

**PENGGUNAAN ELEKTROMIOGRAFI PADA DETEKSI
KONTRAKSI OTOT LIDAH, MASSETER, TEMPORALIS
SERTA ORBIKULARIS ORIS SEBAGAI DIAGNOSTIK
AWAL MALOKLUSI KLAS I, II, DAN III PADA ANAK**

TESIS



**REZA ARDIANSYA
J065202003**

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI ANAK
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PENGGUNAAN ELEKTROMIOGRAFI PADA DETEKSI
KONTRAKSI OTOT LIDAH, MASSETER, TEMPORALIS SERTA
ORBIKULARIS ORIS SEBAGAI DIAGNOSTIK AWAL
MALOKLUSI KLAS I, II, DAN III PADA ANAK**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
Memperoleh gelar Profesi Spesialis-1 dalam bidang ilmu Kedokteran Gigi Anak
Pada Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin

UNIVERSITAS HASANUDDIN

OLEH:
REZA ARDIANSYA
J065202003

Pembimbing:

1. Prof. Dr. Muh Harun Achmad, drg., M. Kes., Sp. KGA., KKA (K), FSASS
2. Yayah Inayah, drg., M.KG., Sp. KGA

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI ANAK
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN

2023

**PENGGUNAAN ELEKTROMIOGRAFI PADA DETEKSI
KONTRAKSI OTOT LIDAH, MASSETER, TEMPORALIS SERTA
ORBIKULARIS ORIS SEBAGAI DIAGNOSTIK AWAL
MALOKLUSI KLAS I, II, DAN III PADA ANAK**

**OLEH:
REZA ARDIANSYA
J065202003**

Setelah membaca tesis ini dengan seksama, menurut pertimbangan kami,
Tesis ini telah memenuhi persyaratan ilmiah

Makassar, November 2023

Pembimbing 1



**Prof. Dr. Muh. Harun Achmad, drg.
Sp.KGA., KKA (K), FSASS
Nip. 19710523 200212 1 002**


Pembimbing 2



**Yayah Inayah drg., M.KG., Sp.KGA
Nip. 19860323 202005 4 001**

Mengetahui

**Ketua Program Studi (KPS)
PPD-GS Kedokteran Gigi Anak FKG-UNHAS**



**Syakriani Saahfir, drg., Sp.KGA., AIBK (K)
Nip. 19860719 202107 4 001**



PENGESAHAN UJIAN TESIS

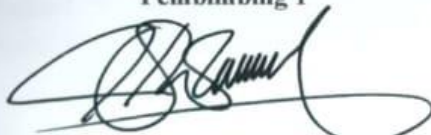
PENGGUNAAN ELEKTROMIOGRAFI PADA DETEKSI KONTRAKSI OTOT LIDAH, MASSETER, TEMPORALIS SERTA ORBIKULARIS ORIS SEBAGAI DIAGNOSTIK AWAL MALOKLUSI KLAS I, II, DAN III PADA ANAK

OLEH:
REZA ARDIANSYA
J065202003

Setelah membaca tesis ini dengan seksama, menurut pertimbangan kami,
Tesis ini telah memenuhi persyaratan ilmiah

Makassar, November 2023

Pembimbing 1



Prof. Dr. Muh. Harun Achmad, drg.,
Sp.KGA., KKA (K.), FSASS
Nip. 19710523 200212 1 002

Pembimbing 2



Yayah Inayah drg., M.KG., Sp.KGA
Nip. 19860323 202005 4 001

Ketua Program Studi (KPS)
PPDGS Kedokteran Gigi Anak FKG-
UNHAS



Syakriani Syahrir, drg., Sp.KGA., AIBK
Nip. 19860711 202107 4 001

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin



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

TESIS

**PENGGUNAAN ELEKTROMIOGRAFI PADA DETEKSI
KONTRAKSI OTOT LIDAH, MASSETER, TEMPORALIS SERTA
ORBIKULARIS ORIS SEBAGAI DIAGNOSTIK AWAL
MALOKLUSI KLAS I, II, DAN III PADA ANAK**

OLEH:
REZA ARDIANSYA
J065202003

Telah disetujui
Makassar, November 2023

1. Pembimbing I: Prof.Dr.Muh Harun Achmad, drg., Sp.KGA.,KKA(K),FSASS
2. Pembimbing II: Yayah Inayah drg., M.KG.,Sp KGA
3. Penguji I : Dr. Letkol Laut (K/W) Lusy Damayanti, drg., Sp.KGA.
4. Penguji II : Wiwik Elnangti Wijaya, drg., Sp.KGA.



Mengetahui
Ketua Program Studi (KPS)
PPDGS Kedokteran Gigi Anak FKG-UNHAS



Syakriani Syahrir, drg., Sp.KGA., AIBK (K)
Nip. 19860719 202107 4 001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Reza Ardiansya

Stambuk : J065202003

Program studi : Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Kedokteran Gigi Anak

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tesis yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan karya tulis akhir ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, November 2023

Yang menyatakan



Reza Ardiansya

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT Tuhan semesta alam atas segala berkah dan karuniaNya, tidak ada daya dan upaya tanpa pertolongan Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis akhir pada waktunya sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan dokter gigi spesialis Kedokteran Gigi Anak Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam proses penelitian dan penulisan ini banyak mendapat bimbingan, arahan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, perkenankanlah penulis menyampaikan banyak terima kasih, penghargaan dan rasa hormat saya kepada bapak, ibu, dan kerabat yaitu:

1. Prof. Dr. Ir. Jamaludin Jompa, M.Sc selaku Rektor Universitas Hasanuddin
2. Irfan Sugianto, drg., M.Med.Ed., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin
3. Prof. Dr. Muh. Harun Achmad, drg., M.Kes.,Sp KGA.,KKA (K).,FSASS selaku Kepala Departmen Ilmu Kedokteran Gigi Anak dan sebagai pembimbing pertama tesis yang selama ini telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan dan mendorong penulis menyelesaikan tesis ini
4. Syakriani Syahrir, drg., Sp.KGA.,AIBK(K) selaku Ketua Program Studi PPDGS Kedokteran Gigi Anak FKG UNHAS yang selalu memotivasi dan memberikan arahan dalam penyusunan karya ilmiah akhir dan selama penulis menjalani proses pendidikan.
5. Yayah Inayah, drg., M.K.G.,Sp KGA. selaku pembimbing kedua tesis yang selama ini telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan dan mendorong penulis menyelesaikan tesis ini.
6. Dr. Letkol Laut (K/W) Lusy Damayanti, drg., Sp.KGA. selaku tim penguji pertama yang telah memberikan masukan dan koreksi dalam proses perbaikan tesis ini
7. Wiwik Elnangti Wijaya, drg., Sp.KGA. selaku tim penguji kedua yang telah banyak memberikan masukan dan koreksi dalam proses perbaikan tesis ini
8. Andi Sri Permatasari, drg., Sp.KGA selaku DPJP yang telah memberikan saran, arahan dan masukan selama menjalani proses pendidikan.
9. Prof. Dr. Intan Sari Areni., S.T., M.T selaku dosen laboratorium teknik elektro universitas hasanuddin beserta Mas Zulfahmi mahasiswa teknik elektro.
10. Seluruh staf pengajar pada program pendidikan dokter gigi spesialis yang telah memberikan ilmu.
11. Alm. Papa Rujito Edi Mulyono, Mama Choneef Indah Fajarwati tersayang yang telah menjaga penulis dalam doa, meridhoi dalam mengejar dan mewujudkan impian-impian dunia dan akherat.
12. Isteriku tersayang Bonytasari Wibowoningrum yang selalu ada menemani, mendukung, memotivasi untuk tidak pernah menyerah selama menjalani pendidikan dan mengisi makna indahnnya hari demi hari.
13. Anak-anak tersayang Faris, Rumaisha dan Sanjaya yang selalu pengertian, banyak waktu bersama yang harus terlewatkan, selalu bersabar, dan menjadi

motivasi terbesar dari penulis. Terimakasih nak maafkan orangtua mu yang mengajak berjuang, ikut beradaptasi, ikut belajar ditempat yang sama sekali tidak kalian kenal. Kalian hebat Nak!

14. Rekan-rekan residen Kedokteran Gigi Anak FKG UNHAS.

15. Seluruh staf dan karyawan bagian kedokteran gigi anak FKG UNHAS, RSGMP UNHAS, RSKDGM Provinsi Sulsel yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu atas bantuannya selama menjalani pendidikan.

Semoga penelitian ini memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan terkhusus pada bagian Kedokteran Gigi Anak.

Makassar, November 2023

Reza Ardiansya

ABSTRAK

Tujuan: Untuk mengetahui penggunaan elektromiografi permukaan *E-Dento Smart* dengan mendeteksi kontraksi otot lidah, temporalis, masseter dan orbikularis oris sebagai deteksi maloklusi pada anak usia tumbuh kembang.

Metode: Sampel yang digunakan adalah pasien poli kedokteran Gigi Anak Rumah Sakit Gigi dan Mulut (RSGM) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin sebanyak 36 pasien anak berusia 6 tahun sampai 18 tahun sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan. Masing-masing sampel terlebih dulu di klasifikasikan maloklusi Angle menurut hubungan molar pertama permanen, kemudian dilakukan pemasangan elektroda bergantian pada masing-masing sisi kanan dan kiri otot masseter, temporalis dan dilakukan pengukuran kontraksi otot dengan elektromiografi permukaan pada gerakan istirahat, menutup, menggigit, mengunyah, menelan dan membuka mulut. Menilai kekuatan otot lidah dengan menekan lidah pada area palatal sekuatnya dan pengukuran kontraksi otot bibir dengan menahan plat yang terdapat di dalam bibir ditarik keluar oleh alat. Kemudian dilakukan pengumpulan dan dilanjutkan dengan analisa data.

Hasil: Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan adanya perbedaan aktivitas otot masseter, temporalis kanan dan kiri pada kelompok maloklusi pada posisi tertentu. Otot temporalis kiri signifikan pada maloklusi klas II ketika istirahat, menggigit, menutup dan mengunyah ($p < 0,05$) dengan uji *Kruskal Wallis*, Otot masseter kiri signifikan pada maloklusi klas II ketika posisi istirahat, menggigit, menutup, mengunyah dan menelan ($p < 0,05$). Hasil kontraksi otot juga dipengaruhi jenis kelamin dan usia pada keadaan tertentu. Jenis kelamin ada perbedaan pada otot temporalis kanan maloklusi klas II pada posisi mengunyah ($p < 0,05$) menggigit maloklusi Klas I ($p < 0,05$). Hasil pada otot lidah dan bibir tidak signifikan ($p > 0,05$)

Kesimpulan: Dalam mendeteksi maloklusi melalui kontraksi otot masseter, temporalis, orbikularis oris dan lidah dapat dipertimbangkan dengan penggunaan alat diagnostik bantu EMG permukaan (*E-dento*) pada posisi tertentu, namun diperlukan penelitian lebih lanjut dan sampel lebih banyak untuk dapat mengeneralisasikan hasil.

Kata Kunci: Elektromiografi, Kontraksi Otot, Maloklusi.

ABSTRACT

Objective: To determine the use of *E-Dento Smart* surface electromyography by detecting contractions of the tongue, temporalis, masseter and orbicularis oris muscles as malocclusion detection in developmental-age children.

Methods: The samples used were 36 paediatric dental patients aged 6 years to 18 years according to the predetermined inclusion and exclusion criteria. Each sample was first classified as Angle malocclusion according to the relationship of the permanent first molar, then alternating electrodes were installed on each right and left side of the masseter, temporalis muscles and muscle contraction measurements were made with surface electromyography in resting, closing, biting, chewing, swallowing and mouth opening movements. Assessing tongue muscle strength by pressing the tongue on the palatal area as hard as possible and measuring lip muscle contraction by holding the plate inside the lips pulled out by the device. Then the data was collected and analysed.

Results: The results showed differences in the activity of the masseter muscle, right and left temporalis in malocclusion groups in certain positions. Left temporalis muscle is significant in class II malocclusion when resting, biting, closing and chewing ($p < 0.05$) with *Kruskal Wallis* test, left masseter muscle is significant in class II malocclusion when resting, biting, closing, chewing and swallowing position ($p < 0.05$). Muscle contraction results are also influenced by gender and age in certain circumstances. Gender there is a difference in the right temporalis muscle of Class II malocclusion in the chewing position ($p < 0.05$) biting Class I malocclusion ($p < 0.05$). Results on tongue and lip muscles were not significant ($p > 0.05$).

Conclusion: In detecting malocclusion through the contraction of the masseter, temporalis, orbicularis oris and tongue muscles can be considered with the use of surface EMG (*E-dento*) auxiliary diagnostic tools in certain positions, but further research and more samples are needed to be able to generalise the results.

Keywords: Electromyography, Muscle Contraction, Malocclusion.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.3.1 Tujuan Umum	6
1.3.2 Tujuan Khusus	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Manfaat pengembangan ilmu	6
1.4.2 Manfaat penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Maloklusi	8
2.1.1 Etiologi Maloklusi	8
2.1.2 Klasifikasi Maloklusi	14
2.1.3 Perkembangan Oklusi	16
2.2 Kebiasaan Buruk Oral	18
2.2.1 Klasifikasi Kebiasaan Oral	19
2.2.2 Macam Kebiasaan Buruk Oral	20
2.3 Otot Orofasial	24
2.3.1 Anatomi dan Fungsi Otot Orofasial	25
2.3.2 Mekanisme Kontraksi Otot	34
2.3.3 Perkembangan Otot Orofasial	45
2.3.4 Kekuatan Otot Orofasial pada Gigi	47
2.3.5 Gangguan Miofungsional Orofasial	50
2.4 Terapi Miofungsional	51
2.5 Oral Motor	52

2.6	Elektromiografi (EMG)	53
2.6.1	Elektroda permukaan	54
2.6.2	Mekanisme Kerja Elektromiografi	55
2.6.3	Fungsi Tes Pemeriksaan Elektromiografi	56
2.7	Evaluasi Kelas Maloklusi Gigi	62
2.8	Kerangka Teori	62
2.9	Kerangka Konsep	64
2.10	Hipotesis	65
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		66
3.1	Rancangan Penelitian	66
3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian	66
3.2.1	Waktu Penelitian.....	66
3.2.2	Lokasi Penelitian.....	66
3.3	Populasi dan Sampel Penelitian	66
3.3.1	Populasi Penelitian.....	66
3.3.2	Sampel Penelitian	66
3.4	Kriteria Inklusi dan Eksklusi	67
3.4.1	Kriteria Inklusi	67
3.4.2	Kriteria Eksklusi	67
3.5	Besar Sampel Penelitian	67
3.6	Identifikasi Variabel Penelitian	68
3.6.1	Identifikasi Variabel Penelitian.....	68
3.6.2	Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	68
3.7	Persiapan dan Tahapan Penelitian	69
3.7.1	Persiapan Penelitian	69
3.7.2	Prosedur Penelitian	70
3.8	Analisa Data	72
3.8.1	Pengolahan Data	72
3.8.2	Uji Statistik	72
3.9	Izin Etik	73
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		74
4.1	Hasil Penelitian	74
4.1.1	Karakteristik Sampel	74
4.1.2	Hasil Kontraksi Masseter & Temporalis pada Maloklusi klas I, II & III	76

4.1.2 Hasil Kontraksi Orbikularis & Lidah pada Maloklusi klas I, II & III	121
4.2 Pembahasan Hubungan Kontraksi Masseter, Temporalis, Orbikularis Oris & Lidah dari Pemeriksaan Elektromiografi dengan Jenis Maloklusi	125
4.3 Pembahasan Hubungan Kontraksi Otot Masseter, Temporalis, Orbikularis Oris dan Lidah dari Pemeriksaan Elektromiografi Berdasarkan Jenis Kelamin.	134
4.4 Pembahasan Hubungan Pola Kontraksi Otot Masseter, Temporalis, Orbikularis Oris dan Lidah dari Pemeriksaan Elektromiografi Berdasarkan Usia.	136
4.5 Implikasi Temuan Terhadap Pengembangan Metode Diagnostik Awal Maloklusi	139
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	140
5.1 Kesimpulan	140
5.2 Implikasi Hasil Penelitian	140
5.3 Saran Untuk Penelitian Selanjutnya	140
DAFTAR PUSTAKA	141

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Oklusi normal dan klas maloklusi menurut Angle.....	15
Gambar 2. 2 Pandangan lateral skeletal menunjukkan bahwa origo otot masseter berasal dari lengkungan zygomatic. Arah Serat ke bawah dan sedikit ke belakang untuk masuk ke sudut mandibula.....	26
Gambar 2. 3 Otot temporal memiliki origo yang luas dari fossa temporal. Perhatikan serabut otot vertikal, miring, dan horizontal, yang berinsersio terutama pada sisi medial dan ujung prosesus koronoideus.....	27
Gambar 2.4 Pandangan lateral skeletal menunjukkan asal otot pterygoid lateral dari puncak infratemporal dan lempeng pterygoid.....	28
Gambar 2. 5 Otot Ekspresi Wajah.....	31
Gambar 2. 6 Gambaran otot lidah intrinsik dan ekstrinsik pada bidang koronal. GGM: otot genioglossus, HB: tulang hyoid, HGM: otot hyoglossus, ILM; otot longitudinal bawah, PGM: otot palatoglossus, SGM: otot stiloglossus, SLM otot longitudinal superior, TVM : otot transversal dan vertical.....	32
Gambar 2. 7 Gambaran otot lidah ekstrinsik dilihat dari perspektif lateral kanan. GGM: otot genioglossus, GT: tuberkulum genial, HB: tulang hyoid, HGM: otot hyoglossus, PGM: otot palatoglossus, SGM: otot stiloglossus, StP: prosesus stiloideus.....	32
Gambar 2. 8 Sarkomer otot rangka. Mikrograf elektron dari potongan memanjang melalui serabut otot, dengan sumbu panjang serabut mendatar. Dua sarkomer lengkap ditampilkan, dan elemen retikulum sarkoplasma memisahkan miofibril dalam arah longitudinal. Pita cahaya di kedua sisi garis-M menunjukkan luasnya daerah bebas jembatan silang dari filamen tebal.....	35
Gambar 2. 9 Miofibril otot membentuk matriks yang sangat terhubung. Render 3D dari 115 sarkomer yang terhubung langsung dalam matriks myofibrillar dari otot kedutan cepat. Setiap warna mewakili segmen miofibril yang berbeda dihubungkan oleh percabangan sarkomer.....	36
Gambar 2. 10 Organisasi protein dalam sarkomer. Setiap molekul titin memanjang dari Cakram- Z ke garis M. Bagian dari molekul titin terkait erat dengan filamen tebal miosin, sedangkan molekul lainnya kenyal dan berubah panjang saat sarkomer berkontraksi dan relaksasi.....	38
Gambar 2. 11 Keadaan relaksasi dan kontraksi dari tampilan miofibril (atas) pergeseran filamen aktin (Merah Jambu) ke dalam ruang antara filamen miosin (merah) Dan (dasar) menarik membran Z satu sama lain.....	39
Gambar 2. 12 Pengaturan filamen tipis. Protein filamen tipis tropomiosin dan troponin mengatur kontraksi otot lurik. Tropomiosin adalah molekul koil memanjang yang berikatan dengan permukaan filamen aktin tipis. Troponin terdiri dari tiga subunit — troponin T (TnT), yang berikatan dengan tropomiosin; troponin I (TnI), yang berikatan dengan aktin dan tropomiosin; dan troponin C (TnC).....	41
Gambar 2. 13 A. Molekul miosin. B,Kombinasi dari banyak molekul miosin untuk membentuk filamen miosin. ribuan jembatan penyeberangan miosin dan interaksi antara kepala <i>cross bridge</i> dengan filamen aktin yang berdekatan....	42
Gambar 2. 14 Komponen Elektromiografi Dentosmart.....	55
Gambar 2. 15 Pasien dalam pemeriksaan kontraksi otot orofasial (masseter dan temporalis) dengan elektromiografi.....	57

