

PENELITIAN ASLI

GRAFIK RECEIVER OPERATING CURVE (ROC) UNTUK UJI SENSITIVITAS DAN SPESIFISITAS SKOR RISIKO CEDERA REMAJA DI KOTA PALANGKA RAYA

Irene Febriani¹, Destinady K. Miden², Itma Annah¹

¹Jurusan Kebidanan, Poltekkes Kemenkes Palangka Raya, Palangka Raya, Kalimantan Tengah, 73111, Indonesia

²Jurusan Keperawatan, Poltekkes Kemenkes Palangka Raya, Palangka Raya, Kalimantan Tengah, 73111, Indonesia

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Tanggal Dikirim: 22 Oktober 2025

Tanggal Diterima: 15 Desember 2025

Tanggal Dipublish: 15 Desember 2025

Abstrak

Latar belakang: Cedera pada remaja masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang signifikan karena berdampak terhadap morbiditas, disabilitas, dan beban sosial-ekonomi keluarga. Diperlukan alat skrining yang valid dan efisien untuk mendeteksi remaja berisiko cedera sejak dini.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan menilai sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi skor risiko cedera pada remaja di Kota Palangka Raya menggunakan analisis *Receiver Operating Characteristic* (ROC).

Metode: Desain penelitian adalah *cross-sectional* dengan melibatkan 265 remaja usia 15–24 tahun dari lima SMA negeri dan komunitas remaja kota Palangka Raya tahun 2023. Data dikumpulkan melalui kuesioner yang mencakup skor kesehatan mental emosional, penggunaan helm, konsumsi alkohol, domisili, dan jenis kelamin, serta dikonfirmasi dengan pemeriksaan fisik dan radiologis sebagai *gold standard*.

Hasil: Hasil menunjukkan nilai *Area Under the Curve* (AUC) sebesar 0,714 (CI95% 0,623–0,805; $p<0,001$), menandakan akurasi sedang-baik. Nilai sensitivitas sebesar 56,8% dan spesifisitas 82,0% diperoleh pada titik potong optimal 13,47.

Kesimpulan: Skor risiko cedera memiliki kemampuan diskriminatif yang cukup baik untuk mengidentifikasi remaja berisiko, namun peningkatan sensitivitas diperlukan agar lebih efektif sebagai alat skrining awal di masyarakat.

Jurnal Mutiara Kesehatan Masyarakat

e-ISSN: 2527-8185

Vol. 10 No. 2 Desember 2025 (Hal 115-125)

Homepage: <https://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/JMKM>

DOI: <https://doi.org/10.51544/jmkm.v10i2.6425>

How To Cite: Febriani, Irene, Destinady K. Miden, and Itma Annah. 2025. "Grafik Receiver Operating Curve (ROC) Untuk Uji Sensitivitas Dan Spesifisitas Skor Risiko Cedera Remaja Di Kota Palangka Raya." *Jurnal Mutiara Kesehatan Masyarakat* 10 (2): 115–125. [https://doi.org/https://doi.org/10.51544/jmkm.v10i2.6425](https://doi.org/10.51544/jmkm.v10i2.6425).



Copyright © 2025 by the Authors. Published by Program Studi: Kesehatan Masyarakat Fakultas Farmasi dan Ilmu Kesehatan Universitas Sari Mutiara Indonesia. This is an open access article under the CC BY-SA Licence ([Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)).

1. Pendahuluan

Laporan Global Burden of Disease Study tahun 2019, cedera merupakan salah satu penyebab utama kematian dan disabilitas pada kelompok usia 10–24 tahun, meskipun data menunjukkan adanya kecenderungan penurunan insidensi secara bertahap sejak tahun 1990 (1). Faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya cedera pada remaja umumnya berkaitan dengan perilaku berisiko, seperti mengendarai kendaraan tanpa alat pelindung diri, melakukan aktivitas olahraga tanpa perlindungan yang memadai, serta terbatasnya pengawasan dari lingkungan sekolah maupun keluarga (2,3). Di Indonesia, hasil Global School-based Health Survey (GSHS) menunjukkan adanya penurunan prevalensi cedera pada remaja, dari 45,9% pada tahun 2007 menjadi 29,6% pada tahun 2015 (4). Meskipun demikian, angka tersebut masih tergolong tinggi dibandingkan dengan negara-negara lain di kawasan ASEAN(5). Temuan dari beberapa penelitian lokal juga memperlihatkan bahwa sekitar 40% remaja yang tinggal di daerah perkotaan pernah mengalami cedera yang berkaitan dengan perilaku berisiko, seperti mengendarai kendaraan dengan kecepatan melebihi batas atau tidak menggunakan helm (6). Kondisi ini menunjukkan perlunya penguatan upaya deteksi dini dan intervensi pencegahan yang didasarkan pada bukti ilmiah, khususnya pada kelompok usia remaja(7).

