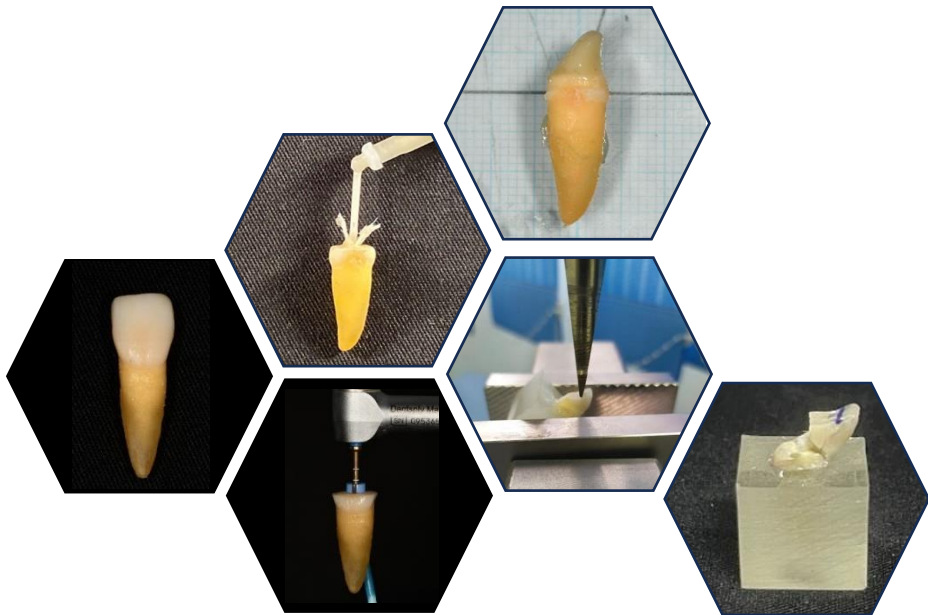


**EVALUASI RESISTENSI FRAKTUR GIGI INSISIVUS RAHANG ATAS
PADA BEBERAPA DERAJAT ANGULASI
PASAK FIBER POLIETILEN**

**EVALUATION OF FRACTURE RESISTANCE OF MAXILLARY INCISORS
ON SEVERAL DEGREES OF ANGULATION
POLYETHYLENE FIBER POST**



**IRFAN FAUZY YAMIN
J025211005**



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**EVALUASI RESISTENSI FRAKTUR GIGI INSISIVUS RAHANG ATAS
PADA BEBERAPA DERAJAT ANGULASI
PASAK FIBER POLIETILEN**

**IRFAN FAUZY YAMIN
J025211005**



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**EVALUATION OF FRACTURE RESISTANCE OF MAXILLARY INCISORS
ON SEVERAL DEGREES OF ANGULATION
POLYETHYLENE FIBER POST**

**IRFAN FAUZY YAMIN
J025211005**



**CONSERVATIVE DENTISTRY SPECIALIST PROGRAM
DEPARTMENT OF CONSERVATIVE DENTISTRY
FACULTY OF DENTISTRY
HASANUDDIN UNIVERSITY
MAKASSAR
2024**

**EVALUASI RESISTENSI FRAKTUR GIGI INSISIVUS RAHANG ATAS
PADA BEBERAPA DERAJAT ANGULASI
PASAK FIBER POLIETILEN**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar spesialis
pada Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi
disusun dan diajukan oleh

IRFAN FAUZY YAMIN
J025211005

kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS

EVALUASI RESISTENSI FRAKTUR GIGI INSISIVUS RAHANG ATAS
PADA BEBERAPA DERAJAT ANGULASI
PASAK FIBER POLIETILEN

IRFAN FAUZY YAMIN

J025211005

telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Seminar Hasil PPDGS
Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin
pada tanggal 4 Juni 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi
Departemen Konservasi Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin
Makassar


Mengesahkan:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D., Sp.KG, Subsp.KR(K)
NIP. 19640518 199103 2 001



Dr. drg. Aries C. Trilaksana, Sp.KG, Subsp.KE(K)
NIP. 19760327 200212 1 001

Ketua Program Studi
PPDGS Konservasi Gigi,

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin,



drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D., Sp.KG, Subsp.KR(K)
NIP. 19640518 199103 2 001



drg. Irfan Sugianto, M. Med. Ed., Ph.D.
NIP. 19810215 200801 1 009

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Evaluasi Resistensi Fraktur Gigi Insisivus Rahang Atas pada Beberapa Derajat Angulasi Pasak Fiber Polietilen" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (drg. Nurhayaty Natsir, Ph. D, Sp. KG, Subsp. KR(K) sebagai Pembimbing Utama dan drg. Aries Chandra Trilaksana, Sp. KG, Subsp. KE(K) sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 28 Juni 2024



Irfan Fauzy Yamin
NIM J025211005

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena hanya dengan berkat, kekuatan dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini dengan judul “Evaluasi Resistensi Fraktur Gigi Insisivus Rahang Atas pada Beberapa Derajat Angulasi Pasak Fiber Polietilen”.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. **drg. Irfan Sugianto, M.Med.Ed, Ph.D** sebagai Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin beserta seluruh pimpinan fakultas atas kesempatan yang diberikan untuk mengikuti Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi Universitas Hasanuddin Makassar.
2. **drg. Nurhayaty Natsir, Ph. D, Sp. KG, Subsp. KR (K)** sebagai pembimbing I sekaligus Ketua Program Studi Konservasi Gigi yang telah meluangkan waktu membimbing, mengarahkan dan memberi nasehat, pengertian dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian dan menyusun tesis ini.
3. **Dr. drg. Aries Chandra Trilaksana, Sp. KG, Subsp. KE (K)** sebagai pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam memberikan arahan, masukan serta dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini.
4. **Prof. Dr. drg. Nurlindah Hamrun, M. Kes** sebagai penguji eksternal yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.
5. **Dr. drg. Maria Tanumihardja, M.DSc** sebagai dosen dan penguji yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.
6. **drg. Noor Hikmah, M.KG., Sp. KG, Subsp. KE (K)** sebagai dosen dan penguji yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.
7. **Dr. drg. Juni Jekti Nugroho, Sp. KG, Subsp. KE (K), drg. Wahyuni Suci Dwiandhany, Ph.D, Sp. KG, Subsp. KR (K), drg. Christine Anastasia Rovani, Sp.KG, Subsp. KR (K), drg. Afniati Rachmuddin, Sp.KG, Dr. drg. Maria Tanumihardja, M.DSC, Dr. drg. Hafsah Katu, M. Kes, dan Prof. Dr. drg. Ardo Sabir, M.Kes** sebagai dosen yang memberikan ilmu, bimbingan, dan masukan selama Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi.
8. Seluruh staf Laboratorium Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin, yang telah membantu dalam proses pembuatan sampel penelitian.
9. Seluruh staf Laboratorium Konservasi Gigi Metalurgi Fisik Fakultas Teknik Mesin Universitas Hasanuddin, yang telah membantu dalam proses pengujian resistensi fraktur sampel penelitian.
10. Teman-teman residen konservasi gigi angkatan 10 (2019), angkatan 11 (2020.1), angkatan 12 (2020.2), angkatan 14 (2021.2), angkatan 15 (2022.1), angkatan 16 (2022.2), angkatan 17 (2023.1), dan angkatan 18 (2023.2) dan sahabat terkhusus

angkatan 13 (2021.1) yaitu Dwi Puji Lestari, A. Ghina Zakiyah NZ, Rosida Indriyatmi, Theresia PL. Hurint, Sulastri, dan Jade Maruti Lolong. Terima kasih untuk kebersamaan, kekompakan, dan kerja samanya.

