

ANALISIS KLASIFIKASI KESEHATAN MENTAL REMAJA SMP DI MALANG MENGGUNAKAN ALGORITMA *RANDOM FOREST*

Oleh:

Fadli Lugas Dewanto¹

Ngatmari²

Oktriza Melfazen³

Universitas Islam Malang

Alamat: JL. Mayjen Haryono No.193, Dinoyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur (65144).

Korespondensi Penulis: 22101053010@unisma.ac.id, marymalangcity@gmail.com,
oktiza.mefazen@unisma.ac.id.

Abstract. *Adolescent mental health is a critical aspect that influences emotional, social, and academic development. The Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ) is a widely used screening instrument; however, its manual analysis is time-consuming and susceptible to subjectivity. This study aims to develop a mental-health classification model based on the Random Forest algorithm using SDQ data from junior high school students in Malang City, and to evaluate the model's interpretability through SHAP analysis and dummy-data testing. The dataset consists of 1.946 respondents from six schools, with manual labels of Normal, Borderline, and Abnormal across five SDQ subscales and the Total Difficulties Score. The model was trained using 10-fold cross-validation and tested using a holdout set. Results show that the model achieves high performance, with cross-validation F1-Scores ranging from 96% to 100%, and holdout performance ranging from 83% to 96% depending on the subscale. SHAP analysis reveals contribution patterns consistent with psychological findings, such as the strong influence of items E2 (often worries), H3 (acts without thinking), and P3 (unpopular among peers). Dummy-data testing demonstrates the model's consistent decision-making in both extreme and realistic scenarios, reinforcing its robustness. Compared to previous*

ANALISIS KLASIFIKASI KESEHATAN MENTAL REMAJA SMP DI MALANG MENGGUNAKAN ALGORITMA *RANDOM FOREST*

studies employing GAD-7, rule-based SDQ systems, or clinical Random Forest models, the proposed model shows competitive performance while offering richer interpretability. The study also identifies potential risks if the model is used directly without expert supervision; therefore, it is concluded as an analytical prototype rather than a diagnostic tool. Overall, this research successfully achieves its objectives of developing, evaluating, and explaining an accurate and interpretable SDQ-based mental-health classification model that is relevant for supporting early screening in educational settings.

Keywords: *SDQ, Random Forest, Mental Health, SHAP, Machine Learning.*

Abstrak. Kesehatan mental remaja merupakan aspek krusial yang mempengaruhi perkembangan emosional, sosial, dan akademik. Instrumen *Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ)* merupakan alat skrining yang banyak digunakan, namun analisis manualnya membutuhkan waktu dan rentan subjektivitas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model klasifikasi kesehatan mental berbasis algoritma *Random Forest* menggunakan data *SDQ* siswa SMP di Kota Malang, serta mengevaluasi interpretabilitas model melalui SHAP dan uji data dummy. Dataset terdiri dari 1.946 responden dari enam sekolah, dengan kategori manual Normal, Ambang, dan Abnormal pada lima subskala *SDQ* dan skor Total Kesulitan. Model dilatih menggunakan *10-fold cross-validation* dan diuji menggunakan *holdout set*. Hasil menunjukkan bahwa performa model berada pada rentang tinggi, dengan *F1-Score cross-validation* mencapai 96–100%, dan performa uji *holdout* berada pada 83–96% bergantung pada subskala. Analisis *SHAP* mengungkap pola kontribusi butir *SDQ* yang konsisten dengan temuan psikologis, seperti tingginya pengaruh item E2 (sering khawatir), H3 (bertindak tanpa berpikir), dan P3 (tidak disukai teman sebaya). Uji data *dummy* menunjukkan konsistensi keputusan model dalam memprediksi skenario ekstrem maupun realistis, sehingga memperkuat aspek *robust-ness model*. Dibandingkan penelitian terdahulu berbasis *GAD-7*, *Rule-Based SDQ*, maupun *Random Forest* klinis, model ini menunjukkan kinerja yang kompetitif sekaligus menawarkan interpretasi yang lebih kaya. Penelitian juga mengidentifikasi potensi risiko jika model digunakan secara langsung tanpa pendampingan ahli, sehingga model disimpulkan sebagai *prototype* analitik, bukan alat diagnosis. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil mencapai tujuan untuk mengembangkan, mengevaluasi, dan

menjelaskan model klasifikasi kesehatan mental berbasis *SDQ* yang akurat dan *interpretable*, serta relevan untuk mendukung skrining dini di lingkungan pendidikan.