Di Kalimantan Tengah pada tahun 2018 berdasarkan hasil riset kesehatan dasar menunjukkan proporsi cedera sebesar 7,2%. Di kota Palangka Raya sendiri, menempati urutan ke 4 proporsi tertinggi cedera dibandingkan dengan 13 Kabupaten lainnya pada angka 9,15% di atas angka rata rata provinsi 7,23%. Khususnya remaja, proporsi kejadian cedera lebih tinggi dibandingkan dengan rentang usia lainnya yaitu sebesar 9,27 % - 9,46% serta hal ini menyebabkan kecacatan fisik yang permanen. Hal ini menunjukkan angka kejadian cedera pada remaja khususnya di kota palangka raya masih tinggi, sehingga diperlukan pencegahan dengan skrining skor risiko.

Untuk mendukung upaya pencegahan cedera pada remaja, diperlukan suatu alat skrining yang sederhana, valid, serta memiliki tingkat keandalan tinggi dalam mengidentifikasi individu dengan risiko cedera yang meningkat. Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan adalah injury risk score, yaitu skor risiko cedera yang disusun berdasarkan kombinasi berbagai indikator, meliputi aspek perilaku, kondisi fisik, dan faktor lingkungan (8,9). Melalui penerapan skor ini, tenaga kesehatan di sekolah, guru, maupun petugas puskesmas dapat melakukan deteksi dini secara cepat dan efisien. Meskipun demikian, sebelum digunakan secara luas dalam praktik, skor risiko tersebut perlu melalui tahap evaluasi kinerja diagnostik untuk menilai kemampuan alat dalam membedakan individu yang benar-benar mengalami cedera (kasus) dengan mereka yang tidak (kontrol).

Analisis *Receiver Operating Characteristic* (ROC) merupakan pendekatan statistik yang secara luas digunakan untuk mengevaluasi kemampuan diskriminatif suatu instrumen pengukuran, dengan menilai nilai sensitivitas dan spesifisitas pada berbagai titik ambang (*cut-off point*) serta menghitung *Area Under the Curve* (AUC) sebagai indikator akurasi prediksi (10,11). Metode ini menjadi standar dalam evaluasi kinerja diagnostik karena mampu menggambarkan keseimbangan (*trade-off*) antara sensitivitas dan spesifisitas pada seluruh rentang ambang skor, sekaligus memfasilitasi penentuan titik ambang operasional yang paling sesuai dengan tujuan program (12). Pendekatan berbasis analisis multivariat dimanfaatkan untuk memprediksi kemungkinan cedera berdasarkan faktor-faktor perilaku dan fisiologis

(13,14). Meskipun demikian, sebagian besar model yang tersedia masih difokuskan pada populasi atlet atau remaja di negara-negara maju. Penelitian yang mengevaluasi tingkat akurasi alat ukur atau skor risiko cedera dalam konteks komunitas dan lingkungan sekolah di negara berkembang, termasuk Indonesia, hingga kini masih sangat terbatas.

Penelitian yang dilakukan oleh Ayala et al. memanfaatkan analisis *Receiver Operating Characteristic* (ROC) untuk mengevaluasi kemampuan model prediktif cedera pada remaja atlet, dengan hasil *Area Under the Curve* (AUC) sebesar 0,82 yang menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi (15). Sementara itu, studi oleh Robles-Palazón et al. membandingkan kinerja model ROC dengan algoritma *machine learning* dalam memprediksi risiko cedera, dan menemukan bahwa model tradisional berbasis skor perilaku masih menunjukkan performa yang kompetitif (16). Di Indonesia, penelitian oleh Nugroho et al. mengidentifikasi adanya hubungan yang signifikan antara perilaku berkendara berisiko dengan kejadian cedera pada remaja, namun uji validitas statistik terhadap skor risiko belum pernah dilakukan(17). Oleh karena itu, masih terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) dalam penerapan analisis kurva ROC untuk menilai sensitivitas dan spesifisitas skor risiko cedera pada remaja sekolah, khususnya di Kota Palangka Raya. Kota Palangka Raya sendiri memiliki potensi pengembangan yang besar dan berpeluang untuk sejajar dengan kota-kota besar lain di Indonesia dalam hal penerapan inovasi berbasis bukti di bidang kesehatan remaja.

2. Metode

Metode harus disusun sebagai berikut:

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan desain *cross-sectional*. Desain tersebut dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian, yakni untuk menilai efektivitas serta validitas skor risiko cedera melalui pengujian sensitivitas dan spesifisitas alat ukur dalam satu periode waktu tertentu. Studi ini merupakan analisis lanjutan dari penelitian sebelumnya yang telah mengembangkan skor risiko cedera pada remaja dengan memanfaatkan data *Riset Kesehatan Dasar* tahun 2018. Skor yang telah dikonstruksi pada penelitian terdahulu akan dievaluasi validitasnya dengan membandingkan hasil perhitungan skor terhadap kejadian cedera aktual pada remaja di Kota Palangka Raya.

