# TINGKAT AKURASI PENGGUNAAN ROBOTIK UNTUK TINDAKAN BEDAH IDIOPATIK SKOLIOSIS PADA REMAJA DERAJAT BERAT DIBANGINGKAN DENGAN TEKNIK *FREE-HAND*

**dr. Erica Kholinne, Sp.OT(K), PhD**

**dr. Mitchel**

**dr. Karina Sylvana Gani**

**BIDANG ORTOPEDI DAN TRAUMATOLOGI**

**GATAM INSTITUTE, EKA HOSPITAL**

**INDONESIA**

**Januari 2025**

# BAB I

# PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Skoliosis memengaruhi 0,5-5% populasi remaja, dengan insiden idiopatik sebesar 80%. Skoliosis idiopatik pada remaja (Adolescent Idiopathic Scoliosis/AIS) merupakan populasi yang paling menantang untuk ditangani karena kelengkungan yang terutama melibatkan tulang belakang torakal, pedikel yang sempit dan displastik, serta dampaknya pada kesejajaran tulang belakang.[1] Pemasangan sekrup pedikel pada AIS memberikan koreksi deformitas sambil mempertahankan segmen gerak. Selain itu, metode ini menawarkan koreksi deformitas dan stabilitas yang lebih baik dengan fiksasi yang kaku, tingkat fusi yang lebih pendek, serta waktu operasi yang lebih singkat.[2] Diagnosis yang terlambat, pengobatan yang tertunda, dan pola skoliosis yang agresif dapat menyebabkan progresi kelengkungan yang signifikan. Skoliosis berat ditandai dengan kelengkungan utama yang melebihi 90 derajat dan koreksi kurang dari 25% pada film fleksi. Kelengkungan dengan magnitudo besar (lebih dari 90°) sebelumnya diyakini melibatkan deformitas yang sangat parah dan potensi pergeseran pedikel sehingga pemasangan sekrup dianggap tidak memungkinkan.[3]

Pemasangan sekrup pedikel memerlukan teknik yang sangat presisi, terutama pada kasus yang melibatkan daerah torakal atau pedikel yang kecil dan mengalami deformasi. Kesalahan pemasangan sekrup dapat menyebabkan komplikasi neurologis dan vaskular, dengan tingkat komplikasi yang dilaporkan berkisar antara 1% hingga 54%.[2] Kelengkungan yang melebihi 100° memiliki risiko komplikasi neurologis yang lebih tinggi selama koreksi kelengkungan.

Kemajuan teknologi, termasuk navigasi komputer dan operasi tulang belakang berbantuan robot, telah terbukti meningkatkan akurasi pemasangan sekrup pedikel dan mengurangi komplikasi neurovaskular akibat malposisi sekrup, menurut laporan terbaru.[4]

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan akurasi pemasangan sekrup pedikel pada pasien dengan idiopatik skoliosis derajat berat menggunakan operasi tulang belakang berbantuan robot dan teknik konvensional (berdasarkan hasil CT scan pascaoperasi.

## 1.2 Pertanyaan Penelitian

Atas dasar latar belakang dan rumusan masalah di atas maka dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1) Apakah robotik navigasi memberikan akurasi yang lebih baik daripada teknik free hand dalam pemasangan pedicle screw di skoliosis idiopatik remaja derajat berat?
2) Apakah robotik navigasi memberikan keluaran fungsi yang lebih baik dibandingkan menggunakan teknik free hand dalam pemasangan pedicle screw di skoliosis idiopatik remaja derajat berat?
3) Apakah robotik navigasi memberikan persentase komplikasi yang lebih rendah dibandingkan menggunakan teknik free hand dalam pemasangan pedicle screw di skoliosis idiopatik remaja derajat berat?

## 1.3 Hipotesa penelitian

Dari uraian latar belakang di atas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1) Teknik robotik navigasi memberikan akurasi yang lebih baik dalam pemasangan pedicle screw dibandingkan teknik *free hand* pada pasien dengan skoliosis idiopatik remaja derajat berat.