Kata Kunci: *SDQ*, *Random Forest*, Kesehatan Mental Remaja, *SHAP*, *Machine Learning*.

LATAR BELAKANG

Kesehatan mental remaja merupakan aspek fundamental yang memengaruhi perkembangan emosional, sosial, perilaku, dan capaian akademik. Pada fase Sekolah Menengah Pertama (SMP), siswa mengalami transisi psikologis yang kompleks, mulai dari perubahan hormonal, tekanan akademik yang meningkat, hingga tuntutan sosial yang lebih beragam. Faktor-faktor tersebut dapat memicu munculnya gejala seperti kecemasan, depresi, gangguan perilaku, hingga kesulitan berinteraksi dengan teman sebaya. Jika kondisi ini tidak teridentifikasi secara dini, risiko penurunan prestasi, konflik sosial, dan permasalahan psikologis jangka panjang dapat meningkat secara signifikan.

Di lingkungan sekolah, identifikasi kesehatan mental umumnya dilakukan melalui observasi guru atau konseling individual. Namun, proses ini bersifat manual, membutuhkan waktu, dan terbatas oleh jumlah tenaga konselor. Selain itu, penilaian manual dapat dipengaruhi subjektivitas, sementara data siswa sering kali besar dalam jumlah sehingga menyulitkan proses skrining yang cepat dan objektif. Keterbatasan tersebut menunjukkan perlunya pendekatan baru yang mampu melakukan deteksi dini secara efisien dan berbasis data.

Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ) merupakan instrumen skrining psikologis yang banyak digunakan untuk mengukur gejala emosional, perilaku, hiperaktivitas, masalah hubungan teman sebaya, serta perilaku prososial. Meskipun *SDQ* memiliki validitas yang baik, proses pengolahannya tetap membutuhkan interpretasi manual terhadap 25 butir dan lima subskala. Oleh karena itu, integrasi *SDQ* dengan *machine learning* berpotensi menawarkan proses klasifikasi yang lebih cepat, objektif, dan dapat dilakukan secara massal.

Perkembangan *machine learning* memungkinkan analisis gejala psikologis dilakukan dengan pendekatan otomatis melalui algoritma klasifikasi. *Random Forest*, sebagai metode *ensemble learning* berbasis banyak *decision tree*, dikenal kuat dalam memetakan pola *non-linear*, tahan terhadap *noise*, dan bekerja baik pada data

ANALISIS KLASIFIKASI KESEHATAN MENTAL REMAJA SMP DI MALANG MENGGUNAKAN ALGORITMA *RANDOM FOREST*

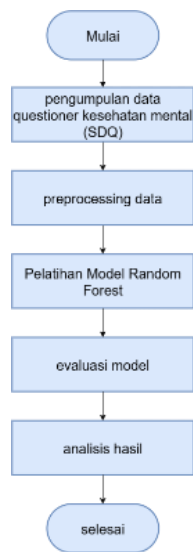
multidimensi seperti *SDQ*. Namun, penggunaan *machine learning* pada domain psikologi menuntut interpretabilitas yang tinggi untuk memastikan bahwa model tidak hanya akurat, tetapi juga “dapat dijelaskan” dan selaras dengan teori psikologis. Oleh karena itu, penelitian ini mengintegrasikan *SHAP* (*Shapley Additive Explanations*) untuk mengungkap kontribusi setiap butir *SDQ* pada keputusan model.

Selain itu, penelitian ini menambahkan pengujian data *dummy* untuk menilai *robust-ness* model terhadap skenario ekstrem maupun realistis. Langkah ini memberikan validasi tambahan bahwa model tidak sekadar menghafal pola data pelatihan, tetapi mampu memberikan prediksi yang konsisten pada variasi input baru. Penelitian juga membandingkan performa model dengan studi sebelumnya, termasuk penelitian berbasis *GAD-7*, metode *rule-based*, dan *Random Forest* klinis, sehingga kontribusi penelitian dapat dipetakan dalam konteks literatur terbaru.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengevaluasi model klasifikasi kesehatan mental siswa SMP menggunakan *SDQ* dan *Random Forest*, sekaligus menjelaskan proses pengambilan keputusannya melalui *SHAP* dan uji data *dummy*. Mengingat potensi risiko jika digunakan secara langsung tanpa pendampingan ahli, model ini diposisikan sebagai *prototype* analitik, bukan sebagai alat diagnosis. Penelitian ini diharapkan memberikan landasan ilmiah untuk pengembangan sistem skrining kesehatan mental yang lebih efektif di lingkungan pendidikan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis *supervised machine learning* untuk melakukan klasifikasi kondisi kesehatan mental siswa SMP berdasarkan respons terhadap instrumen *Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ)*. Instrumen *SDQ* terdiri dari 25 butir pernyataan yang terbagi dalam lima subskala, yaitu Emosional, Perilaku, Hiperaktivitas/Inatensi, Masalah Teman Sebaya, dan Prososial. Setiap butir diberi skor 0–2 sesuai pedoman, kemudian dijumlahkan menjadi skor subskala serta skor Total Kesulitan yang selanjutnya dikategorikan ke dalam tiga kelas: Normal, Ambang, dan Abnormal. Data *SDQ* diperoleh dari enam sekolah dengan total responden 1.946 siswa, sehingga menyediakan variasi pola respons yang cukup representatif untuk pelatihan model. Ini merupakan tahap awal seperti yang terpampang pada gambar 1 alur penelitian.