Gambar 2. 16 Tampilan oklusal dari lembar sensor yang terpasang pada rahang atas. Ch1: anterior-median; Ch2: median tengah; Ch3: posterior-median; Ch4: posterior-lateral kiri; Ch5: posterior-lateral kanan.....	60
Gambar 2. 17 Aktivitas otot bibir diukur dengan menarik pelat traksi yang terhubung ke pengukur tegangan. (a) Pandangan lateral dari pengukur tegangan yang terhubung ke mesin traksi yang dibuat khusus selama periode latihan. (b) Ilustrasi skematis pelat traksi intraoral.	61
Gambar 4. 1 Grafik Distribusi Sampel Berdasarkan Jenis Kelamin.....	75
Gambar 4. 2 Grafik Distribusi Sampel Berdasarkan Usia	76
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Kontraksi otot temporalis kanan pada anak berdasarkan posisi saat pengukuran	107
Gambar 4. 4 Perbandingan Kontraksi otot temporalis kiri pada anak berdasarkan posisi saat pengukuran	108
Gambar 4. 5 Perbandingan Kontraksi otot masseter kanan pada anak berdasarkan posisi saat pengukuran	109
Gambar 4. 6 Perbandingan Kontraksi otot masseter kiri pada anak berdasarkan posisi saat pengukuran	109
Gambar 4. 7 Perbandingan Kontraksi otot Temporalis Kanan pada Kelompok Maloklusi I, II dan III berdasarkan Jenis Kelamin pada berbagai Posisi	112
Gambar 4. 8 Perbandingan Kontraksi otot Temporalis Kiri pada Kelompok Maloklusi I, II dan III berdasarkan Jenis Kelamin pada berbagai Posisi.....	113
Gambar 4. 9 Perbandingan Kontraksi otot Masseter Kanan pada Kelompok Maloklusi I, II dan III berdasarkan Jenis Kelamin pada berbagai Posisi.....	114
Gambar 4. 10 Perbandingan Kontraksi otot Masseter Kiri pada Kelompok Maloklusi I, II dan III berdasarkan Jenis Kelamin pada berbagai Posisi.....	115
Gambar 4. 11 Perbandingan Kontraksi otot Temporalis Kanan pada Kelompok Maloklusi I, II dan III berdasarkan Jenis Usia pada berbagai Posisi	118
Gambar 4. 12 Perbandingan Kontraksi otot Temporalis Kiri pada Kelompok Maloklusi I, II dan III berdasarkan Jenis Usia pada berbagai Posisi	119
Gambar 4. 13 Perbandingan Kontraksi otot Masseter Kanan pada Kelompok Maloklusi I, II dan III berdasarkan Jenis Usia pada berbagai Posisi	120
Gambar 4. 14 Perbandingan Kontraksi otot Masseter Kiri pada Kelompok Maloklusi I, II dan III berdasarkan Jenis Usia pada berbagai Posisi	121
Gambar 4. 15 Grafik menunjukkan kontraksi otot bibir dan lidah dengan menggunakan elektromiografi. Terlihat bahwa kontraksi otot bibir paling kuat pada anak dengan maloklusi kelas II.....	122

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Otot-Otot Pengunyahan	29
Tabel 2. 2 Kelompok Otot Oral	30
Tabel 2. 3 Gambaran otot lidah.....	33
Tabel 4. 1 Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Istirahat.	78
Tabel 4. 2. Uji Statistik Perbandingan Kontraksi otot Temporalis, dan Masseter pada Posisi Istirahat berdasarkan Jenis Maloklusi	79
Tabel 4. 3 Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Istirahat berdasarkan Jenis Kelamin.....	80
Tabel 4. 4 Uji Statistik Perbandingan Kontraksi otot Temporalis, dan Masseter pada Posisi Istirahat Kelompok Maloklusi I, II dan III berdasarkan Jenis Kelamin.....	81
Tabel 4. 5 Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Istirahat berdasarkan Usia 6-12 tahun dan 12 tahun keatas.	82
Tabel 4. 6 Uji Statistik Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Istirahat berdasarkan Usia 6-12 Tahun dan 12 Tahun keatas.	83
Tabel 4. 7. Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Menutup Mulut.	84
Tabel 4. 8. Analisa Data Perbandingan Kontraksi otot Temporalis, dan Masseter pada Posisi Menutup Mulut Berdasarkan Jenis Maloklusi.....	84
Tabel 4. 9 Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Menutup Mulut berdasarkan Jenis Kelamin Perempuan.	85
Tabel 4. 10 Analisa Data Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Menutup Mulut Berdasarkan Jenis Kelamin.....	86
Tabel 4. 11 Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Menutup Mulut berdasarkan Usia 6-12 tahun dan 12 tahun keatas.	87
Tabel 4. 12 Analisa Data Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Menutup Mulut Berdasarkan Usia.	88
Tabel 4. 13 Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Menggigit.	89
Tabel 4. 14 Analisa Data Perbandingan Kontraksi otot Temporalis, dan Masseter pada Posisi Menggigit Berdasarkan Jenis Maloklusi	90
Tabel 4. 15 Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Menggigit berdasarkan Jenis Kelamin.....	91

Tabel 4. 16 Analisa Data Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Menggigit berdasarkan Jenis Kelamin Perempuan dan Laki-Laki.	92
Tabel 4. 17 Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Menggigit berdasarkan Usia 6-12 tahun dan 12 tahun keatas.	93
Tabel 4. 18 Analisa Data Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Menggigit berdasarkan Usia 6-12 Tahun dan 12 Tahun keatas.....	94
Tabel 4. 19 Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Mengunyah.	95
Tabel 4. 20. Analisa Data Perbandingan Kontraksi otot Temporalis, dan Masseter pada Posisi Mengunyah Berdasarkan Jenis Maloklusi.....	96
Tabel 4. 21 Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Mengunyah berdasarkan Jenis Kelamin.....	97
Tabel 4. 22. Analisa Data Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Mengunyah Berdasarkan Jenis Kelamin.....	98
Tabel 4. 23 Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Mengunyah berdasarkan Usia 6-12 tahun dan 12 tahun keatas.	98
Tabel 4. 24. Analisa Data Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Mengunyah berdasarkan Usia 6-12 tahun dan 12 tahun keatas.....	100
Tabel 4. 25 Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Menelan.	100
Tabel 4. 26 Analisa Data Perbandingan Kontraksi otot Temporalis, dan Masseter pada Posisi Menelan Berdasarkan Jenis Maloklusi.....	101
Tabel 4. 27 Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Menelan Berdasarkan Jenis Kelamin.....	101
Tabel 4. 28 Analisa Data Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Menelan Berdasarkan Jenis Kelamin.....	103
Tabel 4. 29 Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Menelan berdasarkan Usia 6-12 tahun dan 12 tahun keatas.	103
Tabel 4. 30. Analisa Data Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Menelan Berdasarkan Jenis Kelamin.....	105
Tabel 4. 31 Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Membuka Mulut.	105
Tabel 4. 32. Analisa Data Perbandingan Kontraksi otot Temporalis, dan Masseter pada Posisi Membuka Mulut Berdasarkan Jenis Maloklusi.....	106

Tabel 4. 33 Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Membuka Mulut berdasarkan Jenis Kelamin.	110
Tabel 4. 34 Analisa Data Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Membuka Mulut berdasarkan Jenis Kelamin.	111
Tabel 4. 35 Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Membuka Mulut berdasarkan Usia 6-12 tahun dan 12 tahun keatas.	115
Tabel 4. 36 Analisa Data Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Masseter dan Temporalis Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III pada Posisi Membuka Mulut berdasarkan Usia 6-12 tahun dan 12 tahun keatas.	117
Tabel 4. 37 Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Orbikularis dan Lidah Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III.	122
Tabel 4. 38. Analisa Data Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot	123
Tabel 4. 39 Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Orbikularis dan Lidah Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III Berdasarkan Jenis Kelamin.....	123
Tabel 4. 40 Analisa Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Orbikularis dan Lidah Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III Berdasarkan Jenis Kelamin. ..	124
Tabel 4. 41 Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Orbikularis dan Lidah Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III Berdasarkan Usia.	124
Tabel 4. 42 Analisa Data Perbandingan Hasil Elektromiografi Kontraksi Otot Orbikularis dan Lidah Kelompok Maloklusi Klas I, II dan III Berdasarkan Usia.	125

DAFTAR SINGKATAN

WHO	:	World Health Organization.
EMG	:	Elektromyografi
ATP	:	Adenosine Triphosphatase
ADP	:	Adenosine Diphosphatase
TMJ	:	Temporo Mandibular Joint
TMD	:	Temporo Mandibular Disease

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Oklusi gigi merupakan hubungan fisik antara elemen gigi dan fungsional dari komponen sistem pengunyahan: lengkung gigi atas dan bawah, maksila, mandibula, tulang hyoid, lidah, bibir, pipi, dan otot pengunyahan. Gaya yang bekerja pada gigi dihasilkan oleh otot perioral (gaya luar) dan otot lidah (gaya dalam). Kekuatan ini memainkan peran penting dalam memandu erupsi gigi, pembentukan oklusi dan mempertahankan bentuk dan stabilitas lengkung gigi. Keharmonisan dan keseimbangan fungsional otot-otot ini sangat penting dalam pertumbuhan dan perkembangan daerah kraniofasial.¹

Maloklusi didefinisikan sebagai anomali dento-fasial oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO). Maloklusi dapat mempengaruhi estetika penampilan, fungsi, keharmonisan wajah, dan sosial. WHO memperkirakan maloklusi sebagai masalah kesehatan mulut paling umum ketiga, setelah karies gigi dan penyakit periodontal.^{2,3}

Maloklusi dapat menyebabkan defisiensi fungsional dan estetik yang parah yang dapat mengganggu kualitas hidup, menyebabkan gangguan interaksi sosial dan psikologis. Maloklusi dapat membebani pelayanan publik, karena mungkin memerlukan perawatan interdisipliner jangka panjang, serta penilaian dan pemantauan berkelanjutan.⁴ Maloklusi berdampak pada penampilan wajah secara keseluruhan. Penampilan dentofasial tidak hanya berdampak pada penerimaan sosial, tetapi juga pada penilaian kecerdasan yang dirasakan. Beberapa penelitian

mengungkapkan bahwa insisivus yang berdesakkan dan diastema median memiliki dampak negatif terbesar pada kecerdasan dan estetika yang dirasakan. Individu dengan gigi berdesakkan dan diastema median dinilai berasal dari kelas sosial yang lebih rendah daripada mereka yang memiliki oklusi ideal. Daya tarik juga terkait dengan potensi akademik yang dirasakan. Guru sering menilai kecerdasan siswa dan potensi akademik masa depan berdasarkan penampilan wajah. Anak-anak yang menarik diperlakukan lebih hangat daripada individu yang tidak menarik di berbagai latar sosial (bahkan oleh orang tua mereka), dan ini mungkin berimplikasi pada prestasi akademik.⁵

Maloklusi dapat disebabkan karena tidak ada keseimbangan dentofasial. Keseimbangan dentofasial ini tidak disebabkan oleh satu faktor saja, tetapi beberapa faktor yang mempengaruhi. Faktor yang mempengaruhi adalah genetik, lingkungan, pertumbuhan dan perkembangan, etnik, fungsional, patologi. Faktor genetik, lingkungan, dan etnis merupakan kontributor utama dalam maloklusi. Dilihat dari sudut pandang yang lain, adaptasi fungsional terhadap faktor lingkungan mempengaruhi struktur sekitarnya termasuk gigi, tulang, dan jaringan lunak, dan pada akhirnya menghasilkan masalah maloklusi yang berbeda. Maloklusi dapat dianggap sebagai masalah multifaktorial tanpa penyebab spesifik sejauh ini. Maloklusi umumnya bukan merupakan proses patologis tetapi proses penyimpangan dari perkembangan normal, yang proses penyimpangannya mulai terjadi pada masa kanak-kanak.^{3,6}

Kebiasaan oral merupakan kebiasaan di rongga mulut dan dapat berpengaruh terhadap perkembangan struktur dentofasial. Kebiasaan oral dapat juga

menyebabkan masalah estetika dan atau fungsional di mulut. Kebiasaan oral diketahui sebagai bagian dari suatu proses tumbuh kembang normal yang dialami oleh anak. Kebiasaan oral dikatakan normal apabila dilakukan pada kisaran usia 3-6 tahun, tetapi apabila kebiasaan tersebut terus berlangsung di atas rentang usia tersebut maka disebut dengan kebiasaan buruk oral. Kebanyakan pasien tidak menyadari bahwa kebiasaan oral menyebabkan kerusakan permanen pada gigi. Diagnosis yang memadai dari kebiasaan oral membutuhkan evaluasi yang cukup terhadap keadaan stomatognatik setiap pasien melalui pemeriksaan bentuk dan fungsi dari gigi dan status sendi temporomandibular dan otot terkait. Kebiasaan oral yang dilakukan dalam durasi lama dan intensitas yang tinggi juga dapat mempengaruhi perkembangan otot orofasial. Aktivitas otot hiper atau hipo, atau derajat maloklusi yang berbeda tergantung pada kontraksi otot yang menentukan morfologi wajah. Kebiasaan oral yang buruk perlu didiagnosis dan diperbaiki sedini mungkin.^{6, 7, 8}

Gangguan biomekanik atau fungsional dari sistem stomatognatik seperti maloklusi, gangguan temporomandibular, kelainan mengunyah dan menelan dapat berdampak langsung pada otot pengunyahan yang menyebabkan asimetri otot dan mengubah postur kepala melalui rangkaian otot serta mekanisme adaptasi pada postur tubuh. Maloklusi dapat mengubah cara berbicara, bernafas, mengubah postur wajah, mengganggu mengunyah, menelan, menyebabkan gangguan sendi temporomandibular, dan nyeri sering kali ditemukan pada anak maloklusi. Penyimpangan bentuk lengkung gigi bisa menjadi sangat jelas di awal selama perkembangan gigi dan berdampak dengan disfungsi orofasial tertentu, seperti

kebiasaan posisi mulut terbuka, menelan, gangguan artikulasi dan kebiasaan oral, dan dengan demikian merupakan indikator penting untuk deteksi dini kelainan fungsional.^{1, 9, 10}

Otot merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi terjadinya maloklusi. Otot memiliki fungsi untuk elevasi mandibula yaitu otot masseter, otot temporal, dan otot pterygoid medial. Otot yang berfungsi untuk depresi mandibula yaitu otot pterigoid lateral. Beberapa otot yang mempengaruhi oklusi gigi, yaitu otot lidah; otot masseter dan otot buccinator; dan otot orbikularis oris. Perkembangan normal struktur dentofasial bergantung pada fungsi normal otot-otot di sekitar mulut.¹¹

Elektromiografi adalah teknik yang paling objektif dan handal untuk mengevaluasi fungsi dan efisiensi otot dengan mendeteksi potensi listriknya. Elektromiografi memungkinkan untuk menilai tingkat dan durasi aktivitas otot. Tujuan utama elektromiografi permukaan adalah untuk mendeteksi sinyal dari banyak serat otot di area elektroda permukaan pendeteksi. Sinyal-sinyal ini terdiri dari penjumlahan dari aktivitas spasial dan temporal dari banyak unit motorik. Oleh karena itu, analisis rekaman dibatasi pada penilaian aktivitas otot secara umum, kerja sama berbagai otot, dan variabilitas aktivitasnya dari waktu ke waktu.¹²

Elektromiografi merupakan studi tentang fungsi otot melalui penyelidikan dari sinyal listrik yang dipancarkan otot. Ketika sel otot diaktifkan secara elektrik atau neurologis, elektromiografi mendeteksi potensi listrik yang dihasilkan oleh sel otot. Sinyal dapat dianalisis untuk mendeteksi kelainan medis dan gigi. Dasar struktural elektromiografi adalah unit motorik. Unit motorik adalah unit fungsional

otot yang paling mendasar. Unit motor terdiri dari neuron motorik dan semua serat otot yang dipersarafi oleh cabang aksonal neuron motorik. Menggunakan bantuan elektroda elektromiografi maka aktivitas bioelektrik terdeteksi di dalam otot tubuh manusia.¹³

Penelitian sebelumnya yang dilakukan Ardani dkk tahun 2020 untuk mengevaluasi perbedaan aktivitas otot pengunyahan pada Maloklusi Klas I dan Klas II pada etnis Jawa yang di deteksi dengan elektromiografi permukaan pada 16 pasien dengan usia 18 – 21 tahun dengan hasil hanya terdapat perbedaan pada aktivitas otot temporal sisi sebelah kanan pada maloklusi klas I dan II.¹¹ Penelitian yang dilakukan Achmad dkk tahun 2022 menggunakan elektromiografi Dentosmart untuk mengukur otot orofasial pada 27 pasien anak dengan hasil terdapat perbedaan signifikan pada otot masseter anak yang sebelum dan setelah perawatan dengan alat miofungsional.¹⁴

Berdasarkan uraian diatas peneliti tertarik untuk mengetahui penggunaan elektromiografi pada deteksi kontraksi otot masseter, temporalis, serta orbikularis oris dan otot lidah sebagai diagnostik awal maloklusi klas I, II dan III pada anak.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mendeteksi maloklusi klas I, II, dan III melalui kontraksi otot masseter, temporalis, lidah serta orbikularis oris dengan penggunaan elektromiografi permukaan?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mendeteksi maloklusi klas I, II dan III melalui penggunaan elektromiografi pada deteksi kontraksi otot lidah, masseter, temporalis serta orbikularis oris pada anak.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui kontraksi otot lidah, masseter, temporalis serta orbikularis oris pada maloklusi Klas I, II dan III anak.
2. Untuk mengetahui perbandingan kontraksi otot lidah, masseter, temporalis serta orbikularis oris pada maloklusi klas I, II dan III pada anak.
3. Untuk mengetahui efektivitas penggunaan elektromiografi dalam menilai kontraksi otot lidah, masseter, temporalis serta orbikularis oris pada anak.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat pengembangan ilmu

1. Menambah pengetahuan ilmiah tentang elektromiografi sebagai alat deteksi awal pada maloklusi klas I, II dan III pada anak.
2. Menjadi pertimbangan sebagai alat alternatif mendeteksi maloklusi klas I, II dan III pada anak yang mudah diperoleh.

