BAGIAN ILMU KEDOKTERAN GIGI DASAR
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



**PERBANDINGAN KETEPATAN DIMENSI HORIZONTAL
ANTARA GYPSUM TIPE III DAUR ULANG DENGAN GYPSUM
TIPE III MEREK 3L GERMANY DALAM WAKTU
PENYIMPANAN 5 TAHUN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Kedokteran Gigi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

Oleh

**Henry Adhi Santosa
NIM 081610101050**

**BAGIAN ILMU KEDOKTERAN GIGI DASAR
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

PERSEMBAHAN

Karya tulis ini saya persembahkan untuk kedua orang tua yang sangat saya banggakan, keluarga, beserta rekan-rekan yang tak pernah lelah mendukung saya hingga saat ini.



MOTTO

The only thing that I can be accused of is that I love my work^{)}*

*Orang yang ingin bergembira harus menyukai kelelahan akibat bekerja^{**)}*



^{*)} Josep “Pep” Guardiola

^{**)} Plato.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Henry Adhi Santosa

NIM : 081610101050

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Perbandingan Ketepatan Dimensi Horizontal Antara Gypsum Tipe III Daur Ulang Dengan Gypsum Tipe III Merek 3L *Germany* Dalam Waktu Penyimpanan 5 Tahun” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 Juni 2012

Yang menyatakan,

Henry Adhi Santosa

NIM 081610101050

SKRIPSI

**PERBANDINGAN KETEPATAN DIMENSI HORIZONTAL ANTARA
GYPSUM TIPE III DAUR ULANG DENGAN GYPSUM TIPE III
MEREK 3L GERMANY DALAM WAKTU
PENYIMPANAN 5 TAHUN**

Oleh

Henry Adhi Santosa
NIM 081610101050

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Leliana Sandra Devi, Sp.Ortho

Dosen Pembimbing Anggota : drg. Lusi Hidayati, M.Kes

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perbandingan Ketepatan Dimensi Horizontal Antara Gypsum Tipe III Daur Ulang Dengan Gypsum Tipe III Merek 3L *Germany* Dalam Waktu Penyimpanan 5 Tahun” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 11 Juni 2012

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

drg. Leliana Sandra Devi, Sp.Ortho

NIP 197208242001122001

Anggota I,

Anggota II,

drg. Lusi Hidayati, M.Kes.

NIP 197404152005012002

drg. Amiyatun Naini, M.Kes.

NIP 197112261999032002

Mengesahkan

Dekan,

drg. Hj. Herniyati, M.Kes.

NIP 195909061985032001

RINGKASAN

Perbandingan Ketepatan Dimensi Horizontal Antara Gypsum Tipe III Daur Ulang Dengan Gypsum Tipe III Merek 3L *Germany* Dalam Waktu Penyimpanan 5 Tahun; Henry Adhi Santosa; 081610101050; 2012; 57 halaman; Bagian Ilmu Kedokteran Gigi Dasar Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Gypsum tersebar di berbagai belahan dunia. Di bidang kedokteran gigi gypsum memiliki fungsi yang sangat penting, terutama pada pembuatan gigi tiruan. Untuk mendapatkan suatu gigi tiruan yang baik, model kerja harus akurat sesuai dengan jaringan rongga mulut penderita yang diperoleh dari hasil suatu cetakan yang diisi dengan gypsum. Di klinik kedokteran gigi kebanyakan model kerja yang telah digunakan akan menjadi limbah yang tidak digunakan lagi. Menurut Permenkes no. 269 th. 2008 tentang Rekam Medis, rekam medik yang berupa model kerja dengan lama penyimpanan di atas 5 tahun, dapat dimusnahkan. Reaksi pembentukan dihidrat merupakan reaksi reversibel dalam arti hemihidrat bisa menjadi dihidrat atau sebaliknya. Hal ini berarti gypsum dapat didaur ulang kembali dengan cara menghilangkan kandungan airnya

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbandingan ketepatan dimensi horizontal antara gypsum tipe III daur ulang dengan gypsum tipe III merek 3L *Germany* dalam waktu penyimpanan 5 tahun. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada dokter gigi, mahasiswa, dan tekniker sebagai bahan pertimbangan untuk memanfaatkan kembali gypsum daur ulang, juga mengurangi pencemaran lingkungan dari limbah gypsum.

Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental laboratoris yang dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA UNEJ dan Laboratorium Teknologi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi UNEJ pada bulan April 2012. Sampel pada penelitian ini merupakan replika dari model acuan berbentuk limas dari hasil daur ulang gypsum tipe III. Model sampel diukur dengan menggunakan jangka

sorong pada titik-titik acu yang telah ditentukan (titik AB-BC-CA) pada bidang horizontal dari model sampel hasil cetakan bahan cetak alginat dengan bahan gypsum tipe III daur ulang dengan waktu penyimpanan 5 tahun. Lalu diproyeksikan pada kertas millimeter untuk mendapatkan panjang garis acu diagonal yang tidak tampak secara langsung. Setelah data terkumpul kemudian dilakukan analisa data.

Hasil penelitian yang didapatkan yaitu selisih rata-rata paling jauh adalah pada garis AB garis acuan X3 yakni sebesar 0,5 cm, sedangkan selisih rata-rata paling mendekati adalah pada garis AB garis acuan X1 yakni sebesar 0 cm. Hal ini menunjukkan bahwa lama penyimpanan limbah model yang akan didaur ulang hingga waktu 5 tahun pun tidak menunjukkan perbedaan ketepatan dimensi horizontal yang signifikan

Kesimpulan yang didapat adalah tidak terdapat perbedaan ketepatan dimensi horizontal yang signifikan antara gypsum tipe III hasil daur ulang dengan gypsum tipe III merek 3L *Germany* dalam waktu penyimpanan 5 tahun.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat, ridho dan karunia Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Ketepatan Dimensi Horizontal Antara Gypsum Tipe III Daur Ulang Dengan Gypsum Tipe III Merek 3L *Germany* Dalam Waktu Penyimpanan 5 Tahun”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada jurusan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. drg. Hj. Herniyati, M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember beserta jajarannya.
2. drg. Leliana Sandra Devi, Sp.Ortho selaku Dosen Pembimbing Utama, drg. Lusi Hidayati, M.Kes. selaku Dosen Pembimbing Anggota dan drg. Amiyatun Naini, M.Kes. selaku Sekretaris yang telah banyak meluangkan waktu dan pikirannya guna memberikan bimbingan selama penyusunan skripsi ini.
3. drg. Amandia Shita dan drg. Suhartini, M.Biotech selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah sabar membimbing saya selama menempuh perkuliahan.
4. *Keluarga tercinta*, Ayahanda Soekotjo dan Ibunda Endang Sudarwati untuk segala pengorbanan yang tiada akhir, kasih sayang yang tanpa batas dan doa yang tanpa putus serta kakak adikku, Mbak Titin, Mas Webby, Mas Teddy dan Dik Indah yang selalu memberi semangat kepadaku.
5. Seluruh guru TK, SD, SMP YPS Singkole Sorowako, dan guru SMAN 3 Sidoarjo, beserta dosen yang telah membagi ilmu yang sangat bermanfaat.
6. Teman-teman yang telah berpartisipasi langsung dalam membantu penelitian ini, Ari Kurniawan selaku partner penelitian, Om Wildhan “Juventini” selaku

partner dalam penyusunan skripsi ini, Anto dan Agan Lutfan yang telah meluangkan kamar kost dan internet gratisnya.

7. *Cupu kontrakan*, Chandra “brewok” ronika, Farizan “atenk” Zata, Taufiq “kadir” Tasbehi, serta Rizal “Kojal”.
8. *My lovely*, yang senantiasa memberiku support pikiran dan tenaga agar selalu tidak lelah dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh teman FKG 2008 yang telah menanyakan kapan sidang setiap berjumpa, memberiku motivasi tersendiri.
10. Seluruh teman LISMA yang memberikan hiburan di saat jenuh. LISMA JAYA!
11. DFC tim futsal dan sepak bola FKG UNEJ, kita sehoobi dan tetap akan bermain bola.
12. Seluruh CULES dan BARCELONISTAS dimanapun kalian berada, khususnya di Jember, Barcelona tetap di hati, ANTI-MADRID. Visca Barca La Catalonia!
13. Semua pihak yang telah membantu baik moril, materiil serta kritik dan saran selama pembuatan karya ilmiah ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Mei 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
1. BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
2. BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Gypsum	4
2.1.1. Pengertian Gypsum	4
2.1.2. Komposisi Gypsum Tipe III	8
2.1.3. Perbandingan Air dan Bubuk Gypsum Tipe III	8
2.1.4. Manipulasi Gypsum Tipe III	9
2.1.5. Mekanisme Pengerasan dan Penguraian	9
2.1.6. Perubahan Dimensi	10

2.2. Bahan Cetak	12
2.2.1. Klasifikasi Bahan Cetak	12
2.2.2. Pengertian Bahan Cetak Hidrokolid Ireversibel	13
2.2.3. Syarat Bahan Cetak	13
2.2.4. Komposisi Bahan Cetak	14
2.2.5. Manipulasi Bahan Cetak	14
2.2.6. Kegagalan-Kegagalan Pada Reproduksi Hasil Cetakan Hidrokolid Ireversibel	15
2.3. Gypsum Tipe III Hasil Daur Ulang	16
2.4. Dimensi Horizontal Model	16
2.5. Hipotesis	17
3. BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1. Jenis Penelitian	18
3.2. Rancangan Penelitian	18
3.3. Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.4. Sampel	18
3.4.1. Bentuk Sampel	18
3.4.2. Pembagian Sampel	18
3.4.3. Pengukuran Sampel	19
3.4.4. Besar Sampel	19
3.5. Identifikasi Variabel Penelitian	20
3.5.1. Variabel Bebas	20
3.5.2. Variabel Terikat	20
3.5.3. Variabel Terkendali	20
3.6. Definisi Operasional	21
3.6.1. Gypsum Tipe III Daur Ulang	21
3.6.2. Gypsum Tipe III Merek 3L <i>Germany</i>	21
3.6.3. Model Sampel	21
3.6.4. Dimensi Horizontal	21

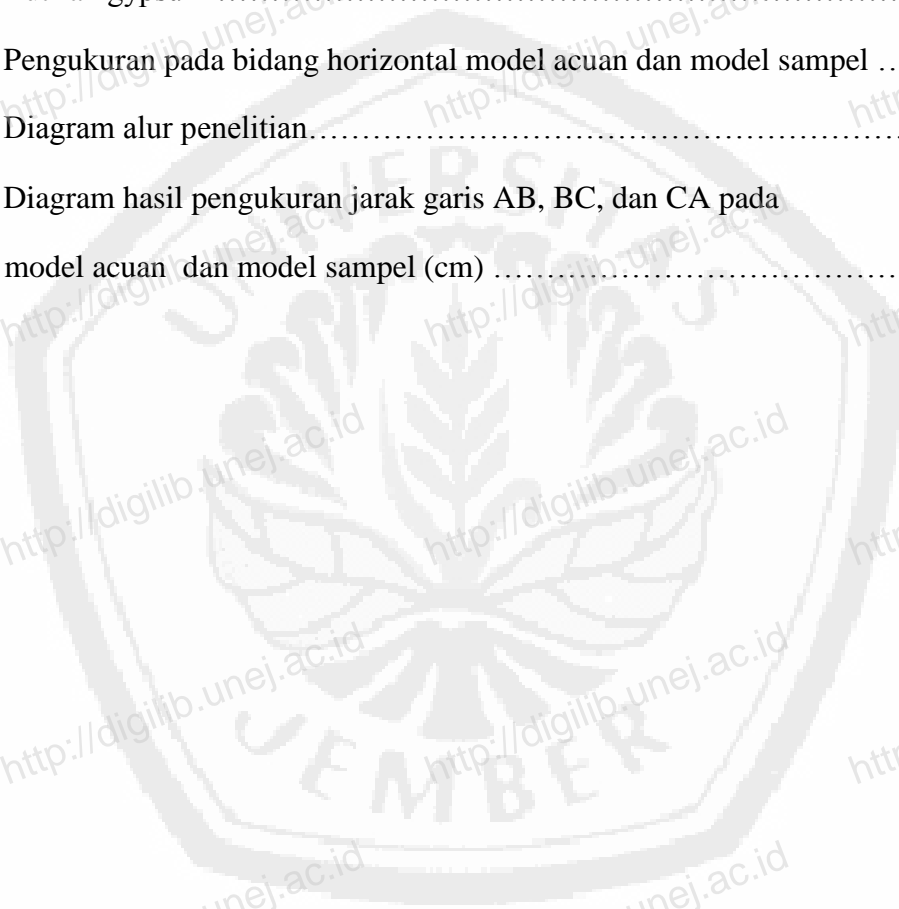
3.7. Alat dan Bahan Penelitian	21
3.7.1. Bahan Penelitian	21
3.7.2. Alat Penelitian	21
3.8. Prosedur Penelitian	22
3.8.1. Pembuatan Sediaan Bubuk Gypsum Tipe III Hasil Daur Ulang	22
3.8.2. Tahap Pencetakan Model Acuan dan Model Sampel	23
3.8.3. Tahap Pengukuran Ketepatan Dimensi Model Acuan dan Model Sampel	24
3.9. Analisis Data	24
3.10. Alur Penelitian.....	25
4. BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1. Hasil Penelitian	26
4.1.1. Uji Normalitas (<i>Komolgorov-Smirnov</i>)	28
4.1.2. Uji Homogenitas (<i>Levene Test</i>)	29
4.1.3. Uji Beda (<i>T-Test</i>)	31
4.2 Pembahasan	32
5. BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1. Kesimpulan	36
5.2. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1. Pengukuran rata-rata jarak garis AB, BC, dan CA pada model acuan dan model sampel (cm)	26
4.2. Uji normalitas <i>Komolgorov-smirnov</i> untuk kelompok garis AB	28
4.3. Uji normalitas <i>Komolgorov-smirnov</i> untuk kelompok garis BC	29
4.4. Uji normalitas <i>Komolgorov-smirnov</i> untuk kelompok garis AC	29
4.5. Uji homogenitas <i>Levene Test</i> untuk kelompok garis AB	30
4.6. Uji homogenitas <i>Levene Test</i> untuk kelompok garis BC	30
4.7. Uji homogenitas <i>Levene Test</i> untuk kelompok garis AC	30
4.8. Uji beda <i>T-Test</i> untuk kelompok garis AB	31
4.9. Uji beda <i>T-Test</i> untuk kelompok garis BC	31
4.10. Uji beda <i>T-Test</i> untuk kelompok garis AC	32

