

## Penggunaan Metode *Support Vector Machine* Klasifikasi Multiclass pada Data Pasien Penyakit Tiroid

Rina Silviany Tantika \*

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\* rinasilviany67@gmail.com

**Abstract.** At first classification was used for the problem of grouping two classes, but later developed for the problem of grouping more than two classes or multiclass classification. In the multiclass classification it is assumed that each observation is grouped into only one label. Support Vector Machine (SVM) is one method used to recognize a pattern. SVM can be used for classification problems for both binary and multiclass classification. There are two types of approaches to multiclass classification, namely One Against All and One Against One. The One Against One approach builds and combines several binary classifiers, while the One Against All approach is to consider all data in one optimization formulation directly. Thyroid disease is a condition in which the shape or function of the thyroid gland is abnormal. Hyperthyroidism is a condition in which too much thyroid hormone is produced. Hypothyroidism is a condition where there is a lack of thyroid hormone production. The data used is the data of patients with thyroid disease which is sourced from the UCI Repository Of Machine Learning. The results of this study were obtained from the SVM multiclass One Against One approach with a linear kernel to predict whether the patient's thyroid class was normal (euthyroidism), hypothyroidism or hyperthyroidism. The results obtained an accuracy rate of 93.85% after the variables were first normalized. It can be concluded that in the classification process using the SVM classification method through the SVM One Against One approach, the accuracy value is better.

**Keywords:** *Classification, Classification multiclass, Support Vector Machine, SVM Multiclass Classification, One Against One dan One Against All.*

**Abstrak.** Klasifikasi adalah teknik yang berusaha untuk menentukan item dalam kelas atau kategori yang telah ditentukan. Pada awalnya klasifikasi digunakan untuk masalah pengelompokan dua kelas, tetapi kemudian berkembang untuk masalah pengelompokan lebih dari dua kelas atau klasifikasi *multiclass*. Dalam klasifikasi *multiclass* diasumsikan bahwa masing-masing pengamatan dikelompokkan hanya ke dalam satu label. *Support Vector Machine* (SVM) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengenali suatu pola. SVM dapat digunakan untuk permasalahan klasifikasi baik untuk klasifikasi biner ataupun *multiclass*. Ada dua jenis pendekatan untuk klasifikasi *multiclass* yaitu *One Against All* dan *One Against One*. Pendekatan *One Against One* membangun dan menggabungkan beberapa pengklasifikasi biner, sedangkan pendekatan *One Against All* adalah dengan mempertimbangkan semua data dalam satu formulasi optimasi secara langsung. Penyakit tiroid adalah suatu kondisi di mana bentuk atau fungsi kelenjar tiroid tidak normal. *Hipertiroidisme* merupakan suatu kondisi di mana terlalu banyak hormon tiroid yang dihasilkan. *Hipotiroidisme*, merupakan kondisi kurangnya produksi hormon tiroid. Data yang digunakan merupakan data pasien penderita penyakit tiroid yang bersumber dari UCI *Repository Of Machine Learning*. Hasil dari penelitian ini didapatkan dari metode SVM *multiclass* pendekatan *One Against One* dengan kernel linier untuk menduga kelas tiroid pasien apakah normal (*euthyroidism*), *hypothyroidism* atau *hyperthyroidism*. Hasilnya diperoleh tingkat akurasi sebesar 93,85% setelah variabelnya terlebih dulu dinormalisasi. Dapat disimpulkan bahwa dalam proses klasifikasi dengan menggunakan metode klasifikasi SVM melalui pendekatan SVM *One Against One* nilai akurasi lebih baik

**Kata Kunci:** *Klasifikasi, klasifikasi multiclass, Support Vector Machine, SVM Multiclass Classification, One Against One dan One Against All.*

## A. Pendahuluan

Klasifikasi ialah salah satu bidang kajian dalam *machine learning*. Analisis Klasifikasi adalah proses menemukan model terbaik dari *classifier* untuk memprediksi kelas dari suatu objek atau data yang label kelasnya tidak diketahui (Han dan Kamber, 2001). Metode klasifikasi merupakan metode pengelompokan data, metode ini mempelajari tentang data sampel dengan menggunakan algoritma pengklasifikasian yang mengenali pola tertentu pada data sampel terhadap kelas target, sehingga dapat dilakukan prediksi pada kelas target dengan menggunakan data baru. Metode klasifikasi ini dapat dilakukan dengan pendekatan parametrik dan nonparametric.

