



## Algoritma Supervised dan Unsupervised Learning:

Supervised Learning	Unsupervised Learning
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Linear Regression</li><li>✓ Decision Tree and Random Forest</li><li>✓ Naive Bayes Classifier</li><li>✓ Nearest Neighbour Classifier (KNN)</li><li>✓ Artificial Neural Network</li><li>➡ Support Vector Machine (SVM)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ K-Means</li><li>▪ Hierarchical Clustering</li><li>▪ DBSCAN</li><li>▪ Association Rule</li><li>▪ Apriori Algorithm</li></ul>



# Metode Support Vector Machine (SVM)?





# APA ITU SVM?



- **Support Vector Machine** dikembangkan oleh Boser, Guyon, Vapnik. Pertama kali di presentasikan pada tahun 1992 di Annual Workshop on Computational Learning Theory
- Konsep klasifikasi dengan SVM adalah mencari Hyperplane terbaik dengan memaksimalkan jarak antar kelas
- **SVM** adalah Algoritma Supervised untuk klasifikasi yang bekerja dengan cara mencari hyperplane terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua kelas data
- Ide sederhana dari SVM adalah memaksimalkan margin yang merupakan jarak pemisah antara kelas data
- SVM mampu bekerja pada dataset yang berdimensi tinggi dengan menggunakan kernel trik
- SVM hanya menggunakan beberapa titik data terpilih yang berkontribusi (Support Vector) untuk membentuk model yang akan digunakan dalam proses klasifikasi



# FUNGSI KERNEL SVM

No	Nama Kernel	Definisi Fungsi
1	Linier	$K(x,y) = x.y$
2	Polinomial of degree d	$K(x,y) = (x.y)^d$
3	Polinomial of degree up to d	$K(x,y) = (x.y + c)^d$
4	Gaussian RBF	$K(x,y) = \exp\left(\frac{-\ x-y\ ^2}{2\sigma^2}\right)$
5	Sigmoid (Tangen Hiperbolik)	$K(x,y) = \tanh(\sigma(x.y)+c)$
6	Invers Multi Kuadratik	$K(x,y) = \frac{1}{\sqrt{\ x-y\ ^2+c^2}}$
7	Additive	$K(x,y) = \sum_{i=1}^n K_i(x_i, y_i)$

Kernel Linier digunakan ketika data yang akan diklasifikasi dapat terpisah dengan sebuah garis/hyperplane.

Kernel non-Linier digunakan ketika data hanya dapat dipisahkan dengan garis lengkung atau sebuah bidang pada ruang dimensi tinggi (Kernel Trik, No.2 sampai 6).