11. Sejawat senior, rekan dan junior residen program studi lain yang turut membantu selama proses penelitian dan keresidenan PPDGS FKG Unhas.

12. Terkhusus kepada:

- a. Ayah dan ibu tercinta, **H. Muh Nur Yamin, SH** dan **Hj. Sitti Hasirah, SE**, ayah dan ibu mertua tercinta, **H. A. Abdul Gaffar, SH** dan **Hj. Hadirah, SH**, dan saudara saya **Imran Nuryamin, S.Kom** yang telah memberikan dukungan doa dan moril selama penulis menjalani proses pendidikan,
- b. Istri tercinta, **drg. A. Titin Alfriana**, anak-anak tersayang **Ginandra Arkana Affan** dan **Nayanika Noura Indira** atas segala dukungan doa dan moril kepada penulis selama menjalani proses pendidikan.

Akhir kata, dengan penuh kesadaran dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan dalam penyusunan tesis ini yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu dan semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, kasih dan karunia-Nya kepada kita semua dan berkenan menjadikan tesis ini bermanfaat.

Makassar, 28 Juni 2024



Irfan Fauzy Yamin

ABSTRAK

IRFAN FAUZY YAMIN. **Evaluasi Resistensi Fraktur Gigi Insisivus Rahang Atas pada Beberapa Derajat Angulasi Pasak Fiber Polietilen** (dibimbing oleh Nurhayaty Natsir dan Aries Chandra Trilaksana).

Pendahuluan. Restorasi gigi anterior yang membutuhkan koreksi angulasi merupakan tantangan bagi klinisi. Koreksi angulasi dengan menggunakan pasak logam *custom* memiliki kekurangan seperti pengambilan struktur gigi lebih banyak, modulus elastisitas besar, dan kurang estetik. Untuk mengatasinya, maka penggunaan pasak fiber polietilen telah dikembangkan. Pasak fiber polietilen mudah dibentuk pada saluran akar dan memberikan estetik lebih baik. Akan tetapi, nilai resistensi fraktur gigi belum pernah dievaluasi dengan berbagai derajat angulasi.

Tujuan. Mengetahui penggunaan pasak fiber polietilen dengan beberapa derajat angulasi terhadap resistensi fraktur gigi insisivus rahang atas. **Metode.** 32 gigi insisivus yang telah diekstraksi diseleksi berdasarkan kriteria penelitian. Perawatan saluran akar dan pengambilan gutta percha dilakukan untuk persiapan penggunaan pasak fiber polietilen. Seluruh sampel penelitian dibagi menjadi empat kelompok berdasarkan derajat angulasi, terdiri dari kelompok P1 (5°), kelompok P2 (10°), kelompok P3 (15°), dan kelompok kontrol (0°). Seluruh sampel penelitian dilakukan uji resistensi fraktur dan analisis data dilakukan dengan uji statistik ANOVA dan *Post-Hoc* LSD. **Hasil.** Terdapat perbedaan signifikan nilai rerata uji resistensi fraktur pada keempat kelompok penelitian. Nilai rerata uji resistensi fraktur tertinggi pada kelompok P1 (281,29 ± 84.97 Newton) dan terendah pada kelompok kontrol (164.75 ± 41.75 Newton). Terdapat perbedaan signifikan nilai uji resistensi fraktur antara kelompok P1 dan kelompok P3, dan antara kelompok P1 dan kelompok kontrol. **Simpulan.** Terdapat perbedaan resistensi fraktur gigi insisivus rahang atas pada penggunaan pasak fiber polietilen dengan derajat angulasi 5° dan 0° serta derajat angulasi 5° dan 15° sehingga restorasi gigi anterior dengan koreksi angulasi 5°-10° dapat menggunakan pasak fiber polietilen.

Kata Kunci: pasak fiber polietilen, resistensi fraktur, derajat angulasi

ABSTRACT

IRFAN FAUZY YAMIN. *Evaluation of Fracture Resistance of Maxillary Incisor Teeth at Several Degrees of Angulation of Polyethylene Fiber Post* (supervised by Nurhayaty Natsir and Aries Chandra Trilaksana).

Introduction. Restoration of anterior teeth that require angulation correction is a challenge for clinicians. Angulation correction using custom cast posts has disadvantages such as taking more tooth structure, large elastic modulus, and poor aesthetics. To overcome these, the use of polyethylene fiber posts has been developed. Polyethylene fiber posts are easy to shape in the root canal and provide better aesthetics. However, the fracture resistance value of the tooth has not been evaluated with various degrees of angulation. **Objective.** To investigate the use of polyethylene fiber posts with various degrees of angulation on the fracture resistance of maxillary incisors. **Methods.** 32 extracted incisor teeth were selected for the study criteria. Root canal treatment and gutta percha removal were performed in preparation for the use of polyethylene fiber posts. All study samples were divided into four groups based on the degree of angulation, consisting of group P1 (5°), group P2 (10°), group P3 (15°), and control group (0°). All samples were subjected to fracture resistance test and data were analyzed using ANOVA and Post-Hoc LSD statistical tests. **Results.** There was a significant difference in the mean value of fracture resistance test in the four groups. The mean value of fracture resistance test was highest in the P1 group (281.29 ± 84.97 Newton) and lowest in the control group (164.75 ± 41.75 Newton). There was a significant difference in fracture resistance test values between group P1 and group P3, and between group P1 and the control group. **Conclusion.** There is a difference in fracture resistance of maxillary incisors in the use of polyethylene fiber posts with angulation degrees of 5° and 0° and angulation degrees of 5° and 15° so that anterior tooth restorations with angulation correction of 5°-10° can use polyethylene fiber post.

