



UNIVERSITAS INDONESIA

**Akurasi Dimensi Hasil Cetakan *Polyvinyl Siloxane* Dengan
Teknik Modifikasi *Putty/Wash 2 Tahap***

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Spesialis dalam
bidang ilmu Kedokteran Gigi program studi ilmu Prostodonsia

**HENDRY
0806390912**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
PROGRAM STUDI PROSTODONTI
JAKARTA
JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Hendry

NPM : 0806390912

Tanda Tangan : 

Tanggal : 18 Juni 2012



HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh

Nama : Hendry
NPM : 0806390912
Program Studi : Prostodonsia
Judul Tesis : Akurasi Dimensi Hasil Cetakan Menggunakan *Polivinyll Siloxane* dengan Teknik Pencetakan Modifikasi *Putty/wash* Dua Tahap

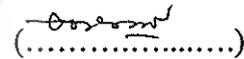
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji serta diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Spesialis Prostodonsia pada Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Spesialis, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : drg. Farisza Gita, Sp.Pros (K)



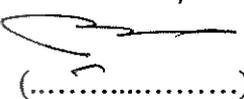
Pembimbing II : drg. Roselani W. Odang, MDSc., Sp.Pros (K)



Ketua Penguji : drg. Henni Koesmaningati, Sp.Pros (K)



Penguji I : drg. Chaidar Masulili, Sp.Pros (K)



Penguji II : Prof. DR. drg. Lindawati Kusdhany, Sp.Pros (K)



Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 18 Juni 2012

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Sanghyang Adi Buddhaya atas berkat dan rahmat yang dilimpahkan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan tesis ini tanpa adanya kendala yang berarti. Tesis ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Spesialis dalam bidang ilmu Kedokteran Gigi program studi ilmu Prostodonsia. Dalam pembuatan tesis ini, saya menyadari bahwa saya tidak akan dapat menyelesaikannya tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Drg. Farisza Gita Sp.Pros(K) selaku Koordinator Pendidikan Spesialis Bidang Ilmu Prostodonsia dan Pembimbing Pertama yang telah membimbing, memberikan sumbangan ide dan wawasan pengetahuan serta tidak pernah bosan-bosannya memberikan dorongan dan semangat kepada penulis sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
2. Drg. Roselani W. Odang, MDSc., Sp.Pros(K) selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan masukan-masukan serta waktu beliau didalam mengoreksi isi tulisan penulis satu-persatu ditengah-tengah kesibukan beliau.
3. Drg. Henni Koesmaningati, Sp.Pros(K), Prof. DR. Drg. Lindawati Kusdhany Sp.Pros(K) dan Drg. Chaidar Masulili Sp.Pros(K) selaku tim penguji yang telah memberikan pengarahan, kritik dan tanggapan untuk memperbaiki dan mengembangkan penelitian ini.
4. Ketua Departemen Prostodonsia FKG UI yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti program Spesialis bidang ilmu Prostodonsia.
5. DR. Drg. Ratna Sari Dewi Sp.Pros yang telah membantu penulis didalam statistik. Tanpa bantuannya, tesis ini tidak akan terselesaikan dengan baik.
6. Seluruh Staf Pengajar Departemen Prostodonsia FKG UI yang telah sabar dan tulus dalam memberikan ilmu dan membimbing penulis selama menjalani pendidikan spesialis, serta membuat perjalanan ini menjadi bagian yang tidak akan terlupakan seumur hidup penulis.

7. Seluruh PPDGS Angkatan 2008 atas kekompakan dan semangatnya yang memotivasi penulis untuk tetap maju hingga pada akhirnya dapat menyelesaikan tesis.
8. Bapak Soeroto, mbak Titin, Ibu Manisem, mas Jarot atas bantuannya yang luar biasa selama penulis mengikuti pendidikan spesialis.
9. *My beloved Mom* dan *my lovely brother & sister* yang telah memberikan dukungan baik secara moral maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Masih banyak pihak yang telah mendukung saya namun tidak mungkin semuanya dapat disebutkan satu persatu. Untuk itu setulusnya saya mohon maaf dan mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa memberikan dan melimpahkan rahmat-Nya kepada semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu saya hingga akhir pendidikan. Saya juga memohon maaf kepada semua pihak apabila selama pendidikan dan penelitian ini telah berbuat kesalahan yang tidak disadari.

Saya menyadari bahwa didalam penulisan tesis ini masih terdapat banyak kekurangan-kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan. Semoga karya ini dapat berguna untuk pengembangan ilmu dan pengetahuan terutama dalam bidang prostodonsia.

Jakarta, Juni 2012

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Hendry
NPM : 0806390912
Program studi : Prostodonsia
Departemen : Prostodonsia
Fakultas : Kedokteran Gigi
Jenis Karya : Tesis

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Akurasi Dimensi Hasil Cetakan *Polyvinyl Siloxane* Dengan Teknik Modifikasi *Putty/Wash* 2 Tahap

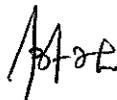
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 18 Juni 2012

Yang Menyatakan



(Hendry)

ABSTRAK

Nama : Hendry
Program Studi : Prostodonti
Judul : Akurasi Dimensi Hasil Cetakan *Polyvinyl Siloxane* Dengan Teknik Modifikasi *Putty/wash* 2 Tahap

Latar Belakang. Akurasi dimensi hasil cetakan merupakan hal yang sangat penting didalam menentukan keberhasilan perawatan dengan gigi tiruan cekat dan teknik pencetakan merupakan faktor yang besar pengaruhnya pada akurasi dimensi ini. Pada Klinik Spesialis Prostodonti Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia, umumnya pencetakan dilakukan dengan teknik modifikasi *putty/wash* 2 tahap untuk perawatan dengan gigi tiruan cekat. Untuk mendapatkan ruang bagi material *wash*, sendok cetak dengan material *putty* digerak-gerakkan sampai *setting*, kemudian di atas bahan tersebut dilapisi dengan material *wash* untuk memperoleh detail preparasi.

Tujuan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis akurasi dimensi hasil cetakan yang diperoleh dengan teknik modifikasi *putty/wash* 2 tahap dibandingkan dengan teknik *putty/wash* 1 dan 2 tahap

Material dan Metode. Akurasi dimensi ini diukur melalui jarak intra-abutmen dan interabutmen. Pada masing-masing teknik, dilakukan 10 kali pencetakan terhadap *master model* yang berupa simulasi dua gigi penyangga. Model kerja discan menggunakan 3D *laser scanner* terlebih dahulu, kemudian diukur jarak *intraabutment* dan *interabutmentnya* menggunakan *software* 3D Tool V10.

Hasil. Pada penelitian ini ditemukan bahwa akurasi dimensi dari model kerja yang diperoleh dengan teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap mempunyai perbedaan yang bermakna dengan *master model* dan teknik *putty/wash* 1 tahap yang merupakan teknik yang paling akurat pada hasil penelitian ini. Akan tetapi, nilai perbedaan tersebut masih dalam batas yang dapat diterima secara klinis karena adanya aplikasi *die spacer* pada pembuatan restorasi gigi tiruan cekat.

Kesimpulan. Teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap masih dapat dipergunakan pada pencetakan untuk perawatan dengan gigi tiruan cekat.

Kata Kunci: Akurasi dimensi, teknik pencetakan *putty/wash*, 3D *laser scanner*

ABSTRACT

Name : Hendry
Program Study : Prosthodontic
Title : Dimensional Accuracy of Polyvinyl Siloxane Impression
with Modified Putty/wash 2 Step Technique

Background. Dimensional accuracy when making impressions is important for the clinical success of fixed prosthodontic treatment, and the impression technique is a critical factor affecting this accuracy. At Prosthodontic Specialist's clinic in Faculty of Dentistry Universitas Indonesia, generally impressions is taken with modified putty/wash 2 step technique. To create a space for wash material, putty impression was firmly wiggle in a clockwise and counterclockwise rotational direction several time before setting. Wash material was then added to putty impression to record detail of tooth preparation.

Purpose. To analyze dimensional accuracy of impression with modified putty/wash 2 step technique compare to putty/wash 1 and 2 step technique.

Material & Method. Dimensional accuracy was assessed by measuring intraabutment and interabutment distance. For each technique, 10 impressions were made on master model that contained simulation of 2 complete crown abutment preparations. Stone dies poured from each impressions were digitized with 3D laser Scanner. Intraabutment and interabutment's distance were then measured with 3D Tool V10 software.

Result. This study found that dimensional accuracy of impression with modified putty/wash 2 step technique were significantly different with master model and putty/wash 1 step technique which is a most accurate technique in this study.

Conclusion. Although statistically significant different with master model and putty/wash 1 step impression technique, modified putty/wash 2 step impression technique can be used in impression taking for fixed prosthodontic treatment because there was a die spacer application on procedure in making fixed restoration.

Key Words: Dimensional accuracy, impression technique, 3D laser scanner

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bahan Cetak	5
2.1.1 <i>Irreversible Hydrocolloid</i>	6
2.1.2 <i>Reversible Hydrocolloid</i>	7
2.1.3 <i>Polysulfide</i>	8
2.1.4 <i>Polyether</i>	9
2.1.5 Bahan Cetak Silikon.....	10
2.1.5.1 <i>Condensation Silicone</i>	10
2.1.5.2 <i>Addition Silicone</i> atau <i>Polyvinyl Siloxane</i>	11
2.2 Teknik Pencetakan untuk Perawatan dengan Gigi Tiruan Cekat.....	13
2.2.1 Teknik Pencetakan <i>Putty/wash</i> 1 Tahap	14
2.2.2 Teknik Pencetakan <i>Putty/wash</i> 2 Tahap	15
2.2.3 Teknik Pencetakan Modifikasi <i>Putty/wash</i> 2 Tahap.....	17
2.3 Akurasi Dimensi Hasil Cetakan	19
2.4 Pengukuran Akurasi Dimensi Hasil Cetakan.....	20
3. KERANGKA KONSEP, DEFINISI OPERASIONAL DAN HIPOTESIS	23
3.1 Kerangka Konsep.....	23
3.2 Definisi Operasional.....	24
3.3 Hipotesis.....	26
4. METODE PENELITIAN	27
5. HASIL PENELITIAN	41
6. PEMBAHASAN	46
7. KESIMPULAN DAN SARAN	50
DAFTAR REFERENSI	52

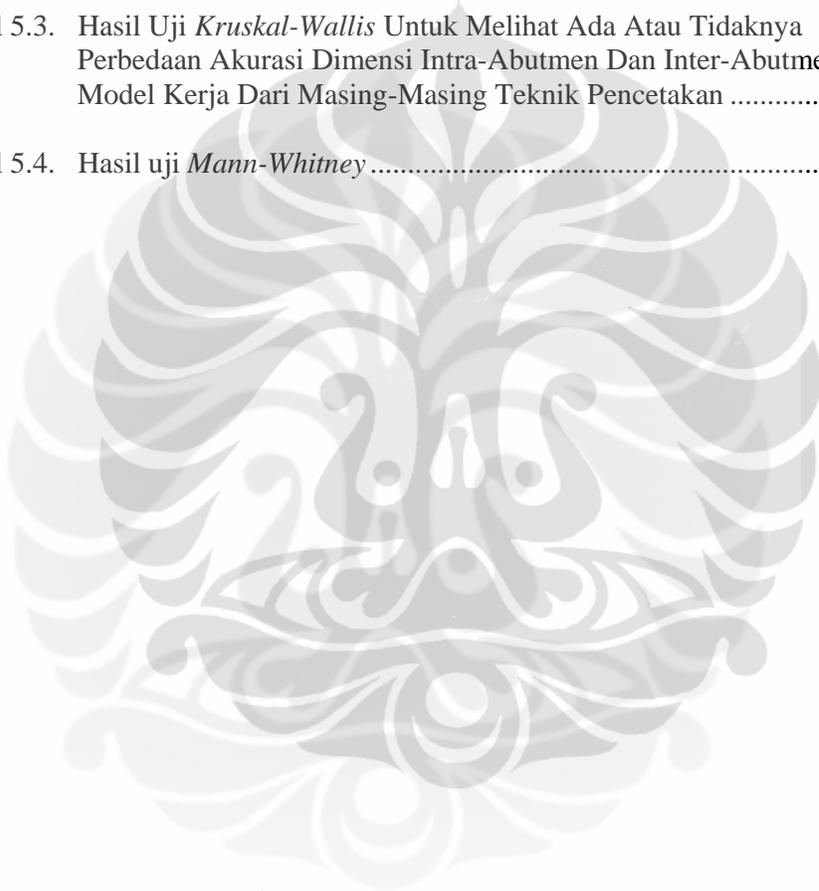
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Klasifikasi Bahan	5
Gambar 2.2. Material <i>Wash</i> Diinjeksikan di Sekitar Gigi yang Telah Dipreparasi.....	14
Gambar 2.3. Bahan <i>Wash</i> Ditempatkan di Atas Sendok Cetak yang Telah Diisi Dengan Bahan <i>Putty</i> , dan Kemudian Dilakukan Pencetakan	14
Gambar 2.4 A. <i>Spacer</i> Berupa <i>Vacuum-formed Resin</i> Dibuat pada Model Studi. B. <i>Vacuum-formed Spacer</i> pada Permukaan Internal Cetakan <i>Putty</i>	16
Gambar 2.5. A. Permukaan Internal dari Cetakan <i>Putty</i> Setelah <i>Vacuum-Formed Spacer</i> Dikeluarkan. B. Permukaan Internal dari Pencetakan <i>Wash</i> pada Material <i>Putty</i>	16
Gambar 2.6. Pencetakan Dilakukan Dengan Material <i>Putty</i> Terlebih Dahulu Dan Cetakan Digerakkan Searah Dan Berlawanan Jarum Jam Beberapa Kali Sebelum Material <i>Putty</i> Mengeras.....	17
Gambar 2.7. Cetakan <i>Putty</i> Dikeluarkan Dari Mulut Dan Material <i>Wash</i> Kemudian Diinjeksikan Pada Cetakan <i>Putty</i> Tersebut	18
Gambar 2.8. Sendok Cetak Ditempatkan Kembali Pada Rongga Mulut Dan Kemudian Hasil Cetakan Diperiksa.....	18
Gambar 2.9. 3D <i>Laser Scanner</i> Dari Laserdenta's Openscan 100	21
Gambar 4.1. Dari Atas Ke Bawah: <i>Master Model</i> , <i>Metal Index Device</i> Untuk Teknik Pencetakan <i>Putty/Wash</i> 1 Dan 2 Tahap, <i>Metal Index Device</i> Untuk Teknik Pencetakan Modifikasi <i>Putty/Wash</i> 2 Tahap Dan <i>Custom Tray</i>	30
Gambar 4.2. <i>Vacuum-Formed Spacer</i> Dengan Ketebalan 2 Mm Dibuat Untuk Digunakan Pada Teknik Pencetakan <i>Putty/Wash</i> 2 Tahap	32
Gambar 4.3. <i>Acrylic Template</i> Ditempatkan pada Cetakan untuk Memudahkan Pengecoran Dan Pelepasan Model Kerja Dari Cetakan.....	32
Gambar 4.4. Aplikasi Bahan Adhesif Pada <i>Custom Tray</i>	33
Gambar 4.5. <i>Custom Tray</i> Diisi Dengan Bahan <i>Putty</i>	33
Gambar 4.6. Material <i>Wash</i> Diinjeksikan Pada Kedua Abutmen.....	33