1.4.2 Manfaat penelitian

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya ilmu pengetahuan pada umumnya dan di bidang kedokteran gigi bagian kedokteran gigi anak pada khususnya.

2. Penelitian ini diharapkan menjadi dasar pengembangan ilmu pengetahuan dan penelitian lebih lanjut

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Maloklusi

Maloklusi merupakan suatu kondisi perkembangan dimana terdapat penyimpangan dari hubungan normal atau kesejajaran gigi geligi pada lengkung yang sama dan atau ke gigi pada lengkung yang berlawanan. Maloklusi merupakan salah satu kondisi rongga mulut yang paling umum, dengan prevalensi berkisar antara 20 hingga 100%.¹⁵ Prevalensi maloklusi di Indonesia diperkirakan 80%, tetapi hanya 0,7% yang menerima perawatan ortodontik.¹⁶

Prevalensi maloklusi yang tinggi menyiratkan bahwa upaya kesehatan masyarakat diperlukan karena kondisi tersebut berdampak negatif pada kualitas hidup individu, terutama pada kasus anak-anak dan remaja yang sensitif terhadap masalah penampilan mereka.¹⁷

2.1.1 Etiologi Maloklusi

Maloklusi dapat terjadi karena beberapa kemungkinan penyebab. Maloklusi pada umumnya disebabkan oleh faktor genetik atau lingkungan. Moyers mengklasifikasikan etiologi maloklusi disebabkan keturunan, cacat perkembangan yang tidak diketahui penyebabnya, agen fisik, kebiasaan, penyakit, dan malnutrisi. Graber mengklasifikasikan etiologi maloklusi menjadi faktor umum dan lokal. Faktor umum etiologi maloklusi meliputi: keturunan, kongenital, lingkungan (pre-natal, post-natal), penyakit metabolisme, defisiensi nutrisi, tekanan abnormal dari kebiasaan dan penyimpangan fungsional, postur, trauma dan kecelakaan. Faktor lokal meliputi: anomali jumlah, ukuran, bentuk, labial frenum abnormal, tanggal

premature gigi sulung, retensi gigi sulung yang berkepanjangan, tertunda erupsi gigi permanen, jalur erupsi abnormal, ankylosis, karies gigi, restorasi yang tidak baik.¹⁸ Maloklusi juga dapat disebabkan gabungan dari keturunan, lingkungan dan atau kombinasi keduanya.² White dan Gardiner mengklasifikasikan etiologi maloklusi meliputi:¹⁹

A. Kelainan dasar gigi

1. Hubungan antero-posterior buruk.
2. Hubungan vertikal buruk.
3. Hubungan Lateral buruk.
4. Disproporsi antara gigi dengan tulang basal.
5. Kelainan kongenital

B. Kelainan Pre-erupsi

1. Gangguan posisi dari benih gigi.
2. Kehilangan gigi
3. *Supernumerary* dan bentuk gigi abnormal.
4. Retensi gigi sulung.
5. Frenulum labial tinggi.
6. Trauma.

C. Kelainan Post-erupsi

1. Otot-otot
 - a. Kekuatan otot
 - b. Posisi istirahat otot.
 - c. Kebiasaan menghisap.

- d. Kelainan gerakan mandibula dari posisi istirahat ke oklusi sentris.
2. Tanggal premature gigi sulung.
3. Pencabutan gigi permanen.¹⁹

Graber mengklasifikasikan etiologi maloklusi menjadi:²⁰

A. Faktor Umum Maloklusi

Faktor umum merupakan faktor yang tidak berpengaruh langsung pada gigi, diantaranya:²⁰

1. Keturunan

Keturunan sebagian besar menentukan rasio gigi-jaringan, bentuk dan hubungan rahang dan pola jaringan lunak. Memiliki peran yang lebih besar yang mempengaruhi pembentukan alveolus.¹⁸

Maloklusi karena keturunan dapat berupa disproporsi antara ukuran rahang dan ukuran gigi, atau dapat juga dari disproporsi antara ukuran dan bentuk rahang atas dan bawah. Kelainan gigi dapat diwariskan dan dapat dipengaruhi oleh lingkungan.²¹

Pertimbangan riwayat keluarga dan faktor genetik yang diketahui dalam diagnosis dan perencanaan perawatan maloklusi sangat penting, terutama karena terdapat pengaruh genetik pada hampir semua aspek pertumbuhan dan perkembangan gigi/wajah.²²

2. Kongenital

Terdapat *Cleft*, efek samping obat terhadap janin merupakan faktor kongenital yang dapat mempengaruhi rahang dan gigi sebagai penyebab maloklusi.¹⁸

Celah bibir dan celah langit disebabkan dari kegagalan pembentukan pada jaringan lunak bibir, atau mungkin melibatkan jaringan keras (langit-langit keras) dan langit-langit lunak. Celah bibir atau celah langit bisa unilateral atau bilateral. Celah langit dan bibir dapat menyebabkan penurunan perkembangan lengkung gigi. Ketika jaringan lunak mengalami fibrosis maka jaringan lunak menahan pertumbuhan tulang, mengakibatkan penurunan dimensi anteroposterior dan dimensi vertikal rahang yang dapat menyebabkan penampilan maloklusi kelas III.²¹

3. Ketidakseimbangan Endokrin

Kelenjar endokrin memberikan pengaruh besar pada pembentukan, kalsifikasi, erupsi gigi dan mengatur pola pertumbuhan rahang, wajah dan kranium. Efek gangguan endokrin bervariasi di setiap individu.¹⁸

4. Gangguan Metabolit

Efek dari demam akut terhadap perkembangan maloklusi tidak diketahui, namun beberapa *evidence* baru bahwa kondisi demam akut dapat memperlambat sementara laju pertumbuhan dan perkembangan. Gangguan metabolit menimbulkan gangguan pada waktu erupsi, resorpsi dan kehilangan gigi.¹⁸

5. Penyakit Infeksi

Penyakit dengan efek paralytik seperti poliomyelitis menyebabkan maloklusi. Penyakit dengan kerusakan otot seperti distrofi otot dan *cerebral palsy* dapat menyebabkan efek deformasi yang khas pada lengkung gigi.¹⁸

6. Defisiensi Nutrisi

Maloklusi yang berkembang karena masalah diet cukup tinggi. Maloklusi karena defisiensi nutrisi adalah masalah yang saling berkaitan.¹⁸ Defisiensi nutrisi selama pertumbuhan dan perkembangan anak menyebabkan keterlambatan pusat osifikasi, dan dapat menyebabkan pembentukan sekeletal dan gigi yang buruk.⁴

7. Tekanan kebiasaan abnormal

Tingkat keparahan maloklusi yang disebabkan karena kebiasaan abnormal tergantung pada tiga faktor, yaitu frekuensi, intensitas dan durasi.¹⁸

Frekuensi merupakan berapa kali suatu kebiasaan dilakukan setiap hari. Intensitas merupakan jumlah gaya yang diterapkan pada gigi saat melakukan kebiasaan. Durasi merupakan jumlah waktu yang dihabiskan melakukan kebiasaan.²³

8. Postur

Postur menyebabkan maloklusi belum dapat dibuktikan. Postur tubuh yang buruk dan maloklusi keduanya mungkin hasil dari penyebab umum.

Postur tubuh yang buruk mungkin menonjolkan maloklusi yang ada.¹⁸

Posisi gigi dan rahang tidak hanya ditentukan oleh genetika tetapi juga dipandu oleh postur mulut, seperti posisi lidah yang rendah, dapat berdampak negatif terhadap perkembangan wajah dan gigi. Postur istirahat lidah pada dasar mulut dapat mengubah posisi gigi dan oklusi.²²

9. Trauma dan Kecelakaan

Selama masa pertumbuhan, anak rentan terhadap cedera saat belajar merangkak atau selama bermain. Daerah wajah dan gigi rentan terhadap trauma. Rahang atas anterior gigi sulung yang paling rentan terhadap trauma, sedangkan gigi sulung rahang bawah kurang rentan terhadap cedera traumatis. Trauma dapat mengakibatkan patah gigi, kehilangan vitalitas gigi, pola resorpsi abnormal dan dapat membelokkan benih gigi permanen.^{2,18}

Fraktur pada kondilus rahang merupakan lokasi fraktur mandibula yang paling sering terjadi pada anak. Anak-anak dapat datang dengan gigitan terbuka jika frakturnya bilateral karena penurunan tinggi ramus.²¹

B. Faktor Lokal Maloklusi

Faktor lokal adalah faktor yang berpengaruh langsung pada gigi.²⁰

1. Kelainan ukuran dan jumlah Gigi
 - a. Tidak adanya gigi secara kongenital
 - b. Bentuk dan ukuran gigi abnormal
 - c. Gigi *Supernumerary*
 - d. Posisi abnormal krupta gigi dan *displacement* atau transposisi gigi
2. Frenulum labial abnormal.
3. Tanggal premature gigi sulung.
4. Retensi gigi sulung.
5. Kehilangan gigi permanen.
6. Erupsi gigi permanen yang tertunda.
7. Kegagalan erupsi gigi.

8. Habit
9. Trauma
10. Patologi
11. Salah letak gigi.¹⁸

2.1.2 Klasifikasi Maloklusi

Maloklusi dapat diklasifikasikan menurut tiga bidang ruang (vertikal, transversal dan sagital). Maloklusi vertikal diklasifikasikan sebagai *open bite* dan *deep bite*. *Open bite* merupakan kondisi dimana satu atau lebih gigi tidak dapat berkontak dengan gigi antagonisnya. *Deep bite* memiliki *overbite* vertikal yang meningkat. Maloklusi transversal adalah kelainan dimana gigi posterior atas dan bawah tidak beroklusi. Maloklusi transversal diklasifikasikan sebagai gigitan posterior unilateral, gigitan silang posterior bilateral, dan gigitan *scissor* (Brodie *bite*).²⁴

Maloklusi sagital diklasifikasikan menurut klasifikasi Angle.²⁴ Klasifikasi ortodontik pertama dan sampai sekarang digunakan adalah klasifikasi maloklusi Angle ke dalam Kelas I, II, dan III. Dasar dari klasifikasi Angle adalah hubungan gigi molar pertama dan keselarasan (atau kekurangan) gigi relatif ke garis oklusi (gambar 2.1). Klasifikasi Angle di kelompokkan sebagai berikut.²⁵

1. Maloklusi Kelas I

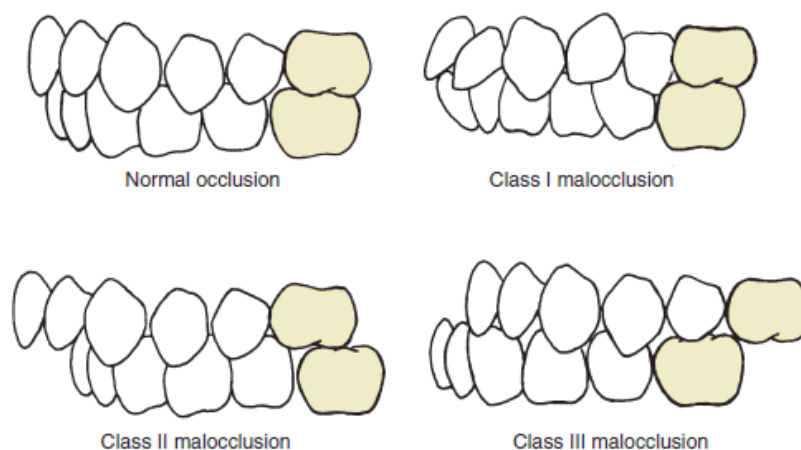
Hubungan molar normal (Kelas I), gigi berjejal, berotasi, dan sebagainya. Posisi *cusp* mesiobukal gigi molar pertama rahang atas sejajar dengan *buccal groove* gigi molar pertama mandibula.²¹

2. Maloklusi Kelas II

Posisi *buccal groove* gigi molar pertama mandibula lebih ke distal terhadap *cusp* mesiobukal gigi molar pertama rahang atas.²⁶ Maloklusi kelas II dibagi menjadi dua divisi: divisi I dan II. Divisi I dan Divisi II masing-masing berhubungan dengan overjet dan overbite.²¹ Maloklusi kelas II divisi I dimana overjet meningkat lebih dari 2-3 mm dan ketika gigi insisivus sentral rahang atas protrusi.²⁷ Maloklusi kelas II divisi 2 ditandai dengan penurunan overjet dan peningkatan overbite dengan retroklinasi gigi insisivus.²⁸

3. Maloklusi Kelas III

Posisi *buccal groove* gigi molar pertama mandibula lebih mesial daripada *cusp* mesiobukal gigi molar pertama rahang atas ketika gigi oklusi. Maloklusi kelas III berhubungan erat dengan genetik. Kelas III juga dapat didefinisikan sebagai *prognathia* mandibular, dan sangat dipengaruhi oleh genetika.²¹



Gambar 2. 1 Oklusi normal dan klas maloklusi menurut Angle.

Sumber: Proffit WR, Fields HW, Larson B, Sarver DM. Contemporary orthodontics-e-book. Elsevier Health Sciences; 2018

Maloklusi yang terkait dengan maloklusi kelas I menurut modifikasi Dewey dari klasifikasi Angle. Individu dengan maloklusi kelas I, relasi molar kelas I terdapat dengan satu atau lebih karakteristik berikut:²⁹

- a. Dewey tipe I:
gigi insisivus berdesakkan atau kaninus terletak di labial, atau keduanya.
- b. Dewey tipe II:
gigi insisivus rahang atas protrusi.
- c. Dewey tipe III:
gigitan silang anterior.
- d. Dewey tipe IV:
gigitan silang posterior unilateral atau bilateral.
- e. Dewey tipe V:
gigitan terbuka anterior atau posterior, *overbite* anterior yang dalam.²⁹

2.1.3 Perkembangan Oklusi

Perkembangan oklusi adalah proses yang terkondisikan secara genetik dan lingkungan, yang menunjukkan variasi dari individu. Istilah oklusi berasal dari bahasa latin yaitu '*okluso*' yang diartikan sebagai hubungan antara semua komponen sistem mastikasi dalam fungsi normal, disfungsi, dan parafungsi.³⁰

Periode perkembangan oklusi antara lain: Periode predente, periode gigi sulung, periode gigi bercampur (transisi), periode gigi permanen.³⁰

1. Periode Predente

Merupakan periode setelah lahir. Periode predente dimana *neonatus* tidak memiliki gigi tetapi hubungan *gumpads* sama pentingnya dengan hubungan gigi. *Gumpads* adalah bantalan berbentuk tapal kuda yang berwarna merah muda, keras dan ditutupi dengan lapisan periosteum padat. *Gumpads* rahang atas lebih lebar dan lebih panjang dari rahang bawah sehingga diperkirakan akan terjadi overjet lengkap di sekelilingnya. Satu-satunya kontak yang terjadi adalah di sekitar daerah molar sedangkan terdapat ruang di daerah anterior disebut gigitan terbuka infantil, gigitan ini dianggap normal dan membantu selama menyusui.³⁰

2. Periode Gigi Sulung

Inisiasi gigi sulung terjadi selama enam minggu pertama kehidupan intrauterin dan gigi sulung pertama tumbuh pada usia 6 bulan. Variasi dari setiap individu membutuhkan waktu sekitar usia 2,5 hingga 3,5 tahun untuk semua gigi sulung mulai mampu beroklusi.³⁰

3. Periode Gigi Bercampur

Periode dimana gigi sulung dan permanen berada di mulut bersama-sama dikenal sebagai gigi bercampur. Fase ini dimulai sekitar usia 6 tahun dengan erupsi gigi molar permanen pertama dan berlangsung hingga usia sekitar 12 tahun.³⁰

Molar permanen rahang bawah yang pertama tumbuh pada usia sekitar 6 tahun. Posisi dan hubungannya tergantung pada hubungan molar sulung ke-2 saat geraham pertama diarahkan ke lengkung gigi oleh permukaan distal gigi molar sulung.³⁰

Periode gigi bercampur merupakan periode penting dari perubahan dentoskeletal, dimana anak-anak sering mempraktikkan kebiasaan mulut yang buruk. Mengetahui faktor-faktor yang terkait dengan maloklusi pada fase gigi bercampur memungkinkan intersepsi kebiasaan oral yang buruk dan dapat membantu mencegah kerusakan fungsional dan psikologis.³¹ Ketidakharmonisan otot di sekitar rongga mulut juga menjadi faktor penyebab langsung maloklusi pada akhir periode gigi bercampur.³²

Anak-anak mulai memperdulikan estetika yang lebih besar pada usia ini, dan maloklusi dapat memberikan pengaruh negatif pada persepsi diri mereka.³¹

4. Periode Gigi Permanen

Seluruh gigi permanen terbentuk di dalam rahang setelah lahir kecuali pada gigi molar pertama yang terbentuk sebelum lahir. Beberapa perubahan yang terlihat pada gigi permanen antara lain:

- a. Lengkungan gigi menjadi lebih pendek.
- b. Overbite vertikal berkurang hingga usia 18 tahun sebesar 0,5 mm.
- c. Overjet berkurang 0,7 mm antara usia 12 dan 20 tahun.³⁰

2.2 Kebiasaan Buruk Oral

Kebiasaan adalah suatu perilaku berulang yang dilakukan secara otomatis atau spontan. Perilaku ini umumnya terjadi pada masa kanak-kanak pada usia kurang dari 6 tahun dan sebagian besar selesai dengan sendirinya.²⁰

Suatu kebiasaan di rongga mulut yang dapat menyebabkan maloklusi disebut kebiasaan buruk. Kebiasaan buruk berpengaruh terhadap fungsi dentofasial seperti proses mengunyah, bicara, oklusi gigi, struktur jaringan penyangga gigi maupun

estetik. Pengaruh ini dapat bersifat sementara atau permanen, tergantung keadaan dan usia anak.²⁰ Pengaruh kebiasaan oral pada pertumbuhan dan perkembangan maksilofasial kranial tergantung pada sifat, onset dan durasi kebiasaan.²

2.2.1 Klasifikasi Kebiasaan Oral

Sistem klasifikasi kebiasaan oral berdasarkan perkembangan, etiologi dan koreksi dari kebiasaan oral.³⁰

A Kebiasaan Oral *Useful* dan *Harmful* menurut James (1923).

