



PEMODELAN KLASIFIKASI PADA INDEKS KETIMPANGAN GENDER (IKG) TAHUN 2020 DENGAN METODE NAÏVE BAYES

Anne Mudya Yolanda¹, Arisman Adnan², Azra Aulia Dwiputri³

Program Studi Statistika Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12.5 Simpang Baru, Pekanbaru, Riau 28293

e-mail: annemudyayolanda@lecturer.unri.ac.id¹, arismanadnan@lecturer.unri.ac.id²,
azra.aulia2964@student.unri.ac.id³

ABSTRAK

Indeks Ketimpangan Gender (IKG) merupakan indikator pendukung pembangunan dalam Tujuan Pembangunan Berkelanjutan pada isu gender. Oleh karenanya peneliti tertarik melakukan kajian pemodelan klasifikasi dengan tujuan melakukan prediksi tingkat IKG menurut kabupaten/kota di Indonesia tahun 2020 menggunakan algoritma machine learning. Algoritma yang diterapkan pada data IKG dan indikatornya adalah metode naïve bayes. Adapun indikator penyusun yang digunakan yaitu proporsi persalinan tidak di fasilitas kesehatan, proporsi perempuan berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dan saat melahirkan hidup pertama, persentase keterwakilan di parlemen, proporsi penduduk laki-laki dan perempuan dengan pendidikan minimal SMA, dan tingkat partisipasi angkatan kerja. Analisis dengan metode naïve bayes pada empat kategori: rendah, menengah bawah, menengah atas, dan tinggi memberikan hasil klasifikasi yang baik terutama dalam mengklasifikasi kelas positif. Hasil akurasi keseluruhan data training sebesar 82.86 %, sedangkan pada data testing sebesar 83.72 %. Hasil klasifikasi dapat digunakan untuk peramalam IKG dan landasan pengambilan kebijakan dan penyusunan program untuk mengatasi ketimpangan pembangunan berbasis gender di Indonesia.

Kata kunci : Naïve Bayes, klasifikasi, akurasi, IKG

ABSTRACT

The Gender Inequality Index (GII) is a gender-related indicator used to support development in the Sustainable Development Goals. As a result, researchers want to use machine learning algorithms to perform a classification modeling to classify GII by district/city in Indonesia. The Naive Bayes algorithm is used to analyze GII and associated indicators, namely The percentage of women aged less than 20 years at the time of their first live birth, the proportion of women aged 15-49 years who were ever married and had their first live birth, the percentage of men and women with minimum high school education, and the labor force participation rate. The Naive Bayes method, which has four categories: low, lower-middle, upper-middle, and high, produces good classification results, particularly for positive predictive value. The training data's overall accuracy is 82.86 %, while the accuracy of the testing data is 83.72 %. The classification results can be used to forecast the GII and reference policy-making and programming to handle gender inequality in Indonesia.

Keywords: Naïve Bayes, Classification, Accuracy, GII

PENDAHULUAN

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) nasional tahun 2020 mencapai 71.94, naik 0.03 persen dibandingkan tahun 2019 (Badan Pusat Statistik, 2021b). Grafik pergerakan IPM Indonesia yang hanya bergerak naik sedikit terutama disebabkan oleh adanya Pandemi Covid-19. Hal ini terjadi karena adanya perubahan aktivitas masyarakat akibat larangan kegiatan untuk menghentikan penyebaran virus yang berdampak secara global.

Pelaksanaan pendidikan berubah menjadi pembelajaran jarak jauh, pelayanan kesehatan berupa konsultasi dilaksanakan secara virtual, dan pembatasan kegiatan lainnya untuk menghindari terjadinya kerumunan merupakan beberapa kegiatan yang berubah selama masa pandemi yang berujung pada melambatnya pembangunan dan ekonomi global (Badan Pusat Statistik, 2021b). Selain faktor pandemi, tentunya ada banyak faktor lain yang menjadi latar belakang raihan IPM Indonesia. IPM merupakan salah satu indikator penting sebagai alat ukur keberhasilan pembangunan kualitas hidup manusia, baik secara nasional maupun pada tingkat wilayah (provinsi dan kabupaten/kota).

Peningkatan IPM mempengaruhi Indeks Pembangunan Gender (IPG) yang merupakan rasio atau perbandingan IPM perempuan terhadap IPM laki-laki (Badan Pusat Statistik, 2022). Pada tahun 2020, IPG nasional berada pada angka 91.06, turun sebesar 0.01 poin dari tahun 2019 sebesar 91.07 (Badan Pusat Statistik, 2021a). Adanya penurunan ini dikarenakan percepatan pembangunan laki-laki yang lebih cepat daripada perempuan, yaitu saat ini IPG laki-laki berada pada kategori tinggi, sedangkan perempuan masih tergolong kategori rendah (Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak (Kemen PPPA), 2021).