Gambar 1. Alur penelitian

Proses pra-pemrosesan data dilakukan secara sistematis untuk memastikan kualitas data sebelum digunakan dalam pelatihan model. Tahap ini mencakup pemeriksaan dan penanganan nilai hilang, pembersihan data yang tidak valid, serta konversi kategori menjadi nilai numerik melalui label *encoding*. Setelah dataset bersih, data dibagi ke dalam dua skema evaluasi, yaitu *10-Fold Cross-Validation* untuk menilai stabilitas performa model dan skema *holdout* (80:20) untuk menguji kemampuan generalisasi pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Pemilihan dua skema ini bertujuan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kinerja model dalam berbagai kondisi evaluasi. Seperti yang tertera pada tabel 1 *Matrix Evaluation* Beserta Rumusnya.

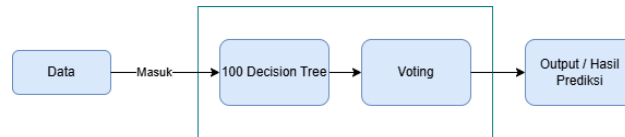
Tabel 1. Evaluasi *Matrix* Beserta Rumusnya

Metrik	Rumus Singkat
Akurasi	$\frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$
Presisi	$\frac{TP}{TP + FP}$
Recall	$\frac{TP}{TP + FN}$
F1-Score	$2 \times \frac{precision \times Recall}{precision + Recall}$

Model dilatih menggunakan algoritma *Random Forest* karena kemampuannya menangani struktur data *non-linear*, interaksi antar fitur, serta distribusi kelas yang tidak seimbang. *Random Forest* membangun sejumlah pohon keputusan secara acak, kemudian menggabungkan hasil prediksi melalui *majority voting* seperti yang terpampang pada gambar 2 Alur *Random Forest*, sehingga menghasilkan model yang lebih stabil dan tahan

ANALISIS KLASIFIKASI KESEHATAN MENTAL REMAJA SMP DI MALANG MENGGUNAKAN ALGORITMA *RANDOM FOREST*

terhadap *overfitting*. Kinerja model dievaluasi menggunakan metrik akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* yang dihitung dari *confusion matrix* pada masing-masing subskala. Metrik-metrik ini dipilih karena dapat menggambarkan performa model secara lebih menyeluruh terutama dalam konteks tiga kelas yang tidak seimbang.



Gambar 2. Alur *Random Forest*

Selain mengukur performa prediktif, penelitian ini menekankan aspek interpretabilitas model menggunakan *SHAP* (*Shapley Additive ExPlanations*). Analisis *SHAP* diterapkan untuk mengidentifikasi kontribusi setiap butir *SDQ* terhadap keputusan model, baik pada tingkat global (seluruh dataset) maupun tingkat lokal (per individu). Melalui *SHAP*, penelitian ini dapat menelusuri fitur mana yang paling berpengaruh dalam menentukan kategori tertentu dan memastikan bahwa model menghasilkan keputusan yang konsisten dengan teori psikologis *SDQ*. Untuk menguji ketahanan model, dilakukan pula pengujian menggunakan data *dummy* yang dirancang mencerminkan skenario ekstrem (nilai sangat tinggi atau sangat rendah), skenario gangguan spesifik per subskala, serta skenario acak realistis. Pengujian *dummy* memastikan bahwa model tidak bias dalam mengambil keputusan dan responsif terhadap perubahan pola input.