1. Kebiasaan oral *Useful*: termasuk kebiasaan fungsi normal seperti posisi lidah yang benar, penelanan, pernapasan yang benar dan penggunaan normal bibir dalam berbicara.
2. Kebiasaan oral *Harmful*: mencakup semua tekanan menyimpang terhadap gigi dan lengkung gigi, seperti kebiasaan bernapas melalui mulut, menggigit bibir, menghisap bibir dan menghisap ibu jari.³⁰

B. Kebiasaan Oral *Compulsive* dan *Noncompulsive* menurut Finn (1987).

1. Kebiasaan oral *Compulsive*: kebiasaan oral yang diperoleh sebagai perasaan terikat pada anak sejauh mana keamanannya terancam.
2. Kebiasaan oral *Noncompulsive*: kebiasaan yang mudah hilang dari pola perilaku anak ketika menjadi dewasa. Anak-anak mengalami modifikasi perilaku berkelanjutan yang memungkinkan anak untuk meninggalkan pola kebiasaan tertentu yang tidak diinginkan dan membentuk kebiasaan baru dan lebih dapat diterima secara sosial.³⁰

2.2.2 Macam Kebiasaan Buruk Oral

1. Menghisap Jari

Menghisap jari adalah kebiasaan yang biasanya dimulai dan diakhiri pada masa kanak-kanak. Kebiasaan menghisap jari jika berlanjut melewati tahun kedua kehidupan atau kegagalan untuk menghentikan perilaku ini dapat mengakibatkan kelainan bentuk lengkung rahang yang membuat koreksi menjadi lebih sulit dengan bertambahnya durasi.^{7, 21}

Terdapat 2 jenis menghisap jari, aktif dan pasif. Menghisap jari aktif, dimana kekuatan yang kuat dari otot wajah dapat mempengaruhi perkembangan rahang bawah, rahang atas, dan gigi, sebaliknya, dengan menghisap jari secara pasif, anak-anak hanya memasukkan jari mereka ke dalam mulut tanpa menggunakan tenaga, dan tidak ada efek pada bentuk kerangka atau gigi. Anak-anak yang aktif menghisap jari selama minimal 6 jam setiap hari menunjukkan kelainan parah pada sistem dento alveolar efek kecil pada perkembangan kerangka juga terlihat.³²

Akibat kebiasaan menghisap jari adalah peningkatan panjang lengkung maksila, gigitan terbuka, maloklusi kelas II, peningkatan overjet, dan gigitan silang posterior serta seringnya pemanjangan dan penyempitan tulang hidung. Menghisap jari dapat merusak gigi sulung dan berkontribusi pada pola resorpsi atipikal gigi insisivus sentralis sulung rahang atas, maloklusi dan disfungsi bicara.^{7, 21}

Kebiasaan bibir seperti menghisap bibir, dan pola menelan yang mencakup otot mentalis yang hiperaktif dapat menyebabkan kerusakan pada perkembangan struktur orofasial pada anak.⁷

2. Bruxism

Bruxism merupakan kebiasaan oral yang paling merusak, paling sering terlihat, dan paling sering terlewatkan dari semua kebiasaan oral destruktif. *Bruxism* dapat merusak bentuk dan integritas tepi insisal gigi anterior.⁷

Bruxism mungkin merupakan reaksi terhadap stres yang terkait dengan berbagai kondisi gigi atau medis, seperti maloklusi, infeksi, malnutrisi, dan alergi. Kondisi ini berkontribusi pada sejauh mana *bruxism* muncul.⁷

3. Kebiasaan Mendorong Lidah (*Tongue Thrusting*)

Tanda yang paling sering dari dorongan lidah adalah penempatan lidah di antara gigi anterior dan aktivitas otot sirkumoral yang berlebihan selama menelan.⁷

Tongue thrusting dapat menyebabkan gigi anterior menjadi berdesakkan, meningkatkan kecenderungan impaksi kaninus bukal, dan mengubah bentuk lengkung menjadi berbentuk V, yang dikenal sebagai *narrow tapered*.²¹

4. Menggigit Pipi

Menggigit pipi adalah salah satu kebiasaan mulut merusak yang paling sering terlihat. Kehilangan sebagian atau seluruh gigi dapat memicu kebiasaan menggigit pipi. Terdapatnya jaringan fibrosa yang dihasilkan dapat menyebabkan pasien menarik jaringan di antara gigi dan mulai menghisap. Diagnosis menggigit pipi dapat ditegakkan dengan memeriksa batas dalam pipi.⁷

5. Bernapas melalui mulut

Bernapas melalui mulut umum di masa kanak-kanak, seringkali terdapat alasan khusus bernapas melalui mulut, seperti alergi, pembesaran jaringan limfoid

nasofaring, dan asma. Bernapas melalui mulut yang berkepanjangan selama periode pertumbuhan kritis tertentu di masa kanak-kanak menyebabkan perubahan gigi dan tulang. Erupsi gigi geraham yang berlebihan hampir selalu merupakan ciri konstan pernapasan mulut kronis. Erupsi geraham ini menyebabkan rotasi mandibula searah jarum jam selama pertumbuhan, dengan hasil peningkatan tinggi wajah bagian bawah. Peningkatan tinggi wajah bagian bawah sering dikaitkan dengan *retrognathia* rahang bawah dan gigitan terbuka anterior.⁷

Bernapas melalui mulut secara signifikan mempengaruhi perkembangan mulut dan wajah. Pertama, lidah tergeser dari posisinya di langit-langit keras, membuat tekanan pada pipi mempengaruhi inklinasi gigi molar atas, menyebabkan penyempitan, lebih lanjut pada bagian atas menghasilkan perkembangan *crossbite* posterior dan langit-langit yang tinggi.²¹ Postur lidah yang rendah terlihat dengan pernapasan mulut dan menghambat ekspansi lateral dan perkembangan rahang atas ke depan. Efek dentofasial yang berkembang pada anak-anak dapat bertahan hingga dewasa, dan perilaku bernapas melalui mulut dan menjulurkan lidah dapat terus berlanjut.⁷

6. Menggigit Kuku

Menggigit kuku merupakan kebiasaan parafungsional yang umum menyebabkan maloklusi. Menggigit kuku umum terjadi pada anak kecil dan biasanya didorong secara psikologis. Wanita cenderung lebih sering menggigit kuku daripada pria terutama pada masa remaja. Kebiasaan menggigit kuku 26% pada anak perempuan dan 18% pada anak laki-laki.³³

Faktor etiologi yang terkait dengan menggigit kuku adalah tekanan psikologis, imitasi, genetika, dan transferensi mengisap jempol. Menggigit kuku menyebabkan infeksi bakteri dan komplikasi orofasial. Individu yang memiliki kebiasaan menggigit kuku memiliki prevalensi overbite sedang yang lebih tinggi. Penatalaksanaan menggigit kuku dimungkinkan dengan penguatan positif dan modifikasi perilaku.³³

Kebiasaan *onychophagia* dievaluasi dengan pengamatan kuku yang cermat mengenali bentuk kuku bergerigi, lesi di tepi bebas kuku dan juga dengan adanya mikrotrauma di dasar kuku.²⁴

7. Kebiasaan Menelan yang Salah

Menelan atipikal adalah masalah miofungsional yang ditandai dengan perubahan postural pada lidah selama proses menelan. Menelan atipikal memiliki etiologi multifaktorial dan melibatkan kebiasaan nonfungsional, genetika, pernapasan mulut, dan proses alergi. Menelan atipikal dianggap sebagai faktor risiko terutama untuk gigitan terbuka anterior dan gigitan silang posterior yang mempengaruhi perkembangan maloklusi oleh ketidakseimbangan saraf-otot.³⁴

Anak dengan kebiasaan menelan atipikal lebih cenderung mengalami maloklusi di ketiga bidang ruang (vertikal, sagital dan transversal).²⁴ Kebiasaan menelan yang salah ditandai dengan gerakan lidah yang tidak normal mendorong ke arah anterior atau lateral terhadap lengkung gigi selama proses menelan. Persentase gangguan menelan pada anak 25% sampai 35%.¹⁴

8. Diet

Peningkatan konsumsi makanan lunak diduga menjadi kemungkinan penyebab maloklusi atau berdesakkan. Pengunyahan yang kuat diketahui dapat merangsang pertumbuhan tulang wajah terutama pada arah transversal, pelebaran lengkung maksila dan lengkung mandibula. Menggunyah makanan yang keras, menimbulkan peningkatan keausan interproksimal, yang mengurangi gigi berdesakkan, oleh karena itu, diet lunak dapat menjadi penyebab lengkungan yang sempit bersamaan dengan gigi yang berdesakkan.²¹

2.3 Otot Orofasial

Sistem stomatognatik adalah sistem yang menyusun rongga mulut dimana struktur penyusunnya terdiri atas tulang rahang atas dan rahang bawah, sendi temporomandibular dan ligamen, otot-otot pengunyahan, serta struktur periodontal yang bekerja secara bersamaan dalam menjalankan fungsi pengunyahan, penelanan dan fungsi fonatik. interaksi antara kompleks fungsional ini dan otot leher dan batang mempengaruhi sistem *cranio-cervical-mandibular*.⁹

Otot orofasial terdiri atas otot pengunyahan, otot pipi dan bibir, otot palatum lunak, otot suprahyoid, dan otot lidah. Otot orofasial manusia berfungsi untuk mengunyah, menelan, dan berbicara. Mengunyah melibatkan pergerakan rahang bawah, menelan melibatkan koordinasi lidah, palatum lunak, dan otot suprahyoid, dan berbicara melibatkan kontraksi otot orofasial dan laring.³⁵

Pengunyahan merupakan salah satu fungsi terpenting dari sistem stomatognatik. Pengunyahan adalah operasi neuromuskuler yang sangat

terkoordinasi dan menampilkan gerakan mandibula yang cepat yang menuntut modulasi dan adaptasi berkelanjutan terhadap beban. Sistem saraf, reseptor perifer (yang menentukan input sensorik), dan otot pengunyahan (yang menghasilkan respons dari otak dan adaptasi gerakan) terus-menerus terlibat selama pengunyahan. Pengunyahan adalah proses yang kompleks dan memainkan peran mendasar dalam kualitas hidup pasien selama masa kanak-kanak, dewasa, dan usia tua.³⁶

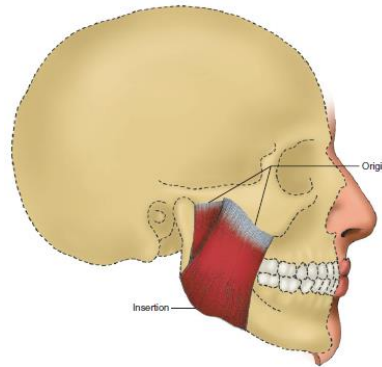
Otot-otot pengunyahan terdiri dari empat pasang otot yang melekat pada mandibula dan terutama bertanggung jawab untuk mengangkat, menggerakkan maju, mundur, atau menyebabkan mandibula bergerak ke samping. Otot pengunyahan berkembang dari lengkung faring pertama (mandibular), yang juga bertanggung jawab untuk perkembangan beberapa struktur tulang wajah.³⁷

2.3.1 Anatomi dan Fungsi Otot Orofasial

A. Anatomi dan fungsi Otot Pengunyahan

1. Otot Masseter

Otot masseter mungkin yang paling kuat dari otot-otot pengunyahan. Otot masseter berasal dari dua area di lengkungan zygomaticus. Bagian kepala superfisial berasal dari batas inferior dua pertiga anterior arkus zygomaticus. Kepala dalam muncul dari batas inferior sepertiga posterior arkus zygomaticus dan seluruh sisi medial arkus zygomaticus. Serabut kepala superfisial mengarah ke bawah dan sedikit ke belakang untuk masuk ke dalam sudut mandibula di sisi lateral. Kepala dalam memiliki serat vertikal. Ketika otot masseter berkontraksi, mandibula terangkat, dan mulut tertutup (gambar 2.2).³⁷



Gambar 2. 2 Pandangan lateral skeletal menunjukkan bahwa origo otot masseter berasal dari zygomatic arch. Arah Serat ke bawah dan sedikit ke belakang untuk masuk ke sudut mandibula.

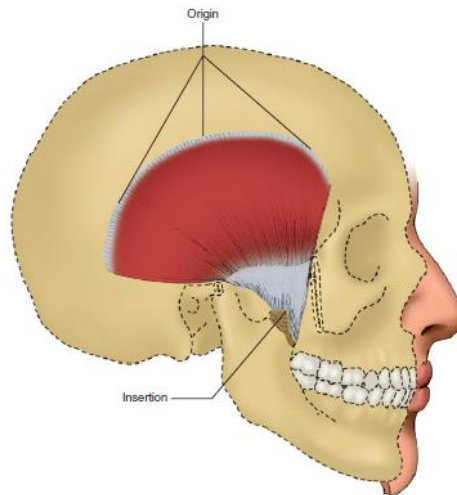
Sumber: Brand RW, Isselhard DE. Anatomy of orofacial structures: a comprehensive approach. Elsevier Health Sciences; 2017 Dec 8.

Ketebalan otot masseter dapat dikorelasikan dengan morfologi wajah, maloklusi, dan bentuk lengkung. Individu dengan otot tebal memiliki wajah yang lebih lebar dan lengkungan yang lebih lebar. Terdapat korelasi positif antara ketebalan otot masseter dan lebar kraniofasial.²¹

2. Otot Temporalis

Otot temporalis memiliki asal yang sangat luas dari seluruh fossa temporal dan fascia yang menutupi otot. Serabut anterior berjalan hampir secara vertikal, tetapi serabut posterior berjalan dengan arah yang lebih horizontal di atas telinga. Semua serat ini berinsersio ke dalam processus coronoideus mandibula dan kadang-kadang berjalan menuruni batas anterior ramus mandibula sampai ke gigi molar ketiga (gambar 2.3). Jika seluruh otot berkontraksi, keseluruhan menarik proses koronoideus dan mengangkat mandibula, menutup mulut. Apabila hanya serabut posterior yang berkontraksi, hasilnya adalah prosesus coronoid yang tertarik secara horizontal ke arah posterior. Serabut posterior menarik mandibula ke belakang, yang disebut meretraksi mandibula. Otot temporalis sangat sensitif terhadap

gangguan oklusal dan bertanggung jawab untuk memposisikan mandibula dalam arah vertikal.^{6, 37}



Gambar 2. 3 Otot temporal memiliki origo yang luas dari fossa temporal. Perhatikan serabut otot vertikal, miring, dan horizontal, yang berinsersio terutama pada sisi medial dan ujung prosesus koronoideus.

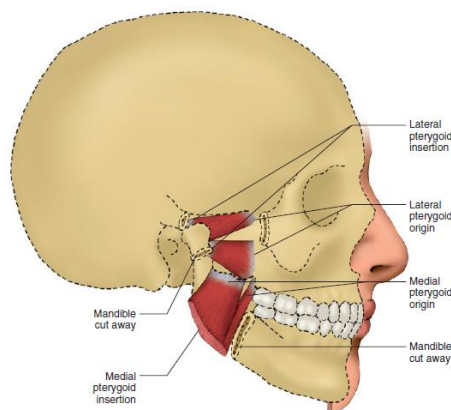
Sumber: Brand RW, Isselhard DE. Anatomy of orofacial structures: a comprehensive approach. Elsevier Health Sciences; 2017 Dec 8.

3. Otot Pteregoid Medial

Otot pterygoid medial memiliki dua asal. Asal yang lebih besar dan utama adalah dari sisi medial lempeng pterygoid lateral dan fossa pterygoid serta area kecil tulang palatina di ujung bawah lempeng pterygoid medial dan lateral, daerah ini disebut prosesus piramida dari tulang palatina. Asal yang lebih kecil tepat di depan area tersebut berasal dari tuberositas maksila tepat di belakang gigi molar ketiga. Semua serat mengarah ke bawah dan sedikit posterior dan lateral untuk masuk ke sudut mandibula di sisi medial tepat di seberang penyisipan masseter di sisi lateral. Ketika otot berkontraksi, yang dihasilkan adalah elevasi mandibula dan penutupan mulut.³⁷

4. Otot Pteregoid Lateral

Otot pterigoid lateral juga memiliki dua asal yang terpisah. Kepala yang lebih kecil dan origo muncul dari daerah yang disebut puncak infratemporal tulang sphenoid. kepala yang lebih besar dan lebih rendah muncul dari sisi lateral pelat pterigoid lateral, berlawanan dengan asal otot pterygoid medial. Serabut dari kedua asal otot pterygoid lateral berjalan secara horizontal ke arah posterior. Beberapa serat dari kepala superior menembus kapsul sendi temporomandibular (TMJ) dan masuk ke dalam batas anterior diskus sendi. Serabut-serabut yang tersisa dari origo tersebut dan serabut inferior masuk ke dalam leher kondilus di sisi anterior dan medial (gambar 2.4).³⁷



Gambar 2.4 Pandangan lateral skeletal menunjukkan asal otot pterygoid lateral dari puncak infratemporal dan lempeng pterygoid.

Sumber: Brand RW, Isselhard DE. Anatomy of orofacial structures: a comprehensive approach. Elsevier Health Sciences; 2017 Dec 8.

