



Model Spasial Prediktif Bahaya *Bullying* di Kota Depok

Azhari Al Kautsar¹, Parluhutan Manurung²

^{1,2} Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Indonesia

e-mail: azhari.al@ui.ac.id

ABSTRAK. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi spasial tingkat bahaya bullying di Kota Depok. Kemudian tujuan lainnya adalah seberapa penggunaan data lokasi pendidikan terhadap potensi prediksi kekerasan bullying pada usia remaja di Kota Depok. Metodologi penelitian ini menggunakan analisis multi-kriteria (AHP), kriging, regresi OLS, REML, PLS, GB, RF, dan INLA. Temuan utama pada penelitian ini adalah terjadi perbedaan pengukuran model spasial prediktif yang dikatakan tinggi seperti kriging, GB, REML, dan INLA demikian juga yang terendah seperti PLS dan RF. Temuan berikutnya dari model spasial prediktif tingkat bahaya *bullying* tercermin dari lokasi kegiatan pelajar usia remaja seperti pendidikan, kegiatan hiburan remaja, pemerintah dan keamanan, fasilitas kesehatan, dan tempat ibadah. Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah keseluruhan tingkat bahaya *bullying* tinggi dengan nilai 0,6 – 0,8.

Kata kunci: Bullying, Spasial, AHP, regresi, INLA, Prediktif

PENDAHULUAN

Salah satu dari penelitian model spasial prediktif dari Battista et al. (2023) adalah hubungan kesehatan jiwa usia pelajar dengan pemodelan *decision tree*. Hasil dari model *decision tree* menunjukkan tingkat risiko kesehatan jiwa pada usia sekolah. Maka dari itu, kerentanan perundungan (*bullying*) dapat dilihat dari tingkat risiko kesehatan jiwa pada individu anak maupun remaja. Kejahatan *bullying* dipaparkan dari Useche et al. (2023) sebagai ketimpangan gender atas relasi kekuasaan yang disebabkan oleh faktor intimidasi antar individu maupun individu dengan kelompok. Faktor ini sering kali terjadi pada usia remaja.

Kejadian prediksi bahaya *bullying* bisa melalui kejahatan berbasis siber. Eboy et al. (2024) merancang *spatial modelling predictive* menggunakan beberapa parameter seperti integrasi survei lapangan, statistik, dan SIG. Ketiga parameter itu menghasilkan tingkat risiko *bullying* seperti risiko koneten, risiko pengaturan, dan risiko persetujuan yang bersangkutan. Risiko *bullying* juga dipaparkan oleh Tramontano et al. (2020) yang menunjukkan adanya gradien tingkat bahaya perundungan di lingkungan sekolah sehingga perlu menginvestigasi agar menciptakan lingkungan belajar dan mengajar yang lebih humanis.

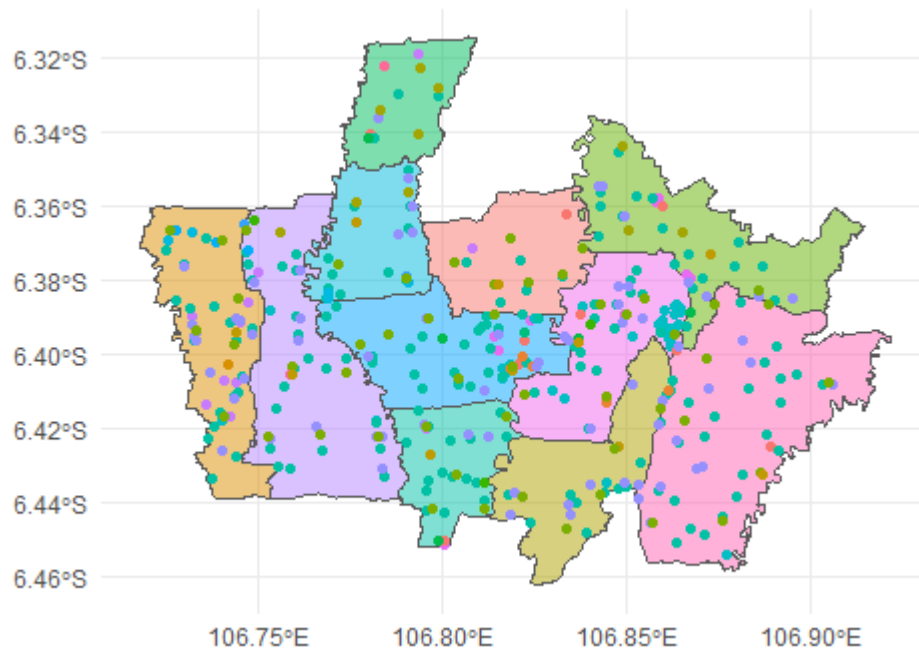
Perilaku *bullying* juga merambah pada skala media sosial. Menurut Al-Garadi et al. (2019) perundungan sering terjadi berbagai macam aplikasi media sosial. Untuk mengetahui tingkat bahaya *bullying* melalui model *big data* yang bisa menggali informasi perilaku perundung secara keruangan. Pemanfaatan model spasial prediktif bisa mengidentifikasi cara-cara usia pelajar melakukan kekerasan berbasis daring berbasis *machine learning*. Pengembangan *machine learning* dilanjutkan oleh Song & Song (2021) menggunakan pohon Keputusan (*decision tree*). Dari penggunaan *decision tree* menunjukkan adanya kesenjangan jumlah korban dengan pelaku perundungan di lingkungan sekolah melalui penggunaan media sosial.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi spasial tingkat bahaya *bullying* di Kota Depok. Kemudian tujuan lainnya adalah seberapa penggunaan data lokasi pendidikan terhadap potensi prediksi kekerasan *bullying* pada usia remaja di Kota Depok.

METODE

Teknik Sampling

Pada bagian teknik sampling penelitian ini berlokasi seluruh Kecamatan di Kota Depok dengan Koordinat $6,32^{\circ}$ – $6,42^{\circ}$ LS dan $106,75^{\circ}$ – $106,9^{\circ}$ Kota Depok mempunyai sepuluh kecamatan, yaitu Beji, Bojongsari, Cilodong, Cimanggis, Cinere, Cipayung, Limo, Pancoran Mas, Sawangan, dan Tapos. Kecamatan ini penulis menyebut populasi pada penelitian. Kota Depok berbatasan dengan Provinsi Daerah Khusus Jakarta di sebelah utara, Kota Bekasi di sebelah timur, Kabupaten Bogor di sebelah selatan, dan Kota Tangerang Selatan di sebelah barat. Terdapat 406 titik lokasi area sampel yang mana merupakan tempat kegiatan memungkinkan terjadi bahaya perundungan (*bullying*). Sampel yang digunakan pada metode penelitian ini adalah bangunan, tempat wisata, pemerintah (kantor kelurahan, kantor kecamatan, kantor kepolisian, dan instansi pemerintah lainnya), pendidikan (meliputi SD, SMP, SMA, SMK, *madrasah*, dan lembaga pendidikan lainnya), tempat ibadah, dan fasilitas kesehatan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Analisis, 2024)

