
SMOOTH SUPPORT VECTOR MACHINE (SSVM) UNTUK PENGKLASIFIKASIAN INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA KABUPATEN/KOTA SE-INDONESIA

¹Fatkhurokhman Fauzi, ²Moh. Yamin Darsyah, ³Tiani Wahyu Utami

^{1,2,3}Program Studi Statistika, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia
E-mail: fatkhurokhmanfauzi@gmail.com

ABSTRAK

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) adalah mengukur capaian pembangunan manusia berbasis sejumlah komponen dasar kualitas hidup. Indeks pembangunan manusia dikatakan rendah jika IPM kurang dari 60, IPM sedang antara 60 sampai kurang dari 70, IPM tinggi antara 70 sampai kurang dari 80, dan sama dengan 80 dan lebih dari 80 tergolong IPM tinggi. *Smooth Support Vector Machine* (SSVM) merupakan teknik pengklasifikasian yang tergolong baru. Algoritma yang digunakan adalah Newton Armijo dengan pendekatan kernel linier, polynomial, dan Radial Basis Function (RBF). Hasil klasifikasi indeks pembangunan manusia dengan metode SSVM dengan kernel linier menunjukkan keakuratan prediksi sebesar 84.77%, kernel polynomial 61.65%, dan kernel RBF sebesar 100%. Dengan jumlah klasifikasi 440 kabupaten/ kota untuk kernel linier, kernel polynomial 320, dan kernel RBF 519 kabupaten/kota yang dibagi menjadi 4 klasifikasi menurut BPS. Dari ketiga kernel yang digunakan kernel Radial Basis Function (RBF) merupakan kernel yang paling akurat dalam memperdiksi serta IPM.

Kata kunci: Indeks Pembangunan Manusia, *Smooth Support Vector Machine* (SSVM), kernel, akurasi, klasifikasi

PENDAHULUAN

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) atau *Human Development Index* (HDI) merupakan indeks pembangunan manusia yang dipergunakan untuk pencapaian hasil dari pembangunan suatu daerah atau wilayah dalam tiga dimensi dasar pembangunan yaitu lamanya hidup, pengetahuan/tingkat pendidikan dan standar hidup layak. Indeks pembangunan manusia juga sebagai tolak ukur kualitas suatu daerah, bangsa dan negara. Dimensi tersebut mencakup umur panjang dan sehat, pengetahuan, dan kehidupan yang layak. Untuk mengukur dimensi kesehatan, digunakan angka harapan hidup waktu lahir. Angka harapan hidup merupakan tolak ukur kualitas kesehatan di daerah tersebut. Semakin banyak fasilitas kesehatan dan pelayanan kesehatan serta sosialisasi tentang kesehatan maka angka harapan

hidup akan semakin tinggi, angka harapan hidup juga digunakan sebagai tolak ukur rata-rata masa hidup daerah atau wilayah tersebut. Selanjutnya untuk mengukur dimensi pengetahuan digunakan gabungan indikator harapan lama sekolah dan rata-rata lama sekolah. Faktor pendidikan sangatlah penting dalam menunjang pembangunan manusia karena dari pendidikanlah manusia itu berkembang dan berfikir maju, fasilitas-fasilitas pendidikan yang memadai dan system pendidikan yang bagus sangatlah mendukung untuk terciptanya dimensi pengetahuan yang tinggi. Adapun untuk mengukur dimensi hidup layak digunakan indikator kemampuan daya beli masyarakat terhadap sejumlah kebutuhan pokok yang dilihat dari rata-rata besarnya pengeluaran per kapita disesuaikan. Klasifikasi Indeks pembangunan manusia menurut [1]

dikatakan rendah jika $IPM < 60$, sedang $60 \leq IPM < 70$, tinggi $70 \leq IPM < 80$, dan ≥ 80 sangat tinggi.