Keywords: polyethylene fiber posts, fracture resistance, degree of angulation

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN PENGAJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.4 Tinjauan Teori.....	3
1.5 Hipotesis Penelitian.....	13
BAB II. METODE PENELITIAN	14
2.1 Tempat dan Waktu	14
2.2 Alat dan Bahan.....	14
2.3 Metode Penelitian	15
2.4 Pelaksanaan Penelitian	16
2.5 Parameter Pengamatan	19
BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
3.1 Hasil	21
3.2 Pembahasan	23
BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN	26
4.1 Kesimpulan	26
4.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA.....	27
LAMPIRAN.....	29

DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
3.1 Nilai Rerata Resistensi Fraktur Gigi Insisivus pada Beberapa Derajat Angulasi Pasak Polietilen berdasarkan Kelompok Penelitian.....	21
3.2 Perbandingan Resistensi Fraktur Gigi Insisivus pada Beberapa Derajat Angulasi Pasak Polietilen antar Kelompok Penelitian.....	23

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1.1 Pembuatan Pasak Logam <i>Custom</i>	6
1.2 Penggunaan Pasak Prefabrikasi Fiber.....	8
1.3 Pita Fiber Polietilen	8
1.4 Penggunaan Klinis Pasak Fiber Polietilen.....	9
1.5 Ilustrasi Kegagalan Restorasi Mahkota Pasak.....	11
1.6 Ilustrasi distribusi tekanan pada restorasi mahkota pasak.....	11
1.7 Ilustrasi arah gaya oklusi pada restorasi mahkota pasak.....	12
1.8 Ilustrasi Sudut Kollum.....	12
3.1 Nilai rerata resistensi fraktur antar kelompok penelitian	22

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Surat Izin Penelitian	29
2. Surat Rekomendasi Persetujuan Komite Etik Penelitian	30
3. Hasil Uji Resistensi Fraktur Gigi	31
4. Hasil Analisis Uji Statistik Menggunakan SPSS 26 <i>For Windows</i>	39
5. Dokumentasi Penelitian.....	41
6. Riwayat Hidup Penulis	46

DAFTAR SINGKATAN

Lambang/ singkatan	Arti dan penjelasan
°	derajat
ANOVA	Analysis of variance
CDP	<i>Crown Down Pressureless</i>
CEJ	<i>Cementoenamel Junction</i>
EDTA	<i>Ethylene Diamin Tetraacetic Acid</i>
<i>et al</i>	dan lainnya
K	Kontrol
LSD	Least Signifinance Different
ml	mililiter
mm	milimeter
N	Newton
NaCl	Natrium Klorida
NaOCl	Natrium Hipoklorit
P1	Perlakuan Satu
P2	Perlakuan Dua
P3	Perlakuan Tiga
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
UTM	<i>Universal Texting Machine</i>

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Restorasi gigi anterior yang telah dilakukan perawatan endodontik merupakan perhatian utama dalam kedokteran gigi restorasi khususnya pada kasus kehilangan struktur gigi yang luas (de Andrade *et al*, 2023). Kehilangan struktur gigi yang luas mengakibatkan retensi restorasi koronal terganggu sehingga diperlukan restorasi koronal yang dapat menahan berbagai tekanan fisik dan mekanik (Jindal *et al*, 2012). Penggunaan sistem pasak dan inti telah digunakan untuk mendukung restorasi gigi yang telah dirawat endodontik pada kasus kehilangan struktur yang luas (Marisetty *et al*, 2021).

Secara umum, pasak dapat diklasifikasikan berdasarkan bahan terdiri dari pasak logam atau non-logam, sedangkan berdasarkan pembuatan terdiri dari pasak *custom* dan pasak prefabrikasi (Kim *et al*, 2011). Pemilihan jenis pasak sangat mempengaruhi distribusi gaya pengunyahan pada gigi yang telah dilakukan perawatan endodontik yang berdampak pada ketahanan fraktur gigi dan juga mempengaruhi estetika suatu restorasi mahkota (Marisetty *et al*, 2021).

Pada beberapa kasus, restorasi gigi anterior yang membutuhkan koreksi angulasi untuk memperbaiki estetik merupakan tantangan bagi klinisi. Koreksi angulasi gigi selain mengembalikan estetik, tentunya juga mempertimbangkan kekuatan yang diterima pada gigi tersebut dengan memperhitungkan sudut mahkota-akar dan sudut fasial gigi (Marisetty *et al*, 2021; Haralur *et al*, 2017). Restorasi gigi anterior yang membutuhkan koreksi angulasi sebelumnya diatasi dengan menggunakan pasak logam *custom*. Restorasi pasak logam *custom* memodifikasi preparasi akses kavitas dan preparasi mahkota sehingga menyebabkan hilangnya struktur gigi yang lebih luas (Gowda *et al*, 2019).

Pasak logam *custom* telah digunakan dalam koreksi angulasi karena dapat dibentuk sesuai kebutuhan kasus (Haralur *et al*, 2017). Gowda *et al* (2019) menyatakan sistem pasak dan inti logam *custom* dengan angulasi hingga 20° dapat dianggap aman sebagai restorasi pasak setelah perawatan endodontik. Namun, penggunaan sistem pasak dan inti logam *custom* membutuhkan pengambilan struktur gigi pada saluran akar yang lebih banyak, memiliki modulus elastisitas lebih besar, dan memiliki estetik kurang baik (Jindal *et al*, 2012). Resistensi fraktur gigi dan pola distribusi tegangan pada pasak logam *custom* dapat bervariasi dengan berbagai derajat angulasi (Marisetty *et al*, 2021). Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pasak dan inti yang konservatif, dengan sifat biomekanik yang mirip dengan struktur gigi, dan menghasilkan estetik yang baik.

Fiber polietilen merupakan fiber berbentuk lembaran pita yang telah digunakan untuk berbagai perawatan kedokteran gigi seperti bahan *splinting*, penggantian gigi yang hilang, sebagai struktur penguat pada kavitas yang luas, dan bahan pasak direk pada gigi yang telah dirawat endodontik. Fiber polietilen dapat digunakan sebagai

pasak intrakanal yang dapat dibentuk dan disesuaikan sesuai kebutuhan (Marisetty *et al*, 2021).

Fiber polietilen memiliki sifat fisik yang baik, fleksibilitas tinggi, dan kemampuan adaptasi yang baik sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai sistem pasak dan inti pada restorasi gigi anterior dengan koreksi angulasi. Fiber polietilen memiliki pola *cross linked* yang rapat dan dapat beradaptasi dengan permukaan gigi sehingga dapat membentuk ikatan mekanis dengan resin komposit. Fiber polietilen memiliki modulus elastisitas mendekati dentin dan dapat menciptakan sistem pasak dan inti monoblok sehingga dapat mendistribusi tekanan di sepanjang akar (Jindal *et al.*, 2012). Pasak fiber polietilen tidak memerlukan pembesaran pada saluran akar sehingga mencegah pengambilan struktur gigi berlebihan yang dapat beresiko terjadi perforasi pada saluran akar. Fiber polietilen ini bersifat translusen sehingga memberikan estetik yang lebih baik dibandingkan pasak logam (Agrawal *et al*, 2014). Beberapa kasus membutuhkan koreksi angulasi yang bervariasi dan ditunjang dengan perkembangan restorasi kedokteran gigi minimal invasif, oleh karena itu peneliti ingin mengetahui resistensi fraktur gigi insisivus rahang atas pada penggunaan pasak fiber polietilen dengan derajat angulasi berbeda.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah apakah penggunaan pasak fiber polietilen dengan beberapa derajat angulasi memberikan resistensi fraktur gigi insisivus rahang atas?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan Umum

Mengevaluasi penggunaan pasak fiber polietilen dengan beberapa derajat angulasi terhadap resistensi fraktur pada gigi insisivus rahang atas.