Gambar 4.7. Bahan <i>putty</i> dan <i>wash</i> dicetakkan secara bersama-sama pada <i>master model</i>	34
Gambar 4.8. Bahan <i>Putty</i> Dicetakkan Pada <i>Master Model</i> Yang Telah Dipasang <i>Vacuum-Formed Spacer</i>	34
Gambar 4.9. <i>Spacer</i> Dilepas Dari <i>Putty</i> Dengan Terlebih Dahulu Memotong Tepi Cetakan <i>Putty</i> Untuk Memudahkan Pengeluaran <i>Spacer</i> Tanpa Merusak Cetakan	34
Gambar 4.10. Bahan <i>Wash</i> Diinjeksikan Menggunakan <i>Auto Mixing Syringe</i> Diatas Cetakan <i>Putty</i>	35
Gambar 4.11. Cetakan Ditempatkan Kembali Pada <i>Master Model</i> Dan Dibiarkan Mengeras Selama 10 Menit	35
Gambar 4.12. Pencetakan Dilakukan Dengan Bahan <i>Putty</i> Terlebih Dahulu Dan <i>Custom Tray</i> Digerakkan Sesuai Dengan Alur Pada <i>Metal Index</i> Sebelum Bahan <i>Putty</i> Mengeras	35
Gambar 4.13. Material <i>Wash</i> Diinjeksikan Pada Cetakan <i>Putty</i>	35
Gambar 4.14. Cetakan Ditempatkan Kembali Pada <i>Master Model</i> Dan Dibiarkan <i>Setting</i> Selama 10 Menit	36
Gambar 4.15. <i>Dental Stone</i> Diaduk Secara Manual Selama 60 Detik Sesuai Rekomendasi Pabrik	37
Gambar 4.16. <i>Dental Stone</i> Terlebih Dahulu Diisi Ke Dalam Cetakan Menggunakan Kuas	37
Gambar 4.17. <i>Dental Stone</i> Kemudian Diisi Ke Dalam Seluruh Permukaan Cetakan Dan Digetarkan Dengan <i>Vibrator</i>	37
Gambar 4.18. Model Kerja Kemudian Dikeluarkan Dari Cetakan Setelah Dibiarkan Mengeras Selama 1 Jam.....	37
Gambar 4.19. Model Kerja Ditrिम Untuk Mendapatkan Ketebalan Yang Merata	37
Gambar 4.20. Pengukuran Jarak <i>Intraabutment</i> Dan <i>Interabutment</i> Dilakukan Dengan Menggunakan <i>Software 3D Tool V10</i>	38
Gambar 4.21. Pengukuran Jarak <i>Intraabutment</i> Dan <i>Interabutment</i>	39

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1. Rata-Rata (Mm) Dan Standar Deviasi Dari Pengukuran Jarak Intra-Abutmen Dan Inter-Abutmen Pada <i>Master Model</i> Dan Model Kerja Yang Diperoleh Dari 3 Teknik Pencetakan	41
Tabel 5.2. Persentase Deviasi Dan Selisih Jarak Pengukuran Intra-Abutmen Dan Inter-Abutmen Dari Masing-Masing Teknik Pencetakan Terhadap <i>Master Model</i>	42
Tabel 5.3. Hasil Uji <i>Kruskal-Wallis</i> Untuk Melihat Ada Atau Tidaknya Perbedaan Akurasi Dimensi Intra-Abutmen Dan Inter-Abutmen Model Kerja Dari Masing-Masing Teknik Pencetakan	43
Tabel 5.4. Hasil uji <i>Mann-Whitney</i>	44



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Uji Normalitas	55
Lampiran 2. Uji Kruskall-Wallis	56
Lampiran 3. Uji Mann-Whitney	57



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Hasil cetakan yang akurat merupakan hal yang sangat penting didalam menentukan keberhasilan perawatan dengan gigi tiruan cekat, karena akan menghasilkan suatu restorasi dengan kecekatan yang baik.¹⁻⁴ Pencetakan yang akurat dapat diperoleh dengan pemilihan baik material maupun teknik pencetakan yang tepat.⁵ Studi oleh Craig (1988) menyatakan bahwa bahan cetak telah mengalami perkembangan yang sangat pesat dalam hal akurasi dimensinya, sehingga kini akurasi lebih tergantung pada teknik pencetakan.^{6,7} Hal ini didukung oleh hasil dari studi yang dilakukan oleh Nissan dkk (2000) yang menunjukkan bahwa teknik pencetakan merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi akurasi dimensi hasil cetakan.²

Terdapat berbagai teknik pencetakan yang direkomendasikan untuk meningkatkan akurasi hasil cetakan menggunakan bahan cetak *polyvinyl siloxane* pada perawatan dengan gigi tiruan cekat.^{2,6,8-10} Beberapa teknik pencetakan yang paling sering digunakan yaitu; teknik *putty/wash* 1 tahap dan *putty/wash* 2 tahap.^{2,10} Studi yang dilakukan oleh Hung dkk (1992) menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan akurasi dimensi antara teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap dengan *putty/wash* 2 tahap.^{7,11,12} Sedangkan studi yang dilakukan oleh Nissan dkk (2000) menyatakan bahwa teknik pencetakan *putty/wash* 2 tahap lebih akurat dibandingkan *putty/wash* 1 tahap.^{2,3} Masih adanya pertentangan pendapat mengenai akurasi hasil cetakan antara teknik *putty/wash* 1 tahap dengan 2 tahap membutuhkan penelitian lebih lanjut.

Di Klinik Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Prostodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia, umumnya pencetakan dilakukan dengan teknik modifikasi *putty/wash* 2 tahap untuk perawatan dengan gigi tiruan cekat. Untuk mendapatkan ruang bagi material *wash*, material *putty* digerak-gerakkan sampai *setting*, kemudian di atas bahan tersebut dilapisi dengan material *wash*

untuk memperoleh detail preparasi. Cara ini bertujuan untuk menghemat waktu ataupun biaya tambahan didalam memproduksi ruang bagi material *wash*.

Akan tetapi berdasarkan pengamatan klinis, kadang-kadang pergerakan yang dilakukan untuk mendapatkan ruang bagi material *wash* pada pencetakan ini ternyata menyebabkan material *wash* tidak terdukung sepenuhnya oleh material *putty* sehingga hasil cetakan terutama didaerah *margin* preparasi tidak terekam dengan sempurna. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian apakah teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap yang biasa dilakukan di klinik Prostodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia mempunyai akurasi yang sama dibandingkan dengan teknik yang sering digunakan seperti teknik *putty/wash* 1 tahap dan 2 tahap.

1.2. RUMUSAN MASALAH

- **Umum**

Apakah terdapat perbedaan akurasi dimensi hasil cetakan antara teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap dengan teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap dan 2 tahap?

- **Khusus**

1. Apakah terdapat perbedaan akurasi dimensi antara model kerja yang dihasilkan dengan teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap dibandingkan *master model*?
2. Apakah terdapat perbedaan akurasi dimensi antara model kerja yang dihasilkan dengan teknik pencetakan *putty/wash* 2 tahap dibandingkan *master model*?
3. Apakah terdapat perbedaan akurasi dimensi antara model kerja yang dihasilkan dengan teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap dibandingkan *master model*?

1.3. TUJUAN PENELITIAN

- **Umum**

Menganalisis akurasi dimensi hasil cetakan dari teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap dibandingkan dengan teknik *putty/wash* 1 tahap dan 2 tahap.

- **Khusus**

1. Menganalisis perbedaan akurasi dimensi model kerja yang dihasilkan dengan teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap dibandingkan *master model*.
2. Menganalisis perbedaan akurasi dimensi model kerja yang dihasilkan dengan teknik pencetakan *putty/wash* 2 tahap dibandingkan *master model*.
3. Menganalisis perbedaan akurasi dimensi model kerja yang dihasilkan dengan teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap dibandingkan *master model*.

1.4. MANFAAT PENELITIAN

1. **Untuk ilmu pengetahuan**

- Menambah alternatif teknik pencetakan untuk perawatan dengan gigi tiruan cekat.
- Memperoleh teknik pencetakan yang akurat dan efisien dari segi biaya dan tahapan prosedur kerja.
- Dapat dipublikasikan dalam jurnal ilmiah kedokteran gigi.

2. **Untuk dokter gigi**

- Memberikan masukan dan rekomendasi mengenai teknik pencetakan yang lebih baik.

- o Memberikan informasi mengenai teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap yang dapat menghemat biaya dan tahapan prosedur kerja.

3. Untuk masyarakat

Memberikan pelayanan semaksimal mungkin dengan menggunakan teknik pencetakan yang efisien dari segi biaya dan tahapan prosedur kerja tetapi tetap menghasilkan cetakan yang baik dan akurat.

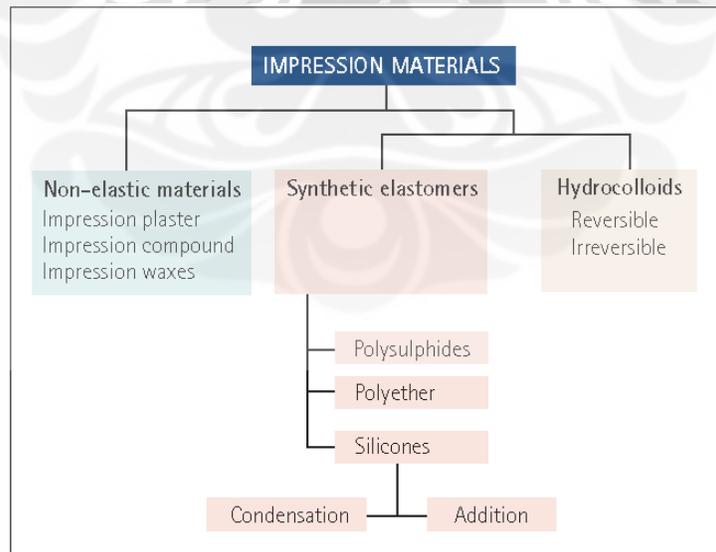


BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bahan Cetak

Bahan cetak digunakan untuk mencatat dan mereproduksi bentuk dari jaringan keras dan jaringan lunak rongga mulut secara akurat.¹³ Terdapat berbagai macam bahan cetak yang dapat digunakan dalam bidang kedokteran gigi dan secara garis besar dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian, yaitu bahan cetak non-elastis dan elastis (Gambar 2.1).^{14,15} Bahan cetak non-elastis tidak dapat digunakan untuk perawatan dengan gigi tiruan cekat karena ketidakmampuan bahan cetak tersebut untuk merekam area *margin* dan *undercut* secara akurat.¹⁵ Bahan ini tidak dapat dikeluarkan melalui *margin* dan *undercut* tanpa menyebabkan robeknya hasil cetakan.¹⁴ Oleh karena itu, bahan cetak yang digunakan untuk perawatan dengan gigi tiruan cekat harus merupakan bahan cetak yang elastis. Bahan ini terbagi kedalam 2 kelompok, yaitu *hydrocolloid* dan *elastomer* (Gambar 2.1).¹³



Gambar 2.1. Klasifikasi bahan cetak.

Sumber: Wassel dkk. Crowns and other extra-coronal restorations: impression material and technique. *British Dent J* 2002;192:679-90.¹⁵

Bahan cetak yang ideal menurut Craig & Ward harus memenuhi persyaratan-persyaratan, antara lain: 1) mempunyai aroma dan rasa yang menyenangkan serta warna yang baik, 2) tidak mengandung bahan-bahan yang beracun dan mengiritasi, 3) mempunyai *shelf life* yang adekuat sehingga dapat menjamin bahan tersebut tetap baik selama penyimpanan, 4) hasil yang diperoleh sebanding dengan harganya, 5) mudah digunakan dengan alat-alat yang minimal, 6) karakteristik pengerasan bahan sesuai dengan persyaratan klinik, 7) mempunyai konsistensi dan tekstur yang baik, 8) dapat digunakan pada jaringan rongga mulut yang lembab, 9) mempunyai sifat elastis dan mampu mencegah perubahan setelah dilepaskan dari mulut, 10) cukup kuat sehingga tidak mudah robek saat dilepaskan dari mulut, 11) tetap stabil dimensinya pada temperatur dan kelembaban dalam kisaran normal, 12) kompatibel dengan bahan pengecoran, 13) memberikan hasil yang akurat pada penggunaan klinis, 14) hasil cetakan dapat didisinfeksi tanpa kehilangan akurasi dan 15) tidak melepaskan gas sewaktu reaksi pengerasan.¹³

Tidak ada bahan cetak yang memenuhi seluruh persyaratan diatas, sehingga pemilihan dari bahan tersebut lebih didasarkan pada keadaan klinis dan pilihan masing-masing dokter gigi.^{13,16} Oleh karena itu, pemahaman terhadap sifat fisik dan keterbatasan masing-masing bahan cetak sangat diperlukan.¹³ Penggunaan bahan cetak tanpa pengetahuan yang adekuat terhadap karakteristik masing-masing bahan dapat mempengaruhi keberhasilan perawatan.¹⁴

2.1.1. Irreversible Hydrocolloid

Irreversible hydrocolloid atau yang biasa dikenal dengan *alginat* berubah dari fase *sol* menjadi fase *gel* karena adanya reaksi kimia.^{13,14} Ketika proses gelasi telah selesai, material ini tidak dapat dirubah kembali pada fase *sol*.^{13,15} Bahan cetak *alginat* sangat hidrofilik sehingga memungkinkan untuk mendapatkan cetakan yang akurat walaupun area kerja basah oleh saliva ataupun darah.¹⁴ Bahan ini mempunyai sifat *wettability* yang baik, harganya paling murah jika dibandingkan dengan bahan cetak lainnya dan mempunyai rasa yang menyenangkan bagi pasien.^{14,15} Namun, bahan ini tidak cukup akurat untuk

restorasi gigi tiruan cekat tetapi dapat digunakan untuk pencetakan model studi dan model kerja untuk gigi tiruan sebagian lepas.^{14,17}

Bahan ini mempunyai stabilitas dimensi yang buruk oleh karena proses penyerapan atau penguapan air. Oleh karena itu, cetakan harus dicor dalam waktu 10-12 menit setelah dikeluarkan dari mulut dan hanya dapat digunakan untuk satu kali pengecoran per cetakan. Resistensi terhadap daya robek dari bahan ini rendah sehingga cetakan *margin subgingival* akan robek sewaktu melepas cetakan dari dalam mulut.^{14,15}

Cetakan menggunakan bahan *hydrocolloid* lebih mudah dilepaskan dari struktur rongga mulut dibandingkan material lainnya dan memerlukan sendok cetak yang kaku untuk mencegah terjadinya distorsi sewaktu pengambilan cetakan dan pengecoran cetakan. Masalah yang juga sering terjadi yaitu adanya kecenderungan *alginat* untuk melekat pada gigi, yang terjadi jika radikal alginat membentuk ikatan kimia dengan kristal hidroksiapatit. Jika hal tersebut terjadi, maka *alginat* akan robek sewaktu dilepas dari cetakan.¹⁴

2.1.2. *Reversible Hydrocolloid*

Reversible hydrocolloid atau yang biasa disebut dengan *agar*, mempunyai komponen aktif berupa *sulfuric ester* dari *galactan complex* yang diperoleh dari ganggang laut.^{13,16,18} Bahan ini akan mencair atau berubah bentuk menjadi *sol* ketika dipanaskan, dan kembali pada bentuk *gel* jika didinginkan. Perubahan proses ini dapat dilakukan secara berulang.¹³ Bahan ini berubah dari *gel* ke *sol* pada suhu 99 °C dan tetap pada bentuk *sol* pada suhu 50 °C, dan kembali membentuk fase *gel* pada suhu sedikit di atas temperatur tubuh.¹⁸

Bahan ini tersusun dari 80% air sehingga dapat mengalami fenomena imbibisi (proses penyerapan air) dan sineresis (proses penguapan air).^{5,16,18} Jika salah satu dari fenomena ini terjadi, maka cetakan akan mengalami distorsi.⁵ Pencetakan dengan bahan ini harus dicor secepatnya atau setidaknya dalam waktu 10 menit setelah cetakan dikeluarkan dari rongga mulut tanpa dibungkus dengan *tissue paper* atau handuk basah seperti yang sering dijumpai di klinik.^{5,13,16,17} Jika

dicor secepatnya, pencetakan dengan bahan ini dapat menghasilkan model dengan akurasi yang baik dan detail permukaan yang dapat diterima.¹⁸

Bahan ini juga bersifat hidrofilik sehingga memungkinkan untuk melakukan pencetakan pada keadaan yang lembab dan mempunyai resistensi terhadap daya robek yang cukup baik.¹⁷ Akan tetapi, dibutuhkan sendok cetak khusus dan juga alat pemanas/pendingin.^{17,18} Waktu kerja klinis juga semakin lama karena adanya penambahan prosedur dan pengecoran model tidak dapat dilakukan lebih dari 1 kali, padahal pengecoran ini dibutuhkan pada pembuatan restorasi gigi tiruan cekat.¹⁷ Kadang-kadang juga terdapat keluhan dari pasien karena perubahan suhu pada gigi yang menyebabkan rasa sakit dan ketidaknyamanan. Situasi ini dapat timbul karena panas dari bahan cetak ketika dimasukkan ke dalam mulut atau temperatur rendah yang terjadi selama proses pendinginan untuk memperoleh bentuk *gel*.¹³