Support Vector Machine (SVM) adalah suatu teknik yang relatif baru pada tahun 1995 untuk melakukan prediksi, baik dalam kasus klasifikasi maupun regresi, yang sangat populer belakangan ini. Menurut [8] SVM adalah solusi global optimal dan menghindari *deminsionality*. SVM berada dalam satu kelas dengan *Artificial Neural Network* (ANN) dalam hal fungsi dan kondisi permasalahan yang bisa diselesaikan. Keduanya masuk dalam kelas *supervised learning*, dimana dalam implementasinya perlu adanya tahap *training* dan disusul tahap *testing*. Menurut [8] Implementasi SVM berasal dari prinsip *structural risk minimization*. Dalam melakukan prediksi SVM diketahui sangatlah akurat dengan tingkat keakuratan mencapai 90%, hal ini dibuktikan oleh [5] yang berjudul "Performansi Perusahaan Finansial Distress dengan Metode Support Vector Machine" dan serta [2] dengan judul "Klasifikasi Tuberkulosis Dengan Pendekatan Metode Supports Vector Machine (SVM)". Namun SVM dalam melakukan prediksi dengan datanya besar tidak efisien. Oleh karena itu dikembangkan metode *smooth technique* yang mengganti *plus function* SVM dengan integral fungsi *sigmoid neural network* yang selanjutnya dikenal dengan *Smooth Support Vector Machine* (SSVM). Keakuratan SSVM hampir mencapai 100% jika datanya tidak lebih dari 3000, hal ini dibuktikan dalam jurnal yang ditulis oleh [6] dengan judul "Perbandingan *Reduced Support Vector Machine* dan *Smooth Vector Machine* untuk Klasifikasi *Large Data*". Kesimpulan yang didapat dari penelitian yang dilakukan bahwa metode SSVM sangat akurat digunakan untuk kasifikasi dengan tingkat akurasi 100% untuk SSVM tipe linier, 99.83 % untuk tipe lingkaran dan 99.93% tipe Checker-

board. Sedangkan penelitian yang dilakukan [4] yang di tuangkan dalam "SSVM: A Smooth Support Vector Machine for Classification", menunjukkan bahwa metode SSVM sangatlah akurat untuk jumlah data yang besar. Penelitian tentang Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dilakukan oleh [3] dengan judul "Pendugaan IPM pada Area Kecil Di Kota Semarang dengan Pendekatan Non parametrik".

Dari kedua penelitian tentang *Smooth Support Vector Machine* (SSVM) dapat disimpulkan bahwa *Smooth Support Vector Machine* (SSVM) mengatasi masalah data yang besar dan masih mempertahankan keakuratannya. Jumlah kabupaten/kota di Indonesia sangatlah banyak dengan jumlah sebesar 519 kabupaten/kota, dengan empat penggolongan IPM yaitu rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Untuk memprediksi IPM tergolong rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi dengan atribut pendukung yaitu angka harapan hidup, harapan lama sekolah, rata-rata lama sekolah, dan pengeluaran perkapita yang disesuaikan. Dengan jumlah kabupaten/kota se-Indonesia sebanyak 519, metode SVM kurang baik untuk memprediksi serta menghasilkan kekarutaan yang rendah, maka diperlukan metode khusus untuk menangani jumlah data yang banyak, berdasarkan latar belakang diatas bahwa metode SSVM sangatlah cocok untuk data yang berjumlah banyak dan belum adanya penelitian tentang klasifikasi IPM dengan metode SSVM maka akan dilakukan penelitian mengenai klasifikasi IPM di Indonesia berdsarkan kabupaten/kota se-Indonesia dengan metode SSVM.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui prediksi dan akurasi hasil prediksi IPM dengan metode SSVM menggunakan kernel linier, polynomial, dan Radial Basis Function (RBF), mengetahui akurasi terbaik dari ketiga jenis kernel, dan mengetahui hasil

klasifikasi IPM menggunakan metode SSVM kernel linier, polynomial, dan RBF. Dalam penelitian ini menggunakan algoritma Newton Armijo. Kernel yang digunakan adalah kernel linier, polynomial, dan RBF.

METODE PENELITIAN

Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari Badan Pusat Statistik (BPS). Data yang diambil adalah data tentang indeks pembangunan manusia, rata-rata lama sekolah, harapan lama sekolah, angka harapan hidup, dan pengeluaran perkapita yang disesuaikan tahun 2015. Jumlah data yang diteliti 519 data tiap variabel, yang dimana 519 adalah jumlah kabupaten/kota se-Indonesia.