Banyak metode *machine learning* yang telah dikembangkan dalam membantu klasifikasi tanpa terikat oleh asumsi dan memberikan fleksibilitas analisis data yang lebih besar akan tetapi menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi dan mudah dalam penggunaannya, misalnya metode klasifikasi *K-Nearest Neighbourhood* (K-NN), *Neural Network* (NN) dan *Support Vector Machine* (SVM)

*Support Vector Machine* (SVM) ialah metode *machine learning* baru yang digunakan dalam melakukan prediksi, baik dalam kasus klasifikasi maupun regresi. SVM memberikan pendekatan secara statistik dalam proses pengenalan pola. SVM akan mencari *support vector* terbaik yang memisahkan dua kelas yang berbeda dengan menggunakan margin yang terbesar. SVM pertama kali diperkenalkan oleh Vapnik dan rekannya. SVM ini merupakan metode yang terkenal untuk menyelesaikan permasalahan dalam data mining dan pengklasifikasian. Pengklasifikasian SVM menggunakan sebuah fungsi atau *hyperplane* yang digunakan untuk memisahkan dua buah kelas pola, SVM berusaha untuk mencari *hyperplane* yang optimal dimana dua kelas pola dapat dipisahkan dengan maksimal. Pada dasarnya, *Support Vector Machine* adalah metode pengklasifikasian biner. Pengklasifikasian *multiclass* dengan *Support Vector Machine* dapat dilakukan dengan mempatisi dataset berdasarkan kelas untuk dibentuk pengklasifikasian biner

Klasifikasi *multiclass* merupakan kegiatan mengklasifikasikan setiap titik data pada kelas yang berbeda, dimana banyak kelasnya lebih dari dua. Terdapat beberapa pendekatan pengklasifikasian *multiclass*, diantaranya yaitu *One Against One* dan *One Against All*. Kedua pendekatan ini dapat membantu proses klasifikasi *multiclass*. Pada kehidupan nyata, klasifikasi *multiclass* banyak digunakan pada berbagai bidang terutama pada bidang medis seringkali ditemui klasifikasi dalam kasus *multiclass*. Salah satunya yaitu pada kasus penyakit tiroid. Penyakit tiroid merupakan gangguan yang disebabkan oleh kelainan bentuk atau fungsi kelenjar tiroid.

Sedikitnya terdapat 17 juta orang Indonesia mengalami gangguan tiroid dan hampir 60% dari mereka, saat ini hidup dengan gangguan tiroid yang tidak terdiagnosis. Angka tersebut merupakan hasil survey yang dilakukan oleh perusahaan sains dan teknologi, yang dirilis dalam rangka peringatan Pekan Kesadaran Tiroid International (*Thyroid Awareness Week(ITA W)*) ke-12.

Penyakit tiroid merupakan gangguan yang disebabkan oleh kelainan bentuk atau fungsi kelenjar tiroid. Kelenjar tiroid merupakan kelenjar yang terletak di leher dan berfungsi untuk menghasilkan hormon tiroid yang mengatur metabolisme tubuh. Gangguan pada kelenjar dan hormon tiroid yang terjadi akan menyebabkan gejala penyakit tiroid yang berbeda, tergantung pada jenis penyebabnya. Penyakit tiroid terjadi ketika kelenjar tiroid berubah dan menghasilkan terlalu sedikit atau terlalu banyak hormone tiroid.

Karena pada data penyakit tiroid ini terdapat 3 jumlah kelompok kelas yaitu kondisi Normal dimana kelenjar tiroid menghasilkan hormon tiroid yang mencukupi. Kondisi *Hypothyroidism* (Hipoteroidisme) dimana suatu kondisi kelenjar tiroid menghasilkan hormon tiroid yang kurang atau tidak mencukupi. Dan kondisi *Hyperthyroidism* (Hiperteroidism) dimana suatu kondisi kelenjar tiroid menghasilkan terlalu banyak hormon tiroid. Dikarenakan terdapat lebih dari 2 jumlah kelompok maka akan digunakan metode *Support Vector Machine Multiclass Classification*.