Keseluruhan proses penelitian direpresentasikan melalui sebuah *flowchart* untuk memperjelas rangkaian alur mulai dari pengumpulan data hingga interpretasi model. Tahap-tahap tersebut membentuk sistem analitik yang utuh, mencakup pembersihan data, pelatihan model, evaluasi performa, interpretasi dengan *SHAP*, dan pengujian *robustness*. Dengan pendekatan ini, penelitian tidak hanya menghasilkan model prediksi yang akurat, tetapi juga dapat menjelaskan alasan di balik setiap keputusan model secara transparan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

dievaluasi menggunakan skema *10-Fold Cross Validation* untuk memperoleh gambaran umum stabilitas model ketika menghadapi variasi distribusi data. Evaluasi ini penting karena *cross-validation* mencerminkan kemampuan model dalam mempelajari pola *SDQ* secara konsisten tanpa *overfitting* pada subset tertentu. Hasil evaluasi

menunjukkan bahwa model *Random Forest* mampu mempertahankan performa yang sangat tinggi pada hampir semua subskala, termasuk skor Total Kesulitan.

Tabel 2. Tabel Hasil *Cross-Validation*

Label	<i>Accuracy</i>	<i>F1-Score</i>
Emosional	0,9877	0,9735
Perilaku	0,9918	0,9876
Hiperaktivitas	0,9954	0,9889
Masalah Teman Sebaya	1	1
Propososial	1	1
Total Kesulitan	0,9969	0,9949

Tabel 2 menunjukkan bahwa skor *F1* rata-rata berkisar antara 0,98 hingga 1,00, menandakan bahwa model berhasil mengenali pola jawaban *SDQ* dengan sangat baik pada seluruh lipatan data. Subskala Teman Sebaya dan Prososial bahkan mencapai nilai sempurna, yang mengindikasikan struktur respons yang lebih tegas pada domain tersebut. Secara keseluruhan, performa yang stabil pada *cross-validation* memperkuat asumsi bahwa model efektif dalam mempelajari pola dasar *SDQ*.

Meskipun performa *cross-validation* menunjukkan hasil mendekati sempurna, model harus diuji kembali menggunakan *holdout test* untuk mengevaluasi ketahanannya pada data baru yang belum pernah dilihat selama pelatihan. Pengujian ini penting untuk mengidentifikasi potensi penurunan kinerja, terutama pada kategori Ambang yang secara psikometrik memang sulit dibedakan dari dua kelas ekstrem. Perbandingan hasil *cross-validation* dan *holdout* ditampilkan pada Tabel 3. Perbandingan Hasil *Cross-Validation* dan *Holdout* (80/20).

Tabel 3. Tabel Perbandingan Hasil *Cross-Validation* dan *Holdout* (80/20)

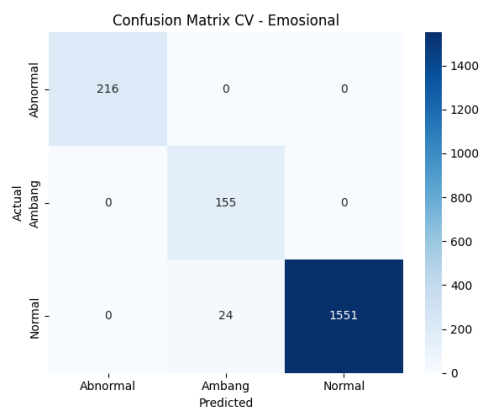
Label	<i>CV F1-Score</i>	<i>Holdout F1-Score</i>	Selisih
Emosional	0,9735	0,7454	- 0,2281
Perilaku	0,9876	0,7289	- 0,2587
Hiperaktivitas	0,9889	0,7193	- 0,2696
Masalah Teman Sebaya	1	0,779	- 0,221
Propososial	1	0,7781	- 0,2219
Total Kesulitan	0,9949	0,7239	- 0,271

Sebagaimana terlihat pada Tabel 3, seluruh subskala mengalami penurunan performa pada kategori Ambang ketika diuji pada *holdout set*. Hal ini sejalan dengan karakteristik *SDQ*, di mana kategori Ambang berada di antara kondisi Normal dan

ANALISIS KLASIFIKASI KESEHATAN MENTAL REMAJA SMP DI MALANG MENGGUNAKAN ALGORITMA *RANDOM FOREST*

Abnormal sehingga pola respons sering tumpang tindih. Meski demikian, performa pada kategori Normal dan Abnormal tetap berada pada rentang tinggi, menunjukkan bahwa model tetap kompeten dalam mendeteksi kondisi ekstrem.

