

TESIS

**HUBUNGAN ANTARA JARAK HYOMENTAL DENGAN MENGGUNAKAN
ULTRASONOGRAFI DAN JARAK THYROMENTAL PRAOPERATIF SEBAGAI
PREDIKTOR KESULITAN LARINGOSKOPI LANGSUNG**

*Association Between Ultrasonographic Hyomental Distance and
Preoperative Thyromental Distance as Predictors of Difficult Direct
Laryngoscopy*

dr. Kaharudin

C135212007



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS 1
PROGRAM STUDI ILMU ANESTESI DAN TERAPI INTENSIF
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2026

**HUBUNGAN ANTARA JARAK HYOMENTAL DENGAN MENGGUNAKAN
ULTRASONOGRAFI DAN JARAK THYROMENTAL PRAOPERATIF SEBAGAI
PREDIKTOR KESULITAN LARINGOSKOPI LANGSUNG**

*Association Between Ultrasonographic Hyomental Distance and
Preoperative Thyromental Distance as Predictors of Difficult Direct
Laryngoscopy*

dr. Kaharudin

C135212007



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS 1
PROGRAM STUDI ILMU ANESTESI DAN TERAPI INTENSIF
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2026

**HUBUNGAN ANTARA JARAK HYOMENTAL DENGAN MENGGUNAKAN
ULTRASONOGRAFI DAN JARAK THYROMENTAL PRAOPERATIF SEBAGAI
PREDIKTOR KESULITAN LARINGOSKOPI LANGSUNG**

TESIS

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Spesialis-1 (Sp.1)

PROGRAM STUDI

Anesthesiologi dan Terapi Intensif

Disusun dan diajukan oleh:

dr. Kaharudin

C135212007

Kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS 1
DEPARTEMEN ILMU ANESTESI, PERAWATAN INTENSIF DAN
MANAJEMEN NYERI
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2026

LEMBAR PENGESAHAN (TESIS)

**HUBUNGAN ANTARA JARAK HYOMENTAL DENGAN MENGGUNAKAN
ULTRASONOGRAFI DAN JARAK THYROMENTAL PRAOPERATIF SEBAGAI PREDIKTOR
KESULITAN LARINGOSKOPI LANGSUNG**

*Association Between Ultrasonographic Hyomental Distance and
Preoperative Thyromental Distance
as Predictors of Difficult Direct Laryngoscopy*

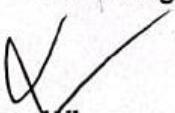
**dr. Kaharudin
NIM. C135212007**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian
Studi Program Pendidikan Dokter Spesialis Program Studi Anestesiologi dan Terapi
Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin pada Tanggal
24 April 2026 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pada
Program Studi Anestesiologi dan Terapi Intensif
Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin
Makassar

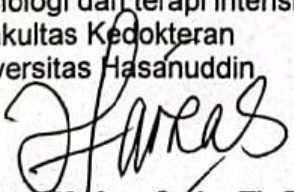
Mengesahkan:

Pembimbing Utama

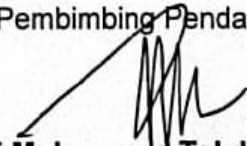

**dr. Nur Surya Wirawan, M.Kes, Sp.An-TI,
Subsp.M.N.(K), FIRM, MARS, FisQua, AIFO-K,
DABRM**

NIP. 19820422 200801 1 007

Ketua Program Studi
Anestesiologi dan terapi intensif
Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin


Dr. dr. Haizah Nurdin, M. Kes, SpAn-TI, Subsp.T.I.(K)
NIP. 19810411 201404 2 001

Pembimbing Pendamping,


**Dr. dr. Andi Muhammad Takdir Musba, Sp.An-
TI, Subsp.M.N.(K), FIPM**
NIP. 19741031 200801 1 009



Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin


**Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD,
Subsp. GH(K), Sp.GK**
NIP. 19680530 199603 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : dr. Kaharudin

NIM : C135212007

Program Studi : Anestesiologi dan Terapi Intensif

Jenjang : PPDS-1

Menyatakan dengan ini bahwa tesis dengan judul **“HUBUNGAN ANTARA JARAK HYOMENTAL DENGAN MENGGUNAKAN ULTRASONOGRAFI DAN JARAK THYROMENTAL PRAOPERATIF SEBAGAI PREDIKTOR KESULITAN LARINGOSKOPI LANGSUNG”** adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dr. Nur Surya Wirawan, M.Kes, Sp.An-TI, Subsp.M.N.(K), FIPM, MARS, FisQua, AIFO-K, DABRM selaku pembimbing I dan Dr. dr. Andi Muhammad Takdir Musba, Sp.An-TI, Subsp.M.N.(K), FIPM selaku pembimbing II. Karya ilmiah ini belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka tesis ini.

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

Makassar, 2 Juli 2026

Yang menyatakan,



dr. Kaharudin

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, karunia, dan bimbingan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Pendidikan Dokter Spesialis Anestesiologi, Terapi Intensif, dan Manajemen Nyeri Universitas Hasanuddin.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan doa sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan lancar, terutama kepada:

1. dr. Nur Surya Wirawan, M.Kes, Sp.An-TI, Subsp.M.N.(K), FIPM, MARS, FisQua, AIFO-K, DABRM selaku Pembimbing I dan Dr. dr. Andi Muhammad Takdir Musba, SpAn-TI, Subsp. M.N (K), FIPM selaku Pembimbing II yang telah dengan sabar membimbing, memberikan arahan, ilmu, serta masukan berharga selama proses penyusunan penelitian.
2. Seluruh Dokter Konsulen Departemen Anestesi Universitas Hasanuddin atas bimbingan ilmu dan pengawasan selama penelitian berlangsung.
3. Istri, orang tua, mertua, saudara dan anak saya yang dengan Ikhlas, sabar dan tulus mendukung, memanjatkan doa untuk saya dalam menyelesaikan pendidikan dan penelitian ini baik secara moril maupun materil.
4. Pegawai dan staf Rumah Sakit Wahidin Sudirohusodo, serta semua pihak yang telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian ini.

5. Rekan-rekan Residen Anestesi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin yang telah memberikan dukungan moral maupun bantuan tenaga selama penelitian ini berlangsung.
6. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan dalam bentuk apapun kepada penulis.

Penulis menyadari penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan penelitian ini mendatang. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan memberikan kontribusi bagi ilmu pengetahuan serta pelayanan medis di kemudian hari.

Makassar, 02 Juli 2026

Kaharudin

HUBUNGAN ANTARA JARAK HYOMENTAL DENGAN MENGGUNAKAN ULTRASONOGRAFI DAN JARAK THYROMENTAL PRAOPERATIF SEBAGAI PREDIKTOR KESULITAN LARINGOSKOPI LANGSUNG

ABSTRAK

Pendahuluan: Laringoskopi sulit merupakan tantangan dalam praktik anestesi karena dapat meningkatkan risiko komplikasi akibat kegagalan manajemen jalan napas. Evaluasi pra-operatif menggunakan parameter anatomi seperti jarak hyomental (Hyomental Distance/HMD) dan jarak thyromental (Thyromental Distance/TMD) berpotensi membantu memprediksi kesulitan intubasi secara lebih akurat.

Tujuan Penelitian: Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan jarak hyomental dan jarak thyromental pra-operatif terhadap insiden laringoskopi langsung sulit serta menentukan nilai sensitivitas dan spesifisitasnya.

Metode Penelitian: Penelitian ini merupakan studi observasional analitik dengan desain prospektif yang dilakukan pada pasien yang menjalani anestesi umum dengan intubasi endotrakeal di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo periode Oktober–November 2025. Pengukuran HMD dilakukan menggunakan ultrasonografi pada posisi netral, sniffing, dan ekstensi, serta mengitung rasio hyomental (HMDR), sedangkan TMD diukur secara klinis menggunakan metode standar. Derajat kesulitan laringoskopi dinilai berdasarkan klasifikasi Cormack–Lehane. Analisis statistik dilakukan untuk menilai hubungan serta menentukan akurasi diagnostik masing-masing parameter.

Hasil Penelitian: HMD dan TMD secara signifikan lebih pendek pada kelompok laringoskopi sulit ($p < 0,001$). Cut-off HMD netral $\leq 4,25$ cm menunjukkan sensitivitas 90% dan spesifisitas 100%; HMD sniffing $\leq 4,75$ cm dan HMD ekstensi $\leq 5,25$ cm masing-masing memiliki sensitivitas dan spesifisitas 100%; HMDR $\leq 1,15$ memiliki sensitivitas 80,0% dan spesifisitas 85,4%; sedangkan TMD $\leq 7,55$ cm menunjukkan sensitivitas 100% dan spesifisitas 97,6%.

Kesimpulan: Pemendekan jarak hyomental dan jarak thyromental pra-operatif berhubungan signifikan dengan peningkatan risiko laringoskopi langsung sulit dengan akurasi diagnostik yang baik, sehingga berpotensi digunakan sebagai prediktor dalam evaluasi jalan napas pra-anestesi.

Kata kunci: Jalan nafas sulit, jarak hyomental, jarak thyromental, laringoskopi, ultrasonography

ASSOCIATION BETWEEN ULTRASONOGRAPHIC HYOMENTAL DISTANCE AND PREOPERATIVE THYROMENTAL DISTANCE AS PREDICTORS OF DIFFICULT DIRECT LARYNGOSCOPY

ABSTRACT

Introduction: Difficult laryngoscopy remains a major challenge in anesthetic practice due to its association with airway-related complications. Preoperative assessment using anatomical parameters such as Hyomental Distance (HMD) and Thyromental Distance (TMD) may improve the prediction of difficult intubation.

Objective: This study aimed to analyze the association between preoperative hyomental and thyromental distances and the incidence of difficult direct laryngoscopy, as well as to determine their sensitivity and specificity.

Methods: This prospective observational analytic study was conducted in patients undergoing general anesthesia with endotracheal intubation at Dr. Wahidin Sudirohusodo Hospital from October to November 2025. HMD was measured using ultrasonography in neutral, sniffing, and extension positions, and the hyomental distance ratio (HMDR) was calculated. TMD was measured clinically using a standardized technique. The degree of laryngoscopic difficulty was assessed using the Cormack–Lehane classification. Statistical analysis was performed to evaluate the association and determine the diagnostic accuracy of each parameter.

Results: Both HMD and TMD were significantly shorter in the difficult laryngoscopy group ($p < 0.001$). A cut-off value of HMD in the neutral position ≤ 4.25 cm demonstrated 90% sensitivity and 100% specificity. HMD in the sniffing position ≤ 4.75 cm and in extension ≤ 5.25 cm each showed 100% sensitivity and 100% specificity. HMDR ≤ 1.15 had 80.0% sensitivity and 85.4% specificity, while TMD ≤ 7.55 cm demonstrated 100% sensitivity and 97.6% specificity.