2.1.3. *Polysulfide*

Polysulfide merupakan bahan cetak elastomer yang juga dikenal dengan nama *mercaptan*, *thiokot* atau *rubber base*.¹⁶ Bahan ini mempunyai riwayat penggunaan yang paling lama di kedokteran gigi dari semua jenis elastomer, akan tetapi sekarang relatif kurang populer penggunaannya.¹⁵

Polysulfide mempunyai stabilitas dimensi yang lebih baik dari bahan *hydrocolloid*.^{16,18} Akan tetapi, bahan ini menghasilkan produk sampingan berupa air sewaktu reaksi pengerasan. Produk sampingan ini cenderung mengalami penguapan dari permukaan cetakan.⁵ Oleh karena itu, cetakan harus dicor secepat mungkin dan tidak boleh melewati 30 menit setelah pengeluaran cetakan dari mulut jika ingin mendapatkan akurasi yang maksimal.^{5,16,18} Penundaan pengecoran cetakan lebih dari 1 jam akan mengakibatkan perubahan dimensional yang signifikan.¹⁸

Die yang dihasilkan dari pencetakan menggunakan *polysulfide* pada umumnya lebih lebar dan pendek dibandingkan preparasi gigi. Distorsi ini merupakan akibat dari kontraksi bahan cetak ke arah sendok cetak.¹⁵ Efek ini

dapat diminimalkan dengan menggunakan sendok cetak individual untuk mengurangi tebalnya bahan cetak.^{15,18}

Polysulfide mempunyai *wettability* yang baik, sehingga pencetakan seluruh rahang lebih mudah dibandingkan dengan bahan *polyvinyl siloxane* maupun *polyether*.¹⁴ Bahan ini mempunyai resistensi terhadap daya robek yang tinggi sehingga ideal untuk merekam *margin subgingival* tanpa mengalami robek saat sendok cetak dilepas dari mulut.^{14,17}

Polysulfide merupakan bahan cetak elastomer yang paling murah.^{14,18} Bahan ini tidak disukai oleh pasien karena mempunyai bau yang tidak menyenangkan, rasa yang agak sedikit pahit dan lamanya waktu pengerasan bahan di dalam mulut (lebih dari 10 menit).^{14,15,18} Akan tetapi, waktu pengerasan yang lama dapat menjadi keuntungan yang signifikan pada pencetakan lebih dari 1 gigi yang dipreparasi.¹⁵ Bahan ini juga sulit manipulasinya karena lengket dan harus hati-hati karena dapat menyebabkan noda permanen pada pakaian.^{15,18} Bahan ini mempunyai *elastic recovery* yang kurang baik sehingga cetakan harus dicor secepat mungkin.^{15,17}

2.1.4. Polyether

Bahan cetak *polyether* diperkenalkan pada pertengahan tahun 1960-an dan mempunyai mekanisme polimerisasi yang tidak menghasilkan produk sampingan sehingga bahan ini mempunyai stabilitas dimensi yang baik.^{15,18} Bahan ini bersifat hidrofilik sehingga memungkinkan untuk mendapatkan cetakan yang akurat walaupun dalam keadaan yang basah.^{14,15,17} Kemampuan bahan ini dalam mereproduksi detail sangat baik dan tidak mudah robek sehingga dokter gigi dapat merekam detail *margin subgingival* tanpa terjadinya robek sewaktu dilepas dari cetakan.¹⁴

Keuntungan lainnya dari *polyether* yaitu mempunyai waktu pengerasan yang cepat dalam rongga mulut (sekitar 5 menit) dan reaksi pengerasannya tidak terpengaruh oleh kontaminasi sarung tangan berbahan lateks.^{14,18} Bahan ini juga dapat melekat pada cetakan sebelumnya yang menggunakan material yang sama

sehingga dapat digunakan untuk prosedur *border molding* atau mengoreksi cetakan sebelumnya yang kurang adekuat.¹⁴

Pencetakan dengan bahan ini memungkinkan dilakukannya pengecoran berulang untuk mendapatkan lebih dari satu model selama 1 – 2 minggu setelah pencetakan dilakukan.¹⁴ Akan tetapi, bahan ini dapat mengalami distorsi karena menyerap air bila disimpan di tempat dengan kelembaban tinggi.¹⁵ Bahan ini mempunyai modulus elastisitas yang tinggi dan relatif kaku sewaktu mengeras sehingga melepas cetakan dari dalam mulut dan model kerja dari cetakan lebih sulit apalagi jika terdapat *undercut*.^{15,17,18} Bahan ini juga mempunyai rasa sedikit pahit sehingga agak kurang menyenangkan bagi pasien.¹⁴

2.1.5. Bahan Cetak Silikon

Bahan cetak silikon dapat diklasifikasikan menurut metode polimerisasinya sewaktu reaksi pengerasan, yaitu *condensation curing* (Tipe 1) *silicone* dan *addition curing* (Tipe 2) *silicone*.¹⁵ Reaksi polimerisasi *condensation silicone* terjadi dengan adanya eliminasi *ethyl* atau *methyl alcohol* sewaktu reaksi pengerasan, sedangkan reaksi polimerisasi *addition silicone* terjadi dengan penambahan bahan *silane hidrogen*.¹⁶

2.1.5.1. *Condensation Silicone*

Condensation silicone mulai dipergunakan pada kedokteran gigi pada tahun 1960-an.¹⁵ Bahan ini tidak berbau dan mempunyai waktu pengerasan yang lebih cepat (\pm 6-8 menit) sehingga lebih menyenangkan bagi pasien daripada *polysulfide*.¹⁸ Bahan ini juga mempunyai *elastic recovery* yang lebih baik dibandingkan *polysulfide*, akan tetapi mempunyai resistensi terhadap daya robek yang buruk sehingga pencetakan *margin subgingival* sering robek.¹⁷

Perubahan dimensi dari bahan *condensation silicone* sedikit lebih besar daripada *polysulfide*, tetapi perubahan dimensi pada kedua material ini lebih kecil dibandingkan perubahan yang terjadi pada bahan *alginat*.¹⁵ Bahan ini memproduksi *ethyl alcohol* sebagai produk sampingan pada waktu reaksi

pengerasan.^{5,15,18} Sebagai akibatnya, akan terjadi penguapan alkohol dari permukaan bahan cetak yang menyebabkan terjadinya *shrinkage*.^{15,16,18} Oleh karena itu, cetakan harus dicor secepat mungkin atau setidaknya dalam 6 jam setelah dikeluarkan dari mulut untuk mendapatkan model yang akurat.^{15,16}

Kerugian utama dari bahan ini adalah *wettability* yang buruk oleh karena bahan ini bersifat hidrofobik. Gigi yang dipreparasi dan sulkus harus benar-benar kering untuk menjamin didapatkannya cetakan yang bebas dari defek. Pengecoran tanpa adanya gelembung udara juga sulit diperoleh pada bahan ini.¹⁸

2.1.5.2. Addition Silicone atau Polyvinyl Siloxane

Bahan cetak *polivinyl siloxane* (PVS) telah dijual di pasaran sejak pertengahan tahun 1970-an dan telah menjadi salah satu bahan cetak yang paling sering digunakan untuk restorasi tidak langsung seperti mahkota tiruan, gigi tiruan jembatan, *veneers*, *inlay*, *onlay*, restorasi dukungan implan, gigi tiruan sebagian lepas maupun gigi tiruan penuh.^{5,19,20} Bahan cetak *polivinyl siloxane* mempunyai detail reproduksi dan *elastic recovery* yang paling baik dibandingkan dengan material-material yang ada.^{1,5,19}

Bahan ini memiliki stabilitas dimensi yang baik oleh karena tidak adanya produk sampingan waktu reaksi polimerisasi.^{1,14,15,19} Cetakan yang dihasilkan oleh bahan ini dapat disimpan selama beberapa hari sebelum dicor dengan *dental stone* karena bahan ini tetap stabil dimensinya hingga 1-2 minggu.^{1,14,15} Pengecoran lebih dari 1 model juga dapat diperoleh tanpa adanya perubahan akurasi yang berarti.^{1,19}

Sudheer dkk (2008) menyatakan bahwa model kerja yang diperoleh dengan pencetakan menggunakan *polyvinyl siloxane* lebih akurat dan lebih konsisten dibandingkan *polyether* maupun bahan cetak lainnya.¹ Studi yang dilakukan oleh Samed dkk (2005) juga menemukan bahwa terdapat korelasi antara jenis bahan cetak yang digunakan dengan adanya gelembung udara ataupun robeknya cetakan margin preparasi. Pada studinya didapatkan bahwa terjadinya gelembung udara dan robeknya cetakan dengan bahan *polyvinyl siloxane* adalah paling minimal dibandingkan bahan *polyether* dan *condensation silicone*.⁸

Bahan ini mempunyai variasi pada viskositas, rigiditas dan waktu kerja yang luas, sehingga dapat digunakan pada berbagai situasi klinis.^{5,19} Bahan ini juga tidak berbau dan tidak ada rasa sehingga memberikan kenyamanan bagi pasien.^{1,5,19}

Salah satu keterbatasan dari bahan *polyvinyl siloxane* adalah sifat hidrofobiknya sehingga diperlukan daerah kerja yang kering untuk mendapatkan pencetakan yang akurat.^{14,19,20} Bahan material *polyvinyl siloxane* yang lebih baru telah didisain untuk meningkatkan *wettability* dengan menambahkan *nonionic surfactant*.^{19,20} Material ini disebut dengan *hydrophilic polyvinyl siloxane*.^{10,11,12} Walaupun demikian, tetap dibutuhkan daerah kerja yang kering untuk mendapatkan akurasi yang optimal.¹⁹ Material ini mempunyai keuntungan yaitu cetakan lebih mudah dicor dengan *stone* dan terjadinya gelembung udara pada model kerja lebih sedikit.^{19,20}

Kekurangan lainnya dari bahan *polyvinyl siloxane* yaitu dapat berinteraksi dengan *latex*. Adanya kontak antara *polyvinyl siloxane* yang belum berpolimerisasi dengan *latex* akan menghambat proses polimerisasi dari bahan cetak.^{5,14,19} Hal ini dapat terjadi jika klinisi mengaduk bahan *putty* dengan memakai sarung tangan *latex*. Terhambatnya polimerisasi secara langsung dapat juga terjadi jika bahan cetak berkontak dengan *rubber dam*.^{5,19}

Terhambatnya proses polimerisasi secara tidak langsung dapat terjadi didalam rongga mulut yaitu ketika sarung tangan *latex* berkontak dengan gigi yang telah dipreparasi dan jaringan periodontal disekitarnya selama preparasi gigi serta pada prosedur retraksi gingiva.^{5,19} Hal seperti ini seringkali tidak terdeteksi pada waktu pemeriksaan awal dan terbatas pada area kecil dari permukaan bahan cetak dan hanya akan terlihat setelah pengecoran.^{5,19} Tanda terhambatnya proses polimerisasi yaitu adanya lapisan film dari material PVS atau adanya substansi yang lengket dan licin pada permukaan cetakan.^{5,19} Hal ini dapat membuat cetakan tidak dapat digunakan, tergantung pada lokasi terhambatnya polimerisasi tersebut.^{5,19} Oleh karena itu, klinisi harus memeriksa hasil cetakan dan model secara teliti untuk memastikan tidak terjadinya kontaminasi pada area yang penting.^{5,19}

Mekanisme terjadinya hambatan polimerisasi tidak diketahui, akan tetapi diduga sebagai akibat kontaminasi asam *chloroplatinic* dari katalis material PVS dengan sulfur yang tidak mengalami reaksi pada sarung tangan *latex* alami.^{5,19} Sarung tangan *latex* alami mengandung konsentrasi sulfur bebas berlebihan yang memungkinkan terjadinya reaksi ini.^{5,19} Sarung tangan *latex* sintetik, sarung tangan *vinyl* serta bubuk yang dijumpai pada sarung tangan ini tidak menyebabkan terjadinya hambatan polimerisasi.^{5,19} Bahan retraksi gingiva kimiawi yang mengandung sulfur juga berperan terhadap terhambatnya proses polimerisasi.^{5,19}

Berdasarkan bukti-bukti klinis yang ada, bahan agen hemostatik tidak menyebabkan hambatan polimerisasi material PVS walaupun klinisi seringkali mendeteksi hambatan ini dijumpai pada area dimana retraksi gingiva dilakukan.^{5,19} Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa terhambatnya polimerisasi ini merupakan akibat dari kontaminasi dengan sarung tangan *latex* selama preparasi dan prosedur retraksi.^{5,19}

Klinisi harus menghindari tersentuhnya gigi yang telah dipreparasi dan area gingiva didekatnya dengan *latex*. Jika hal ini tidak dapat dihindari, direkomendasikan memakai sarung tangan *vinyl* daripada sarung tangan *latex*. Ketika terjadi kontaminasi pada gigi yang di preparasi, pembersihan dengan air saja tidak akan menghilangkan kontaminasi tersebut secara adekuat. Pembersihan dengan bubuk pumis pada gigi yang telah dipreparasi dianjurkan sebelum dilakukan pencetakan.⁵

2.2. Teknik Pencetakan Untuk Perawatan Dengan Gigi Tiruan Cekat

Terdapat berbagai teknik pencetakan yang direkomendasikan untuk meningkatkan akurasi dimensi hasil cetakan pada perawatan dengan gigi tiruan cekat.^{2,6,8,9,10} Beberapa teknik pencetakan yang paling sering digunakan yaitu teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap dan *putty/wash* 2 tahap.

2.2.1. Teknik Pencetakan *Putty/wash* 1 Tahap

Pada pencetakan ini, bahan *putty* dan *wash* digunakan secara bersama-sama.^{2,21,22,23} Pada teknik ini, sendok cetak diisi dengan bahan *putty* dan material *wash* diinjeksikan di sekitar gigi yang telah dipreparasi dan gigi tetangganya (Gambar 2.2).^{5,18,23} Bahan *wash* kemudian ditempatkan di atas sendok cetak yang telah diisi dengan bahan *putty*, dan setelah itu pencetakan dapat dilakukan (Gambar 2.3).^{7,19,21,23} Teknik ini merupakan teknik yang paling sederhana dan paling sering digunakan.^{8,24} Metode ini lebih cepat dan kemungkinan diperoleh dari pengalaman dokter gigi untuk mengurangi waktu prosedur pencetakan.⁸ Keuntungan lain dari teknik ini adalah lebih menghemat material yang digunakan.²⁵



Gambar 2.2. Material *wash* diinjeksikan di sekitar gigi yang telah dipreparasi.

Sumber: Miller dkk. The techniques Vol 1, Reality Publishing Co. Houston. 2003, hal 34.²³



Gambar 2.3. Bahan *wash* ditempatkan di atas sendok cetak yang telah diisi dengan bahan *putty*, dan kemudian dilakukan pencetakan.