Tujuan Khusus

1. Menilai penggunaan pasak fiber polietilen dengan derajat angulasi 5° terhadap resistensi fraktur pada gigi insisivus rahang atas
2. Menilai penggunaan pasak fiber polietilen dengan derajat angulasi 10° terhadap resistensi fraktur pada gigi insisivus rahang atas.
3. Menilai penggunaan pasak fiber polietilen dengan derajat angulasi 15° terhadap resistensi fraktur pada gigi insisivus rahang atas.
4. Mengevaluasi perbandingan pasak fiber polietilen dengan derajat angulasi 5°, 10°, 15°, dan kontrol (0°) terhadap resistensi fraktur pada gigi insisivus rahang atas.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat Umum

Dapat memberikan pengetahuan penggunaan pasak fiber polietilen dalam memperbaiki estetik pada gigi insisivus rahang atas.

Manfaat Khusus

Dapat memberikan informasi bagi dokter gigi dan dokter gigi spesialis konservasi gigi dalam penggunaan pasak fiber polietilen dengan derajat angulasi berbeda terhadap resistensi fraktur pada gigi insisivus rahang atas.

1.4 Tinjauan Teori

1.4.1 Restorasi Mahkota Pasak

Restorasi mahkota pasak merupakan suatu perawatan yang terdiri dari pasak dan inti sebagai retensi suatu mahkota yang menggantikan struktur gigi koronal akibat kerusakan oleh karena karies, fraktur, atau kepentingan estetik. Restorasi mahkota pasak bertujuan mengembalikan fungsi pengunyahan, estetik, bicara, dan mencegah kerusakan gigi lebih lanjut. Faktor pertimbangan restorasi mahkota pasak meliputi jumlah struktur gigi tersisa, posisi anatomis gigi, tekanan oklusal, morfologi saluran akar, kondisi jaringan periodonsium, kebiasaan parafungsi, dan faktor estetik (Berman dan Hargreaves, 2021; Garg N dan Garg A, 2019).

Indikasi restorasi mahkota pasak adalah gigi pasca perawatan endodontik dengan kerusakan struktur gigi yang luas, mengubah inklinasi dan posisi gigi untuk kepentingan estetik, dan sebagai gigi penyangga gigi tiruan (Abu-Awwad *et al*, 2019; Garg N dan Garg A, 2019). Kontraindikasi restorasi mahkota pasak adalah struktur gigi tersisa tidak cukup memberikan resistensi, akar gigi terlalu pendek dan bengkok, dukungan tulang yang kurang adekuat, terdapat kegagalan perawatan endodontik seperti penutupan apikal yang buruk, adanya inflamasi dan fistula, terdapat kebiasaan parafungsi akibat *bruxism*, dan adanya fraktur akar (Berman dan Hargreaves, 2021; Garg N dan Garg A, 2019). Pada beberapa kasus, gigi yang mengalami proklinasi membutuhkan restorasi mahkota pasak dengan koreksi angulasi untuk kepentingan estetik pasien.

Persyaratan restorasi mahkota pasak adalah memiliki retensi dan resistensi yang baik dalam mendukung struktur gigi, mudah ditempatkan, mudah terlihat secara radiografi, biokompatibel, mudah dilepas jika diperlukan, estetik, mudah didapatkan dan tidak mahal (Garg N dan Garg A, 2019). Retensi pasak mengacu pada kemampuan pasak untuk menahan gaya vertikal, sedangkan resistensi pasak mengacu pada kemampuan gigi/pasak untuk menahan gaya lateral dan rotasi (Berman dan Hargreaves, 2021).

Faktor yang mempengaruhi retensi pasak adalah sebagai berikut (Berman dan Hargreaves, 2021):

1. Panjang dan diameter pasak

Semakin panjang dan lebar pasak, semakin besar ketahanan dan retensinya, tetapi tidak berlebihan untuk menghindari pelemahan akar karena preparasi yang berlebihan. Panjang pasak dapat sepanjang mungkin, namun 5 mm penutupan apikal harus dipertahankan pada apeks gigi untuk mencegah infeksi ulang saluran akar yang telah dirawat sebelumnya. Panjang pasak di dalam saluran akar harus sama atau lebih besar dari mahkota, atau dua pertiga panjang akar untuk mencapai retensi maksimum. Pasak yang pendek memberikan retensi yang lebih sedikit dan dapat menyebabkan fraktur akar. Parameter panjang pasak lainnya adalah mencapai setidaknya setengah dari panjang akar dalam tulang alveolar. Diameter pasak dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis persiapan pasak yaitu (1) secara konservasional yang berarti persiapan pasak minimal agar tidak melemahkan struktur gigi dan mengurangi risiko fraktur akar; (2) secara proporsional yang berarti menilai proporsi antara struktur gigi dan diameter preparasi saluran akar yaitu bagian diameter terkecil dari preparasi harus sepertiga dari diameter mesiodistal akar; dan

(3) secara preservasional, yang menganjurkan bahwa diameter pasak harus mempertahankan setidaknya 1 mm dentin yang sehat di sekitar preparasi pasak (de Andrade *et al*, 2023; Garg N dan Garg A, 2019).

2. Desain pasak

Bentuk pasak mempengaruhi perilaku biomekanik, karena pasak silinder menahan gaya tarik empat kali lebih banyak daripada pasak berbentuk taper, namun memiliki sudut pada bagian apikalnya, memusatkan tensile stress di saluran akar. Selain itu, preparasi untuk penempatan pasak jenis ini membuat bagian apikal menjadi lebih tipis. Di sisi lain, pasak taper memusatkan tensile stress di daerah servikal akar akibat efek *wedge*. Desain lainnya adalah pasak taper ganda, yang lebih cocok pada fleksi, sedangkan bagian apikal tidak mendapatkan tekanan berlebihan, oleh karena itu tidak melemahkan akar (de Andrade *et al*, 2023).

Pasak berbentuk sekrup masih digunakan sebagai pasak intraradikuler. Dalam menganalisis distribusi tegangan pada gigi yang direstorasi dengan jenis pasak ini, tegangan tinggi dihasilkan selama insersinya. Bentuk pasak bergerigi, dengan retensi makro yang dimaksudkan untuk meningkatkan retensi mekanis antara semen resin dan pasak. Namun, retensi ini sangat mengurangi kekuatan lentur pasak karena pengurangan diameter pasak yang sebenarnya (de Andrade *et al*, 2023).

3. Bahan dan metode *luting*

Retensi pasak pada saluran pasak yang telah dipreparasi melalui bahan sementasi/*luting*. Semen *luting* yang paling umum adalah penggunaan semen resin adesif. Alasan penggunaan semen ini adalah ikatan adhesif pada dentin saluran akar mempunyai efek memperkuat gigi selain retensi restorasi. Kerugian dari semen resin adalah sensitivitas dari teknik sementasi. Metode *luting* yang digunakan harus menyesuaikan dengan intruksi pabrik dari bahan *luting* yang digunakan (Garg N dan Garg A, 2019).