Tujuan utama penelitian ini adalah yang pertama untuk mengetahui klasifikasi pasien penderita penyakit tiroid dengan menggunakan metode *Support Vector Machine* dengan

pendekatan *One Against All*. Kedua untuk mengetahui klasifikasi pasien penderita penyakit tiroid dengan menggunakan metode *Support Vector Machine* dengan pendekatan *One Against One* dan ketiga yaitu untuk mengetahui tingkat keakuratan pengklasifikasian pada pasien penderita penyakit tiroid yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Support Vector Machine* dengan pendekatan *one against one* dan *one against all*.

## B. Metodologi Penelitian

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang bersumber dari *UCI Repository Of Machine Learning*, berdasarkan kelengkapan hasil *medical*, anamnesis (riwayat kesehatan) dan scan yang digunakan untuk memprediksi penyakit tiroid pasien. Dengan jumlah prediktor ( $x$ ) yang digunakan sebanyak 5 dan jumlah data yang digunakan yaitu sebanyak 215. Data tiroid ini terdiri dari 3 kelas yaitu: Normal dimana suatu produksi hormon tiroid oleh kelenjar tiroid mencukupi dan seimbang berada pada kondisi normal sebanyak 150 pasien, *Hypothyroidism* suatu keadaan dimana produksi hormone tiroid oleh kelenjar tiroid tidak mencukupi atau kurangnya hormone tiroid sebanyak 35 pasien, *Hyperthyroidism* suatu keadaan dimana produksi hormone tiroid oleh kelenjar tiroid terlalu berlebihan sebanyak 30 pasien.

Proses klasifikasi dilakukan dengan menggunakan metode *Support Vector Machine multiclass* dengan data yang telah di normalisasi untuk dapat mengklasifikasikan data multiclass ke dalam label Normal, *hyperthyroidism*, dan *Hypothyroidism*. Variabel data yang digunakan sebanyak 5 yaitu  $X_1$  (Persentase hasil uji asam T3),  $X_2$  (Total Serum Thyroxin),  $X_3$  (Total serum triiodothyronin),  $X_4$  (Hormon basal thyroid stimulating), dan  $X_5$  (Perbedaan maximal absolute pada nilai TSH setelah disuntik) Proses analisis terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

1. Menyiapkan data variabel tak bebas (Y) dan variabel bebas (X) mengenai data pasien penyakit tiroid.
2. Menormalisasikan data dengan menggunakan normalisasi *z-score* dengan menggunakan rumus yang terdapat pada persamaan (2.16)
3. Menggunakan kernel Linear sebagai kernel yang digunakan pada penelitian ini.
4. Melakukan klasifikasi *Support Vector Machine Multiclass* dengan pendekatan *One Againsts One* dengan menggunakan library yang terdapat pada software python
5. Melakukan klasifikasi *Support Vector Machine Multiclass* dengan pendekatan *One Againsts All* dengan menggunakan library yang terdapat pada software python
6. Membandingkan hasil akurasi terbaik untuk mendapatkan hasil terbaik.
7. Menarik kesimpulan

## C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Akan menjelaskan mengenai implementasi hasil klasifikasi yang diperoleh dari metode *Support Vector Machine Multiclass* dengan pendekatan *One Against One* dan *One Against all* yang menggunakan *library* yang terdapat pada *Software Python*. Langkah awal yang dilakukan pada data pasien penyakit tiroid ini yaitu menormalisasikan terlebih dahulu data yang digunakan kemudian menggunakan kernel Linear untuk mengklasifikasikan data pasien dan terakhir yaitu menghitung nilai akurasi yang diperoleh.

### Proses Normalisasi

Langkah pertama yang dilakukan yaitu normalisasi data. Normalisasi data merupakan salah satu cara untuk dipahami dalam praproses data dikarenakan nilai pada data biasanya memiliki rentang yang berbeda-beda dan perlu dilakukan normalisasi, agar tidak terjadi bias dalam proses data *mining*. Normalisasi merupakan proses menyederhanakan rentang data dengan jangkauan nilai tertentu. Biasanya digunakan untuk data yang bernilai sangat besar dan sangat kecil agar mendapatkan rentang nilai yang seimbang (Haryati, et al., 2016). Banyak metode yang dapat digunakan untuk normalisasi salah satunya yaitu dengan normalisasi *z-score* atau yang biasanya disebut dengan *zero-mean*. *Z-score* ini mernormalisasi nilai  $x_i$  pada data yang digunakan atau nilai atribut yang digunakan menjadi nilai baru yaitu  $x_i^1$  dengan berdasarkan nilai rata rata dari data yang digunakan tersebut dan standar deviasi.