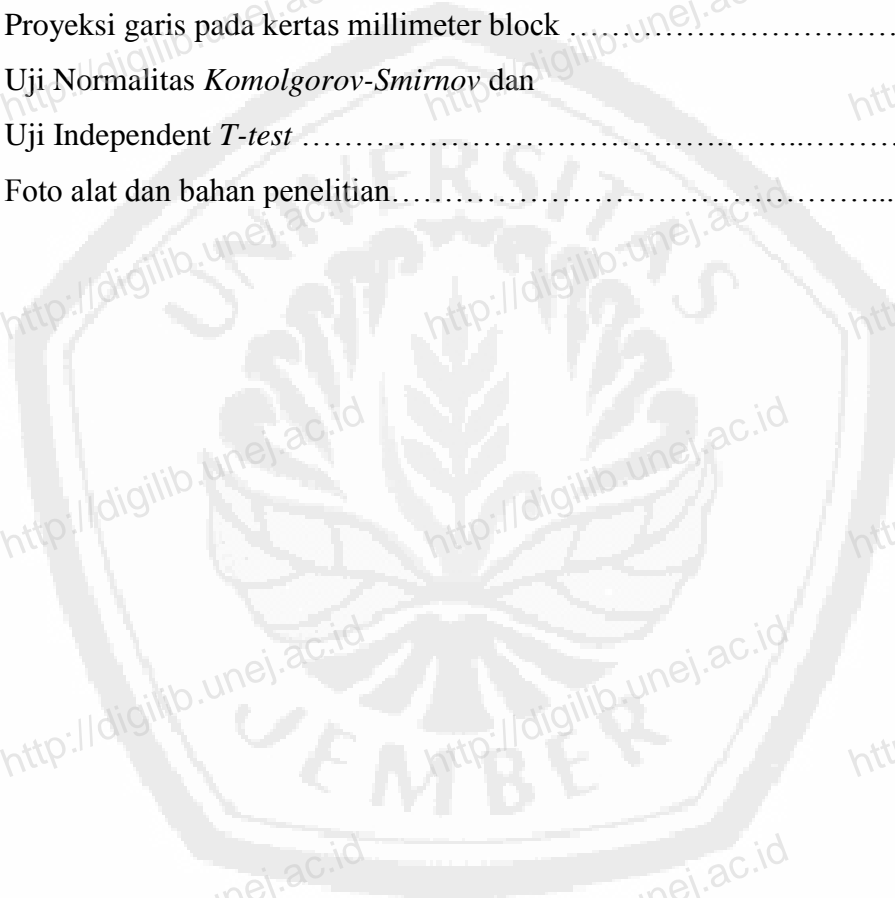
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Gypsum alami yang berwarna putih kekuningan	4
2.2. Butiran gypsum	4
3.1. Pengukuran pada bidang horizontal model acuan dan model sampel	19
3.2. Diagram alur penelitian.....	25
4.1. Diagram hasil pengukuran jarak garis AB, BC, dan CA pada model acuan dan model sampel (cm)	27



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Hasil pengukuran jarak garis AB, BC, dan CA pada model acuan dan model sampel	39
B. Proyeksi garis pada kertas millimeter block	41
C. Uji Normalitas <i>Komolgorov-Smirnov</i> dan Uji Independent <i>T-test</i>	49
D. Foto alat dan bahan penelitian.....	55



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di dunia, kristal gypsum terbesar dengan panjang lebih dari 10 meter pernah ditemukan di Naica, Chihuahua, Meksiko. Gypsum banyak ditemukan di berbagai daerah di dunia, yaitu Jamaika, Iran, Thailand, Spanyol (penghasil gypsum terbesar di Eropa), Jerman, Italia, Inggris, Irlandia, Kanada, Amerika Serikat, dan Perancis (Betts, 2012). Berbagai bentuk gypsum yang berbeda telah digunakan selama beberapa abad untuk tujuan konstruksi (Anusavice, 2003).

Di bidang kedokteran gigi, gypsum memiliki fungsi yang sangat penting. Salah satu fungsinya adalah sebagai bahan pembuatan model kerja. Adanya perubahan ketepatan dimensi dapat mempengaruhi ketepatan model kerja. Untuk mendapatkan suatu gigi tiruan yang baik, model kerja harus akurat sesuai dengan jaringan rongga mulut penderita yang diperoleh dari hasil suatu cetakan yang diisi dengan gypsum (Agustina, 1996).

Gypsum apabila dipanaskan dalam bejana terbuka 120°C , akan menghasilkan β – hemihidrat atau gypsum lunak yang lebih populer disebut *plaster of paris*, sedangkan gypsum apabila dipanaskan dalam autoklaf pada tekanan uap 120°C – 130°C akan menghasilkan α – hemihidrat atau yang lebih populer disebut *dental stone* (Combe, 1992).

Gypsum berasal dari mineral alam (kalsium sulfat dihidrat/ $(\text{CaSO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$) yang umumnya di bidang kedokteran gigi dimodifikasi untuk memenuhi sejumlah kegunaan yang berbeda (Damiyanti, 1998). Salah satu jenis gypsum yang biasa dipakai di bidang kedokteran gigi adalah gypsum tipe III karena sangat kompatibel terhadap hasil cetakan, cukup kuat dan *setting expansion* kecil. Hal ini

dikarenakan partikelnya halus, homogen, cukup kuat, murah, mudah didapat di pasaran, dan mudah dimanipulasi (Phillips, 1991).

Di klinik kedokteran gigi kebanyakan model kerja yang telah digunakan akan menjadi limbah yang tidak digunakan lagi. Menurut Permenkes no. 269 th. 2008 tentang Rekam Medis, rekam medik yang berupa model kerja dengan lama penyimpanan di atas 5 tahun, dapat dimusnahkan. Oleh karena itu, mengingat sifat gypsum yang reversibel, memungkinkan ia dapat didaur ulang dan dimanfaatkan kembali.

Gypsum yang berasal dari model kerja yang tidak terpakai dapat didaur ulang kembali dengan cara menghilangkan kandungan airnya (Combe, 1992). Reaksi pembentukan dihidrat merupakan reaksi reversibel dalam arti hemihidrat bisa menjadi dihidrat atau sebaliknya, $(\text{CaSO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 3 \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 2 \text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{panas}$.

Salah satu cara untuk menentukan kualitas suatu gypsum dengan cara pengukuran ketepatan dimensi horizontal. Menurut Craig, dkk (1992) ketepatan dimensi berhubungan dengan ekspansi pengerasan. Semakin tinggi atau besar ekspansi pengerasannya maka ketepatan dimensionalnya semakin rendah.

Berdasarkan pernyataan tersebut di atas maka peneliti ingin membuktikan secara eksperimental, apakah gypsum keras tipe III hasil daur ulang dari waktu penyimpanan 5 tahun mempunyai ketepatan dimensi horizontal yang setara dengan gypsum keras tipe III merek 3L Germany.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana ketepatan dimensi horizontal antara gypsum tipe III daur ulang dengan gypsum tipe III merek 3L *Germany* dalam waktu penyimpanan 5 tahun.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan ketepatan dimensi horizontal antara gypsum tipe III daur ulang dengan gypsum tipe III merek 3L *Germany* dalam waktu penyimpanan 5 tahun.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi beberapa manfaat, yaitu :

- 1.4.1 Memberikan informasi kepada dokter gigi, mahasiswa, dan tekniker sebagai bahan pertimbangan untuk memanfaatkan kembali gypsum daur ulang.
- 1.4.2 Mengurangi pencemaran lingkungan dari limbah gypsum.
- 1.4.3 Menekan biaya operasional dan relatif lebih ekonomis.
- 1.4.4 Sebagai petunjuk pengembangan pada penelitian selanjutnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gypsum

2.1.1 Pengertian Gypsum

Gypsum merupakan bahan yang digunakan di bidang kedokteran gigi dengan kandungan dan variasi yang bermacam-macam. Gypsum merupakan suatu mineral yang ditambang dari perut bumi, warnanya bervariasi mulai dari putih murni sampai kekuning-kuningan sampai putih kelabu (Philips, 1991).



2.1. Gypsum alami yang berwarna putih kekuningan



2.2. Butiran gypsum

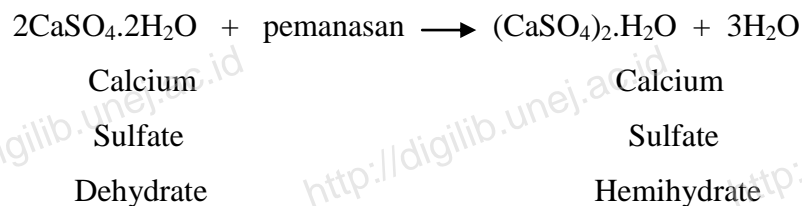
Berdasarkan spesifikasi gypsum menurut ADA (*American Dental Association*) nomer 25, produk gypsum dibagi menjadi 5 yaitu:

1. *Impression Plaster* (tipe I), memiliki ciri bentuk bubuk partikel menyerupai spon (porous) tidak teratur, membutuhkan banyak air untuk memudahkan

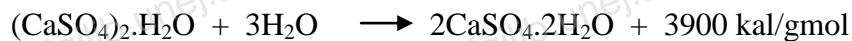
pengadukan (campuran yang umum 50 ml air dan 100 gr powder). Kegunaannya antara lain untuk model digunakan akhir pencetakan pada rahang tidak bergigi dan untuk keperluan laboratorium.

2. *Model Plaster* (tipe II), terbuat dari bahan kimia kalsium sulfat hemihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), yang dibuat dari kalsium sulfat dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Beberapa manfaat antara lain untuk cetakan diagnostik dan menanam model dalam artikulator.
3. *Dental Stone* (tipe III), berwarna biru, kuning, atau putih, dibuat dengan memanaskan gypsum dengan tekanan pada suhu 125°C .
4. *Dental Stone High Strength* (tipe IV), berwarna pink atau hijau, memiliki kekerasan 2 kali lebih keras dibanding dengan dental stone. Fungsinya adalah digunakan untuk membuat *die* yang membutuhkan ketahanan terhadap abrasi dan kekuatan, misalnya insisif.
5. *High Strength High Expansion Dental stone* (tipe V) terdiri dari α -calcium sulfate hemihydrate dari jenis densite. Partikel-partikel ini berbentuk kuboidal. Dibandingkan dengan gypsum tipe lain, gypsum tipe V ini memiliki partikel yang paling besar, bentuknya teratur (regular), dan kristalnya paling padat serta kurang berongga. Dibutuhkan untuk mengkompensasi besar pengerutan logam untuk dental casting.

Bahan dasar gypsum adalah mineral gypsum kalsium sulfat dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Apabila dipanaskan, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ akan kehilangan 1,5 grmmol H_2O yang kemudian akan menjadi kalsium sulfat hemihidrat (CaSO_4)₂. H_2O , yakni produk gypsum yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi. Berikut dibawah ini adalah proses reaksinya :



Hasil yang diperoleh dari pemanasan merupakan bubuk (powder). Bila kalsium sulfat hemihidrat dicampur dengan air, maka akan terjadi reaksi kimia :



Reaksi yang terjadi *exothermic* yang menghasilkan panas. Bila 1 gmol kalsium sulfat hemihidrat bereaksi dengan 1,5 gmol air (H_2O), maka akan dihasilkan 1 gmol kalsium sulfat dihidrat dan panas yang dikeluarkan sebesar 3900 kalori (Anusavice, 2003).

Sifat-sifat fisik gypsum, adalah sebagai berikut dibawah ini :

a. Kekuatan tekan (*Compressive Strength*)

Kekuatan gypsum bertambah seiring dengan proses penguapan air dari pengerasan, dihitung dari jam 1 setelah pencampuran pertama (Craig dkk, 1979).

b. Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*)

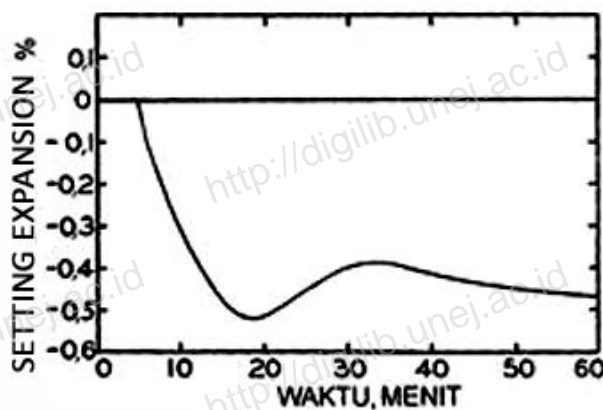
Gypsum harus mempunyai kekuatan *tensile* dan kompresif yang cukup agar tahan terhadap daya yang mengencainya yang biasanya didapat dari kesalahan konstruksi dimana terdapat daerah yang terkena tekanan yang besar dan terus menerus. Kekuatan *tensile* dari *plaster* sangat rendah (kira-kira 2MPa), sedangkan gypsum keras tipe III mempunyai kekuatan *tensile* kira-kira dua kali lebih besar dari *plaster* (Richard, 2002).

c. *Reproduction of details*

Merupakan bentukan banyak atau tidaknya porositas atau gelembung udara yang terdapat dalam hasil pencampuran. Jumlah dari gelembung udara yang terdapat didalamnya berhubungan dengan proses pencampuran, yaitu seberapa banyak gypsum yang tidak tercampur oleh air dengan baik (Craig dkk, 1983).

d. Keakuratan Dimensi

Keakuratan dimensi berhubungan dengan ekspansi pengerasan. Semakin tinggi atau besar ekspansi pengerasannya maka keakuratan dimensionalnya semakin rendah. Normalnya toleransi pemuaian pengerasan untuk gypsum keras adalah 0,08% sampai dengan 0,1% (Craig dkk, 1992).



Tabel perubahan dimensi yang terjadi selama proses pengerasan gypsum.