Conclusion: Shorter preoperative hyomental and thyromental distances were significantly associated with an increased risk of difficult direct laryngoscopy, demonstrating excellent diagnostic accuracy and potential utility as predictors in pre-anesthetic airway assessment.

Keywords: Difficult airway; hyomental distance; thyromental distance; ultrasonography; laryngoscopy

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Hipotesis Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Anatomi Saluran Napas.....	6
2.2. Penilaian Jalan Napas Sulit.....	12
2.3. Ultrasonografi Saluran Napas Atas.....	21
2.4. HMD (<i>Hyomental Distance</i>)	27
2.5. TMD (<i>Thyromental distance</i>)	31
BAB III KERANGKA PENELITIAN	35
3.1. Kerangka Teori	35
3.2. Kerangka Konsep	36
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	37
4.1. Desain Penelitian	37
4.2. Tempat dan Waktu Penelitian	37
4.3. Subjek Penelitian	37
4.4. Kriteria Sampel.....	38

4.5.	Variabel Penelitian.....	39
4.6.	Definisi Operasional dan kriteria Objektif	39
4.7.	Metode Kerja	41
4.8.	Analisis Data.....	42
4.9.	Alur Penelitian.....	43
4.10.	Etika Penelitian.....	43
4.11.	Personalia Penelitian.....	44
BAB V HASIL PENELITIAN.....		45
5.1.	Karakteristik Sampel Penelitian	45
5.2.	Karakteristik Jarak Hyomental dan Jarak Thyromental Pra-Operatif pada Pasien yang Mengalami Intubasi Sulit	47
5.3.	Kemampuan Prediktif Jarak Hyomental dan Jarak Thyromental Pra-Operatif Menggunakan Ultrasonografi Terhadap Insiden Intubasi Sulit	48
BAB VI PEMBAHASAN		51
BAB VII PENUTUP		58
7.1.	Kesimpulan.....	58
7.2.	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....		60

DAFTAR GAMBAR

Gambar.	2.1	Diagram potongan sagital dari faring menggambarkan tiga subdivisi faring.....	6
Gambar.	2.2	Gambaran posterior faring menunjukkan subdivisi faring	7
Gambar.	2.3	Dinding lateral kavum nasi menunjukkan konka superior, media, dan inferior	8
Gambar.	2.4	Potongan sagital mulut yang menggambarkan lidah dan inervasinya	9
Gambar.	2.5	Ilustrasi diagram dari potongan sagital laring	10
Gambar.	2.6	Ilustrasi diagram gambaran superior laring mensimulasikan struktur laringoskopi direk	10
Gambar.	2.7	Ilustrasi diagram gambaran anterior laring	11
Gambar.	2.8	Visualisasi posisi sumbu oral dan faring dalam posisi netral dan ekstensi maksimal.....	17
Gambar.	2.9	Klasifikasi Mallampati	19
Gambar.	2.10	Penilaian tampilan laring	19
Gambar.	2.11	The Cormack–Lehane laryngeal view scoring system.....	21
Gambar.	2.12	Area pencitraan USG saluran napas atas	25
Gambar.	2.13	Gambaran transversal pada thyrohyoid membrane	27
Gambar.	2.14	Gambaran USG parasagital kiri pada thyrohyoid membrane.....	27
Gambar.	2.15	Gambaran USG submandibular sagittal dalam posisi ekstensi leher	28
Gambar.	2.16	Posisi transduser dan anatomi sonografi area submandibular	29
Gambar.	2.17	Pengukuran Thyromental Distance.....	33
Gambar.	3.1	Kerangka Teori	37
Gambar.	3.2	Kerangka Konsep	39
Gambar.	4.1	Alur Penelitian	44

DAFTAR TABEL

Tabel.	2.1	Kondisi yang berimplikasi terhadap penatalaksanaan jalan napas ...	15
Tabel.	2.2	Interpretasi kesulitan intubasi berdasarkan nilai Thyromental Distance (TMD)	34
Tabel.	5.1	Karakteristik sampel penelitian.....	46
Tabel.	5.2	Jarak Hyomental dan Jarak Thyromental Pra-Operatif.....	48
Tabel.	5.3	Kemampuan Prediktif Jarak Hyomental dan Jarak Thyromental Pra-Operatif	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Memprediksi kesulitan jalan napas pra-operatif merupakan salah satu elemen terpenting dalam evaluasi pra-operatif melalui penilaian beberapa tanda klinis. Mengenali pasien dengan jalan napas yang sulit akan memberikan peringatan kepada dokter anestesi sehingga memungkinkan bagi tim untuk melakukan tindakan preventif yang tepat sebelum melakukan induksi.¹ Oleh karena tidak adanya tanda klinis yang memiliki nilai diagnostik absolut dan tidak ada yang dapat memastikan risiko intubasi yang sulit, maka diperlukan adanya analisis prediktif dengan akurasi diagnostik yang lebih baik yang dapat mengidentifikasi pasien yang berisiko mengalami gangguan saluran napas, seperti ketidakmampuan untuk melakukan intubasi dan/atau ventilasi.²

American Society of Anesthesiologists (ASA) mendefinisikan jalan napas sulit sebagai situasi klinis di mana terdapat kesulitan atau kegagalan yang diantisipasi atau tidak diantisipasi oleh dokter yang terlatih dalam perawatan anestesi, yang meliputi tetapi tidak terbatas pada satu atau lebih dari yang berikut ini: ventilasi sungkup wajah, laringoskopi, ventilasi menggunakan jalan napas supraglotis, intubasi trakea, ekstubasi, atau jalan napas invasif.³ Manajemen jalan napas yang tidak berhasil menyebabkan morbiditas dan mortalitas yang serius, dan intubasi sulit yang tidak terantisipasi merupakan peristiwa yang berpotensi mengancam jiwa selama berlangsungnya anestesi.⁴ Dilaporkan bahwa insiden ventilasi masker yang sulit dilaporkan sebesar 1,4-7,5% dengan 0,15% pasien tidak dapat dilakukan (*impossible*) bantuan ventilasi. Insiden intubasi yang sulit berkisar antara 1% hingga 8% dan insiden intubasi yang gagal sebesar 0,05-0,35%.⁵ Tingkat keberhasilan intubasi menggunakan laringoskop video berkisar antara 97,4% hingga 99,6%.⁶ Insiden ketidakmungkinan pemasangan jalan napas supraglotis (SGA) berkisar antara 0,2% hingga

8%.⁷ Insiden situasi “tidak dapat melakukan intubasi, tidak dapat memberikan oksigen” berkisar antara 0,0019% hingga 0,04%.⁷⁻⁹

Memahami dan memprediksi jalan napas sulit tidaklah mudah karena melibatkan banyak faktor yang saling berhubungan. Beragam penelitian menggunakan definisi dan kriteria yang berbeda, sehingga sulit untuk menyepakati standar yang sama. Penilaian sering kali bergantung pada pengalaman pribadi karena tidak semua parameter didukung oleh data objektif. Selain itu, kombinasi faktor yang memengaruhi jalan napas sulit bisa sangat bervariasi pada setiap pasien, sehingga setiap kasus memiliki tantangannya sendiri.¹⁰ Hal ini menjelaskan mengapa kejadian jalan napas sulit dan intubasi sulit dapat berkisar antara 5% hingga 22%. Untuk itu, diperlukan pendekatan yang lebih terpadu, seperti memanfaatkan teknologi dengan menggunakan data objektif, guna meningkatkan akurasi prediksi dan penanganannya.¹¹

Teknik pencitraan seperti *Computed Tomography* (CT-Scan), *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), dan Ultrasonografi (USG) telah diteliti dalam upaya mengidentifikasi parameter dengan sensitivitas dan spesifisitas yang optimal untuk mengantisipasi jalan napas yang sulit. Ultrasonografi merupakan salah satu metode yang direkomendasikan oleh dokter anestesi karena memiliki keunggulan yang meliputi sifat teknik non-invasif, murah, dan tidak memancarkan radiasi. Berbagai parameter pengukuran ultrasonografi telah digunakan dalam studi prospektif. Salah satu parameter yang memiliki potensi menjanjikan adalah pengukuran jarak hyomental (*Hyomental distance: HMD*).^{2,4}

HMD diukur dari batas atas tulang hyoid ke tepi bawah mentum mandibula. Sedangkan rasio HMD (HMDR) adalah rasio jarak hyomental pada posisi kepala netral dan posisi kepala yang diekstensikan. HMDR mencerminkan kemampuan untuk menilai *submandibular space*, yang sangat penting selama laringoskopi. Tulang hyoid bergerak ketika leher diekstensikan, sehingga meningkatkan area submandibular. Ketidakmampuan

untuk memvisualisasikan tulang hyoid pada USG meningkatkan kemungkinan sulitnya laringoskopi direk.¹² Pada penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa HMD memiliki hubungan signifikan dalam penilaian kesulitan jalan napas pre-operatif.^{13,14} HMDR dengan nilai ambang 1.2 dilaporkan memiliki sensitivitas 88% dan spesifitas 60% jika dibandingkan dengan parameter USG lainnya.¹⁵ Terlepas dari potensi pengukuran HMD dalam memprediksi kesulitan akses jalan napas, pengimplementasian instrumen ini masih belum digunakan secara universal.

Di sisi lain, salah satu parameter sederhana yang sering digunakan adalah jarak tiromental (*Thyromental Distance*, TMD), yaitu jarak antara mentum hingga kartilago tiroid saat kepala pasien dalam posisi ekstensi maksimal. TMD yang pendek diasosiasikan dengan ruang submandibular yang sempit, yang dapat membatasi ruang manuver laringoskop dan memvisualisasikan glotis selama intubasi.^{16,17}

Beberapa studi telah mengidentifikasi nilai TMD <6,5 cm sebagai indikator risiko tinggi intubasi sulit.^{18,19} Namun, akurasi TMD sebagai prediktor tunggal masih diperdebatkan. Namratha et al. (2023) bahkan menemukan bahwa TMD yang panjang (>7,5 cm) juga dapat dikaitkan dengan kesulitan intubasi, menunjukkan bahwa korelasi antara nilai TMD dan kesulitan intubasi tidak selalu linier. Selain itu, sensitivitas TMD bervariasi antar studi, meskipun spesifisitasnya relatif konsisten tinggi.^{20,21} Kendati demikian, karena TMD mudah diukur, tidak memerlukan alat khusus, dan dapat diterapkan di berbagai populasi, ia tetap menjadi bagian penting dari evaluasi jalan napas preoperatif

Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini tertarik untuk menilai hubungan antara jarak hyomental dengan menggunakan ultrasonografi dan jarak thyromental praoperatif sebagai prediktor kesulitan jalan di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana hubungan antara jarak hyomental dan jarak thyromental pra-operatif menggunakan ultrasonografi terhadap insiden kesulitan laringoskopi langsung.