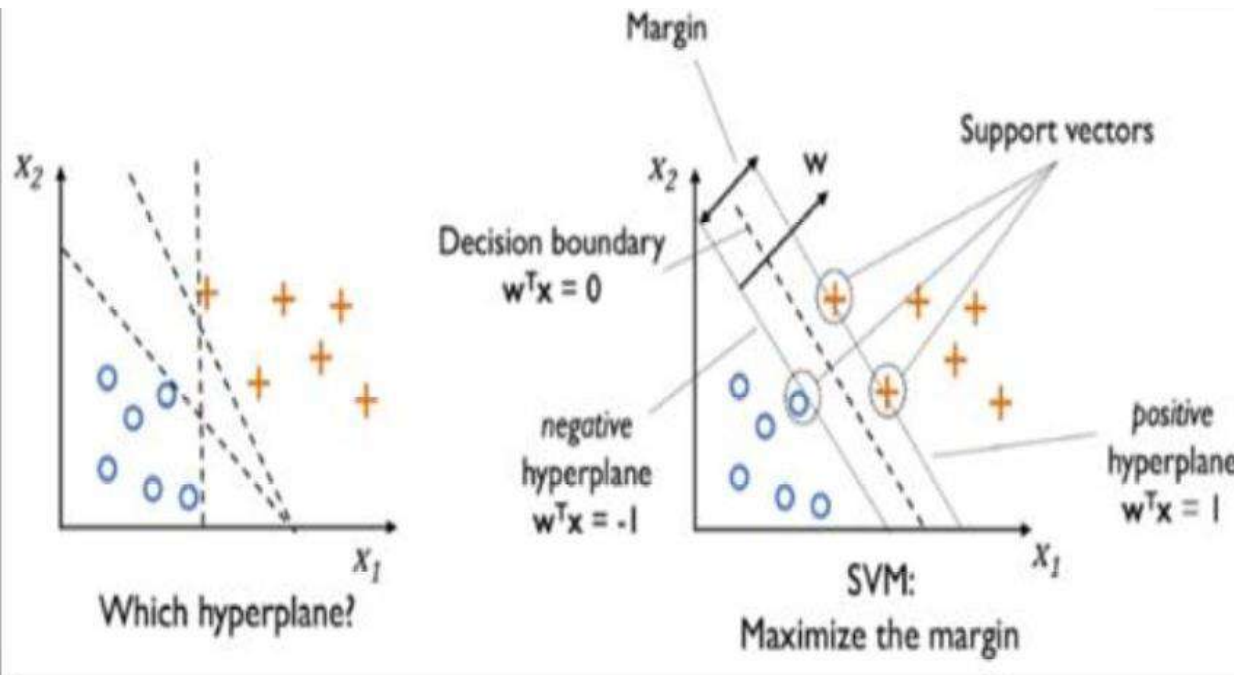


## LEBIH JAUH TENTANG SVM

- SVM merupakan salah satu metode dalam *supervised learning* yang biasanya digunakan untuk klasifikasi (seperti *Support Vector Classification*) dan regresi (*Support Vector Regression*)
- Dalam pemodelan klasifikasi, SVM memiliki konsep yang lebih matang dan lebih jelas secara matematis dibandingkan dengan teknik-teknik klasifikasi lainnya
- SVM juga dapat mengatasi masalah klasifikasi dan regresi dengan *linear* maupun *non linear*.
- SVM digunakan untuk mencari *hyperplane* terbaik dengan memaksimalkan jarak antar kelas
- *Hyperplane* adalah sebuah fungsi yang dapat digunakan untuk pemisah antar kelas
- Dalam 2-D fungsi yang digunakan untuk klasifikasi antar kelas disebut sebagai ***line whereas***, fungsi yang digunakan untuk klasifikasi antar kelas dalam 3-D disebut ***plane similarly***, sedangkan fungsi yang digunakan untuk klasifikasi di dalam ruang kelas dimensi yang lebih tinggi di sebut ***hyperplane***



# LEBIH JAUH TENTANG SVM



Hyperplane yang memisahkan dua kelas positif (+1) dan negatif(-1) (Eko Prasetyo)

- *Hyperplane* yang ditemukan SVM diilustrasikan seperti Gambar diatas, posisinya berada ditengah-tengah antara dua kelas, artinya jarak antara hyperplane dengan objek-objek data berbeda dengan kelas yang berdekatan (terluar) yang diberi tanda bulat kosong dan positif
- Dalam SVM objek data terluar yang paling dekat dengan *hyperplane* disebut **support vector**
- Objek yang disebut *support vector* paling sulit diklasifikasikan dikarenakan posisi yang hampir tumpang tindih (**overlap**) dengan kelas lain
- Mengingat sifatnya yang **kritis**, hanya *support vector* inilah yang diperhitungkan untuk menemukan *hyperplane* yang paling optimal oleh SVM.





## KEUNTUNGAN SVM

1. SVM sangat membantu apabila tidak memiliki banyak ide tentang data.
2. Dapat digunakan untuk data yang tidak berdistribusi teratur dan tidak diketahui distribusinya.
3. Algoritma ini memiliki teknik yang sangat berguna untuk memecahkan masalah kompleks apa pun, yang disebut kernel.
4. Tidak mengalami kondisi *overfitting* dan bekerja dengan baik bila ada indikasi pemisahan yang jelas.
5. Mampu menangani data berdimensi tinggi.
6. Algoritma SVM memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dan melakukan prediksi lebih cepat.
7. Dapat diterapkan pada model pembelajaran *semi-supervised*.
8. Memiliki kompleksitas komputasi yang lebih baik dibandingkan dengan algoritma lain.
9. Dapat digunakan walaupun sampel pelatihan data memiliki bias
10. Memiliki kemampuan untuk menormalkan data.