(sumber : A.R. Docking)

e. Waktu pengerasan

Waktu pengerasan adalah waktu dimana gypsum mulai dicampur dengan air sampai adonan itu mengeras (Philips, 1991). Waktu pengerasan dibagi dua bagian yaitu sebagai berikut. 1. *Initial setting time*, 2. *Final setting time*. *Initial setting time* yaitu waktu yang dibutuhkan bahan-bahan gypsum untuk mencapai suatu tingkat perubahan kekerasan tertentu dalam proses pengerasannya, yaitu saat dimana air dipermukaan adonan diabsorpsi kedalam adonan hingga adonan menjadi kristal, ditandai dengan adonan semi keras yang telah melewati tahap waktu kerja tapi belum mencapai waktu pengerasan akhir. Biasanya terjadi \pm antara 8 menit sampai dengan 16 menit dihitung dari mulai saat pencampuran pertama. *Final setting time* atau waktu pengerasan akhir merupakan waktu yang dibutuhkan untuk reaksi lengkap, yaitu suatu waktu dimana bahan hasil pencampuran dapat dipisahkan tanpa mengalami perubahan atau distorsi dan fraktur, kondisi reaksi kimia sudah lengkap. Walaupun *final setting time* dari beberapa gypsum yang digunakan untuk aplikasi model dan *die* \pm 20 menit dihitung dari waktu pencampuran (Craig dan Power, 2002).

f. *Knoop Hardness Number* (KHN)

Merupakan suatu parameter nominal yang dipakai untuk menentukan kekuatan bahan yang diukur terhadap bahan atau rangsangan lain yang

menyebabkan bahan tersebut menjadi aus. Nilai KHN yang tinggi berarti gypsum tersebut tidak mudah aus dibandingkan dengan yang memiliki nilai KHN rendah. Nilai KHN dari gypsum keras tipe III adalah 82 (kekerasan Rockwell), nilai ini lebih rendah daripada nilai yang dimiliki oleh gypsum tipe IV (kurang lebih 92 kekerasan Rockwell) (Anusavice, 2004).

2.1.2 Komposisi Gypsum Tipe III

Phillips (1991) menyatakan bahwa komposisi gypsum tipe III terdiri dari :

1. Kalsium sulfat hemihidrat dengan rumus kimianya $(\text{CaSO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ yang merupakan komposisi utama.
2. Bahan pewarna. Bahan ini merupakan pelengkap untuk membedakan dengan bahan lain.
3. Bahan aditif, selain sebagai pengontrol waktu pengerasan juga menurunkan pemuaihan pengerasan.

2.1.3 Perbandingan Air dan Bubuk Gypsum Tipe III

Craig *et al.*, (1983) dan Phillips (1991) menyatakan bahwa untuk mendapatkan campuran gypsum keras yang baik, diperlukan 100 gram bubuk gypsum, keras untuk setiap 30 ml air, akan tetapi pada gypsum dengan merek yang berbeda akan mempunyai perbandingan air dan gypsum yang berbeda pula, tergantung dari ketepatan pabrik pembuat gypsum tersebut. Campuran yang encer akan menyebabkan gypsum akan menjadi rapuh, sedangkan campuran yang kental akan lebih sulit dalam pengadukan. Semakin homogen bubuk partikel gypsum, maka memerlukan lebih sedikit air daripada bubuk gypsum yang kurang homogen atau porus. Combe (1992) menyatakan bahwa dengan perbandingan bubuk dan air yang tepat; misalnya, apabila dipakai terlalu banyak air untuk mencampur maka setelah setting dapat diperoleh hasil yang tidak optimal.

2.1.4 Manipulasi Gypsum Tipe III

Philips (1991) menyatakan bahwa cara mencampur gypsum yaitu air harus diletakkan terlebih dahulu dalam mangkok karet, setelah itu bubuk gypsum ditaburkan agar partikel gypsum larut dalam air, kemudian dilakukan pengadukan. Gerakan spatula melingkar ke seluruh permukaan mangkok karet sampai seluruh bubuk gypsum keras tercampur rata dengan air. Kemudian gunakan vibrator untuk membantu menggerakkan gelembung udara keluar dari campuran (Combe, 1992), dimana gelembung udara yang terjebak dapat menyebabkan kekuatan gypsum berkurang. Pengadukan dengan jumlah putaran kurang lebih sebanyak 120 kali selama satu menit dan setelah dibiarkan akan menghasilkan adonan yang homogen (ADA, 1975).

2.1.5 Mekanisme Pengerasan dan Penguraian

Combe (1992), menyatakan bahwa ketika hemihidrat dicampur dengan air akan terbentuk dihidrat, dengan reaksi sebagai berikut:



Ketika hemihidrat dicampur dengan air, sebagian hemihidrat larut dan menghasilkan ion-ion Ca^{2+} dan SO_4^{2-} . Kelarutan hemihidrat pada suhu kamar sekitar 0,8%, dan pada suhu kamar kelarutan dihidrat hanya sekitar 0,2%. Hemihidrat yang terlarut akan membentuk dihidrat dalam larutan yang kemudian jenuh, maka dari larutan ini akan timbul kristal dihidrat. Faktor-faktor penting sehubungan dengan reaksi timbulnya kristal dihidrat yaitu terjadi pertumbuhan kristal pada inti kristalisasi, inti yang timbul dapat berupa kristal gypsum sebagai impuriti pada kristal hemihidrat. Selain itu difusi atau pergerakan ion-ion Ca^{2+} dan SO_4^{2-} ke inti juga sangat penting, karena dihidrat berkristalisasi maka lebih banyak hemihidrat yang larut dan proses bersambung terus. Panas yang dihasilkan selama pengerasan karena hemihidrat terhidrasi sehingga reaksinya merupakan reaksi eksotermis.

Proses pembuatan gypsum kedokteran gigi dimana bahan baku gypsum adalah bentuk dihidrat dari kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), pada pemanasan autoklaf akan kehilangan 1,5 gram mol dari 2 gram mol H_2O dan berubah menjadi kalsium sulfat hemihidrat ($(\text{CaSO}_4) \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), kadang-kadang ditulis $(\text{CaSO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$. Dan ketika kalsium sulfat hemihidrat dicampur dengan air, akan terjadi reaksi balik (*reverse reaction*) dan kalsium sulfat hemihidrat berubah menjadi kalsium sulfat dihidrat (Craig, 1983).

Waktu pencampuran atau *mixing time* adalah waktu dari penambahan bubuk ke air sampai pencampurannya sempurna. Pencampuran mekanis dari gypsum keras dan gypsum lunak biasanya lengkap pada 20-30 detik. Pengadukan dengan spatula umumnya membutuhkan sekurang-kurangnya satu menit untuk mendapatkan campuran yang lembut. Waktu kerja atau *working time* adalah waktu yang dibutuhkan dari menimbang bubuk gypsum dan air, mengaduk sampai menjadi adonan yang homogen, sampai penuangan adonan kedalam cetakan. Waktu kerja yang dibutuhkan biasanya selama 3 menit. Proses yang terjadi saat reaksi berlangsung, terjadi beberapa pengeluaran air karena pembentukan dihidrat sehingga campuran akan kehilangan kilapnya atau *loss of gloss*, saat adonan belum memiliki kekuatan kompresif yang dapat diukur, sehingga belum dapat diambil dari cetakan (Combe, 1992).

2.1.6 Perubahan Dimensi

Perubahan dimensi yang dapat terjadi pada gypsum, adalah sebagai berikut:

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

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

- 1) *Hygroscopic Setting Expansion* pemuaiian higroskopik : jika selama proses pengerasan, gypsum terendam dalam air, ekspansi akan bertambah besar.
- 2) Jumlah dan lama pengadukan, makin lama dan makin banyak jumlah pengadukan maka ekspansi akan bertambah besar pada batas-batas tertentu (Phillips, 2003).

Craig dkk (1988) menyatakan bahwa mempertahankan dimensi selama prosedur laboratorium gigi seperti pengambilan cetakan dan penuangan model sangat penting dalam hal keakuratan restorasi gigi. Perubahan dimensi mungkin terjadi selama *setting* sebagai hasil dari reaksi kimia.

Manipulasi beberapa bahan yang terdiri dari dua atau lebih komponen diikuti dengan reaksi kimia sampai terjadinya *setting*. Reaksi kimia selalu disertai dengan perubahan dimensi. Dalam reaksi polimerisasi, terjadi nominal kontraksi sedangkan pada tipe lain mungkin menghasilkan ekspansi. Perubahan dimensi mungkin berlanjut pada bahan setelah *setting*. Hal tersebut disebabkan perubahan yang terjadi karena *setting* yang berlangsung lambat atau bebas dari tekanan selama *setting*. Kemungkinan lain karena absorpsi air atau tekanan yang mengakibatkan hilangnya unsur pokok dari bahan tersebut. Derajat yang mana dimensi dari bahan setelah *setting* dikatakan dalam suatu ukuran yaitu kestabilan dimensi (Cabe, dkk, 1990)

Ketepatan dimensi, stabilitas, dan adaptasi dari basis gigi tiruan dapat dilihat dengan mengamati bentuk asli dari basis gigi tiruan yaitu dengan mengujinya lebih dari satu dimensi. Pengukuran komputer dengan sistem koordinat mampu mengukur dalam tiga dimensi, meskipun mencari dua dimensi sudah cukup untuk membandingkan bentuk suatu area bidang ke bidang lain yang sama (Harizon, dkk, 1992).

2.2 Bahan Cetak

Bahan cetak merupakan salah satu bahan di bidang kedokteran gigi untuk mendapatkan replika negatif dari suatu benda, termasuk gigi dan jaringan sekitarnya. Cetakan ini diisi dengan gypsum yang digunakan untuk mendapatkan model positif dari gambaran bentuk dan hubungan antara gigi dengan jaringan di sekitarnya. Pembuatan alat-alat sebagian besar di dalam rongga mulut dibutuhkan persiapan model jaringan mulut pasien. Pada dasarnya pembuatan gigi tiruan lengkap membutuhkan suatu model kerja yang akurat yang didapat dari hasil cetakan yang diisi dengan gypsum (Tarigan, 1992).

2.2.1 Klasifikasi Bahan Cetak

Menurut Combe (1992), berdasarkan kemampuan bahan cetak yang telah setting untuk dikeluarkan melalui *undercut*. Bahan cetak secara umum diklasifikasikan atas non-elastis dan elastis.

I. Bahan cetak non elastis yang terdiri dari :

- a. Plaster of Paris
- b. Bahan cetak komposisi
- c. Seng oksida eugenol dan pasta sejenisnya
- d. Bahan cetak dari lilin / malam

II. Bahan cetak elastis yang terdiri dari :

- a. Hidrokoloid
 - Revesibel
 - Irreversibel
- b. Elastomer
 - Polisulfida
 - Silikon
 - Polieter

2.2.2 Pengertian Bahan Cetak Hidrokolid Ireversibel

Suatu koloid harus dibedakan dengan larutan dan suspensi. Larutan adalah suatu campuran yang homogen. Pada suatu larutan bahan yang terlarut berada di dalam larutan dalam bentuk molekul kecil atau ion. Berlawanan dengan ini suatu suspensi adalah cairan yang heterogen. Koloid berada di antara kedua hal tersebut. Apabila media pendispersi adalah air maka disebut hidrokolid (Tarigan, 1992). Menurut Rahn (1974), hidrokolid ireversibel merupakan koloid dengan media pendispersi adalah air, nama ini diberikan karena pada waktu terbentuk melalui suatu reaksi kimia, dimana tidak bisa menjadi sol kembali.

Alginat disebut juga hidrokolid ireversibel, dimana tidak bisa menjadi sol kembali melalui reaksi kimia. Bahan cetak hidrokolid ireversibel merupakan koloid dimana partikelnya mempunyai ukuran 1-2000 nanometer. Bahan cetak hidrokolid ireversibel di bidang kedokteran gigi secara luas digunakan sebagai bahan cetak pada prosedur pembuatan gigi tiruan (A.D.A.,1974 dan McCabe,1990).

2.2.3 Syarat Bahan Cetak

Menurut Tarigan (1992), persyaratan dan sifat-sifat yang harus dimiliki oleh bahan cetak untuk mendapatkan suatu cetakan yang akurat adalah sebagai berikut :

- a. Ketepatan dimensi yang baik, yaitu perubahan dimensi yang terjadi sewaktu dilepas dari mulut dapat diimbangi dengan *recovery time*, sehingga ketepatan dimensi hasil cetakan masih dapat ditoleransi,
- b. Tidak beracun dan mengiritasi jaringan mulut,
- c. Mempunyai bau dan rasa yang dapat ditoleransi oleh pasien,
- d. Mempunyai waktu setting yang sesuai artinya bahan cetak hendaknya tidak perlu berada di dalam mulut lebih dari 5 menit untuk mencegah kelelahan baik pasien maupun operator,
- e. Mudah dimanipulasi,
- f. Mempunyai *flow* yang cukup,
- g. Mempunyai *self life* cukup dalam penyimpanan dan pemasaran,

- h. Karakteristik pengerasan sesuai dengan penggunaan klinis,
- i. Mempunyai konsistensi dan tekstur memuaskan, serta
- j. Mempunyai stabilitas dimensi pada suhu dan kelembaban yang sesuai antara penggunaan klinis dan laboratorium sampai didapatkan hasil cetakan.

2.2.4 Komposisi Bahan Cetak

Menurut Craig *et al.*, (1971), Phillips (1991) komposisi bahan cetak hidrokoloid ireversibel (alginat) adalah sebagai berikut:

- a. Garam larut asam alginat, misalnya natrium, kalium, atau ammonium alginat kira-kira 12%, fungsinya bereaksi dengan Ca^{2+} membentuk kalsium alginat.
- b. Garam kalsium yang lambat larut misalnya $(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ kira-kira 12%, fungsinya melepaskan Ca^{2+} untuk bereaksi dengan alginat.
- c. Trinatrium fosfat kira-kira 2%, fungsinya bereaksi dengan Ca^{2+} untuk membentuk $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3$, sehingga menghambat pembentukan.
- d. Bahan pengisi (tanah diatom) kira-kira 70%, fungsinya menambah kohesi adukan.
- e. Siliko fluorida atau fluorida lainnya, sedikit. Fungsinya memperkeras permukaan model gypsum.
- f. Bahan pemberi rasa wangi, sedikit. Fungsinya agar bahan cetak dirasakan enak oleh pasien.
- g. Pada beberapa merek terdapat indikator kimia, sedikit. Fungsinya, merubah warna bahan cetakan sesuai dengan perubahan pH, untuk menunjukkan tahap-tahap manipulasi yang berbeda.

2.2.5 Manipulasi Bahan Cetak

Menurut Tarigan (1992) untuk memperoleh hasil cetakan yang baik perlu diperhatikan hal-hal berikut ini:

- a. Kontainer hendaknya dikocok sebelum dipakai agar memperoleh campuran yang homogen.