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Mengetahui hubungan antara jarak hyomental dan jarak thyromental pra-operatif menggunakan ultrasonografi terhadap insiden laringoskopi langsung sulit.

1.3.2. Tujuan khusus

1. Mengetahui karakteristik pasien yang mengalami laringoskopi langsung sulit pada pasien operasi di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo periode Oktober-November 2025
2. Mengetahui karakteristik jarak hyomental pra-operatif menggunakan ultrasonografi pada pasien yang mengalami laringoskopi langsung sulit di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo periode Oktober-November 2025
3. Mengetahui karakteristik jarak thyromental pra-operatif pada pasien yang mengalami laringoskopi langsung sulit di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo periode Oktober-November 2025
4. Mengetahui hubungan antara jarak hyomental dengan panduan ultrasonografi dan jarak thyromental pra-operatif terhadap insiden laringoskopi langsung sulit pada pasien operasi di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo periode Oktober-November 2025

1.4. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini yaitu semakin pendek jarak hyomental dan jarak thyromental maka meningkatkan risiko laringoskopi langsung sulit pada pasien operatif.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah yang bermanfaat dalam memprediksi kasus laringoskopi langsung sulit
2. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai landasan atau sumber pemikiran untuk penelitian dan penentuan kebijakan selanjutnya terkait manajemen jalan napas pada kasus laringoskopi sulit

BAB II

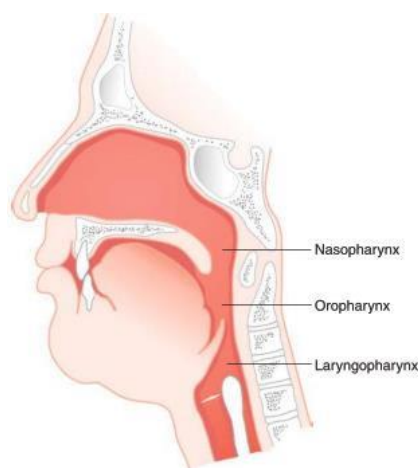
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Anatomi Saluran Napas

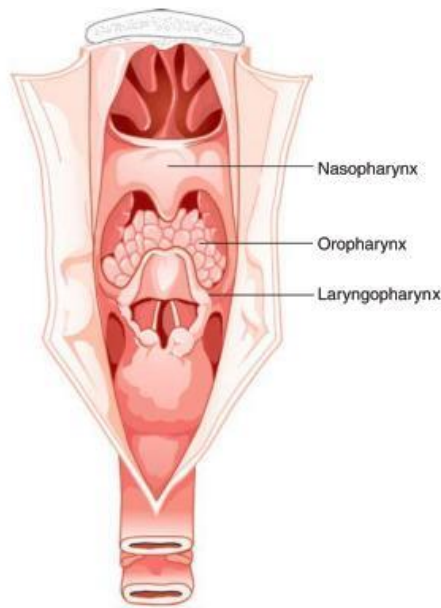
2.1.1. Faring

Faring merupakan sebuah saluran memanjang dari tulang sfenoid ke vertebra servikal keenam (C6) yang sejajar dengan vertebra. Ruang retrofaring terletak antara fascia buccopharyngeal yang lebih dangkal dan fascia prevertebral. Abses dapat terbentuk di ruang ini dan menyusup ke dalam mediastinum superior.

Komunikasi anterior faring terletak pada nasofaring, orofaring, dan laringofaring (Gambar 2.1). Nasofaring memanjang dari dasar tengkorak ke palatum mole pada level vertebra servikal pertama (C1), dari sana kemudian ke bagian bawah C3 terdapat orofaring. Laringofaring memanjang dari C3 ke C6 di mana ia bergabung dengan esofagus (Gambar 2.2). Otot cricopharyngeus yang berasal dari kartilago krikoid mengelilingi esofagus untuk membentuk sfingter esofagus bagian atas. Pada pasien yang dianestesi, menekan cincin krikoid terhadap C6 (*Sellick maneuver*) meniru penyempitan sfingter esofagus dan mengurangi risiko regurgitasi pasif isi lambung.²²



Gambar 2.1. Diagram potongan sagital dari faring menggambarkan tiga subdivisi faring²²



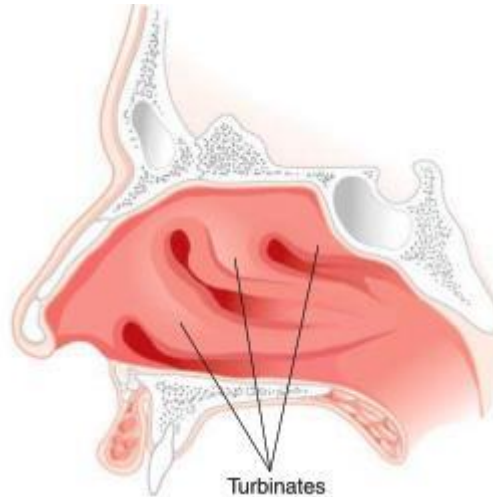
Gambar 2.2. Gambaran posterior faring menunjukkan subdivisi faring.²²

2.1.2. Nasofaring Dan Hidung

Fasia Faringobasilar menghubungkan faring superior ke os oksipital dan sfenoid. Dengan adanya fraktur skul basilar, percobaan saluran nasotrakeal dan nasogastrik menghasilkan masuknya struktur tersebut ke dalam kranium. Bagian superfisial tulang yang menutup faring dan C1 terdapat tonsil faring (disebut kelenjar adenoid ketika mengalami hipertrofi) merupakan tempat berpotensi terjadinya obstruksi atau perdarahan selama dilakukan intubasi nasal. Pada pasien yang memiliki lidah cukup besar untuk mengisi rongga mulut, gas masuk melalui nasofaring ke paru-paru dengan menggunakan ventilasi masker wajah namun palatum molle, dinding posterior faring, dan lidah sering membentuk katup searah yang menghalangi pernafasan. Perangkat gas dicegah dengan melepaskan mandibula secara berkala atau dengan memasukkan jalan napas buatan.²²

Pada bagian anterior nasofaring terbuka melalui koana, saluran nasal, dan nostril. Fungsi filtrasi dan pelembapan hidung dilakukan dengan baik oleh permukaan berbelit-belit dari tiga turbinat pada setiap dinding lateral (Gambar 2.3). Kerapuhan struktur tersebut

dapat menimbulkan epistaksis setelah dilakukan intubasi nasal kecuali tabung dipandu paralel dan berdekatan dengan palatum durum dan tegak lurus ke wajah melalui saluran di bawah turbinat inferior.²²



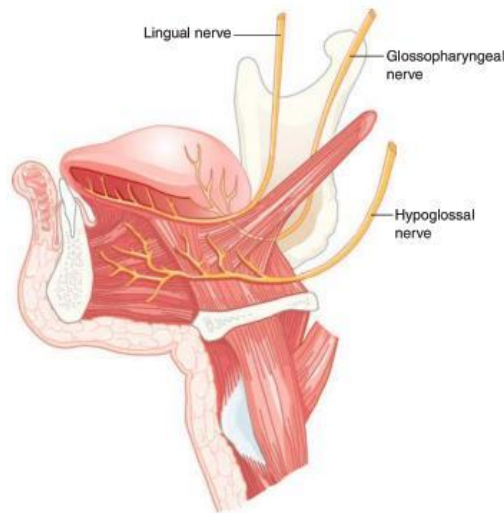
Gambar 2.3. Dinding lateral kavum nasi menunjukkan konka superior, media, dan inferior.²²

2.1.3. Orofaring Dan Mulut

Orofaring terbuka ke rongga mulut pada lipatan palatoglossus, menandai pembelahan antara dua pertiga anterior dan sepertiga posterior lidah. Sepertiga posterior lidah membentuk dinding anterior orofaring. Pada pasien yang tidur atau teranestesi pada posisi telentang, relaksasi otot yang dikombinasikan dengan gravitasi mendekati pangkal lidah ke dinding orofaring posterior mengakibatkan berbagai tingkat obstruksi jalan napas. Obstruksi jalan nafas parsial diperburuk oleh adanya tekanan inspirasi negatif yang meruntuhkan dinding faring yang longgar ke dalam.²²

Dengan tidak adanya jalan nafas buatan, patensi jalan nafas dapat ditingkatkan dengan memperpanjang leher atau subluksasi mandibula anterior. Terjadinya pergeseran ke anterior ini melalui peregangan otot-otot mylohyoid, geniohyoid, dan genioglossus secara tidak langsung mengurangi obstruksi orofaring (Gambar 2.4). Mobilitas mandibula pada

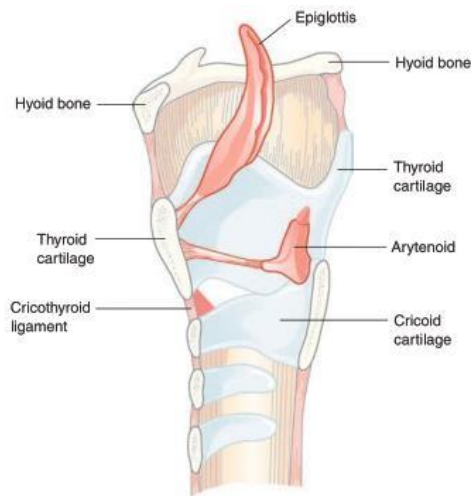
gilirannya tergantung pada gerakan engsel dan meluncur dari sendi temporomandibular (TMJ). Untuk laringoskopi rigid yang berhasil, lidah dipindahkan ke anterior untuk memvisualisasikan laring.²²



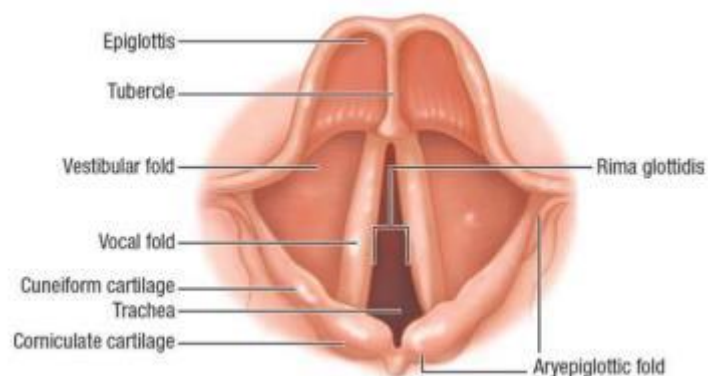
Gambar 2.4. Potongan sagital mulut yang menggambarkan lidah dan inervasinya.²²