Pada penelitian kali ini normalisasi data ini digunakan untuk membuat nilai atribut agar memiliki skala nilai yang sama supaya menghasilkan data yang stabil dan sesuai. Normalisasi

yang digunakan pada penelitian ini adalah normalisasi *Z-Score*. Metode ini merupakan selesih dari data dengan nilai meannya lalu dibagi dengan standar deviasi data tersebut. Proses normalisasi ini menggunakan bantuan software python. Hasilnya adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil Normalisasi

X1	X2	X3	X4	X5	Y
-0.19743	0.062875	0.105508	-0.32363	-0.18575	1
0.258999	0.020298	0.73954	-0.14384	0.210758	1
1.324006	0.658955	0.246404	-0.24191	-0.44595	1
-0.04529	-0.95898	-0.31718	-0.24191	-0.33444	1
-0.34958	-0.5332	-0.38763	-0.22556	-0.53269	1
-0.34958	-0.78867	0.03506	-0.24191	0.347057	1
0.030783	0.126741	-0.31718	-0.20922	-0.18575	1
0.33507	0.020298	0.246404	-0.22556	0.185977	1
-0.27351	-0.08614	0.105508	-0.22556	-0.5203	1
-0.19743	0.680243	-0.66942	-0.32363	-0.13618	1
..	...	...	...	...	...
1.85651	-1.68279	-1.02166	2.536764	0.495746	3
0.71543	-1.00155	-0.66942	0.673419	4.53514	3
0.639358	-0.70351	-0.52852	-0.19287	0.904642	3
2.23687	-1.19315	-0.95121	0.232101	0.260322	3
-0.50172	-1.00155	-0.45808	-0.2746	0.099241	3
-0.95815	-1.08671	-0.66942	-0.12749	1.040941	3
-0.57779	-0.95898	-0.45808	-0.25825	0.309885	3

#### Klasifikasi menggunakan *Support Vector Machine* (SVM)

*Support Vector Machine* (SVM) adalah suatu teknik baru dan sangat populer di decade balakangan ini, yang bertujuan untuk melakukan prediksi baik dalam kasus klasifikasi maupun regresi. Dalam teknik ini berusaha menemukan fungsi pemisah (klasifier) terbaik diantara fungsi yang tidak terbatas jumlahnya untuk memisahkan dua macam objek, pemisah tersebut dinamakan dengan *hyperplane*. *Hyperplane* terbaik merupakan *hyperplane* yang terletak di tengah-tengah antara dua obyek dari dua kelas. Mencari *Hyperplane* terbaik ini ekuivalen dengan memaksimalkan *margin*. *Margin* yaitu jarak tegak lurus antara *hyperplane* dengan obyek terdekat yang dinamakan dengan *support vector*. proses optimasi SVM yang ingin memaksimalkan nilai margin dapat dilakukan dengan cara meminimalkan pembagiannya, yaitu  $\|w\|$ , atau dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{minimize } \frac{1}{2} \|w\|^2 \quad (1)$$

dengan syarat:

$$y_i(wx_i + b) \geq 1, i = 1, 2, \dots, i$$

$w$  = bobot vektor

$b$  = bilangan skalar yang menyatakan nilai bias

$w_i$  = data ke- $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$

$x_i$  = data ke- $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$

#### *Support Vector Machine* (SVM) For Multiclass

Pada awalnya, SVM dikembangkan untuk persoalan klasifikasi dua kelas. Sedangkan persoalan untuk klasifikasi multi kelas masih menjadi perhatian para peneliti (Hsu and Lin, 2002). Pada tahapan klasifikasi ini menggunakan pendekatan utama SVM multi kelas yaitu *One Against All* dan *One Against One*.