- b. Perbandingan bubuk dan air disesuaikan aturan pabrik.
- c. Air dengan suhu kamar, apabila dikehendaki pengerasan cepat atau lambat dapat digunakan air hangat atau dingin.
- d. Pencampuran dilakukan dengan merata dalam mangkok karet dengan gerakan memutar pada dinding mangkok karet.
- e. Retensi sendok cetak diperoleh dengan cara menggunakan sendok cetak yang berlubang atau memakai bahan perekat.
- f. Bahan cetak alginat dikeluarkan dengan tiba-tiba (satu kali hentakan) dari jaringan yang dicetak, pelepasan mendadak menjamin keadaan elastis yang paling baik dan menghindari terjadinya *internal stress*.
- g. Setelah cetakan dikeluarkan dalam rongga mulut, hasil cetakan hendaknya dibilas dengan air mengalir untuk membersihkan saliva dan debris. Setelah itu baru diisi dengan bahan model setelah bahan cetak mencapai *recovery time* (tidak lebih dari 15 menit). Apabila pengisian ditunda maka kelembaban harus dipertahankan 100%, dengan cara ditutup kain kasa lembab.

2.2.6 Kegagalan-Kegagalan Pada Reproduksi Hasil Cetakan Hidrokolid Ireversibel
Menurut Phillips (1991) kegagalan manipulasi bahan cetak hidrokolid ireversibel yang sering terjadi adalah sebagai berikut:

- a. Adonan kasar, karena pengadukan terlalu lama maka pembentukan tidak sempurna dan rasio bubuk rendah.
- b. Sobek disebabkan oleh karena jumlah adonan yang kurang, terkontaminasi dengan bahan lain, terlalu cepat dilepas dari rongga mulut dan terlalu lama pengadukan.
- c. Menggumpal disebabkan *flow* kurang akibat gelatinisasi dan adanya udara yang terjebak dalam pengadukan.
- d. Bentuk lain pada cetakan karena kotoran.

- e. Bentukan kasar yang disebabkan karena pembersihan cetakan kurang, adanya sisa air yang tertinggal dalam cetakan sebelum waktunya, membiarkan model terlalu lama dalam cetakan manipulasi gypsum yang tidak benar.
- f. Distorsi disebabkan oleh sendok cetak bergerak saat pembentukan dan cetakan dilepas sebelum mengeras sempurna.

2.3 Gypsum Tipe III Daur Ulang

Bubuk gypsum apabila dicampur dengan aquadest terjadi reaksi sebagai berikut : $(\text{CaSO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 3 \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 2 \text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{panas}$. Reaksi tersebut kebalikan reaksi pembentukan hemihidrat. Dari reaksi pembentukan dihidrat tersebut maka limbah gypsum bisa didaur ulang kembali dengan cara menghilangkan kandungan airnya (Combe, 1992).

Craig *et al.*, (1983) menyatakan bahwa perubahan yang dapat terjadi pada gypsum adalah sebagai berikut :

1. Pemuaiian pengerasan dapat terjadi pada batas-batas tertentu, lama dan banyaknya pengadukan akan memperbesar terjadinya pemuaiian pengerasan yang besarnya adalah 0,08% - 0,1%.
2. Volume kontraksi dapat terjadi pada proses pencampuran bubuk gypsum dengan air dan akan terbentuk kalsium sulfat dihidrat (*gypsum*). Volume yang terbentuk akan berkurang 7% dari jumlah hemihidrat dan air. Sebagai pertimbangannya, akan terjadi ekspansi linier sebesar 0,2%-0,4%.

2.4 Dimensi Horizontal Model

Dimensi horizontal model yang dimaksud adalah pengukuran titik tertentu pada bidang horizontal yang telah ditentukan, dengan model acuan dari bahan kuningan berupa suatu limas terpancung yang memiliki ukuran tertentu. Pengukuran dilakukan baik pada model acuan ataupun sampel yang dihasilkan. Kegunaan bidang atau dimensi horizontal di berbagai bidang dalam kedokteran gigi sangat luas, misalnya di bidang prostodonsia, ortodonsia, maupun konservasi dan lain-lain. Di

berbagai bidang tersebut dimensi horizontal digunakan untuk menentukan luas konstruksi alat atau restorasi yang akan dipakai oleh pasien sehingga nantinya alat yang akan dipakai menjadi retentif. Adanya perubahan dimensi pada model oleh karena adanya *shrinkage* oleh karena temperatur ataupun ekspansi menyebabkan luas konstruksi alat menjadi berubah, sehingga alat yang akan diaplikasikan pada penderita menjadi tidak retentif (Phillips, 2003).

2.5 Hipotesis

Hipotesis yang dapat dikemukakan adalah gypsum tipe III daur ulang dalam waktu penyimpanan 5 tahun memiliki ketepatan dimensi horizontal yang sama dengan gypsum tipe III merek 3L *Germany*.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris.

3.2 Rancangan Penelitian

Posttest only design yaitu perlakuan atau intervensi telah dilakukan, kemudian dilakukan pengukuran (observasi) (Notoatmodjo S., 2005).

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan April 2012 di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA UNEJ dan Laboratorium Teknologi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi UNEJ.

3.4 Sampel

3.4.1 Bentuk Sampel

Replika dari model acuan berbentuk limas dari hasil daur ulang gypsum tipe III hasil cetakan bahan cetak alginat.

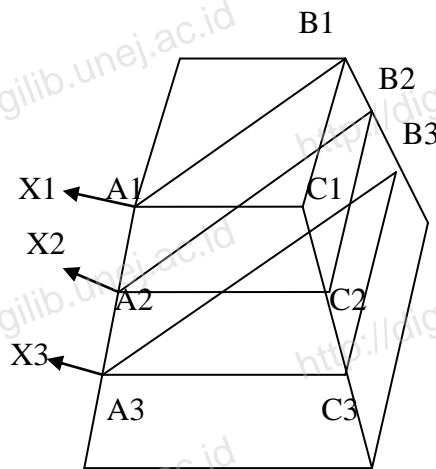
3.4.2 Pembagian Sampel

Sampel dibagi dalam 2 kelompok yaitu :

1. Kelompok I (acuan) : gypsum tipe III merek 3L *Germany*
2. Kelompok II (sampel) : gypsum tipe III hasil daur ulang dengan waktu penyimpanan 5 tahun

3.4.3 Pengukuran Sampel

Pengukuran sampel dilakukan pada titik-titik yang telah ditentukan (titik AB-BC-CA) pada bidang horizontal dari model sampel hasil cetakan bahan cetak alginat dengan bahan gypsum tipe III daur ulang dengan waktu penyimpanan 5 tahun. Seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.1. Pengukuran pada bidang horizontal model acuan dan model sampel

3.4.4 Besar Sampel

Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasarkan rumus yaitu sebagai berikut :

$$n = \frac{(Z\alpha + Z\beta)^2 \cdot \sigma^2 D}{\delta^2}$$

Keterangan :

n = besar sampel minimal

$Z\alpha$ = batas atas nilai konversi pada tabel distribusi normal untuk batas kemaknaan (1,96)

$Z\beta$ = batas bawah nilai konversi pada tabel distribusi normal untuk batas kemaknaan (0,85)

α = tingkat signifikansi (0,05)

β = 0,20

$$\sigma^2 D / \delta^2 = 1$$

Maka hasil perhitungan sampel adalah sebagai berikut :

$$n = \frac{(1,96 + 0,85)^2 \cdot \sigma^2 D}{\delta^2}$$
$$= (2,81)^2 = 7,9 = 8$$

Dari perhitungan dengan menggunakan rumus di atas didapatkan hasil sebesar 8 buah sampel (Steel dan Torrie, 1995), namun untuk penelitian ini peneliti menambahkan sampel sebanyak 2 sampel sehingga jumlah sampel 10 agar pengukuran lebih akurat.

3.5 Identifikasi Variabel Penelitian

3.5.1 Variabel Bebas

Jenis gypsum, yaitu:

- Gypsum tipe III merek 3L *Germany*
- Gypsum tipe III daur ulang dengan waktu penyimpanan 5 tahun

3.5.2 Variabel Terikat

Ketepatan dimensi dari kedua jenis gypsum

3.5.3 Variabel Terkendali

- Perbandingan bubuk gypsum dan air
- Waktu pengadukan
- Temperatur air
- Alat pengukur

3.6 Definisi Operasional

3.6.1 Gypsum Tipe III Daur Ulang

Gypsum tipe III daur ulang adalah kalsium sulfat dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) berwarna biru yang berasal dari model gypsum tipe III yang telah dihancurkan dan didehidrasi pada suhu 110°C - 130°C dalam autoklaf.

3.6.2 Gypsum Tipe III Merek 3L *Germany*

Gypsum tipe III merek 3L *Germany* adalah kalsium sulfat dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) tipe III (dental stone) yang telah didehidrasi pada suhu 110°C - 130°C dalam autoklaf, berwarna biru dengan merek 3L, *Germany*.

3.6.3 Model Sampel

Model sampel adalah suatu bentukan yang merupakan hasil reproduksi dari pencetakan model acuan berbentuk limas terpacung dengan bahan cetak alginat dan dilakukan pengisian dengan bahan gypsum tipe III daur ulang dengan waktu penyimpanan 5 tahun.

3.6.4 Dimensi Horizontal

Dimensi horizontal adalah titik-titik ukuran pada bidang horizontal sampel dan memiliki ukuran tertentu setelah dilakukan pengukuran.

3.7 Bahan dan Alat Penelitian

3.7.1 Bahan :

- a. Air PDAM yang digunakan di FKG Jember
- b. Gypsum tipe III merek 3L (*Germany*)
- c. Gypsum daur ulang dengan waktu penyimpanan 5 tahun
- d. Alginat merek Aroma Fine Plus GC (*Japan*)
- e. Aluminium Foil

3.7.2 Alat :

- a. mortal dan alu
- b. saringan dengan diameter kurang dari 25 μ m
- c. beker glass
- d. timbangan Ohaus
- e. tabung pengukur / tabung silindris
- f. oven
- g. alat cetak

Alat cetak yang digunakan untuk penelitian adalah alat cetak khusus yang berbentuk limas, terbuat dari bahan akrilik yang antara alat cetak dengan model acuan terdapat sela 1 cm. Alat cetak dimodifikasi dengan memberi lubang pada bagian sisi-sisinya untuk mengeluarkan bahan cetak alginat yang berlebih, di bagian bawah limas tidak bertutup karena untuk memasukkan bahan cetak alginat kedalam alat cetak.

- h. mangkok karet dan spatula plastik
- i. model acuan

Model acuan yang digunakan dalam penelitian adalah limas terpacung dari bahan kuningan dengan ketebalan 1,8 cm, yang terbuat dari kuningan.

- j. autoklaf
- k. jangka sorong dengan ketepatan keakuratan 95% dan derajat kesalahan 0,05 sebagai alat ukur pada bidang horizontal model acuan dan model sampel.
- l. loyang

3.8 Prosedur Penelitian

3.8.1 Pembuatan Sediaan Bubuk Gypsum Tipe III Hasil Daur Ulang

- a. Gypsum tipe III buatan pabrik habis pakai ditumbuk dengan alu dan mortal dengan ukuran yang masih kasar, untuk mempermudah penumbukan

sebelumnya gypsum habis pakai bisa dipanaskan dalam oven 105°C selama 1 jam.

- b. Ditumbuk lagi sampai halus kemudian disaring dengan ayakan yang berukuran diameter kurang dari 25 μ m sampai partikel menjadi halus.
- c. Gypsum keras hasil saringan dipanaskan dalam bejana terbuka agar kandungan air setelah penyaringan menguap.
- d. Pemanasan di ruang tertutup menggunakan autoklaf dengan temperatur 120°C-130°C selama 15 menit untuk membuang kandungan airnya sehingga gypsum yang dihasilkan menjadi murni hemihidrat.
- e. Gypsum dibiarkan sampai suhunya turun hingga 36°C dan gypsum tipe III daur ulang siap untuk digunakan.

3.8.2 Tahap Pencetakan Model Acuan dan Model Sampel

- a. Disiapkan master model dari logam yakni limas terpacung dari bahan kuningan dengan ketebalan 1,8 cm, yang terbuat dari kuningan.
- b. Sediakan alat cetak khusus yang berbentuk limas, terbuat dari bahan akrilik yang antara alat cetak dengan model acuan terdapat sela 1 cm.
- c. Bubuk alginat sebanyak 4 gram kemudian dicampur dengan air sebanyak 11 ml yang ditempatkan pada mangkok karet bersih. Bubuk dan air disatukan dengan pengadukan secara hati-hati menggunakan spatula plastik dengan gerakan angka delapan dengan cepat dan intermiten (180°) untuk mengeluarkan gelembung udara selama 45 detik sampai 1 menit.
- d. Adonan seperti krim yang halus dan tidak menetes dari spatula ketika diangkat dari mangkuk karet lalu dimasukkan kedalam alat cetak dengan cara dituangkan melalui lubang yang ada pada alat cetak, kemudian model acuan dari logam dimasukkan dan ditunggu sampai bahan menjadi dingin dan mengeras selama 10 menit, kemudian model acuan dari logam dilepaskan.
- e. Bubuk gypsum sebanyak 25 gram dimasukkan kedalam mangkok karet yang telah berisi air sebanyak 12,5 ml (rasio W:P = 1:2), kemudian diaduk dengan

gerakan melingkar searah jarum jam sampai menyentuh permukaan mangkok karet dan seluruh bubuk gypsum bercampur rata dengan air. Pengadukan dilakukan sebanyak 60 kali putaran selama 60 detik.

- f. Pengisian cetakan dilakukan sedikit demi sedikit sampai penuh selama 30 detik.
- g. Gypsum dibiarkan sampai mengeras dan dilepas setelah ditunggu 15 menit sejak pertama kali adonan dituang kedalam cetakan.