2.1.4. Laringofaring Dan Laring

Epiglotis, tiroid, dan kartilago krikoid dan enam kartilago berpasangan yang lebih kecil (aritenoid, kornikulata, kuneiformis) membentuk laring (Gambar 2.5). Untuk setiap sisi laring dan inferior ke lipatan ariepiglotis merupakan resesus piriformis yang dipisahkan oleh prominensia pada dinding laringofaring anterior yang dibentuk oleh lamina kartilago krikoid (Gambar 2.6) . Jalan napas supraglotis yang diposisikan dengan benar (Gambar 2.6). SGA), seperti *laryngeal mask airway (LMA)* menyegel kartilago krikoid dan musculus krikofaringeal inferior, pangkal lidah superior, dan resesus piriformis lateral. Nervus laringeus superior dan submukosa di resesus ini dapat diblok dengan *pledgets* anestesi- lokal yang diterapkan pada sinus piriformis.²²



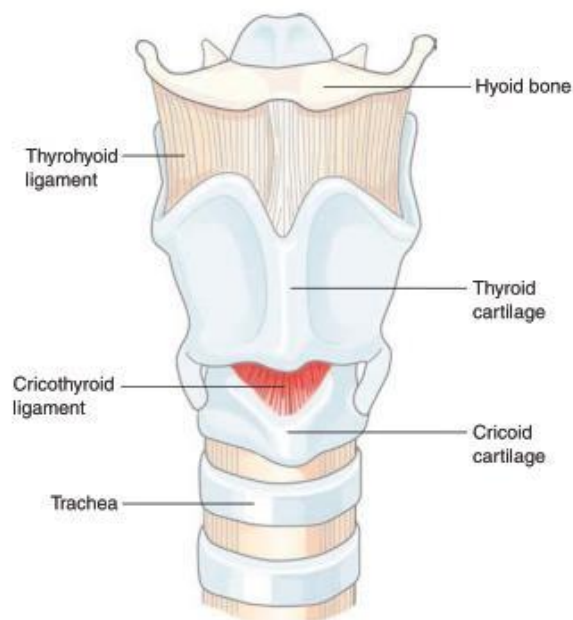
Gambar 2.5. Ilustrasi diagram dari potongan sagital laring. Gambaran kartilago epiglottis, tiroid, krikoid, dan aritenoid dan posisi ligamen pita suara²²



Gambar 2.6. Ilustrasi diagram gambaran superior laring mensimulasikan struktur yang terlihat selama laringoskopi direk.²²

Os hyoid (bahasa Yunani: “U-shaped”) pada C4 menghentikan kartilago tiroid oleh membran tirohyoid yang ditembus ketika melakukan blok saraf laringeus superior (Gambar 2.7). Pada C5 yaitu di atas kartilago tiroid sepanjang tiga *cm* merupakan tonjolan tiroid dan prominensia laring (dikenal dengan nama Adam’s apple) merupakan penanda penting yang

sulit ditemukan pada wanita. Kartilago tiroid (bahasa Yunani: "tameng") mengirimkan cornua sepelika superior ke Os hyoid dan cornu inferiornya untuk berartikulasi dengan kartilago krikoid (bahasa Yunani: "cincin"). Pada garis tengah C6, membran krikotiroid adalah tempat yang mudah dipalpasi dan avaskular untuk melakukan krikotomi darurat atau kanulasi untuk penanaman anestesi lokal, ventilasi jet, atau intubasi retrograde yang dipandu kawat.²²



Gambar 2.7. Ilustrasi diagram gambaran anterior laring. Laring ditangguhkan dari Os hyoid oleh ligamentum thyrohyoid. Ligamentum krikotiroid memberikan akses mudah dan cepat ke laring. Injeksi translaringeal dari anestesi lokal dan ventilasi jet transtrakeal dilakukan melalui ligamen ini.²²

Tepi atas epiglottis bersatu dengan lipatan ariepiglottis. Ujung kurvaturaa laringoskop melengkung (Macintosh) sesuai dengan pantulan glosepiglotis. Dua vallekula lateral di

dalam refleksi ini dibuat oleh ligamentum hyoepiglottika yang menjaga epiglottis keluar dari vestibula laring.²²

Di atas lamina krikoid posterior terdapat kartilago aritenoid berpasangan (bahasa Yunani: "sendok") dengan proyeksi superior, anterior, dan lateral. Proyeksi superior mendukung kartilago kornikulata (Latin: "tanduk kecil"), dan proyeksi anterior dan lateral masing-masing melekat pada pita suara dan berbagai otot laring intrinsik (Gambar 2.5). Kartilago kornikulata dan kuneiformis dalam lipatan ariepiglottika memiliki dua keunggulan yang biasanya disebut sebagai "aritenoids," berfungsi sebagai penanda penting untuk intubasi selama laringoskopi suboptimal.²²

2.2. Penilaian Jalan Napas Sulit

Tatalaksana jalan napas yang sulit, terutama bila tidak terduga, merupakan hal yang sangat penting dalam perawatan perioperatif yang andal. Manajemen jalan napas yang sulit dan tidak berhasil menyumbang 2,3% hingga 64,4% kematian akibat anestesi. Langkah-langkah berikut ini sangat penting untuk manajemen jalan napas yang aman meliputi:²³

- (1) Pemeriksaan riwayat jalan napas dan pemeriksaan fisik secara menyeluruh;
- (2) Pertimbangan terhadap kemudahan intubasi trakea yang cepat dengan laringoskopi direk maupun indirek;
- (3) Penyusunan rencana manajemen sebelum induksi, yang mencakup penggunaan ventilasi tube nontrakea (mis, masker wajah dan jalan napas supraglotis [SGA]);
- (4) Penilaian risiko aspirasi; dan
- (5) Estimasi risiko kegagalan prosedur manajemen jalan napas

Manajemen jalan napas selalu dimulai dengan identifikasi riwayat jalan napas dan pemeriksaan fisik yang menyeluruh, termasuk penelusuran riwayat anestesi terkait jalan napas yang telah didokumentasikan sebelumnya. Ketika seorang pasien membutuhkan

lebih dari perawatan rutin (diantisipasi atau tidak diantisipasi), pasien harus diberitahu tentang evaluasi diagnostik dan intervensi terapeutik yang telah dilakukan. Sudah menjadi praktik umum untuk membuat “catatan jalan napas sulit” khusus yang dimasukkan ke dalam rekam medis elektronik dan kertas, serta membuat “catatan jalan napas sulit” yang diberikan kepada dan ditinjau bersama pasien dan keluarganya, yang menjelaskan kejadian jalan napas yang kritis dan tidak terantisipasi.²³

Jika dokumentasi tersebut tidak ada, dokter harus mencari catatan anestesi sebelumnya, yang mungkin perlu menghubungi institusi lain. Jika informasi ini tidak tersedia dan terdapat kekhawatiran yang signifikan, harus ada ambang batas yang rendah untuk menggunakan pendekatan yang lebih konservatif terhadap manajemen jalan napas (misalnya, intubasi sadar).²³

2.2.1. Faktor Risiko Penyulit Laringoskopi, Ventilasi Masker, atau Ventilasi SGA

Secara historis, penilaian jalan napas sangatlah berhubungan erat dalam tahap evaluasi untuk keberhasilan laringoskopi direk, yang titik akhirnya adalah kemudahan visualisasi laring. Perubahan lanskap laringoskopi (yaitu, berkembangnya teknik tidak langsung yang cepat, termasuk video laringoskopi) dapat membuat banyak indeks evaluasi ini menjadi tidak relevan. Upaya untuk mendefinisikan berbagai asesmen yang mengidentifikasi pasien yang mungkin sulit diintubasi dengan laringoskopi direk hanya sebagian kecil yang berhasil. Dalam meta-analisis tes skrining yang digunakan untuk memprediksi kasus laringoskopi direk yang sulit, Roth et al., menemukan bahwa berbagai tes-tes yang telah dilakukan hanya memiliki daya diskriminasi yang rendah.²³

Secara umum, intubasi trakea harus dipertimbangkan untuk dilakukan secara non-rutin dalam kondisi berikut:²³

- (1) Adanya prioritas lain yang sama pentingnya dengan manajemen jalan napas (seperti “distensi abdomen” atau pembedahan darurat);
- (2) Anatomi jalan napas yang tidak normal; atau
- (3) Cedera langsung pada saluran napas bagian atas, laring, tulang belakang, dan/atau trakea.

Meskipun temuan anatomi yang abnormal tidak berkaitan dengan manajemen jalan napas yang sulit, namun hal ini harus menimbulkan kewaspadaan yang lebih tinggi. Berikut merupakan faktor risiko jalan napas sulit:²³

Tabel 2.1. Kondisi yang berimplikasi terhadap penatalaksanaan jalan napas²³

Peningkatan Risiko Penyulit Laringoskopi, Ventilasi Masker, atau Ventilasi SGA	Peningkatan Risiko Aspirasi
2. Riwayat manajemen jalan napas yang gagal atau traumatis. • Kerusakan gigi atau kerusakan saluran napas yang berkepanjangan setelah anestesi sebelumnya. 3. Riwayat operasi kepala/leher atau terapi radiasi. 4. Berbagai sindrom bawaan dan sindrom yang didapat. 5. Patologi supraglotis. • <i>Obstructive sleep apnea</i> (BMI >35 kg/m², dengkur keras,	1. Trauma akut 2. Pasien baru saja makan 3. Patologi gastrointestinal akut 4. Terapi narkotika akut 5. Refluks gastroesofagus yang signifikan. 6. Perawatan di unit perawatan intensif saat ini. 7. Kehamilan (usia kehamilan ≥12 minggu) 8. Postpartum (sebelum hari kedua pascapersalinan). 9. Pneumonia yang berulang.