Otot pterigoid lateral memiliki beberapa gerakan. Kepala inferior menarik kondilus ke depan dan membantu protrusi dan menekan mandibula. Diskus juga dibawa ke depan karena melekat pada kondilus. Ketika kepala inferior kiri dan kanan berfungsi, mandibula protrusi dan tertekan. Jika hanya satu pterygoid lateral yang berkontraksi, akan terjadi gerakan lateral ke sisi berlawanan dari otot yang

berkontraksi. Kepala superior pterygoid lateral berfungsi terutama untuk menggigit atau berfungsi untuk memandu gerakan posterior diskus dan kondilus saat kembali ke posisi sentris. Ketika otot lain tertarik ke posterior, kepala atas pterygoideus lateral berelaksasi dan mengendalikan gerakan tersebut (Tabel 2. 1).³⁷

Tabel 2. 1 Otot-Otot Pengunyahan

Otot	Origo	Inersio	Fungsi
Masseter	Batas inferior arcus Zygomaticus	Bagian lateral angulus mandibula	Elevasi mandibula
Temporalis	Fossa temporal	Procesus Coronoideus	Mengangkat dan meretrusi mandibula
Pterygoideus medial	Plate dan fossa pterygoid dan tuberositas maxilla	Bagian medial angulus mandibula	Mengangkat mandibula
Pterygoideus lateral	Crest infratemporal dan plate pterygoid lateral	Batas anterior TMJ dan leher condyle	Memajukan, menekan dan menggerakkan mandibula ke lateral

Sumber: Brand RW, Isselhard DE. Anatomy of orofacial structures: a comprehensive approach. Elsevier Health Sciences; 2017 Dec 8.

B. Anatomi dan Fungsi Otot Kelompok Oral

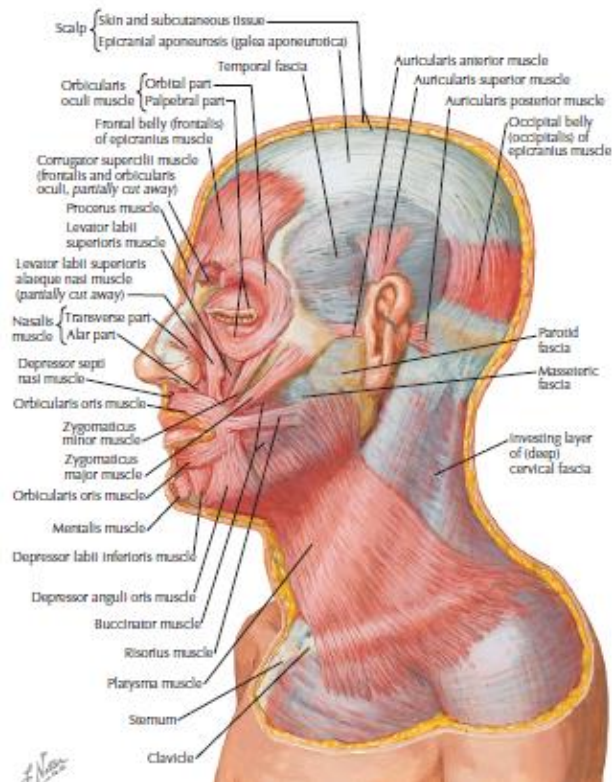
Otot di sekitar rongga mulut adalah otot yang paling diperhatikan dan bertanggung jawab atas beberapa fungsi yang berkaitan dengan bicara dan pengunyahan. Otot-otot pada kelompok oral adalah m. levator labii superioris alaeque nasi, m. levator labii superioris, m. zygomaticus minor, m. zygomaticus major, m. levator anguli oris, m. buccinator, m. orbikularis oris, m. depressor anguli oris, m. depressor labii inferioris, dan m. mentalis.³⁷

Otot-otot yang dikelompokkan di sekitar mulut mempengaruhi ekspresi dan pengucapan serta membantu pengunyahan. Tekanan kelompok otot ini pada gigi membantu menahan gigi agar tetap sejajar jika tekanannya normal. Tekanan abnormal yang disebabkan oleh menggigit pipi, menggigit bibir, dan menekan bibir dapat menyebabkan gigi bergerak keluar dari kesejajaran.³⁶ (Tabel 2.2; Gambar 2.5).

Tabel 2. 2 Kelompok Otot Oral

Otot	Origo	Inersio	Fungsi
Oribucalis Oris	Anterior nasal spine	Kulit bibir	Menutup dan menekan bibir
Levator labii superioris	Lower orbit	Orbikularis oris	Mengangkat bibir atas
Zygomaticus minor	Os Zygomaticus	Oribukularis oris	Mengangkat bibir atas
Zygomaticus mayor	Os Zygomaticus	Oribukularis oris/ sudut mulut	Mengangkat sudut mulut
Levator anguli oris	Maxilla	Orbikularis oris/ sudut mulut	Menarik sudut mulut ke mid line
Depresor labii inferioris	Batas inferior mandibula	Orbikularis oris/ tengah bibir bawah	Menarik bibir bawah ke bawah
Depresor anguli oris	Batas inferior mandibula	Orbikularis oris/ sudut mulut	Menarik sudut mulut ke bawah
Mentalis	Permukaan anterior mandibula	Kulit dagu	Menarik kulit dagu
Bucinator	Raphae pterigo mandibular	Orbikularis oris/ sudut mulut	Menarik sudut mulut ke belakang dan menekan pipi
Risorius	Angulus mandibula	Kulit disudut mulut	Membantu tersenyum

Sumber: Brand RW, Isselhard DE. Anatomy of orofacial structures: a comprehensive approach. Elsevier Health Sciences; 2017 Dec 8.

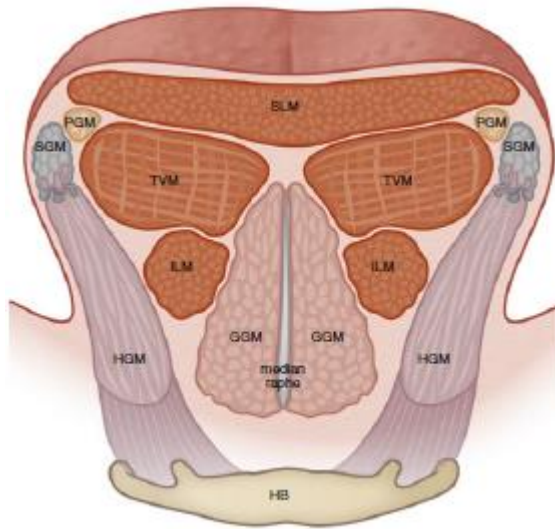


Gambar 2. 5 Otot Ekspresi Wajah.

Sumber: Brand RW, Isselhard DE. Anatomy of orofacial structures: a comprehensive approach. Elsevier Health Sciences; 2017 Dec 8.

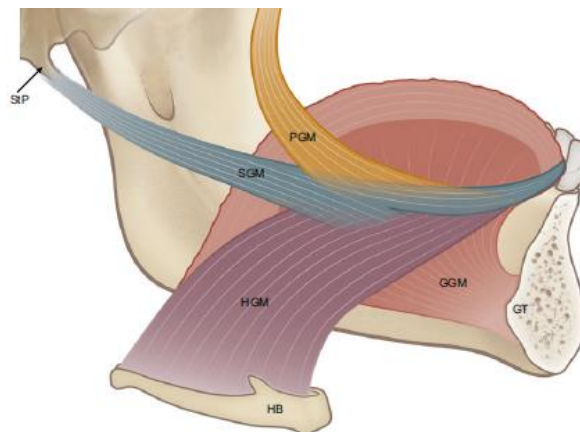
C. Anatomi dan Fungsi Otot Kelompok Lidah

Lidah adalah organ otot bergerak yang menyusun sistem stomatognatik dan terletak di dasar mulut. Struktur ini membantu fungsi mengunyah, menelan, menghisap, dan berbicara. Delapan pasang otot menyusun lidah dan dapat dibagi menjadi intrinsik dan ekstrinsik (Gambar 2.6). Otot-otot yang disebut intrinsik bertanggung jawab atas perubahan bentuknya: longitudinal superior, inferior longitudinal, transversal, dan vertikal (Tabel 3). Otot ekstrinsik berasal dari struktur tulang proksimal dan bertanggung jawab atas pergerakan lidah: genioglossus, styloglossus, palatoglossus, dan hyoglossus (Gambar 2.7).³⁸



Gambar 2. 6 Gambaran otot lidah intrinsik dan ekstrinsik pada bidang koronal. GGM: otot genioglossus, HB: tulang hyoid, HGM: otot hyoglossus, ILM; otot longitudinal bawah, PGM: otot palatoglossus, SGM: otot stiloglossus, SLM otot longitudinal superior, TVM : otot transversal dan vertical

Sumber: Von Arx T, Lozanoff S. Clinical oral anatomy: a comprehensive review for dental practitioners and researchers.



Gambar 2. 7 Gambaran otot lidah ekstrinsik dilihat dari perspektif lateral kanan. GGM: otot genioglossus, GT: tuberkulum genial, HB: tulang hyoid, HGM: otot hyoglossus, PGM: otot palatoglossus, SGM: otot stiloglossus, StP: prosesus stiloideus.

Sumber: Von Arx T, Lozanoff S. Clinical oral anatomy: a comprehensive review for dental practitioners and researchers.

Tabel 2. 3 Gambaran otot lidah

Otot	Jenis	Origo	Inersio	Gerakan
Genioglossus (oblique bagian atas)	Ekstrinsik	Genial Tuberkel	Badan Lidah	Menarik badan lidah kebawah
Genioglossus (bagian bawah horisontal)	Ekstrinsik	Genial Tuberkel	Dasar Lidah	Menarik pangkal lidah kedepan
Hyoglossus	Ekstrinsik	Tulang Hyoid	Sisi Lidah	Menarik dan menekan lidah
Styloglossus	Ekstrinsik	Prosesus Styloideus	Sisi Lidah	Menarik dan mengangkat lidah
Palatoglossus	Ekstrinsik	Palatum Lunak	Sisi Lidah	Menarik dan mengangkat lidah
Superior longitudinal	Intrinsik	Dasar Lidah	Bagian Superior ujung lidah	Memendekkan dan melengkungkan ujung lidah
Inferior longitudinal, medial compartement	Intrinsik	Dasar Lidah	Bagian Inferior ujung lidah	Memendekkan dan melengkungkan ujung lidah
Inferior longitudinal, lateral compartement	Intrinsik	Dasar Lidah	Bagian Inferior ujung lidah	Memendekkan dan melengkungkan ujung lidah
Transverasal	Intrinsik	Median Septum	Margin Lateral	Menyempitkan lidah
Longitudinal	Intrinsik	Mukosa Dorsal	Mukosa Ventral	Meratakan Lidah

Sumber: Von Arx T, Lozanoff S. Clinical oral anatomy: a comprehensive review for dental practitioners and researchers. 2017

2.3.2 Mekanisme Kontraksi Otot

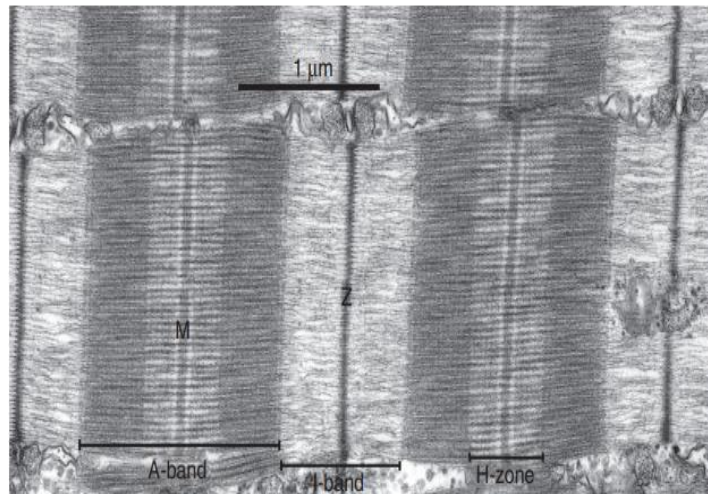
Pada perkembangan muskuloskeletal, terdapat gaya eksogen yang bekerja pada tendon dan kerangka yang dihasilkan oleh kontraksi otot. Komponen otot, tulang, dan tendon masuk ke dalam sistem muskuloskeletal yang fungsi awalnya adalah kemampuan embrio yang sedang berkembang untuk bergerak. Janin manusia mulai bergerak antara usia kehamilan 8 dan 10 minggu. Tahap perkembangan musculoskeletal diduga bertepatan dengan pembentukan kontak fisik antara akson motorik dan sel otot dan pembentukan persimpangan neuromuskuler yang merupakan sinapsis kimiawi yang terbentuk di antara saraf motorik dan otot.³⁹

Sel-sel otot dirancang untuk menghasilkan kekuatan dan gerakan. Terdapat tiga jenis otot yaitu: Otot rangka, jantung dan otot halus. Otot rangka melekat pada tulang dan menggerakkannya satu sama lain. Otot rangka dikenal sebagai otot lurik karena terdapat filamen aktin dan miosin yang menggerakkan kontraksi otot disusun menjadi suatu susunan berulang, disebut dengan sarkomer. Sarkomer merupakan unit kontraktile dasar otot lurik. Sarkomer berkumpul menjadi bundel silinder yang disebut sebagai miofibril.⁴⁰

Semua sel otot mengandung jaringan miofibril yang terhubung meskipun frekuensi percabangan sarkomer turun dari awal hingga akhir perkembangan *postnatal* dan kedutan lambat lebih tinggi daripada otot dewasa pada kedutan cepat. Matriks miofibril bergabung di seluruh lebar sel otot baik saat lahir maupun pada otot dewasa. Sebagian besar volume seluler ditempati oleh miofibril, menyisakan

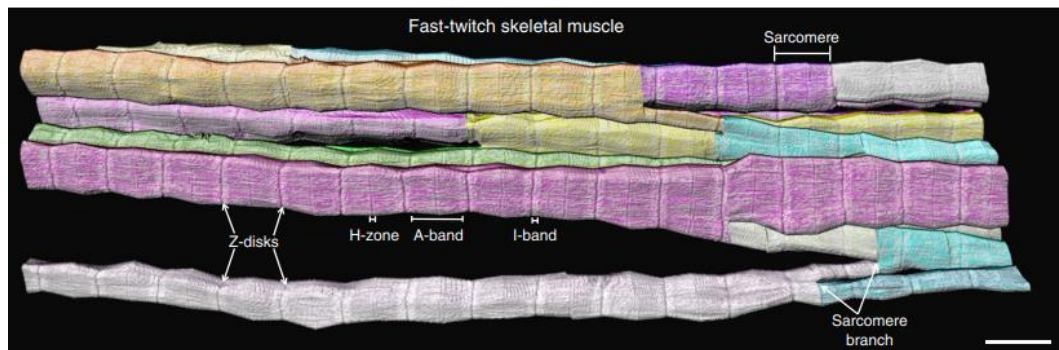
sedikit ruang untuk inti sel dan sistem golgi terkait, mitokondria, retikulum sarkoplasmik, butiran glikogen, dan organel/struktur lainnya.⁴⁰

Sarkomer membentang dari garis-Z ke garis-Z (Gambar 2.8) panjangnya hanya beberapa mikrometer, terdiri dari pita A yang mengandung filamen miosin ("filamen tebal"), yang mengikat filamen aktin ("filamen tipis"). Pita A adalah wilayah tengah sarkomer, terutama terdiri dari filamen miosin, protein motorik pembangkit tenaga dari otot rangka, jantung, dan otot polos.⁴⁰ Pengamatan menggunakan mikroskop elektron 3D beresolusi tinggi, tidak ada hubungan yang jelas antara titik cabang sarkomer dan daerah sarkomer spesifik seperti pita I (aktin tetapi tidak ada miosin), pita A (tumpang tindih aktin dan miosin), atau zona H (miosin tetapi tidak ada aktin) sebagai sarkomer titik cabang dapat dilihat di ketiga area tepat sebelum dan sesudah Cakram-z (Gambar 2.9).⁴¹



Gambar 2. 8 Sarkomer otot rangka.

Sumber: Sweeney HL, Hammers DW. Muscle contraction. Cold Spring Harbor perspectives in biology. 2018



Gambar 2. 9 Miofibril otot membentuk matriks yang sangat terhubung.

Sumber: Willingham TB, Kim Y, Lindberg E, Bleck CK, Glancy B. The unified myofibrillar matrix for force generation in muscle. 2020

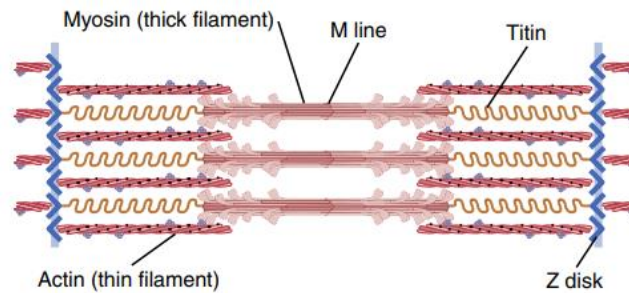
Miosin adalah protein miofibril yang paling melimpah, lebih dari 40% protein myofibrillar dalam otot rangka. Miosin adalah superfamili besar protein motorik yang memainkan peran kunci dalam fungsi seluler dasar sel otot, seperti penggerak, sitokinesis, dan kontraksi.⁴²

Miofibril otot lurik terdiri dari sarkomer secara berurutan. Kedua ujungnya dibatasi oleh garis-Z, dikenal sebagai pita-Z atau cakram-Z, merupakan cakram tipis yang dibedakan berdasar kerapatan protein tinggi, indeks bias tinggi, dan kerapatan elektron tinggi. Serangkaian pita berurutan setengah pita-I, pita-A, setengah pita-I, yang menampilkan sifat optik-cahaya dan optik-elektron berdasarkan komponen strukturalnya berada di antara garis-Z.⁴⁰

Pita-H dikenal sebagai zona-H; (Gambar 2.8) adalah area pita-A di mana filamen tebal merupakan satu-satunya elemen longitudinal; namun, ada tiga segmen berbeda di wilayah ini. Pita-M adalah daerah padat, sangat sentral dari pita-H- yang berisi *cross-link* yang menghubungkan filamen tebal ke dalam jaringan. Pengapit pita-M adalah pita tipis yang lebih ringan yang disebut zona-L dikenal sebagai zona

bebas jembatan, selain pita-M merupakan wilayah di mana tidak ada jembatan silang miosin yang menonjol dari pita filamen tebal. Pita-H lainnya lebih padat daripada zona-L karena jembatan silang miosin memancar dari permukaan filamen tebal. Pemendekan sarkomer memerlukan penggeseran filamen tipis melewati filamen tebal ke pita-A, sehingga pita I- dan H memendek, sedangkan lebar garis-Z, Pita-A, Garis-M, dan Zona-L tetap tidak berubah hal ini membentuk dasar untuk "teori filamen geser" dari kontraksi otot.⁴⁰

Hubungan berdampingan antara filamen miosin dan aktin dipertahankan oleh sejumlah besar molekul protein berfilamen yang disebut titin. Molekul titin bertindak sebagai kerangka yang menahan filamen miosin dan aktin pada tempatnya sehingga mesin kontraktile dari sarkomer akan bekerja. Salah satu ujung molekul titin bersifat elastis dan melekat pada cakram Z, bertindak sebagai pegas dan berubah panjang saat sarkomer berkontraksi dan relaksasi (Gambar 2.10).⁴³ Komponen utama dari sarkomer adalah titin protein raksasa dikenal sebagai connectin; $\approx 3\text{--}3,7$ MDa. Titin bergerak ke garis-Z di terminal aminonya, membentang melintasi setengah pita-I, berinteraksi dengan filamen tebal di tepi pita-A, dan terletak di sepanjang permukaan filamen tebal, dengan terminal karboksilnya di garis-M. Terdapat enam molekul titin dihubungkan dengan setiap filamen tebal, tiga di kedua sisi garis-M. Area Pita-I titin adalah daerah yang dapat diregangkan dan bertanggung jawab atas elastisitas otot yang beristirahat. Elastisitas ini membuat pita-A terpusat di sarkomer selama kontraksi dan relaksasi.⁴⁰

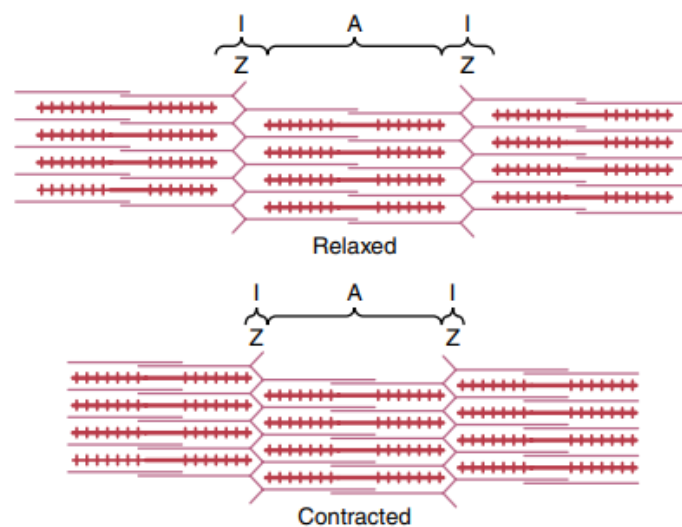


Gambar 2. 10 Organisasi protein dalam sarkomer. Setiap molekul titin memanjang dari Cakram- Z ke garis M. Bagian dari molekul titin terkait erat dengan filamen tebal miosin, sedangkan molekul lainnya kenyal dan berubah panjang saat sarkomer berkontraksi dan relaksasi.