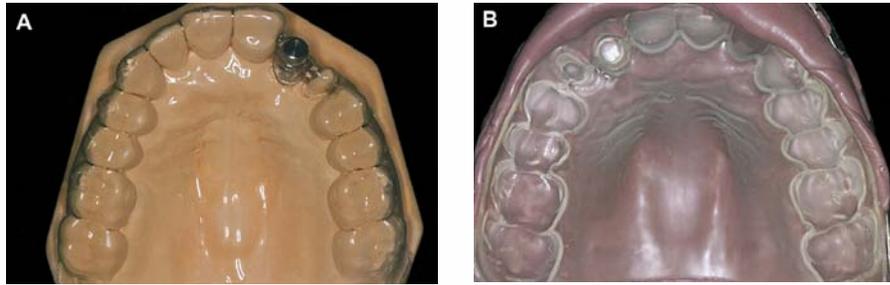
Sumber: Miller dkk. The techniques Vol 1, Reality Publishing Co. Houston. 2003, hal 34.²³

Metode ini kurang dapat diterima karena tidak dapat mengontrol material *putty* atau *wash* yang merekam detail *margin* preparasi.⁵ Seringkali bagian *margin* preparasi terekam oleh bahan *putty*, sedangkan bahan *putty* mempunyai kelemahan didalam merekam detail *margin*.^{5,24} Disamping itu, pada pencetakan satu tahap terdapat kecenderungan terjadinya pembentukan gelembung-gelembung udara pada cetakan jika dibandingkan dengan pencetakan dua tahap.^{2,19}

Akurasi cetakan yang dihasilkan dari teknik ini juga masih kontroversial.¹⁴ Studi oleh Hung dkk (1992) dan Faria dkk (2008) menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang substansial pada akurasi dimensi dengan teknik pencetakan *putty/wash* satu tahap dibandingkan dengan *putty/wash* dua tahap.^{11,12} Sedangkan studi oleh Nissan dkk (2000) dan Caputi dkk (2008) menyatakan bahwa teknik pencetakan *putty/wash* dua tahap lebih akurat dibandingkan *putty/wash* satu tahap.^{2,3,6}

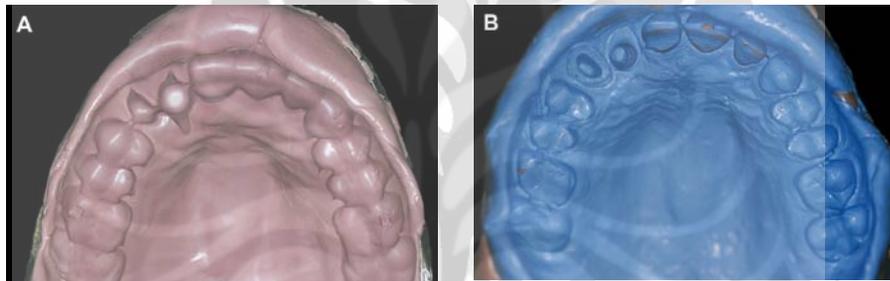
2.2.2. Teknik Pencetakan *Putty/wash* 2 Tahap

Pada teknik ini, *spacer* dibuat terlebih dahulu, kemudian bahan *putty* dicetakkan sehingga akan terdapat sedikit ruangan pada cetakan (Gambar 2.4). Setelah itu, diikuti dengan pencetakan menggunakan bahan *wash* (Gambar 2.5).^{2,9,21} Teknik ini dapat disubklasifikasikan tergantung dari metode pembentukan ruang untuk bahan cetak *wash* diantara *putty* dengan gigi dan struktur jaringan lunak yang akan dicetak. Tipe-tipe dari *spacer* terdiri dari *polyethylene spacer*; *prefabricated spacer* yang dibuat oleh pabrik atau klinisi; dan *spacer* yang dibuat dengan cara membuang sebagian kecil bahan cetak *putty* setelah pencetakan dilakukan.⁹



Gambar 2.4. A. *Spacer* berupa *vacuum-formed resin* dibuat pada model studi. B. *Vacuum-formed spacer* pada permukaan internal cetakan *putty*.

Sumber: Wu & Donovan. The use of vacuum-formed resin sheets as spacers for putty-wash impressions. *J Prosthet Dent* 2007;97:54-5.²⁵



Gambar 2.5. A. Permukaan internal dari cetakan *putty* setelah *vacuum-formed spacer* dikeluarkan. B. Permukaan internal dari pencetakan *wash* pada material *putty*.

Sumber: Wu & Donovan. The use of vacuum-formed resin sheets as spacers for putty-wash impressions. *J Prosthet Dent* 2007;97:54-5.²⁵

Beberapa studi terdahulu (Eames dkk 1979; Nissan dkk 2000) telah menunjukkan bahwa *relief* ruangan sebesar 2 mm disarankan untuk mendapatkan kestabilan dimensi cetakan definitif yang diharapkan ketika menggunakan teknik pencetakan *putty wash* dua tahap.^{2,3,9,25,26}

Faktor penting yang mempengaruhi akurasi dari teknik pencetakan *putty/wash* dua tahap yaitu dapat dilakukan kontrol ketebalan bahan *wash* yang tidak didapatkan dari teknik pencetakan *putty/wash* satu tahap.² Akan tetapi, teknik ini membutuhkan waktu kerja yang lebih lama serta membutuhkan material tambahan sehingga lebih mahal.^{11,24,26}

2.2.3. Teknik Pencetakan Modifikasi *Putty/wash* 2 Tahap

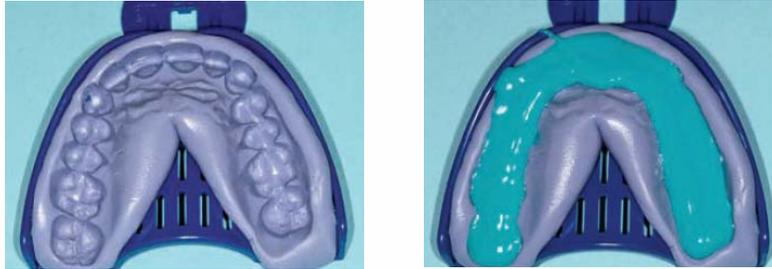
Teknik ini hampir sama dengan teknik *putty/wash* 2 tahap. Perbedaannya terletak pada metode pembentukan ruang bagi material *wash*. Pada teknik ini, bahan *putty* dicetakkan terlebih dahulu, kemudian sebelum bahan *putty* mengeras, cetakan digerakkan searah dan berlawanan arah jarum jam beberapa kali (Gambar 2.6). Pergerakan ini akan menghasilkan ruang bagi material *wash*. Cetakan *putty* dikeluarkan dari mulut dan material *wash* kemudian dilapisi pada cetakan *putty* tersebut. Setelah itu, sendok cetak dicetakkan kembali pada rongga mulut (Gambar 2.7 dan 2.8).²⁷

Teknik ini merupakan modifikasi dari teknik *putty/wash* 2 tahap. Pada Klinik Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Prostodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia, umumnya pencetakan dilakukan dengan teknik ini. Modifikasi ini bertujuan untuk efisiensi waktu maupun biaya didalam memproduksi ruang bagi material *wash*. Akan tetapi berdasarkan pengamatan klinis, kadang-kadang pergerakan yang dilakukan untuk mendapatkan ruang bagi material *wash* pada pencetakan ini ternyata menyebabkan material *wash* tidak terdukung oleh material *putty* sehingga hasil cetakan terutama didaerah *margin* preparasi tidak terekam dengan sempurna.



Gambar 2.6. Pencetakan dilakukan dengan material *putty* terlebih dahulu dan cetakan digerakkan searah dan berlawanan jarum jam beberapa kali sebelum material *putty* mengeras.

Sumber: Schwartz JC. Record an impression. www.dentalproductsreport.com.²⁷



Gambar 2.7. Cetakan *putty* dikeluarkan dari mulut dan material *wash* kemudian diinjeksikan pada cetakan *putty* tersebut.

Sumber: Schwartz JC. Record an impression. www.dentalproductsreport.com.²⁷



Gambar 2.8. Sendok cetak ditempatkan kembali pada rongga mulut dan kemudian hasil cetakan diperiksa.

Sumber: Schwartz JC. Record an impression. www.dentalproductsreport.com.²⁷

2.3. Akurasi Dimensi Hasil Cetakan

Ada dua aspek yang dapat digunakan dalam mengevaluasi akurasi dari bahan cetak. Aspek yang pertama yaitu berdasarkan spesifikasi *American Dental Association* (ADA) #19, bahan cetak elastis yang digunakan untuk mencetak perawatan dengan gigi tiruan cekat harus dapat mereproduksi detail sampai 25 μm atau lebih kecil. Semua bahan cetak yang tersedia memenuhi persyaratan ini. Bahan cetak *polyvinyl siloxane* merupakan bahan cetak yang terbaik dalam mereproduksi detail, dengan bahan cetak *reversible hydrocolloid* adalah yang terburuk walaupun bahan ini memenuhi persyaratan ADA.⁵

Terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan dari berbagai jenis viskositas dalam mereproduksi detail. Secara umum, semakin rendah viskositas bahan cetak maka semakin baik bahan tersebut dalam merekam detail. Bahan *putty* tidak dapat mereproduksi detail pada tingkat 25 μm dan digunakan hanya untuk merekam detail sebesar 75 μm .⁵

Aspek kedua dalam mengevaluasi akurasi bahan cetak yaitu akurasi dimensi. Akurasi dimensi ini dievaluasi dengan mengukur jarak baik jarak *intraabutment* maupun *interabutment*. Terdapat beberapa bukti klinis yang menyatakan bahwa *reversible hydrocolloid* sedikit lebih superior dibandingkan bahan elastomer pada aspek ini.⁵

Seluruh bahan cetak elastomer mengalami *shrinkage* pada waktu *setting* dan material yang menghasilkan produk sampingan akan mengalami kontraksi tambahan. *Polysulfide* dan *condensation silicone* mempunyai perubahan dimensi yang terbesar pada waktu *setting* dengan kisaran -0.4% sampai -0.6%. *Polyvinyl siloxane* mempunyai perubahan dimensi terkecil kira-kira sebesar -0.15%, diikuti oleh *polyether* kira-kira sebesar -0.2%. Kontraksi pada kedua bahan ini paling rendah karena tidak adanya produk sampingan.¹⁴

Studi oleh Samed dkk (2005) menemukan bahwa adanya korelasi yang signifikan antara bahan cetak dan teknik pencetakan terhadap akurasi dimensi hasil cetakan.⁸ Studi yang dilakukan oleh Caputi dkk (2008) menemukan bahwa teknik pencetakan mempunyai pengaruh terhadap akurasi dimensi hasil cetakan.⁶ Sedangkan studi oleh Idris dkk (1995) dan studi oleh Bansal dkk (2010)

menyatakan bahwa teknik pencetakan tidak berpengaruh terhadap akurasi dan stabilitas dimensi hasil cetakan.^{7,10}

Studi oleh Nissan dkk (2000) memperlihatkan pengurangan dimensi *intraabutment* sebesar 0.08% sampai 3% dan penambahan dimensi *interabutment* sebesar 0.009% sampai 0.1%.² Fenomena ini terjadi karena kontraksi bahan cetak ke arah dinding *custom tray* sehingga model kerja lebih lebar pada dimensi horisontal dan lebih pendek pada dimensi vertikal.² Sedangkan studi oleh Caputi dkk (2008) menyatakan bahwa model kerja yang diperoleh dari teknik pencetakan mempunyai dimensi yang lebih besar baik pada jarak *intraabutment* maupun *interabutment* yang disebabkan karena ekspansi dari bahan *stone gyps*.⁶

Pada studi yang dilakukan oleh Hung dkk (1992) menyatakan bahwa perbedaan akurasi dimensi sebesar $\pm 60 \mu\text{m}$ tidak mempengaruhi restorasi gigi tiruan cekat secara klinis karena adanya penggunaan *die spacer* pada prosedur pembuatannya.¹¹

2.4. Pengukuran Akurasi Dimensi Hasil Cetakan

Alat ukur yang sering digunakan untuk mengukur akurasi dimensi yaitu mikroskop dan kaliper digital. Alat ukur manual ini mudah digunakan dan mudah diperoleh tetapi membutuhkan waktu kerja yang lama, dan memungkinkan terjadinya kesalahan pengukuran oleh karena lelahnya mata operator. Adanya perkembangan sistem *scanning digital* bersama dengan *softwarena*, telah meningkatkan kinerja pengukuran akurasi dimensi hasil cetakan.²⁸

3D *laser scanner* merupakan komponen dari sistem CAD/CAM yang berfungsi sebagai alat digitalisasi yang mengubah geometri menjadi data digital sehingga dapat diproses dengan *software* komputer.^{29,30} Semakin presisi proses digitalisasi, semakin baik kualitas hasil yang didapatkan.³¹

Pada penelitian ini digunakan 3D *laser scanner* dari Laserdenta's Openscan 100 (Gambar 2.9). Alat ini memperlihatkan hasil digitalisasi yang presisi. Alat laser ini dilengkapi dengan kamera resolusi tinggi yang dapat merekam hingga 12 juta *measuring point*, sehingga bentuk paling rumit pun dapat direkam dan direproduksi oleh alat ini.³¹

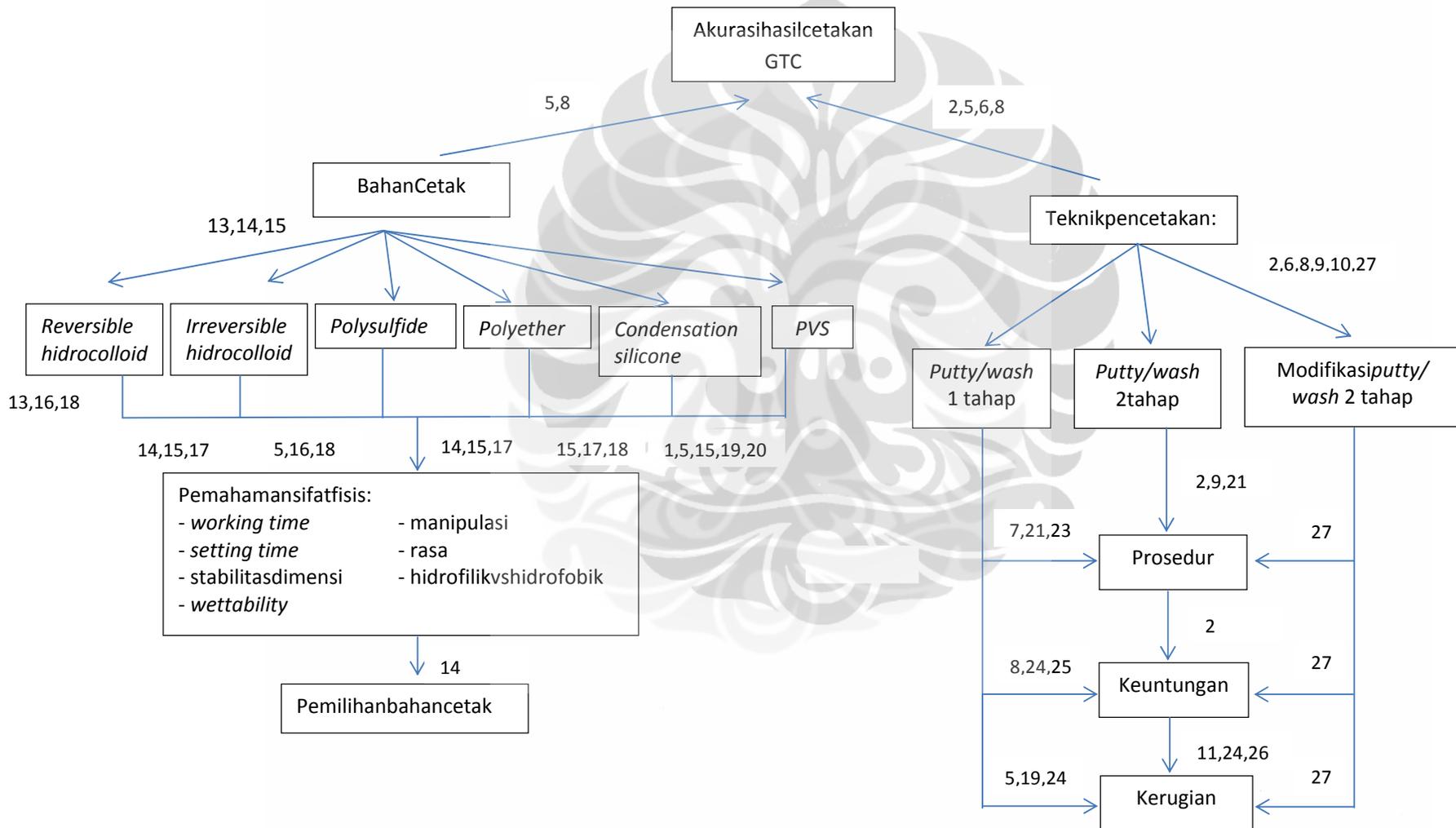


Gambar 2.9. 3D *laser scanner* dari Laserdenta's Openscan 100³¹

Sumber: www.laserdenta.com

Alat ini memiliki mekanisme 5 aksis disertai area pergerakan yang luas sehingga memungkinkan laser dan kamera untuk merekam area yang sulit. Alat ini mudah dioperasikan dan proses *scanning* bekerja secara otomatis. Setelah proses *scanning* selesai, data gambar tidak diinterpolasi. Oleh karena itu, alat ini memperlihatkan kontur dan preparasi *margin* yang jelas. Data hasil *scanning* ini disimpan dengan format *stereolithography* (STL) sehingga memungkinkan untuk digunakan dengan program dental lainnya.³¹ STL merupakan file format yang dibuat untuk sistem 3D. Format ini dapat dibaca oleh banyak program *software* yang dijual dipasaran.³²

2.3. KERANGKA TEORI

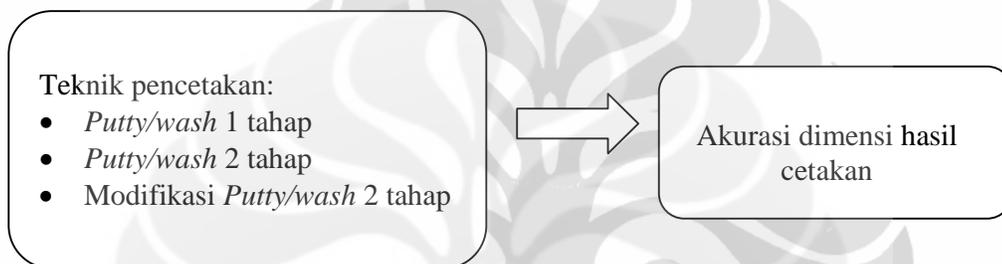


BAB 3
KERANGKA KONSEP, DEFINISI OPERASIONAL
DAN HIPOTESIS

3.1. KERANGKA KONSEP

Variabel Independen

Variabel Dependen



Variabel konfonding yang dikendalikan yaitu:

- Operator
Dilakukan oleh satu orang operator yang terlatih.
- Manipulasi bahan
Manipulasi bahan *putty* dilakukan secara manual, sedangkan bahan *wash* menggunakan *automatic mixing syringe*. Manipulasi *stone gyps* tipe 4 (Moldasynt, Heraeus Kulzer, Germany) dilakukan secara manual.
- Waktu manipulasi
Waktu manipulasi bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan rekomendasi pabrik.
- Waktu *setting*
Waktu *setting* bahan cetak *putty* dan *wash* dibiarkan 2 kali waktu yang direkomendasikan oleh pabrik untuk mengkompensasi pencetakan yang dilakukan pada suhu kamar yang berbeda dari suhu rongga mulut. Waktu *setting stone gyps* dibiarkan selama 1 jam sebelum dibuka dari cetakan.