<i>daytime somnolence</i>, gasping atau jeda bernapas saat tidur). • Hiperplasia tonsil lingual. 6. Patologi saluran napas akut • Kista atau tumor saluran napas • Perdarahan saluran napas • Stridor. 7. Penyakit vertebra servikal atau keterbatasan range of motion. 8. Penyakit sendi temporomandibular	10. Riwayat perubahan suara, polip pita suara, atau batuk setelah makan/minum. 11. Penyakit sistemik yang berhubungan dengan gastroparesis: diabetes melitus, penyakit pembuluh darah kolagen, stadium lanjut, penyakit parkinson, tumor sistem saraf pusat.
---	--

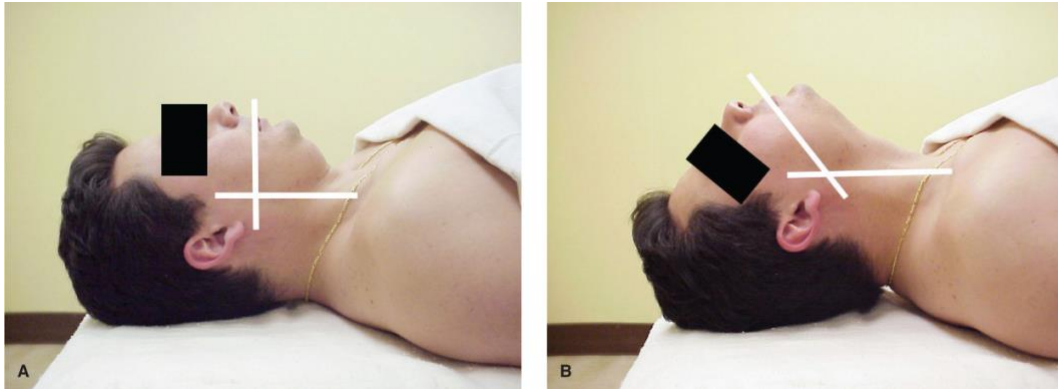
2.2.2. Intubasi Trakea

Tujuan dari laringoskopi direk adalah untuk menghasilkan garis pandang langsung dari mata operator ke laring. Hal ini membutuhkan terciptanya sumbu visual nonanatomis yang baru, yang dicapai melalui penyelarasan maksimal dari sumbu cavum oris dan cavum pahryngeal, serta memindahkan lidah. Kegagalan laringoskopi direk yang tidak diantisipasi terutama adalah masalah perpindahan lidah, karena ketidakmampuan untuk menyelaraskan sumbu biasanya dapat diprediksi dengan pemeriksaan fisik.²³

Chou dan Wu mengusulkan model *two-axis/ tongue-displacement*. Model ini tidak bergantung pada keselarasan semua sumbu untuk menciptakan visualisasi laring yang sejajar, melainkan memaksimalkan ruang antara tonjolan alveolar dan bukaan laring melalui keselarasan orofaring dan pergeseran lidah. Konsep ini dapat menjelaskan kesulitan pada DL serta mengapa metode penilaian jalan napas yang umum kurang

memiliki daya prediksi. Konsep ini telah dijelaskan sebagai *Functional Airway Assessment* (FAA).²⁴

FAA adalah metode untuk memeriksa sifat fungsional dari masing-masing korelasi anatomis dari indeks penilaian jalan napas yang umum digunakan. FAA menekankan pada interdependensi dari karakteristik anatomi ini daripada ukuran atau integritas fungsionalnya. Seperti yang dijelaskan oleh Chou dan Wu, ketika kepala dan leher berada pada posisi netral, sumbu oral dan faring hampir tegak lurus satu sama lain. Dengan ekstensi maksimal dari sendi atlanto-oksipital yang normal, 35 derajat atau lebih dari gerakan dapat dicapai (Gambar 2.8). Hal ini membuat sudut antara sumbu oral dan faring menjadi 125 derajat. Meskipun merupakan suatu peningkatan, namun tentu saja tidak mencapai 180 derajat yang dibutuhkan untuk menciptakan garis pandang ke glotis. Ruang tambahan harus dibuat, yang dilakukan dengan menggeser lidah dengan laringoskop. Meskipun ekstensi atlanto-oksipital tidak dapat dengan sendirinya memungkinkan penglihatan laring secara langsung, ekstensi ini memberikan perpindahan anterior massa lidah dan membawa punggungan alveolar ke posisi yang lebih baik relatif terhadap lidah dan laring.²³ Ekstensi sendi atlanto-oksipital juga memberikan keuntungan dalam pembukaan mulut; Calder et al., menunjukkan bahwa pembukaan mulut maksimal adalah 26% lebih besar pada ekstensi atlanto-oksipital penuh dibandingkan dengan posisi kepala netral. Mobilitas mandibula juga memfasilitasi perpindahan lidah dari sumbu visual yang diperlukan-rotasi dan translasi sendi temporomandibula menghasilkan relaksasi insersi lidah serta menciptakan lebar bukaan yang diperlukan untuk instrumentasi.²⁵



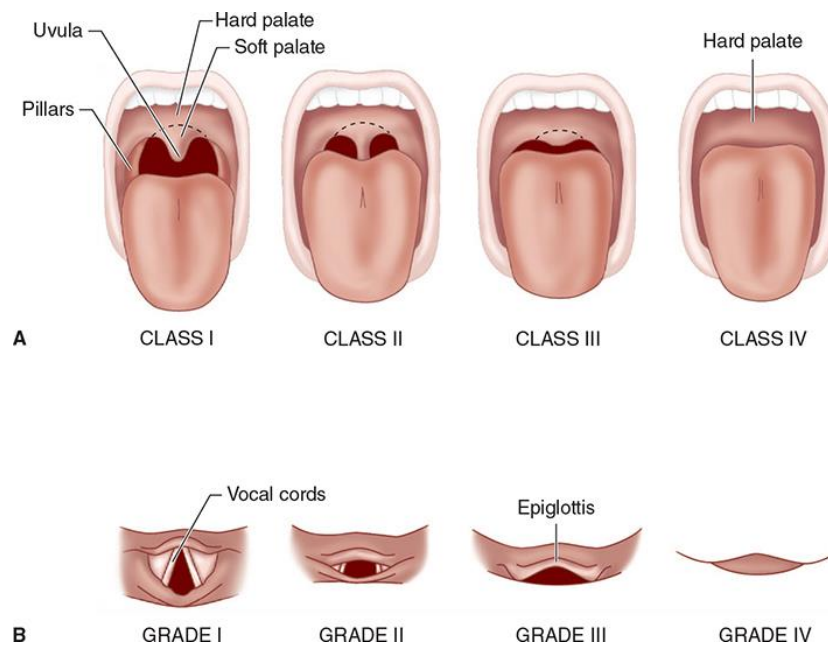
Gambar 2.8. (A): Saat pasien terlentang, sumbu oral dan faring tidak saling tumpang tindih. (B): Ekstensi pada sendi atlanto-oksipital secara maksimal memperbaiki posisi sumbu oral dan faring.²³

Penilaian jalan napas pra-anestesi wajib dilakukan sebelum setiap prosedur anestesi. Beberapa manuver anatomis dan fungsional dapat dilakukan untuk memperkirakan tingkat kesulitan intubasi trakea; ventilasi yang berhasil (dengan atau tanpa intubasi) harus dicapai oleh dokter anestesi jika mortalitas dan morbiditas ingin dihindari. Perlu pula dipertimbangkan bahwa salah satu penyebab umum kesulitan dalam laringoskopi direk adalah pembesaran patologis pada ukuran lidah.²⁶

Penilaian meliputi:²⁶

- **Mouth opening:** jarak gigi seri 3 cm atau lebih besar direkomendasikan pada orang dewasa.
- **Klasifikasi Mallampati:** tes yang sering dilakukan untuk memeriksa ukuran lidah dalam kaitannya dengan rongga mulut. Semakin lidah menghalangi pandangan struktur faring, semakin sulit intubasi dilakukan (Gambar 2.9).
- **Jarak tiromental:** Ini adalah jarak antara mentum (dagu) dan notch tiroid superior. Jarak yang lebih besar dari tiga ruas jari merupakan ukuran yang ideal.
- **Lingkar leher:** Lingkar leher yang lebih besar dari 17 inci dikaitkan dengan kesulitan dalam visualisasi pembukaan glotis.

- **Upper lip bite test:** dilakukan dengan meminta pasien menggigit bibir atas dengan gigi seri bawah. Ketidakmampuan untuk menggigit bibir atas memprediksi intubasi yang sulit, sedangkan kemampuan untuk menggigit di luar batas bawah bibir atas menunjukkan potensi intubasi yang lebih mudah.



Gambar 2.9. (A) : Klasifikasi Mallampati (B): Penilaian tampilan laring.

Intubasi orotracheal yang sulit (kelas III atau IV) dapat diprediksi dengan ketidakmampuan untuk memvisualisasikan struktur faring tertentu (kelas III atau IV) selama pemeriksaan pra operasi pada pasien yang duduk.²⁷



Gambar 2.10. Klasifikasi Mallampati/Samsoon-Young untuk pemeriksaan orofaring.²³

(A): Kelas I - Tampak pilar faring, palatum molle dan uvula. **(B):** Kelas II- Tampak hanya palatum molle dan uvula. **(C):** Kelas III - Tampak hanya palatum molle. **(D):** Kelas IV - Palatum molle tidak tampak.

2.2.3. Klasifikasi Cormack dan Lehane

Cormack dan Lehane menetapkan metode yang paling banyak digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat visualisasi plica vocalis selama laringoskopi direk, di mana tampilan laringoskopi dinilai sebagai grade I hingga grade IV.^{28,29} Sistem penilaian ini dilakukan setelah induksi anestesi dan selama laringoskopi direk berlangsung. Deskripsi standar dari tampilan laring adalah tampilan laring yang terbaik dengan posisi kepala dan leher yang optimal, panjang dan posisi blade laringoskop yang optimal, manipulasi laring eksternal yang optimal dan relaksasi otot (atau penghapusan refleks glotis).³⁰

Berdasarkan tampilan struktur laring dengan laringoskopi direk, Cormack dan Lehane mengklasifikasikannya menjadi 4 grade.³⁰

Grade I: ketika seluruh glotis terlihat,

Grade II: ketika komisura posterior glotis terlihat,

Grade III: ketika hanya epiglotis yang terlihat, dan

Grade IV: ketika sebagian struktur laring tidak terlihat

Cormack dan Lehane grade 3 dan 4 dianggap sebagai indikator laringoskopi yang sulit. Dalam sistem penilaian C-L, tingkat visualisasi bukaan laring selama laringoskopi direk tidak dijelaskan dengan jelas. Pada tampilan laring grade 2, sebagian struktur pita suara dapat terlihat atau hanya tulang rawan arytenoid yang terlihat. Oleh karena itu, grade 2 dapat dibagi menjadi grade 2a dan 2b. ketika sebagian pita suara terlihat, dinyatakan sebagai grade 2a dan ketika hanya tulang rawan arytenoid yang terlihat, itu dianggap sebagai grade 2b. Dari tampilan grade 2, sekitar 20% adalah grade 2b.³⁰

Laringoskopi yang sulit dikatakan sebagai laringoskopi yang tidak dapat memvisualisasikan pita suara, yang termasuk dalam Grade 2B, 3 dan 4. Dari pasien dengan tampilan grade 2b, intubasi sulit dilakukan pada dua pertiga dari mereka, sedangkan dari pasien dengan tampilan grade 2a, prevalensi intubasi yang sulit sekitar 4%.³⁰



Gambar 2.11. *The Cormack–Lehane laryngeal view scoring system:*²³
grade 1 (A), grade 2 (B), grade 3 (C), and grade 4 (D) (stoelting)

2.3. Ultrasonografi Saluran Napas Atas

Dalam dunia medis modern, penggunaan ultrasonografi (USG) semakin berkembang dan memiliki peran yang menjanjikan dalam penilaian jalan napas, khususnya dalam prosedur anestesi dan intervensi prosedural. Teknologi ini memungkinkan visualisasi struktur anatomi di area supraglotis, glotis, dan subglotis dengan lebih jelas, meskipun masih terdapat banyak parameter yang belum sepenuhnya terdefinisi secara detail.³¹