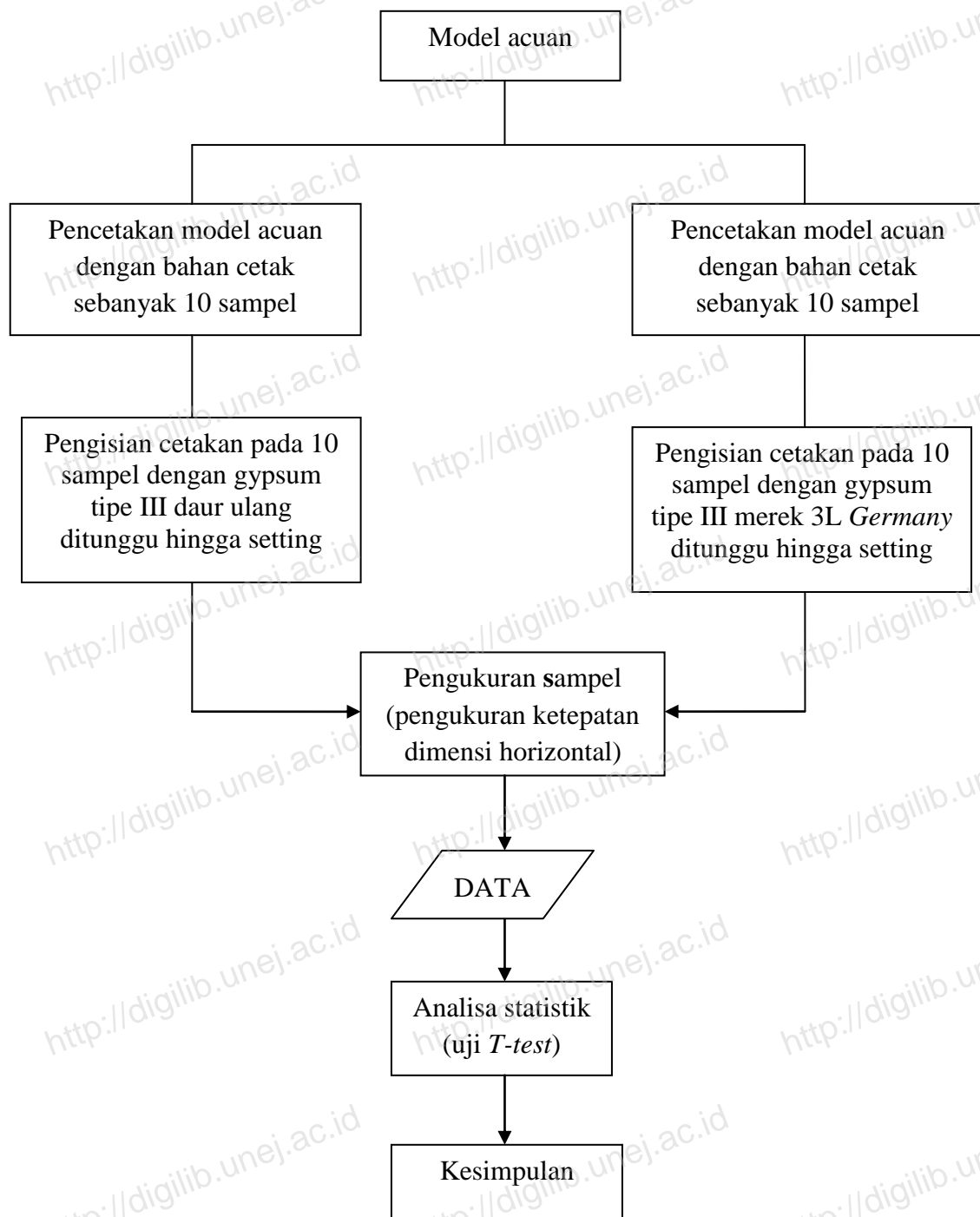
3.8.3 Tahap Pengukuran Ketepatan Dimensi Model Acuan dan Model Sampel

- a. Setelah selesai pembuatan model acuan dan model sampel, maka dilanjutkan dengan pembuatan garis acu menggunakan pensil tinta.
- b. Untuk garis acu yang tampak secara visual, dilakukan pengukuran secara langsung menggunakan penggaris. Untuk garis acu yang tidak tampak atau tidak memungkinkan untuk bisa diukur secara langsung, maka dilakukan proyeksi pada kertas millimeter block. Proyeksi dilakukan dengan cara menggambar garis yang saling tegak lurus (sudut disesuaikan dengan model) dan menghubungkan 2 titik yang belum berhubungan. Hasil dari hubungan 2 titik diukur dengan penggaris.
- c. Pengukuran dilakukan sebanyak 2 kali dengan 2 orang berbeda, dicatat hasil pengukuran, kemudian dihitung rata-ratanya.

3.9 Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengukuran sampel harus dipastikan normalitasnya dengan uji *Komolgorov-Smirnov*. Kemudian dilakukan uji homogenitas menggunakan uji *levene* yang selanjutnya diuji dengan uji beda *t-test* dengan taraf kemaknaan 95%.

3.10 Alur Penelitian



Gambar 3.2. Diagram Alur Penelitian

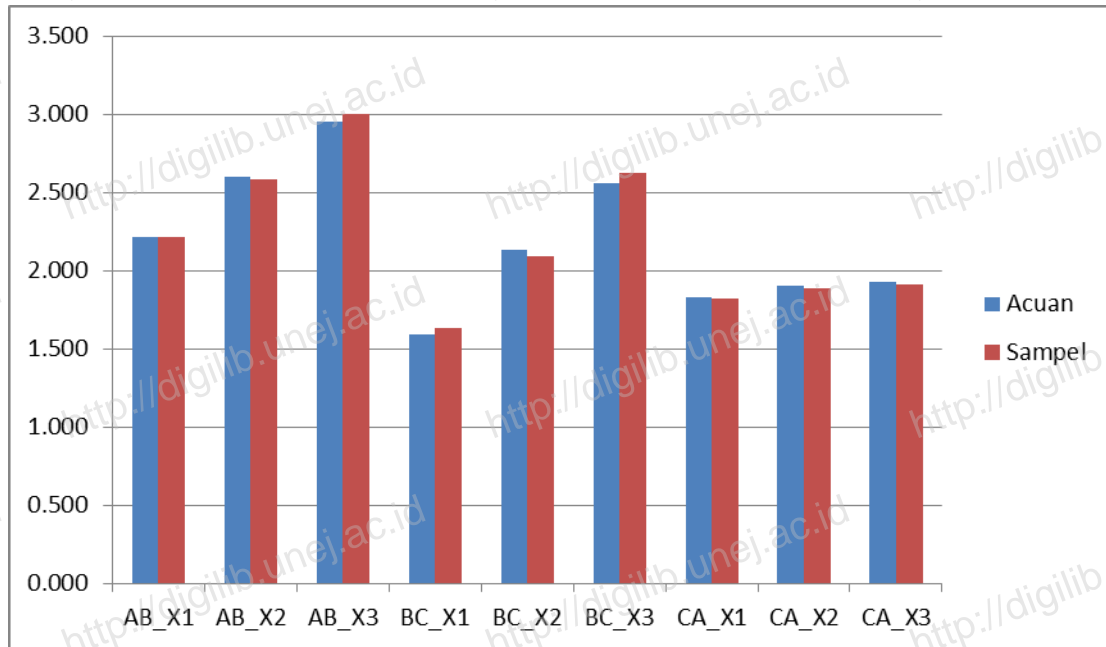
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian yang telah dilakukan pada bulan April 2012 di Laboratorium Ilmu Teknologi dan Material Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi dan Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember ini adalah untuk mengetahui perbandingan ketepatan dimensi horizontal antara gypsum tipe III hasil daur ulang dengan waktu penyimpanan 5 tahun dan gypsum tipe III merek 3L *Germany*, oleh karena itu peneliti membuat 10 sampel berupa cetakan negatif gypsum keras daur ulang dengan waktu penyimpanan 5 tahun dan 10 sampel berupa cetakan negatif dari gypsum merek 3L *Germany*, yang kemudian tiap-tiap sampel dibagi menjadi 3 bagian bidang horizontal dan diukur menggunakan alat ukur. Data tersebut akan disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.1. Pengukuran rata-rata jarak garis AB, BC, dan AC pada model acuan dan model sampel (cm)

Model	AB	BC	CA
Acuan X1	2,215	1,595	1,825
Acuan X2	2,6	2,135	1,905
Acuan X3	2,955	2,555	1,93
Sampel X1	2,215	1,63	1,82
Sampel X2	2,58	2,09	1,885
Sampel X3	3,005	2,625	1,91



4.1. Diagram hasil pengukuran jarak garis AB, BC, dan CA pada model acuan dan model sampel (cm)

Keterangan :

Acuan X1 = Potongan pada model acuan bidang horizontal pertama

Acuan X2 = Potongan pada model acuan bidang horizontal kedua

Acuan X3 = Potongan pada model acuan bidang horizontal ketiga

Sampel X1 = Potongan pada model sampel hasil daur ulang penyimpanan 5 tahun bidang horizontal pertama

Sampel X2 = Potongan pada model sampel hasil daur ulang penyimpanan 5 tahun bidang horizontal kedua

Sampel X3 = Potongan pada model sampel hasil daur ulang penyimpanan 5 tahun bidang horizontal ketiga

Pada tabel 1, ukuran model acuan pada garis AB adalah X_1 , X_2 , X_3 yaitu 2,215 cm, 2,6 cm, dan 2,955 cm, sedangkan pada sampel garis AB X_1 , X_2 , X_3 yaitu 2,215 cm, 2,58 cm, dan 3,005 cm. Ukuran model acuan pada garis BC X_1 , X_2 , X_3 yaitu 1,595 cm, 2,135 cm, dan 2,555 cm, sedangkan pada sampel garis BC X_1 , X_2 , X_3 yaitu 1,63 cm, 2,09 cm, dan 2,625 cm. Ukuran model acuan pada garis CA X_1 , X_2 , X_3 yaitu 1,825 cm, 1,905 cm, dan 1,93 cm, sedangkan pada sampel garis CA X_1 , X_2 , X_3 yaitu 1,82 cm, 1,885 cm, dan 1,91 cm.

4.1.1. Uji Normalitas (Uji *Komolgorov-Smirnov*)

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data terdistribusi normal atau tidak dengan menggunakan Uji *Komolgorov-Smirnov*.

Ketentuan yang digunakan untuk menentukan normalitas adalah :

- Jika nilai probabilitas (signifikansi) $p > 0,05$ maka data dikatakan normal
- Jika nilai probabilitas (signifikansi) $p < 0,05$ maka data dikatakan tidak normal.

Hasil perhitungan uji normalitas dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 4.2 Uji normalitas *Komolgorov-smirnov* untuk kelompok garis AB

kelompok	Hasil Sig. <i>Komolgorov-Smirnov</i> Test
AB acuan	0.164*
AB sampel	0.200*

Tanda (*) menunjukkan nilai yang signifikan.

Dari hasil perhitungan uji normalitas diperoleh nilai signifikansi $p > 0,05$ maka dapat dikatakan bahwa data terdistribusi normal dengan nilai signifikansi AB acuan sebesar 0.164 dan AB sampel sebesar 0.200.

Tabel 4.3 Uji normalitas *Komolgorov-smirnov* untuk kelompok garisBC

kelompok	Hasil Sig. <i>Komolgorov-Smirnov</i> Test
BC acuan	0.126*
BC sampel	0.099*

Tanda (*) menunjukkan nilai yang signifikan.

Dari hasil perhitungan uji normalitas diperoleh nilai signifikansi $p > 0,05$ maka dapat dikatakan bahwa data terdistribusi normal dengan nilai signifikansi BC acuan sebesar 0.126 dan BC sampel sebesar 0.099.

Tabel 4.4 Uji normalitas *Komolgorov-smirnov* untuk kelompok garis AC

kelompok	Hasil Sig. <i>Komolgorov-Smirnov</i> Test
AC acuan	0.200*
AC sampel	0.124*

Tanda (*) menunjukkan nilai yang signifikan.

Dari hasil perhitungan uji normalitas diperoleh nilai signifikansi $p > 0,05$ maka dapat dikatakan bahwa data terdistribusi normal dengan nilai signifikansi AC acuan sebesar 0.200 dan AC sampel sebesar 0.124.

4.1.2 Uji *Levene*

Uji homogenitas menggunakan uji *levene* untuk mengetahui apakah data tersebut memiliki varian data yang homogen sehingga diperoleh keakuratan dalam pengambilan kesimpulan.

Tabel 4.5 Uji homogenitas *Levene Test* untuk kelompok garis AB

Levene statistic	signifikansi
0.000	1.000*

Tanda (*) menunjukkan nilai yang signifikan.

Hasil uji homogenitas *levene* diperoleh nilai kemaknaan sebesar 1.000 untuk garis AB, seperti data yang terdapat pada tabel 4.5. Hasil uji tersebut menunjukkan hasil pengukuran ketepatan dimensi garis AB memiliki varian yang sama atau homogen karena diperoleh nilai kemaknaan $p > 0.05$.

Tabel 4.6 Uji homogenitas *Levene Test* untuk kelompok garis BC

Levene statistic	signifikansi
2.268	0.149*

Tanda (*) menunjukkan nilai yang signifikan.

Hasil uji homogenitas *levene* diperoleh nilai kemaknaan sebesar 0.149 untuk garis BC, seperti data yang terdapat pada tabel 4.6. Hasil uji tersebut menunjukkan hasil pengukuran ketepatan dimensi garis BC memiliki varian yang sama atau homogen karena diperoleh nilai kemaknaan $p > 0.05$.

Tabel 4.7 Uji homogenitas *Levene Test* untuk kelompok garis AC

Levene statistic	signifikansi
0.013	0.911*

Tanda (*) menunjukkan nilai yang signifikan.

Hasil uji homogenitas *levene* diperoleh nilai kemaknaan sebesar 0.911 untuk garis AC, seperti data yang terdapat pada tabel 4.7. Hasil uji tersebut menunjukkan hasil pengukuran ketepatan dimensi garis AC memiliki varian yang sama atau homogen karena diperoleh nilai kemaknaan $p > 0.05$.

4.1.3 Uji Beda (*T-Test*)

Uji beda (*T-Test*) dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang bermakna antar kelompok.

Tabel 4.8 Uji beda *T-Test* untuk kelompok garis AB

kelompok	Hasil Sig <i>T-test</i>
AB acuan dan AB sampel	0.660

Berdasarkan hasil uji beda *T-Test* diperoleh nilai signifikansi sebesar 0.660. Hasil menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna antar kelompok, karena diperoleh nilai signifikansi $p > 0.05$.

Tabel 4.9 Uji beda *T-Test* untuk kelompok garis BC

kelompok	Hasil Sig <i>T-test</i>
BC acuan dan BC sampel	0.286

Berdasarkan hasil uji beda *T-Test* diperoleh nilai signifikansi sebesar 0.286. Hasil menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna antar kelompok, karena diperoleh nilai signifikansi $p > 0.05$.