Pergerakan IPG diikuti pula dengan perkembangan Indeks Pemberdayaan Gender (IDG). IDG merupakan alat ukur pada sektor politik dengan adanya perempuan dalam parlemen, sektor perempuan sebagai pembuat keputusan dari sudut pandang kedudukan dan

jabatan sebagai tenaga profesional, dan sektor ekonomi dari sisi sumbangan pendapatan yang dihasilkan perempuan. Tidak seperti IPG yang sudah mencapai angka 90 persen dalam skala nasional, IDG Indonesia tahun 2020 adalah 75.57 (Badan Pusat Statistik, 2021c). Kondisi ini menjadikan persoalan gender sebagai fokus pemerintah untuk segera diselesaikan. Urgensi menyelesaikan problematik gender dan pembangunan manusia diperkuat dengan masuknya isu kesetaraan gender sebagai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*). Pada level nasional, kesetaraan gender dijadikan tujuan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019 yang lalu, RPJM 2020-2024 yang mengikuti SDGs sebagai agenda pembangunan Indonesia, dan masuk dalam Rencana Strategis Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak/Kemen PPPA (Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak (Kemen PPPA), 2020).

Selain IPG dan IDG, isu gender dapat digambarkan oleh Indeks Ketimpangan Gender. Indeks Ketimpangan Gender ini merupakan ukuran ketimpangan gender yang mengukur seberapa jauh ketidakefektifan pembangunan manusia yang disebabkan oleh ketimpangan gender dilihat dari tiga aspek pembangunan manusia, yaitu kesehatan reproduksi, pemberdayaan, dan partisipasi ekonomi (Badan Pusat Statistik, 2021d). Idealnya, baik laki-laki maupun perempuan mendapatkan kesempatan yang sama untuk berperan dan ikut serta dalam pembangunan dan mendapatkan hak yang sama dalam memperoleh manfaat dari pembangunan.

United Nations Development Programme (UNDP) mencatat perkembangan IKG menurun dari tahun ke tahun sampai tahun 2018. IKG Indonesia pada tahun 2000 sebesar 0.563, 0.508 pada tahun 2010, dan menjadi 0.474 pada tahun 2018. Pada tahun 2019, UNDP mencatat terjadi kenaikan IKG di Indonesia sebesar 0.006 menjadi 0.48 (*United Nations Development Programme* (UNDP), 2020a).

IKG nasional masih lebih tinggi daripada rata-rata IKG dunia dan wilayah Asia Timur dan Pasifik dengan IKG rata-rata sebesar 0.324 pada tahun 2019. Menurut catatan UNDP, pada kawasan Asia Tenggara, Singapura merupakan negara dengan percepatan paling baik (0.065), diikuti Malaysia (0.253), dan Brunei Darussalam (0.255). Indonesia berada pada peringkat ke-121 dari 162 negara dalam ketimpangan gender dengan rata-rata pada tingkat dunia sebesar 0.436 (Badan Pusat Statistik, 2021d)

Statistik Ketimpangan Gender mengindikasikan pembangunan dari kaca mata gender di Indonesia masih belum optimal dibanding negara-negara lainnya. Pemangku kebijakan di Indonesia perlu mengambil berbagai langkah untuk mengejar ketertinggalan dengan meningkatkan kekuatan pada bidang kesehatan, pemberdayaan, dan ketenagakerjaan. Upaya tersebut juga diperlukan untuk meningkatkan peringkat Indonesia yang saat ini berada pada urutan 121 dari 162 negara dalam hal Ketimpangan gender (Badan Pusat Statistik, 2021d).

Pada rilis terakhir di 2019, Badan Pusat Statistik (BPS) mengumumkan publikasi IKG tahun 2019 sebesar 0.421 dan 0.4 untuk tahun 2020 (Badan Pusat Statistik, 2020, 2021d). Angka ini berbeda dengan IKG yang dihitung oleh UNDP, karena terdapat perbedaan indikator yang digunakan dalam proses penghitungan. IKG yang dihasilkan BPS nilainya lebih rendah dari pada IKG UNDP, tetapi keduanya menunjukkan pola perubahan yang serupa dari waktu ke waktu, yaitu adanya pola penurunan IKG di Indonesia.