Pengumpulan Data

Pada pengumpulan data penelitian ini merupakan berasal dari sumber data sekunder. Pada sumber data primer merujuk pada metode teknik analisis dari pemasukan nilai bobot pada parameter yang ditentukan oleh penulis dan perangkat lunak (*software*) sebagai landasan pengolahan dari Kumpulan informasi yang telah ditetapkan. Kegunaan dan parameter data tersebut akan di jelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Bahan Penelitian (Analisis, 2024)

Nama Data	Sumber Data	Kegunaan
SHP Ina Geoportal	Sekunder	Untuk mengekstrak data spasial vektor berupa pendidikan, pemerintah, tempat ibadah, dan fasilitas kesehatan
SHP Global ADM	Sekunder	Untuk membuat batas administrasi kecamatan di Kota Depok
R Studio	Primer	Untuk mengolah data spasial dari pendidikan
ArcGIS Pro	Primer	Untuk mengolah data spasial secara keseluruhan

Ukuran Data

Analisis Multi-Kriteria

Pada metode analisis multi-kriteria bertujuan untuk mengkalkulasi skor dari terendah ke tertinggi pada parameter tertentu. Parameter untuk analisis multi-kriteria pada model spasial prediktif bahaya *bullying* adalah menggunakan data pendidikan, bangunan, tempat wisata, pemerintah, tempat ibadah, dan fasilitas kesehatan. Penulis akan merujuk dari Nur et al. (2024) dengan pengubahan nilai bobot agar bisa memudahkan dalam proses perhitungan. Berikut tabel 2 akan membahas skor bobot pada pemodelan spasial prediktif bahaya *bullying*.

Tabel 2. Parameter Analisis Multi-Kriteria (Nur et al, 2024)

Parameter	Bobot
Pendidikan	30%
Bangunan	10%
Pemerintah	20%
Tempat wisata	10%
Tempat Ibadah	20%
Fasilitas Kesehatan	20%

Kriging

Analisis spasial seperti kriging sangat penting dalam penelitian ini untuk memprediksi kejadian *bullying* di Kota Depok. Metode analisis kriging memainkan peran menjumlahkan atau memperluas objek agar dapat mampu mengvisualkan spasial. Dengan begitu, data kriging bersifat acak dan menyuluruh agar memperkuat koefisien dari prediksi pemodelan spasial. Konsep formulasi kriging dikemukakan oleh Hardiyanty & Susanti (2019) adalah sebagai berikut :

$$Z = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(S_i)$$

Regresi Linier Menggunakan OLS (Ordinary Least Square)

Pada pengukuran regresi linier OLS menjadi penghubung pemodelan secara spasial dengan grafik. Sannigrahi et al. (2020) memodelkan formulasi *ordinary least square* untuk mengukur hubungan variabel yang mampu memprediksi secara spasial. Kemudian formulasi ini sangat banyak digunakan pada pengukuran penelitian ini secara mendunia. Dengan kata lain, regresi OLS dapat menerapkan pada bahaya *bullying* secara prediktif pada konteks penelitian ini. Rumus dalam koefisien OLS adalah sebagai berikut :

$$y_i = \beta\theta + x_i\beta + \varepsilon_i$$

Regresi Linier Menggunakan REML (Regression Mixed-Linear)

Pada bagian REML menjelaskan menguraikan koefisien dan variabel dari sebuah data penelitian ini yang akan mengkaji pemodelan spasial prediktif untuk bahaya perundungan. Kedua unsur berfokus meresidu nilai AHP pada gabungan data spasial titik terhadap tempat mana saja yang menimbulkan potensi bahaya bullying. Formulasi REML yang dikembangkan oleh Qin et al. (2022) yang menggunakan tahapan mengolah data REML sebagai kelanjutan dari analisis interpolasi kriging. Berikut pengukuran regresi linier campuran (REML) adalah sebagai berikut :

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N \{ (Z(X_i) - Z(X_i + h)) \} \quad (1)$$

$$Z(U_j) = \sum_{i=1}^M \lambda_i Z(X_i) \quad (2)$$

Regresi Spasial Menggunakan PLS (Partial Least Square)

Pada prediksi spasial menggunakan PLS bertujuan untuk mengestimasi distribusi variabel yang mana gaussian sebagai bentuk prediktor dari sebuah data. Melalui prediksi spasial bahaya bullying memberikan nilai tingkat lokasi secara acak. Pemodelan spasial prediktif melalui pengukuran PLS mampu memberikan penalti pada lokasi pada tingkat tinggi atau bahayanya bullying. Formulasi yang dikemukakan oleh Ludwig et al. (2020) dalam pembuatan PLS untuk menentukan bahaya bullying di Kota Depok adalah sebagai berikut :

$$\begin{pmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{\beta}_f \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \{X'(I - S_\lambda)\}^{-1} & X(I - S_\lambda)y \\ S_\lambda & y - X\hat{\beta} \end{pmatrix}$$

Random Forest (RF)

Pada model spasial prediktif dengan pengukuran RF (*random forest*) bertujuan untuk mengelompokkan objek melalui percabangan spasial. Pemodelan prediktif RF mampu mengkombinasi jumlah sampel pada penelitian ini sebanyak 406 titik terkait bahaya *bullying* di Kota Depok. Formulasi RF terbagi tiga tahap menurut Han et al. (2020) yang terdiri dari estimasi kerapatan kernel (*kernel density estimation*), Korelasi Spearman (*Spearman Correlation*), dan hasil pengunglapan (*Evaluation Results*). Berikut ketiga rumus akan dijabarkan sebagai berikut :

Kernel Density Estimation :

$$\hat{\lambda}(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} k\left(\frac{s - s_i}{\tau}\right)$$

Spearman Correlation :

$$r_s = \rho_{rgX, rgy} = \frac{cov(rgX, rgy)}{\sigma_{rgX} \sigma_{rgY}}$$

Evaluation of Results :

$$P = \frac{T_P}{T_P + F_P} \quad (1)$$

$$R = \frac{T_P}{T_P + F_n} \quad (2)$$

$$F1 = \frac{PxRx2}{P+R} \quad (3)$$

Generalized Boosted Generation (GB)

Tujuan penggunaan model spasial prediktif melalui GB adalah untuk Mengintepretasi dalam memprediksi kejadian bahaya *bullying* dengan cara pendekatan agnostik dan spesifikasi dari tipe spasial titik. Penggunaan GB diambil dari Li (2022) pada konsep Xgboost *shaply*. Melalui konsep itu, mampu berkontribusi peran pada lokasi potensial untuk mencegah dari bahaya *bullying*. Berikut formulasinya adalah sebagai berikut :

$$Shapeley(X_j) = \sum_{S \subseteq N \setminus \{j\}} \frac{k! (p - k - 1)!}{p!} (f(S \cup \{j\}) - f(S))$$