2.2 Pengaturan dan Sampel

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2023 dengan populasi target mencakup remaja Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri terpilih di Kota Palangka Raya, yaitu sebanyak lima SMA dari total delapan SMA Negeri yang ada, dengan rentang usia 15–18 tahun. Selain itu, penelitian juga melibatkan remaja berusia 19–24 tahun yang belum menikah dan berdomisili di wilayah Kota Palangka Raya. Pengambilan sampel dilakukan secara bertahap menggunakan metode *probability sampling*. Pada tahap pertama digunakan teknik *cluster sampling* untuk menentukan SMA yang menjadi lokasi penelitian. Selanjutnya, karena kerangka sampel telah tersedia di lapangan, pemilihan responden dilakukan dengan metode *simple random sampling*. Berdasarkan perhitungan besar sampel untuk uji hipotesis perbedaan proporsi, dengan kekuatan uji (*power*) 90%, tingkat presisi 10%, nilai standar deviasi 1,64, serta prevalensi kasus dari penelitian terdahulu sebesar 9,15%, diperoleh jumlah sampel minimum sebanyak 265 remaja.

2.3 Pengukuran dan pengumpulan data

Data primer yang dikumpulkan dalam penelitian ini mencakup faktor-faktor risiko cedera antara lain variabel kesehatan mental emosional diukur menggunakan *Self-Reporting Questionnaire* (SRQ) yang dikembangkan oleh *World Health Organization (WHO)* dan terdiri atas 20 butir pertanyaan. Instrumen SRQ telah melalui uji validitas dengan nilai koefisien korelasi (r) berkisar antara 0,708 hingga 0,941, serta uji reliabilitas dengan nilai *Cronbach's alpha* sebesar 0,981 ($> 0,688$), yang menunjukkan tingkat keandalan yang sangat baik(18). Dilanjutkan dengan variabel kebiasaan penggunaan helm, kebiasaan konsumsi alkohol, data wilayah, jenis kelamin.

2.4 Analisis data

Tahapan pengolahan data yaitu pengumpulan data, persiapan data yang mencakup transformasi data ke dalam bentuk skor risiko cedera, pemrosesan dan penyimpanan data, serta penyajian dan interpretasi hasil analisis. Analisis data dilakukan secara bertahap, dimulai dengan analisis univariat untuk menggambarkan distribusi frekuensi masing-masing variabel penelitian. Selanjutnya, dilakukan analisis keakuratan skor risiko menggunakan pendekatan *Receiver Operating Characteristic* (ROC) (10). Penentuan titik potong (*cut-off point*) dilakukan melalui interpretasi grafik *Receiver Operating Curve*. Kurva ROC menggambarkan hubungan antara nilai sensitivitas (*true positive rate*) pada sumbu Y dengan nilai 1-spesifisitas (*false positive rate*) pada sumbu X. Dari grafik tersebut kemudian ditentukan nilai *cut-off point* yang paling optimal untuk membedakan individu dengan risiko cedera tinggi dan rendah. Dalam penelitian ini pula disajikan nilai true positive (TP), false positive (FP), false negative (FN) dan true negative (TN).

Selanjutnya, dari kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) diperoleh nilai *Area Under the Curve* (AUC), yang merepresentasikan ukuran gabungan antara sensitivitas dan spesifisitas, atau dapat pula diartikan sebagai rata-rata sensitivitas untuk seluruh nilai spesifisitas yang mungkin. Nilai AUC digunakan untuk menilai tingkat akurasi dan kualitas kinerja instrumen skor risiko cedera secara keseluruhan. AUC dengan nilai 1 menunjukkan bahwa alat uji memiliki kemampuan diskriminatif sempurna (kategori A), sedangkan nilai AUC sebesar 0,5 menunjukkan bahwa alat uji tidak memiliki kemampuan diskriminatif (kategori D). Nilai AUC yang berada di antara 0,5 hingga 1,0 menunjukkan bahwa instrumen memiliki kemampuan prediktif yang baik hingga sangat baik (kategori B dan C)(19).

2.5 Pertimbangan etika

Pengembangan skor risiko cedera dalam penelitian ini didasarkan pada data sekunder yang berasal dari *Riset Kesehatan Dasar* yang dikelola oleh Laboratorium Manajemen Data, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Untuk pengumpulan data primer, setiap responden diberikan penjelasan secara menyeluruh mengenai tujuan, prosedur, potensi risiko, serta manfaat penelitian. Partisipasi dalam penelitian ini bersifat sukarela dan dinyatakan melalui penandatanganan lembar *informed consent*.