2) Teknik robotik navigasi memberikan keluaran fungsi yang lebih baik dibandingkan teknik *free hand* pada pasien dengan skoliosis idiopatik remaja derajat berat.
3) Teknik robotik navigasi memiliki persentase komplikasi pascaoperasi yang lebih rendah dibandingkan teknik *free hand* pada pasien dengan skoliosis idiopatik remaja derajat berat.

## 1.4 Tujuan Penelitian

### 1.4.1 Umum

Untuk membandingkan efektivitas teknik robotik navigasi dan teknik *free hand* dalam pemasangan pedicle screw pada pasien dengan skoliosis idiopatik remaja derajat berat berdasarkan akurasi, keluaran fungsi, dan persentase komplikasi pascaoperasi.

### 1.4.2 Khusus

1) Mengevaluasi perbedaan akurasi pemasangan pedicle screw antara teknik robotik navigasi dan teknik *free hand* pada pasien dengan skoliosis idiopatik remaja derajat berat.
2) Membandingkan keluaran fungsi pasien, seperti perbaikan derajat kelengkungan tulang belakang dan peningkatan kualitas hidup, antara teknik robotik navigasi dan teknik *free hand*.
3) Menilai perbedaan persentase komplikasi pascaoperasi antara teknik robotik navigasi dan teknik *free hand* pada pasien dengan skoliosis idiopatik remaja derajat berat.
4) Mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan pemasangan pedicle screw menggunakan teknik robotik navigasi dan teknik *free hand*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

### 1.5.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan ilmiah dalam bidang ortopedi, khususnya terkait teknologi robotik navigasi dalam pemasangan pedicle screw. Memberikan kontribusi terhadap literatur medis mengenai perbandingan akurasi, hasil fungsional, dan komplikasi antara teknik robotik navigasi dan *free hand*. Mendorong penelitian lanjutan yang lebih mendalam untuk mengoptimalkan penggunaan teknologi robotik dalam bedah tulang belakang. Menyediakan data dasar yang dapat digunakan dalam analisis biaya-manfaat untuk menilai kelayakan adopsi teknologi robotik navigasi dalam praktik klinis.

### 1.5.2 Manfaat Klinis

Memberikan informasi berbasis bukti mengenai efektivitas teknik robotik navigasi dibandingkan teknik *free hand* dalam pemasangan pedicle screw pada pasien dengan skoliosis idiopatik remaja derajat berat, sehingga dapat membantu tenaga medis dalam memilih metode yang lebih aman dan akurat. Mengurangi risiko komplikasi pascaoperasi dengan mengidentifikasi metode pemasangan pedicle screw yang lebih efektif dan aman. Meningkatkan kualitas hidup pasien melalui perbaikan hasil fungsional dan estetika pascaoperasi. Mendukung pengembangan protokol operatif yang lebih baik untuk manajemen skoliosis idiopatik remaja derajat berat.

# BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA

Skoliosis idiopatik remaja (adolescent idiopathic scoliosis, AIS) merupakan kelainan muskuloskeletal yang ditandai oleh deformitas tiga dimensi tulang belakang tanpa penyebab yang jelas pada individu berusia 10-18 tahun.[2] Derajat keparahan AIS ditentukan berdasarkan sudut Cobb, dengan derajat berat umumnya mengacu pada sudut Cobb >40°. Penanganan AIS yang berat sering kali memerlukan tindakan korektif melalui pembedahan, seperti pemasangan pedicle screw, untuk memperbaiki kelengkungan tulang belakang, menjaga keseimbangan sagital, dan meningkatkan kualitas hidup pasien. Namun, keberhasilan prosedur ini sangat bergantung pada akurasi pemasangan pedicle screw, mengingat risiko komplikasi seperti cedera saraf, perforasi kortikal, dan gangguan fungsional.[4]