Pemodelan Spasial Menggunakan INLA (integrated nested lapace approximastion)

Penggunaan pemodelan spasial pediktif melalui metode spasial INLA bertujuan mengukur perkiraan jarak dari antar data vektor spasial. Selain itu, model INLA mampu mempediksi ketertarikan tempat yang akan menjadi pusat bahaya *bullying* di Kota Depok. Pengembangan spasial INLA dikutip dari Moraga et al. (2021) yang diawali oleh inferensi model bayesian dan SPDE (*stochastic partial difference equation*). Kedua model ini menciptakan perluasan simpul titik-titik pada pengembangan model prediksi spasial. Dengan begitu, INLA akan memproses kejadian bahaya *bullying* melalui menghubungkan antar lokasi yang berbeda. Rumus model spasial prediktif INLA adalah sebagai berikut :

$$\tilde{\pi}(z_i|y) = \sum_k \tilde{\pi}(z_i|\theta_k, y) \tilde{\pi}(\theta_k|y) \Delta_k$$

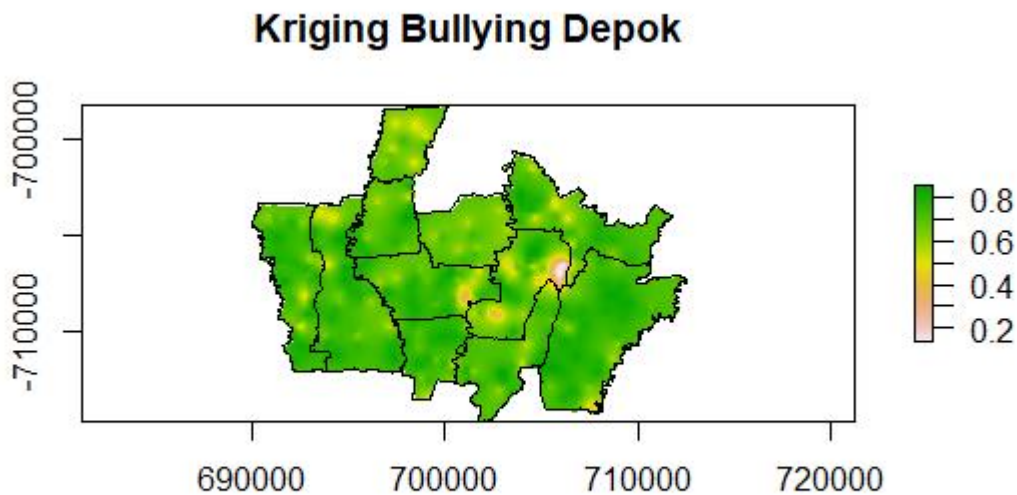
Atau :

$$\tilde{\pi}(\theta_j|y) = \sum_l \tilde{\pi}(\theta_l|y) \Delta_l$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Spasial Prediktif Kriging

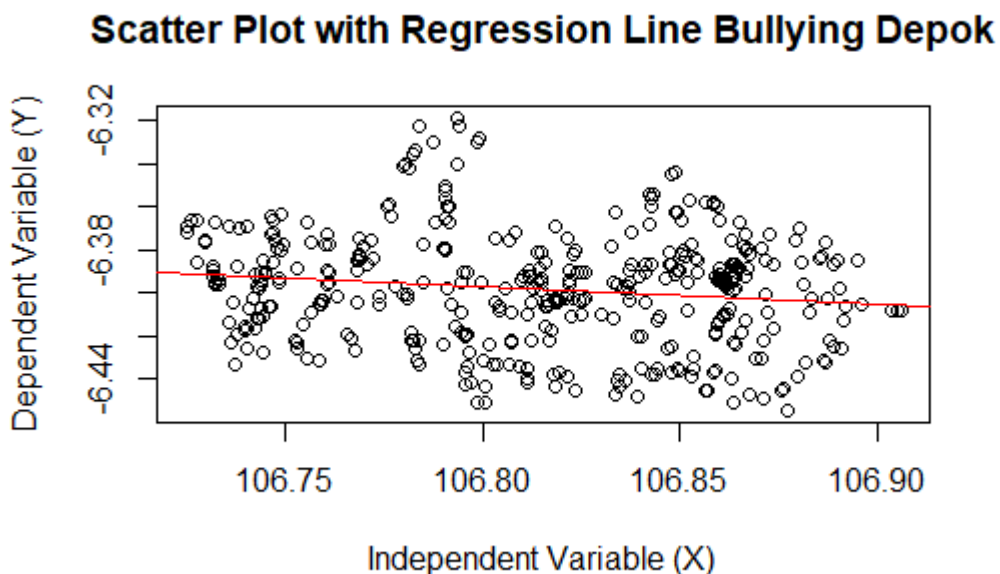
Pada gambar 2. Menunjukkan hasil pemodelan spasial pediktif menggunakan kriging yang mana mempresentasikan bahaya *bullying* di Kota Depok. Rentang nilai yang dihasilkan adalah 0,2 – 0,8. Pemodelan kriging telah digabungkan dari data spasial titik seperti tempat ibadah, pendidikan, bangunan, layanan pemerintah, fasilitas kesehatan, dan pusat hiburan. Dengan penggabungan spasial (*merge*) lalu diberikan bobot skor AHP menunjukkan hampir setiap kecamatan di Kota Depok berada nilai kriging 0,6 – 0,8. Kemudian sebagian besar juga kecamatan yang ada di Kota Depok mempunyai kriging sebesar 0,4 – 0,6. Kemudian hanya sebagian kecil mempunyai nilai kriging 0,2.



Gambar 2. Pemodelan Spasial Prediktif Kriging Bahaya Bullying Kota Depok (Analisis, 2024)

Pemodelan Spasial Prediktif Menggunakan Regresi Linier OLS

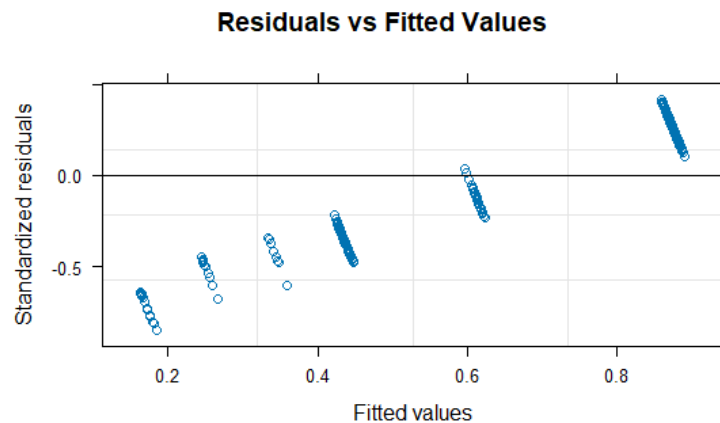
Pada bagian regresi linier OLS (gambar 4.) menghasilkan sebaran titik potensial bahaya *bullying* yang terjadi di Kota Depok. Terdapat dua variabel pembanding, yaitu independen dan dependen. Sebanyak 404 sampel titik dari penggabungan data spasial vektor menunjukkan titik berkumpul pada di garis merah atau rata-rata regresi tersebut sebesar 0,02. Ini berarti garis regresi tidak mengalami perataan sehingga sumbu regresi mengalami kemiringan. Ketergantungan dua variabel mengalami tingkat signifikansi yang begitu lemah.