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Indeks Pembangunan Manusia (IPM) sebagai variabel respon serta angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, harapan lama sekolah dan pengeluaran perkapita yang disesuaikan sebagai variabel predictor merujuk pada penelitian Moh Yamin Darsyah dan Rochdi Wasono (2013). Variabel dalam penelitian ini terdiri atas dua bagian yaitu variabel respon (Y) dan variabel prediktor (X). Variabel Respon terdiri dari empat kategori yaitu:

Y= 1 untuk indeks pembangunan manusia rendah

Y= 2 untuk indeks pembangunan manusia sedang

Y= 3 untuk indeks pembangunan manusia tinggi

Y= 4 untuk indeks pembangunan manusia sangat tinggi

Metode Analisis

Tahapan analisis yang akan digunakan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan pengumpulan data sekunder, yaitu indeks pembangunan manusia, angka harapan hidup, rata-

rata lama sekolah, harapan lama sekolah, dan pengeluaran perkapita yang disesuaikan.

2. Statistik deskriptif Indeks Pembangunan Manusia (IPM) kabupaten/kota se-Indonesia tahun 2015.
3. Melakukan pengelompokan indeks pembangunan manusia dengan metode SSVM. Berikut algoritma metode SSVM:
 - a. Membentuk data *training* dan *testing* untuk setiap dataset.
 - b. Menentukan parameter SSVM menggunakan Algoritma Newton Armijo.
 - c. Membangun model SSVM menggunakan fungsi kernel RBF, linier, dan polinomial.
 - d. Menentukan hasil prediksi yang benar dan yang salah dengan tabel kontingensi pada setiap fungsi kernel RBF, linier, dan polinomial.
 - e. Menghitung akurasi dari prediksi yang terbenuk dengan cara membagi jumlah prediksi yang benar dengan jumlah data uji pada setiap fungsi kernel RBF, linier, dan polinomial.
4. Menentukan hasil kinerja kasifikasi paling akurat diantara fungsi kernel Gaussian RBF, linier, dan polynomial.
5. Membuat kesimpulan dan saran atas hasil yang diperoleh dari penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistik Deskriptif

Statistik merupakan metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Hasil uji statistik deskriptif indeks pembangunan manusia beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya diantaranya angka harapan hidup, harapan lama sekolah, rata-rata lama sekolah, dan

Tabel 1. Statistik Deskriptif

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
IPM	519	25.47	84.56	67.1019	6.85551
AHH	519	53.60	77.46	68.7497	3.67270
HLS	519	2.17	17.01	12.4215	1.42082
RLS	519	.64	12.38	7.7935	1.68445
Perkapita	519	3625.36	22424.62	9397.3566	2558.65485
Valid N (listwise)	519				

pengeluaran perkapita yang disesuaikan terdapat pada tabel 1.

Berdasarkan tabel 1 jumlah sampel masing-masing variabel adalah 519 yang merupakan kabupaten/kota se-Indonesia pada tahun 2015. Untuk penjelasan terperinci mengenai statistik deskriptif tiap variabel sebagai berikut:

a. Indeks Pembangunan Manusia (IPM)

Dari hasil pengujian statistik deskriptif tabel 2 bahwa rata-rata indeks pembangunan manusia seluruh kabupaten/kota se-Indonesia adalah 67.1019 dimana dalam pengklasifikasian yang dilakukan oleh BPS termasuk dalam golongan IPM sedang. IPM tertinggi adalah 84.56 yaitu Kota Yogyakarta dan terendah adalah 25.47 yaitu Kabupaten Nduga, dengan standar deviasi sebesar 6.85551.

b. Angka Harapan Hidup (AHH)

Angka harapan hidup menggambarkan kualitas kesehatan masyarakat disuatu daerah. Angka harapan hidup juga merupakan rataan lama umur atau masa hidup di suatu daerah. Berdasarkan hasil pengujian statistik deskriptif tabel 2 diketahui bahwa rata-rata angka harapan hidup kabupaten/kota se-Indonesia adalah 68.749, artinya bahwa rataan lama umur atau masa hidup di kabupaten/kota se-Indonesia adalah berkisar 68 tahun. Untuk angka harapan hidup tertinggi adalah 77.46 yaitu Kabupaten Sukoharjo dan terendah adalah 53.60 yaitu Kabupaten Nuga, dengan standar deviasi sebesar 3.67270.

c. Harapan Lama Sekolah (HLS)