Sumber: Hall JE, Hall ME. Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book. Elsevier Health Sciences; 2020 Jun 13.

Monomer aktin (G-aktin) berpolimerisasi menjadi filamen panjang (F-aktin) dengan kekuatan ionik fisiologis dan dengan adanya Mg^{2+} dan K^+ , membentuk heliks yang berliku rapat. ATP dihidrolisis menjadi ADP selama proses ini. Meskipun panjang filamen aktin tidak diatur atau bahkan stabil tanpa adanya pengaturan lain, stabilisasi panjang dapat dicapai dengan penambahan protein penutup yang menghalangi hilangnya atau penambahan monomer di ujung filamen. Gambaran penting dari pembentukan filamen aktin adalah polaritas struktural dan fungsional intrinsik yang disebabkan oleh orientasi seragam monomer aktin dalam filamen dan domain nonidentik yang terdiri dari monomer, sehingga memberikan sifat yang berbeda pada setiap ujung. Bukti polaritas ini ditunjukkan oleh filamen aktin yang mengisi penuh dengan kepala miosin, menghasilkan filamen yang tampaknya ditutupi dengan "mata panah". Panah ini menunjuk jauh dari garis-Z dan, dengan demikian, konsisten dengan adanya arah interaksi miosin-aktin untuk filamen geser selama pemendekan otot.⁴⁰

Kontraksi otot terjadi dari mekanisme pergeseran filamen. mekanisme dasar kontraksi otot digambarkan (gambar 2.11) menunjukkan keadaan relaksasi sarkomer (atas) dan keadaan berkontraksi (bawah). Dalam keadaan relaksasi, ujung filamen aktin yang memanjang dari dua cakram Z yang berurutan hampir tidak saling tumpang tindih. Sebaliknya, dalam keadaan berkontraksi, filamen aktin ini telah ditarik ke dalam di antara filamen miosin, sehingga ujungnya saling tumpang tindih hingga batas maksimalnya. Cakram Z telah ditarik oleh filamen aktin hingga ke ujung filamen miosin. Hasilnya kontraksi otot terjadi oleh mekanisme pergeseran filamen.⁴³



Gambar 2. 11 Keadaan relaksasi dan kontraksi dari tampilan myofibril (atas) pergeseran filamen aktin (Merah Jambu) ke dalam ruang antara filamen miosin (merah) Dan (dasar) menarik membran Z satu sama lain.

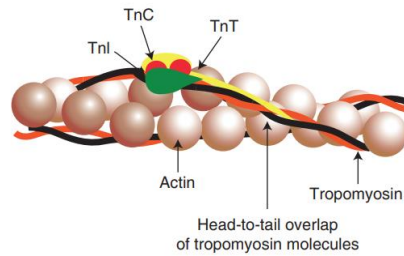
Sumber: Hall JE, Hall ME. Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book. Elsevier Health Sciences; 2020 Jun 13.

Dalam sarkomer, filamen aktin berpolimerisasi dari tepi garis-Z, dengan ujung "berduri" menuju ujung garis-Z. Protein Cap Z dikenal sebagai B-actinin memblok ujung berduri filamen aktin pada garis-Z dan mungkin berkontribusi

untuk memulai polimerisasinya sedangkan anggota formin protein mengatur perakitan dan pemeliharaan aktin. Ujung runcing dari filamen tipis ditutup oleh tropomodulin dan Tm di sarkomer.⁴⁰

Filamen tipis otot rangka mengandung dua protein utama Tm dan Tn yang menghasilkan ion Ca^{2+} sebagai pengaturan sistem kontraktile. Bersama kompleks Tn-Tm secara sterik memblokir interaksi aktin-miosin dalam sel otot yang beristirahat. Ion Ca^{2+} dilepaskan dari retikulum sarkoplasma menyebabkan perubahan bentuk pada kompleks Tn, memungkinkan miosin berikatan dengan aktin.⁴⁰

Protein filamen tipis Tm dan Tn merespons Ca^{2+} untuk mengatur kontraksi otot lurik, seperti yang ditunjukkan (Gambar 2.12) Tm adalah panjang, tipis, dua untai A-molekul koil heliks. Untaian tersebut berasosiasi dari ujung ke ujung untuk membentuk untaian kontinu yang menempati dua alur heliks aktin pada filamen tipis. Setiap molekul Tm merentang tujuh sub unit aktin, sebaliknya, Tn adalah kompleks dari tiga sub unit—TnT, TnI, dan TnC—satu kompleks yang terikat pada setiap molekul Tm. Molekul TnT yang memanjang melekatkan kompleks Tn ke Tm, sedangkan dua subunit lainnya berbentuk globular dan menghubungkan TnT ke aktin.⁴⁰



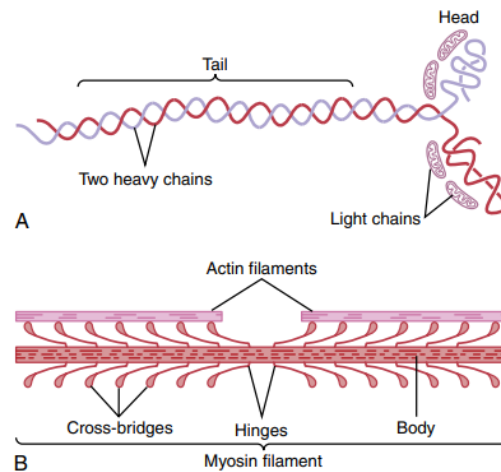
Gambar 2. 12 Pengaturan filamen tipis. Protein filamen tipis tropomiosin dan troponin mengatur kontraksi otot lurik. Tropomiosin adalah molekul koil memanjang yang berikatan dengan permukaan filamen aktin tipis. Troponin terdiri dari tiga subunit — troponin T (TnT), yang berikatan dengan tropomiosin; troponin I (TnI), yang berikatan dengan aktin dan tropomiosin; dan troponin C (TnC).

Sumber: Sweeney HL, Hammers DW. Muscle contraction. Cold Spring Harbor perspectives in biology. 2018

Miosin otot adalah protein heksamerik yang terdiri dari empat rantai ringan dan dua rantai berat. Rantai berat berisi dua area berbeda yaitu "kepala" dan "ekor". Ekor adalah sebuah struktur gulungan heliks yang terhubung ke dua kepala globular melalui engsel fleksibel. Interaksi antara ekor miosin diperlukan untuk perakitan molekul miosin menjadi filamen tebal. Struktur kristal resolusi tinggi pertama dari kepala miosin menjelaskan area aktif untuk hidrolisis ATP, pengikatan dua rantai ringan ke perpanjangan heliks tepat sebelum domain ekor dan tempat pengikatan filamen aktin. Miosin adalah motor molekuler yang menggerakkan kontraksi otot rangka (Gambar 2.13).⁴⁰

Penyebab filamen aktin meluncur ke dalam di antara filamen miosin disebabkan oleh gaya yang dihasilkan oleh interaksi *crossbridge* dari filamen miosin dengan filamen aktin. Dalam kondisi istirahat, gaya ini tidak aktif, tetapi ketika potensial aksi berjalan di sepanjang serat otot, ini menyebabkan retikulum sarkoplasma melepaskan ion kalsium dalam jumlah besar yang dengan cepat mengelilingi miofibril. Energi dibutuhkan untuk proses kontraktif berkelanjutan.

Energi ini berasal dari ikatan energi tinggi dalam molekul ATP, yang terdegradasi menjadi adenosin difosfat (ADP) untuk membebaskan energi.⁴³



Gambar 2. 13 A. Molekul miosin. B, Kombinasi dari banyak molekul miosin untuk membentuk filamen miosin. ribuan jembatan penyeberangan miosin dan interaksi antara kepala *cross bridge* dengan filamen aktin yang berdekatan.

Sumber: Hall JE, Hall ME. Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book. Elsevier Health Sciences; 2020 Jun 13.

Keadaan fungsional otot menentukan posisi *crossbridge* oleh karena itu, struktur halus filamen tebal dan seluruh pita-A. Pada kondisi otot yang relaks, yang membutuhkan adanya Mg ATP dan Ca^{2+} yang sangat rendah tingkat, kepala miosin terletak di dekat permukaan filamen tebal, dikemas cukup rapat di sekitar permukaan poros filamen tebal dalam konfigurasi yang disebut keadaan *superrelaxed*. Kedua kepala masing-masing molekul memiliki posisi yang sedikit berbeda dan berinteraksi secara khusus satu sama lain. Kepala menggambarkan jalur heliks di sekitar tulang punggung filamen tebal. Pada otot rangka, tiga heliks paralel melilit filamen. Jarak antara level yang berdekatan yang berisi *cross bridge*. Periodisitas heliks ini menonjol pada permukaan filamen tebal dari sarkomer yang mempertahankan disposisi *cross bridge*. Tampilan ini juga terlihat pada filamen

tebal yang terisolasi, dengan kontras ditingkatkan baik dengan pewarnaan negatif. Dalam mikrograf elektron dari bagian yang lebih tebal dari sarkomer yang rileks, pita-A menampilkan 11 garis melintang yang terlihat pada interval pengulangan 43 nm. Garis-garis ini muncul sebagai akibat dari superimposisi profil *cross bridge* dan protein tambahan C dan H. Selama kontraksi otot, kepala miosin berinteraksi dengan filamen tipis dalam konser asinkron, di mana mereka tampak berjalan menuju ujung filamen yang berduri. di mana gaya gerak pasca daya pelepasan ADP + P memungkinkan pengikatan ATP yang cepat, pemisahan kepala miosin dari aktin, dan keterlibatan kembali dengan filamen tipis lebih jauh ke arah ujung berduri (pada hidrolisis ATP). Perputaran ini terjadi secara asinkron diantara kepala miosin dari setiap filamen tebal menghasilkan garis-Z yang tertarik satu sama lain dan dengan demikian menghasilkan pemendekan otot.⁴⁰

Kontraksi otot memerlukan pergeseran filamen tipis melewati filamen tebal, menghasilkan pemendekan sarkomer dan, dengan demikian seluruh miosit terlibat. miosit adalah unit seluler dari struktur otot dan mengandung protein khusus konsentrasi tinggi yang menggunakan energi kimia untuk menghasilkan kekuatan mekanik dalam bentuk kontraksi seluler.⁴⁰

Sarkomer terlibat dalam proses pensinyalan yang memberikan umpan balik seluler sebagai respons terhadap rangsangan berbasis kontraksi. Sebagai pemancar gaya yang dihasilkan oleh interaksi aktin-miosin, garis-Z adalah lokasi yang ideal untuk mekanisme penginderaan gaya yang memungkinkan miosit beradaptasi dengan kebutuhan beban.⁴⁰

Sel otot rangka adalah raksasa berinti banyak, Sel otot rangka diisolasi secara elektrik satu sama lain. sel otot rangka bergantung sepenuhnya pada SR sebagai sumber aktivator Ca^{2+} . Otot lurik ini diatur oleh Ca^{2+} berikatan dengan Tn, yang kemudian membebaskan Tm untuk bergerak di atas aktin dan menjelasakan tempat pengikatan miosin.⁴⁰

Inisiasi dan kontraksi otot terjadi dalam langkah-langkah berurutan berikut:

1. Potensial aksi berjalan di sepanjang saraf motorik ke ujungnya pada serabut otot.
2. setiap ujung saraf mengeluarkan sejumlah kecil neurotransmitter asetilkolin.
3. Asetilkolin bekerja pada area lokal membran serat otot untuk membuka saluran kation bergerbang asetilkolin melalui molekul protein yang mengambang di membran.
4. Pembukaan saluran gerbang asetilkolin memungkinkan sejumlah besar ion natrium berdifusi ke bagian dalam membran serat otot yang menyebabkan depolarisasi lokal, pada gilirannya menyebabkan pembukaan saluran natrium gerbang voltase, yang memulai potensial aksi pada membran.
5. Potensi aksi berjalan di sepanjang membran serat otot dengan cara yang sama seperti potensial aksi berjalan di sepanjang membran serat saraf.
6. Potensi aksi mendepolarisasi membran otot, dan banyak listrik potensial aksi mengalir melalui pusat serat otot. Hal ini menyebabkan retikulum sarkoplasma melepaskan ion kalsium dalam jumlah besar yang telah disimpan di dalam retikulum ini.

7. Ion kalsium memulai gaya tarik-menarik antara filamen aktin dan miosin, menyebabkan mereka bergeser satu sama lain, yang merupakan proses kontraktil.
8. Setelah sepersekian detik, ion kalsium dipompa kembali ke retikulum sarkoplasma oleh pompa membrane Ca^{2+} dan tetap disimpan dalam retikulum sampai potensi aksi otot baru muncul; penghilangan ion kalsium dari miofibril ini menyebabkan kontraksi otot berhenti.⁴³

2.3.3 Perkembangan Otot Orofasial

Perkembangan lengkungan branchial pada manusia meliputi lengkungan 1 sampai 6. Lengkungan branchial 5 selama perkembangan tidak berkontribusi pada pembentukan struktur dewasa. Lengkungan branchial 1 dan 2 masing-masing disebut sebagai lengkung mandibula dan hyoid. Setiap lengkungan dilapisi secara internal oleh endoderm dan secara eksternal oleh jaringan ektoderm. Antara endoderm dan ektoderm terletak mesenkim, terdiri dari mesoderm dan jaringan puncak saraf.⁴⁴

Lengkungan branchial merupakan struktur embriologi yang berkembang menjadi struktur anatomi pada manusia dewasa. Istilah "branchial" berasal dari bahasa latin "*branchia*" yang berarti insang, dan digunakan untuk menggambarkan perkembangan banyak spesies ikan dan amfibi. Istilah "lengkungan branchial" secara alternatif dinamai "lengkungan pharyngeal" untuk lebih akurat menggambarkan anatomi manusia. Lengkungan branchial memunculkan wajah bagian bawah, leher, dan bagian dada bagian atas, sedangkan prominensia frontonasal memunculkan dahi dan hidung. Struktur dewasa yang dibentuk oleh

lengkung branchial adalah hasil kontribusi dari *primary germ layer*, termasuk endoderm, mesoderm, ektoderm, dan turunan sel *neural crest*.⁴⁴

Perkembangan lengkung branchial bergantung pada kontribusi dari sel endoderm, mesoderm, ektoderm, dan *neural crest* yang memfasilitasi perkembangan struktur individu. Bagian ini menjelaskan kontribusi individu dari setiap lapisan sel germinal. Endoderm lengkung branchial berkembang menjadi endokrin bagian dalam leher, termasuk kelenjar timus, tiroid, dan paratiroid. Lapisan sel benih mesoderm membentuk pembuluh darah dewasa dan struktur otot dari sel endotel dan mioblas, masing-masing di kepala, leher, dan dada bagian atas. Pentingnya sistem vaskular untuk fungsi tubuh secara keseluruhan memerlukan perkembangan awal dalam embriogenesis. Turunan ektoderm dapat dibagi lagi menjadi domain medial dan lateral. Domain medial ektoderm saraf memunculkan turunan sistem saraf, sedangkan domain lateral ektoderm permukaan memunculkan kulit. Neural ektoderm menghasilkan *neural crest* yang bermigrasi ke frontonasal prominence atau lengkung branchial untuk membentuk tulang tengkorak, rahang, telinga, serta tulang rawan yang ditemukan di kepala dan leher. Sistem saraf tepi berasal dari ektoderm permukaan ganda dan *neural crest*.⁴⁴

Otot-otot orofasial berkembang dari mesoderm lengkung pharyngeal dan somit oksipital. Otot-otot batang dan tungkai masing-masing berkembang dari somit toraks dan lumbal jalur molekuler yang mengatur perkembangan otot orofasial berbeda dengan yang ada di otot batang dan tungkai. Miogenesis embrionik pada otot rangka melibatkan diferensiasi sel mesodermal menjadi sel miogenik. Sel-sel ini bermigrasi ke bagian spesifik badan dan berdiferensiasi

menjadi mioblast, berkembang dan bergabung menjadi miofibers. Populasi sel prekursor lainnya nantinya akan menjadi *quiescent satellite cell* (SCs) pada otot dewasa yang memberikan pertumbuhan dan regenerasi otot setelah cedera, meskipun asalnya masih kontroversial.³⁵