Semakin menurunnya Indeks Ketimpangan Gender di Indonesia dari tahun ke tahun memberikan harapan besar untuk masa depan pembangunan di Indonesia. Untuk memperkirakan tingkat IKG setiap kabupaten/kota di Indonesia pada tahun ke depan, dapat dilakukan dengan menggunakan pemodelan klasifikasi. Model klasifikasi yang diperoleh dapat digunakan untuk melihat label kategori IKG suatu wilayah untuk mempermudah dalam mengambil keputusan mengenai tingkat IKG di masa depan.

Pemodelan klasifikasi dengan berbagai algoritma *machine learning* sudah cukup banyak digunakan untuk data-data kependudukan dan keluarga berencana pada berbagai penelitian, diantaranya untuk klasifikasi dan pengelompokan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) (Goldameir, Yolanda, Adnan, & Febrianti, 2021; Wicaksono & Yolanda, 2021) dan Fasilitas Kesehatan Keluarga Berencana (Yolanda & Yunitaningtyas, 2021). Pada penelitian ini, pemodelan klasifikasi dibuat dengan menerapkan metode *machine learning* dengan algoritma Naïve Bayes.

Algoritma Naïve Bayes sebagai alat klasifikasi sudah cukup sering digunakan dalam berbagai kajian dan memberikan hasil akurasi yang baik. Pada berbagai penelitian, Naïve Bayes telah terbukti menjadi metode yang mudah ditelaah dan efisien untuk klasifikasi. Naïve Bayes memberikan hasil yang kompetitif dilihat dari akurasi dan *sparity*, dan lama proses membangun model (*running times*) pada amatan yang seimbang/*balanced data* (Blanquero, Carrizosa, Ramírez-cobo, & Sillero-Denamiel, 2021).

Pengklasifikasi Naïve Bayes juga memberikan kinerja yang baik dalam menduga Indeks Harga Produsen (IHP) yang dipublikasikan BPS secara triwulan, yaitu adanya peningkatan IHP untuk triwulan III dengan nilai maksimum antara 0,961 – 0,980 berdasarkan data triwulan I dan II (Pertiwi et al., 2022). Pada penelitian lain, Naïve Bayes mencapai akurasi sebesar 94,31%, *recall* sebesar 94,33 %, presisi 9 sebesar 4,11%, dan rata-rata skor F1 sebesar 0,93 dan menjadi algoritma dengan hasil terbaik di antara algoritma lain yang dijalankan dalam melakukan klasifikasi gambar yang berisi tawaran promosi (Hubert, Phoenix, Sudaryono, & Suhartono, 2021).

Penerapan metode klasifikasi berbasis *machine learning* dengan algoritma Naïve Bayes diharapkan dapat memprediksi kategori dengan akurasi yang tinggi. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pemodelan klasifikasi pada Indeks

Ketimpangan Gender (IKG) tahun 2020 dengan metode Naïve Bayes. Hasil yang diperoleh nantinya dapat dimanfaatkan sebagai acuan atau rekomendasi dalam membuat kebijakan/program untuk mengatasi ketimpangan gender di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Naïve Bayes

Naïve Bayes adalah algoritma yang didasarkan pada teorema Bayes serta asumsi independensi antara fitur dari kumpulan data (Chatzidimitriou, Diamantopoulos, Papamichail, & Symeonidis, 2018). Algoritma ini berbasis *supervised machine learning* yang digunakan untuk menyelesaikan masalah klasifikasi dengan pendekatan probabilistik. Naïve Bayes memiliki asumsi independensi fitur (Blanquero et al., 2021), yaitu variabel-variabel prediktor pada data pemodelan tidak saling berhubungan (independen), yang artinya hasil dari pemodelan diperoleh dari sekumpulan variabel bebas yang tidak ada hubungannya satu sama lain. Walaupun keindependenan antar variabel ini sebenarnya jarang terjadi, hasil dari metode ini sebenarnya cukup baik dan telah dibuktikan dengan berbagai penelitian terdahulu.

Metode pengklasifikasian dengan probabilitas dan statistik yang dikemukakan oleh Thomas Bayes ini memiliki kemampuan memprediksi peluang kejadian di masa depan berdasarkan kejadian di masa lalu dikenal sebagai teorema Bayes, sedangkan Naïve mengasumsikan bahwa setiap variabel bersifat independen. Naïve Bayes secara komputasi efisien dan mampu menangani data berdimensi tinggi. Pemodelan klasifikasi dengan algoritma ini dapat menangani variabel kategoris dengan banyak level dan lebih tahan terhadap *overfitting* daripada algoritma *decision trees*, terutama dengan adanya teknik *smoothing* (EMC Education Services, 2015).