## KARAKTERISTIK SVM



- SVM memerlukan proses pelatihan dengan menyimpan hasil Support Vector yang didapatkan untuk digunakan kembali pada saat proses prediksi atau testing
- SVM selalu memberikan model yang sama dan solusi yang sama dengan margin maksimal
- SVM dapat memisahkan data yang distribusi kelasnya bersifat linier maupun non linier
- SVM tidak dipengaruhi oleh dimensi data yang tinggi, sehingga tidak ada proses reduksi dimensi didalamnya
- Memori yang digunakan dalam SVM dipengaruhi oleh banyaknya data, bukan besarnya dimensi data





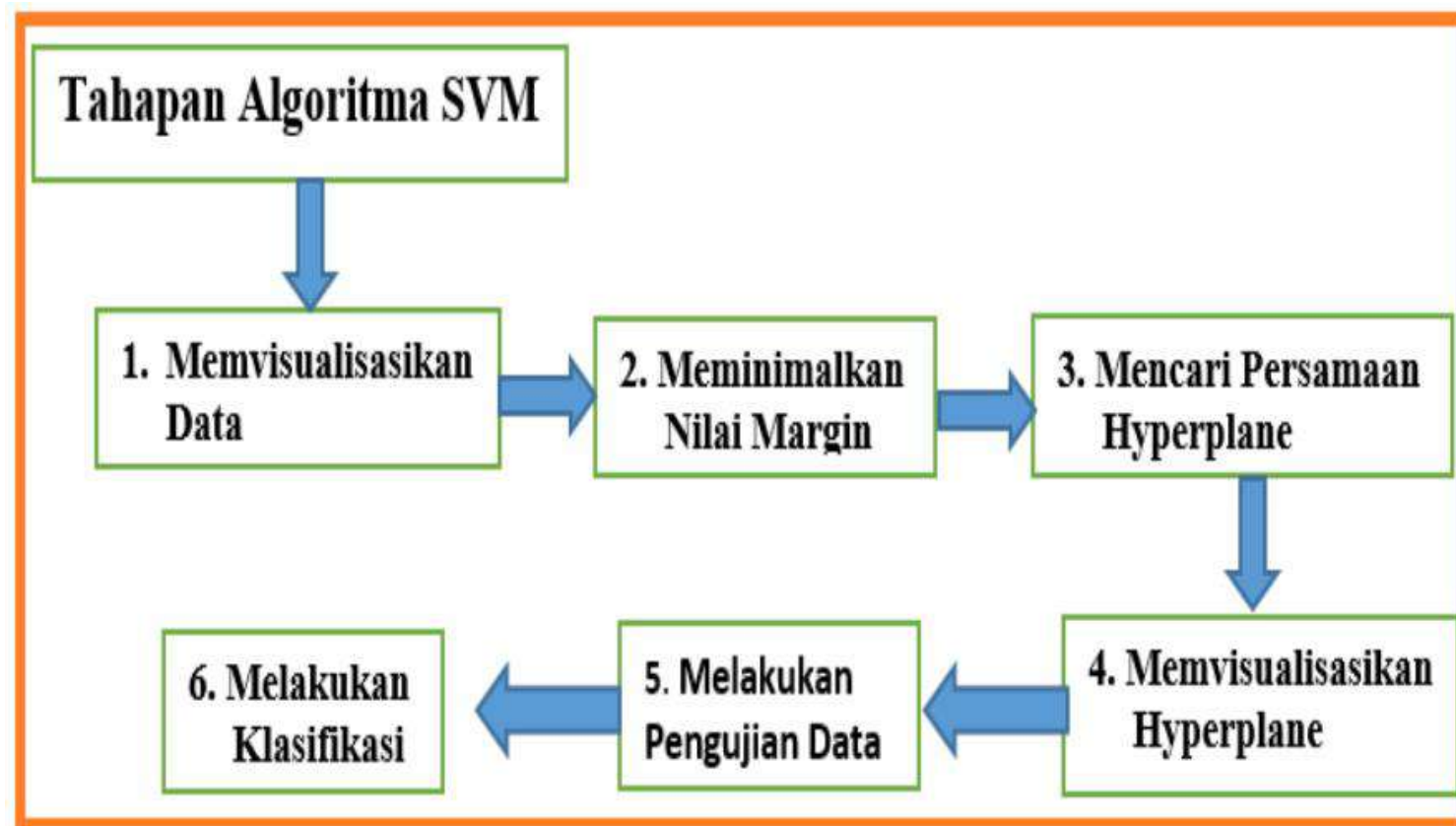
# ALGORITMA SVM



- Algoritma SVM merupakan salah satu algoritma yang termasuk dalam kategori Supervised Learning, yang artinya data yang digunakan untuk belajar oleh mesin merupakan data yang telah memiliki label sebelumnya. Sehingga dalam proses penentuan keputusan, mesin akan mengkategorikan data testing ke dalam label yang sesuai dengan karakteristik yang dimilikinya.