Penggunaan analisis kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) sebagai alat evaluasi diagnostik tidak menimbulkan risiko langsung terhadap partisipan, karena sepenuhnya merupakan metode analisis statistik. Seluruh proses interpretasi hasil dilakukan secara hati-hati dan bertanggung jawab guna

menghindari potensi stigmatisasi terhadap kelompok remaja tertentu.

3. Hasil

Skor Risiko Cedera

Skor risiko merupakan suatu metode kuantitatif yang digunakan untuk memperkirakan probabilitas seseorang mengalami suatu kejadian kesehatan dalam jangka waktu tertentu berdasarkan kombinasi faktor-faktor risiko yang dimilikinya. Perhitungan skor ini dilakukan dengan menilai kontribusi relatif dari masing-masing faktor risiko terhadap kemungkinan terjadinya suatu kondisi kesehatan. Skor risiko berfungsi sebagai dasar dalam pengambilan keputusan klinis maupun perencanaan upaya pencegahan. Dalam konteks penelitian ini, peneliti menggunakan skor risiko cedera sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 1. Skor Risiko Cedera

Variabel	Model Akhir		Skor	
	Odd Ratio	Coeff β		
Kesehatan Mental Emosional				
Ada Gangguan	2,58	13,27	13	
Tidak Ada Gangguan	Reff		0	
Penggunaan Helm				
Kadang – kadang / tidak pernah	0,40	1,49	1,5	
Ya, Selalu	Reff		0	
Konsumsi Alkohol				
Ya	2,55	0,67	0,7	
Tidak	Reff		0	
Domisili				
Kota	1,39	0,23	0,25	
Desa	Reff			
Jenis Kelamin				
Laki-laki	0,315	12,83	13	
Perempuan	Reff		0	
Konstanta				
	0,788			

Tabel tersebut diperoleh berdasarkan hasil persamaan regresi logistik dari penelitian sebelumnya, yang menjadi dasar dalam penghitungan dan pembentukan skor risiko cedera pada remaja, yaitu:

$$\frac{\exp(-0,788 + 13,27 \text{ (mental emosional)} + 1,49 \text{ (kebiasaan helm)} + 0,67 \text{ (konsumsi alcohol)} - 0,23 \text{ (domisili)} + 12,83 \text{ (JK)}}{1 + \exp(-0,788 + 13,27 \text{ (mental emosional)} + 1,49 \text{ (kebiasaan helm)} + 0,67 \text{ (konsumsi alcohol)} - 0,23 \text{ (domisili)} + 12,83 \text{ (JK)})}$$

Berdasarkan penerapan persamaan tersebut, apabila seorang remaja memiliki gangguan kesehatan mental emosional, tidak menggunakan helm saat berkendara, mengonsumsi alkohol, berdomisili di wilayah pedesaan, serta berjenis kelamin laki-laki, maka diperkirakan memiliki kemungkinan sekitar 78,8% untuk mengalami kejadian cedera.

Dalam konteks ini, penelitian lanjutan dilakukan untuk menguji tingkat sensitivitas dan spesifitas skor risiko yang telah dikembangkan sebelumnya dengan menggunakan analisis Receiver Operating Characteristic (ROC). Persamaan model prediksi yang diperoleh melalui analisis statistik regresi logistik berganda kemudian dikonversi menjadi bentuk skoring agar lebih aplikatif dalam menilai kemungkinan seseorang tergolong berisiko atau tidak. Prosedur konversi dilakukan dengan mengalikan nilai koefisien β sebesar 10 atau 100, kemudian hasilnya dibulatkan ke nilai terdekat untuk memperoleh skor akhir yang lebih mudah

digunakan dalam praktik.

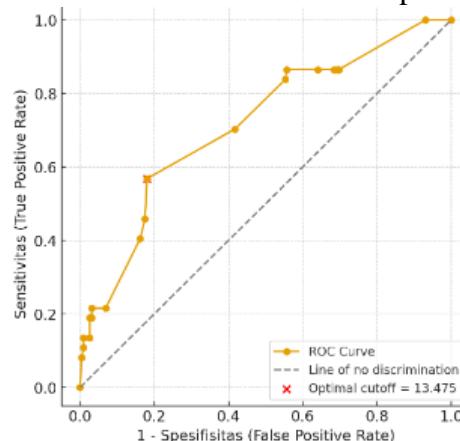
Skor yang tercantum pada Tabel 1 selanjutnya dianalisis menggunakan Receiver Operating Characteristic (ROC) untuk menilai kinerja diagnostiknya. Hasil dari analisis tersebut disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2 Analisis *Receiver Operating Curve* Skor Risiko Cedera

Alat ukur	Area Under the Curve (AUC)	Standar Eror	95% Interval Kepercayaan	P value
Skor risiko Cedera	0,714	0,046	0,623 – 0,805	0,000