4. Posisi gigi pada lengkung rahang

Posisi gigi pada lengkung terkait dengan intensitas dan arah beban oklusal, yang dapat mempengaruhi umur panjang restorasi mahkota pasak. Restorasi yang dilakukan pada gigi anterior tiga kali lebih sering mengalami kegagalan daripada gigi posterior karena gaya horizontal yang lebih tinggi (Naumann *et al*, 2005). Arah gaya oklusal mempunyai pengaruh yang besar terhadap pola distribusi tegangan pada pasak. Kekuatan pengunyahan di daerah gigi anterior tumpang tindih vertikal gigi insisivus. Area oklusi pada gigi anterior berada pada 1/3 insisal gigi dan sudut rata-rata 135°. Gaya miring pada gigi anterior rahang atas pada saat pengunyahan mengakibatkan gerakan rotasi dengan titik tumpu pada daerah servikal dentin; tegangan yang dihasilkan didistribusikan pada permukaan luar pasak (Haralur *et al*, 2017).

Faktor yang mempengaruhi resistensi pasak adalah sebagai berikut (Berman dan Hargreaves, 2021):

1. Adanya *ferrule*

Salah satu faktor paling penting dalam resistensi restorasi mahkota pasak adalah jumlah dentin koronal yang tersisa setelah preparasi untuk penempatan pasak. Margin dentin sehat 2 mm dianggap cukup untuk memberikan efek *ferrule* yang melindungi akar terhadap fraktur margin gingiva. Efek *ferrule* yang tepat dapat mengurangi konsentrasi tegangan di dalam struktur gigi untuk mengurangi tegangan pada pasak dan antar permukaan adhesif (de Andrade *et al*, 2023).

2. Panjang dan kekakuan pasak

Panjang pasak dapat memberikan resistensi pasak sama halnya dengan retensi pasak. Selain itu, fraktur akar dilaporkan sebagai bentuk kegagalan yang berhubungan dengan pemasangan pasak, terutama ketika menggunakan pasak rigid. Pasak fiber dianggap sebagai pilihan untuk restorasi gigi setelah perawatan saluran akar karena mempunyai modulus elastisitas serupa dengan struktur dentin. Modulus elastisitas dentin adalah $17,5 \pm 3,8$ GPa, pasak fiber berkisar antara $24,4 \pm 3,8$ GPa, dan pada pasak logam $108,6 \pm 10,7$ GPa. Kekuatan lentur pada dentin adalah $212,9 \pm 41,9$ MPa, pasak fiber berkisar antara $879,1 \pm 66,2$ MPa, dan pada pasak logam $1545,3 \pm 135,9$ MPa. Pasak komposit yang diperkuat fiber memiliki modulus elastisitas yang lebih mendekati dentin sedangkan pasak logam jauh lebih tinggi. Sifat fisik pada pasak fiber ini memberikan distribusi tekanan yang lebih baik dan merata pada sepanjang saluran akar sehingga mencegah fraktur gigi dalam waktu lama selama pengunyahan (Garcia *et al*, 2022). Oleh karena itu, sistem pasak dan inti yang ideal harus memiliki resistensi fraktur yang lebih tinggi daripada gaya pengunyahan rata-rata dan harus memiliki sifat fisik seperti modulus elastisitas, kekuatan tekan, dan koefisien ekspansi termal yang mirip dengan dentin (Saritha *et al*, 2017).

3. Adanya fitur antirotasi

Membuat bentuk antirotasi seperti grooves, pins, atau *keyway* (bentuk kunci) memberikan resistensi tambahan pada pasak. Penempatan fitur antirotasi dapat dilakukan dengan bantuan bur *diamond* atau karbid berbentuk silinder atau bur karbida. Hal ini dilakukan untuk menyediakan stabilitas antirotasi dari suatu pasak (Garg N dan Garg A, 2019).

1.4.2 Klasifikasi Pasak

Secara umum, pasak dapat diklasifikasikan berdasarkan bahan terbagi menjadi pasak logam atau non-logam, sedangkan berdasarkan pembuatannya terdiri dari pasak *custom* dan pasak prefabrikasi (Kim *et al*, 2011; Singh *et al*, 2015).
Klasifikasi pasak *cast*:

1. Berdasarkan tipe *alloy*
 - a. *Gold alloy*
 - b. *Chrome-Cobalt alloy*
 - c. *Nickel-Chromium alloy*
2. Berdasarkan jumlah pasak
 - a. Pasak tunggal
 - b. Pasak multipel

Klasifikasi pasak prefabrikasi:

1. Berdasarkan taper
 - a. Paralel
 - b. Taper
 - c. Paralel taper
2. Berdasarkan sifar permukaan
 - a. *Smooth*/ halus
 - b. *Serrated*/ bergerigi
 - c. *Self threading*
3. Berdasarkan *fitting* pada saluran akar
 - a. Pasak aktif
 - b. Pasak pasif

4. Berdasarkan bahan
 - a. Logam
 - Titanium
 - *Stainless steel*
 - *Brass*
 - b. Non-Logam
 - Pasak Non-Estetik: pasak fiber karbon
 - Pasak Estetik: Fiber polyethelene, fiber *glass*, quartz, keramik
5. Berdasarkan transmisi cahaya
 - a. *Light transmitting*
 - b. *Non-Light transmitting*
6. Berdasarkan *vented*
 - a. Dengan *vent*
 - b. Tanpa *vent*
7. Berdasarkan formasi monoblock
 - a. Formasi monoblok
 - b. Tidak formasi monoblok

1.4.3 Pasak Logam *Custom-Cast*

Pasak logam *custom* telah digunakan selama beberapa dekade dan digunakan sebagai "standar emas" pada restorasi mahkota pasak (Bergenholtz G, 2010). Keuntungan pasak logam *custom* adalah dapat beradaptasi dengan saluran akar besar yang bentuknya tidak beraturan, sangat kuat, retensi core yang lebih baik, dan bermanfaat pada kasus koreksi angulasi gigi. Kekurangan pasak logam *custom* adalah memerlukan waktu kerja yang lama, sangat rigid sehingga konsentrasi tekanan pada akar menyebabkan fraktur akar, kurang estetik, korosi, resiko casting yang tidak akurat, dan sulit dilepaskan (Bergenholtz G, 2010; Garg N dan Garg A, 2019).

Restorasi pasak dan inti *custom* dapat dibuat dengan pembuatan *custom* pasak dan inti dengan pola resin atau wax pada gigi yang dipreparasi (Gambar 1.1). Pasak logam tipis digunakan sebagai pusat penguat pada pola resin atau wax terbentuk. Pola pasak dan core ini kemudian ditanam dan dicasting untuk membentuk pasak dan inti *custom* (Grossman, 2021).