- Cara kerja dari metode SVM khususnya pada masalah non-linear adalah dengan memasukkan konsep kernel ke dalam ruang berdimensi tinggi
- Tujuannya adalah untuk mencari hyperplane atau pemisah yang dapat memaksimalkan jarak (margin) antar kelas data
- Untuk menemukan hyperplane terbaik, kita dapat mengukur margin kemudian mencari titik maksimalnya
- Proses pencarian hyperplane yang terbaik ini adalah inti dari metode SVM



# TAHAPAN ALGORITMA SVM

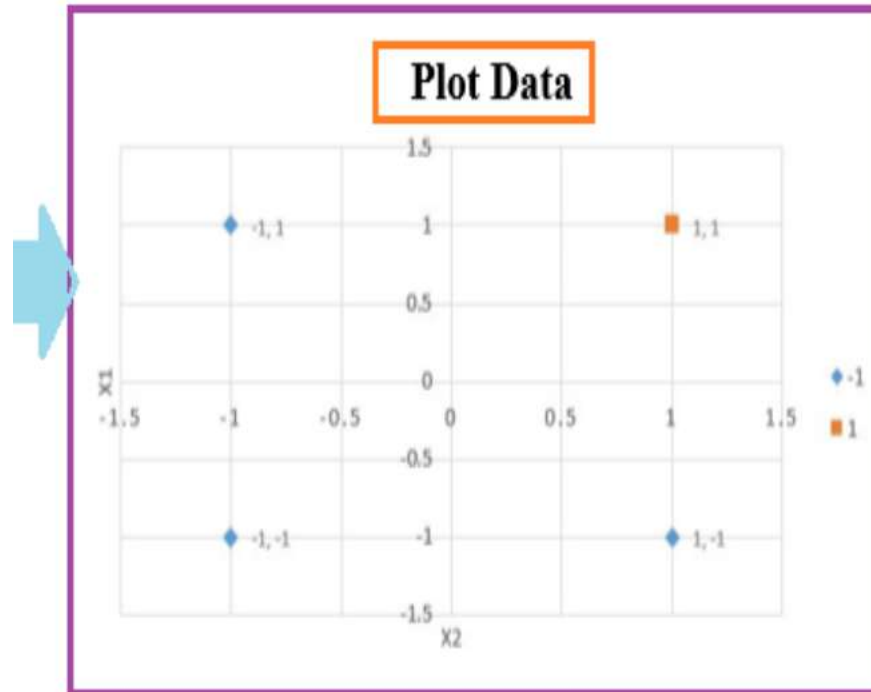




# CONTOH STUDI KASUS SVM LINIER (Tahap 1: Visualisasi data)

## Contoh Data:

X1	X2	Kelas (y)
1	1	1
1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	-1



## Penjelasan gambar:

- Pada gambar terlihat bahwa terdapat 2 kelas, yaitu -1 warna biru dan 1 warna orange
- Masing-masing titik tersebut digunakan untuk mencari pemisah antara data positif dan negatif