Tabel 4.10 Uji beda *T-Test* untuk kelompok garis AC

kelompok	Hasil Sig <i>T-test</i>
AC acuan dan AC sampel	0.438

Berdasarkan hasil uji beda *T-Test* diperoleh nilai signifikansi sebesar 0.438. Hasil menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna antar kelompok, karena diperoleh nilai signifikansi $p > 0.05$.

4.2 Pembahasan

Gypsum tipe III atau yang sering disebut *dental stone* digunakan untuk membuat model kerja pada pembuatan gigi tiruan, hal ini dikarenakan gypsum tipe III ini memiliki partikel yang halus dan cukup kuat. Apabila model kerja telah selesai digunakan maka akan menjadi limbah yang tidak digunakan lagi. Reaksi pembentukan dihidrat merupakan reaksi reversibel dalam artian hemihidrat bisa menjadi dihidrat atau sebaliknya, $(\text{CaSO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 3 \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{panas}$. Hal ini berarti gypsum dapat didaur ulang kembali dengan cara menghilangkan kandungan airnya (Combe, 1992).

Ketepatan dimensi menjadi salah satu aspek yang dinilai untuk menentukan kualitas suatu gypsum karena model kerja yang dihasilkan dari gypsum tersebut haruslah sesuai dengan keadaan jaringan lunak maupun keras rongga mulut (Craig, *et al* 1988). Maka dari itu tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui ketepatan dimensi horizontal model hasil pengecoran dengan gypsum tipe III daur ulang dengan waktu penyimpanan setelah 5 tahun. Cara yang digunakan untuk menghilangkan kandungan air dari limbah gypsum dengan cara memanaskan pada suhu 120°C - 130°C selama 15 menit dalam autoklaf untuk membuang kandungan airnya sehingga

gypsum yang dihasilkan menjadi murni hemihidrat, dan gypsum baru dalam penelitian ini menggunakan gypsum tipe III merek 3L *Germany*.

Data diperoleh dengan cara mengukur ketepatan dimensi horizontal model yang dihasilkan setelah mereproduksi hasil cetakan pada model master. Pengukuran pada model dilakukan dengan mengukur titik-titik pertemuan di sudut sampel dan garis diagonalnya. Garis AB merupakan garis diagonal yang menghubungkan garis BC dan AC.

Setelah dianalisis dengan *t-test* maka data yang diperoleh menunjukkan bahwa hasil penelitian mengenai perbandingan ketepatan dimensi horizontal garis AB antara kelompok acuan dan kelompok sampel menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna $p > 0,05$ (nilai signifikansi 0,66). Begitu pun dengan perbandingan ketepatan dimensi horizontal garis BC antara kelompok acuan dan kelompok sampel tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna $p > 0,05$ (nilai signifikansi 0,286) dan perbandingan ketepatan dimensi horizontal garis AC antar kelompok acuan dan kelompok sampel juga tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna $p > 0,05$ (nilai signifikansi 0,438). Dari hasil analisis data setelah diuji dengan *t-test* bila dibandingkan antara kelompok acuan dan kelompok sampel, ketepatan dimensi horizontal garis BC mempunyai nilai signifikansi terkecil (0,286), sedangkan garis AB mempunyai nilai signifikansi terbesar (0,660). Reaksi yang terbentuk adalah reaksi pembentukan dihidrat merupakan reaksi reversibel, dimana ketepatan dimensi horizontal gypsum daur ulang secara statistik tidak terdapat perbedaan yang bermakna dibandingkan dengan gypsum baru dari pabrikan.

Lama penyimpanan limbah model yang akan didaur ulang hingga waktu 5 tahun pun tidak menunjukkan perbedaan ketepatan dimensi yang signifikan. Dari hasil penelitian didapatkan selisih rata-rata paling jauh adalah pada garis AB garis acuan X3 yakni sebesar 0,5 cm, sedangkan selisih rata-rata paling mendekati adalah pada garis AB garis acuan X1 yakni sebesar 0 cm.

Selisih nilai pengukuran yang tidak signifikan ini kemungkinan disebabkan oleh karena model kerja yang disimpan selama 5 tahun sebelum didaur ulang

disimpan di dalam suhu ruangan normal, sehingga pengerutan pun terjadi dengan nilai yang sangat kecil dan hampir tidak menimbulkan perubahan dimensi yang bermakna. Sedangkan kontraksi pada model kerja akan terjadi apabila model kerja tersebut disimpan di atas temperatur ruang (di atas 55°C), begitu pun juga apabila model kerja dikeringkan pada suhu hingga 90°C. Kontraksi itu juga akan mengurangi kekuatan dari model kerja tersebut.

Craig *et al.*, (1983) menyatakan bahwa volume kontraksi dapat terjadi pada proses pencampuran bubuk gypsum dengan air dan akan berbentuk kalsium sulfat dihidrat (gypsum). Volume yang terbentuk akan berkurang 7% dari jumlah hemihidrat dan air. Sebagai pertimbangannya, akan terjadi ekspansi linier sebesar 0,2%-0,4%.

Menurut Phillips (2003), jumlah dan lama pengadukan juga mempengaruhi ekspansi setting dari gypsum tersebut. Semakin lama dan semakin banyak jumlah pengadukan yang dilakukan pada adonan gypsum maka ekspansi setting akan bertambah besar pada batas-batas tertentu. Hal ini yang membuat ada sedikit perbedaan ukuran pada tiap-tiap sampel. Selain itu, penambahan air dan bubuk secara berulang-ulang untuk mendapatkan konsistensi yang tepat ketika proses manipulasi gypsum merupakan tindakan yang harus dihindari. Jika tindakan tersebut dilakukan maka akan menyebabkan ketidakseragaman pengerasan dalam massa adukan yang menjadi salah satu penyebab utama ketidakakuratan dalam menggunakan produk gypsum. Peneliti dalam penelitian ini mencampur air dan bubuk gypsum dalam satu kali tuangan, sehingga telah sesuai dengan prosedur dan hasil yang didapatkan lebih akurat.

McCabe dan Walls (2008) mengemukakan bahwa kondisi penyimpanan bubuk gypsum bisa menjadi salah satu faktor yang harus dipertimbangkan. Apabila sediaan bubuk gypsum disimpan dalam keadaan terbuka, maka akan menyerap kelembaban udara di sekitar. Hal ini menyebabkan penambahan waktu setting akan menjadi lebih lama dan apabila dicampur dengan air maka adonan menjadi bergumpal. Gumpalan ini akan mengurangi kehalusan dari hasil cetakan gypsum, dan

juga akan mengurangi keakuratan dimensi hasil dari hasil cetakan gypsum tersebut. Pada penelitian ini bubuk gypsum disimpan di dalam botol kedap udara (toples) sehingga bubuk gypsum kekeringannya tetap terjaga dan terhindar dari faktor kelembaban udara dari luar.

Phillips (2003) menyatakan semakin kecil perbandingan air dan gypsum (rasio W:P) dan semakin lama waktu pengadukan, maka semakin memperbesar ekspansi pengerasan. Sebaliknya, dengan semakin meningkatnya rasio perbandingan W:P maka akan memperkecil ekspansi pengerasan. Hal ini diakibatkan dengan semakin meningkatnya rasio W:P, semakin sedikit kristalisasi nukleus yang terjadi, dan karena dapat dianggap bahwa ruangan antar-nukleus lebih besar pada keadaan kental tersebut, maka pertumbuhan interaksi kristal-kristal dihidrat akan semakin sedikit, demikian juga dorongan keluar, akibatnya akan sulit mengalami ekspansi.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan ketepatan dimensi horizontal yang signifikan antara gypsum tipe III hasil daur ulang dengan gypsum tipe III merek 3L *Germany* dalam waktu penyimpanan 5 tahun..

5.2 Saran

- a. Dalam pengukuran menggunakan alat ukur yang lebih teliti dan akurat seperti menggunakan jangka sorong digital sehingga data yang dihasilkan lebih akurat.
- b. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi waktu penyimpanan yang berbeda.
- c. Perlu diadakan penelitian tentang ketepatan dimensi horizontal lebih lanjut dengan merek gypsum yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

ADA, 1975. *Guide to Dental Materials and Devices*. Chicago. American Dental Association.

Combe, E.C. 1986. *Notes on Dental Material*. 6th Ed, London. The C.V. Mosby Company.

Combe, E.C. 1992. *Sari Dental Material*, Alih Bahasa : Slamet Tarigan. Judul Asli : *Notes on Dental Materials* (1986). Jakarta : Balai Pustaka.

Craig, R.G. and E.A. Peyton, 1975. *Restorative Dental Materials*. 6th Ed. London. The C.V. Mosby Company.

Craig, R.G., O'Brien, J.M. Power, 1983. *Dental Materials*. St. Louis, C.V. Mosby Company.

McCabe, J.F. 1990. *Applied Dental Materials*. 7th. Oxford : Blackwell Scientific Publication.

McCabe, J.F. and Walls, A.W.G. 2008. *Applied Dental Materials*. 9th. Oxford : Blackwell Scientific Publication.

Phillips, R. 1984. *Elements of Dental Materials*. 4th Ed. Tokyo. WB Saunders Company.

Phillips, R. 1991. *Elements of Dental Materials*. 4th Ed. Tokyo. WB Saunders Company.

Rahn, 1974. *Syllabus of Complete Dentures*, 2th Ed, Philadelphia, Kimpton Publishers.

Rifai, H. 2000. *Kekuatan Tekan Hancur Gips Keras Hasil Daur Ulang*, Jember : Karya Tulis Ilmiah.

Sevilla, C.G., J.A. Ochave., T.G. Punsalan., B.P. Regala, G.G. Uriarte. 1993. *Pengantar Metode Penelitian*, Alih Bahasa: Alimuddin Tuwu. Jakarta : UI Press.

Jurnal

Agustina, T.H. 1996. *Pengaruh Perbandingan Air dan Bubuk Gips Tipe IV Terhadap Ketepatan Model Kerja Hasil Cetakan Bahan Cetak Elastomer Jenis Polieter*. Surabaya : Majalah Krdokteran Gigi Universitas Airlangga. Volume 29, No. 4, Oktober – Desember 1996 (121 – 124).

Damiyanti, M. 1998. *Kondisi Kemasan dan Pemasaran Bahan Stone Gips (Gips Tipe III) di Jakarta (juli 1996-1998)*. Jakarta : Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Indonesia. Volume 6, No.3, 1998 (11-16).

Internet

Betts, J. Gypsum Mineral Data. Internet. WWW webmineral. [serial online]. <http://webmineral.com/data/Gypsum.shtml>. [13 Juni 2012].

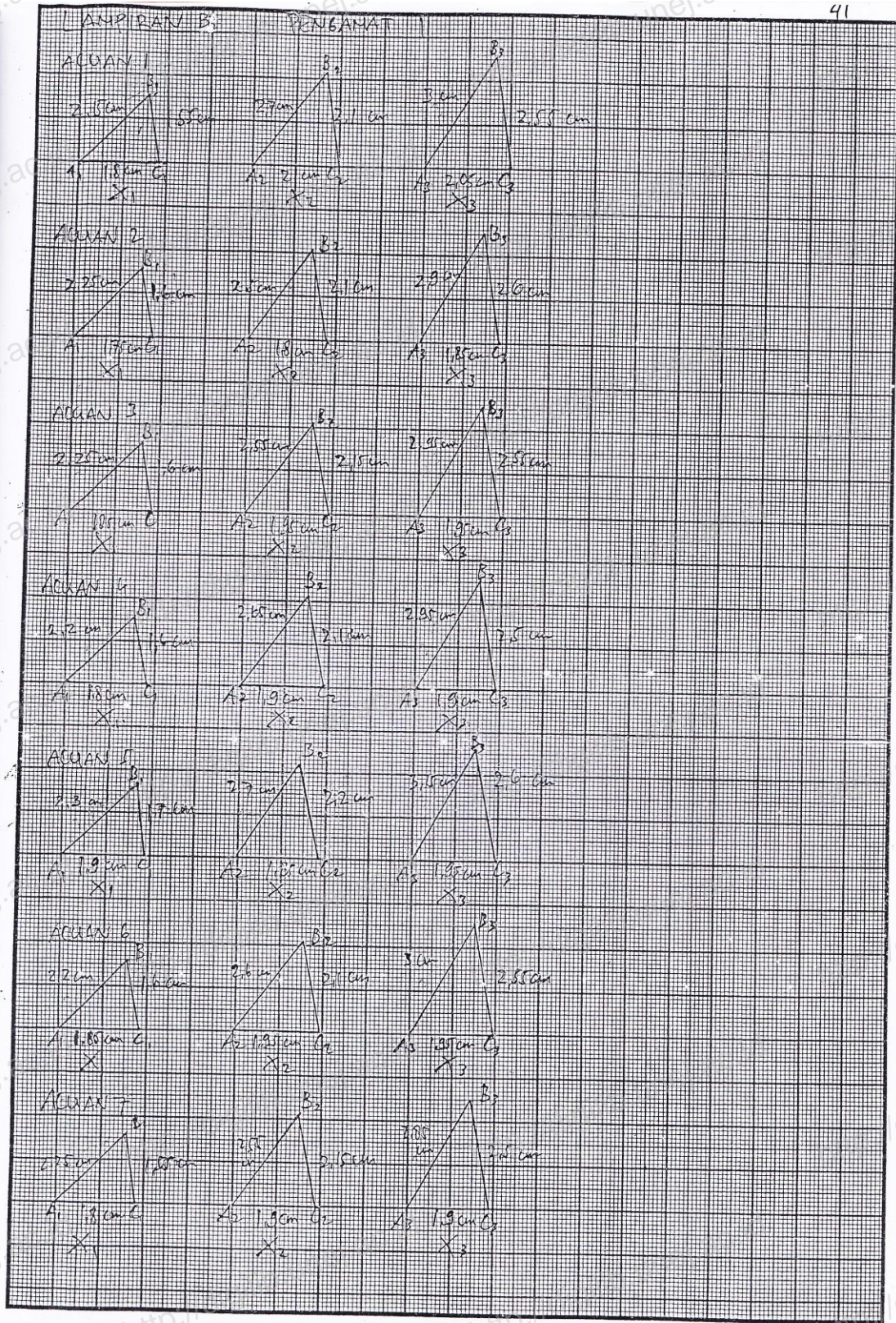
Kemenkes. 2008. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 269/ Menkes/ Per/ III/ 2008 Tentang Rekam Medis. <http://www.apikes.com/files/permenkes-no-269-tahun-2008.pdf>. [13 Juni 2012]