Gambar 1.1 Pembuatan Pasak Logam *Custom*
(Torabinejad, 2021)

1.4.4 Pasak Logam Prefabrikasi

Pasak logam prefabrikasi telah digunakan secara luas selama 20 tahun terakhir. Tersedia dalam berbagai *alloy* logam dan dapat tersedia dalam bentuk aktif atau pasif (Garg N dan Garg A, 2019). Pasak logam prefabrikasi sering digunakan untuk restorasi pasak fabrikasi direk. Pasak ini diklasifikasikan beberapa kategori yaitu komposisi *alloy*, mode retensi, dan bentuk. Bahan yang digunakan untuk membuat pasak logam termasuk *alloy* emas, stainless steel, dan *alloy* titanium, *alloy* Co-Cr-Mo, dan *alloy* platinum. Pasak logam sangat kuat dan, dengan pengecualian *alloy* titanium, sangat kaku (Berman dan Hargreaves, 2021).

Keuntungan pasak logam prefabrikasi yaitu mudah digunakan, menghabiskan waktu lebih sedikit, mudah dikeluarkan pada pasak pasif, tersedia dalam berbagai bentuk dan ukuran, retentif dengan akar terutama pasak bergerigi dan sisi paralel, radiopak, dan hemat biaya. Kekurangan pasak logam prefabrikasi tidak konservatif karena akar dirancang untuk menerima pasak, tidak dapat ditempatkan pada saluran akar yang membengkok, estetika yang buruk, sangat kaku, sulit dikeluarkan kembali pasak aktif, rawan korosi, dan jenis pasak tapered dapat memiliki efek terjepit di saluran akar (Garg N dan Garg A, 2019).

Sifat mekanik pasak logam prefabrikasi lebih unggul dibandingkan dengan pasak logam *custom*. Flexural strenght pasak stainless steel adalah sekitar 1430 MPa dan flexural modulus mendekati 110 GPa. Di sisi lain, pasak titanium kurang kaku (66 GPa) tetapi menunjukkan flexural strenght (1280 MPa) yang mirip dengan stainless steel. Sebagian besar *alloy* logam yang terkandung dalam pasak logam prefabrikasi dianggap dapat diterima kecuali *alloy* titanium. *Alloy* titanium umumnya lemah dan karenanya tidak cocok untuk pasak yang tipis. *Alloy* titanium memiliki radiodensitas yang sama dengan gutta-percha dan terkadang sulit dideteksi secara radiografi (Berman dan Hargreaves, 2021; Bergenholtz G, 2010).

1.4.5 Pasak Fiber Prefabrikasi

Pasak fiber prefabrikasi terdiri dari fiber yang diperkuat dalam matriks resin polimerisasi. Monomer yang digunakan untuk membentuk matriks resin adalah metakrilat bifungsional (Bis-GMA, UDMA, TEGDMA), namun epoksi juga telah digunakan (Lamichhane, Xu, Zang, 2014). Fiber yang umumnya pada pasak fiber saat ini terbuat dari karbon, glass, silika, atau kuarsa tetapi jenis, kandungan volume, dan keseragaman fiber dan matriks bersifat eksklusif dan bervariasi di antara sistem pasak fiber. Pasak ini direkatkan secara adesif dan digunakan dalam kombinasi dengan bahan inti komposit (Gambar 1.2) (Gorracci dan Ferrari 2011).

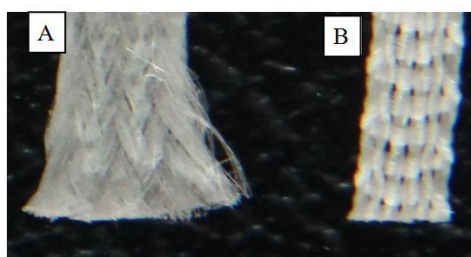
Keuntungan pasak fiber prefabrikasi adalah memiliki *flexural strenght* mendekati 1000 MPa dan *flexural modulus* sekitar 23 GPa sehingga dapat mendistribusi gaya pada sepanjang akar, sehingga mengurangi risiko fraktur akar dan berkontribusi pada penguatan struktur gigi yang tersisa. Pasak fiber bersifat radiopak dan juga dapat menghantarkan cahaya untuk polimerisasi semen luting berbasis resin. Dalam kasus fraktur pasak atau jika diperlukan perawatan ulang saluran akar, pasak fiber mudah dilepas. Kekurangan pasak prefabrikasi adalah tidak diindikasikan pada kasus gigi yang membutuhkan lebih banyak koreksi angulasi, karena tidak dapat ditebuk dan mudah terlepas dari inti (Berman dan Hargreaves, 2021, Haralur *et al*, 2017).



Gambar 1.2 Penggunaan Pasak Prefabrikasi Fiber
(Torabinejad, 2019)

1.4.6 Pasak Fiber Polietilen

Fiber polietilen telah tersedia secara komersial sejak tahun 1992. Fiber polietilen merupakan fiber berbentuk lembaran pita yang digunakan untuk berbagai perawatan kedokteran gigi seperti *splinting* gigi, penggantian gigi yang hilang, perawatan gigi darurat, gigi tiruan cekat sementara, retensi ortodontik, sebagai struktur penguat pada kavitas yang luas, dan bahan pasak direk pada gigi yang telah dirawat endodontik (Marisetty *et al.*, 2021). Konfigurasi pita fiber polietilen memiliki variasi susunan pola anyaman seperti *mesh*, *weave*, *unidirectional*, *braided* dan *locked stitched threads*. Konfigurasi pola anyaman pita fiber yang berbeda dapat mempengaruhi perlekatan interfasial antara fiber dengan resin yang secara tidak langsung dapat menentukan ketahanan fraktur. Beberapa merek pita fiber polietilen yang ada saat ini di pasaran seperti *Ribbon* dan *Construct* yang memiliki perbedaan dalam hal pola anyaman (Gambar 1.3) (Farahanny, 2013).



Gambar 1.3 Pita Fiber Polietilen. (a) pola anyaman *braided* dan
(b) pola anyaman *locked stitched threads* (Farahanny, 2013)

Penggunaan sebagai pasak, fiber polietilen berbentuk lembaran pita fleksibel yang dilapisi dengan bahan adesif dan dimasukkan ke dalam saluran akar (Gambar 1.4). Komposisi bahan ini terdiri dari fiber polietilen dengan berat molekul sangat tinggi yang diolah dengan plasma yang dibentuk menjadi struktur 3 dimensi, *leno wave*, atau *triaxial braid*. Pola khusus dari benang fiber yang bertautan silang menghasilkan *interlocking* mekanis yang lebih tinggi. Selain itu, tegangan superfisial fiber berkurang karena *cold gas plasma pretreatment* memberikan ikatan kimia yang baik dengan bahan resin. Fiber polietilen tidak mudah rusak saat dimanipulasi atau

adaptasi sebelum polimerisasi karena ikatan benang fiber yang padat dan terkunci sehingga mencegah benang fiber berurai atau bergeser. Sifat fisik ini menghasilkan *interlocking* mekanis yang erat antar benang fiber sehingga fiber polietilen dapat ditekuk hingga sudut yang diinginkan. (Parcina dan Baraba, 2016; Belli dan Eskitascioglu, 2006).