- *Stone gyps*
Stone gyps yang digunakan pada penelitian ini adalah *stone gyps* tipe IV merk *Moldastone* dan *Moldasynt*[®]. *Moldastone* digunakan untuk pengecoran master model, sedangkan *moldasynt* digunakan untuk pengecoran model kerja. *Stone gyps* ini diaduk secara manual selama 60 detik dengan perbandingan bubuk dan air sesuai rekomendasi pabrik (bubuk : air = 50 mg : 11 ml).
- Suhu kamar
 Penelitian ini dilakukan pada ruangan dengan suhu kamar berkisar 23 °C karena bahan cetak *polyvinyl siloxane* paling sedikit mengalami perubahan dimensi pada suhu tersebut.

3.2. DEFINISI OPERASIONAL

Variabel	Definisi operasional	Skala
Variabel independen: Teknik pencetakan	<p>Teknik pencetakan yg digunakan dalam penelitian ini:</p> <ul style="list-style-type: none"> • T1: teknik <i>putty/wash</i> 1 tahap. Pada pencetakan ini, bahan <i>putty</i> dan <i>wash</i> digunakan secara bersama-sama. <i>Custom tray</i> diisi dengan bahan <i>putty</i> dan material <i>wash</i> diinjeksikan pada kedua abutmen <i>master model</i> dan di area gigi abutmen pada cetakan <i>putty</i>. Pencetakan kemudian dilakukan dan dibiarkan mengeras selama 10 menit pada <i>master model</i>. • T2: teknik <i>putty/wash</i> 2 tahap. Pertama-tama, <i>vacuum-formed spacer</i> dipasang pada <i>master model</i> terlebih dahulu. 	Kategorik

	<p><i>Spacer</i> ini dibuat dengan <i>vacuum-formed machine</i> dan mempunyai ketebalan 2 mm. Pencetakan kemudian dilakukan dengan bahan <i>putty</i> dan dibiarkan <i>setting</i> selama 10 menit. Setelah itu, cetakan diangkat dan <i>spacer</i> dilepas dari permukaan internal cetakan <i>putty</i> dan bahan <i>wash</i> diinjeksikan menggunakan <i>auto mixing syringe</i> diatas cetakan <i>putty</i>. Cetakan ini kemudian dicetakkan kembali pada <i>master model</i> dan dibiarkan mengeras selama 10 menit</p> <ul style="list-style-type: none"> • T3: modifikasi teknik <i>putty/wash</i> 2 tahap. Pertama-tama, pencetakan dilakukan dengan bahan <i>putty</i> dan <i>custom tray</i> digerakkan sesuai dengan alur pada <i>metal index</i> sebelum bahan <i>putty</i> mengeras. Kemudian, cetakan diangkat dan material <i>wash</i> diinjeksikan pada cetakan <i>putty</i> serta pada gigi abutmen <i>master model</i> dan dicetakkan kembali pada <i>master model</i>. Cetakan dibiarkan <i>setting</i> selama 10 menit. 	
<p>Variabel dependen: Akurasi dimensi hasil cetakan</p>	<p>Akurasi dimensi hasil cetakan: ketepatan dan ketelitian cetakan dalam mereproduksi bentuk positif dari gigi yang dipreparasi.</p> <p>Akurasi dimensi ini diukur pada jarak <i>intraabutment</i> (mesio-distal dan okluso-gingival) dan <i>interabutment</i> (jarak antar gigi penyangga).</p> <p>Pengukuran akurasi dimensi hasil cetakan dapat</p>	<p>Numerik</p>

dilakukan setelah diperoleh data hasil *scan* model kerja menggunakan *Laserdenta's OpenScan 100*. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan *Software 3D Tool V10* yang dapat mengukur hingga 0,001 mm.

3.3. HIPOTESIS

- **Hipotesis Mayor**

Tidak terdapat perbedaan akurasi dimensi antara teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap dengan teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap dan 2 tahap.

- **Hipotesis Minor**

1. Tidak terdapat perbedaan akurasi dimensi antara model kerja yang dihasilkan dengan teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap dibandingkan *master model*.
2. Tidak terdapat perbedaan akurasi dimensi antara model kerja yang dihasilkan dengan teknik pencetakan *putty/wash* 2 tahap dibandingkan *master model*.
3. Tidak terdapat perbedaan akurasi dimensi antara model kerja yang dihasilkan dengan teknik pencetakan *putty/wash* 2 tahap dibandingkan *master model*.

BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1. JENIS PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah eksperimental laboratorik untuk mengetahui akurasi dimensi hasil cetakan yang diukur melalui jarak *intraabutment* dan *interabutment* dari simulasi gigi-gigi penyangga yang dipreparasi.

4.2. LOKASI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Ruang Laboratorium Karya Mulia Dental Lab.

4.3. SAMPEL PENELITIAN

Sampel penelitiannya adalah model kerja yang diperoleh dari hasil pencetakan pada *master model* dengan teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap, *putty/wash* 2 tahap dan modifikasi *putty/wash* 2 tahap. Besar sampel ditentukan dengan menggunakan Rumus Federer. Pada penelitian ini, jumlah spesimen untuk masing-masing pengujian adalah 10 spesimen. Jadi total spesimen adalah sebanyak 30 spesimen.

Rumus Federer:

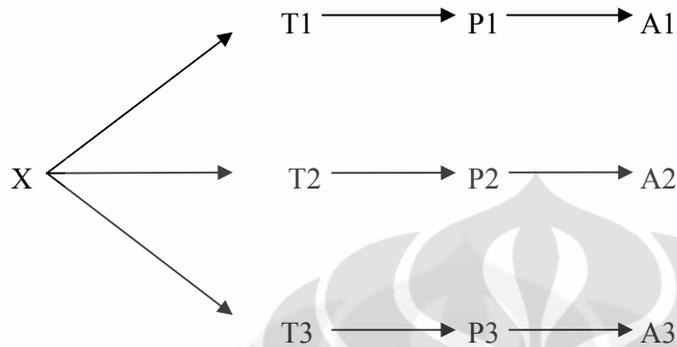
$$(t - 1)(n - 1) \geq 15$$

$$(3 - 1)(n - 1) \geq 15$$

$$2n - 2 \geq 15$$

$$n \geq 8,5$$

4.4. RANCANGAN PENELITIAN



X = *Master model*

T1 = Model kerja yang diperoleh dari teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap

T2 = Model kerja yang diperoleh dari teknik pencetakan *putty/wash* 2 tahap

T3 = Model kerja yang diperoleh dari teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap

P1 = Pengukuran jarak *intraabutment* (jarak mesiodistal dan oklusogingival abutmen 1 dan 2) dan *interabutment* pada model kerja yang diperoleh dengan teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap

P2 = Pengukuran jarak *intraabutment* (jarak mesiodistal dan oklusogingival abutmen 1 dan 2) dan *interabutment* pada model kerja yang diperoleh dengan teknik pencetakan *putty/wash* 2 tahap

P3 = Pengukuran jarak *intraabutment* (jarak mesiodistal dan oklusogingival abutmen 1 dan 2) dan *interabutment* pada model kerja yang diperoleh dengan teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap

A1 = Analisis akurasi dimensi hasil cetakan dari model kerja yang diperoleh dengan teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap

A2 = Analisis akurasi dimensi hasil cetakan dari model kerja yang diperoleh dengan teknik pencetakan *putty/wash* 2 tahap

A3 = Analisis akurasi dimensi hasil cetakan dari model kerja yang diperoleh dengan teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap

4.5. BAHAN DAN ALAT PENELITIAN

4.5.1. Bahan yang digunakan:

- Bahan cetak *polyvinyl siloxane* (Flexitime, Heraeus Kulzer, Germany):
 - *Easy putty* (EN ISO 4823, type 0, putty)
 - *Correct flow* (EN ISO 4823, type 3, light)
- *Stone gyps* tipe IV:
 - Moldastone Super Hard Plaster (ISO/DIS 11014, Heraeus Kulzer, Germany) digunakan untuk mengecor *master model*.
 - Moldasynt Super Hard Plaster (ISO/DIS 11014, Heraeus Kulzer, Germany) digunakan untuk mengecor model kerja yang diperoleh dengan teknik pencetakan yang berbeda-beda.
- Bahan adhesif (Universal Adhesive, ISO/DIS 11014, Heraeus Kultzer, Germany)

4.5.2. Alat-alat yang digunakan:

- *Custom tray, metal index device, acrylic template* dan *vacuum-formed spacer*
- 3D *Laser Scanner* (Laserdenta GmbH, Germany)
- *Automatic mixing syringe* (Heraeus Kulzer, Germany)
- *Digital timer*
- *Vacuum-formed spacer* dgn ketebalan 2 mm
- *Bowl* dan spatula
- Timbangan elektrik (Acis BC 500)
- Thermometer
- *Vibrator (Silfradent, Italy)*
- Kuas
- Gelas ukur

4.6. CARA KERJA DAN PROSES PENELITIAN

4.6.1. Persiapan *Master Model*

Master model yang akan digunakan berupa simulasi 2 gigi preparasi mahkota tiruan penuh dari *stone gyps type 4* (Moldstone, Heraeus Kultzer, Germany) yang diduplikasi dari *master model* yang terbuat dari metal. Hal ini dilakukan karena *master model* yang terbuat dari metal tidak dapat di *scan* menggunakan 3D *laser scanner* karena dapat merefleksikan cahaya. Pada masing-masing abutmen dibuat *groove* penanda berbentuk silang pada permukaan oklusal, yang berfungsi sebagai titik referensi untuk melakukan pengukuran (Gambar 4.1).



Gambar 4.1. Dari atas ke bawah: *master model*, *metal index device* untuk teknik pencetakan *putty/wash* 1 dan 2 tahap, *metal index device* untuk teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap dan *custom tray*.

4.6.2. Pembuatan *Custom Tray*

Dilakukan pembuatan *custom tray* dari metal. *Custom tray* ini mempunyai dua lengan yang dapat dimasukkan ke dalam *metal index device* sehingga *custom tray* dapat ditempatkan pada posisi yang sama pada *master model* untuk setiap pencetakan (Gambar 4.1).

4.6.3. Pembuatan *Metal Index Device*

Metal index device merupakan suatu alat yang dibuat untuk membantu memposisikan *custom tray* agar tetap sama pada setiap pencetakan. *Metal index* ini mempunyai dua lengan yang berfungsi menahan *custom tray* sehingga diperoleh keseragaman ruang untuk material pencetakan. *Metal index* ini juga mempunyai dua lubang yang berfungsi untuk masuknya lengan *custom tray* pada *index*.

Pada penelitian ini dibuat 2 *metal index*, satu untuk teknik *putty/wash* 1 dan 2 tahap dan yang satu untuk teknik modifikasi *putty/wash* 2 tahap. Pada *metal index* untuk teknik *putty/wash* 1 dan 2 tahap, lubang pada *index* hanya sesuai untuk masuknya lengan *custom tray* sehingga tidak dapat digerakkan. Sedangkan pada *metal index* untuk teknik modifikasi *putty/wash* 2 tahap, lubang pada *index* berbentuk alur sehingga dapat digerakkan yang bertujuan untuk mendapatkan ruang sewaktu pencetakan *putty* (Gambar 4.1).

4.6.4. Pembuatan *Spacer*

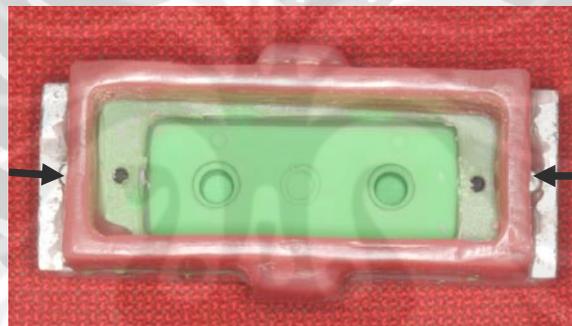
Spacer digunakan pada teknik pencetakan *putty/wash* 2 tahap. *Spacer* pada teknik ini dibuat dengan *vacuum-formed resin sheet* dengan ketebalan 2 mm pada model studi yang diperoleh dengan menduplikasi *master model*. *Vacuum-formed resin sheet* ini kemudian diadaptasikan pada model studi menggunakan *vacuum-formed machine*. *Spacer* dipasang pada *master model* pada pencetakan menggunakan *putty* dan kemudian dilepas untuk memberikan ruang bagi bahan *wash* (Gambar 4.2).



Gambar 4.2. *Vacuum-formed spacer* dengan ketebalan 2 mm dibuat untuk digunakan pada teknik pencetakan *putty/wash* 2 tahap.

4.6.5. Pembuatan *Acrylic Template*

Acrylic template ini bertujuan untuk memberi batas pada pengecoran hasil cetakan sehingga memudahkan dalam pengecoran serta memudahkan dalam melepaskan model kerja dari cetakan (Gambar 4.3).



Gambar 4.3. *Acrylic template* ditempatkan pada cetakan untuk memudahkan pengecoran dan pelepasan model kerja dari cetakan.

4.6.6. Prosedur Pencetakan

Dilakukan pencetakan pada *master model* sebanyak 10 kali untuk masing-masing teknik pencetakan. Pencetakan dilakukan dengan menggunakan bahan cetak *polyvinyl siloxane*. Viskositas bahan yang digunakan yaitu; *putty* dan *light-body*. Bahan *putty* diaduk secara manual selama 30 detik hingga warnanya homogen, dan material *light-body* diaduk dengan *automatic mixing syringe*. Cetakan dilepaskan dari *master model* setelah dua kali waktu *setting* bahan cetak yang direkomendasikan oleh pabrik. Hal ini bertujuan untuk mengkompensasi

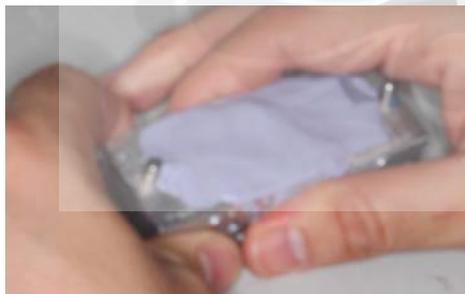
pencetakan yang dilakukan pada suhu kamar yang berbeda dari suhu rongga mulut.

Pada *custom tray* diolesi bahan adhesif terlebih dahulu sebelum dilakukan pencetakan (Gambar 4.4). Hal ini bertujuan untuk mencegah terlepasnya bahan cetak *putty* dari *tray* sehingga menghindari terjadinya deformasi cetakan.

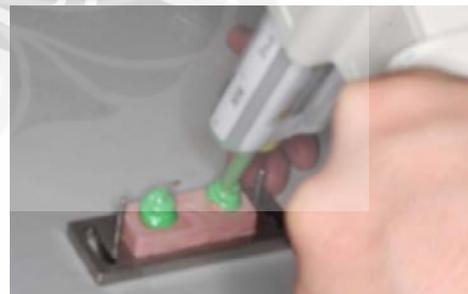


Gambar 4.4. Aplikasi bahan adhesif pada *custom tray*.