Otot-otot orofasial terdiri dari otot-otot wajah bagian bawah dan rongga mulut. Perkembangan otot terjadi di dua wilayah berbeda di kepala embrio. Mesoderm dari lengkungan pharyngeal menciptakan otot branchiomic yang meliputi otot pengunyahan, buccinator, otot orbikularis oris, otot palatum lunak, dan otot suprahyoid. Somat oksipital menghasilkan otot-otot lidah.³⁵

2.3.4 Kekuatan Otot Orofasial pada Gigi

Gigi merupakan struktur dari sistem stomatognatik yang tergolong statis. Struktur ini mengikuti pada kekuatan yang tak terhitung banyaknya yang menyeimbangkan. Terdapat empat faktor utama yang bertanggung jawab atas keseimbangan gigi: kekuatan intrinsik lidah, bibir, dan pipi; kekuatan ekstrinsik seperti kebiasaan oral atau piranti ortodontik; kekuatan oklusi gigi; dan kekuatan membran periodontal, seperti erupsi gigi. Posisi istirahat lidah dan bibir merupakan yang paling penting, selain gaya periodontal, karena memiliki durasi yang lama. Ketika salah satu gaya ini menonjol, terjadi pergerakan gigi, dan gigi rentan terhadap adaptasi ketika mengalami tekanan atau gaya tertentu.⁴⁵

Keseimbangan antara tekanan lidah, bibir, dan pipi berkontribusi pada pemeliharaan gigi pada posisinya. Kekuatan yang diberikan oleh struktur ini lebih ringan daripada fungsi pengunyahan, tetapi durasinya lebih lama. Meskipun besar gayanya kecil, namun dapat menyebabkan pergerakan pada gigi jika diterapkan

dalam waktu yang cukup lama. Posisi akhir gigi, yang bertanggung jawab atas bentuk akhir lengkung gigi, dihasilkan dari keseimbangan antara otot-otot perioral yang diwakili oleh mekanisme buccinator dan tekanan intraoral yang diberikan oleh otot-otot lidah.⁴⁴ Ketika keseimbangan alami otot-otot perioral terganggu, gigi dan rahang secara bertahap beradaptasi dengan keseimbangan abnormal, menghasilkan gerakan dan pertumbuhan mulut yang tidak normal.⁴⁶

Individu tanpa gangguan miofungsional memiliki maloklusi yang jauh lebih sedikit. Anak-anak dengan gigitan terbuka memiliki lebih banyak gangguan fungsional. Anak-anak dengan perubahan oklusal menunjukkan lebih banyak gangguan miofungsional seperti kurangnya *lip seal* dan perubahan posisi kebiasaan lidah, dibandingkan dengan anak-anak dengan oklusi normal.⁴⁵

Individu yang mengistirahatkan lidahnya pada posisi anterior mungkin akan mempengaruhi posisi gigi. Posisi lidah saat menelan memiliki durasi yang sangat singkat hingga berdampak pada posisi gigi. Dalam proses menelan yang khas, tekanan yang dibuat oleh lidah berlangsung sekitar 1 detik. Individu normal menelan sekitar 800 kali sehari saat terjaga, yang totalnya hanya beberapa menit, yang tidak cukup untuk mempengaruhi keseimbangan intraoral. Posisi lidah yang rendah dapat memicu erupsi gigi belakang dan menyebabkan penyempitan lengkung rahang atas. Posisi lidah yang tidak adekuat merupakan salah satu penyebab utama terjadinya kekambuhan oral sehubungan dengan pemeliharaan stabilitas oklusal.⁴⁵

Tekanan yang diberikan oleh lidah mencegah erupsi gigi pada pasien dengan maloklusi gigitan terbuka. Tekanan istirahat bibir bawah lebih memengaruhi posisi

gigi seri atas daripada bibir atas. Dalam beberapa penelitian, garis bibir yang tinggi ditunjukkan sebagai alasan di balik posisi gigi seri atas yang retroklinasi, sedangkan bibir yang hiperaktif atau otot mentalis sebagai penyebab.⁴⁵

Pipi, bibir, dan lidah memberikan pengaruh besar pada terjadinya dan persistensi maloklusi. Mengingat fakta-fakta ini, diharapkan struktur lingual memberikan kekuatan tertentu selama istirahatnya. Ketika struktur ini diposisikan dengan tidak tepat, tekanannya dapat mencapai gigi dan menyebabkan oklusi yang tidak adekuat. Lidah normal yang berelaksasi menghasilkan gaya yang sangat rendah terhadap permukaan lingual gigi-geligi mandibula. Kekuatan yang disebabkan oleh organ orofasial dapat memulai perpindahan gigi dari gigi seri, sehingga tekanan ringan, tetapi terus menerus, yang diberikan oleh lidah terhadap gigi dapat menggerakannya, menghasilkan efek negatif pada oklusi. Postur lidah istirahat memiliki durasi yang lama, berjam-jam selama 1 hari, yang membuatnya penting secara klinis, dan dapat menghambat erupsi gigi insisivus, menyebabkan dan mempertahankan gigitan terbuka anterior.⁴⁵

Sebagian besar pasien dengan maloklusi kelas II disertai dengan hiperaktif otot perioral dengan perubahan posisi lidah. Overjet yang meningkat menyebabkan fungsi otot perioral yang hiperaktif. Beberapa hubungan otot pengunyahan dengan maloklusi kelas II juga telah dilaporkan. Maloklusi Klas II menyebabkan inkompeten bibir dan bibir pendek.²⁷

Masseter dan buccinator merupakan otot utama pipi dan melekat pada maksila dan mandibula. Ketika otot pipi istirahat, tekanan masseter dan buccinator pada sisi bukal gigi posterior mandibula setara dengan tekanan yang dikeluarkan

oleh lidah pada sisi lingual, sekitar 2 g/cm². Tekanan pada gigi posterior rahang atas yang diberikan oleh otot masseter dan buccinator lebih tinggi daripada sisi lingual lidah dengan 1,0g/cm², namun tekanan berubah selama mengunyah dan menelan. Ketika posisi mengunyah, buccinator sangat aktif pada awal gerakan penutupan, menghasilkan kontraksi pada tempat perlekatan otot. Keseimbangan tercapai ketika posisi gigi posterior dipertahankan oleh kekuatan pipi dan lidah. Pola normal ini akan berubah pada pasien bila terdapat kebiasaan oral yang menyimpang.¹⁴

Otot temporalis memberikan dasar untuk keseimbangan mandibula dan kontrol postural dan masseter digunakan selama mengunyah.²⁷

Otot mentalis membantu menjaga bibir bawah dalam posisi sentris dan meningkatkan aktivitas bibir saat aktivitas orbikularis oris bawah menurun. Sebagai contoh, pada pasien dengan kebiasaan bernafas melalui mulut, aktivitas menelan otot mentalis lebih tinggi daripada otot orbikularis oris bawah.¹⁴

Pasien dengan maloklusi mengalami inkompetensi bibir dan inkompetensi bibir dianggap memiliki pengaruh negatif pada pertumbuhan dan perkembangan kompleks kraniofasial. Inkompetensi bibir merupakan kondisi dimana bibir berada dalam kontak ringan saat mandibula dalam posisi istirahat klinis.⁴⁷

2.3.5 Gangguan Miofungsional Orofasial

Gangguan miofungsional orofasial diartikan sebagai penggunaan lidah, bibir, dan otot wajah yang tidak normal. Kebiasaan mengisap dan mengunyah, gangguan pernapasan hidung, menelan atipikal dan kebiasaan mulut yang buruk terkait dengan morfologi abnormal, fungsi oral dan selain faktor keturunan dapat menyebabkan gangguan miofungsional orofasial.⁴⁸

Gangguan miofungsional orofasial dapat terjadi sepanjang umur. Gangguan miofungsional orofasial mencakup disfungsi bibir, rahang, lidah, dan/atau orofaring yang mengganggu pertumbuhan, perkembangan, atau fungsi normal dari struktur oral lainnya. Konsekuensi dari rangkaian peristiwa atau kurangnya intervensi pada periode kritis yang mengakibatkan maloklusi dan perkembangan wajah kurang optimal. Gangguan miofungsional orofasial berhubungan dengan fungsi dan struktur. Diagnosis mempertimbangkan interaksi bagaimana pola gerakan atipikal menghasilkan perubahan struktural dan anomali struktural mempengaruhi keterampilan fungsional.⁴⁹

Prevalensi gangguan miofungsional orofasial sebesar 48% populasi dan prevalensinya bahkan lebih tinggi pada anak-anak dengan maloklusi. Prevalensi gangguan miofungsional orofasial di lingkungan sekolah umumnya hingga 50% anak yang dirawat oleh ahli patologi bahasa wicara dapat mengalami gangguan miofungsional orofasial.⁵⁰

2.4 Terapi Miofungsional

Terapi miofungsional mencakup beberapa kombinasi latihan isotonik dan isometrik yang ditujukan untuk memperkuat otot orofaringeal, dan melatih fungsi, seperti berbicara, bernapas, meniup, mengisap, mengunyah, atau menelan.⁵¹

Tujuan utama dari intervensi dini terapi miofungsional adalah untuk menyediakan lingkungan yang lebih baik untuk pertumbuhan dan untuk meningkatkan hubungan oklusal: misalnya, memperbaiki estetik *crossbite* dan wajah.⁵²

Myofunctional Appliances didefinisikan sebagai piranti perawatan terhadap disfungsi otot wajah dan mulut. *Myofunctional appliances* digunakan pada prosedur perawatan interseptif. Salah satu perawatan yang dianjurkan dalam usia pertumbuhan adalah perawatan menggunakan *myofunctional appliances*. Piranti ini hanya efektif pada anak yang sedang bertumbuh kembang terutama yang belum melewati *pubertal growth spurt*. Pemakaian *myofunctional appliances* bertujuan untuk memodifikasi pertumbuhan dengan memanfaatkan, menghilangkan atau mengarahkan fungsi otot, pertumbuhan rahang, erupsi gigi, untuk mengoreksi maloklusi dan mengatasi diskrepansi rahang.³²

Alasan utama penggunaan *myofunctional appliances* adalah untuk membangun keseimbangan otot, menghilangkan disfungsi oral, dan memungkinkan panjang maksila dan mandibula yang tepat.⁵³

2.5 Oral Motor

Oral motorik merupakan koordinasi dan pergerakan jaringan keras, jaringan lunak, sistem vaskuler, dan saraf pengatur daerah wajah dan mulut yang membentuk fungsi oral motorik. Koordinasi struktur ini sangat penting untuk fungsi berbicara, mengunyah, dan menelan dengan berbagai variasi tekstur makanan.⁵⁴

Perkembangan motorik oral dimulai sejak bayi dalam kandungan dan berlanjut hingga mencapai usia 4 tahun. Bayi sudah menggunakan otot dan gerakan makan sejak usia kehamilan 3 bulan, yang akan berlanjut dengan reflek awal anak yang dilihat dari prosesnya menyusui. Proses menyusui merupakan salah satu dari berbagai macam fungsi motorik mulut yang akan semakin berkembang seiring bertambahnya usia dimana struktur pembentuknya akan semakin berkembang.

Perkembangan dan pertumbuhan fungsi pembentuk struktur motorik oral biasanya menjadi matang pada usia 5 tahun. Anak yang telah mampu menguasai seluruh fungsi seperti mengunyah, menelan, dan berbicara menunjukkan kematangan pada fungsi motorik mulut.⁵⁴

2.6 Elektromiografi (EMG)

Elektromiografi merupakan teknik eksperimental yang berkaitan dengan pengembangan, perekaman, dan analisis sinyal *myoelectric*. Aktivasi serabut otot unit motorik menghasilkan sinyal listrik yang dideteksi oleh elektroda yang dikenal sebagai potensial aksi unit motor.¹³

Rangsangan serat otot merupakan faktor utama dalam fisiologi otot melalui kontrol saraf. Fenomena ini dapat dijelaskan dengan model membran semipermeabel. Antara ruang dalam dan luar sel otot, kesetimbangan ionic membentuk potensial istirahat pada membran serat otot (kira-kira -80 sampai -90 mV, bila tidak berkontraksi). Pompa ionik mempertahankan perbedaan potensial ini yang mengarah pada pembentukan muatan negatif di permukaan dalam sel dibandingkan dengan permukaan luar, yang bermuatan positif. Konduksi sepanjang saraf motorik dihasilkan setelah aktivasi sel tanduk anterior alfa-motorik (diinduksi oleh sistem saraf pusat). Modifikasi dilakukan pada sifat difusi membran serat otot dan terjadi aliran ion Na^+ di dalam permukaan menyebabkan depolarisasi membran yang kemudian mengarah ke proses repolarisasi yaitu pertukaran ion dalam arah mundur dalam pompa ion aktif.¹³

EMG dengan bantuan elektroda, aktivitas bioelektrik terdeteksi di dalam otot tubuh manusia. Terdapat dua jenis elektroda EMG: elektroda permukaan dan

elektroda yang dimasukkan. Elektroda yang dimasukkan selanjutnya dibagi menjadi dua jenis: elektroda jarum dan kawat halus.¹³

2.6.1 Elektroda permukaan

Elektroda EMG permukaan menggunakan pendekatan non-invasif untuk pengukuran dan deteksi sinyal EMG. Arus dapat mengalir ke elektroda dan terdapat teori yang menjelaskan bahwa antara kulit tubuh dan permukaan pendeteksi pembentukan kesetimbangan kimia terjadi melalui konduksi elektrolitik.¹³

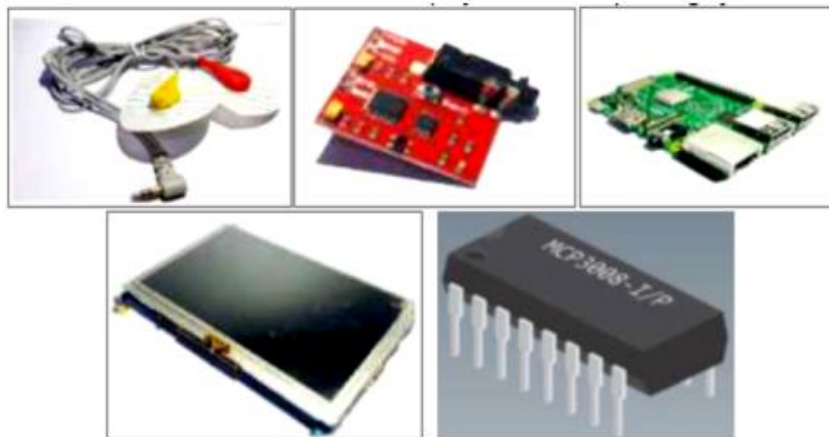
Keuntungan EMG permukaan sederhana dan mudah diimplementasikan. Elektroda EMG permukaan tidak memerlukan pengawasan dan sertifikasi medis. Keterbatasan EMG permukaan umumnya digunakan untuk otot superfisial saja. Posisi kulit harus dijaga tetap stabil; jika tidak, sinyalnya terdistorsi.¹³

Ukuran elektroda adalah 30 mm × 22 mm dan hanya untuk penggunaan satu pasien. Sebanyak tiga sadapan elektroda permukaan digunakan untuk merekam aktivitas otot masing-masing untuk otot temporalis dan masseter. Dua dari elektroda itu adalah elektroda perekam dan satu lagi adalah elektroda referensi untuk setiap sisi.²⁷

Penempatan elektroda otot temporalis ditempatkan dua sentimeter di atas lengkung zygomatic, dan dua sentimeter di belakang sudut mata dan untuk otot masseter elektroda ditempatkan satu sentimeter lebih rendah dari sudut mandibula, meskipun otot ini dibatasi dengan mudah dengan meraba kontraksi otot saat mengatupkan gigi.⁶

2.6.2 Mekanisme Kerja Elektromiografi

Mekanisme kerja perangkat EMG dentosmart terdiri dari beberapa komponen yaitu pada (Gambar. 2.14) 1. Elektroda permukaan sebagai penerima sinyal otot masseter, temporalis dan mentalis; 2. Baterai sebagai catu daya; 3. Raspberry sebagai sirkuit papan tunggal; 4. *Smartphone* Android sebagai tampilan hasil diagnosa dengan menggunakan aplikasi; 5. Elektromiografi sebagai perekam aktivitas listrik otot dan ic (integrated circuit) MCP3008 sebagai pengubah sinyal; 6. LCD 5 inci sebagai tampilan *interface* dari sistem operasi data.¹⁴



Gambar 2. 14 Komponen Elektromiografi Dentosmart.

Sumber: Achmad H, Areni IS, Ramadany S, Inayah NH, Agustin R, Ardiansya R. Reduction of excessive overjet in pediatric malocclusion using myofunctional therapy accompanied by electromyography activity evaluation in orofacial muscles. *Journal of International Dental and Medical Research*. 2022.