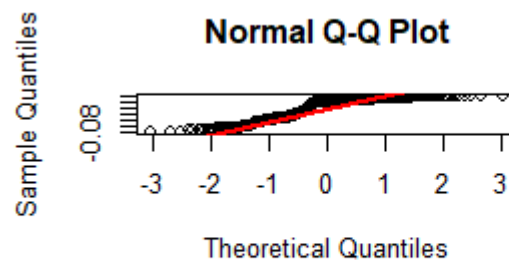
Gambar 4. Regresi Linier OLS Bahaya Bullying Kota Depok (Analisis, 2024)

Pemodelan Spasial Prediktif Menggunakan REML

Pada bagian ini terbagi atas model REML residu kontra filter (gambar 5.) dan QQ Plot. Pada gambar 5 Menunjukkan nilai bobot 0,8 berada diambang atas nilai residu yang berarti mempunyai pengaruh kuat dari kedua model prediksi tersebut. Selain itu, nilai filter 0,2 – 0,6 berada di bawah ambang mencapai -0,5 yang berarti kedua hubungan tidak begitu kuat dan signifikan. Selanjutnya pada gambar 6. menunjukkan ketidak sejajaran pada nilai variabel dari sebaran titik lokasi potensi bahaya *bullying* di Kota Depok.



Gambar 5. REML Residu dan Filter (Analisis, 2024)



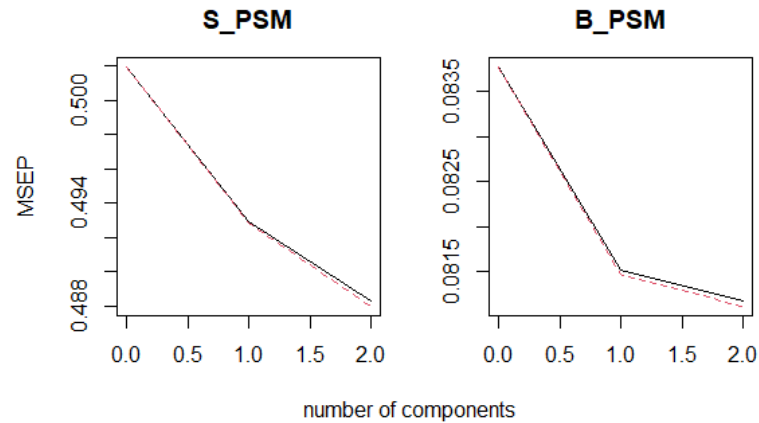
Gambar 6. QQ Plot (Analisis, 2024)

Pemodelan Spasial Prediktif Menggunakan Regresi PLS

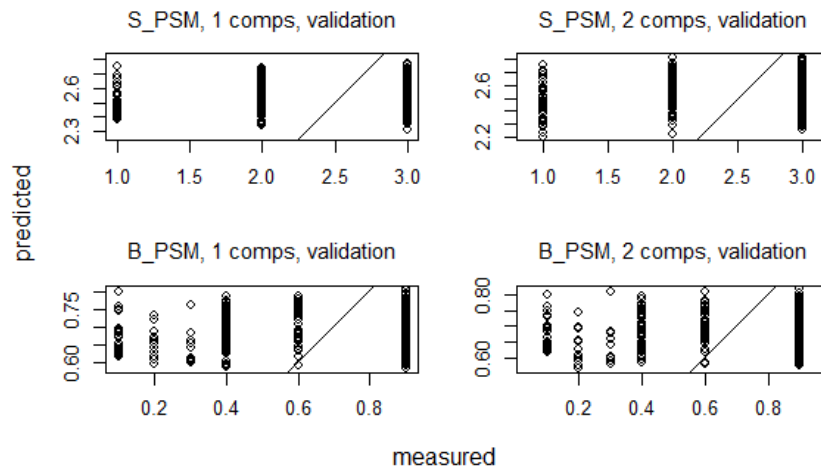
Pada hasil gambar 7 dan 8 merupakan regresi PLS. Pada regresi ini dibagi atas perbandingan komponen dan validasi silang. Penulis membandingkan dan memvalidasi pada skor bahaya *bullying* ('S_PSM') dan hasil bobot ('B_PSM'). Pada gambar 7 menunjukkan adanya perbedaan mendasar pada penurunan grafik kedua perbandingan regresi PLS. Pada regresi PLS 'S_PSM' mempunyai nilai 0,5 – 1 komponen yang cukup tinggi yaitu 0,494 – 0,5. Kemudian pada grafik 'B_PSM' mengalami grafik yang sama, yaitu terjadi penurunan nilai komponen 0,5 – 1 mencapai 0,0815 – 0,0825.

Pada gambar 8 menunjukkan hasil validasi sangat menjauhi silang garis merah yang mempunyai indikasi prediksi *bullying* cenderung melemah. Indikasi nilai skor pada model spasial prediktif pada diagram grafik 'S_PSM' atau skor prediksi spasial bahaya *bullying* yang mana terjadi di Kota Depok sebesar 2,6 terhadap nilai skor 2,5. Akan tetapi, pada grafik 'B_PSM' atau hasil bobot skor bahaya *bullying* mengalami pertambahan prediksi pada nilai bobot 0,6 dan 0,8 adalah tetap 0,8.

Dengan kata lain, prediksi bobot spasial bahaya *bullying* melebihi garis prediksi validasi silang yang ditandai warna merah.



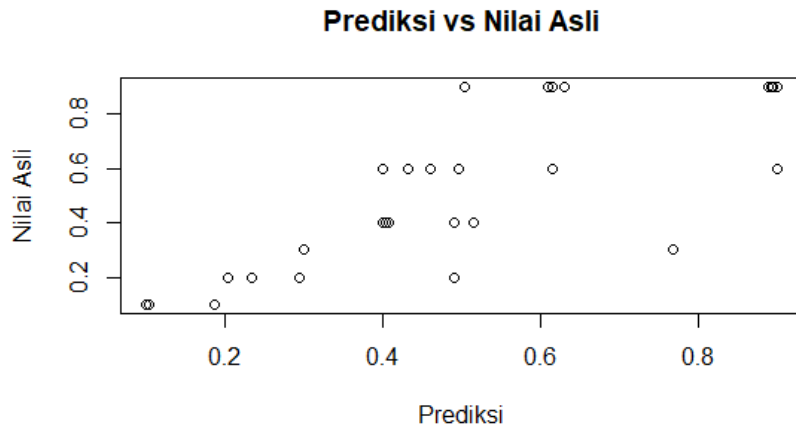
Gambar 7. Hasil Perbandingan Komponen (Analisis, 2024)