Ultrasonografi saluran napas bagian atas, yang termasuk dalam kategori *point-of-care ultrasound* (POCUS), merupakan alat yang bermanfaat, non-invasif, sederhana, dan portabel. Keunggulan ini menjadikannya pilihan ideal dalam mengevaluasi manajemen saluran napas, bahkan pada pasien dengan anatomi yang mengalami distorsi akibat patologi atau trauma. Dengan bantuan USG, klinisi dapat mengidentifikasi sonoanatomi penting seperti kartilago tiroid, epiglotis, kartilago krikoid, membran krikotiroid, kartilago trakea, dan kerongkongan. Pemahaman terhadap sonoanatomi ini mempermudah klinisi dalam menilai anatomi jalan napas, terutama pada kasus intubasi yang sulit.³²

POCUS telah berkembang menjadi alat yang menjanjikan untuk manajemen jalan napas karena sifatnya yang mudah diakses, aman, dan non-invasif. Teknologi ini membantu dokter dalam mengidentifikasi anatomi saluran napas bagian atas secara lebih akurat melalui pengukuran objektif parameter saluran napas. Selain itu, USG juga memungkinkan intervensi saluran napas dengan bimbingan gambar *real-time* yang dinamis, sehingga meningkatkan efektivitas dan keamanan prosedur. Hingga saat ini, USG telah terbukti sangat akurat dalam beberapa aspek penting, di antaranya penilaian jalan napas yang sulit, konfirmasi intubasi endotrakeal yang tepat, prediksi edema laring pasca ekstubasi, serta persiapan krikotomi dengan mengidentifikasi membran krikotiroid.³³

Seiring berkembangnya teknologi, penggunaan USG dalam anestesi dan manajemen jalan napas diprediksi akan semakin meningkat. Dengan penelitian yang lebih lanjut dan standar yang lebih jelas dalam interpretasi sonoanatomi, USG dapat menjadi alat yang lebih efektif dan luas digunakan dalam praktik klinis. Oleh karena itu, pelatihan dan pemahaman mendalam tentang USG jalan napas akan menjadi investasi penting bagi para dokter anestesi dan profesional medis lainnya. Dengan segala keunggulannya, tidak diragukan lagi bahwa ultrasonografi telah membawa revolusi dalam manajemen jalan napas. Kecepatan, akurasi, dan kemampuannya untuk memberikan visualisasi *real-time* menjadikannya teknologi yang sangat berharga dalam dunia medis modern.³¹

2.3.1. Prinsip Kerja

Interpretasi yang akurat dari gambar USG membutuhkan pemahaman dasar tentang prinsip-prinsip fisiologis yang terlibat dalam pencitraan. Selain itu, pemilihan transduser yang tepat, orientasi yang sesuai, serta pemahaman tentang anatomi saluran napas yang relevan sangat penting dalam mengevaluasi struktur jalan napas secara efektif. USG menggunakan frekuensi akustik di atas ambang batas pendengaran manusia, yaitu lebih

dari 20 kHz. Dalam praktik medis, umumnya digunakan gelombang suara dengan frekuensi tinggi antara 2,5 hingga 10 MHz. Probe yang menghasilkan gelombang ini mengandung bahan dengan efek piezoelektrik, yang memungkinkan konversi energi listrik menjadi gelombang suara. Semakin rendah frekuensi yang digunakan, semakin tinggi daya tembus jaringan, tetapi resolusi gambar yang dihasilkan akan lebih rendah. Sebaliknya, frekuensi yang lebih tinggi memberikan resolusi gambar yang lebih baik tetapi dengan penetrasi jaringan yang lebih terbatas.³¹

Bentuk dan konfigurasi probe juga memengaruhi bidang pandang yang dihasilkan. Dua jenis probe yang umum digunakan dalam pencitraan jalan napas adalah probe linear dan melengkung. Probe linear dengan frekuensi standar 7,5 MHz sering digunakan untuk visualisasi struktur jalan napas yang dangkal, sementara probe melengkung dengan frekuensi 5 MHz lebih cocok untuk menampilkan struktur yang lebih dalam. Selama perjalanan melalui jaringan lunak, gelombang suara mengalami berbagai proses seperti pemantulan, pembiasan, hamburan, penyerapan, dan transmisi. Proses ini memungkinkan karakterisasi bentuk serta arsitektur internal dari struktur yang divisualisasikan, termasuk struktur yang berada di belakangnya. Pantulan suara yang terjadi dihasilkan dari interaksi antara jaringan dengan impedansi akustik yang berbeda, kemudian sinyal suara yang dipantulkan dikonversi menjadi gambar yang dapat diinterpretasikan oleh klinisi. Dengan demikian, pemahaman yang baik tentang prinsip dasar pencitraan USG menjadi kunci utama dalam meningkatkan akurasi diagnosis dan efektivitas intervensi pada manajemen jalan napas.³¹

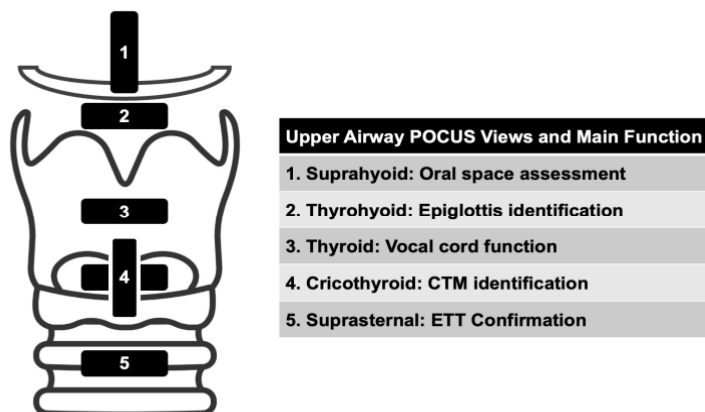
2.3.2. Pencitraan USG Saluran Napas Atas

Udara merupakan media yang kurang ideal untuk USG karena menghambat visualisasi struktur yang lebih dalam dan menghasilkan artefak seperti comet tail dan

reverberation. Struktur tulang, seperti mentum, rami mandibula, tulang hyoid, dan sternum, tampak sebagai garis linier hyperechoic yang terang dengan bayangan akustik hypoechoic di bawahnya. Sementara itu, struktur tulang rawan, seperti kartilago tiroid dan krikoid, menunjukkan karakteristik hypoechoic yang homogen. Otot dan jaringan ikat memiliki tampilan lurik yang bersifat hypoechoic dan heterogen, sedangkan struktur lemak serta kelenjar tampak lebih homogen dan bersifat hyperechoic ringan hingga sangat kuat, tergantung pada kandungan lemak dalam parenkim kelenjar. Selain itu, *Air-mucosa (A-M) interface* menghasilkan gambaran linier hyperechoic yang cerah, yang berperan penting dalam identifikasi struktur anatomi selama pemeriksaan USG.³¹

2.3.3. Sonoanatomi Saluran Napas Bagian Atas

Ultrasonografi saluran napas bagian atas memungkinkan identifikasi berbagai struktur anatomi penting, termasuk trakea, esofagus, cincin trakea, kartilago krikoid, *Cricothyroid membrane* (CTM), kartilago tiroid, plica vocalis, tulang hyoid, epiglottis, dan lidah. Selain memberikan visualisasi yang detail, pengukuran ultrasonografi pada saluran napas bagian atas telah terbukti memiliki keandalan interoperator dan intraoperator yang tinggi serta akurasi yang sebanding dengan model kadaver. Dalam praktiknya, terdapat lima tampilan utama yang digunakan untuk menilai saluran napas bagian atas, yaitu suprahoid, tiyrohyoid, tiroid, krikotiroid, dan suprasternal. Pemilihan tampilan pencitraan bergantung pada tujuan spesifik evaluasi, sehingga memungkinkan fleksibilitas dalam memperoleh informasi yang sesuai dengan kebutuhan klinis.³³

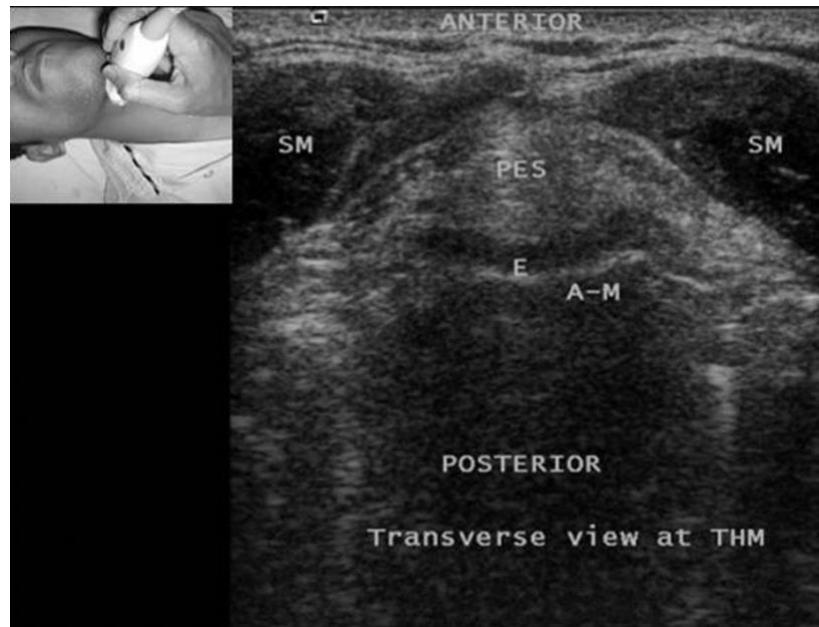


Gambar 2.12. Berbagai area pencitraan UGS saluran napas atas.³³

Cricothyroid membrane (CTM), Endotracheal Tube (ETT)