Harapan lama sekolah merupakan lamanya sekolah yang diharapkan akan dirasakan oleh anak pada umur tertentu pada masa yang akan datang. Berdasarkan tabel 2 rata-rata harapan lama sekolah kabupaten/kota se-Indonesia tahun 2015 sebesar 12.4215, artinya harapan lama sekolah yang akan dirasakan oleh anak dimasa mendatang berkisar 12 tahun. Harapan lama sekolah tertinggi adalah 17.01 yaitu Kota Banda Aceh dan terendah adalah 2.17 yaitu Kabupaten Nduga, sedangkan setandar defiasinya adalah 1.42082.

d. Rata-rata Sekolah (RLS)

Rata-rata lama sekolah menggambarkan jumlah yang digunakan oleh masyarakat dalam menjalani Pendidikan formal. Berdasarkan tabel 1 rataan rata-rata lama sekolah kabupaten/kota se-Indonesia tahun 2015 sebesar 7.7935, artinya jumlah yang digunakan masyarakat dalam menempuh Pendidikan formal adalah 7 tahun. Rata-rata lama sekolah tertinggi 12.38 yaitu Kota Banda Aceh dan terendah adalah 0.64 yaitu Kabupaten Nduga, dengan standar deviasi 1.68445.

e. Pengeluaran perkapita yang disesuaikan

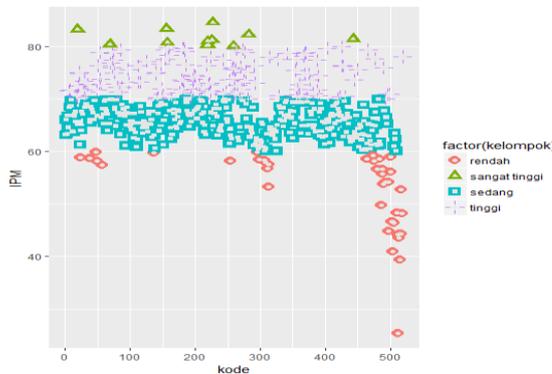
Pengeluaran perkapita didapat dari dimensi standar hidup layak yaitu menggambarkan tingkat kesejahteraan. Berdasarkan tabel 2 rataan pengeluaran perkapita yang disesuaikan adalah 9397.3566, dengan pengeluaran perkapita yang tertinggi sebesar 22424.62 yaitu Kota Jakarta Selatan dan terendah 3625.36 yaitu Kabupaten Nduga. Standar

deviasi pengeluaran perkapita yang disesuaikan sebesar 2558.65485



Gambar 1. Klasifikasi IPM

Berdasarkan gambar 1 sebanyak 322 kabupaten/kota tergolong dalam IPM sedang, 134 kabupaten/kota tinggi, 41 kabupaten/kota rendah, dan 12 kabupaten/kota dengan IPM tinggi.

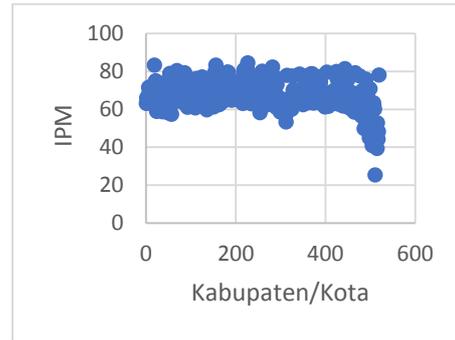


Gambar 2. Persebaran IPM

Berdasarkan gambar 2 persebaran IPM dengan kategori sedang dan tinggi tersebar merata diseluruh Indonesia. Sedangkan untuk IPM rendah dan tinggi tidak tersebar merata di kabupaten/kota Indonesia, serta jumlahnya sedikit.

Klasifikasi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan Smooth Support Vector Machine (SSVM)

Dalam penelitian ini akan diklasifikasikan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) menggunakan metode Smooth Support Vector Machine (SSVM), dimana IPM sebagai variabel respon, sedangkan angka harapan hidup, harapan lama sekolah, rata-rata lama sekolah, dan pengeluaran perkapita yang disesuaikan sebagai variabel prediktor.