Komponen yang memproses data mulai dari segala bentuk rangsangan yang diterima oleh sensor akan direkam oleh EMG, elektroda permukaan dihubungkan ke EMG yang kemudian diinterpretasikan dalam bentuk sinyal digital. Komponen EMG pada prinsipnya membutuhkan dua catu daya 9V agar berfungsi dengan baik. Selanjutnya sinyal ini diterima oleh IC MCP3008 untuk mengubah sinyal dari analog menjadi digital. Hal ini diperlukan karena perangkat atau komponen

Raspberry Pi hanya dapat menerima sinyal digital. Sinyal tersebut akan dilakukan perhitungan untuk mengetahui tingkat kelainan atau masalah yang dialami oleh otot Masseter, Temporalis dan Mentalis.¹⁴

Penempatan rangkaian alat EMG pada kulit menggunakan perekat *silver/silver chloride* (Ag/AgCl) dengan permukaan elektroda bipolar (*Noraxon Dual Scottsdale, AZ, USA*) ditempatkan pada otot temporal anterior kiri dan kanan, otot masseter superfisial di kiri dan kanan sejajar dengan serabut otot, begitu juga di area dagu (otot mental). Area kulit untuk penyisipan EMG dibersihkan dengan etil alkohol 70% dan dikeringkan dengan kapas yang digunakan sebelum pemasangan elektroda. Rekaman EMG diambil 5 menit setelah penempatan EMG di tempat yang ditentukan. Aktivitas listrik dari elektromiografi (EMG) Dentosmart. otot temporal dan masseter diukur menggunakan elektromiografi.¹⁴

Rangkaian alat Dentosmart dihubungkan ke komputer menampilkan data secara grafis dan merekamnya untuk analisis kuantitatif dan kualitatif lebih lanjut. Komponen dasar analisis data diperoleh dari setiap pasien setelah proses menelan, mengunyah, posisi istirahat dan menggigit.¹⁴

2.6.3 Fungsi Tes Pemeriksaan Elektromiografi

Anak-anak mengalami fase pertumbuhan dan perkembangan dimana struktur tulang dapat dibentuk dan kebiasaan fisiologis berfungsi sebagai rangsangan untuk pertumbuhan rahang yang normal misalnya: bicara, menelan normal, mengunyah.²⁴

Elektromiografi sebagai rekaman grafis akan menampilkan potensi listrik dari aktivitas otot berdasarkan analisis sinyal listrik yang dihasilkan kontraksi otot. Elektromiografi penting untuk mempelajari aktivitas otot.⁵⁵

Penggunaan protokol terstruktur untuk mengevaluasi fungsi orofasial dapat menambah informasi penting tentang hubungan antara bentuk dan fungsi system stomatognatik pada subjek muda (gambar 2.15).¹ Pasien diinstruksikan untuk menjaga kepala dan tubuh tetap diam karena pergerakan daerah kepala dan leher atau tubuh dapat mempengaruhi hasil EMG permukaan.²⁷



Gambar 2. 15 Pasien dalam pemeriksaan kontraksi otot orofasial (masseter dan temporalis) dengan elektromiografi.

Sumber: Achmad H, Areni IS, Ramadany S, Inayah NH, Agustin R, Ardiansya R. Reduction of excessive overjet in pediatric malocclusion using myofunctional therapy accompanied by electromyography activity evaluation in orofacial muscles. *Journal of International Dental and Medical Research*. 2022.

Kompleks maksilofasial terdiri dari sistem kerangka, sistem otot dan gigi, yang dalam kondisi harmoni fungsional memberikan oklusi yang seimbang. Disfungsi otot merupakan faktor yang menyebabkan atau mempengaruhi munculnya maloklusi, disfungsi sendi temporomandibular, nyeri miofasial, kelelahan, di antara masalah lain yang dapat dideteksi melalui elektromiografi.⁶

1. Tes Fungsi Menelan

Selama penilaian setiap peserta dalam posisi duduk dengan posisi kepala santai dan bersandar pada dinding serta kaki di lantai selanjutnya diminta untuk melakukan tindakan menelan. Beberapa metode non-invasif yang digunakan untuk menilai kekuatan otot perioral adalah analisis *myoscan* dan dinamometri. Analisis *myoscan* untuk mengevaluasi aktivitas otot orofasial digunakan analisis *myoscan* menggunakan *Myoscanner* 160-B (OMFT; Maartensdijk, De Bilt, Utrecht, Belanda). Alat mengukur gaya ekstensi lidah, tekanan bibir, dan gaya kontraksi masseter. Setiap pengukuran otot, tiga percobaan gaya isometrik maksimal dilakukan dengan istirahat tiga menit di antara percobaan. Nilai terbaik dinyatakan dalam satuan *pound*, digunakan untuk analisis statistik.⁹

Fungsi otot orofasial, seperti masseter, temporal, dan orbikularis oris, memengaruhi pertumbuhan kraniofasial dan bentuk tulang belakang. Disfungsi menelan berhubungan dengan morfologi wajah dari kekuatan otot perioral (lidah, otot bibir dan otot masseter) yang memiliki pengaruh langsung pada maloklusi.⁹

2. Tes Fungsi Menggigit

Dimensi otot pengunyahan, oklusi gigi, morfologi wajah, dan nyeri fungsional merupakan faktor utama yang dapat mempengaruhi besaran gaya gigitan. Kekuatan gigitan meningkat ketika gigi berada dalam kontak oklusal, dengan meningkatnya jumlah gigi yang erupsi dan tahapan erupsi gigi dan potensi pengaruh kekuatan gigitan terhadap perkembangan struktur dan fungsi sistem pengunyahan.¹ Aktivitas otot dianalisis selama kontraksi, dengan subjek melakukan oklusi kekuatan maksimum selama kurang lebih 5 detik.⁵⁶

Kebiasaan oral yang merusak dapat mempengaruhi keseimbangan neuromuskuler orofasial, menyebabkan kelainan pertumbuhan kraniofasial tergantung pada intensitas dan frekuensi.¹

3. Tes Fungsi Mengunyah

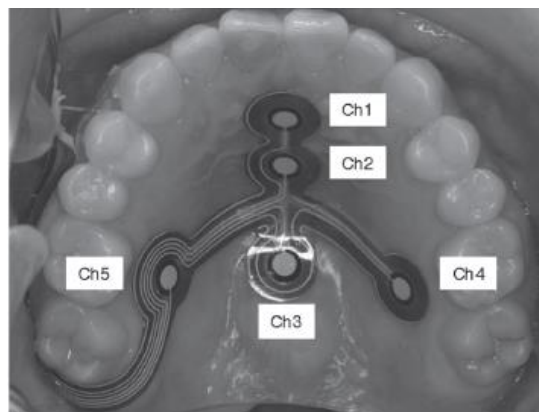
Melalui pengunyahan proses biofisik dan biokimia dikembangkan untuk persiapan bolus. Pergerakan otot fasial mulut dan lidah memiliki peran utama dalam distribusi bolus pada permukaan oklusal gigi.⁵⁷

Tes pengunyahan standar tergantung pada jenis makanan (makanan keras, lunak dan impulsif). Berbagai macam jenis nutrisi, alami dan/atau buatan yang dapat digunakan sebagai makanan uji. Literatur menyebutkan, kacang adalah makanan yang paling umum digunakan, karena harganya yang murah, relatif seragam dalam ukuran dan kekerasan, yang memfasilitasi standarisasi dan dapat digunakan tanpa persiapan sebelumnya. Manfaat lain dari kacang tanah adalah banyak dikonsumsi dan untuk mengembangkan fungsi mengunyah. Nutrisi alami berdampak positif pada pasien yang sehat, dan waktu pengujiannya sangat cepat. Jenis nutrisi ini menghasilkan rasa dan merangsang penciuman dengan memengaruhi mengunyah dengan tepat. Pasien dianjurkan untuk mengunyah secara alami dari satu sisi ke sisi lain. Tes pengunyahan standar ditentukan oleh konsumsi nutrisi dengan kualitas dan kuantitas yang sama, ditentukan dengan siklus pengunyahan pertama.⁵⁷

4. Tes Tekanan Lidah

Mengukur tekanan lidah selama menelan, lembar sensor setebal 0,1 mm dengan lima titik pengukuran (Ch1: bagian median-anterior, Ch2: bagian mid-

median, Ch3: bagian median-posterior, Ch4: bagian posterior-lateral kiri, Ch5: bagian posterior-lateral kanan (Gambar 2.16). Lembar sensor untuk mengukur tekanan lidah dilekatkan pada mukosa palatal menggunakan perekat gigi tiruan. Tekanan lidah diukur selama menelan 4,0 ml water jelly tawar. Posisi subyek duduk selama pengukuran dan menahan kepala mereka sehingga bidang horizontal Frankfort sejajar dengan lantai. Penguji meletakkan makanan uji ke dalam mulut subjek dan menginstruksikan subjek untuk menahan makanan uji di lidah sebelum menelannya dalam satu upaya. Tekanan lidah diukur selama waktu ini. Setiap subjek melakukan lima percobaan menelan, dan rata-rata diambil sebagai nilai individu masing-masing subjek.⁵⁸



Gambar 2. 16 Tampilan oklusal dari lembar sensor yang terpasang pada rahang atas. Ch1: anterior-median; Ch2: median tengah; Ch3: posterior-median; Ch4: posterior-lateral kiri; Ch5: posterior-lateral kanan.

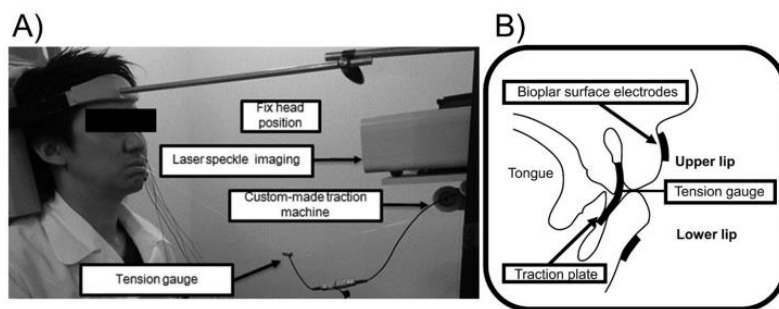
Sumber: Kurihara K, Fukui T, Sakaue K, Hori K, Ono T, Saito I. The effect of tongue thrusting on tongue pressure production during swallowing in adult anterior open bite cases. *Journal of oral rehabilitation*. 2019

5. Tes Kontraksi Bibir

Dalam mengukur kekuatan otot orbikularis oris. Setiap subjek duduk di kursi dengan posisi kepala rileks dan dagu stabil. Pelat traksi terbuat dari bahan termoplastik (Bioplast; Scheu Dental, Iserlohn, Jerman) dimasukkan ke dalam

ruang depan mulut, dan pelat ditarik oleh mesin penguji (*Digital Force Gauge ZP & Motorized Test Stands MH-1000N*; Imada, Toyohashi, Japan) melalui tali dengan kecepatan konstan 45 mm per menit. Subyek diinstruksikan untuk menggigit dengan gigi gerahamnya dan tidak menghisap pelat. Gaya yang dibutuhkan pelat untuk keluar dari ruang depan mulut diukur sebagai kekuatan tarik orbikularis oris. Setiap subjek melakukan tes sebanyak 3 kali dengan interval istirahat 10 menit.⁴⁷

Subjek ditempatkan dalam posisi duduk tegak sehingga bidang horizontal Frankfort sejajar dengan lantai, dan diinstruksikan untuk bernapas melalui hidung. Pelat traksi dimasukkan di ruang depan mulut atas dan bawah (Gambar 2.17). Kemudian dihitung ketegangan kontraktil maksimum untuk setiap subjek. Setiap peserta beristirahat selama 10 menit tanpa pelat traksi dalam posisi duduk sebelum pengukuran.⁵⁹



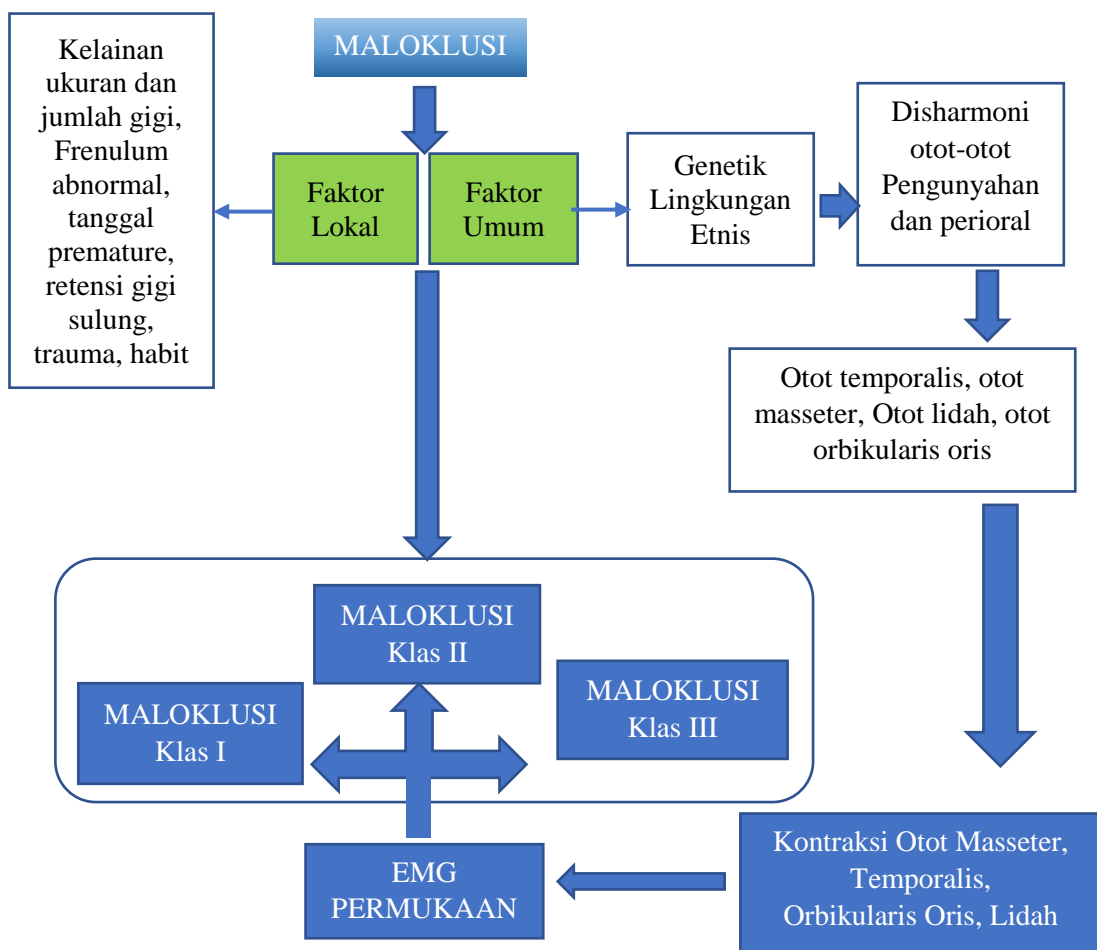
Gambar 2. 17 Aktivitas otot bibir diukur dengan menarik pelat traksi yang terhubung ke pengukur tegangan. (a) Pandangan lateral dari pengukur tegangan yang terhubung ke mesin traksi yang dibuat khusus selama periode latihan. (b) Ilustrasi skematis pelat traksi intraoral.

Sumber: Takada JJ, Miyamoto JJ, Sato C, Dei A, Moriyama K. Comparison of EMG activity and blood flow during graded exertion in the orbikularis oris muscle of adult subjects with and without lip incompetence: a cross-sectional survey. *European journal of orthodontics*. 2018 May 25.

2.7 Evaluasi Kelas Maloklusi Gigi

Mengevaluasi kelas oklusi gigi semua peserta dinilai dalam posisi duduk dengan postur kepala santai dan interkusipasi gigi maksimal. Kelas maloklusi gigi ditetapkan menurut klasifikasi Angle berdasarkan hubungan antara molar pertama dari lengkung gigi.⁹

2.8 Kerangka Teori

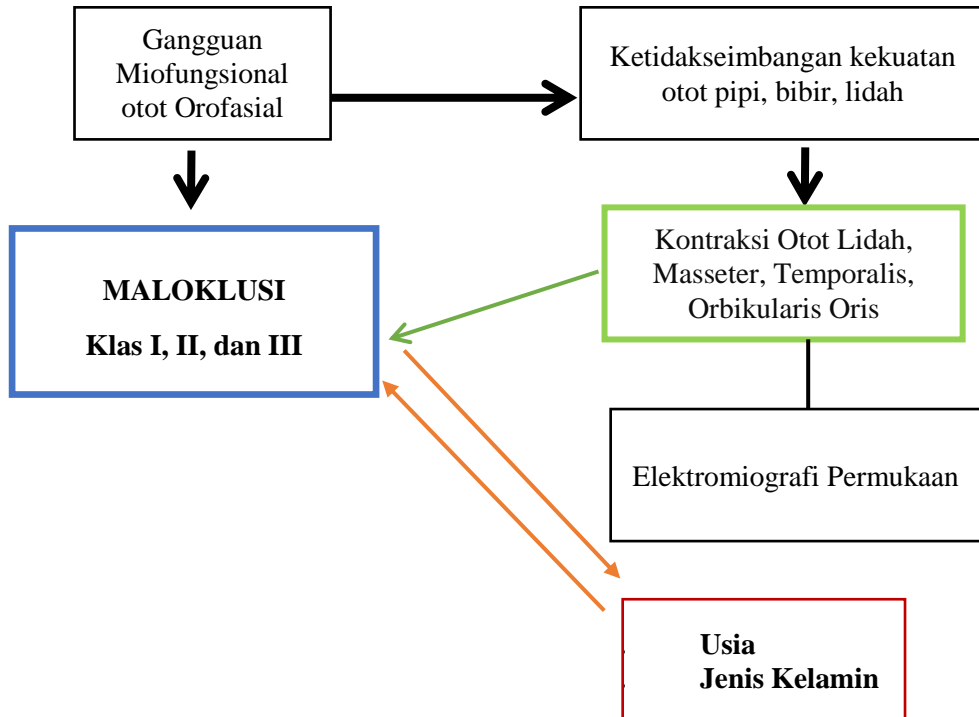


Deskripsi kerangka teori

Maloklusi kemungkinan dapat disebabkan faktor umum dan faktor lokal maupun gabungan dari faktor umum dan lingkungan. Faktor umum dapat disebabkan genetik, lingkungan, dan etnis. Faktor lingkungan terutama otot-otot pengunyahan

dan perioral yang disharmoni dapat menyebabkan maloklusi. Disharmoni Otot-otot pengunyahan masseter, temporalis, orbikularis oris dan lidah dapat menyebabkan maloklusi klas II dan III. Klasifikasi maloklusi dibagi berdasarkan hubungan molar pertama, maloklusi menurut klasifikasi Angle dibagi menjadi maloklusi klas I, Klas II dan Klas III. Kekuatan kontraksi otot masseter, temporalis, orbikularis oris dan lidah akan mempengaruhi perkembangan dentofacial pada anak. Deteksi kekuatan kontraksi otot temporalis, masseter, orbikularis oris dan otot lidah menggunakan elektromiografi untuk menilai bagaimana kekuatan otot-otot tersebut pada kasus maloklusi pada anak usia tumbuh kembang.

2.9 Kerangka Konsep



Keterangan:

: Variabel Bebas

: Variabel dependen

: Variabel kendali

➔ : Menyebabkan

← : Mempengaruhi

↔ : Saling mempengaruhi

2.10 Hipotesis

1. Ada hubungan kontraksi otot masseter, temporalis, orbikularis oris dan lidah pada maloklusi klas I, II dan III.
2. Ada hubungan kontraksi otot masseter, temporalis, orbikularis oris dan lidah menurut jenis kelamin, usia, dengan maloklusi klas I, II dan III.