Pada kelompok pertama, pencetakan dilakukan dengan teknik *putty/wash* 1 tahap. Pada pencetakan ini, bahan *putty* dan *wash* digunakan secara bersamaan. *Custom tray* diisi dengan bahan *putty* dan material *wash* diinjeksikan pada kedua abutmen *master model* dan di area gigi abutmen pada cetakan *putty* (Gambar 4.5 dan 4.6). Pencetakan kemudian dilakukan dan dibiarkan mengeras selama 10 menit pada *master model* (Gambar 4.7).



Gambar 4.5. *Custom tray* diisi dengan bahan *putty*.



Gambar 4.6. Material *wash* diinjeksikan pada kedua abutmen.



Gambar 4.7. Bahan *putty* dan *wash* dicetakkan secara bersama-sama pada *master model*.

Pada kelompok kedua, pencetakan dilakukan dengan teknik *putty/wash 2* tahap. *Vacuum-formed spacer* dipasang pada *master model* untuk mendapatkan ruang yang seragam bagi material *wash*. Pencetakan kemudian dilakukan dengan bahan *putty* dan dibiarkan *setting* selama 10 menit (Gambar 4.8). Setelah itu, *spacer* dilepas dari permukaan internal cetakan *putty* dan bahan *wash* diinjeksikan menggunakan *auto mixing syringe* diatas cetakan *putty* (Gambar 4.9 dan 4.10). Cetakan ditempatkan kembali pada *master model* dan dibiarkan mengeras selama 10 menit (Gambar 4.11).



Gambar 4.8. Bahan *putty* dicetakkan pada *master model* yang telah dipasang *vacuum-formed spacer*.



Gambar 4.9. *Spacer* dilepas dari *putty* dengan terlebih dahulu memotong tepi cetakan *putty* untuk memudahkan pengeluaran *spacer* tanpa merusak cetakan.



Gambar 4.10. Bahan *wash* diinjeksikan menggunakan *auto mixing syringe* diatas cetakan *putty*.



Gambar 4.11. Cetakan ditempatkan kembali pada *master model* dan dibiarkan mengeras selama 10 menit.

Pada kelompok ketiga, pencetakan dilakukan dengan teknik modifikasi *putty/wash* 2 tahap. Pertama-tama, pencetakan dilakukan dengan bahan *putty* dan *custom tray* digerakkan sesuai dengan alur pada *metal index* sebelum bahan *putty* mengeras (Gambar 4.12). Tujuannya adalah untuk menghasilkan ruangan bagi bahan cetak *light body/wash*. Kemudian, material *wash* diinjeksikan pada cetakan *putty* serta pada gigi abutmen *master model* dan dicetakkan kembali pada *master model* (Gambar 4.13 dan 4.14). Cetakan dibiarkan *setting* selama 10 menit.



Gambar 4.12. Pencetakan dilakukan dengan bahan *putty* terlebih dahulu dan *custom tray* digerakkan sesuai dengan alur pada *metal index* sebelum bahan *putty* mengeras.



Gambar 4.13. Material *wash* diinjeksikan pada cetakan *putty*.



Gambar 4.14. Cetakan ditempatkan kembali pada *master model* dan dibiarkan *setting* selama 10 menit.

4.6.6. Persiapan Model Kerja

Setiap cetakan dibiarkan pada suhu kamar ($\pm 23\text{ }^{\circ}\text{C}$) selama 1 jam sebelum dicor dengan *dental stone* tipe IV (Moldasynth, Heraeus Kulzer, Germany). *Dental stone* diaduk menggunakan *bowl* dan spatula berdasarkan rekomendasi pabrik (bubuk : air = 50 mg : 11 ml). Untuk mendapatkan perbandingan tersebut, *stone* ditimbang menggunakan timbangan elektrik (Acis BC 500) dan banyaknya air diukur dengan gelas ukur.

Sebelum cetakan dicor, *acrylic template* dipasang terlebih dahulu pada cetakan. *Dental stone* kemudian diaduk secara manual selama 60 detik (Gambar 4.15). Pertama-tama, *dental stone* diisi ke dalam cetakan menggunakan kuas (Gambar 4.16). Setelah area *die* terisi secara merata, *dental stone* kemudian diisi ke dalam seluruh permukaan cetakan dan digetarkan dengan *vibrator* untuk menghindari terjadinya gelembung udara pada model kerja (Gambar 4.17). *Dental stone* dibiarkan mengeras selama 1 jam sebelum dikeluarkan dari cetakan. Model kerja kemudian dikeluarkan dari cetakan dan *ditrim* untuk mendapatkan ketebalan merata (Gambar 4.18 dan 4.19).



Gambar 4.15. *Dental stone* diaduk secara manual selama 60 detik sesuai rekomendasi pabrik.



Gambar 4.16. *Dental stone* terlebih dahulu diisi ke dalam cetakan menggunakan kuas.



Gambar 4.17. *Dental stone* kemudian diisi ke dalam seluruh permukaan cetakan dan digetarkan dengan *vibrator*.



Gambar 4.18. Model kerja kemudian dikeluarkan dari cetakan setelah dibiarkan mengeras selama 1 jam.



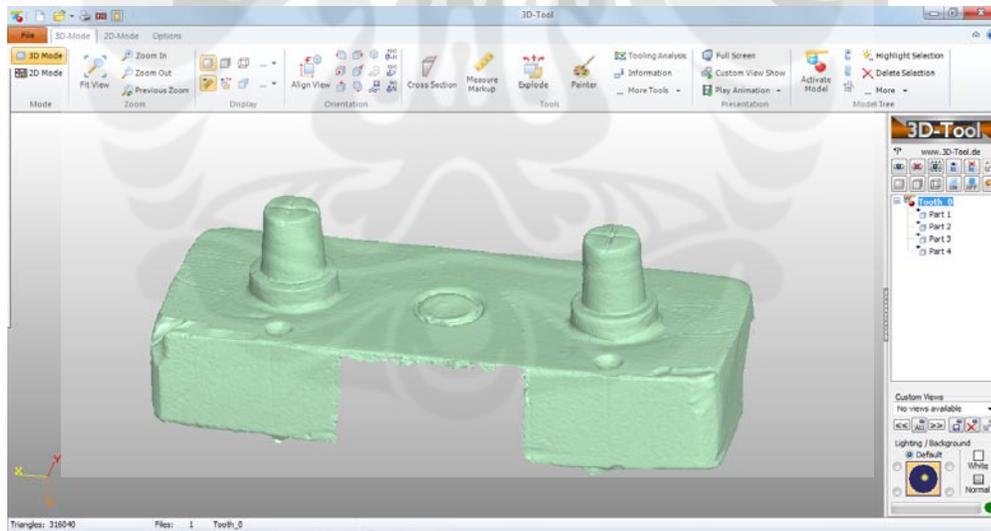
Gambar 4.19. Model kerja ditrim untuk mendapatkan ketebalan yang merata.

4.6.7. Proses *Scanning* Model Menggunakan 3D Laser Scanner (Laserdentia's Openscan 100)

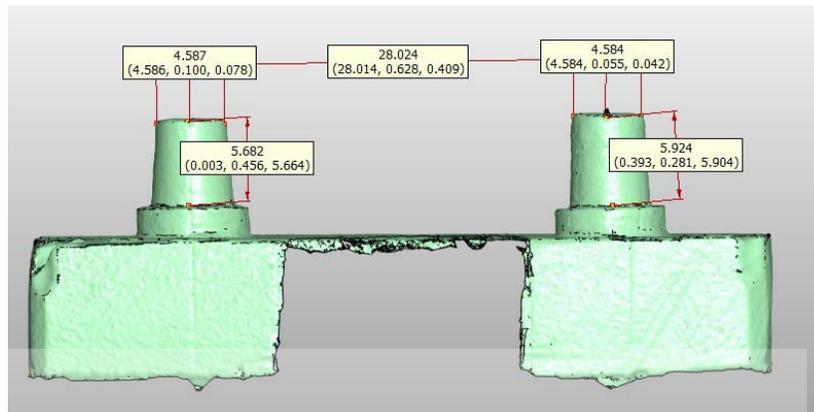
Model dibiarkan selama 24 jam pada suhu kamar $\pm 23^{\circ}\text{C}$ setelah pengecoran sebelum di *scan* menggunakan 3D laser scanner.

4.6.7. Proses Pengukuran

Sebelum dilakukan pengukuran pada seluruh spesimen yang telah dipersiapkan, jarak *intraabutment* (mesiodistal dan oklusogingival masing-masing gigi abutmen) dan *interabutment* pada *master model* diukur terlebih dahulu. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *software 3D Tool V10* (Gambar 4.20.). Pengukuran jarak *intraabutment* diukur pada tinggi (jarak oklusogingival) dan lebar (jarak mesiodistal) gigi abutmen. Sedangkan pengukuran jarak *interabutment* diukur dari *groove* penanda gigi abutmen pertama ke *groove* penanda gigi abutmen kedua (Gambar 4.21).



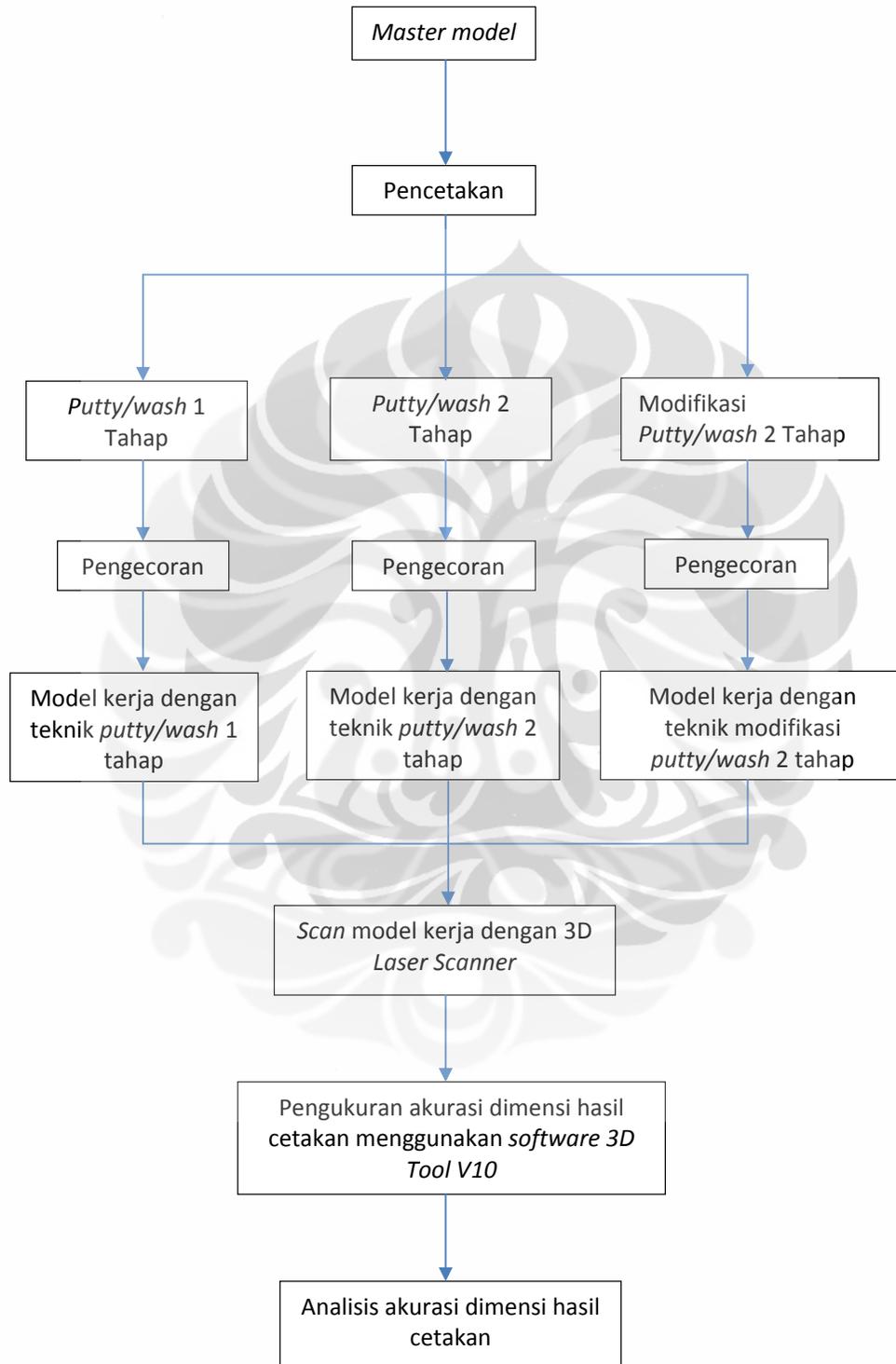
Gambar 4.20. Pengukuran jarak *intraabutment* dan *interabutment* dilakukan dengan menggunakan *software 3D Tool V10*.



Gambar 4.21. Pengukuran jarak *intraabutment* dan *interabutment*.

Setelah jarak *intraabutment* dan *interabutment* pada *master model* diukur, pengukuran selanjutnya dilakukan pada seluruh spesimen yang telah dipersiapkan. Untuk setiap pengukuran pada *master model* dilakukan sebanyak 10 kali, sedangkan untuk setiap pengukuran pada masing-masing model kerja dilakukan sebanyak 3 kali.

4.7. ALUR PENELITIAN



BAB 5

HASIL PENELITIAN

Pada penelitian ini, akurasi dimensi model kerja yang diperoleh dengan teknik *putty/wash* 1 tahap, 2 tahap dan modifikasi *putty/wash* 2 tahap diukur melalui jarak *intraabutment* (jarak mesiodistal dan oklusogingival) dan *interabutment* dan kemudian dibandingkan dengan pengukuran pada *master model*. Pengukuran pada *master model* dilakukan sebanyak 10x, sedangkan pengukuran pada model kerja yang diperoleh dengan masing-masing teknik dilakukan sebanyak 3x. Hasil pengukuran jarak *intraabutment* dan *interabutment* rata-rata serta standar deviasi pengukuran dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Rata-rata (mm) dan standar deviasi dari pengukuran jarak *intraabutment* dan *interabutment* pada *master model* dan model kerja yang diperoleh dari 3 teknik pencetakan.

Pengukuran	Mean master	SD	Mean		Mean		Mean	
			1 tahap	SD	2 tahap	SD	modifikasi 2 tahap	SD
Mesiodistal 1	4.705	0.034	4.692	0.059	4.686	0.042	4.649	0.026
Oklusogingival 1	5.572	0.062	5.590	0.044	5.519	0.031	5.505	0.040
Mesiodistal 2	4.738	0.029	4.741	0.056	4.707	0.040	4.684	0.038
Oklusogingival 2	5.809	0.040	5.846	0.037	5.769	0.037	5.754	0.022
<i>Interabutment</i>	28.059	0.027	28.073	0.034	28.110	0.056	28.095	0.043

Dari data diatas dapat dilihat bahwa selisih jarak pengukuran rata-rata *intraabutment* dan *interabutment* dari masing-masing kelompok uji terhadap *master model* memperlihatkan adanya pengurangan dimensi pada jarak *intraabutment* (jarak mesiodistal dan oklusogingival) kecuali pada teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap dan penambahan dimensi pada jarak *interabutment*.

Persentase deviasi serta selisih jarak pengukuran *intraabutment* dan *interabutment* dari masing-masing teknik pencetakan terhadap *master model* dapat

dilihat pada Tabel 5.2. Persentase deviasi merupakan selisih antara jarak pengukuran pada model kerja dengan jarak pengukuran pada *master model* dibagi dengan jarak pengukuran pada *master model* dikali dengan 100%.

Tabel 5.2. Persentase deviasi dan selisih jarak pengukuran *intraabutment* dan *interabutment* dari masing-masing teknik pencetakan terhadap *master model*.

