

SKRIPSI

**PENERAPAN SUPPORT VECTOR MACHINE UNTUK
DETEKSI EVENT KEBAKARAN DI WIRELESS SENSOR
NETWORK**



Victor Christian

NPM: 2015730022

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2020**

UNDERGRADUATE THESIS

**APPLICATION SUPPORT VECTOR MACHINE FOR FIRE
EVENT DETECTION IN WIRELESS SENSOR NETWORK**



Victor Christian

NPM: 2015730022

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN SUPPORT VECTOR MACHINE UNTUK DETEKSI EVENT KEBAKARAN DI WIRELESS SENSOR NETWORK

Victor Christian

NPM: 2015730022

Bandung, 6 Januari 2020

Menyetujui,

Pembimbing

Elisati Hulu, M.T.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Chandra Wijaya, M.T.

Kristopher David Harjono, M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PENERAPAN SUPPORT VECTOR MACHINE UNTUK DETEKSI EVENT KEBAKARAN DI WIRELESS SENSOR NETWORK

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 6 Januari 2020

Meterai Rp. 6000

Victor Christian
NPM: 2015730022

ABSTRAK

Kebakaran merupakan sebuah kejadian yang dapat terjadi kapan saja dan di mana saja. Salah satu sifat dari kebakaran adalah menghancurkan. Jika tidak cepat ditanggulangi, kejadian kebakaran ini dapat merenggut banyak korban jiwa maupun materiil. Untuk mencegah kejadian ini, perlu adanya sebuah pencegahan agar kebakaran tidak menimbulkan banyak korban.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melakukan pencegahan kejadian kebakaran adalah dengan menggunakan sensor. Sensor akan digunakan untuk mengumpulkan data dan nantinya akan diprediksi apakah terjadi kebakaran atau tidak. Sensor-sensor ini terhubung dalam sebuah jaringan yang disebut *Wireless Sensor Network* (WSN). Seluruh node sensor akan disebar ke dalam sebuah lingkungan. Data yang dikumpulkan berupa suhu, kelembapan dan tekanan udara. WSN tidak dapat berdiri sendiri dalam melakukan deteksi kejadian kebakaran sehingga WSN akan dibantu oleh *Support Vector Machine* (SVM). SVM dapat melakukan klasifikasi terhadap data-data hasil *sensing* baik klasifikasi terhadap dua kelas atau lebih, dalam kasus ini dilakukan klasifikasi dua kelas (*binary classification*).

Dalam melakukan pencegahan terhadap kejadian kebakaran dibuatlah aplikasi yang dapat memberitahu pengguna saat kejadian kebakaran terjadi. Aplikasi ini menggunakan SVM untuk melakukan deteksi kejadian kebakaran berdasarkan hasil dari *sensing* yang dilakukan oleh WSN. Aplikasi ini berhasil diimplementasikan dan berdasarkan hasil pengujian dengan mendeteksi api yang ada di sekitar lingkungan dari ukuran kecil sampai besar bahwa aplikasi dapat digunakan dengan baik.

Kata-kata kunci: Wireless Sensor Network, Support Vector Machine, ekstraksi fitur

ABSTRACT

Fire is an event that can happen anytime and anywhere. One of the characteristic of fire is devastating. If it is not quickly dealt with, the fire incident could take many lives and material losses. To prevent this incident, there needs to be prevention so that fires do not cause more casualties.

One way that can be used is to use sensors. The sensor will be used to collect data and will be used to predict whether a fire has occurred or not. These sensors are connected in a network called Wireless Sensor Network (WSN). All sensor nodes will be distributed into an environment. Data collected in the form of temperature, humidity and air pressure. WSN cannot stand alone in detecting fire events so that WSN will be assisted by Support Vector Machine (SVM). SVM can classify the results of data, both two or more classes, in this case the classification of two classes (binary classification).

In making a fire prevention application, an application can be made to notify the user when a fire event occurs. This application uses SVM to detect fire events based on the results of *sensing* conducted by WSN. This application was successfully implemented and based on test results by detecting fire around the environment from small to large sizes that the application can be used properly.

Keywords: Wireless Sensor Network, Support Vector Machine, feature extraction

*Persembahan untuk Tuhan yang Maha Esa, Almamater dan Nusa
Bangsa*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan tuntunan yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **Penerapan Support Vector Machine untuk Deteksi Event Kebakaran di Wireless Sensor Network** sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Sarjana Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Jurusan Teknik Informatika Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis menyadari dengan segala keterbatasan yang penulis miliki banyak hambatan serta rintangan yang terjadi dan tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak, baik moril maupun materil. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

1. Sutarto dan Bastijani Vivian Ernawati sebagai orang tua dari penulis dan keluarga besar penulis, terima kasih atas curahan kasih sayang, doa, nasihat, motivasi dan pengorbanan materilnya selama penulis menempuh studi di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Universitas Katolik Parahyangan.
2. Sahabat terbaik penulis Rita Novianti yang selalu menjadi motivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi dan memberi dukungan kepada penulis.
3. Bapak Mangadar Situmorang, Ph.D. selaku Rektor Universitas Katolik Parahyangan.
4. Ibu Dr.rer.nat. Cecilia Esti Nugraheni selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Universitas Katolik Parahyangan.
5. Ibu Mariskha Tri Adithia, PD.Eng selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika Universitas Katolik Parahyangan.
6. Bapak Elisati Hulu, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah berkenan meminjamkan sensor guna menjadi alat utama dalam pengerjaan skripsi penulis dan berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dalam penulisan skripsi ini.
7. Bapak Chandra Wijaya, S.T., M.T. dan Bapak Kristopher David Harjono M.T. sebagai dosen penguji yang telah berkenan menilai hasil skripsi penulis serta memberikan kritik dan saran guna menyempurnakan skripsi yang ditulis oleh penulis.
8. Teman-teman seperjuangan anak bimbingan Bapak Elisati Hulu.
9. Teman-teman seperjuangan angkatan 2015 yang telah lulus dan menjadi motivasi penulis untuk menyusul.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan naskah skripsi ini.