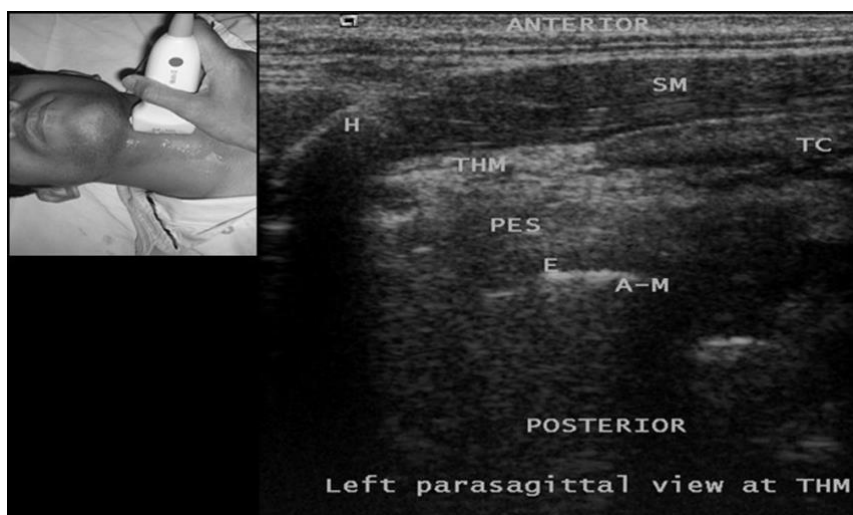
Mulut, hidung, faring, laring, dan trakea sebagian besar berisi udara, sehingga membatasi visualisasi struktur yang lebih dalam pada pemeriksaan USG. Namun, berbagai struktur anatomi tetap dapat diidentifikasi berdasarkan lokasi dan karakteristik echogenisitasnya. Epiglottis, misalnya, dapat divisualisasikan dalam bidang melintang dan parasagital melalui membran tiroid (THM) sebagai struktur lengkung hypoechoic dengan batas anterior yang dibatasi oleh ruang pre-epiglottis hypoechoic (PES) dan batas posterior yang ditandai oleh *air-mucosal interface* (A-M) yang tampak sebagai garis hyperechoic cerah (Gambar 2.9 dan 2.10). Setiap antarmuka antara mukosa saluran napas atas dan udara menghasilkan gambaran linier hyperechoic yang khas. Epiglottis dapat dengan mudah dikenali pada hampir semua individu dalam bidang transversal dengan variasi angulasi sefalad atau kaudal menggunakan transduser linier. Namun, visualisasinya dalam bidang parasagital sering kali terhambat oleh bayangan akustik dari tulang hyoid. Alternatifnya, penggunaan transduser melengkung dalam tampilan sagital submandibular yang diekstensikan—antara tulang hyoid dan mentum—dapat membantu identifikasi epiglottis (gambar 2.15). Selain itu, penonjolan lidah dan gerakan menelan juga dapat memfasilitasi

visualisasi, di mana epiglottis akan tampak sebagai struktur yang bergerak di bawah pangkal lidah.³¹



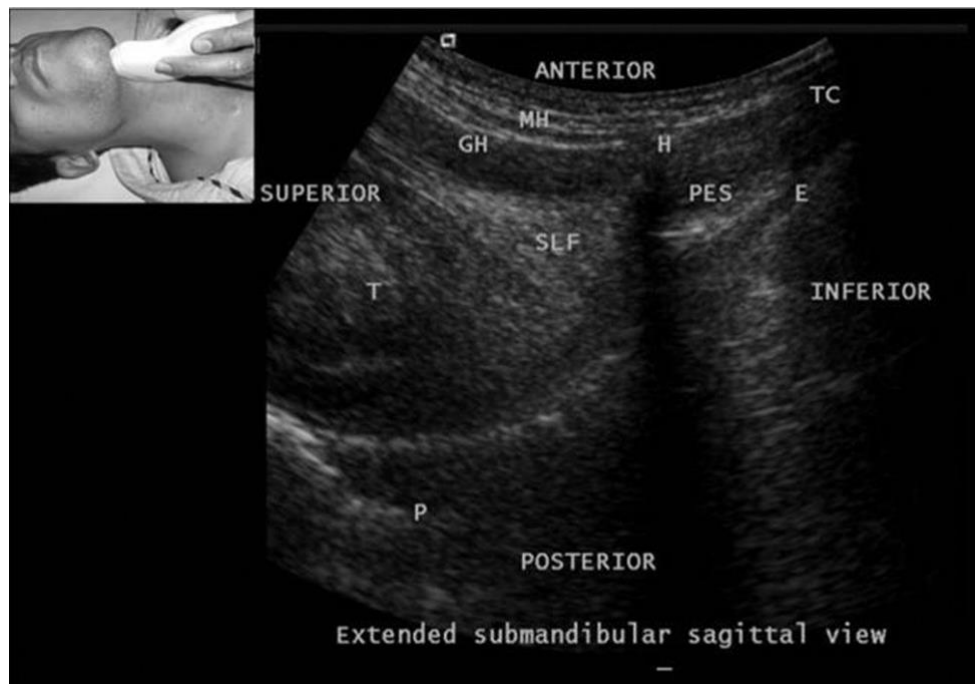
Gambar 2.13: Gambaran transversal pada thyrohyoid membrane (THM).³¹

E = *Epiglottis*, A-M = *Air-mucosal interface*, PES = *Pre-epiglottic space*, SM = *Strap muscles*



Gambar 2.14: Gambaran USG parasagital kiri pada *thyrohyoid membrane* (THM).³¹

H = *Hyoid bone*, SM = *Strap muscles*, THM = *Thyrohyoid membrane*, TC = *Thyroid cartilage*, PES = *Pre-epiglottic space*, E = *Epiglottis*, A-M = *Air mucosal interface*



Gambar 2.15: Gambaran USG sumbandibular sagittal dalam posisi ekstensi leher menggunakan transduser melengkung.³¹

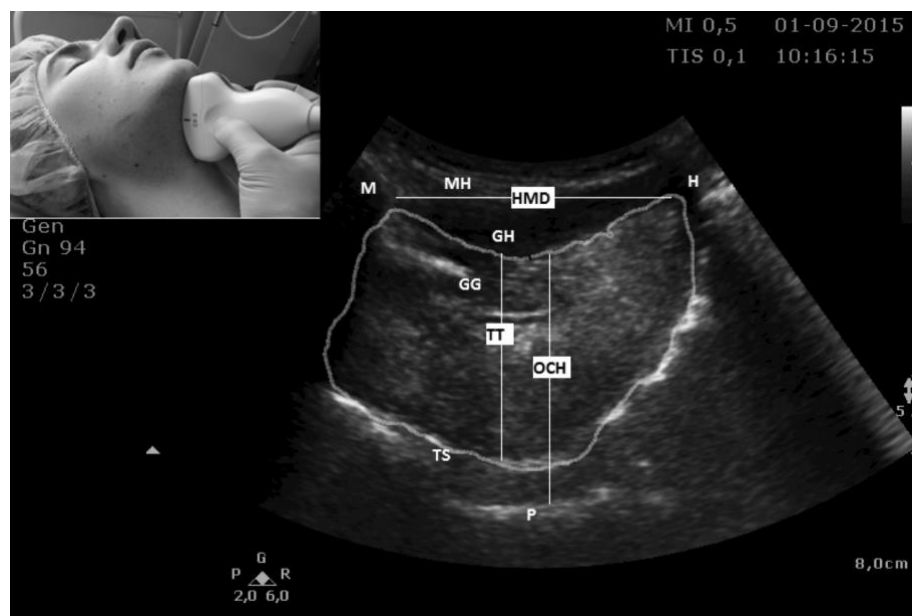
T = *Tongue*, H = *Hyoid bone*, E = *Epiglottis*, GG = *Genioglossus*, GH = *Geniohyoid*, MH = *Mylohyoid*, PES = *Pre-epiglottic space*, P = *Palate*, TC = *Thyroid cartilage*

2.4. HMD (*Hyomental Distance*)

Berbagai parameter pengukuran ultrasonografi telah digunakan dalam studi prospektif. Salah satu parameter yang memiliki potensi menjanjikan adalah pengukuran jarak hyomental (*Hyomental distance*: HMD).^{2,4} HMD diukur dari batas atas tulang hyoid ke tepi bawah mentum mandibula. Sedangkan rasio HMD (HMDR) adalah rasio jarak hyomental pada posisi kepala netral dan posisi kepala yang diekstensikan.¹²

Penilaian HMD dilakukan pada pencitraan suprahoid. Pandangan suprahoid terletak di atas hyoid, dari hyoid ke mentum (Gambar 2.16). Pengukuran pada tampilan ini dapat bervariasi dengan perubahan posisi pasien. Struktur utama yang terlihat pada pandangan ini meliputi hyoid, mentum, lidah, otot mylohyoid, dan otot geniohyoid. HMD

ditentukan dengan menempatkan probe lengkung pada sumbu midsagital pada posisi suprahoid sehingga tulang hyoid dan mentum dapat terlihat. Dengan indikator yang mengarah ke mentum, hyoid terlihat di sebelah kanan gambar sebagai tonjolan hiperekoik dengan bayangan posterior. Di sebelah kiri gambar adalah simfisis menti, yang juga tampak sebagai hiperekoik dengan bayangan posterior. Lidah hypoechoic terletak di antara keduanya, tepat di atas palatum. Di bawah lidah terdapat otot mylohyoid dan geniohyoid hipoechoik.³⁴



Gambar 2.16. Posisi transduser ultrasonografi dan anatomi sonografi area submandibular dalam pemindaian midsagital.¹⁴

GG: *genioglossus muscle*; GH, *geniohyoid muscle*; H, *hyoid bone*; HMD, *hyomental distance*; M, *mandible*; MH, *mylohyoid muscle*; OCH, *oral cavity height*; P, *palate*; TS, *tongue surface*; and TT, *tongue thickness*.

Meta-analisis yang lebih baru telah menunjukkan HMD sebagai prediktor tunggal yang paling dapat diandalkan untuk laringoskopi yang sulit dan intubasi yang sulit.^{13,35} Wu et al. menemukan bahwa akurasi HMD untuk memprediksi nilai $CL \geq 3$ secara signifikan

lebih besar dibandingkan dengan pengukuran lain, termasuk DSE.³⁵ Menurut penelitian mereka, $HMD \leq 5,29$ cm memiliki sensitivitas 96,7% dan spesifisitas 71,6% dalam memprediksi intubasi yang sulit. Dalam sebuah meta-analisis baru-baru ini, Gomes et al. menemukan bahwa dari 26 parameter saluran napas ultrasonografi, HMD adalah parameter yang paling konsisten dan dapat diandalkan untuk memprediksi saluran napas yang sulit dan secara signifikan terkait dengan laringoskopi yang sulit.¹³

Studi oleh Wang et al. (2022) menunjukkan bahwa pengukuran HMD dengan USG dalam posisi sniffing dapat memprediksi kesulitan intubasi dengan akurasi tinggi. Nilai AUC sebesar 0.86 dan sensitivitas hingga 90% pada cut-off 4.9 cm menandakan bahwa HMD merupakan indikator yang sangat berguna untuk skrining awal risiko intubasi sulit.³⁶

Dalam tinjauan sistematis oleh Giordano et al. (2023), HMD termasuk di antara parameter ultrasonografi yang paling sering dikaitkan dengan laringoskopi atau intubasi yang sulit. Penggunaan kombinasi antara HMD dan prediktor klinis seperti skor Mallampati meningkatkan ketepatan diagnosis, dan posisi kepala serta leher selama pengukuran juga berpengaruh terhadap hasil.³⁷

Selain nilai HMD, nilai HMDR juga dilaporkan mampu memprediksi risiko intubasi sulit. Petrisor et al. menemukan bahwa $HMDR1 \leq 1,12$ mampu memprediksi laringoskopi yang sulit dengan sensitivitas 75% dan spesifisitas 76,2%.³⁸ Penelitian lain menemukan bahwa $HMDR2 \leq 1.085$ (Sensitivitas 75%, Spesifisitas 85.3%), dan ≤ 1.23 (Sensitivitas 100%, Spesifisitas 90.5%) berkorelasi dengan laringoskopi yang sulit.^{13,38}