Pada penelitian ini, komputasi Naïve Bayes dijalankan dengan bantuan Program R (The R Core Team, 2021). Setelah data disiapkan maka selanjutnya, data tersebut akan di implementasikan dengan formula Naïve

Bayes. Data yang ada terlebih dahulu akan dibagi menjadi dua, yaitu data *training* dan *testing*. Algoritma Naïve Bayes dibangun pada data *training* kemudian dilakukan evaluasi hasilnya. Model yang diperoleh diterapkan pada data *testing*. Hal ini dilakukan sebagai evaluasi dan validasi dari model yang telah dibangun. Setelahnya, model siap diterapkan pada amatan baru yang belum diketahui labelnya dan dicek kembali kebaikan modelnya untuk validasi.

Pemodelan klasifikasi diharapkan dapat melakukan klasifikasi untuk seluruh amatan dengan tepat. Namun, dalam salah prediksi dalam pemodelan tentunya harus selalu diperhitungkan. Oleh karenanya, setiap model perlu diukur kinerjanya melalui *confusion matrix*. Matriks ini menyajikan rincian dari klasifikasi termasuk sensitivitas dan spesifisitas yang digunakan sebagai ukuran statistik dari klasifikasi, kedua sensitivitas dan spesifisitas berguna untuk mengukur model yang paling baik dan efisien. Sensitivitas mengukur proporsi *true positive* yang diidentifikasi dengan benar, spesifisitas mengukur proporsi *true negative* yang diidentifikasi dengan benar. Kesalahan dalam menentukan *false positive* adalah kesalahan tipe 1, yaitu ketika amatan dikategorikan benar, padahal sebenarnya salah klasifikasi. Pada *false negative* atau kesalahan tipe 2 untuk amatan yang diklasifikasikan benar, tetapi pada keadaan sebenarnya amatan tersebut salah.

Indeks Ketimpangan Gender

UNICEF menjelaskan kesetaraan gender sebagai suatu keadaan perempuan dan laki-laki memiliki kondisi, perlakuan dan kesempatan yang sama dalam mewujudkan segala potensi yang dimiliki, serta memiliki persamaan hak untuk terlibat dalam pembangunan dalam berbagai sektor, baik ekonomi, sosial, budaya, dan politik (Badan Pusat Statistik, 2019). Kesenjangan antara laki-laki dan perempuan dapat dilihat dari Indeks Ketimpangan Gender (IKG). Dikuti Dari UNDP, IKG merupakan ukuran gabungan yang mencerminkan ketidaksetaraan dalam pencapaian antara perempuan dan laki-

laki dalam tiga dimensi: kesehatan reproduksi, pemberdayaan, dan pasar tenaga kerja (United Nations Development Programme (UNDP), 2020a).

Berikut ini adalah indikator IKG menurut UNDP:

1. Kematian Ibu (*Maternal Mortality Rate*) sebagai indikator faktor risiko kematian ibu melahirkan untuk dimensi kesehatan;
2. Tingkat Fertilitas Remaja (*Adolescence Birth Rate*) sebagai indikator fertilitas remaja untuk dimensi kesehatan;
3. Persentase penduduk berusia 25 tahun ke atas yang berijazah terakhir minimal SMP sebagai indikator pendidikan untuk dimensi pemberdayaan;
4. Pembagian kursi parlemen antara perempuan dan laki-laki untuk dimensi pemberdayaan
5. Tingkat partisipasi angkatan kerja perempuan dan laki-laki sebagai indikator pasar tenaga kerja (United Nations Development Programme (UNDP), 2020b).

Merujuk pada pengembangan pengukuran ketimpangan gender melalui Gender Inequality Index (GII) yang disusun oleh UNDP, Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2018 melakukan pembahasan awal mengenai indikator dan metodologi untuk menghitung Indeks Ketimpangan Gender (IKG) di setiap kabupaten/kota di Indonesia.

Indikator-indikator yang digunakan untuk mengukur IKG menurut BPS antara lain:

1. Proporsi persalinan tidak di fasilitas kesehatan sebagai indikator faktor risiko kematian ibu untuk dimensi kesehatan;
2. Proporsi wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dan saat melahirkan hidup pertama berusia kurang dari 20 tahun sebagai indikator fertilitas remaja untuk dimensi kesehatan;
3. Persentase laki-laki dan perempuan di parlemen sebagai indikator parlemen untuk dimensi pemberdayaan;
4. Persentase penduduk laki-laki dan perempuan dengan pendidikan minimal

SMA sebagai indikator pendidikan untuk dimensi pemberdayaan;

5. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) sebagai indikator pasar tenaga kerja untuk dimensi pasar tenaga kerja (Badan Pusat Statistik, 2021d) .

Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data sekunder bersumber dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) yang berjudul “Kajian Penghitungan Indeks Ketimpangan Gender 2021” yang dirilis pada tanggal 13 Desember tahun 2021. Data terdiri atas 514 kabupaten/kota di Indonesia dengan 5 variabel indikator IKG dan indikator penyusunnya, yaitu sebagai berikut:

1. Proporsi persalinan tidak di fasilitas kesehatan (persalinan tidak di faskes);
2. Proporsi wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dan saat melahirkan hidup pertama berusia kurang dari 20 tahun (ULP);
3. Persentase laki-laki dan perempuan di parlemen (keterwakilan di parlemen);
4. Persentase penduduk laki-laki dan perempuan dengan pendidikan minimal SMA (Pendidikan minimal SMA);
5. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK)

BPS membagi IKG terbagi atas empat kelas, yaitu kategori kelas, sebagai berikut:

1. rendah (kurang dari 0,399)
2. menengah bawah (rentang 0,400-0,449)
3. menengah atas (rentang 0,450-0,499)
4. tinggi (lebih dari atau sama dengan 0,500).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel yang digunakan sebagai bahan untuk menjalankan algoritma klasifikasi pada data IKG adalah lima indikator yang digunakan untuk menghitung IKG setiap wilayah di Indonesia. Ringkasan dari setiap indikator penyusun IKG disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Indikator Pendukung IKG Tahun 2020

<i>Statistik</i>	<i>IKG</i>	<i>Persalinan tidak di faskes</i>	<i>ULP</i>	<i>Keterwakilan di parlemen</i>		<i>Pendidikan minimal SMA</i>		<i>TPAK</i>	
				<i>L</i>	<i>P</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>L</i>	<i>P</i>
Mean	0.399	0.181	0.27	84.89	15.11	42.60	36.98	82.63	55.47
<i>Standard Error</i>	0.007	0.009	0.00	0.39	0.39	0.57	0.57	0.25	0.44
Median	0.426	0.115	0.28	86.00	14.00	39.90	35.28	83.23	54.56
Simpangan Baku	0.168	0.195	0.09	8.82	8.82	12.93	12.88	5.69	10.00
Jangkauan	0.825	0.960	0.48	48.57	48.57	58.86	62.69	67.19	65.88
Minimum	0.020	0.001	0.03	51.43	0.00	18.74	11.36	29.01	31.36
Maksimum	0.845	0.961	0.51	100.0	48.57	77.60	74.05	96.20	97.24

Sumber : hasil analisis deskriptif

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa rata-rata (mean) IKG dari kabupaten/kota di Indonesia sebesar 0.399 dengan median sebesar 0.426. Angka ini menunjukkan bahwa median dari IKG lebih tinggi daripada IKG nasional yaitu 0.40 pada tahun 2020, sedangkan berdasarkan rata-rata (mean) nilainya sama dengan IKG nasional ($0.399 \approx 0.4$). Simpangan baku dari IKG sebesar 0.168, artinya terdapat cukup banyak data yang nilainya cukup jauh dari rata-rata IKG dengan IKG terendah sebesar 0.02 (Kabupaten Sleman) dan tertinggi mencapai 0.845 (Kabupaten Kepulauan Sula).

Tingkat persalinan tidak di fasilitas kesehatan terendah tahun 2020 sebesar 0.001 terdapat pada 45 kabupaten/kota, sedangkan yang tertinggi adalah kabupaten Paniai sebesar 0.961. Jangkauan atau rentang antara nilai terendah dan tertinggi pada variabel ini sangat jauh (0.960), artinya masih terdapat kesenjangan tingkat persalinan tidak di fasilitas kesehatan yang merupakan indikator faktor risiko kematian ibu di Indonesia.

Pada proporsi wanita berusia 15-49 tahun yang pernah kawin dan saat melahirkan hidup pertama berusia kurang dari 20 tahun (ULP) tahun 2020 diperoleh nilai tengah berupa mean sebesar 0.27 dan median sebesar 0.28. Wilayah dengan ULP terendah adalah Kabupaten Mamberamo Tengah (0.034) diikuti oleh Kabupaten Lanny Jaya (0.036). Wilayah dengan proporsi tertinggi adalah Kabupaten Murung Raya sebesar 0.51.

Pada variabel keterwakilan di parlemen, persentase laki-laki yang duduk di parlemen tahun 2020 lebih tinggi daripada perempuan. Berdasarkan data yang dihimpun diketahui bahwa terdapat 21 kabupaten/kota dengan seluruh anggota parlemennya berjenis kelamin laki-laki. Keterwakilan wanita paling tinggi diraih oleh Kabupaten Minahasa sebesar 48.57.