Gambar 3. Scatter Plot

Berdasarkan Gambar 3 didapat sebaran data menyerupai bentuk linier namun mempunyai beberapa outlier yang jauh dari garis linier maka dalam kasus klasifikasi IPM kabupaten/kota se-Indonesia dengan metode SSVM menggunakan pendekatan kernel linier, polynomial, dan RBF. Dalam penelitian ini digunakan $\alpha =$ sebesar 0.01 berdasarkan algoritma Newton Armijo. Dengan hasil klasifikasi serta akurasi klasifikasi sebagai berikut:

Prediksi dan Akurasi Prediksi Klasifikasi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan Smooth Support Vector Machine (SSVM)

Tabel 2. Kontingensi SSVM Kernel Linier

f_{ij}	Kelas hasil prediksi(j)				
	Satu	Dua	Tiga	Empat	
Kelas asli(i)	Satu	26	15	0	0
	Dua	1	312	19	0
	Tiga	0	35	98	1
	Empat	0	0	8	4

kernel linier

Hasil klasifikasi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) kabupaten/kota se-Indonesia tahun 2015 menggunakan pendekatan kernel linier terangkum dalam tabel 2.

Berdasarkan tabel 2 kelompok IPM rendah (satu) yang diprediksi secara benar berjumlah 26 dan yang diprediksi secara salah berjumlah 1 dengan kelompok awal yaitu sedang (dua). Untuk

kelompok IPM sedang (dua) terdapat 312 yang diprediksi secara benar, 50 diprediksi secara salah dengan 15 berasal dari kelompok rendah (satu) dan 35 berasal dari kelompok tinggi (tiga). 98 IPM tinggi (tiga) diprediksi secara benar, sedangkan 27 diprediksi salah dengan rincian 19 berasal dari kelompok sedang (dua) dan 8 berasal dari kelompok sangat tinggi (empat). Sedangkan kelompok IPM sangat tinggi (empat) terdapat 4 yang diprediksi secara benar dan 1 diprediksi secara salah dengan kelompok asal yaitu tinggi (tiga).

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\sum \text{prediksi benar}}{\sum \text{prediksi yang dilakukan}} \times 100\% \\
 &= \frac{440}{519} \times 100\% \\
 &= 84.77\%
 \end{aligned}$$

Akurasi klasifikasi IPM kabupaten/kota se-Indonesia tahun 2015 dengan SSVM kernel linier sebesar 84.77 %.

Prediksi dan Akurasi Prediksi Klasifikasi Indeks Pembangunan

Tabel 3. Kontingensi SSVM Kernel Polynomial

f_{ij}	Kelas hasil prediksi(j)				
	Satu	Dua	Tiga	Empat	
Kelas asli(i)	Satu	0	41	0	0
	Dua	0	222	110	0
	Tiga	2	29	93	10
	Empat	1	0	6	5

Manusia (IPM) dengan Smooth Support Vector Machine (SSVM) kernel polynomial

Klasifikasi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) kabupaten/kota se-Indonesia tahun 2015 menggunakan pendekatan kernel polynomial terangkum dalam tabel 3.

Berdasarkan tabel 3 kelompok IPM rendah (satu) tidak ada yang diprediksi secara benar, sedangkan yang diprediksi secara salah berjumlah 3 yaitu 2 berasal dari kelompok tinggi (tiga) dan 1 berasal dari kelompok sangat tinggi (empat). 222 IPM kelompok sedang (dua) diprediksi secara benar, 70 diprediksi secara salah

dengan 41 berasal dari kelompok rendah (satu) dan 29 berasal dari kelompok tinggi (tiga). Untuk IPM kelompok tinggi (tiga) diprediksi secara benar sejumlah 99 dan dipredidksi secara salah 116 dengan 110 berasal dari kelompok sedang (dua) 6 berasal dari kelompok sangat tinggi (empat). Sedangkan IPM sangat tinggi (empat) diprediksi secara benar sebanyak 5 dan diprediksi secara salah berjumlah 10 dengan kelompok asal tinggi (tiga).

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\sum \text{prediksi benar}}{\sum \text{prediksi yang dilakukan}} \times 100\% \\
 &= \frac{320}{519} \times 100\% \\
 &= 61.65\%
 \end{aligned}$$

Akurasi klasifikasi IPM kabupaten/kota se-Indonesia tahun 2015 dengan SSVM kernel polynomial sebesar 61.65 %.