Gambar 8. Validasi PLS (Analisis, 2024)

Model Spasial Prediktif Menggunakan *Random Forest*

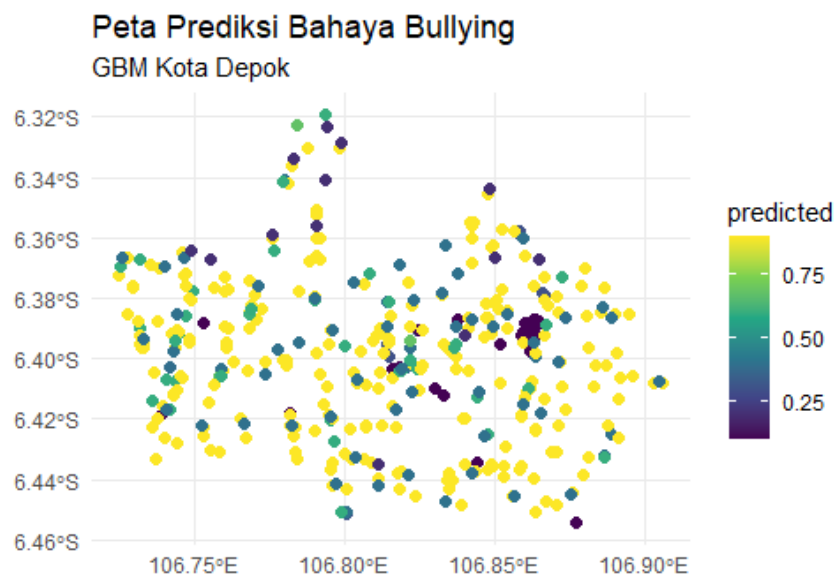
Berdasarkan gambar 9 menunjukkan setiap nilai bobot mempunyai prediksi yang berbeda. Pada bobot 0,4 menjadi nilai spasial titik yang mengelompok walaupun cenderung acak. pada niali bobot 0,8 mempunyai nilai prediksi acak yang cukup sedikit. Kemudian nilai bobot 0,2 juga mengalami pengelompokkan acak yang bertambah secara signifikan. Kemudian nilai bobot 0,4 jauh lebih sedikit prediksinya daripada 0,8. Dengan begitu, pemodelan prediksi spasial RF terhadap bahaya *bullying* mengalami tingkat potensi bahaya yang diperdiksi sedang.



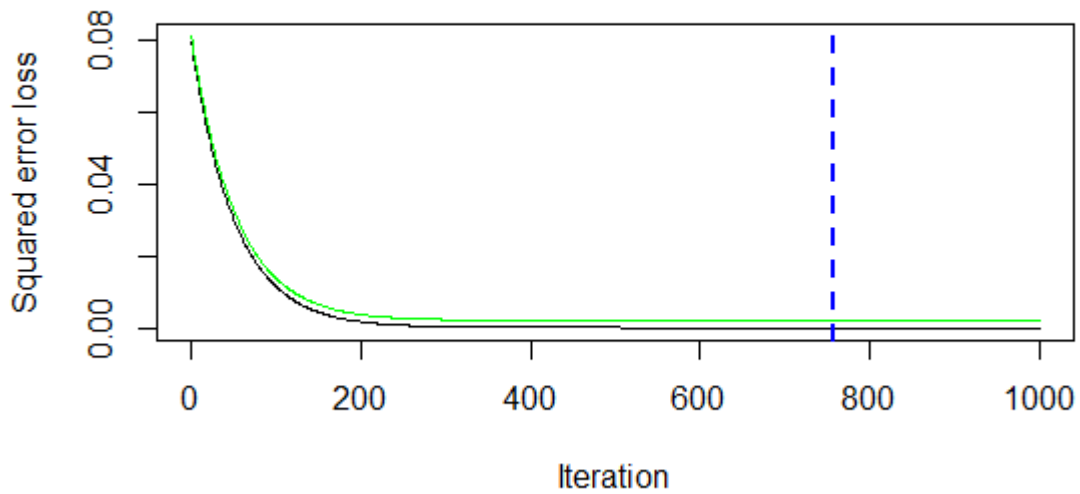
Gambar 9. Prediksi vs Nilai Asli Menggunakan RF Bahaya *Bullying* Kota Depok (Analisis, 2024)

Model Spasial Prediktif Menggunakan GB

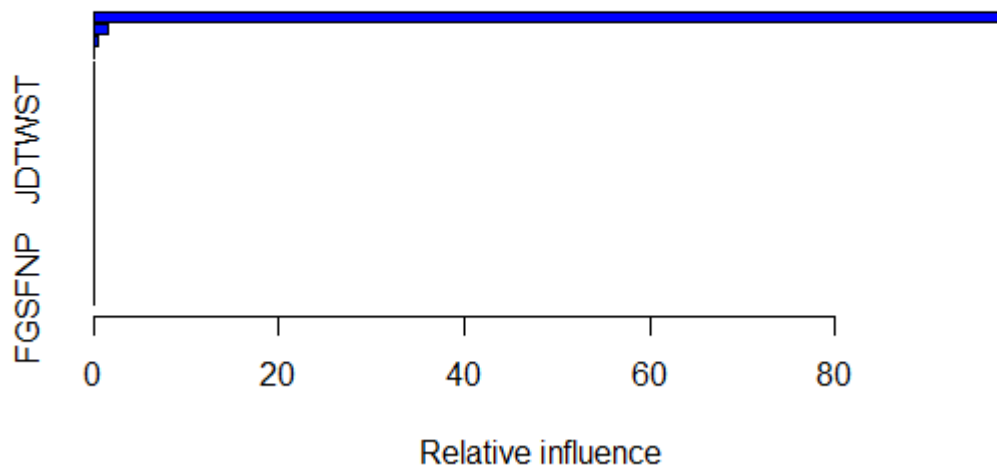
Pada bagian GB terdapat hasil peta distribusi prediksi spasial GB terhadap bahaya *bullying* Bersama dengan tingkat iterasi dan perbandingan GB. Pada gambar 10 menunjukkan nilai prediksi GB terhadap *bullying* di Kota Depok mencapai 0,75. Pada nilai 0,75 artinya nilai tersebut menunjukkan lokasi yang ditandai warna kuning tingkat bahaya tinggi. Pada nilai prediksi GB 0,5 menunjukkan Tingkat bahaya *bullying* sedang. Kemudian nilai prediksi spasial GB 0,25 mempunyai tingkat bahaya *bullying* rendah. Secara model visual, tanda model prediksi spasial GB yang berwarna kuning merata di seluruh Kota Depok, artinya lokasi tersebut memprediksi bahaya *bullying* yang begitu tinggi. Pada prediksi berwarna biru muda hanya sebagian kecil dan tidak merata. Kemudian pada prediksi spasial GB yang ditandai warna biru tua mengalami pemusatan yang berdekatan lokasi bahaya *bullying* yang tinggi. Selain itu, gambar 11. menunjukkan iterasi mencapai 800 – 1000 melewati garis vertikal biru dengan tingkat *error loss* mencapai nol. Kemudian gambar 12 menunjukkan pengaruh relatif GB mencapai nilai 80 yang mengindikasikan tingkat bahaya *bullying* tinggi.