Persentase penduduk dengan pendidikan minimal SMA (pendidikan minimal SMA) tahun 2020 juga didominasi oleh laki-laki. Kabupaten Wonosobo merupakan wilayah dengan persentase laki-laki dengan minimal pendidikan SMA paling rendah dibandingkan kabupaten/kota lainnya di Indonesia (18.74), sedangkan untuk persentase terendah wanita terjadi di Kabupaten Yahukimo (11.36). wilayah dengan persentase tertinggi di Indonesia adalah Kota Pekanbaru (74.05) untuk wanita dan Kota Kendari (77.60) untuk laki-laki.

Serupa dengan keterwakilan di parlemen dan pendidikan minimal SMA, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) laki-laki tahun 2020 juga lebih tinggi daripada perempuan. TPAK laki-laki terendah yaitu di Kabupaten Lanny Jaya (29.01) untuk laki-laki dan Kabupaten Rokan Hilir untuk perempuan (31.36). Kabupaten Pegunungan Arfak tercatat sebagai kabupaten dengan TPAK laki-laki tertinggi, sedangkan untuk perempuan yaitu Kabupaten Nduga.

Pada penelitian ini algoritma Naïve Bayes digunakan untuk pemodelan klasifikasi pada

multi kelas. Multi kelas terdiri atas empat label untuk wilayah dengan IKG kategori rendah, menengah bawah, menengah atas, dan tinggi. IKG dengan menggunakan empat kelas tersebar sebanyak 228 wilayah pada kategori rendah, 63 wilayah berada dalam kategori menengah bawah, 75 wilayah pada kategori menengah atas, dan 148 wilayah pada kategori tinggi. Sebelumnya memulai proses analisis, data yang ada dibagi menjadi dua, dengan proporsi 75% menjadi data *training* yang digunakan untuk melakukan pemodelan dan 25% sebagai data *testing* untuk melakukan pengujian dan prediksi model yang diperoleh.

Hasil evaluasi model dengan algoritma Naïve Bayes pada data training untuk IKG dengan empat kategori memberikan akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) sebesar 82.86%. Pada algoritma yang diterapkan untuk empat kelas diketahui bahwa IKG kategori rendah memberikan *balanced accuracy* paling baik dibandingkan kelas lainnya, sebesar 93.46%. Hasil akurasi paling rendah terjadi saat model melakukan klasifikasi pada IKG kategori menengah atas dengan *balanced accuracy* hanya 78.28%. Adapun ukuran keakuratan lainnya untuk validasi model disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Evaluasi Model Data Training dengan Empat Kelas

Ukuran Keakuratan	Kelas			
	Rendah	Menengah Bawah	Menengah Atas	Tinggi
Sensitivitas	91.07 %	68.75 %	62.07 %	87.39 %
Spesifisitas	95.85 %	93.47 %	94.50 %	93.80 %
<i>Balanced Accuracy</i>	93.46 %	81.11 %	78.28 %	90.59 %
<i>Pos Pred Value</i>	94.44 %	60.00 %	66.67 %	85.09 %
<i>Neg Pred Value</i>	93.27 %	95.45 %	93.35 %	94.83 %

Sumber : hasil analisis

Algoritma Naïve Bayes yang dijalankan memiliki nilai sensitivitas yang lebih rendah pada saat melakukan klasifikasi IKG untuk kategori menengah bawah, menengah atas, dan tinggi. Hal ini sejalan dengan *positive predictive value* yang lebih kecil dari pada *Net Pred Value* pada saat model memprediksi klasifikasi untuk menengah bawah, menengah atas, dan tinggi. *Positive predictive value* menggambarkan tingkat positif yang diperoleh di antara total positif yang diprediksi atau jumlah item yang diidentifikasi dengan benar sebagai positif dari total amatan yang diidentifikasi sebagai positif (Wang & Zheng, 2013). Atau dapat pula diartikan sebagai probabilitas bahwa amatan yang diprediksi

sebagai kategori positif, pada keadaan sebenarnya benar bernilai positif.

Pada data dalam penelitian ini, hanya *positive predictive value* (94.44%) untuk IKG kategori rendah yang nilainya lebih besar daripada ukuran keakuratan data (93.27 %).