Gambar 1.4 Penggunaan Klinis Pasak Fiber Polietilen
(Parcina dan Baraba, 2016)

Fiber polietilen memiliki koefisien elastisitas yang tinggi dan ketahanan yang tinggi terhadap regangan, distorsi, dan traksi yang memungkinkan fiber tersebut beradaptasi secara baik dengan kontur saluran akar. Jika dibandingkan dengan pasak fiber lainnya seperti pasak fiber glass, maka pasak polietilen dapat dimanipulasi sebagai pasak individual yang disementasi dengan semen resin *dual-cure* sehingga menunjukkan jumlah kebocoran mikro yang paling sedikit pada saluran akar. Pada pasak fiber lain yang memberikan kekuatan dan kekakuan tertinggi pada komposit hanya pada arah orientasi fibernya, sedangkan pada fiber polietilen memiliki modulus elastisitas mendekati dentin dan memperkuat polimer komposit ke segala arah sehingga sifat mekaniknya bersifat isotropik dan menciptakan sistem pasak dan inti monoblok yang dapat mengalirkan distribusi tekanan di sepanjang akar (Jindal *et al*, 2012; Parcina dan Baraba, 2016).

Fiber polietilen dapat beradaptasi dengan saluran akar sehingga pembesaran saluran tidak diperlukan dan struktur gigi tetap terjaga. Fiber polietilen ini bersifat translusen sehingga memberikan estetik yang lebih baik dan mudah dalam aplikasi pada saluran akar (Agrawal *et al*, 2014). Berdasarkan sifat – sifat mekanis fiber polietilen tersebut, maka resin yang diperkuat fiber polietilen memberikan retensi yang cukup untuk keberhasilan klinis sistem pasak dan inti serta resistensi fraktur yang adekuat.

1.4.7 Resistensi Fraktur

Gigi normal di bawah gaya fungsional mengalami *bending stress*, dengan *compressive stress* di satu sisi dan *tensile stress* di sisi lain. Pola distribusi tekanan pada gigi normal berbeda dengan gigi yang direstorasi dengan restorasi mahkota pasak. Persyaratan pasak yang mendasar meliputi *tensile strenght* yang tinggi, *shear loading* dan distribusi gaya yang baik yang mempengaruhi akar gigi, serta resistensi fraktur yang tinggi terhadap beban oklusal (Machado *et al*, 2017).

Resistensi fraktur merupakan tegangan tertinggi yang dapat ditahan suatu bahan sebelum terjadinya fraktur. Fraktur yang terjadi dapat berupa fraktur vertikal

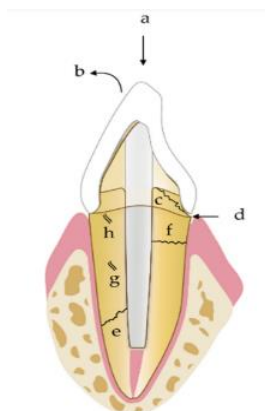
dan fraktur horizontal. Faktor-faktor yang mempengaruhi resistensi fraktur adalah kehilangan struktur gigi, trauma, usia, jenis gigi, derajat kalsifikasi, pengambilan struktur dentin yang berlebihan, dehidrasi dentin setelah perawatan saluran akar, tekanan yang disebabkan oleh obturasi, dan tindakan irigasi pada dinding saluran akar (Garcia *et al*, 2022).

Pengambilan struktur gigi yang berlebihan selama perawatan saluran akar bertanggung jawab utama mempengaruhi resistensi fraktur pada struktur gigi. Resistensi fraktur bergantung pada ketebalan dentin yang tersisa, terutama pada arah bukolingual. Jumlah sisa dentin radikuler dan koronal berbanding lurus dengan resistensi fraktur. Sejumlah besar dentin radikular pada sepertiga bagian mahkota dan tengah dipreparasi selama instrumentasi biomekanik sehingga melemahkan struktur akar. Instrumen rotari memberikan tekanan yang cukup besar pada dinding saluran akar dan membentuk retakan mikro, yang menjadi area dengan konsentrasi tegangan yang tinggi. Retakan ini menyebar atau meluas secara perlahan selama beberapa waktu hingga ke permukaan, yang pada akhirnya mengakibatkan fraktur akar gigi. (Santos *et al*, 2021).

Konsentrasi tekanan dentin radikular pada sepertiga koronal akar akibat gaya lateral membuat gigi rentan terhadap fraktur pada CEJ. Margin dentin sehat 2 mm dianggap cukup untuk memberikan efek ferrule yang melindungi akar terhadap fraktur margin gingiva. Efek ferrule yang tepat dapat mengurangi konsentrasi tegangan di dalam struktur gigi untuk mengurangi tegangan pada pasak dan antar permukaan adhesif. Semakin besar tinggi ferrule, semakin kecil *lever arm* akibat pergerakan gigi sehingga mencegah terjadi fraktur gigi (de Andrade *et al*, 2023; Santos *et al*, 2021).

Resistensi fraktur pada gigi yang direstorasi dengan restorasi pasak, dinilai tidak menawarkan penguatan pada gigi yang direstorasi, namun sebaliknya, penggunaan pasak melibatkan prosedur yang pengambilan struktur gigi dan mengurangi resistensi fraktur (Garcia *et al*, 2022). Pasak bertindak sebagai struktur tetap di dalam akar, yang melekat pada saluran akar yang berfungsi sebagai sistem kantilever. Ketika beban miring diterapkan pada mahkota, tensile stress diamati pada permukaan lingual akar gigi. Mode kegagalan paling umum yang terjadi pada gigi yang telah dirawat endodontik yang direstorasi dengan mahkota pasak dapat berupa terlepasnya pasak/inti dan mahkota secara menyeluruh, terlepasnya sebagian pasak/inti dan/atau mahkota, fraktur pada resin pengisi inti atau dentin koronal, terlepasnya margin servikal-lingual mahkota, fraktur akar obliq, fraktur akar horizontal, fraktur infra tulang, dan fraktur puncak tulang (Gambar 1.5) (de Andrade *et al*, 2023).

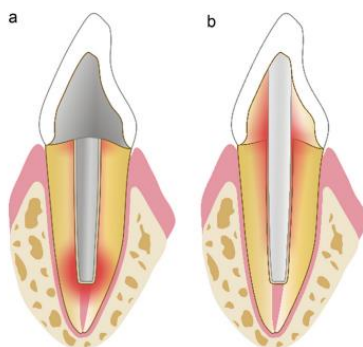
Beberapa faktor yang berhubungan langsung dengan sistem pasak dan inti yang mempengaruhi resistensi pasak antara lain panjang pasak, diameter pasak, desain pasak, material pasak, *fitting* pasak, material inti, efek ferrule, dan semen *luting*. Faktor lain yang mempengaruhi resistensi fraktur berhubungan dengan usia pasien, fraktur akar vertikal pada gigi dengan perawatan saluran akar dan sistem pasak lebih dapat terjadi pada gigi pasien berusia lebih tua dan khususnya pada gigi dengan ketebalan dentin rendah (Garcia *et al*, 2022).