Lampiran A

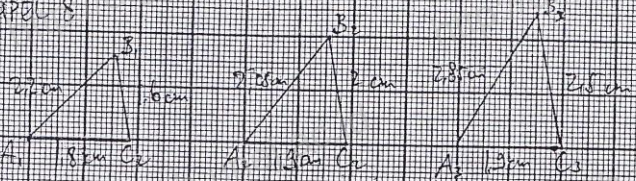
Hasil Pengukuran Jarak Garis AB, BC, dan CA Pada Model Acuan dan Model Sampel (cm)

SAMPSEL	PENGAMAT 1			PENGAMAT 2		
	GARIS	MODEL ACUAN (CM)	MODEL SAMPEL (CM)	GARIS	MODEL ACUAN (CM)	MODEL SAMPEL (CM)
1	A1 – B1	2,15	2,25	A1 – B1	2,25	2,1
	B1 – C1	1,55	1,6	B1 – C1	1,55	1,5
	A1 – C1	1,8	1,8	A1 – C1	1,8	1,7
	B2 – C2	2,1	2,1	B2 – C2	2,0	2,1
	A2 – C2	2,0	1,8	A2 – C2	1,8	1,8
	B3 – C3	2,55	2,55	B3 – C3	2,4	2,4
	A3 – C3	2,05	1,9	A3 – C3	1,9	1,8
2	A1 – B1	2,25	2,15	A1 – B1	2,1	2,1
	B1 – C1	1,6	1,6	B1 – C1	1,7	1,5
	A1 – C1	1,75	1,8	A1 – C1	1,7	1,7
	B2 – C2	2,1	2,15	B2 – C2	2,0	2,1
	A2 – C2	1,8	1,95	A2 – C2	1,7	1,8
	B3 – C3	2,6	2,6	B3 – C3	2,45	2,5
	A3 – C3	1,85	1,95	A3 – C3	1,9	1,9
3	A1 – B1	2,25	2,25	A1 – B1	2,15	2,2
	B1 – C1	1,6	1,7	B1 – C1	1,6	1,6
	A1 – C1	1,85	1,8	A1 – C1	1,8	1,8
	B2 – C2	2,15	2,05	B2 – C2	2,1	2,05
	A2 – C2	1,95	1,85	A2 – C2	1,9	1,8
	B3 – C3	2,55	2,5	B3 – C3	2,5	2,4
	A3 – C3	1,95	1,85	A3 – C3	1,9	1,9
4	A1 – B1	2,2	2,2	A1 – B1	2,2	2,2
	B1 – C1	1,6	1,6	B1 – C1	1,6	1,6
	A1 – C1	1,8	1,8	A1 – C1	1,75	1,8
	B2 – C2	2,1	2,05	B2 – C2	2,1	2,0
	A2 – C2	1,9	1,85	A2 – C2	1,8	1,8
	B3 – C3	2,5	2,95	B3 – C3	2,4	2,9
	A3 – C3	1,9	1,85	A3 – C3	1,8	1,8
5	A1 – B1	2,3	2,2	A1 – B1	2,2	2,2
	B1 – C1	1,7	1,6	B1 – C1	1,6	1,5
	A1 – C1	1,9	1,8	A1 – C1	1,8	1,8
	B2 – C2	2,2	2,1	B2 – C2	2,1	2,1
	A2 – C2	1,85	1,85	A2 – C2	1,8	1,85
	B3 – C3	2,6	2,5	B3 – C3	2,6	2,4
	A3 – C3	1,95	1,9	A3 – C3	1,9	1,85

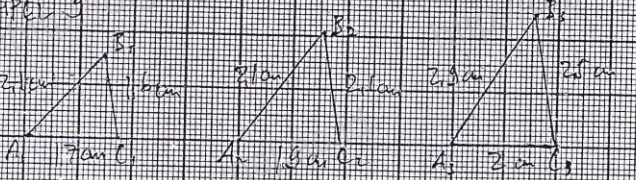
SAMPEL	PENGAMAT 1			PENGAMAT 2		
	GARIS	MODEL ACUAN (CM)	MODEL SAMPEL (CM)	GARIS	MODEL ACUAN (CM)	MODEL SAMPEL (CM)
6	A1 – B1	2,2	2,3	A1 – B1	2,15	2,25
	B1 – C1	1,6	1,7	B1 – C1	1,6	1,6
	A1 – C1	1,85	1,8	A1 – C1	1,8	1,8
	B2 – C2	2,1	2,05	B2 – C2	2,1	2,1
	A2 – C2	1,95	1,85	A2 – C2	1,9	1,8
	B3 – C3	2,55	2,95	B3 – C3	2,5	2,7
	A3 – C3	1,95	1,9	A3 – C3	1,9	1,85
7	A1 – B1	2,25	2,15	A1 – B1	2,1	2,1
	B1 – C1	1,55	1,6	B1 – C1	1,5	1,5
	A1 – C1	1,8	1,8	A1 – C1	1,75	1,7
	B2 – C2	2,15	2,1	B2 – C2	2,1	2,1
	A2 – C2	1,9	1,95	A2 – C2	1,9	1,9
	B3 – C3	2,5	2,55	B3 – C3	2,5	2,6
	A3 – C3	1,9	1,95	A3 – C3	1,8	1,9
8	A1 – B1	2,2	2,15	A1 – B1	2,15	2,2
	B1 – C1	1,55	1,6	B1 – C1	1,5	1,6
	A1 – C1	1,85	1,8	A1 – C1	1,8	1,8
	B2 – C2	2,1	2,1	B2 – C2	2,0	2,0
	A2 – C2	1,95	1,95	A2 – C2	1,9	1,9
	B3 – C3	2,6	2,6	B3 – C3	2,5	2,5
	A3 – C3	1,95	1,95	A3 – C3	1,9	1,9
9	A1 – B1	2,15	2,2	A1 – B1	2,15	2,1
	B1 – C1	1,6	1,7	B1 – C1	1,5	1,6
	A1 – C1	1,8	1,85	A1 – C1	1,8	1,7
	B2 – C2	2,2	2,1	B2 – C2	2,0	2,1
	A2 – C2	1,85	1,95	A2 – C2	1,8	1,9
	B3 – C3	2,5	2,6	B3 – C3	2,4	2,5
	A3 – C3	1,85	2,0	A3 – C3	1,85	2,0
10	A1 – B1	2,2	2,25	A1 – B1	2,15	2,2
	B1 – C1	1,6	1,6	B1 – C1	1,5	1,6
	A1 – C1	1,85	1,85	A1 – C1	1,8	1,8
	B2 – C2	2,15	2,1	B2 – C2	2,0	2,1
	A2 – C2	1,9	1,95	A2 – C2	1,8	1,9
	B3 – C3	2,6	2,55	B3 – C3	2,4	2,5
	A3 – C3	1,95	1,95	A3 – C3	1,9	1,95



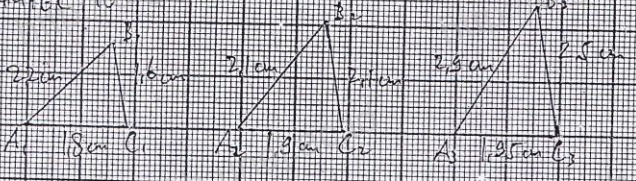
SAMPUL 8

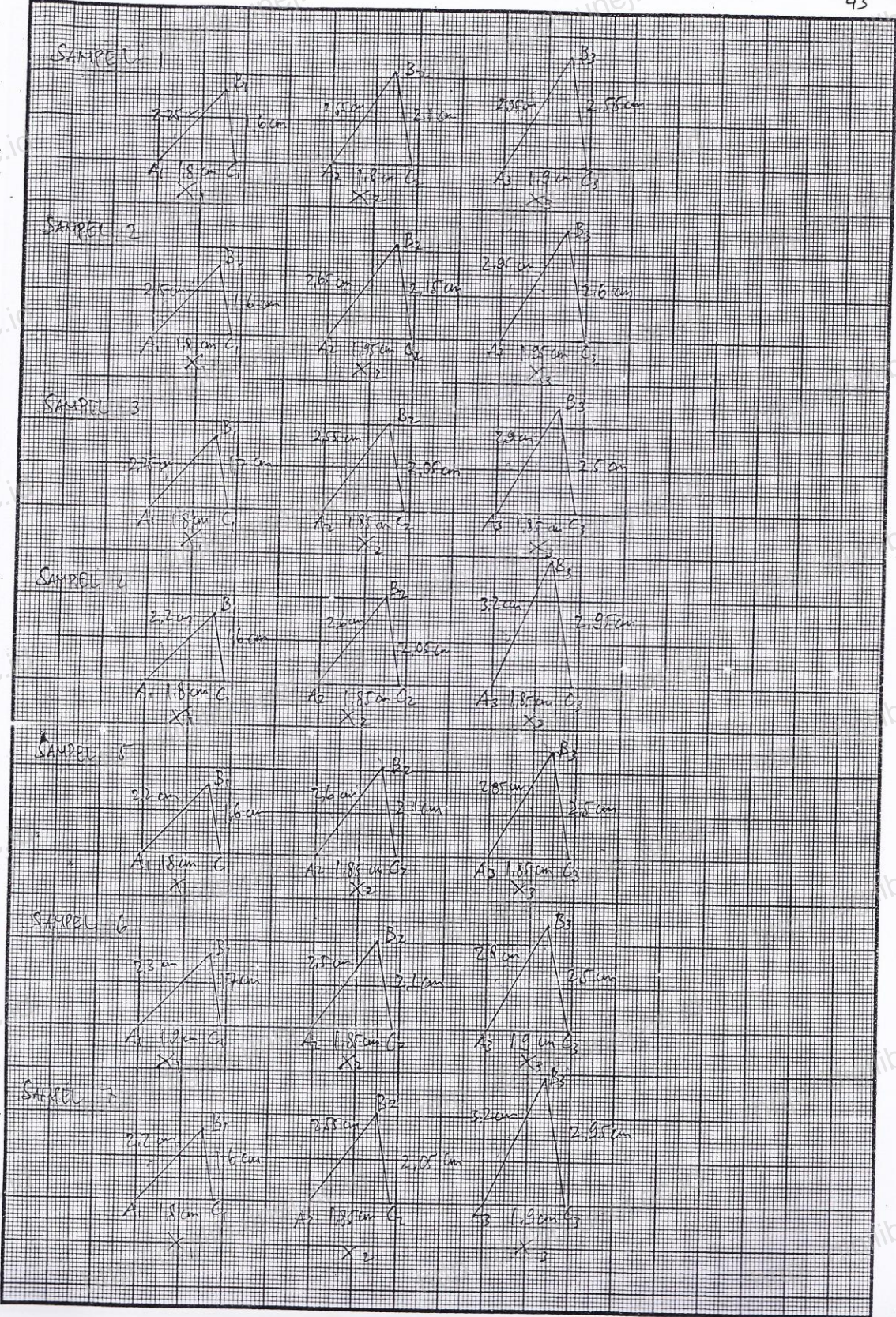


SAMPUL 9

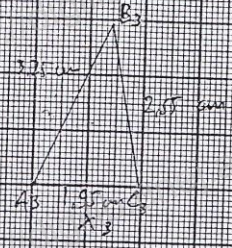
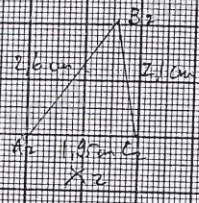
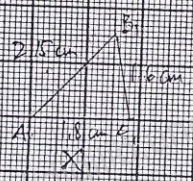


SAMPUL 10

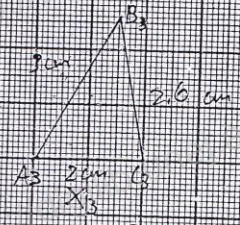
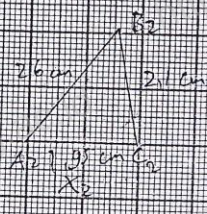
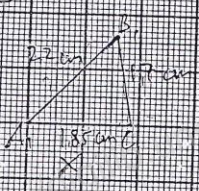




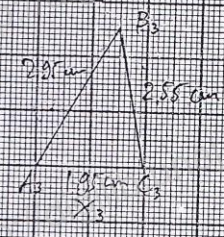
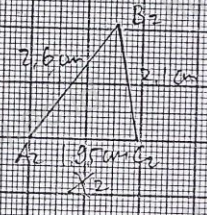
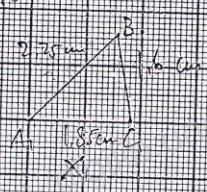
SAMPLE 8



SAMPLE 9

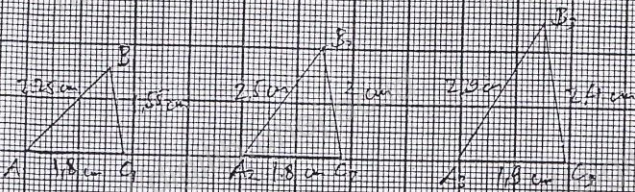


SAMPLE 10

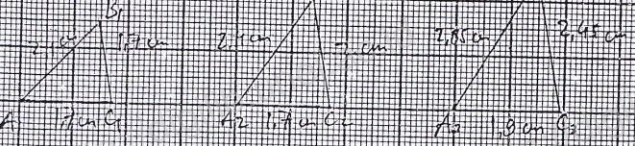


PENGUKURAN 2

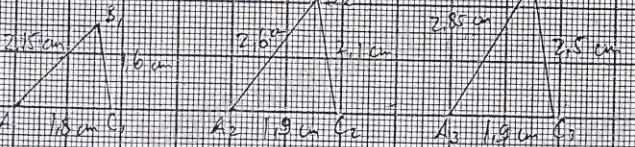
ACUAN 1



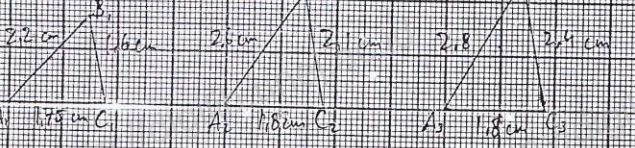
ACUAN 2



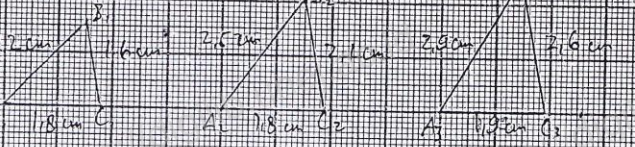
ACUAN 3



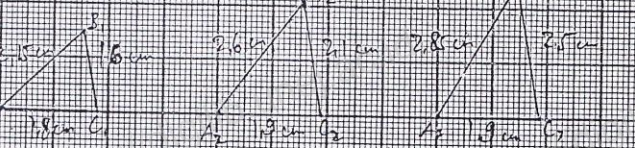
ACUAN 4



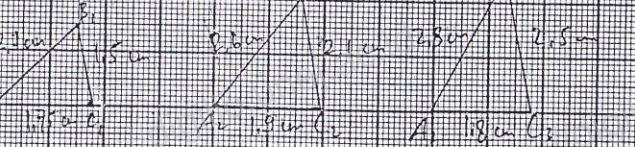
ACUAN 5



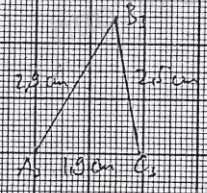
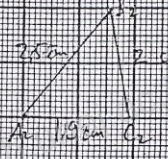
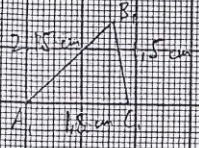
ACUAN 6