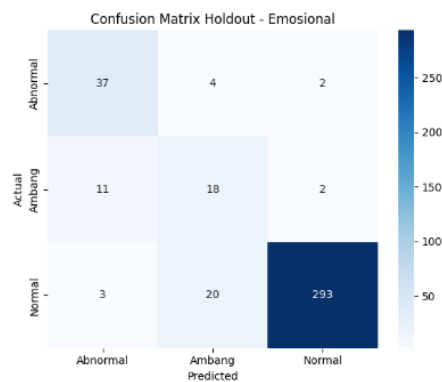
Untuk memahami lebih dalam bagaimana model melakukan kesalahan prediksi, *confusion matrix* ditampilkan sebagai representasi visual. Gambar 3 menunjukkan contoh *confusion matrix* pada domain Emosional dari hasil *cross-validation*, karena domain ini memiliki distribusi kelas yang relatif seimbang dan menarik untuk dianalisis. Visualisasi ini membantu mengidentifikasi kelas mana yang paling rentan salah prediksi.



Gambar 3. Gambar *Confusion Matrix Cross-Validation* Domain Emosional

Gambar 3 memperlihatkan bahwa model jarang melakukan kesalahan pada kategori Normal dan Abnormal. Sebagian besar kesalahan terjadi pada kategori Ambang, yang kembali menegaskan sifat kategori ini yang berada pada posisi tengah spektrum. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun model sangat stabil pada data pelatihan, tantangan prediksi tetap muncul pada area *borderline*.

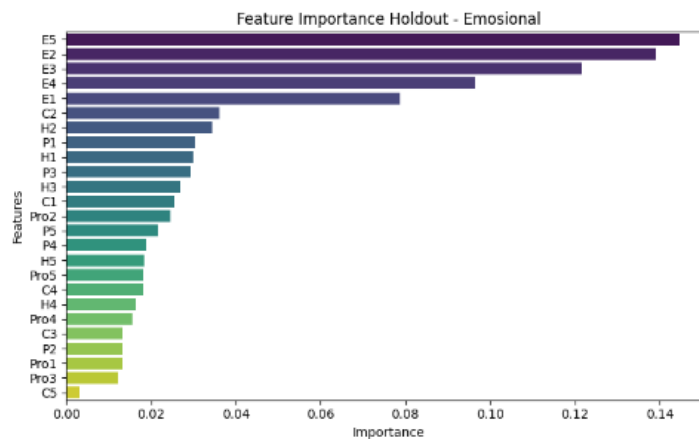
Untuk melengkapi analisis, *confusion matrix* pada data *holdout* juga perlu disajikan sebagai pembandingan. Gambar 4 menggambarkan bagaimana model berperilaku ketika dihadapkan pada data baru yang belum pernah dilihat sebelumnya. Perbandingan antara Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan dampak distribusi data terhadap stabilitas model.



Gambar 4. Gambar *Confusion Matrix Holdout* (80/20)

Pada *holdout* test, jumlah kesalahan pada kategori Ambang terlihat meningkat, yang selaras dengan penurunan skor *F1* pada tabel sebelumnya. Namun, prediksi kategori ekstrem tetap menunjukkan performa stabil. Grafik ini menunjukkan bahwa meskipun terjadi penurunan, pola dasar yang dipelajari model tetap bertahan.

Agar model tidak hanya akurat tetapi juga dapat dijelaskan secara ilmiah, analisis interpretabilitas menggunakan *SHAP* dilakukan pada seluruh subskala. Gambar 5 menyajikan *SHAP summary plot* pada subskala Emosional sebagai contoh representatif. Grafik ini menunjukkan fitur mana yang memberi kontribusi paling besar dalam mendorong prediksi menuju kelas Normal, Ambang, atau Abnormal.



Gambar 5. Gambar *Feature Importance* Domain Emosional

Pada domain Emosional, terlihat bahwa item E2 (banyak kekhawatiran), E3 (mudah menangis), dan E5 (mudah merasa takut) memiliki kontribusi paling besar. Hasil ini konsisten dengan temuan psikologi perkembangan, yang menempatkan ketiga butir tersebut sebagai indikator inti masalah emosional remaja. Kesesuaian antara pola *SHAP*

ANALISIS KLASIFIKASI KESEHATAN MENTAL REMAJA SMP DI MALANG MENGGUNAKAN ALGORITMA *RANDOM FOREST*

dan teori psikologi menunjukkan bahwa model tidak bekerja secara acak, tetapi mengikuti struktur konseptual *SDQ*.