1. *One Against All*

Metode ini, untuk masalah klasifikasi  $k$ -kelas menemukan  $k$  fungsi pemisah dimana  $k$  adalah banyaknya kelas. Misalkan ada sebuah fungsi pemisah yang dinamakan dengan  $p$ . Dalam metode ini,  $p^i$  ditrain dengan semua data dari kelas- $i$  dengan label +1 dan semua data dari kelas lain dengan label -1. Jika mempunyai  $l$  data untuk training  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_l, y_l)$  dimana  $x_i \in R^n, i = 1, 2, \dots, l$  adalah data input dan  $y_i \in S = \{1, 2, \dots, k\}$  adalah kelas  $x_i$  yang bersangkutan, maka fungsi pemisah ke- $i$  adalah menyelesaikan optimasi berikut (dalam problem primal)

$$\min_{w^i} \frac{1}{2} (w^i)^T w^i + C \sum_{j=1}^l t_j^i \tag{2}$$

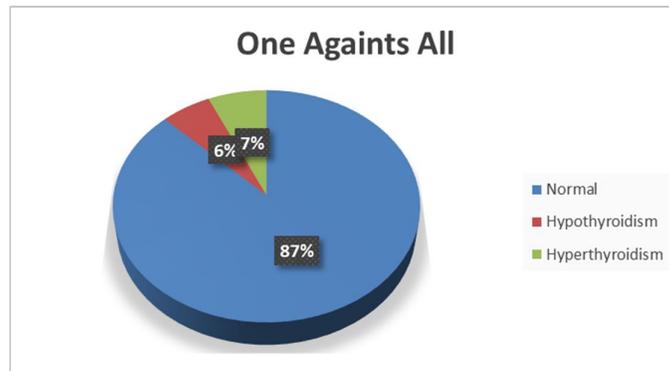
dengan syarat:

$$\begin{aligned} w^i x_j + b^i &\geq 1 - t_j^i, \text{ jika } y_j = i \\ w^i x_j + b^i &\leq -1 + t_j^i, \text{ jika } y_j \neq i \\ t_j &\geq 0, j = 1, 2, \dots, l; i = 1, 2, \dots, k \end{aligned}$$

Pada tahapan klasifikasi ini pengujian yang dilakukan menggunakan metode SVM *Multiclass* dengan pendekatan *One Against All* berikut merupakan hasil yang didapat.

**Tabel 2.** Klasifikasi SVM *One Against All*

Normal	<i>Hypothyroidism</i>	<i>Hyperthyroidism</i>
181	12	14



**Gambar 1.** Klasifikasi SVM *One Against All*

Berdasarkan hasil tabel dan grafik diatas dari 215 pasien dapat disimpulkan bahwa 181 pasien masuk kedalam kategori normal atau sebanyak 87% pasien tidak menderita *Hypothyroidism* ataupun *Hyperthyroidism*. Dan 12 pasien atau 6% masuk ke dalam kategori *Hypothyroidism*. Sisanya sebanyak 14 pasien atau 7% masuk ke dalam kategori *Hyperthyroidism*

2. *One Against One*

Pada metode *One Against One* perlu menemukan  $k(k - 1)/2$  fungsi pemisah, dimana setiap fungsi detrain dengan data dari dua kelas. Misalkan mempunyai persoalan dengan 3-kelas, maka harus menemukan 3 fungsi pemisah yaitu  $p^{12}, p^{13}$  dan  $p^{23}$ . Ketika mentraining  $p^{12}$  maka semua data dari kelas 1 diberi label +1 dan semua data dari kelas 2 diberi label -1. Pendekatan yang samapun dipakai untuk mentraining  $p^{13}$  dan  $p^{23}$ .