Interpretasi Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai *Area Under the Curve* (AUC) sebesar 0,714 menandakan bahwa skor risiko cedera memiliki kemampuan diskriminatif yang cukup baik, dengan tingkat akurasi sekitar 71,4% dalam membedakan antara remaja yang berisiko cedera dan yang tidak. Nilai *standard error* sebesar 0,046 menunjukkan bahwa estimasi AUC memiliki tingkat ketepatan yang memadai dan relatif stabil. Pada rentang kepercayaan 95% (95% CI = 0,623–0,805), nilai AUC yang sesungguhnya diperkirakan berada dalam kisaran tersebut. Karena seluruh interval berada di atas nilai 0,5, maka model dapat dikatakan memiliki kemampuan prediksi yang lebih baik dibandingkan peluang acak. Nilai *p-value* yang signifikan secara statistik memperkuat bahwa skor risiko cedera memiliki validitas prediktif yang bermakna. Visualisasi hubungan antara sensitivitas dan 1–spesifisitas ditampilkan pada **Gambar 1** berikut:

Gambar 1. Kurva ROC Skor Risiko Cedera pada Remaja



Gambar 1 memperlihatkan visualisasi *Receiver Operating Characteristic* (ROC) di mana luas area di bawah kurva (AUC) yang ditunjukkan oleh garis berwarna biru adalah 0,714. Garis diagonal berwarna merah menggambarkan garis referensi dengan nilai 0,5, yang merepresentasikan kondisi tanpa kemampuan diskriminatif (peluang acak). Selanjutnya, penelitian ini melanjutkan analisis terhadap nilai sensitivitas dan spesifisitas dari skor risiko cedera, yang menunjukkan hasil Youden Index sebagai ukuran efektivitas suatu titik potong (*cut-off point*) dalam membedakan dua kondisi, yaitu sehat dan sakit, pada analisis *Receiver Operating Characteristic* (ROC). Semakin tinggi nilai Youden Index, maka semakin baik kemampuan titik potong tersebut dalam mengklasifikasikan individu ke dalam kelompok sehat atau sakit secara akurat (19).

Tabel 3. Nilai Sensitivitas, Spesifisitas dan penentuan *cut off point*
Skor Risiko Cedera

No	Peluang titik potong	Nilai Sensitivitas	Nilai Spesifisitas	Youden Index
1	-1,00	0	1	0,000
2	0,13	0,07	1	0,070
3	0,48	0,3	0,86	0,168
4	0,83	0,31	0,86	0,172
5	1,23	0,32	0,86	0,181
6	1,63	0,36	0,86	0,225
7	1,98	0,44	0,86	0,308
8	7,60	0,45	0,84	0,285
9	13,13	0,58	0,7	0,286
10	13,47	0,82	0,57	0,388
11	13,83	0,82	0,46	0,284
12	14,23	0,84	0,41	0,243
13	14,63	0,91	0,22	0,147
14	14,98	0,97	0,22	0,185
15	15,33	0,97	0,19	0,158
16	20,73	0,97	0,19	0,163
17	26,13	0,97	0,16	0,109
18	26,48	0,99	0,14	0,126
19	26,83	0,99	0,11	0,099
20	27,23	1,00	0,08	0,077
21	28,50	1,00	0,00	0,000

Tabel 3 menunjukkan peluang nilai sensitivitas dan spesifisitas dari skor risiko cedera pada remaja. Youden Index yaitu ukuran efektivitas suatu nilai titik potong dalam membedakan dua kondisi sehat / sakit pada analisis *Receiver Operating Characteristic*. Semakin besar nilai youden index maka semakin baik kemampuan titik potong dalam membedakan dua kelompok sehat / sakit. Berdasarkan tabel 3 nilai youden index terbesar adalah 0,388 sehingga penentuan titik potong yang lebih baik adalah pada 13,47 dengan nilai sensitivitas 0,568 dan spesifisitas 0,820. Nilai Youden Index tertinggi diperoleh sebesar 0,388, sehingga titik potong yang paling optimal ditetapkan pada skor 13,47 (baris ke-10), dengan nilai sensitivitas sebesar 0,57 dan spesifisitas sebesar 0,82.

Tabel 4. Nilai *True Positive*, *False Positive*, *True Negative* dan *False Negative*

Uji skrining skor risiko	Status Cedera berdasarkan pemeriksaan otot, <i>Range of Motion</i> , palpasi, radiologi, ultrasonografi atau <i>Magnetic Resonance Imaging</i> (MRI)			P Value
	Tidak Cedera	Cedera	Total	
Tidak Cedera	187	16	203	0,005
Cedera	41	21	62	
Jumlah	228	37	265	