Berdasarkan ukuran keakuratan yang ditampilkan pada tabel 2 dimiliki cukup bukti untuk menyatakan bahwa Algoritma Naïve Bayes cukup baik dalam melakukan klasifikasi data IKG menurut kabupaten/kota di Indonesia tahun 2020. Oleh karenanya, proses analisis dilanjutkan pada tahapan validasi menggunakan data *testing*. *Confusion matrix* hasil prediksi menggunakan data *testing* dengan empat kelas divisualisasikan pada tabel 3.

Tabel 3. *Confusion Matrix* Prediksi dengan Empat Kelas

Prediksi	Kelas			
	Rendah	Menengah Bawah	Menengah Atas	Tinggi
Rendah	46	0	0	1
Menengah Bawah	5	11	2	0
Menengah Atas	1	3	10	2
Tinggi	2	1	4	41

Sumber : hasil analisis

Matriks yang ditampilkan pada tabel 3 menunjukkan bahwa performa Naïve Bayes pada data dengan empat kategori memberikan hasil klasifikasi IKG yang relatif bagus. Pada saat memprediksi IKG kelas rendah terjadi delapan kesalahan, IKG menengah bawah

sebanyak empat kesalahan, IKG menengah atas ada enam kesalahan, dan tiga kesalahan prediksi pada IKG kategori tinggi. Akurasi keseluruhan dari prediksi yang dilakukan pada data testing dengan empat kelas ini mencapai angka 83.72%.

Tabel 4. Evaluasi Model Data Testing dengan Empat Kelas

Ukuran	Kelas			
	Rendah	Menengah Bawah	Menengah Atas	Tinggi
Keakuratan				
Sensitivitas	85.19 %	73.33 %	62.50 %	93.18 %
Spesifisitas	98.67 %	93.86 %	94.69 %	91.76 %
<i>Balanced Accuracy</i>	91.93 %	83.60 %	78.60 %	92.47 %
<i>Pos Pred Value</i>	97.87 %	61.11 %	62.50 %	85.42 %
<i>Neg Pred Value</i>	90.24 %	96.40 %	94.69 %	96.30 %

Sumber : hasil analisis

Balanced accuracy terbaik sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4 terletak pada IKG dengan kategori tinggi (92.47%), diikuti oleh IKG kategori rendah (91.93%), kelas menengah bawah (83.6%), dan kelas menengah atas (78.6%). Sensitivitas yang diperoleh masih relatif kecil, terutama saat prediksi IKG pada kelas menengah atas (62.50%) dan menengah bawah (73.33%). Nilai prediksinya relatif kecil untuk memprediksi kelas positif, terutama pada IKG kategori menengah bawah dan menengah atas dengan *negative predictive value* masing-masing sebesar 61.11 dan 62.50 %. Hal ini bisa jadi dikarenakan hampir terjadinya ketidakseimbangan sebaran kategori pada kelas (*imbalanced class*) sehingga menyebabkan hasil akurasi cenderung lebih baik salah satu kelas saja.

Pada kasus ini diketahui bahwa proporsi wilayah dengan IKG kategori tinggi lebih banyak daripada wilayah dengan IKG kategori lainnya. Saat proses pembagian data secara acak menjadi data *training* dan *testing*, ada kemungkinan terjadi proporsi salah satu kategori lebih banyak pada saat pemisahan data. Kondisi ini juga berakibat pada terjadinya *overfitting*. Masalah ini dapat diatasi dengan menambahkan penanganan kasus kelas tidak seimbang pada data untuk penelitian lanjutan.

Penelitian ini berhasil menerapkan algoritma *machine learning* dalam klasifikasi

dalam kasus IKG yang dapat digunakan dalam melakukan simulasi IKG setiap wilayah sebelum dilakukan perhitungan yang lebih mendalam. Namun, penelitian ini terbatas pada indikator penyusun IKG yang dikeluarkan oleh BPS. Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan indikator IKG menurut UNDP sehingga dapat dilakukan perbandingan yang lebih baik dengan nilai IKG/GII negara-negara lain. Pada tingkat wilayah atau lingkup yang lebih kecil, algoritma ini dapat pula dipakai untuk melihat kategori IKG suatu wilayah berdasarkan bulan jika dimiliki data-data pendukungnya.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemodelan klasifikasi dengan Algoritma Naïve Bayes memberikan hasil yang sangat baik dalam melakukan klasifikasi data IKG menurut kabupaten/kota di Indonesia tahun 2020. Hasil akurasi klasifikasi IKG pada data training akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) sebesar 82.86 %, sedangkan akurasi dari prediksi data testing sebesar 83.72 %. Hasil penelitian ini dapat diimplikasikan untuk memprediksi IKG suatu wilayah berdasarkan variabel pendukungnya dan menjadi acuan dalam menyusun kebijakan/program untuk mengatasi ketimpangan pembangunan berbasis gender di Indonesia. Pada penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk

menambahkan penanganan data tidak seimbang untuk menghindari terjadi kesalahan klasifikasi dan meningkatkan akurasi hasil prediksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2019). *Penghitungan Indeks Ketimpangan Gender 2018 (Kajian Lanjutan 2)*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Kajian Penghitungan Indeks Ketimpangan Gender*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. (2021a). *Indeks Pembangunan Gender (IPG) 2019-2020*. Jakarta. Retrieved from <https://www.bps.go.id/indicator/40/463/1/indeks-pembangunan-gender-ipg-.html>
- Badan Pusat Statistik. (2021b). *Indeks Pembangunan Manusia 2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. (2021c). *Indeks Pemberdayaan Gender (IDG) 2019-2020*. Jakarta. Retrieved from <https://www.bps.go.id/indicator/40/468/1/indeks-pemberdayaan-gender-idg-.html>
- Badan Pusat Statistik. (2021d). *Kajian Penghitungan Indeks Ketimpangan Gender 2021*. (Direktorat Analisis dan Pengembangan Statistik BPS, Ed.). Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Indeks Pembangunan Gender (IPG)*. Retrieved June 6, 2022, from <https://sirusa.bps.go.id/sirusa/index.php/indikator/14>
- Blanquero, R., Carrizosa, E., Ramírez-cobo, P., & Sillero-Denamiel, M. R. (2021). Variable selection for Naïve Bayes classification. *Computers and Operations Research*, 135(105456). <https://doi.org/10.1016/j.cor.2021.105456>
- Chatzidimitriou, K., Diamantopoulos, T., Papamichail, M., & Symeonidis, A. (2018). *Practical Machine Learning in R*. Canada: Lean Publishing.
- EMC Education Services. (2015). *Data Science and Big Data Analytics: Discovering, Analyzing, Visualizing and Presenting Data*. Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons, Inc.
- Goldameir, N. E., Yolanda, A. M., Adnan, A., & Febrianti, L. (2021). Classification of the Human Development Index in Indonesia Using the Bootstrap Aggregating Method. *Sinkron: Jurnal Dan Penelitian Teknik Informatika*, 6(1), 100–106. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v6i1.11173> e-ISSN
- Hubert, Phoenix, P., Sudaryono, R., & Suhartono, D. (2021). Classifying Promotion Images Using Optical Character Recognition and Naïve Bayes Classifier. *Procedia Computer Science*, 179(2020), 498–506. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.033>
- Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak (Kemen PPPA). (2020). *Pembangunan Manusia Berbasis Gender*. Jakarta: Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak (Kemen PPPA).
- Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak (Kemen PPPA). (2021). *Pembangunan Manusia Berbasis Gender 2021*. Jakarta: Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak (Kemen PPPA).
- Pertiwi, M. W., Kusmira, M., Reskiani, Simpony, B. K., Apriyani, Y., Iskandar, I. D., ... Amirulloh, I. (2022). Model Klasifikasi Naïve Bayes untuk Prediksi Indeks Harga Produsen. *SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi*, 11(1), 171–178. <https://doi.org/https://doi.org/10.32520/stmsi.v11i1.1669>

- The R Core Team. (2021). R : A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-devel/fullrefman.pdf>
- United Nations Development Programme (UNDP). (2020a). *Gender Inequality Index (GII)*. Retrieved from <https://hdr.undp.org/en/indicators/68606>
- United Nations Development Programme (UNDP). (2020b). *Technical notes: Calculating the human development indices—graphical presentation Human*. Retrieved from https://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2020_technical_notes.pdf
- Wang, H., & Zheng, H. (2013). Positive Predictive Value. In *Dubitzky W., Wolkenhauer O., Cho KH., Yokota H. (eds) Encyclopedia of Systems Biology*. New York (US): Springer. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9863->
- Wicaksono, A. S., & Yolanda, A. M. (2021). Pengelompokan Kabupaten / Kota di Provinsi Nusa Tenggara Timur Berdasarkan Indikator Indeks Pembangunan Manusia Menggunakan K-Medoids Clustering. *JSTAR: Jurnal Statistika Terapan*, 1(1), 79–90. <https://doi.org/10.5300/jstar.v1i1.7>
- Yolanda, A. M., & Yunitaningtyas, K. (2021). Segmentasi Provinsi Berdasarkan Sarana dan Perlengkapan Fasilitas Kesehatan Keluarga Berencana Tahun 2021. *Jurnal Keluarga Berencana*, 6(01), 20–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.37306/kkb.v6i1>