## CONTOH STUDI KASUS SVM LINIER (Tahap 2: Meminimalkan nilai margin)

Karena ada 2 fitur ( $x_1$  dan  $x_2$ ), maka  $W$  juga akan memiliki 2 fitur ( $W_1$  dan  $W_2$ ), formulasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

Meminimalkan nilai:

$$\frac{1}{2} \|w\|^2 = \frac{1}{2} (w_1^2 + w_2^2)$$

Dengan Syarat :

$$y_i(w \cdot x_1 + b) \geq 1, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$y_i(w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + b) \geq 1$$

$x_1$	$x_2$	Kelas ( $y$ )
1	1	1
1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	-1



## CONTOH STUDI KASUS SVM LINIER (Tahap 3: Mencari persamaan hyperlane)

Cara Perhitungan-1:

X1	X2	Kelas (y)
1	1	1
1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	-1

$$y_i(w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + b) \geq 1$$

$$1(w_1 \cdot 1 + w_2 \cdot 1 + b) \geq 1$$

$$(w_1 + w_2 + b) \geq 1$$

Cara Perhitungan-2:

X1	X2	Kelas (y)
1	1	1
1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	-1

$$y_i(w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + b) \geq 1$$

$$-1(w_1 \cdot 1 + w_2 \cdot -1 + b) \geq 1$$

$$(-w_1 + w_2 - b) \geq 1$$



## CONTOH STUDI KASUS SVM LINIER (Tahap 3: Mencari persamaan hyperlane)

Cara Perhitungan-3:

X1	X2	Kelas (y)
1	1	1
1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	-1

$$y_i(w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + b) \geq 1$$

$$-1(w_1 \cdot -1 + w_2 \cdot 1 + b) \geq 1$$

$$(w_1 - w_2 - b) \geq 1$$

Cara Perhitungan-4:

X1	X2	Kelas (y)
1	1	1
1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	-1

$$y_i(w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + b) \geq 1$$

$$-1(w_1 \cdot -1 + w_2 \cdot -1 + b) \geq 1$$

$$(w_1 + w_2 - b) \geq 1$$






# CONTOH STUDI KASUS SVM LINIER

## (Tahap 3: Mencari persamaan hyperlane)

### HASIL PERSAMAAN

No	x1	x2	y
1	1	1	1
2	1	-1	-1
3	-1	1	-1
4	-1	-1	-1

- 
1.  $(w1 + w2 + b) \geq 1$
  2.  $(-w1 + w2 - b) \geq 1$
  3.  $(w1 - w2 - b) \geq 1$
  4.  $(w1 + w2 - b) \geq 1$

Berdasarkan persamaan-persamaan diatas  $\rightarrow$  dapat dicari nilai dari setiap variabel ( $w1, w2, b$ ) dengan menjumlahkan 2 persamaan, sbb:



# CONTOH STUDI KASUS SVM LINIER (Tahap 3: Mencari persamaan hyperlane) Menjumlahkan Persamaan

Jumlahkan Persamaan yang telah didapatkan

1.  $(w_1 + w_2 + b) \geq 1$ , untuk  $y_1 = 1, x_1 = 1, x_2 = 1$
2.  $(-w_1 + w_2 - b) \geq 1$ , untuk  $y_2 = -1, x_1 = 1, x_2 = -1$
3.  $(w_1 - w_2 - b) \geq 1$ , untuk  $y_3 = -1, x_1 = -1, x_2 = 1$
4.  $(w_1 + w_2 - b) \geq 1$ , untuk  $y_4 = -1, x_1 = -1, x_2 = -1$

1. Jumlahkan persamaan (1) dan (2)

$$\begin{array}{r} (w_1 + w_2 + b) \geq 1 \\ (-w_1 + w_2 - b) \geq 1 \\ \hline + \\ 2w_2 = 2 \\ \text{Maka } w_2 = 1 \end{array}$$

2. Jumlahkan persamaan (1) dan (3)

$$\begin{array}{r} (w_1 + w_2 + b) \geq 1 \\ (w_1 - w_2 - b) \geq 1 \\ \hline + \\ 2w_1 = 2 \\ \text{Maka } w_1 = 1 \end{array}$$