Tabel 4 menampilkan distribusi hasil klasifikasi berdasarkan uji validitas skor risiko cedera pada remaja. Jumlah true positive (TP), yaitu remaja yang teridentifikasi mengalami cedera baik berdasarkan *gold standard* (pemeriksaan otot, *range of motion*, palpasi, radiologi, ultrasonografi, atau *Magnetic Resonance Imaging* [MRI]) maupun hasil skrining skor risiko, tercatat sebanyak 21 remaja. Sementara itu, false positive (FP) menunjukkan jumlah remaja yang sebenarnya

tidak mengalami cedera, namun hasil skrining skor risiko menunjukkan hasil positif cedera, yaitu sebanyak 41 remaja. Adapun false negative (FN) menggambarkan remaja yang secara klinis terkonfirmasi mengalami cedera berdasarkan *gold standard*, tetapi hasil skor risiko menunjukkan tidak cedera, sebanyak 16 remaja. Sedangkan true negative (TN), yakni remaja yang benar-benar tidak mengalami cedera dan hasil skor risiko juga menyatakan tidak cedera, berjumlah 187 remaja.

4. Pembahasan

Tabel 2 dan Gambar 1 menggambarkan kinerja metodologis dari skor risiko cedera yang diuji dalam penelitian ini. Untuk menilai kemampuan diskriminatif suatu model prediksi, analisis *Receiver Operating Characteristic* (ROC) dan ukuran-ukuran terkait seperti *Area Under the Curve* (AUC), sensitivitas, spesifisitas, serta nilai true positive (TP), nilai false positive (FP), nilai false negative (FN) dan nilai true negative (TN). umumnya digunakan. Model prediksi yang baik ditandai oleh nilai AUC yang tinggi, di mana $AUC > 0,70$ dikategorikan sebagai akurasi moderat, dan $AUC > 0,80$ menunjukkan akurasi yang baik. Penelitian serupa oleh Zhang et al. di Jiangsu, Tiongkok, berjudul "*Establishment and Validation of a Risk Prediction Model for Non-Suicidal Self-Injury Among Adolescents*," menggunakan delapan variabel prediktor—terdiri dari insomnia, gejala emosional, lingkungan keluarga, konsumsi alkohol, jenis kelamin, konflik keluarga, masalah perilaku, dan tingkat akademik, hasil menunjukkan AUC sebesar 0,800 (CI 95% 0,776–0,823), yang mengindikasikan tingkat akurasi prediksi yang baik(20). Penelitian longitudinal di Finlandia berjudul "*Health Behaviors, Health, Sociodemographic Factors, and School Success in Adolescence as Risk Factors for Injury Deaths*" juga memperkuat temuan tersebut. Studi tersebut menemukan bahwa faktor gaya hidup pada masa remaja, seperti konsumsi alkohol, merokok, gejala stres, dan struktur keluarga, berperan penting sebagai prediktor risiko kematian akibat cedera di masa dewasa muda(21). Mengembangkan skor risiko cedera pada remaja menghadapi sejumlah tantangan metodologis dan kontekstual yang perlu diperhatikan.

Pertama, prevalensi cedera yang relatif rendah pada beberapa jenis kejadian menyebabkan nilai *Positive Predictive Value* (PPV) cenderung kecil. Kondisi ini dapat mengakibatkan munculnya hasil positif palsu meskipun model memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang memadai. Kedua, perbedaan konteks lokal, seperti variasi infrastruktur, budaya keselamatan, regulasi lalu lintas, dan perilaku masyarakat, dapat memengaruhi komposisi faktor risiko dan titik potong (cut-off point) yang optimal. Dengan demikian, skor risiko yang dikembangkan di suatu negara atau populasi tertentu tidak dapat langsung diadopsi di wilayah lain tanpa proses adaptasi dan validasi ulang. Ketiga, faktor psikologis dan sosial perlu dimasukkan dalam model prediksi, tidak hanya aspek fisik atau perilaku langsung. Hal ini penting karena masa remaja merupakan fase perkembangan psikososial yang kompleks, di mana emosi, hubungan sosial, dan pola perilaku sangat dinamis dan dapat memengaruhi risiko cedera. Dengan mempertimbangkan aspek-aspek tersebut, skor risiko cedera berpotensi menjadi instrumen yang efektif dalam program skrining kesehatan, intervensi berbasis sekolah, serta kebijakan pencegahan cedera remaja di tingkat komunitas maupun nasional.

Berdasarkan hasil analisis tabulasi silang antara skor risiko dan status kejadian cedera (Tabel 3), diperoleh nilai sensitivitas sebesar 56,8%, spesifisitas sebesar 82,0%, positive predictive value (PPV) didapatkan dari $TP / (TP+FP)$ sebesar 21,8%, dan negative predictive value (NPV) didapatkan dari $TN / (TN+FN)$ sebesar 81,2%. Nilai sensitivitas sebesar 56,8% menunjukkan bahwa dari seluruh remaja yang benar-benar mengalami cedera, hanya sekitar 56,8% yang dapat teridentifikasi secara positif melalui uji skrining. Temuan ini mengindikasikan bahwa kemampuan

instrumen dalam mendeteksi individu yang benar-benar mengalami cedera berada pada kategori sedang, sehingga masih terdapat sekitar 43,2% kasus cedera yang tidak terdeteksi (false negative). Dalam konteks skrining kesehatan masyarakat, tingkat sensitivitas yang relatif rendah menjadi perhatian, karena dapat mengakibatkan sebagian individu dengan risiko cedera tidak teridentifikasi sejak dini. Kondisi ini berpotensi menurunkan efektivitas program pencegahan yang berbasis deteksi risiko, terutama bila digunakan sebagai alat seleksi awal tanpa intervensi lanjutan atau pemantauan berkelanjutan.