Selain analisis global, penelitian ini juga melakukan interpretasi prediksi pada tingkat individu menggunakan nilai *SHAP* per fitur. Tabel 4 menyajikan contoh satu sampel siswa pada domain Emosional, yang memperlihatkan bagaimana setiap item *SDQ* mendorong prediksi menuju kategori tertentu. Analisis tingkat individu ini sangat penting dalam konteks pendidikan karena memberikan alasan jelas atas hasil klasifikasi.

Tabel 4. Tabel *SHAP* Perfitur Terhadap Label Salah Satu Siswa Pada Domain Emosional

Fitur	Abnormal	Ambang	Normal
E1	-0.021589	0.047842	-0.026253
E2	-0.113693	0.080849	0.032844
E3	0.006221	0.087909	-0.094130
E4	-0.042322	0.000476	0.041846
E5	-0.035672	0.106096	-0.070424
C1	-0.023773	0.010765	0.013008
C2	0.011446	0.007474	-0.018920
C3	-0.003781	0.010930	-0.007149
C4	0.002601	-0.019198	0.016597
C5	-0.000169	0.000961	-0.000792
H1	-0.008711	-0.053657	0.062368
H2	-0.021630	0.021693	-0.000063
H3	0.001302	-0.010752	0.009449
H4	-0.005434	0.003842	0.001592
H5	-0.006641	0.011221	-0.004580
P1	0.010500	-0.014989	0.004489
P2	-0.003362	0.015253	-0.011891
P3	-0.006755	0.003994	0.002760
P4	0.004561	-0.033685	0.029124
P5	0.005087	-0.010332	0.005244
Pro1	0.001440	-0.001970	0.000530
Pro2	-0.007562	-0.003897	0.011460
Pro3	0.007081	-0.015582	0.008501
Pro4	0.003619	-0.007624	0.004005
Pro5	-0.010947	-0.004050	0.014998

Dari Tabel 4 terlihat bahwa beberapa fitur memberikan kontribusi positif menuju kategori Ambang atau Abnormal, sementara fitur lainnya menahan prediksi menuju Normal. Misalnya E3 dan E5 memiliki nilai *SHAP* positif besar pada kelas Abnormal, yang selaras dengan respons siswa pada item tersebut. Dengan demikian, model tidak

hanya memberikan hasil akhir, tetapi juga menyediakan penjelasan rinci untuk setiap individu.

Untuk memastikan ketahanan model terhadap variasi pola input, penelitian ini juga melakukan pengujian menggunakan empat skenario data *dummy*: pola ekstrem tinggi, pola ekstrem rendah, pola tinggi pada satu subskala, dan pola acak realistis. Pengujian ini berfungsi untuk menilai konsistensi keputusan model di luar data asli. Hasil lengkap pengujian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Dengan Data *Dummy*

<i>Dummy</i>	Subskala	Prob Abnormal	Prob Ambang	Prob Normal
A	Emosional	0,86	0,09	0,05
	Perilaku	0,77	0,16	0,07
	Hiperaktif	0,63	0,24	0,13
	Masalah Teman	0,74	0,23	0,03
	Prososial	0,63	0,27	0,1
	Total Kesulitan	0,87	0,09	0,04
B	Emosional	0	0	1
	Perilaku	0	0	1
	Hiperaktif	0	0	1
	Masalah Teman	0	0,00375	0,99625
	Prososial	0	0	1
	Total Kesulitan	0	0	1
C	Emosional	0,89	0,07	0,04
	Perilaku	0,09	0,16	0,75
	Hiperaktif	0,01	0,06	0,93
	Masalah Teman	0	0,02	0,98
	Prososial	0	0	1
	Total Kesulitan	0,05	0,36	0,59
D	Emosional	0,15	0,12	0,73
	Perilaku	0,53	0,2	0,27
	Hiperaktif	0,09	0,14	0,77
	Masalah Teman	0,15	0,53	0,32
	Prososial	0,35	0,199929078	0,450070922
	Total Kesulitan	0,2	0,36	0,44

Hasil pengujian *dummy* menunjukkan bahwa model mampu memberikan prediksi yang konsisten untuk seluruh skenario. Skor ekstrem tinggi selalu menghasilkan kategori Abnormal, sementara pola ekstrem rendah secara konsisten menghasilkan prediksi Normal. Pada pola khusus satu subskala, hanya domain tersebut yang berubah ke Abnormal, menegaskan bahwa model tidak memiliki bias silang antar-domain.

Dengan demikian, keseluruhan visualisasi ini tidak hanya berfungsi sebagai pelengkap, tetapi juga sebagai bagian integral dari pembahasan hasil, karena membantu menyajikan performa model secara kuantitatif dan sekaligus memudahkan pembaca memahami perbedaan perilaku model pada masing-masing domain *SDQ*.