Gambar 1.5 Ilustrasi Kegagalan Restorasi Mahkota Pasak.

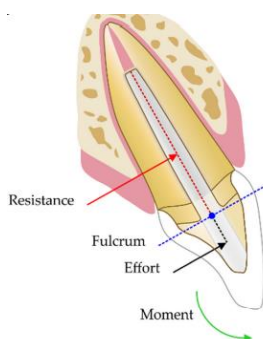
Keterangan: (a) terlepasnya pasak/inti dan mahkota secara menyeluruh; (b) terlepasnya sebagian pasak/inti dan/atau mahkota; (c) fraktur pada resin pengisi inti atau dentin koronal; (d) terlepasnya margin servikal-lingual mahkota; (e) fraktur akar obliq; (f) fraktur akar horizontal; (g) fraktur infra tulang; (h) dan fraktur puncak tulang. (de Andrade *et al*, 2023).

Berbagai parameter pasak dan inti mempengaruhi resistensi pasak. Pasak harus mendapatkan panjang dan diameter yang ideal untuk menghindari tekanan internal yang berlebihan pada akar (de Andrade *et al*, 2023). Selain itu, modulus elastisitas bahan yang digunakan untuk membuat pasak selalu dipertimbangkan, karena secara langsung mempengaruhi perilaku biomekanik restorasi. Pasak dan inti yang lebih kaku dapat meningkatkan retensi restorasi koronal yang lebih baik dan menyebabkan distribusi tekanan yang lebih seragam di saluran akar, namun fraktur akar katastrofik dapat terjadi jika gigi kelebihan beban (Gambar 1.6). Di sisi lain, pasak yang kurang kaku dapat membengkok di bawah beban tinggi, menyebabkan hilangnya retensi pasak atau restorasi, atau bahkan fraktur pasak, mencegah fraktur akar. Selain itu, pasak yang lebih fleksibel akan membahayakan lapisan semen, yang dapat menyebabkan kebocoran pada margin restorasi dan menyebabkan karies sekunder atau reinfeksi saluran (de Andrade *et al*, 2023).



Gambar 1.6 Ilustrasi distribusi tekanan pada restorasi mahkota pasak. (a) pasak logam *custom cast* dan (b) pasak fiber glass (de Andrade *et al*, 2023).

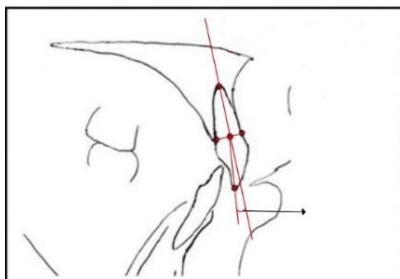
Aspek lain yang dapat mempengaruhi resistensi fraktur adalah posisi gigi pada lengkung karena hal tersebut terkait dengan intensitas dan arah beban oklusal. Kekuatan pengunyahan di daerah gigi anterior tumpang tindih vertikal gigi insisivus. Area oklusi pada gigi anterior berada pada 1/3 insisal gigi dan sudut rata-rata 135° . Gaya miring pada gigi anterior rahang atas pada saat pengunyahan mengakibatkan gerakan rotasi dengan titik tumpu pada daerah servikal dentin; tegangan yang dihasilkan didistribusikan pada permukaan luar pasak (Gambar 1.7). Gerakan rotasi juga mengakibatkan kompresi pada permukaan bukal dan gaya tarik pada permukaan palatal. Kekuatan tarik dentin jauh lebih kecil dibandingkan kekuatan tekannya, oleh karena itu hal ini merupakan predisposisi terjadinya fraktur gigi. Selain itu, perubahan sudut antara segmen koronal dan radikular mengakibatkan perubahan area tekanan oklusi sehingga akan mempengaruhi resistensi fraktur. (Haralur *et al*, 2017).



Gambar 1.7 Ilustrasi arah gaya oklusi pada restorasi mahkota pasak (de Andrade, 2023).

1.4.8 Derajat Angulasi Gigi

Restorasi mahkota pasak pada koreksi angulasi harus mempertimbangkan sudut mahkota-akar dan sudut garis fasial gigi. Sudut mahkota-akar disebut sebagai sudut kollum merupakan sudut yang dibentuk oleh perpotongan sumbu panjang mahkota dan akar dengan menggunakan sefalogram lateral (Gambar 1.8). Penelitian Wu *et al* (2012) menunjukkan bahwa sudut kollum berbeda antar jenis maloklusi. Nilai rata-rata sudut kollum pada maloklusi kelas I adalah $6,1 \pm 5,2$, pada maloklusi kelas II divisi-I adalah $5,3 \pm 4,2$, pada maloklusi kelas II divisi-2 adalah $10,6 \pm 4,4$, dan pada maloklusi kelas III adalah $5,6 \pm 5,1$, sehingga maloklusi kelas II divisi-2 dilaporkan memiliki sudut kollum yang lebih besar (Marisetty *et al.*, 2021; Wu *et al*, 2012).



Gambar 1.8 Ilustrasi Sudut Kollum (Wu *et al*, 2012)

Sudut garis fasial mempengaruhi estetik suatu restorasi mahkota pasak dengan koreksi angulasi. Permukaan fasial gigi anterior terdiri dari dua sudut garis yaitu sudut garis mesiofasial dan distofasial. Jika dilihat dari bidang frontal, sudut garis mesiofasial dan distofasial agak melengkung, sedangkan jika dari bidang sagital akan terlihat lurus. Kedua sudut garis pada gigi anterior tersebut meningkatkan proporsi estetik gigi dengan mengurangi segmen yang terlihat. Penempatan sudut garis fasial gigi yang tidak tepat akan membuat restorasi terlihat berbeda (Haralur *et al*, 2017; Kallala *et al*, 2022).

Pembuatan pasak dan inti yang tidak mengikuti sudut mahkota-akar dan sudut garis fasial gigi akan menyebabkan posisi tepi insisal akan proklinasi, kontur yang tidak sesuai, dan estetik yang buruk. Oleh karena itu, sangat penting suatu restorasi mahkota pasak mempertimbangkan sudut mahkota-akar dan sudut garis fasial gigi yang tepat dengan cara menyerupai dengan gigi yang berdekatan untuk merehabilitasi gigi anterior secara optimal (Haralur *et al*, 2017).

1.5 Hipotesis Penelitian

1.5.1 Hipotesis Nol (H_0)

Tidak terdapat perbedaan resistensi fraktur gigi insisivus rahang atas pada penggunaan pasak fiber polietilen dengan derajat angulasi berbeda (0° , 5° , 10° , dan 15°).

1.5.2 Hipotesis Kerja (H_1)

Terdapat perbedaan resistensi fraktur gigi insisivus rahang atas pada penggunaan pasak fiber polietilen dengan derajat angulasi berbeda (0° , 5° , 10° , dan 15°).