Tabel 4. Kontingensi SSVM Kernel Radial Basis Function(RBF)

f_{ij}	Kelas hasil prediksi(j)				
	Satu	Dua	Tiga	Empat	
Kelas asli(i)	Satu	41	0	0	0
	Dua	0	332	0	0
	Tiga	0	0	134	0
	Empat	0	0	0	12

Prediksi dan Akurasi Prediksi Klasifikasi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan Smooth Support Vector Machine (SSVM) kernel Radial Basis Function (RBF)

Klasifikasi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) kabupaten/kota se-Indonesia tahun 2015 menggunakan pendekatan kernel Radial Basis Function (RBF) terangkum dalam tabel 4. Berdasarkan tabel 4 IPM kelompok rendah (satu) diprediksi secara benar berjumlah 41, kelompok sedang (dua) sejumlah 322, kelompok tinggi (tiga) sejumlah 132, dan kelompok sangat tinggi (empat) sejumlah 12. Tidak ada satupun IPM diprediksi secara salah.

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\sum \text{prediksi benar}}{\sum \text{prediksi yang dilakukan}} \times 100\% \\
 &= \frac{519}{519} \times 100\%
 \end{aligned}$$

= 100%
 Akurasi klasifikasi Indeks
 pembangunan Manusia (IPM)
 kabupaten/kota se-Indonesia tahun 2015
 dengan *Smooth Support Vector Machine*
 (SSVM) kernel Radial Basis Function
 (RBF) sebesar 100%.

**Perbandingan Akurasi Prediksi
 Klasifikasi Indeks Pembangunan
 Manusia (IPM) dengan Metode
Smooth Support Vector Machine
 (SSVM) Kernel Linier, Polynomial,
 dan Radial Basis Function (RBF).**

Berdasarkan perhitungan akurasi
 prediksi kasifikasi Indeks Pembangunan
 Manusia (IPM) kabupaten/kota se-
 Indonesia tahun 2015 dengan metode
Smooth Support Vector Machine (SSVM)
 dengan menggunakan tiga jenis kernel
 yaitu kernel linier, polynomial, dan RBF
 jika dibandingkan didapat hasil sebagai
 berikut:

Tabel 5. Perbandingan Akurasi Prediksi
 Kaslifikasi

Metode dan Kernel	Akurasi
<i>Smooth Support Vector Machine</i> (SSVM) dengan Kernel Linier	84.77%
<i>Smooth Support Vector Machine</i> (SSVM) dengan Kernel Polynomial	61.65%
<i>Smooth Support Vector Machine</i> (SSVM) dengan Kernel Radial Basis Function (RBF)	100%

Berdasarkan tabel 5. didapat hasil
 akurasi prediksi klasifikasi IPM
 kabupaten/kota se-Indonesia tahun 2015
 dengan menggunakan metode SSVM
 kernel linier, polynomial, dan RBF yang
 terbaik adalah motode SSVM kernel RBF
 dengan akurasi mencapai 100%, artinya
 tidak ada *error* dalam melakukan

klasifikasi IPM kabupaten/kota se-
 Indonesia tahun 2015.

**Klasifikasi Indeks Pembangunan
 Manusia (IPM) Kabupaten/Kota se-
 Indonesia menggunakan Metode
Smooth Support Vector Machine
 (SSVM) Kernel Linier**

Setelah dilakukan peringkasan
 output dengan bantuan tabel kontingensi
 3 didapat 422 kabupaten/kota
 diklasifikasi secara tepat. Terdapat 26
 kabupaten/kota dengan klasifikasi IPM
 rendah diantaranya Kabupaten Nias,
 Kabupaten Nias Selatan, Kabupaten Nias
 Utara, Kabupaten Nias Barat, Kabupaten
 Sumba Tengah, Kabupaten Manggarai
 Timur, Kabupaten Manokowari Selatan,
 dan Kabupaten Puncak Jaya. IPM dengan
 klasifikasi sedang terdapat 312
 kabupaten/kota diantaranya Kabupaten
 Aceh singkil, Kabupaten Aceh Selatan,
 Kabupaten Aceh Tenggara, Kabupaten
 Aceh Timur, Kabupaten Aceh Barat,
 Kabupaten Pidie, Kabupaten Aceh Utara,
 Kabupaten Barat Daya, dan Kabupaten
 Aceh jaya. Untuk klasifikasi IPM tinggi
 terdapat 98 kabupaten/kota diantaranya
 Kabupaten Bener Meriah, Kota Sabang,
 Kota Langsa, Kota Lhokseuawe,
 Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten
 Toba Samosir, Kabupaten Batu,
 Kabupaten Simalungan, dan Kabupaten
 Karo. Sedangkan IPM tinggi sebanyak 4
 kabupaten/kota diantaranya Kota Banda
 Aceh, Kota Jakarta Selatanm Kota
 Yogyakarta, dan Kota Denpasar.