ANALISIS KLASIFIKASI KESEHATAN MENTAL REMAJA SMP DI MALANG MENGGUNAKAN ALGORITMA *RANDOM FOREST*

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan penelitian ini berhasil mengembangkan model klasifikasi kesehatan mental siswa SMP berbasis algoritma *Random Forest* menggunakan data *Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ)*. Model menunjukkan performa yang kuat pada proses pelatihan melalui *10-fold cross-validation* dengan *F1-score* mencapai 96% hingga 100% pada beberapa subskala. Pada pengujian *holdout*, performa model tetap berada pada kisaran tinggi yaitu 83% hingga 96%, meskipun beberapa penurunan terlihat pada kategori Ambang akibat tumpang-tindih gejala yang secara psikometrik memang berada di antara dua kategori ekstrem. Temuan ini menunjukkan bahwa *Random Forest* mampu mempelajari pola multidimensi *SDQ* dengan baik dan memiliki potensi sebagai alat pendukung analisis awal.

Selain menghasilkan prediksi, penelitian ini memberikan interpretasi keputusan model menggunakan *SHAP* sehingga proses klasifikasi dapat dijelaskan secara transparan. Analisis menunjukkan bahwa fitur-fitur dengan kontribusi terbesar konsisten dengan teori psikologi anak dan remaja, seperti dominannya item kekhawatiran pada domain Emosional dan item impulsivitas pada domain Hiperaktif. Pengujian *dummy* terhadap skenario ekstrem, rendah, spesifik per-subskala, dan acak realistis menunjukkan bahwa model merespons input dengan konsisten dan tidak memperlihatkan pola bias silang antar domain. Hal ini memperkuat bahwa model memiliki *robustness* yang baik serta mampu memberikan keputusan yang stabil pada berbagai variasi pola data.

Penelitian ini juga menegaskan bahwa meskipun model memiliki performa tinggi, penggunaannya tidak dapat dilakukan sebagai alat diagnosis mandiri. Risiko seperti misklasifikasi, bias data, keterbatasan konteks klinis, dan kemungkinan penyalahgunaan hasil tetap harus diperhatikan dengan ketat. Oleh karena itu, model ini disimpulkan sebagai sebuah *prototype* analitik, bukan instrumen diagnostik, dan hanya dapat digunakan sebagai alat bantu screening awal yang perlu pendampingan ahli dalam interpretasinya. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil mencapai tujuan untuk membangun, mengevaluasi, dan menjelaskan model prediksi kesehatan mental yang akurat, *interpretable*, serta relevan untuk mendukung deteksi dini di lingkungan pendidikan.

DAFTAR REFERENSI

- Afroni, M. J., & Melfazen, O. (2017). *Deteksi dan Klasifikasi Sinyal Listrik Non_Stationer*. 2(2).
- Breiman, L. E. O. (2001). *Random Forests*. 5–32.
- Bryant, A., Guy, J., & Holmes, J. (2020a). The Strengths and Difficulties Questionnaire Predicts Concurrent Mental Health Difficulties in a Transdiagnostic Sample of Struggling Learners. *Frontiers in Psychology*, 11(November), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.587821>
- Bryant, A., Guy, J., & Holmes, J. (2020b). The Strengths and Difficulties Questionnaire Predicts Concurrent Mental Health Difficulties in a Transdiagnostic Sample of Struggling Learners. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.587821>
- Cappelli, F., Castronuovo, G., Grimaldi, S., & Telesca, V. (2024). Random Forest and Feature Importance Measures for Discriminating the Most Influential Environmental Factors in Predicting Cardiovascular and Respiratory Diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph21070867>
- Deb, D., & Smith, R. M. (2021). Application of random forest and shap tree explainer in exploring spatial (In)justice to aid urban planning. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/ijgi10090629>
- Dini, D., Harahap, F. S. D., Syahuri, F., Almayda, P., & Divani, D. A. (2022a). Pengaruh Kesehatan Mental Terhadap Prestasi Belajar Siswa SMP Negeri 1 Jebus. *Jurnal Ilmiah Bimbingan Konseling Undiksha*, 13(1), 25–30. <https://doi.org/10.23887/jibk.v13i1.43679>
- Dini, D., Harahap, F. S. D., Syahuri, F., Almayda, P., & Divani, D. A. (2022b). Pengaruh Kesehatan Mental Terhadap Prestasi Belajar Siswa SMP Negeri 1 Jebus. *Jurnal Ilmiah Bimbingan Konseling Undiksha*, 13(1). <https://doi.org/10.23887/jibk.v13i1.43679>
- Husri, H., Ekasari, E., & Hastuty, D. (2025). Faktor Yang Mempengaruhi Masalah Mental Emosional Remaja Di SMPN 9 Palopo. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Diagnosis*, 20, 2302–2531.