3. Jumlahkan persamaan (2) dan (3)

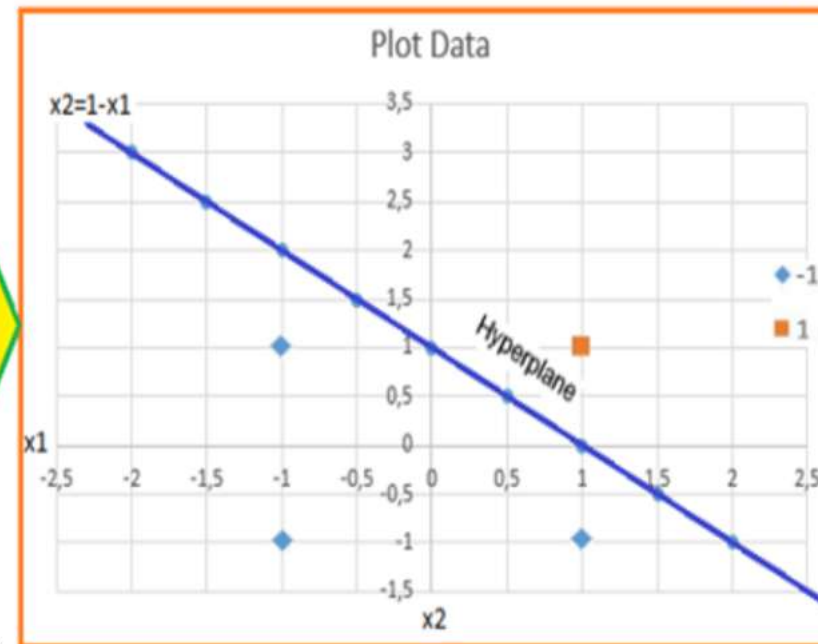
$$\begin{array}{r} (-w_1 + w_2 - b) \geq 1 \\ (w_1 - w_2 - b) \geq 1 \\ \hline + \\ -2b = 2 \\ \text{Maka } b = -1 \end{array}$$



# CONTOH STUDI KASUS SVM LINIER (Tahap 4: Visualisasi Hyperlane)

x1	x2=1-x1
2	-1
1,5	-0,5
1	0
0,5	0,5
0	1
-0,5	1,5
-1	2
-1,5	2,5
-2	3

**Persamaan ( $x_2=1-x_1$ ) → garis Hyperplane**  
 Tentukan beberapa nilai x1  
 Pilih nilai x1 disekitar data asal  
 Misal: antara 2 dan -2 (2 -1,5 ..... 1,5 2)  
 Hitung x2 dan buatlah garis Hyperplane



- Menyajikan batas keputusan yang didapat dari Persamaan  $x_2 = 1 - x_1$
- Berdasarkan asumsi diatas → kedua belah kelas terpisah secara sempurna oleh *hyperplane*





# CONTOH STUDI KASUS SVM LINIER (Tahap 5: Pengujian Data)

Jika dilakukan prediksi pada data Training:

1	1
1	-1
-1	1
-1	-1

$$f(x_1) = x_{11} + x_{12} - 1 = 1 + 1 - 1 = 1$$

Hasil = 1 ( $\geq 0$ ) → Vektor 1

diprediksi *masuk kelas 1*

$$f(x_2) = x_{21} + x_{22} - 1 = 1 + (-1) - 1 = -1$$

Hasil = -1 ( $< 0$ ) → Vektor 2

diprediksi *masuk kelas -1*

$$f(x_3) = x_{31} + x_{32} - 1 = -1 + 1 - 1 = -1$$

Hasil = -1 ( $< 0$ ) → Vektor 3

diprediksi *masuk kelas -1*

$$f(x_4) = x_{41} + x_{42} - 1 = -1 + (-1) - 1 = -3$$

Hasil = -3 ( $< 0$ ) → Vektor 4

diprediksi *masuk kelas -1*



# CONTOH STUDI KASUS SVM LINIER (Tahap 6: Melakukan Klasifikasi)

Menentukan kelas dengan  
prediksi masuk ke kelas 1  
atau -1