Dalam studi oleh Sood et al. (2025) yang membandingkan HMDR dengan parameter lain dan menemukan bahwa HMDR memiliki akurasi prediksi sebesar 83%, dengan spesifisitas mencapai 84.66% pada nilai batas 1.26. Nilai AUC ROC sebesar 0.89 mendukung peran penting HMDR sebagai alat evaluasi praanestesi yang andal.³⁹ Giordano et al. (2023) juga mencatat bahwa HMDR, khususnya ketika diukur dalam posisi ekstensi

kepala dengan subluksasi mandibula aktif, memiliki korelasi yang kuat dengan kejadian intubasi sulit, menjadikannya parameter unggulan dalam evaluasi ultrasonografi jalan napas.³⁷

Meskipun tidak secara eksplisit menilai HMD atau HMDR, penelitian oleh Kot et al. (2024) mengonfirmasi bahwa pengukuran jarak antara kulit dan tulang hyoid menggunakan USG memiliki hubungan signifikan dengan laringoskopi sulit. Temuan ini memperkuat relevansi pendekatan sonografi dalam evaluasi anatomi leher anterior.⁴⁰

Dalam sebuah penelitian sonografi sublingual, ketidakmampuan untuk melihat tulang hyoid terkait dengan pandangan laringoskopi yang sulit. Para penulis mendalilkan bahwa tulang hyoid yang lebih bergeser ke arah kaudal lebih kecil kemungkinannya untuk masuk ke dalam bidang pandang transduser ultrasound. Jarak hyomental yang lebih pendek dapat menyebabkan lebih sedikit ruang bagi lidah untuk bergeser selama laringoskopi, sehingga menghasilkan laringoskopi yang lebih sulit. Dilaporkan pula dalam sebuah studi tomografi terkomputasi menunjukkan bahwa perubahan postur tubuh mengakibatkan pergeseran tulang hyoid ke arah kaudal.¹⁴

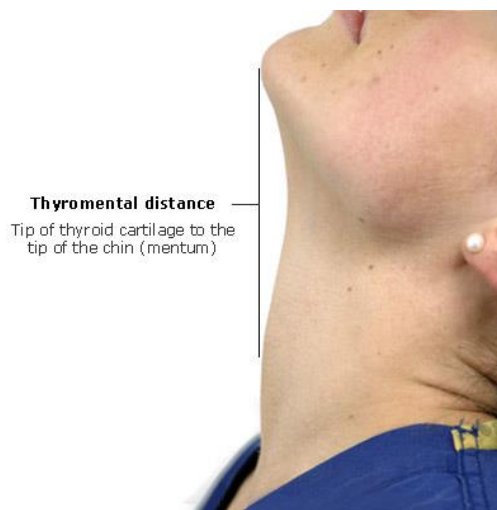
Karena usia, tinggi badan, dan berat badan pasien dapat berdampak pada nilai jarak hyomental absolut, maka rasio jarak hyomental diyakini sebagai parameter yang lebih deskriptif. Rasio jarak hyomental baru-baru ini terbukti menjadi prediktor yang baik untuk kapasitas ekstensi kompleks oksipitoatlantoaksial yang berkurang dan merupakan parameter yang berguna selama penilaian jalan napas pra operasi.¹⁴ Wotjzak et al. menemukan bahwa rasio jarak hyomental (jarak antara tulang hyoid dan mentum mandibula pada posisi leher netral hingga hiperekstensi) pada pasien obesitas yang tidak sehat dapat menjadi prediktor yang sensitif untuk laringoskopi yang sulit. Pasien dengan intubasi yang sulit memiliki rasio jarak hyomental yang lebih pendek yaitu 1-1,05

dibandingkan dengan pasien yang termasuk dalam kelompok intubasi yang mudah (1,12-1,16).⁴¹

Rasio HMD memiliki spesifisitas dan sensitivitas yang lebih tinggi dalam mendeteksi laringoskopi yang sulit, hal ini mungkin disebabkan karena hyoid merupakan titik tumpu jalan napas bagian atas: hyoid terhubung ke lidah melalui otot genioglossus dan ke laring melalui membran hyoepiglottis dan tiroid dan dengan demikian dapat mempengaruhi setiap aspek manajemen jalan napas.⁴²

2.5. TMD (*Thyromental distance*)

Thyromental distance (TMD) adalah jarak dari prominensia tiroid ke mentum ketika kepala pasien dalam posisi ekstensi maksimal (gambar 2.17). Parameter ini diperkenalkan sebagai salah satu pemeriksaan fisik sederhana dalam evaluasi preoperatif untuk memprediksi kesulitan intubasi. Nilai TMD yang pendek diasosiasikan dengan anatomi submandibular yang sempit dan sudut mandibula yang tajam, yang dapat menyulitkan visualisasi glotis saat laringoskopi langsung.^{20,21}



Gambar 2.17. Pengukuran *Thyromental distance*

Kelebihan utama dari TMD adalah kemudahan pengukuran dan tidak memerlukan alat khusus. Namun, variabilitas anatomi antar individu, kesalahan teknik pengukuran, dan posisi kepala dapat memengaruhi hasil TMD. Namratha et al. (2023) menunjukkan bahwa TMD yang panjang tidak serta-merta menjamin intubasi mudah, mengindikasikan bahwa nilai ekstrem pun harus ditafsirkan secara hati-hati

Penentuan nilai ambang atau *cut-off* dari *thyromental distance* (TMD) merupakan aspek penting dalam penilaian risiko intubasi sulit. Nilai TMD yang umum dianggap sebagai batas aman adalah ≥ 6.5 cm (tabel 2.2). Pasien dengan TMD < 6.5 cm sering kali diklasifikasikan sebagai berisiko tinggi untuk mengalami kesulitan dalam intubasi karena panjang jarak ini berhubungan dengan kedalaman rongga submandibula dan ruang untuk manipulasi laringoskop.⁴³ Studi oleh Badhe et al. (2014) menggunakan nilai TMD < 6.5 cm sebagai salah satu parameter dalam penilaian jalan napas dan menemukan bahwa nilai ini memiliki signifikansi dalam mengidentifikasi risiko intubasi sulit.²⁰

Tabel 2.2. Interpretasi kesulitan intubasi berdasarkan TMD⁴³

Jarak Thyromental	Interpretasi
> 6.5 cm	Normal
6.0 – 6.5 cm	Risiko sedang intubasi sulit
< 6.0 cm	Risiko tinggi intubasi sulit

Namun, nilai ambang TMD tidak bersifat mutlak dan dapat berbeda tergantung pada populasi yang diteliti. Studi oleh Namratha et al. (2023) menemukan bahwa bahkan pasien dengan TMD ≥ 7.5 cm dapat mengalami kesulitan intubasi. Dalam studi mereka, pasien dengan TMD < 6.5 cm mengalami kesulitan intubasi sebesar 50%, tetapi 14% pasien dengan TMD panjang (> 7.5 cm) juga mengalami intubasi sulit, menunjukkan bahwa prediktivitas TMD mungkin tidak bersifat linear dan bisa dipengaruhi oleh faktor lain

seperti ukuran lidah, mobilitas leher, atau morfologi rahang bawah. Hal ini memperkuat anggapan bahwa nilai ambang TMD tidak dapat dijadikan satu-satunya indikator.¹⁶

Lebih lanjut, Artawan et al. (2024) menunjukkan bahwa rata-rata TMD pada pasien dengan intubasi sulit adalah sekitar 4.6 ± 0.6 cm, dibandingkan dengan 6.3 ± 0.6 cm pada pasien dengan intubasi mudah. Ini mempertegas bahwa TMD yang sangat pendek ($<5-5.5$ cm) kemungkinan besar merupakan indikator kuat risiko kesulitan visualisasi glotis saat laringoskopi, terutama jika disertai dengan parameter risiko lainnya seperti skor Mallampati tinggi. Meski demikian, variasi antropometri populasi dan perbedaan metode pengukuran (seperti posisi kepala dan alat ukur) dapat memengaruhi konsistensi nilai ambang antar studi.⁴⁴

Efektivitas *thyromental distance* dalam memprediksi intubasi sulit telah banyak diteliti, namun hasilnya bervariasi. Dalam studi oleh Badhe et al. (2014), TMD menunjukkan sensitivitas 71.43% dalam mendeteksi intubasi sulit, lebih tinggi dibandingkan prediktor lain seperti *modified Mallampati test* dan *sternomental distance*. Namun, meskipun sensitivitasnya relatif baik, nilai prediksi positif dan negatifnya masih tergolong sedang, sehingga efektivitasnya sebagai alat skrining tunggal masih diperdebatkan.²⁰ Ini menunjukkan bahwa meskipun TMD cukup baik dalam mengidentifikasi pasien yang mungkin mengalami kesulitan, ia tetap bisa gagal mendeteksi sejumlah kasus yang bermasalah.

Firdaus et al. (2023) menyatakan bahwa area under the curve (AUC) untuk TMD dalam analisis ROC adalah sebesar 82.7%, menunjukkan akurasi klasifikasi yang cukup tinggi. Akan tetapi, akurasi ini masih kalah dibandingkan dengan rasio tinggi badan terhadap TMD (RHTMD) yang mencapai AUC sebesar 85.5%. Dengan kata lain, meskipun TMD memberikan gambaran awal tentang risiko intubasi sulit, efektivitasnya bisa

ditingkatkan dengan menggunakan pendekatan berbasis rasio atau dikombinasikan dengan parameter antropometrik lainnya seperti tinggi badan atau lingkar leher.²¹

Namratha et al. (2023) bahkan menyimpulkan bahwa TMD sebagai parameter tunggal mungkin memiliki keterbatasan karena terdapat pasien dengan TMD panjang yang tetap mengalami kesulitan intubasi. Hal ini menunjukkan bahwa TMD mungkin tidak sepenuhnya merepresentasikan kompleksitas struktur anatomi jalan napas bagian atas. Oleh karena itu, penggunaan TMD sebaiknya tidak dilakukan secara isolatif, melainkan dikombinasikan dengan parameter lain seperti Mallampati, interincisor gap, atau thyromental height untuk meningkatkan sensitivitas dan spesifisitas penilaian jalan napas preoperatif.¹⁶

Meskipun TMD secara luas digunakan dan mudah diaplikasikan, konsensus literatur menyarankan agar parameter ini digunakan sebagai bagian dari pendekatan multimodal. Kombinasi TMD dengan Mallampati test, interincisor gap, dan rasio leher terhadap TMD (NC/TMD) telah terbukti meningkatkan akurasi prediksi kesulitan jalan napas.^{19,45} Pendekatan kombinatorik memberikan sensitivitas dan spesifisitas yang lebih tinggi serta dapat mengurangi insiden kejadian intubasi tak terduga.