Pengukuran	1 Tahap		2 Tahap		Modifikasi 2 Tahap	
	%	µm	%	Mm	%	µm
Mesio-Distal 1	-0.276	-13	-0.404	-19	-1.190	-56
Okluso-Gingival 1	0.323	18	-0.951	-53	-1.202	-67
Mesio-Distal 2	0.063	3	-0.654	-31	-1.139	-54
Okluso-Gingival	0.637	37	-0.688	-40	-0.946	-55
<i>Interabutment</i>	0.049	14	0.182	51	0.128	36

Pengurangan dimensi pada jarak *intraabutment* berkisar antara 0,3% sampai 1,2% dan penambahan dimensi pada jarak *interabutment* berkisar antara 0,05% sampai 0,18%. Pengurangan dimensi ini lebih besar pada dimensi vertikal (jarak oklusogingival) dibandingkan dengan dimensi horisontal (jarak mesiodistal). Pengurangan dimensi yang terbesar terjadi pada model kerja yang dihasilkan dengan teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap, sedangkan perubahan dimensi yang paling kecil terjadi pada model kerja yang dihasilkan dengan teknik *putty/wash* 1 tahap.

Pada hasil uji normalitas (Lampiran 1) ditemukan bahwa terdapat kelompok uji yang mempunyai distribusi data tidak normal ($p < 0.05$) yaitu pada kelompok uji teknik pencetakan *putty/wash* 2 tahap pada dimensi OG_2 (oklusogingival gigi abutmen 2) sehingga tidak memenuhi persyaratan uji *Anova* 1 arah. Oleh karena itu, dilakukan uji alternatif dengan analisis non-parametrik yaitu uji *Kruskal-Wallis* (Lampiran 2). Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan akurasi dimensi diantara ketiga teknik pencetakan yang diuji. Hasil uji *Kruskal-Wallis* dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Hasil uji *Kruskal-Wallis* untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan akurasi dimensi *intraabutment* dan *interabutment* model kerja dari masing-masing teknik pencetakan.

Dimensi	Teknik	n	Median (Minimum- Maksimum)	P
MD_1	<i>Master model</i>		4.721 (4.636-4.743)	0.020*
	Teknik <i>putty/wash</i> 1 tahap	10	4.708 (4.580-4.785)	
	Teknik <i>putty/wash</i> 2 tahap	10	4.680 (4.632-4.751)	
	Teknik modifikasi <i>putty/wash</i> 2 tahap	10	4.645 (4.606-4.698)	
OG_2	<i>Master model</i>		5.561 (5.505-5.666)	0.002*
	Teknik <i>putty/wash</i> 1 tahap	10	5.592 (5.517-5.643)	
	Teknik <i>putty/wash</i> 2 tahap	10	5.529 (5.474-5.557)	
	Teknik modifikasi <i>putty/wash</i> 2 tahap	10	5.505 (5.450-5.584)	
MD_2	<i>Master model</i>		4.726 (4.712-4.798)	0.017*
	Teknik <i>putty/wash</i> 1 tahap	10	4.756 (4.651-4.824)	
	Teknik <i>putty/wash</i> 2 tahap	10	4.696 (4.661-4.774)	
	Teknik modifikasi <i>putty/wash</i> 2 tahap	10	4.685 (4.638-4.773)	
OG_2	<i>Master model</i>		5.814 (5.766-5.872)	<0.001*
	Teknik <i>putty/wash</i> 1 tahap	10	5.854 (5.765-5.885)	
	Teknik <i>putty/wash</i> 2 tahap	10	5.776 (5.672-5.810)	
	Teknik modifikasi <i>putty/wash</i> 2 tahap	10	5.745 (5.729-5.794)	
Inter- Abutment	<i>Master model</i>		28.066 (28.013-28.101)	0.124
	Teknik <i>putty/wash</i> 1 tahap	10	28.068 (28.033-28.138)	
	Teknik <i>putty/wash</i> 2 tahap	10	28.125 (28.035-28.189)	
	Teknik modifikasi <i>putty/wash</i> 2 tahap	10	28.095 (28.042-28.186)	

Batas Kemaknaan $p < 0.05$

Dari hasil uji *Kruskal-Wallis* tersebut ditemukan bahwa terdapat perbedaan akurasi dimensi yang bermakna pada keseluruhan dimensi *intraabutment* ($p < 0.05$) diantara 3 teknik pencetakan yang diuji. Akan tetapi, pada dimensi *interabutment* tidak terdapat perbedaan akurasi dimensi yang bermakna ($p = 0.124$).

Selanjutnya dilakukan uji *Mann-Whitney* (Lampiran 3) untuk mengetahui kelompok mana yang mempunyai perbedaan bermakna. Hasil dari uji *Mann-Whitney* dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Hasil uji *Mann-Whitney*.

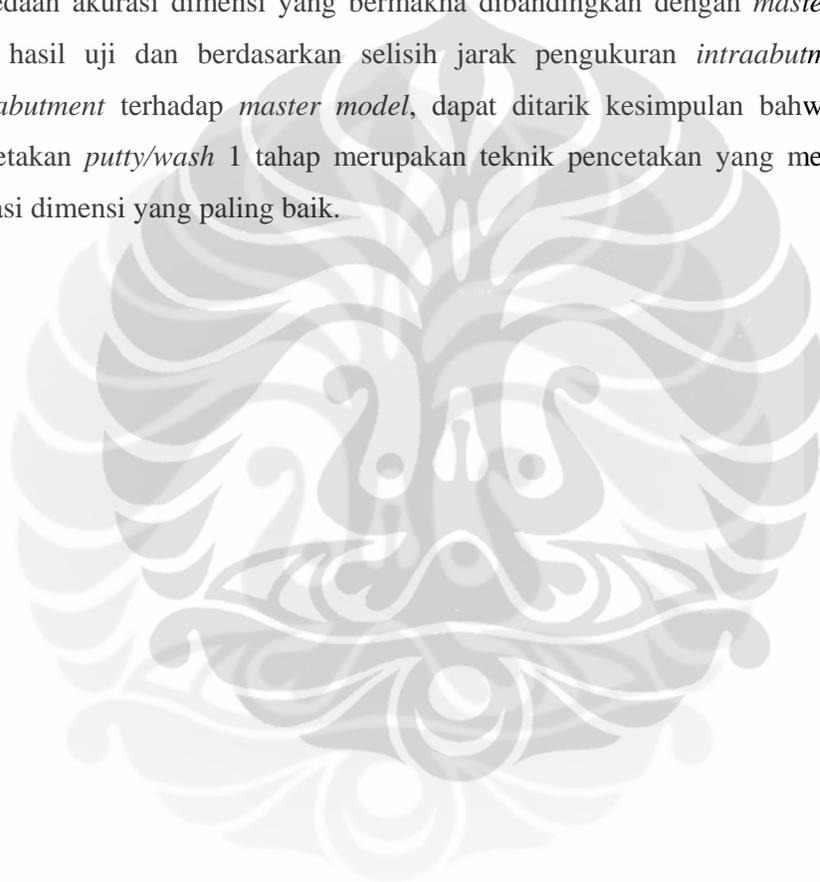
Dimensi	P
MD 1	
<i>Master model vs Teknik putty/wash 1 tahap</i>	0.529
<i>Master model vs Teknik putty/wash 2 tahap</i>	0.353
<i>Master model vs Modifikasi teknik putty/wash 2 tahap</i>	0.002*
<i>Teknik putty/wash 1 tahap vs Teknik putty/wash 2 tahap</i>	0.684
<i>Teknik putty/wash 1 tahap vs Teknik modifikasi 2 tahap</i>	0.029*
<i>Teknik putty/wash 2 tahap vs Teknik modifikasi 2 tahap</i>	0.052
OG 1	
<i>Master model vs Teknik putty/wash 1 tahap</i>	0.436
<i>Master model vs Teknik putty/wash 2 tahap</i>	0.105
<i>Master model vs Modifikasi teknik putty/wash 2 tahap</i>	0.011*
<i>Teknik putty/wash 1 tahap vs Teknik putty/wash 2 tahap</i>	0.003*
<i>Teknik putty/wash 1 tahap vs Teknik modifikasi 2 tahap</i>	<0.001*
<i>Teknik putty/wash 2 tahap vs Teknik modifikasi 2 tahap</i>	0.353
MD 2	
<i>Master model vs Teknik putty/wash 1 tahap</i>	0.739
<i>Master model vs Teknik putty/wash 2 tahap</i>	0.105
<i>Master model vs Modifikasi teknik putty/wash 2 tahap</i>	0.003*
<i>Teknik putty/wash 1 tahap vs Teknik putty/wash 2 tahap</i>	0.190
<i>Teknik putty/wash 1 tahap vs Teknik modifikasi 2 tahap</i>	0.029*
<i>Teknik putty/wash 2 tahap vs Teknik modifikasi 2 tahap</i>	0.280
OG 2	
<i>Master model vs Teknik putty/wash 1 tahap</i>	0.052
<i>Master model vs Teknik putty/wash 2 tahap</i>	0.052
<i>Master model vs Modifikasi teknik putty/wash 2 tahap</i>	0.003*
<i>Teknik putty/wash 1 tahap vs Teknik putty/wash 2 tahap</i>	<0.001*
<i>Teknik putty/wash 1 tahap vs Teknik modifikasi 2 tahap</i>	<0.001*
<i>Teknik putty/wash 2 tahap vs Teknik modifikasi 2 tahap</i>	0.089

Batas kemaknaan $p < 0.05$

Dari hasil uji *Mann-Whitney*, ditemukan bahwa terdapat perbedaan akurasi dimensi antara teknik pencetakan modifikasi *putty/wash 2 tahap* dengan teknik *putty/wash 1 tahap* pada keseluruhan dimensi *intraabutment* (mesiodistal dan oklusogingival). Akan tetapi, teknik modifikasi ini tidak mempunyai perbedaan

yang bermakna dengan teknik *putty/wash* 2 tahap. Pada teknik *putty/wash* 2 tahap juga dijumpai perbedaan yang bermakna pada dimensi oklusogingival (OG_1 dan OG_2) dibandingkan dengan teknik *putty/wash* 1 tahap.

Dari hasil uji ini juga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan akurasi dimensi yang bermakna pada keseluruhan dimensi *intraabutment* antara teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap dibandingkan dengan *master model*. Sedangkan pada teknik pencetakan *putty/wash* 1 dan 2 tahap tidak mempunyai perbedaan akurasi dimensi yang bermakna dibandingkan dengan *master model*. Dari hasil uji dan berdasarkan selisih jarak pengukuran *intraabutment* dan *interabutment* terhadap *master model*, dapat ditarik kesimpulan bahwa teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap merupakan teknik pencetakan yang mempunyai akurasi dimensi yang paling baik.



BAB 6

PEMBAHASAN

Model kerja yang direproduksi dari hasil cetakan yang akurat merupakan hal mutlak didalam pembuatan gigi tiruan cekat seperti pada mahkota tiruan ataupun gigi tiruan jembatan.¹² Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi akurasi hasil cetakan diantaranya yaitu pemilihan jenis bahan cetak dan teknik pencetakan.^{6,12,14} Hal ini didukung oleh studi yang dilakukan Samed dkk (2005) yang menemukan adanya korelasi yang signifikan antara bahan cetak dan teknik pencetakan terhadap akurasi dimensi hasil cetakan.⁵

Pada penelitian ini digunakan bahan cetak *polyvinyl siloxane* yang telah dilaporkan sebagai bahan cetak paling akurat dan paling stabil dimensinya. Hal ini didukung oleh studi yang dilakukan oleh Sudheer dkk (2008) yang menyatakan model kerja yang diperoleh dari pencetakan menggunakan *polyvinyl siloxane* lebih akurat dan lebih konsisten dibandingkan *polyether* maupun bahan cetak lainnya.¹ Studi yang dilakukan oleh Samed dkk (2005) juga menemukan bahwa terdapat korelasi antara jenis bahan cetak yang digunakan dengan adanya gelembung udara ataupun robeknya cetakan pada *margin* preparasi. Pada studinya yang menggunakan bahan *polyvinyl siloxane* ditemukan gelembung udara dan daerah robek yang paling minimal dibandingkan bahan *polyether* dan *condensation silicone*.⁸

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental laboratorik untuk mengetahui akurasi dari 3 teknik pencetakan serta mengetahui akurasi teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap dibandingkan dengan teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap dan 2 tahap. Akurasi dimensi hasil cetakan ini diukur melalui jarak *intraabutment* (jarak mesiodistal dan oklusogingival) dan *interabutment* menggunakan *software 3D Tool V10* setelah sebelumnya model kerja *discan* menggunakan *3D laser scanner*. Hasil pengukuran jarak *intraabutment* dan *interabutment* masing-masing model kerja dari setiap teknik pencetakan kemudian dibandingkan.

Menurut studi yang dilakukan oleh Sudheer dkk (2008), suhu penyimpanan cetakan *polyvinyl siloxane* berperan terhadap stabilitas dimensi, baik pada dimensi vertikal maupun horisontal. Berdasarkan hasil penelitiannya, ditemukan bahwa akurasi dimensi mengalami perubahan yang paling minimal pada suhu penyimpanan 23°C.¹ Oleh karena itu, pada penelitian ini cetakan *polyvinyl siloxane* disimpan pada suhu 23 °C selama 1 jam sebelum dicor dengan *dental stone* tipe 4.

Pada penelitian ini digunakan 2 jenis *dental stone* tipe 4 yang berbeda yaitu *Moldastone* dan *Moldasynt*. *Moldastone* digunakan untuk pengecoran *master model* sedangkan *moldasynt* digunakan untuk pengecoran model kerja yang diperoleh dengan 3 teknik pencetakan. *Moldastone* digunakan untuk pengecoran *master model* karena mempunyai *compressive strength* yang lebih besar (± 76 MPa) dibandingkan *moldasynt* (± 64 MPa). Akan tetapi, hasil pengecoran menggunakan *moldastone* ini lebih sulit untuk discan sehingga memerlukan prosedur *scanning* berkali-kali. Sedangkan *moldasynt* mempunyai permukaan yang lebih halus sehingga lebih memudahkan dalam prosedur *scanning*. Oleh karena itu, pengecoran model kerja menggunakan bahan *moldasynt* sehingga lebih memudahkan dan lebih menghemat waktu.

Alat ukur yang sering digunakan untuk mengukur akurasi dimensi yaitu mikroskop dan kaliper digital. Alat ukur manual ini mudah digunakan dan mudah diperoleh tetapi membutuhkan waktu kerja yang lama, dan memungkinkan terjadinya kesalahan pengukuran oleh karena lelahnya mata operator. Adanya perkembangan sistem *scanning digital* bersama dengan *softwarena*, telah meningkatkan kinerja pengukuran akurasi dimensi hasil cetakan. *Scanning laser 3* dimensi ini dapat menggambarkan koordinat sumbu x, y dan z dari spesimen secara presisi tanpa berkontak dengan permukaannya. Penggunaan alat ini disertai *software digitizernya* dapat mengukur akurasi dimensi hasil cetakan secara akurat dan reliabel dengan menghindari terjadinya kesalahan operator karena rasa letih.²⁸

Hasil dari penelitian ini mengindikasikan bahwa teknik pencetakan berpengaruh terhadap akurasi dan stabilitas dimensi dari hasil cetakan. Hal ini sesuai dengan studi oleh Caputi dkk (2008), akan tetapi bertentangan dengan studi oleh Idris dkk (1995) dan studi oleh Bansal dkk (2010) yang menyatakan bahwa

teknik pencetakan tidak berpengaruh terhadap akurasi dan stabilitas dimensi hasil cetakan.^{6,7,10}

Ketika pengukuran jarak pada model kerja dibandingkan dengan *master model*, dimensi vertikal (*intraabutment*) dari model kerja berkurang sebesar 0,3 % sampai 1,2 % kecuali pada teknik *putty/wash* 1 tahap dan dimensi horisontal (*interabutment*) bertambah sebesar 0,05 % sampai 0,18 %. Disamping itu, juga ditemukan bahwa perubahan pada dimensi vertikal ini lebih besar dibandingkan dimensi horisontal. Hasil ini sesuai dengan studi oleh Nissan dkk (2000) yang memperlihatkan pengurangan dimensi *intraabutment* sebesar 0.08% sampai 3% dan penambahan dimensi *interabutment* sebesar 0.009% sampai 0.1%. Fenomena ini terjadi karena kontraksi bahan cetak ke arah dinding *custom tray* sehingga model kerja lebih lebar pada dimensi horisontal dan lebih pendek pada dimensi vertikal.² Hasil ini bertentangan dengan studi yang dilakukan oleh Caputi dkk (2008) yang menyatakan bahwa model kerja yang diperoleh dari teknik pencetakan mempunyai dimensi yang lebih besar baik pada jarak *intraabutment* maupun *interabutment* yang disebabkan karena ekspansi dari bahan *stone gyps*.⁶

Teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap mempunyai perbedaan akurasi dimensi yang bermakna dibandingkan dengan *master model* dan teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap. Hal ini mungkin disebabkan karena sewaktu pergerakan cetakan *putty* terdapat bagian yang kurang mendapatkan ruang yang merata. Bagian yang lebih tertekan akan mengalami *recoil* pada saat dilepaskan dari *master model* sehingga ketika dimasukkan bahan *wash*, cetakan yang dihasilkan mengalami deformasi. Akan tetapi, teknik pencetakan modifikasi ini tidak mempunyai perbedaan akurasi dimensi yang bermakna dengan teknik pencetakan *putty/wash* 2 tahap.