Gambar 10. Peta Prediksi Bahaya *Bullying* Menggunakan GB Kota Depok (Analisis, 2024)



Gambar 11. Iterasi Model Spasial Prediktif GB Bahaya *Bullying* Kota Depok (Analisis, 2024)

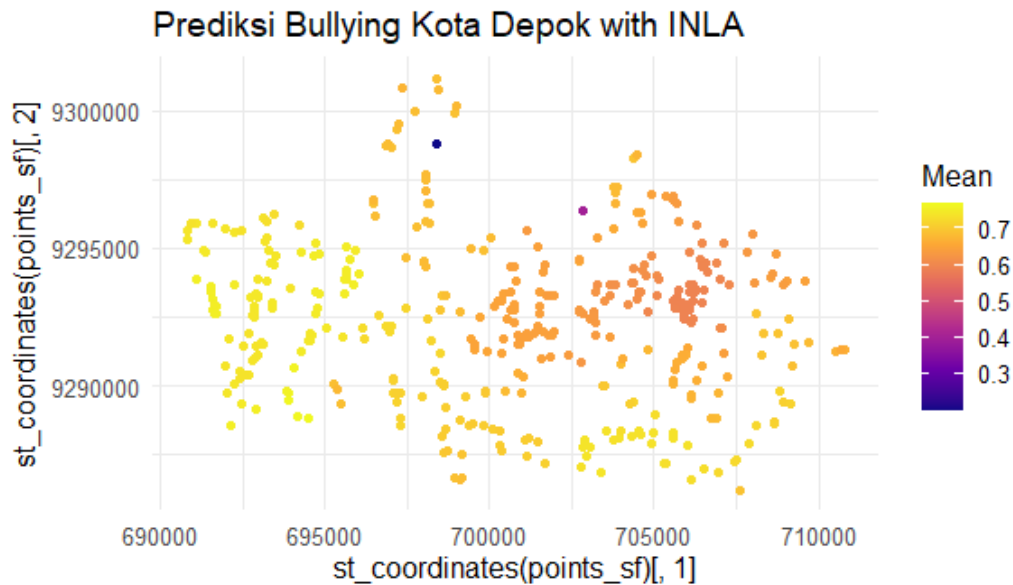


Gambar 12. Pengaruh Relatif GB (Analisis, 2024)

Model Spasial Prediktif Menggunakan INLA

Hasil gambar 13 menunjukkan model prediksi spasial menggunakan INLA mempunyai nilai rata-rata prediksi dikisar antara 0,3 – 0,7. Kecamatan Bojongsari, Sawangan, Cilodong, dan Tapos mempunyai nilai prediksi spasial INLA mencapai 0,7. Kemudian dari utara ke selatan di Kecamatan Beji, Pancoran Mas, Cinere, Limo, dan Cipayung memperoleh nilai prediksi spasial INLA sebesar 0,6. Kemudian sebagian Kecamatan Cimanggis dan Sukmajaya memperoleh nilai prediksi spasial INLA sebesar 0,5. Hanya jarang ditemukan nilai prediksi spasial INLA sebesar 0,3 di Kecamatan

Cinere dan Cimanggis. Dengan demikian, warna yang didominasi warna kuning dan jingga menjadi nilai prediksi spasial INLA dengan bahaya *bullying* dikategorikan tinggi dan sangat tinggi.



Gambar 13. Prediksi Spasial Menggunakan INLA Tingkat Bahaya *Bullying* Kota Depok (Analisis, 2024)

Pembahasan

Hasil pemodelan spasial prediktif menggunakan kriging menunjukkan nilai bobot skor 0,8 hampir merata di Kota Depok yang menunjukkan bahaya *bullying* begitu tinggi. Faktor tingginya lokasi *bullying* yang dikatakan oleh Akhter et al. (2023) disebabkan oleh pengaruh buruk terhadap lingkungan sebagaimana mengolah data titik spasial pada lokasi bahaya *bullying* seperti lingkungan pendidikan, tempat ibadah, dan tempat tongkrong. Pada khususnya pendidikan dan tempat ibadah sudah sejatinya menjadi tempat edukasi bahaya *bullying* terutama usia remaja yang masih sekolah. Hal ini supaya tidak meningkatkan korban jiwa dari segi fisik dan mental. Peran guru, rohaniawan, termasuk orang tua seharusnya bisa mengontrol anak/murid untuk bisa saling menerima perbedaan dan keragaman.

Hasil pemodelan spasial prediktif menggunakan regresi linier OLS terhadap bahaya *bullying* menunjukkan seluruh lokasi yang telah digabung mengalami signifikasi yang lemah. Menurut Brehmer (2023) menduga bisa saja mengalami perbaikan moral dari sisi norma, sikap, dan kemampuan kognitif. Ketiga itu bisa membangun kesadaran kepada pelajar baik SMP maupun SMA di Kota Depok. Walaupun terbalik dengan pembahasan prediksi kriging, boleh jadi tidak semua wilayah kecamatan yang ada di Kota Depok mengalami darurat perundungan pada usia remaja sekolah. Dengan demikian, perlu ada pemerataan pendidikan moral dan keyakinan beragama dalam mencapai keberagaman sebagai mitigasi dari nilai prediksi spasial bahaya *bullying*.

Hasil menggunakan model spasial prediktif melalui REML dengan membandingkan nilai bobot skor sebagai filter dengan residu hanya nilai 0,8 di atas nol yang menandakan nilai bahaya *bullying* tetap tinggi. Penyebab nilai prediksi spasial REML menjadi tinggi bersandar pada Convertini et al. (2024) perilaku remaja lepas kendali dari pengawasan orang tua sehingga bertindak kekerasan kepada sebaya usia sekolah. Selain itu, dugaan kuat terjadi tidak terlepas dari menggunakan media sosial dengan unsur kekerasan fisik dan verbal sehingga dapat menyerang melalui dunia maya maupun di lingkungan satuan pendidikan.

Setelah membahas pengolahan spasial prediktif bahaya *bullying* dari berbagai metode pengukuran kriging, OLS, dan REML, penulis juga mengulas hasil model spasial prediktif menggunakan PLS. Hasil tersebut mirip dengan OLS namun tidak sama dengan kriging dan REML. Pada pengukuran PLS terjadi ketimpangan nomor komponen pada perbandingan nilai skor dengan

bobot skor serta nilai validasi silang. Pada prediksi nomor komponen melibatkan komponen nilai skor dan nilai bobot mengalami penurunan signifikan yang diluar dugaan, yaitu tingkat bahaya *bullying* yang rendah dan sedang. Akan tetapi, pada pemodelan validasi silang menyoroti perbedaan yang mana nilai skor menjauhi garis silang merah lalu pada nilai bobot tepat atau melewati garis merah silang. Menurut Tay & Zamore (2024) menuturkan dugaan bahaya *bullying* melalui pemodelan PLS adanya selisih antar teman maupun guru yang terjadi di lingkungan satuan pendidikan. Penanaman profesionalitas sejak dini perlu dilaksanakan untuk menumbuhkan jiwa saling menghargai dan kerja kelompok.