**Klasifikasi Indeks Pembangunan
 Manusia (IPM) Kabupaten/Kota se-
 Indonesia menggunakan Metode
Smooth Support Vector Machine
 (SSVM) Kernel Polynomial**

Hasil klasifikasi Indeks
 Pembangunan Manusia (IPM)
 kabupaten/kota se-Indonesia
 menggunakan Metode *Smooth Support
 Vector Machine*(SSVM) kernel
 polynomial diringkas pada tabel

kontingensi 4 dengan jumlah klasifikasi yang tepat terdapat 320 kabupaten/kota. Tidak terdapat klasifikasi yang tepat IPM rendah. Sedangkan klasifikasi IPM sedang terdapat 222 kabupaten/kota diantaranya Kabupaten Aceh Singkil, Kabupaten Aceh Selatan, Kabupaten Aceh Tenggara, Kabupaten Aceh Timur, Kabupaten Aceh Barat, Kabupaten Pidie, Kabupaten Aceh Taming, dan Kabupaten Aceh Jaya. Terdapat 93 kabupaten/kota dengan klasifikasi IPM tinggi yaitu Kota Langsa, Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Toba Samosir, Kabupaten Labuhan Batu, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Karo, Kabupaten Deli Serdang, dan Kota Sibolga. IPM) dengan klasifikasi sangat tinggi hanya terdapat 5 kabupaten/kota yang diklasifikasikan dengan tepat yaitu Kota Jakarta Selatan, Kota Denpasar, Kota Malang, Kota Yogyakarta, dan Kota Jakarta Timur.

Klasifikasi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Kabupaten/Kota se-Indonesia menggunakan Metode *Smooth Support Vector Machine* (SSVM) Kernel RBF

Berdasarkan tabel peringkasan output pada tabel kontingensi 5 terdapat 519 kabupaten/kota dengan klasifikasi yang tepat. Terdapat 41 kabupaten/kota dengan klasifikasi IPM rendah diantaranya Kabupaten Nias, Kabupaten Nias Selatan, Kabupaten Nias Utara, Kabupaten Nias Barat, Kabupaten Kepulauan Mentawai, Kabupaten Mesuji, Kabupaten Sampang, Kabupaten Timor Tengah Selatan, dan Kabupaten Alor. IPM dengan klasifikasi sedang terdapat 332 kabupaten/kota diantaranya Kabupaten Aceh Utara, Kabupaten Aceh Barat Daya, Kabupaten Lues, Kabupaten Aceh Taming, Kabupaten Aceh Jaya, Kabupaten Aceh Singkil, Kabupaten Aceh Selatan, Kabupaten Aceh Tenggara, Kabupaten Aceh Barat, dan Kabupaten Pidie. Klasifikasi IPM tinggi terdapat 134 kabupaten/kota yaitu Kabupaten Aceh Besar, Kabupaten Bener Meriah,

Kabupaten Pidie Jaya, Kota Sabang, Kota Langsa, Kota Lhokseumawe, Kabupaten tapanuli Utara, dan Kabupaten Karo. Sedangkan IPM tinggi sebanyak 12 kabupaten/kota diantaranya Kota Banda Aceh, Kota Padang, Kota Jakarta Selatan, Kota Jakarta Timur, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Semarang, Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, Kota Malang, Kota Denpasar, dan Kota Kendari.

UCAPAN TRIMAKASIH

Ucapan trimakasih peneliti ucapkan kepada semua pihak yang telah berperan dalam keberhasilan penelitian ini terutama dosen pembimbing.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Prediksi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) kabupaten/kota se-Indonesia tahun 2015 dengan metode *Smooth Support Vector Machine* (SSVM) kernel linier memberikan hasil prediksi IPM rendah secara benar berjumlah 26, sedang 312, tinggi 98, dan kelompok IPM sangat tinggi 4. Jumlah keseluruhan kelompok yang diprediksi secara benar adalah 440 dan 79 tidak tepat prediksinya. Tingkat akurasi prediksi SSVM dengan kernel linier sebesar 84.77%. Sedangkan untuk SSVM menggunakan kernel polynomial memberikan hasil prediksi IPM rendah secara benar berjumlah 0, sedang 222, tinggi 93, dan sangat tinggi 5. Jumlah keseluruhan kelompok yang diprediksi secara benar adalah 320 dan 199 salah. Tingkat akurasi prediksi SSVM dengan kernel polynomial sebesar 61.65%. SSVM dengan kernel RBF memberikan hasil prediksi IPM rendah secara benar berjumlah 41, sedang 332, tinggi 134, dan sangat tinggi 12. Jumlah keseluruhan kelompok yang diprediksi secara benar adalah 519 dengan tingkat akurasi prediksi SSVM dengan kernel RBF sebesar 100%.