Teknik *free hand* adalah metode tradisional yang paling umum digunakan dalam pemasangan pedicle screw, terutama dalam bedah tulang belakang.[5] Teknik ini mengandalkan keahlian dan pengalaman bedah ortopedi untuk menentukan jalur optimal pemasangan tanpa bantuan teknologi canggih. Meskipun teknik ini banyak digunakan, akurasi pemasangan pedicle screw sering kali dipengaruhi oleh faktor subjektif, sehingga berpotensi meningkatkan risiko perforasi pedikel atau komplikasi lainnya, terutama pada deformitas tulang belakang yang kompleks seperti AIS derajat berat.[6]

Robotik navigasi merupakan teknologi terkini yang dirancang untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi pemasangan pedicle screw. Sistem ini menggunakan pemandu gambar tiga dimensi berbasis CT scan atau fluoroskopi untuk memvisualisasikan anatomi pasien secara real-time, memungkinkan perencanaan jalur pemasangan yang lebih presisi.[7] Beberapa penelitian menunjukkan bahwa robotik navigasi dapat mengurangi kesalahan pemasangan pedicle screw,

mengurangi waktu operasi, dan menurunkan risiko komplikasi pascaoperasi dibandingkan dengan teknik *free hand*. Namun, implementasi teknologi ini sering kali terbatas oleh biaya yang tinggi dan kurva pembelajaran untuk tenaga medis.[8]

Studi komparatif antara teknik robotik navigasi dan teknik *free hand* dalam pemasangan pedicle screw pada AIS menunjukkan hasil yang bervariasi.[6] Beberapa penelitian melaporkan bahwa robotik navigasi memberikan tingkat akurasi yang lebih tinggi dan persentase komplikasi yang lebih rendah.[9,10] Namun, hasil terkait keluaran fungsi, seperti perbaikan sudut Cobb atau kualitas hidup, masih menjadi perdebatan karena dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti pengalaman operator, kompleksitas kasus, dan komorbiditas pasien. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi efektivitas kedua teknik ini secara holistik, khususnya pada kasus AIS derajat berat.

# BAB III

# METODOLOGI PENELITIAN

## Desain Penelitian

Desain dari penelitian ini adalah cohort retrospektif

## Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitan berlangsung dari Maret 2025 hingga Juni 2025 di Eka Hospital BSD, Tangerang Selatan.

## Besar Sampel dan Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel akan dilakukan secara konsekutif terhadap semua pasien yang menjalani operasi idiopatik skoliosis derajat berat di Eka Hospital BSD dari Januari 2021 hingga Januari 2025.

## Kriteria Penelitian

Kriteria inklusi penelitian ini adalah

1. Pasien yang terdiagnosis dengan idiopatik skoliosis derajat berat
2. Menjalani operasi dengan pendekatan navigasi robotik ataupun teknik *freehand*

Kriteria eksklusi penelitian ini adalah:

1. Pasien yang menolak tindakan operatif
2. Menolak ikut serta dalam penelitian

## Variable penelitian

Varibel dalam penelitian ini adalah jumlah screw, usia, jenis kelamin, derajat akurasi, jumlah pedicle screw di T4, Cobb praoperasi, Cobb pascaoperasi, correction index, durasi operasi, komplikasi, dan ODI.

**Analisa data**

Data akan dibandingkan antara kedua kelompok dengan uji T bila sebaran merata atau dengan uji Mann-Whitnye U bila sebaran tidak merata. Analisa data akan dilakukan dengan program SPSS versi 21.

**Kaji etik**

Kaji etik akan dilakukan sebelum penelitian dimulai.

**RENCANA PELAKSANAAN**

| No | Kegiatan | Bulan | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Maret | April | Mei | Juni | Juli |
| 1 | Studi pustaka | X | | | | |
| 2 | Pengambilan data | | X | | | |
| 3 | Pengolahan data | | | X | | |
| 4 | Penyusunan laporan | | | | X | |
| 5 | Publikasi | | | | | X |

**RENCANA BIAYA**

Sumber Biaya

Penelitian akan dibiayai oleh Gatam Insitute Eka Hospital BSD.