Teknik pencetakan modifikasi *putty/wash* 2 tahap mempunyai keseluruhan dimensi *intraabutment* yang paling besar terutama pada dimensi oklusogingival ($\pm 67 \mu\text{m}$) dibandingkan dengan teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap dan 2 tahap. Pengurangan akurasi dimensi ini mempunyai perbedaan yang bermakna secara statistik, akan tetapi secara klinis tidak mempunyai perbedaan yang bermakna karena adanya penggunaan *die spacer* pada waktu pembuatan restorasi gigi tiruan cekat. Hal ini didukung oleh studi yang dilakukan oleh Hung dkk (1992) yang

menyatakan perbedaan akurasi dimensi sebesar $\pm 60 \mu\text{m}$ tidak mempengaruhi restorasi gigi tiruan cekat secara klinis karena adanya penggunaan *die spacer* pada prosedur pembuatannya.¹¹ Oleh karena itu, teknik modifikasi ini masih dapat dipergunakan pada prosedur pencetakan untuk perawatan dengan gigi tiruan cekat.

Dari hasil penelitian ini ditemukan bahwa teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap dan 2 tahap tidak mempunyai perbedaan akurasi dimensi dengan *master model*. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap merupakan teknik yang paling akurat. Hasil ini sesuai dengan studi oleh Hung dkk (1992) dan Faria dkk (2008) yang membandingkan teknik *putty/wash* 1 tahap dengan 2 tahap dan menemukan bahwa teknik *putty/wash* 1 tahap lebih akurat dari 2 tahap.^{11,12} Akan tetapi, hasil penelitian ini bertolak belakang dengan studi oleh Nissan dkk (2000) dan Caputi dkk (2008) yang menyatakan bahwa teknik *putty/wash* 2 tahap lebih akurat dibandingkan dengan 1 tahap.^{2,3,6}

Teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap mempunyai keuntungan dari segi kemudahan pengerjaan dan lebih ekonomis.^{6,8,24} Akan tetapi, pada teknik ini cetakan *putty* cenderung mendorong cetakan *wash* dari gigi preparasi sehingga area penting seperti *margin* preparasi seringkali tercetak oleh *putty* yang tidak dapat merekam detail *margin* secara akurat.^{5,7,24} Dengan alasan ini, walaupun pada penelitian ini akurasi teknik *putty/wash* 1 tahap lebih baik dibandingkan 2 tahap, tetapi harus diperhatikan jumlah defek permukaan yang sering terjadi ketika menggunakan teknik *putty/wash* 1 tahap.⁶ Masalah klinis lain yang juga sering timbul dari teknik ini adalah hilangnya material *wash* dari gigi preparasi oleh karena lidah pasien ataupun bergeraknya dasar mulut sewaktu cetakan *putty* akan dilakukan.⁶ Masalah dengan teknik *putty/wash* 1 tahap ini dapat diatasi dengan penggunaan teknik *putty/wash* 2 tahap.⁶

Keterbatasan dari penelitian ini meliputi ketidakmampuan dalam meniru kondisi rongga mulut seperti jaringan lunak, sulkus dengan cairan gingiva, dan permukaan dentin.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, ditemukan bahwa terdapat perbedaan akurasi pada keseluruhan dimensi *intraabutment* antara teknik modifikasi *putty/wash* 2 tahap dengan teknik *putty/wash* 1 tahap. Akan tetapi, teknik modifikasi *putty/wash* 2 tahap ini tidak menunjukkan perbedaan akurasi dengan teknik *putty/wash* 2 tahap.

Teknik modifikasi *putty/wash* 2 tahap mempunyai perubahan dimensi yang paling besar pada pengukuran jarak *intraabutment*. Akurasi dimensi dari model kerja yang diperoleh dengan teknik ini berbeda dengan *master model*. Walaupun demikian, secara klinis perbedaan ini masih dapat ditolerir karena penggunaan *die spacer* pada pembuatan restorasi gigi tiruan cekat.

Teknik pencetakan *putty/wash* 1 tahap merupakan teknik yang paling akurat karena mempunyai selisih jarak *intraabutment* dan *interabutment* yang paling kecil dibandingkan dengan teknik pencetakan lainnya.

7.2. Saran

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai teknik modifikasi *putty/wash* 2 tahap ini karena banyak hal yang dapat mempengaruhi hasil penelitian ini seperti penggunaan bahan adhesif, keterbatasan pergerakan *custom tray* sehingga tidak terdapat cukup ruang untuk material *wash* dan lebih besarnya *die* dibandingkan preparasi gigi sebenarnya yang mengakibatkan deformasi hasil cetakan sewaktu dikeluarkan dari *master model*.
2. Penelitian mengenai besarnya rata-rata aplikasi *die spacer* pada pembuatan restorasi gigi tiruan cekat juga diperlukan untuk memastikan bahwa teknik pencetakan modifikasi ini dapat digunakan secara klinis.

3. Diperlukan validasi terhadap 3D *laser scanner* dalam pengukuran akurasi dimensi hasil cetakan . validasi 3D *laser scanner* pada penelitian ini tidak dilakukan karena sulitnya mendapatkan *measuring microscope* atau *traveller microscope* yang biasa digunakan sebagai alat ukur standar di Indonesia.



DAFTAR REFERENSI

1. Sudheer KS, Agarwal SK, Mohan SM. The effect of storage temperature on the dimensional stability on polyvinyl siloxane and polyether impression materials. *Journal of Dentistry Defence Section* 2008;3:19-24.
2. Nissan J, Laufer BZ, Brosh T, Assif D. Accuracy of three polyvinyl siloxane *putty/wash* impression technique. *J Prosthet Dent* 2000;83:161-5.
3. Nissan J, Gross M, Shifman A, Assif D. Effect of wash bulk on the accuracy of polyvinyl siloxane *putty/wash* impressions. *Journal of Oral Rehabilitation* 2002;29:357-61.
4. Kang AH, Johnson GH, Lepe X, Wataha JC. Accuracy of a reformulated fast-set vinyl polysiloxane impression material using dual-arch trays. *J Prosthet Dent* 2009;101:332-41.
5. Donovan TE, Chee WW. A review of contemporary impression materials and techniques. *Dent Clin North Am* 2004;48:445-70.
6. Caputi S, Varvara G. Dimensional accuracy of resultant casts made by a monophasic, one-step and two-step, and novel two-step *putty/light-body* impression technique: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2008;99:274-81.
7. Idris B, Houston F, Claffey N. Comparison of the dimensional accuracy of one and two-step techniques with the use of *putty/wash* addition silicone impression materials. *J Prosthet Dent* 1995;74:535-41.
8. Samet N, Shohat M, Livny A, Weiss EI. A clinical evaluation of fixed partial denture impressions. *J Prosthet Dent* 2005;94:112-7.
9. Chaimattayompol N, Park DW. A modified *putty/wash* vinyl polysiloxane impression technique for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 2007;98:483-5.
10. Bansal PK. Comparison of dimensional accuracy using two elastomeric impression materials in fixed prosthodontics. *Pakistan Oral Dent J* 2010;30:537-44.
11. Hung SH, Purk JH, Tira DE, Eick JD. Accuracy of one-step versus two-step *putty wash* addition silicone impression technique. *J Prosthet Dent* 1992;67:583-9.

12. Faria ACL, Silveira RC, Mattos MGC, Ribeiro RF. Accuracy of stone casts obtained by different impression materials. *Braz Oral Res* 2008;22:293-8.
13. Craig RG, Powers JM. *Restorative dental materials* 11th Ed. Mosby. St. Louis. 2002, p. 330-6.
14. Rubel BS. Impression materials: A comparative review of impression materials most commonly used in restorative dentistry. *Dent Clin N Am* 2007;51:629-42.
15. Wassel RW, Barker D, Walls WG. Crowns and other extra-coronal restorations: Impression materials and technique. *British Dental Journal* 2002;192:679-90.
16. Shillingburg HT et al. *Fundamentals of fixed prosthodontics* 3rd Ed. Quintessence Publishing Co. Carol Stream. 1997, p. 281-304.
17. Ahmad I. *Protocols for predictable aesthetic dental restorations*. Blackwell Publishing Co. Oxford. 2006, p. 169-72.
18. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. *Contemporary fixed prosthodontics* 4th Ed. Mosby. St. Louis. 2006, p. 440-5.
19. Chee WL, Donovan TE. Polyvinyl siloxane impression materials: a review of properties and techniques. *J Prosthet Dent* 1992;68:728-32.
20. Raigrodski AJ, Dogan S, Mancl LA, Heindl H. A clinical comparison of two vinyl polysiloxane impression materials using the one-step technique. *J Prosthet Dent* 2009;102:179-86.
21. Wu AY, Donovan TE. A modified one-step *putty/wash* impression technique. *J Prosthet Dent* 2007;98:245-46.
22. Luthardt RG, Walter MH, Weber A, Koch R, Rudolph H. Clinical parameters influencing the accuracy of 1- and 2-stage impressions: A randomized controlled trial. *Int J Prosthodont* 2008;21:322-27.
23. Miller MB, Castellanos IR. *The techniques* Vol 1. Reality Publishing Co. Houston. 2003, p. 34-5.
24. Millar B. How to make a good impression (crown and bridge). *British Dental Journal* 2001;191:402-5.
25. Wu AY, Donovan TE. The use of vacuum-formed resin sheets as spacers for *putty/wash* impression. *J Prosthet Dent* 2007;97:54-5.

26. Sadowsky SJ. A simplified custom impression technique. *J Prosthet Dent* 2005;94:468-9.
27. Schwartz JC. How to record an impression. www.dentalproductsreport.com <26 April 2012>.
28. Shah S, Sundaram G, Bartlett D. The use of a 3D laser scanner using superimpositional software to assess the accuracy of impression techniques. *J of Dentistry* 2004;32:653-8.
29. Strub J, et al. Computer-aided design and fabrication of dental restoration. *J Am Dent Assoc* 2006;137:1289-96.
30. Beuer F, et al. Digital dentistry: An overview of recent developments for CAD/CAM generated restoration. *Br Dent J* 2008;204:505-11.
31. www.laserdenta.com <10 Juni 2012>.
32. [www.wikipedia.org/wiki/STL_\(file_format\)](http://www.wikipedia.org/wiki/STL_(file_format)) <15 Juni 2012>

(Lampiran 1)

Uji Normalitas

Jenis_model		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
MD_1	master model	.266	10	.044	.885	10	.149
	teknik putty/wash 1 tahap	.230	10	.142	.917	10	.334
	teknik putty/wash 2 tahap	.144	10	.200*	.923	10	.383
	teknik modifikasi putty/wash 2 tahap	.149	10	.200*	.973	10	.914
OG_1	master model	.219	10	.190	.867	10	.091
	teknik putty/wash 1 tahap	.197	10	.200*	.920	10	.356
	teknik putty/wash 2 tahap	.220	10	.184	.904	10	.242
	teknik modifikasi putty/wash 2 tahap	.114	10	.200*	.963	10	.817
MD_2	master model	.245	10	.092	.840	10	.044
	teknik putty/wash 1 tahap	.196	10	.200*	.937	10	.520
	teknik putty/wash 2 tahap	.178	10	.200*	.910	10	.282
	teknik modifikasi putty/wash 2 tahap	.247	10	.085	.877	10	.121
OG_2	master model	.236	10	.120	.858	10	.072
	teknik putty/wash 1 tahap	.201	10	.200*	.887	10	.157
	teknik putty/wash 2 tahap	.299	10	.012	.759	10	.005
	teknik modifikasi putty/wash 2 tahap	.238	10	.114	.911	10	.285
Inter_abutmen	master model	.274	10	.032	.919	10	.349
	teknik putty/wash 1 tahap	.256	10	.063	.900	10	.216
	teknik putty/wash 2 tahap	.208	10	.200*	.909	10	.273
	teknik modifikasi putty/wash 2 tahap	.141	10	.200*	.939	10	.537

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

(Lampiran 2)

Uji Kruskal-Wallis

Test Statistics^{a,b}

	MD_1	OG_1	MD_2	OG_2	Inter_abutmen
Chi-Square	9.877	14.864	10.143	20.877	5.753
df	3	3	3	3	3
Asymp. Sig.	.020	.002	.017	.000	.124

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Jenis_model



(Lampiran 3)

Uji Mann-Whitney*Master Model vs Teknik Pencetakan Putty/wash 1 Tahap***Test Statistics^b**

	MD_1	OG_1	MD_2	OG_2	Inter_abutmen
Mann-Whitney U	41.000	39.000	45.000	24.500	40.000
Wilcoxon W	96.000	94.000	100.000	79.500	95.000
Z	-.681	-.832	-.378	-1.929	-.756
Asymp. Sig. (2-tailed)	.496	.406	.705	.054	.449
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.529 ^a	.436 ^a	.739 ^a	.052 ^a	.481 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Jenis_model

*Master Model vs Teknik Pencetakan Putty/wash 2 Tahap***Test Statistics^b**

	MD_1	OG_1	MD_2	OG_2	Inter_abutmen
Mann-Whitney U	37.000	28.000	28.000	24.500	28.500
Wilcoxon W	92.000	83.000	83.000	79.500	83.500
Z	-.983	-1.664	-1.664	-1.929	-1.626
Asymp. Sig. (2-tailed)	.325	.096	.096	.054	.104
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.353 ^a	.105 ^a	.105 ^a	.052 ^a	.105 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Jenis_model

*Master Model vs Teknik Pencetakan Modifikasi Putty/wash 2 Tahap***Test Statistics^b**

	MD_1	OG_1	MD_2	OG_2	Inter_abutmen
Mann-Whitney U	10.000	17.000	9.000	12.000	25.000
Wilcoxon W	65.000	72.000	64.000	67.000	80.000
Z	-3.025	-2.496	-3.102	-2.874	-1.891
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002	.013	.002	.004	.059
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a	.011 ^a	.001 ^a	.003 ^a	.063 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Jenis_model

(Lanjutan)

Teknik Pencetakan *Putty/wash* 1 Tahap vs Teknik Pencetakan *Putty/wash* 2 TahapTest Statistics^b

	MD_1	OG_1	MD_2	OG_2	Inter_abutmen
Mann-Whitney U	44.000	12.000	32.000	7.000	27.000
Wilcoxon W	99.000	67.000	87.000	62.000	82.000
Z	-.454	-2.873	-1.361	-3.250	-1.739
Asymp. Sig. (2-tailed)	.650	.004	.174	.001	.082
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.684 ^a	.003 ^a	.190 ^a	.000 ^a	.089 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Jenis_model

Teknik Pencetakan *Putty/wash* 1 Tahap vs Teknik Pencetakan Modifikasi *Putty/wash* 2 TahapTest Statistics^b

	MD_1	OG_1	MD_2	OG_2	Inter_abutmen
Mann-Whitney U	21.000	7.500	21.000	3.000	34.500
Wilcoxon W	76.000	62.500	76.000	58.000	89.500
Z	-2.192	-3.214	-2.193	-3.553	-1.173
Asymp. Sig. (2-tailed)	.028	.001	.028	.000	.241
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^a	.000 ^a	.029 ^a	.000 ^a	.247 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Jenis_model

Teknik Pencetakan *Putty/wash* 2 Tahap vs Teknik Pencetakan Modifikasi *Putty/wash* 2 TahapTest Statistics^b

	MD_1	OG_1	MD_2	OG_2	Inter_abutmen
Mann-Whitney U	24.500	37.500	35.500	27.000	41.000
Wilcoxon W	79.500	92.500	90.500	82.000	96.000
Z	-1.931	-.945	-1.097	-1.740	-.680
Asymp. Sig. (2-tailed)	.054	.345	.273	.082	.496
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.052 ^a	.353 ^a	.280 ^a	.089 ^a	.529 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Jenis_model