2. Akurasi prediksi hasil klasifikasi yang paling akurat adalah metode *Smooth Support Vector Machine* (SSVM) dengan kernel Radial Basis Function (RBF) dibandingkan kernel linier dan kernel polynomial, dengan akurasi sebesar 100%.
3. Klasifikasi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan metode *Smooth Support Vector Machine* (SSVM) dengan kernel linier terdapat 26 kabupaten/kota dengan klasifikasi IPM rendah, 312 kabupaten/kota dengan klasifikasi IPM sedang, 98 kabupaten/kota dengan klasifikasi IPM tinggi, dan 4 kabupaten/kota dengan IPM sangat tinggi. Sedangkan SSVM menggunakan kernel polynomial didapat klasifikasi IPM sedang sebanyak 222 kabupaten/kota, 93 kabupaten/kota dengan klasifikasi IPM tinggi, dan 5 kabupaten/kota dengan klasifikasi IPM sangat tinggi. Klasifikasi IPM dengan metode SSVM kernel RBF didapat 41 kabupaten/kota yang termasuk IPM rendah. Sedangkan 332 kabupaten/kota termasuk dalam klasifikasi IPM sedang, 134 kabupaten/kota termasuk dalam klasifikasi IPM tinggi, dan 12 kabupaten/kota termasuk klasifikasi IPM sangat tinggi.

SARAN

Adapun saran dari penelitian ini adalah:

1. Dalam penelitian ini menggunakan data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) kabupaten/kota se-Indonesia tahun 2015 yang berjumlah 519 kabupaten/kota. Harapannya dalam penelitian selanjutnya jumlah data yang digunakan lebih banyak lagi untuk menguji kekakuratan metode *Smooth Support Vector Machine* (SSVM).
2. Dalam penelitian ini terbatas dalam menggunakan pendekatan jenis kernel

yang digunakan yaitu linier, polynomial, dan Radial Basis Function. Diharapkan pada penelitian selanjutnya penggunaan kernel lebih bervariasi lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS. 2014. *Indeks Pembangunan Manusia Metode Baru*, Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- [2] Darsyah, M.Y. 2014. Klasifikasi Tuberkulosis Dengan Pendekatan Metode Supports Vector Machine (SVM). *Jurnal Statistika Unimus* 2(2) 37-41.
- [3] Darsyah, M.Y. dan R. Wasono. 2013. Pendugaan IPM Pada Area Kecil Di Kota Semarang dengan Pendekatan Nonparametrik. *Prosiding 10th Seminar Nasional Statistika Universitas Diponegoro 2013*: 205-215.
- [4] Lee, Y.J. dan O.L. Mangansarian 2001. SSVM:A Smooth Support Vector Machine for Classification. *Computstional Optimization and Applications* 20: 5-22.
- [5] Pristiyani, M.Y. Darsyah, dan I.M. Nur. 2016. Performansi Perusahaan Finansial Distress Dengan Metode Support Vector Machine (SVM). *Jurnal Statistik Unimus*. 4(1) 20-29.
- [6] Suryanto, E dan S.W. Purnami. 2015. Perbandingan Reduced Support Vector Machine dan Smooth Support Vector Machine untuk Klasifikasi Large Data. *Jurnal Sains dan Seni ITS* 4(1) 25-30.
- [7] Wu, Q dan J.FAN. 2013. Smooth Support Vector Machine based on piecewise function. *The Jorunal of China Universities of Posts and Telecommunications* 20(5):122-128.
- [8] Yuan, Yubo. 2013. Forecasting the Movement Direction of Exchange Rate with Polynomial Smooth Support Vector Machine.

*Mathematical and Computer
Modelling 57(2013) 932-94.*