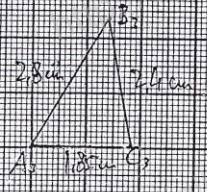
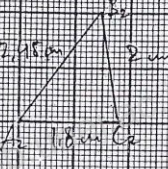
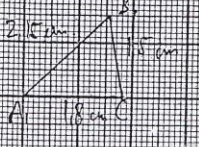
ACUAN 7



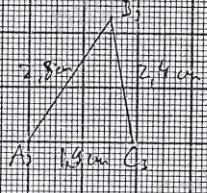
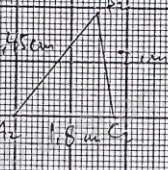
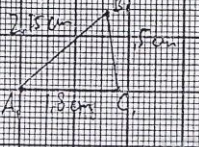
SOALAN 8

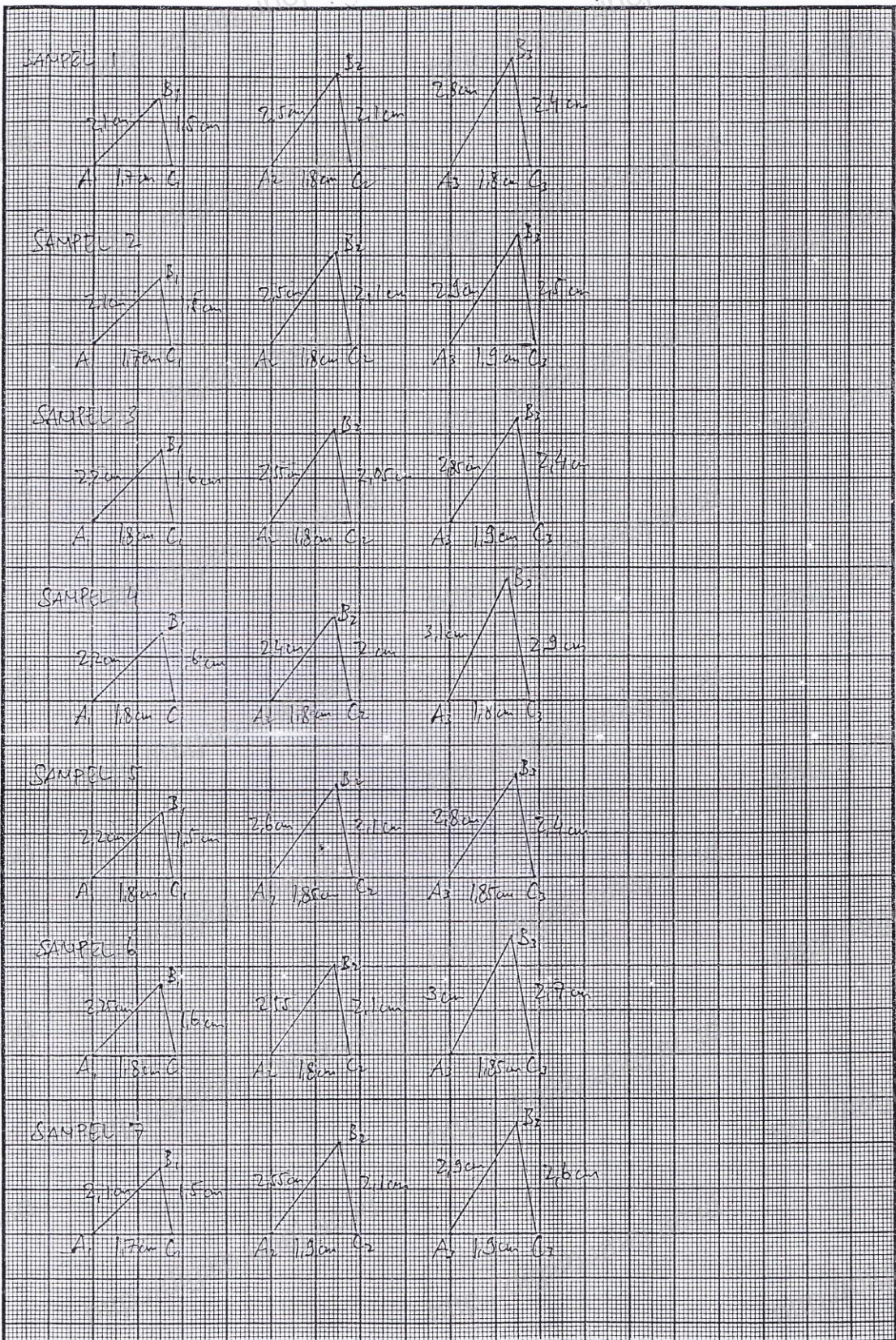


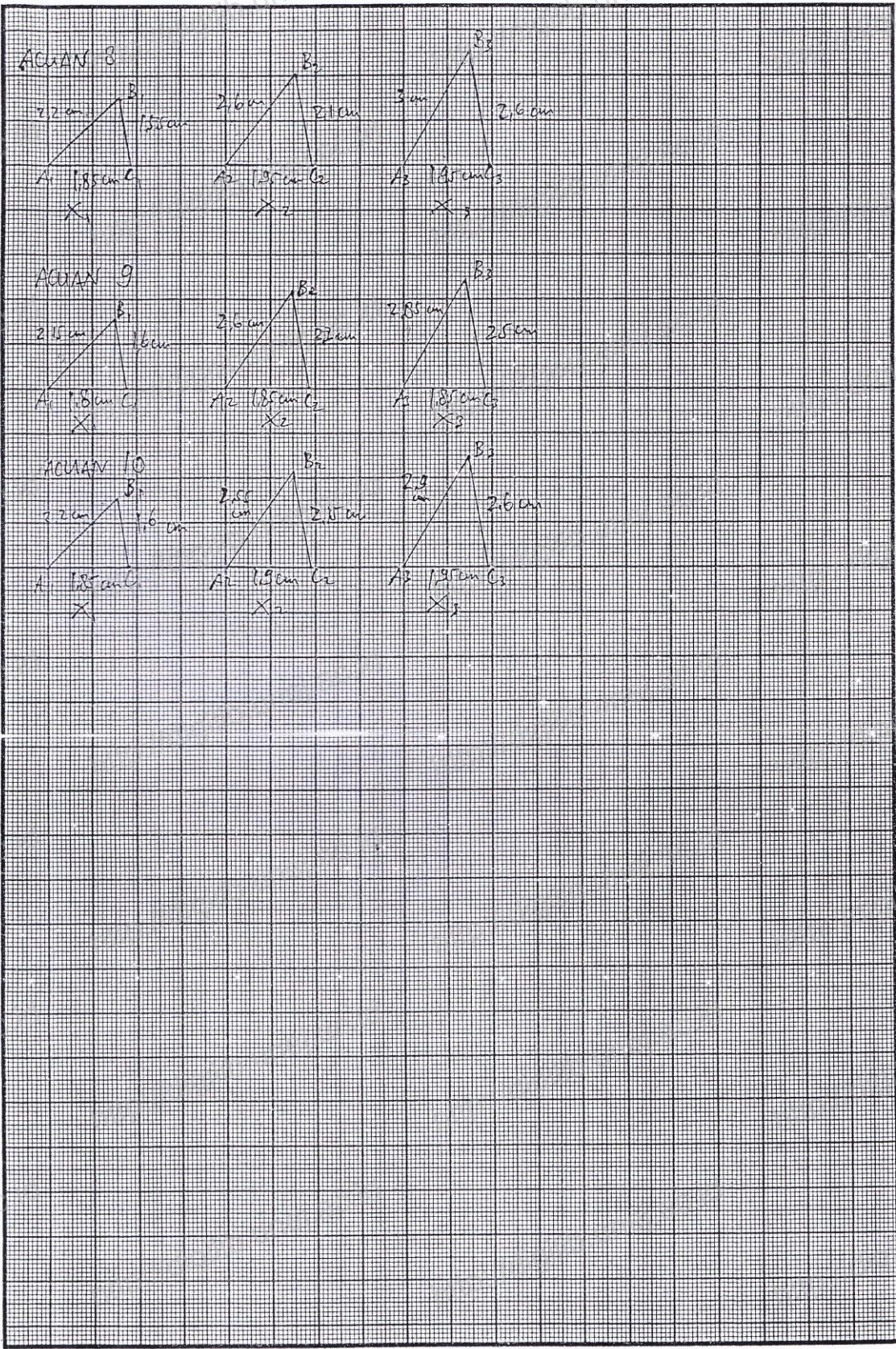
SOALAN 9



SOALAN 10







Lampiran C

Uji Normalitas *Kolmogorov-Smirnov* Garis AB

Tests of Normality

kelompok		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk
		Statistic	df	Sig.	Statistic
ketepatan_dimensi	AB kontrol	.225	10	.164	.833
	AB perlakuan	.200	10	.200 [*]	.917

Tests of Normality

kelompok		Shapiro-Wilk	
		df	Sig.
ketepatan_dimensi	AB kontrol	10	.036
	AB perlakuan	10	.336

Uji Normalitas *Kolmogorov-Smirnov* Garis BC

Tests of Normality

kelompok		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk
		Statistic	df	Sig.	Statistic
ketepatan_dimensi	BC kontrol	.235	10	.126	.837
	BC perlakuan	.242	10	.099	.795

Tests of Normality

kelompok		Shapiro-Wilk	
		df	Sig.
ketepatan_dimensi	BC kontrol	10	.041
	BC perlakuan	10	.013

Uji Normalitas *Komolgorov-Smirnov* Garis AC

Tests of Normality

kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk	
	Statistic	df	Sig.	Statistic	
ketepatan_dimensi	AC kontrol	.217	10	.200 [*]	.932
	AC perlakuan	.235	10	.124	.847

Tests of Normality

kelompok	Shapiro-Wilk		
	df	Sig.	
ketepatan_dimensi	AC kontrol	10	.469
	AC perlakuan	10	.054



Uji Independent T-Test Garis AB

Group Statistics

	kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ketepatan_dimensi	AB kontrol	10	2.5900	.05282	.01670
	AB perlakuan	10	2.6000	.04714	.01491

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
ketepatan_dimensi	Equal variances assumed	.000	1.000
	Equal variances not assumed		

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means		
		t	df	Sig. (2-tailed)
ketepatan_dimensi	Equal variances assumed	-.447	18	.660
	Equal variances not assumed	-.447	17.772	.661

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means	
		Mean Difference	Std. Error Difference
ketepatan_dimensi	Equal variances assumed	-.01000	.02239
	Equal variances not assumed	-.01000	.02239

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means	
		95% Confidence Interval of the Difference	
		Lower	Upper
ketepatan_dimensi	Equal variances assumed	-.05704	.03704

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means	
		95% Confidence Interval of the Difference	
		Lower	Upper
ketepatan_dimensi	Equal variances assumed	-.05704	.03704
	Equal variances not assumed	-.05708	.03708

Uji Independent T-Test Garis BC**Group Statistics**

	kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ketepatan_dimensi	BC kontrol	10	2.0950	.03048	.00964
	BC perlakuan	10	2.1150	.04872	.01541

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
ketepatan_dimensi	Equal variances assumed	2.268	.149
	Equal variances not assumed		

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means		
		t	df	Sig. (2-tailed)
ketepatan_dimensi	Equal variances assumed	-1.101	18	.286
	Equal variances not assumed	-1.101	15.109	.288

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means	
		Mean Difference	Std. Error Difference
ketepatan_dimensi	Equal variances assumed	-.02000	.01817
	Equal variances not assumed	-.02000	.01817

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means	
		95% Confidence Interval of the Difference	
		Lower	Upper
ketepatan_dimensi	Equal variances assumed	-.05818	.01818
	Equal variances not assumed	-.05871	.01871

Uji Independent T-Test Garis AC**Group Statistics**

	kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ketepatan_dimensi	AC kontrol	10	1.8867	.04500	.01423
	AC perlakuan	10	1.8717	.03932	.01244

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
ketepatan_dimensi	Equal variances assumed	.013	.911
	Equal variances not assumed		

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means		
		t	df	Sig. (2-tailed)
ketepatan_dimensi	Equal variances assumed	.794	18	.438
	Equal variances not assumed	.794	17.683	.438

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means	
		Mean Difference	Std. Error Difference
ketepatan_dimensi	Equal variances assumed	.01500	.01890
	Equal variances not assumed	.01500	.01890

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means	
		95% Confidence Interval of the Difference	
		Lower	Upper
ketepatan_dimensi	Equal variances assumed	-.02470	.05470
	Equal variances not assumed	-.02475	.05475

Lampiran D**Foto Alat dan Bahan Penelitian**

Foto A

1.Saringan, 2.Aluminium Foil, 3.Beker Glass
4.Loyang, 5.Mortal dan Alu



Foto B

Limbah Model Gypsum



Foto C
1. Dental Stone 3L, 2. Alginat Aroma Fine Plus
3. Dental stone daur ulang



Foto D
Oven



Foto E
Autoklaf



Foto F
Timbangan Ohaus



Foto G
Jangka Sorong



Foto H
Sampel Penelitian



Foto I
1. Model limas dari logam, 2. Alat cetak dari akrilik