Setelah membahas pemodelan PLS, penulis membahas hasil model prediksi spasial bahaya *bullying* menggunakan RF. Hasil dari pemodelan RF mengalami berbanding jauh dari pengukuran pemodelan kriging, OLS, REML, dan PLS. Pada hasil RF meraih nilai bobot 0,4 dengan prediksi 0,4 – 0,6 artinya sebaran bahaya *bullying* tingkat sedang mengelompok dan merapat. Hal ini bersandar pada Giri & Banerjee (2023) pemodelan spasial prediktif RF terhadap bahaya *bullying* mempengaruhi derajat titik pada hasil akhir bobot skor. Pada performa bobot mencerminkan lokasi kegiatan seperti area rekreasi, pemerintahan dan keamanan, tempat pendidikan, tempat ibadah, dan fasilitas mampu bekerja secara mengacak tersebar maupun menjauh. Kemudian terdapat lokasi menjadi tempat yang pantas sehingga skor prediksi 0,4 – 0,6 masih terkendali. Perlu diingat harus ada perhatian khusus di setiap tempat harus ada orang dewasa atau yang lebih senior yang mampu membina pelajar usia remaja. Ini dikemukakan oleh Borualogo et al. (2024) sebagai kawasan urbanisasi, Kota Depok sejatinya tempat memberikan pengajaran kepada pelajar usia remaja (SMP dan SMA). Walikota hingga orang tua yang bersangkutan sudah seharusnya menjadi teladan bagi pelajar.

Setelah membahas sebelumnya, penulis akan memaparkan pembahasan hasil model spasial prediktif menggunakan GB. Pada pengolahan GB terdapat peta distribusi dan dua grafik. Pada hasil peta prediksi GB menunjukkan seluruh tempat pada sampel yang ditetapkan oleh penulis mengalami potensi bahaya *bullying* meskipun ada beberapa tempat mempunyai nilai prediksi yang sedang maupun rendah. Demikian juga tingkat iterasi berada normal artinya seluruh lokasi sesuai dengan prediksi GB. Kemudian juga tingkat pengaruh relatif lebih dari 80 sama seperti peta prediksi dan tingkat iterasi GB. Penulis bersandar kepada Yan et al. (2023) yang mengatakan tingkat akurasi tinggi, iterasi normal, dan prediksi tinggi bisa diduga dari permasalahan kesehatan fisik dan mental serta lingkungan sekolah atau tempat kumpul anak remaja sangat buruk. Berbagai lokasi dengan nilai prediksi yang tinggi menunjukkan indikasi banyak korban dari kasus *bullying* melarikan ke rumah sakit. Maka dari itu, peran tempat ibadah menjadi sarana penguatan moral untuk terhidar dari perilaku menyimpang *bullying*.

Selanjutnya adalah hasil pemodelan prediksi spasial menggunakan analisis INLA. Dengan pengukuran INLA menunjukkan mayoritas lokasi aktivitas pelajar di Kota Depok mengindikasikan prediksi spasial terhadap bahaya *bullying* tinggi. Kemungkinan prediksi spasial INLA terhadap bahaya *bullying* diambil dari Jeong & Park (2024) para pelajar usia remaja melakukan kekerasan secara daring maupun luring. Secara tidak langsung, kekerasan *bullying* disebabkan oleh faktor sosial dan emosional dari setiap individu kalangan pelajar di usia remaja. Kemudian peran senior penting untuk memberikan arahan dan pembinaan kepada kelompok usia remaja untuk saling menghargai perbedaan agar menjadi kunci tidak terjadi perundungan. Selain itu, prediksi INLA terhadap bahaya *bullying* tinggi disaring dari Liu et al. (2024) ada kemungkinan fasilitas pendidikan seperti sekolah, kampus, dan tempat kursus kurang mengedepankan stabilitas jiwa oleh para pelajar. Kemudian kawasan perkotaan sebagai daerah tingginya kriminalitas bisa dipicu oleh kebiasaan merokok, tawuran, tindakan asusila, dan vandalisme menjadi perangnya tingginya kasus *bullying*. Di samping itu, tenaga pendidik dan warga sekolah sudah seharusnya memberikan perlindungan dan keterbukaan peserta didik untuk kelompok usia remaja agar bisa melanjutkan aktivitas dan pengembangan jati diri.

Dengan pembahasan yang sudah tertuang sebelumnya, penulis juga masih mengalami keterbatasan dalam pembuatan artikel ini. Hambatan atau limitasi penelitian ini adalah penulis belum mengadakan survei lebih lanjut ke sekolah unit menengah pertama, atas, dan kejuruan. Selain itu,

penelitian ini perlu ada kelanjutan dari sisi faktor demografis sehingga bisa memperkuat pemodelan spasial prediktif bahaya *bullying* di Kota Depok. Kemudian keterbatasan penelitian ini juga belum ada tabel mengingat keefektifan dan kehematan paragraf menjadi pertimbangan sehingga penulis hanya menonjolkan variabel prediksi spasial menggunakan parameter kriging, OLS, PLS, REML, RF, GB, dan INLA. Kemudian keterbatasan yang terakhir adalah adanya sebaran nama lokasi bahaya *bullying*. Penulis sengaja tidak menampilkan peta bahaya *bullying* agar fokus kepada sistem dinamis atau model spasial prediktif. Meskipun begitu, nilai hasil prediksi spasial terhadap bahaya *bullying* sudah cukup memenuhi ekspektasi penulis.

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah hasil kriging mencapai 0,8. Kemudian hasil model spasial prediktif pada regresi OLS mengalami signifikasi melemah. Kemudian hasil model spasial prediktif regresi REML hanya nilai bobot 0,8 di atas ambang dengan QQ plotnya yang sedikit melenceng. Kemudian hasil model spasial prediktif PLS dengan membanding skor dan bobot bahaya *bullying* menunjukkan penurunan grafik yang mendasar, lalu pada validasi silang terjadi perbedaan antara skor dan bobot seperti perubahan garis validasi silang. Kemudian hasil model spasial prediktif RF hanya nilai bobot 0,4 dengan titik spasial vektor merapat. Kemudian hasil model spasial prediktif GB mengindikasikan prediksi lokasi dengan bahaya *bullying* tinggi dari peta tersebar sebesar 0,75 dengan iterasi normal dan pengaruh relatif mencapai 80. Kemudian hasil prediksi spasial INLA tersebar lokaisnya di Kota Depok mendominasi 0,7. Dari kesimpulan yang telah dijelaskan perlu adanya penguatan kesehatan fisik dan mental serta fasilitas yang mampu membentuk moral pelajar usia remaja agar tidak berperilaku menyimpang *bullying* di Kota Depok.