Nilai spesifisitas sebesar 82,0% menunjukkan bahwa dari seluruh individu yang benar-benar tidak mengalami cedera, sebanyak 82,0% berhasil diidentifikasi secara tepat sebagai negatif oleh uji skrining. Temuan ini menunjukkan bahwa instrumen skrining memiliki kemampuan yang cukup baik dalam mengenali individu yang tidak berisiko cedera, dengan tingkat kesalahan positif (false positive) sebesar sekitar 18%. Dengan demikian, uji ini relatif lebih andal dalam menyingkirkan individu sehat dibandingkan dalam mendeteksi individu yang benar-benar berisiko mengalami cedera. Selanjutnya, nilai positive predictive value (PPV) sebesar 21,8% menunjukkan bahwa dari seluruh individu yang dinyatakan positif (berisiko cedera) oleh uji skrining, hanya sekitar 21,8% yang benar-benar mengalami cedera. Nilai PPV yang relatif rendah ini mengindikasikan bahwa masih terdapat proporsi cukup besar hasil positif palsu, sehingga hasil skrining positif sebaiknya tidak dijadikan dasar diagnosis tunggal dan perlu dikonfirmasi melalui pemeriksaan lanjutan atau penilaian klinis tambahan. Sementara itu, nilai negative predictive value (NPV) sebesar 81,2% menunjukkan bahwa dari seluruh individu yang dinyatakan negatif oleh uji skrining, sebanyak 81,2% benar-benar tidak mengalami cedera. Temuan ini mengindikasikan bahwa hasil negatif dari uji ini dapat dipercaya dengan tingkat akurasi yang cukup baik, sehingga instrumen ini efektif digunakan untuk menyingkirkan individu yang tidak berisiko mengalami cedera.

Secara keseluruhan, profil kinerja uji skrining menunjukkan spesifisitas dan NPV yang lebih tinggi dibandingkan dengan sensitivitas dan PPV, yang berarti bahwa alat skrining ini lebih unggul dalam mengidentifikasi individu tanpa cedera daripada dalam mendeteksi individu yang benar-benar mengalami atau berisiko mengalami cedera. Dengan demikian, penggunaan skor risiko ini lebih tepat diarahkan sebagai alat eksklusi awal (rule-out test) dalam program pencegahan cedera remaja, dan hasil positifnya memerlukan konfirmasi lebih lanjut melalui penilaian atau pemeriksaan tambahan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data aktual, penelitian ini menarik beberapa kesimpulan yaitu Skor risiko cedera disusun berdasarkan hasil penelitian sebelumnya dengan pembobotan sebagai berikut: 13 poin untuk gangguan mental emosional, 1,5 poin untuk tidak pernah menggunakan helm, 0,7 poin untuk kebiasaan mengonsumsi minuman beralkohol, 0,25 poin untuk domisili di wilayah perkotaan, dan 13 poin untuk jenis kelamin laki-laki. Hasil analisis Receiver Operating Characteristic (ROC) menunjukkan nilai Area Under the Curve (AUC) sebesar 0,714, yang berarti bahwa skor risiko cedera mampu membedakan individu dengan dan tanpa cedera dengan akurasi sekitar 71,4%, termasuk dalam kategori baik namun belum sangat baik. Nilai Youden Index tertinggi sebesar 0,388 menunjukkan bahwa titik potong (cut-off point) optimal terdapat pada skor 13,47, dengan sensitivitas 56,8% dan spesifisitas 82,0%.

Berdasarkan nilai tersebut, uji skrining ini lebih efektif digunakan untuk menyingkirkan individu yang tidak berisiko cedera (rule-out test), karena memiliki spesifisitas yang tinggi. Namun demikian, diperlukan peningkatan akurasi terutama

pada aspek sensitivitas agar dapat mendeteksi lebih banyak remaja berisiko secara dini. Penelitian ini direkomendasikan untuk diimplementasikan pada skrining awal di masyarakat dan sekolah, dengan pengembangan lanjutan guna meningkatkan kemampuan prediksi dan validasi di berbagai konteks wilayah.

6. Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesarnya kepada Laboratorium Manajemen Data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia atas izin pemanfaatan data variabel Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Indonesia, sehingga data tersebut dapat dikelola dan dianalisis secara bertanggung jawab dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Palangka Raya atas dukungan pendanaan melalui hibah penelitian, serta kepada tim reviewer dan pihak terkait yang telah memberikan arahan dan pendampingan dalam proses administratif hingga terbitnya izin pelaksanaan penelitian.