ANALISIS KLASIFIKASI KESEHATAN MENTAL REMAJA SMP DI MALANG MENGGUNAKAN ALGORITMA *RANDOM FOREST*

- Musthafa, M. B., Ngatmari, N., Rahmad, C., Asmara, R. A., & Rahutomo, F. (2020). Evaluation of university accreditation prediction system. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 732(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/732/1/012041>
- Oktaviana, M., & Wimbarti, S. (2014). Validasi Klinik Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ) sebagai Instrumen Skrining Gangguan Tingkah Laku. *Jurnal Psikologi*, 41(1), 101. <https://doi.org/10.22146/jpsi.6961>
- Priyono, A., Shodiq, M., Alvinsyah, D. P., & Hidayah, S. A. (2024a). Metode Random Forest Untuk Memudahkan Klasifikasi Diagnosis Penyakit Mental. *Jurnal Informatika Medis (J-INFORMED)*, 2(1), 1–4. <https://doi.org/10.52060/im.v2i1.2119>
- Priyono, A., Shodiq, M., Alvinsyah, D. P., & Hidayah, S. A. (2024b). METODE RANDOM FOREST UNTUK MEMUDAHKAN KLASIFIKASI DIAGNOSIS PENYAKIT MENTAL. *Jurnal Informatika Medis (J-INFORMED)*, 2(1), 1–4. <https://doi.org/10.52060/im.v2i1.2119>
- Purwanta, Salsabila Firdausi Sudiro, & Virginia Koeswardani, H. H. (2024). Upaya Deteksi Permasalahan Kesehatan Mental Siswa di SMPN 2 Kismantoro dengan Alat Skrining Perilaku Strength and Difficulties Questionnaire. *Jurnal Pengabdian, Riset, Kreativitas, Inovasi, Dan Teknologi Tepat Guna*, 2(2), 438–445. <https://doi.org/10.22146/parikesit.v2i2.12260>
- Qiu, J. (2024). An Analysis of Model Evaluation with Cross-Validation: Techniques, Applications, and Recent Advances. *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, 99(1), 69–72. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/99/2024ox0213>
- Rainio, O., Teuho, J., & Klén, R. (2024). Evaluation metrics and statistical tests for machine learning. *Scientific Reports*, 14(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-56706-x>
- Rizkiah, A., Risanty, R. D., & Mujiastuti, R. (n.d.). *SISTEM PENDETEKSI DINI KESEHATAN MENTAL EMOSIONAL ANAK USIA 4-17 TAHUN MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING*. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just->

- Rizkiah, A., Risanty, R. D., & Mujiastuti, R. (2020). Sistem Pendeteksi Dini Kesehatan Mental Emosional Anak Usia 4-17 Tahun Menggunakan Metode Forward Chaining. *JUST IT : Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi Dan Komputer*, 10(2), 83. <https://doi.org/10.24853/justit.10.2.83-93>
- Wijaya, V., & Rachmat, N. (2024). Comparison of SVM, Random Forest, and Logistic Regression Performance n Student Mental Health Screening. *JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences)*, 9(2), 173–184. <https://doi.org/10.54732/jeeecs.v9i2.9>
- Wulandari, N., Kartini, A., & Purnami, C. T. (2025). Effectiveness of Digital Interventions in Improving Knowledge and Attitudes of Adolescent Mental Health: A scoping review. *Indonesian Journal of Social Technology*, 6(1), 557. <http://jist.publikasiindonesia.id/>
- Wulandari, N., Kartini, A., & Tri Purnami, C. (2025). Effectiveness of Digital Interventions in Improving Knowledge and Attitudes of Adolescent Mental Health: A scoping review. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 6(1), 557–577. <https://doi.org/10.59141/jist.v6i1.8904>
- Zahra, G., Fadhilah, N., Saputra, R. A., & Wibowo, A. H. (n.d.). *DETEKSI TINGKAT GANGGUAN KECEMASAN MENGGUNAKAN METODE RANDOM FOREST* *Anxiety Disorder Level Detection Using Random Forest Method*. <http://jurnal.umt.ac.id/index.php/jt/index>