Jenis Biaya

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tenaga Ahli | | | |

| Nama | Jumlah beban kerja/ sks (3 jam kerja) | Satuan | Jumlah |
|---|---|---|---|
| Dr. Luthfi Gatam, SpOT | 16x10x1 | 250.000 | 40.000.000 |
| Dr. Erica K, SpOT | 16x10x1 | 250.000 | 40.000.000 |
| | Subtotal-1 | | 80.000.000 |
| Tenaga Penunjang | | | |
| Nama | Jumlah hari | Satuan | Jumlah |
| Dokter umum | 240 | 100.000 | 24.000.000 |
| Dokter umum | 240 | 100.000 | 24.000.000 |
| | Subtotal-2 | | 48.000.000 |
| Biaya/bahan habis pakai | | | |
| | Jumlah | Harga satuan | Harga |
| Alat tulis | 2 | 1.000.000 | 2.000.000 |
| Biaya etik | 1 | 1.500.000 | 1.500.000 |
| | Subtotal-3 | | 3.500.000 |
| Laporan penelitian | | | |
| Grammatical dan proof reading | 4 | 5.000.000 | 20.000.000 |
| Publikasi internasional | 4 | 25.000.000 | 100.000.000 |
| | Subtotal-4 | | 30.000.000 |
| | Total | | 161.100.000 |

## REFERENSI


1. Halm H, Niemeyer T, Link T, Liljenqvist U. Segmental pedicle screw instrumentation in idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis. Eur Spine J. 2000;9:191–197 3.
2. Liljenquist U, Lepsien U, Hackenberg L, Niemeyer T, Halm H. Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior correction and fusion of idiopathic thoracic scoliosis. Eur Spine J. 2002;11:336–343. doi:10.1007/s00586-002- 0415-9
3. Lee J, Moon S, Kim H, Park M, Suh B, Nam J, dkk. The prevalence of idiopathic scoliosis in eleven year-old Korean adolescents: a 3 year epidemiological study. Yonsei Med J. 2014;55:773–8.
4. Yong F, Wong HK, Chow KY. Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis among female schoolchildren in Singapore. Ann Acad Med Singap. 2009;38:1056–63.
5. Asghar J, Samdani AF, Pahys JM, D'andrea LP, Guille JT, Clements DH, dkk. Computed tomography evaluation of rotation correction in adolescent idiopathic scoliosis: a comparison of an all pedicle screw construct versus a hook-rod system. Spine. 2009;34:804–7.
6. Anekstein Y, Mirovsky Y, Arnabitsky V, Gelfer Y, Zaltz I, Smorgick Y. Reversing the concept: correction of adolescent idiopathic scoliosis using the convex rod de-rotation maneuver. Eur Spine J. 2012;21:1942–9.
7. Reamy B V, Slakey JB. Adolescent idiopathic scoliosis: review and current concepts. Am Fam Physician. 2001;64(1):111-116.
8. Choudhry MN, Ahmad Z, Verma R. Adolescent Idiopathic Scoliosis. Open Orthop J. 2016;10(1):143-154. doi:10.2174/1874325001610010143
9. Rowe DE, Bernstein SM, Riddick MF, Adler F, Emans JB, Gardner-Bonneau D. A Meta-Analysis of the Efficacy of Non-Operative Treatments for Idiopathic Scoliosis. J Bone Jt Surg. 1997;79(5):664-674. doi:10.2106/00004623-199705000-00005
10. Costa L, Schlosser TPC, Jimale H, Homans JF, Kruyt MC, Castelein RM. The effectiveness of different concepts of bracing in adolescent idiopathic scoliosis (Ais): A systematic review and meta-analysis. J Clin Med. 2021;10(10). doi:10.3390/jcm10102145