7. Referensi

1. Ward J. Global, regional, and national mortality among young people aged 10–24 years, 1950–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*. 2021;398(10311):1593–698.
2. WHO. Adolescent and young adult health: risks and solutions. Geneva: WHO; 2024. 2024.
3. Peden AE, Cullen P, Bhandari B, Testa L, Wang A. A systematic review of the evidence for effectiveness of interventions to address transport and other unintentional injuries among adolescents. *J Safety Res*. 2023;85:321–38.
4. WHO. Global School-based Student Health Survey: Indonesia 2015 Fact Sheet. Geneva: WHO. 2017.
5. Kurniasih, Setiawan, Nurhidayah. Adolescent injury prevalence and associated risk behaviors in Indonesia: analysis of the Global School-based Student Health Survey 2007–2015. *BMC Public Health*. 2021;21(1):513–27.
6. Zainafree I, Hadisaputro S, Suwandono A, Widjanarko B. Adolescent Riding Behavior During the COVID-19 Pandemic in Urban Area, Indonesia: A Cross-sectional Study. *Ethiopian Journal of Health Science*. 2021;31(6):1133–42.
7. Ashari A, Siramaneerat I, Robby KNA, Sutinbuk D, Winarni S. Predicting Risk Behaviors among Adolescents in Indonesia: The Role of Socio-Demographic Factors in Smoking, Alcohol Use, and Illicit Substance Use. *The Journal of the Medical Association of Thailand*. 2025;9:728–38.
8. Cook T, Karriker-Jaffe K, Parks S, Simon T. Development and validation of an adolescent injury risk score: integrating behavioral and environmental factors. *Injury Prevention*. 2022;28:439–45.
9. Sainsbury DA, Downs J, Netto K, McKenna L. Factors Associated With Sports Injuries in Adolescents Who Play Team Sports at a Nonelite Level: A Scoping Review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2023;1(1):15.
10. Zhou XH, Obuchowski NA, McClish DK. Statistical Methods in Diagnostic Medicine. 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Honoken; 2011.
11. Raza K, Barh D, Singh D, Ahmad N. Deep Learning Applications in Translational Bioinformatics. Dey Ni, Ashour AS, Fong SJ, editors. Vol. 15. United Kingdom: Elsevier Inc.; 2023.
12. He Z, Zhang Q, Song M, Tan X, Wangm Wei. Four overlooked errors in ROC analysis: how to prevent and avoid. *BMJ Evidence Based Medicine*. 2023;30(3):208–11.
13. Pilka T, Grzelak B, Sadurska A, Gorecki T, Dyczkowski K. Predicting Injuries

- in Football Based on Data Collected from GPS-Based Wearable Sensors. Multidisciplinary Digital Publishing Institute Journal. 2023;23(3):1591.
- 14. Toohey L, Drew M, Fortington L. Injury prediction in sport: the role of multivariate modelling and machine learning. Sports Med. 2022;52(4):665–81.
 - 15. Ayala F, Lopes-Valenciano A, Martin JAG, Croix MDS. A Preventive Model for Hamstring Injuries in Professional Soccer: Learning Algorithms. Int J Sports Med. 2019;40(5):344–53.
 - 16. Robles-Palazon F, Puerta-Callejon JM, Martin JAG, Ste Croix MB. Predicting injury risk using machine learning in male youth soccer players. Chaos Solitons Fractals. 2023;167.
 - 17. Nugroho S, Prasetyo W. Motorcycle risky behaviours and road accidents among adolescents in Jakarta metropolitan area, Indonesia. J Prev Med Public Health . 2019;52(5):324–32.
 - 18. Widodo A. Analisis Validitas Self Reporting Questionnaire (SRQ) Terhadap Kesehatan Mental Pada Remaja. Jurnal Kesehatan Tambusai. 2024;5(1).
 - 19. Nakas CT, Bantis LE, Gatsonis CA. ROC Analysis for Classification and Prediction in Practice. Abingdon, Oxon: CRC Press Taylor & Francis Group; 2023. 84 p.
 - 20. Wang X, Wang Y, Tang J, Wang Y, Zhang R, Zhang X, et al. Preplanned Studies: Establishment and Validation of a Risk Prediction Model for Non-Suicidal Self-Injury Among Adolescents Based on Machine Learning Methods — Jiangsu Province, China, 2023. CCDC Weekly Journal. 2025;7(28):952–8.
 - 21. Teuho A, Ponkilainen V, Koivusilta L, Rimpela A, Mattile VM. Health behaviors, health, sociodemographic factors, and school success in adolescence as risk factors for injury deaths: a longitudinal study. BMC Public Health. 2025;25.