PENGHARGAAN

Penghargaan dalam penelitian ini sebagai bentuk hasil penugasan model spasial prediktif pada mata kuliah pemodelan spasial lanjut jenjang magister.

REFERENSI

- Akhter, A., Acharjee, U. K., Talukder, Md. A., Islam, Md. M., & Uddin, M. A. (2023). A robust hybrid machine learning model for Bengali cyber bullying detection in social media. *Natural Language Processing Journal*, 4, 100027. <https://doi.org/10.1016/j.nlp.2023.100027>
- Al-Garadi, M. A., Hussain, M. R., Khan, N., Murtaza, G., Nweke, H. F., Ali, I., Mujtaba, G., Chiroma, H., Khattak, H. A., & Gani, A. (2019). Predicting Cyberbullying on Social Media in the Big Data Era Using Machine Learning Algorithms: Review of Literature and Open Challenges. *IEEE Access*, 7, 70701–70718. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2918354>
- Battista, K., Diao, L., Patte, K. A., Dubin, J. A., & Leatherdale, S. T. (2023). Examining the use of decision trees in population health surveillance research: an application to youth mental health survey data in the COMPASS study. *Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada*, 43(2), 73–86. <https://doi.org/10.24095/hpcdp.43.2.03>
- Borualogo, I. S., Varela, J. J., & de Tezanos-Pinto, P. (2024). Sibling and School Bullying Victimization and Its Relation With Children's Subjective Well-Being in Indonesia: The Protective Role of Family and School Climate. *Journal of Interpersonal Violence*. <https://doi.org/10.1177/08862605241259412>
- Brehmer, M. (2023). Perceived Moral Norms in an Extended Theory of Planned Behavior in Predicting University Students' Bystander Intentions toward Relational Bullying. *European*

- Journal of Investigation in Health, Psychology and Education, 13(7), 1202–1218. <https://doi.org/10.3390/ejihpe13070089>
- Convertini, V. N., Gattulli, V., Impedovo, D., & Terrone, G. (2024). Classification bullying/cyberbullying through smartphone sensor and a questionnaire application. *Multimedia Tools and Applications*, 83(17), 51291–51320. <https://doi.org/10.1007/s11042-023-17609-7>
- Eboy, O. V., Jafar, A., Karim, H. A., Tangit, T. M., Jamru, L. R., Daud, R., Prayitno, E., & Kemarau, R. A. (2024). Identifying Internet Content Risk for Children in Sabah using GIS. *International Journal of Geoinformatics*, 20(8), 17–28. <https://doi.org/10.52939/ijg.v20i8.3445>
- Giri, S., & Banerjee, S. (2023). Performance analysis of annotation detection techniques for cyber-bullying messages using word-embedded deep neural networks. *Social Network Analysis and Mining*, 13(1). <https://doi.org/10.1007/s13278-022-01023-2>
- Han, X., Wang, J., Zhang, M., & Wang, X. (2020). Using social media to mine and analyze public opinion related to COVID-19 in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph17082788>
- Hardiyanty, S. M., & Susanti, D. S. (2019). analisis kriging untuk mendeteksi pola spasial kasus dbd di kabupaten tanah laut. *Jurnal Matematika Murni Dan Terapan “Epsilon,”* 13(2), 1–8. <http://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/epsilon>
- Jeong, N. J., & Park, E. (2024). Determinants of South Korean adolescents’ offline and online violence: a structural equation modeling approach. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1660. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-04195-8>
- Li, Z. (2022). Extracting spatial effects from machine learning model using local interpretation method: An example of SHAP and XGBoost. *Computers, Environment and Urban Systems*, 96. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101845>
- Liu, F., Yang, Y., Lin, P., Xiao, Y., Sun, Y., Fei, G., Gu, J., Meng, Y., Jiang, X., Wang, X., Sheng, J., Li, M., Stallones, L., Xiang, H., & Zhang, X. (2024). Associated factors and patterns of school bullying among school-aged adolescents in China: A latent class analysis. *Children and Youth Services Review*, 156. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2023.107348>
- Ludwig, G., Zhu, J., Reyes, P., Chen, C. S., & Conley, S. P. (2020). On spline-based approaches to spatial linear regression for geostatistical data. *Environmental and Ecological Statistics*, 27(2), 175–202. <https://doi.org/10.1007/s10651-020-00441-9>
- Moraga, P., Dean, C., Inoue, J., Morawiecki, P., Noureen, S. R., & Wang, F. (2021). Bayesian spatial modelling of geostatistical data using INLA and SPDE methods: A case study predicting malaria risk in Mozambique. *Spatial and Spatio-Temporal Epidemiology*, 39. <https://doi.org/10.1016/j.sste.2021.100440>
- Nur, A. A., Sandri, D., Haidar Ahmada, N., & Aulia Purbandini, R. (2024). Optimasi Penentuan Lokasi Industri Dengan Gis-Mca: Integrasi Teknologi Untuk Analisis Spasial Mendalam. *Rabit: Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 9(2), 367–380. <https://doi.org/10.36341/rabit.v9i2.5012>
- Qin, F., Guo, C., Liu, D., Xu, S., & Wang, S. (2022). A comparison of ordinary kriging, regression kriging and REML-EBLUP for mapping soil organic matter on a regional scale. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(12). <https://doi.org/10.1007/s12517-022-10008-6>
- Sannigrahi, S., Pilla, F., Basu, B., Basu, A. S., & Molter, A. (2020). Examining the association between socio-demographic composition and COVID-19 fatalities in the European region using spatial regression approach. *Sustainable Cities and Society*, 62. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102418>

- Song, T. M., & Song, J. (2021). Prediction of risk factors of cyberbullying-related words in Korea: Application of data mining using social big data. *Telematics and Informatics*, 58. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101524>
- Tay, E. M. K., & Zamore, S. (2024). Exploring the relationship between the learning environment and bullying: PLS-SEM evidence from Norwegian higher education. *Learning Environments Research*. <https://doi.org/10.1007/s10984-024-09497-x>
- Tramontano, C., Nocentini, A., Palmerio, L., Losito, B., & Menesini, E. (2020). Mapping community, social, and economic risks to investigate the association with school violence and bullying in Italy. *Child Abuse and Neglect*, 109. <https://doi.org/10.1016/j.chiabu.2020.104746>
- Useche, S. A., Valle-Escolano, R., Valle, E., & Colomer-Pérez, N. (2023). Gender differences in teenager bullying dynamics and predictors of peer-to-peer intimidation. *Heliyon*, 9(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20243>
- Yan, W., Yuan, Y., Yang, M., Zhang, P., & Peng, K. (2023). Detecting the risk of bullying victimization among adolescents: A large-scale machine learning approach. *Computers in Human Behavior*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107817>