Untuk training data dari kelas ke- $i$  dan ke- $j$ , dapat diselesaikan dengan menggunakan persoalan klasifikasi dua-kelas berikut:

$$\min_{w^{ij}} \frac{1}{2} (w^{ij})^T w^{ij} + C \sum_r t_r^{ij} \tag{3}$$

dengan syarat:

$$w^{ij}x_r + b^{ij} \geq 1 - t_r^{ij}, \text{ jika } y_r = i$$

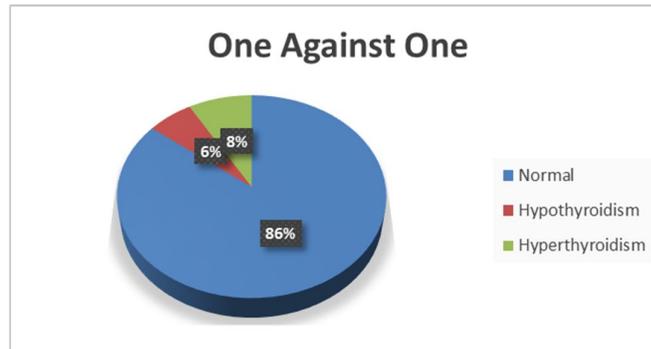
$$w^{ij}x_r + b^{ij} \leq -1 + t_r^{ij}, \text{ jika } y_r \neq i$$

$$t_r^{ij} \geq 0$$

Pada tahapan klasifikasi ini pengujian yang dilakukan menggunakan metode SVM *Multiclass* dengan pendekatan *One Against One* berikut merupakan hasil yang didapat.

**Tabel 3.** Klasifikasi SVM *One Against One*

Normal	<i>Hypothyroidism</i>	<i>Hyperthyroidism</i>
184	13	18



**Gambar 2.** Hasil Klasifikasi SVM *One Against One*

Berdasarkan hasil tabel dan grafik diatas dari 215 pasien dapat disimpulkan bahwa 184 pasien masuk kedalam kategori normal atau sebanyak 86% pasien tidak menderita *Hypothyroidism* ataupun *Hyperthyroidism*. Dan 13 pasien atau 6% masuk ke dalam kategori *Hypothyroidism*. Sisanya sebanyak 18 pasien atau 8% masuk ke dalam kategori *Hyperthyroidism*.

**Nilai Akurasi Prediksi**

Pada prediksi menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) yang telah dinormalisasi dan menggunakan kernel Linear dengan menggunakan pendekatan klasifikasi yaitu SVM *One Against One* dan SVM *One Against Rest* terdapat hasil akurasi dari kedua metode SVM *Multiclass* tersebut.

**Tabel 4.** Nilai Akurasi Pengujian SVM *Multiclass*

Metode	Akurasi
SVM <i>One Against One</i> kernel Linear	99,53%
SVM <i>One Against All</i> kernel linear	87,69%

Nilai akurasi yang didapatkan berguna untuk mengukur performa kasifikasi berdasarkan keakuratan dari metode klasifikasi SVM *Multiclass*. Berdasarkan tabel 4.4 dapat dilihat bahwa nilai akurasi terbesar adalah SVM *One Againts One* dengan nilai akurasi sebesar 99,53% maka dapat disimpulkan bahwa pada penelitian kali ini metode SVM *One Againts One* lebih baik dibandingkan dengan SVM *One Against All* dengan nilai akurasi sebesar 87,69%.

**Analisis Hasil**

Dari hasil yang sudah dijelaskan di atas maka dapat disimpulkan bahwa model yang digunakan pada penelitian ini menggunakan model SVM *Multiclass One Against One* serta kernel yang digunakan yaitu kernel linear dikarenakan hasil dari *One Against One* mendapatkan hasil yang lebih besar maka hasil tersebut lebih baik digunakan dibandingkan dengan *One Againts All*. Ketepatan dalam klasifikasi dapat dihitung dengan menggunakan akurasi. Pengujian ini

dilakukan dengan menormalisasi data. Dibawah ini merupakan *confusion matrix* yang terbentuk dari hasil klasifikasi.

**Tabel 5.** Confusion Matrix Kernel Linear One Against One

		Kelas Hasil Prediksi		
		Normal	<i>Hypothyroidism</i>	<i>Hyperthyroidism</i>
Kelas Asli	Normal	149	1	0
	<i>Hypothyroidism</i>	0	35	0
	<i>Hyperthyroidism</i>	0	0	30

*Confusion matrix* pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa pada baris pertama mampu memprediksi data dengan kelas Normal dengan benar sebesar 149 dan terdapat data yang salah diprediksi sebanyak 1 yang masuk ke dalam kelas *Hypothyroidism*. Pada baris kedua, memprediksi 35 data kelas *Hypothyroidism* dengan benar. Begitu juga pada baris ketiga, memprediksi 30 data kelas *Hyperthyroidism* dengan benar. Berdasarkan hasil *confusion matrix* pada tabel 4.5 tersebut nilai akurasi dapat dihitung secara manual dengan menggunakan persamaan 2.17 hasil yang didapat adalah sebagai berikut:

$$akurasi = \frac{149 + 35 + 30}{215} \times 100\% = 99,53\%$$

Hasil tersebut sama saja dengan hasil yang didapatkan dengan menggunakan software Python.

**D. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data mengenai klasifikasi penyakit tiroid dengan menggunakan metode *Support Vector Machine multiclass* dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil klasifikasi pasien penderita penyakit tiroid dengan menggunakan *Support Vector Machine* dengan pendekatan *One Against All* mendapatkan hasil 181 pasien dengan kondisi normal, 12 pasien masuk ke dalam kondisi *Hypothyroidism*, dan 14 pasien masuk ke dalam kondisi *Hyperthyroidism*.
2. Hasil klasifikasi pasien penderita penyakit tiroid dengan menggunakan *Support Vector Machine* dengan pendekatan *One Against One* mendapatkan hasil 184 pasien dengan kondisi normal, 13 pasien masuk ke dalam kondisi *Hypothyroidism*, dan 18 pasien masuk ke dalam kondisi *Hyperthyroidism*.
3. Nilai akurasi yang didapatkan pada metode *Support Vector Machine* dengan pendekatan *One Against One* mendapatkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan *Support Vector Machine* dengan pendekatan *One Against All*. Dikarenakan nilai akurasi yang didapatkan *One Against One* lebih besar dari pada *One Against All* yaitu sebesar 99.53%

**Acknowledge**

Terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

**Daftar Pustaka**

[1] Agustina, Weni (2018) *Implementasi Metode Support Vector Machine (SVM) Untuk Klasifikasi Rumah Layak Huni (Studi Kasus: Desa Kidal Kecamatan Tumpang Kabupaten Malang)*. Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.

[2] Agustina, S., Agoestanto, A., & Hendikawati, P. (2017). Klasifikasi Tingkat Kesejahteraan Keluarga Provinsi Jawa Tengah Tahun 2015 Menggunakan Metode Regresi Logistik Ordinal Dan *Support Vector Machine*. *Unnes Journal of Mathematics*, 6(1), 59-69.

[3] Akbar, A. (2015). *Implementasi Algoritma Svm (Support Vector Machine) Untuk Mengetahui Tingkat Risiko Penyakit Stroke*. (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).

- [4] Alita, D., Fernando, Y., & Sulistiani, H. (2020). Implementasi Algoritma Multiclass SVM pada Opini Publik Berbahasa Indonesia di Twitter. *Jurnal Tekno Kompak*, 14(2), 86-91.
- [5] Ana Mariyam Puspitasari, D. E. (2018). Klasifikasi Penyakit Gigi Dan Mulut Menggunakan Metode *Support Vector Machine*. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 802-810.
- [6] Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. *Machine learning*, 20(3), 273-297.
- [7] Fadli, D. R. (2021, Maret 26). *Penyakit Tiroid* . Diambil kembali dari Halodoc.com: <https://www.halodoc.com/kesehatan/penyakit-tiroid>
- [8] Halidi, R. (2020, Mei 28). *Survei: 17 Juta Orang Indonesia Alami Gangguan Tiroid*. Diambil kembali dari suara.com: <https://www.suara.com/health/2020/05/28/070500/survei-17-juta-orang-indonesia-alami-gangguan-tiroid?page=2>
- [9] Hsu, C. W., & Lin, C. J. (2002). A comparison of methods for multiclass *Support Vector Machines*. *IEEE transactions on Neural Networks*, 13(2), 415-425.
- [10] Khaulsari, H. (2016). *Combine Sampling-Least Square Support Vector Machine Untuk Klasifikasi Multi Class Imbalanced Data* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
- [11] Azizah, Prily Dwi. (2021). *Penerapan Probabilistic Neural Network pada Klasifikasi Berat Bayi Baru Lahir*, *Jurnal Riset Statistika*, 1(2), 152-159.