Bandung, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Pembahasan	2
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Wireless Sensor Network[1]	5
2.1.1 Node Sensor	5
2.1.2 Arsitektur dan Topologi	6
2.1.3 Penerapan Wireless Sensor Network	8
2.1.4 Sistem Operasi	9
2.1.5 PreonVM	9
2.2 Deteksi Kebakaran[2]	13
2.2.1 Kamera	13
2.2.2 Pan-Tilt-Zoom Camera (PTZ Camera)	13
2.2.3 Sensor Inframerah	13
2.2.4 Sensor Suhu dan Asap[3]	14
2.2.5 Support Vector Machine pada Wireless Sensor Network[4]	14
2.3 Support Vector Machine[5]	14
2.3.1 Kecerdasan Buatan[6]	14
2.3.2 Machine Learning	15
2.3.3 Data Set	16
2.3.4 Support Vector Machine	16
2.3.5 Keuntungan dan Kerugian SVM	24
2.4 LibSVM	25
2.5 Mengukur Kinerja Aplikasi	25
3 ANALISIS	27
3.1 Deskripsi Perangkat Lunak	27
3.2 Analisis Aplikasi Deteksi Kejadian Kebakaran	28
3.2.1 Diagram Use Case	28
3.2.2 Scenario	29

3.2.3	Flow Chart Perangkat Lunak	30
3.2.4	Kelas Diagram Sederhana	31
3.2.5	Diagram Sekuens	33
3.3	Analisis Komunikasi Node Sensor dan Format Pesan	33
3.4	Analisis Ekstraksi Fitur	34
3.5	Analisis Model Classifier	35
3.6	Analisis SVM Predict	35
4	PERANCANGAN	37
4.1	Perancangan Interaksi Antara Control Base Station dan Node Sensor	37
4.2	Perancangan Kelas Aplikasi Pendeteksi Kejadian Kebakaran	38
4.3	Perancangan Format Data	48
4.4	Perancangan Antar Muka	49
4.5	Perancangan Pseudocode Aplikasi Pendeteksi Kejadian Kebakaran	49
4.5.1	Node	49
4.5.2	Base Station	49
4.5.3	Predict	49
5	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	53
5.1	Implementasi	53
5.1.1	Implementasi Antarmuka Aplikasi	54
5.1.2	Implementasi Training Set dan Model	54
5.1.3	Implementasi Perangkat Lunak	55
5.2	Pengujian	57
5.2.1	Pengujian Fungsional	57
5.2.2	Pengujian Eksperimental	58
5.3	Masalah yang Dihadapi saat Implementasi	61
6	KESIMPULAN DAN SARAN	63
6.1	Kesimpulan	63
6.2	Saran	63
	DAFTAR REFERENSI	65
	A KODE PROGRAM	67
	B HASIL EKSPERIMEN	81

DAFTAR GAMBAR

2.1	Pengiriman Data secara Single Hop dan Multi Hop	6
2.2	Arsitektur Flat Wireless Sensor Network	7
2.3	Arsitektur Hierarki Wireless Sensor Network	7
2.4	Topology Wireless Sensor Network	8
2.5	Decision Boundary	17
2.6	Rumus SVM dalam kasus linear	18
2.7	Rumus Hyperplane	18
2.8	Pengaturan Nilai Awal Parameter Model	19
2.9	Perhitungan Nilai Constraint	20
2.10	Solver	20
2.11	Penambahan Constraints Pada Solver	21
2.12	Hasil Perhitungan Solver	21
2.13	Contoh Permasalahan pada SVM	21
2.14	Rumus setelah dilakukan slack variable	22
2.15	Rumus metode kernel	23
3.1	Arsitektur Flat	28
3.2	Diagram Use Case	29
3.3	Flow Chart	30
3.4	Class Diagram Sederhana Program Control	31
3.5	Class Diagram Sederhana Program Base Station	32
3.6	Class Diagram Sederhana Program Node	32
3.7	Hasil Sensing sebelum Diekstraksi	34
3.8	Hasil Ekstraksi Fitur	35
3.9	Format data untuk prediksi	36
3.10	Contoh hasil prediksi	36
4.1	Diagram Sequence	37
4.2	Diagram Kelas Base Station	38
4.3	Diagram Kelas Node	40
4.4	Diagram Kelas Control	41
4.5	Diagram Kelas Extract	43
4.6	Diagram Kelas Predict	45
4.7	Diagram Kelas LibSVM	47
4.8	Format Data Hasil Sensing	48
4.9	Format Data yang Diterima Control	48
4.10	Format Data Hasil Ekstraksi Fitur	48
4.11	Format Data untuk LibSVM	49
4.12	Perancangan Antar Muka	49
5.1	Tampilan Akhir	54
5.2	Hasil Pembuatan Model	55
5.3	Hasil Pengujian Fungsional Perangkat Lunak	57

5.4	Jarak Node Sensor dengan Api	58
5.5	Grafik Hasil Eksperimen Dalam Ruangan	59
5.6	Grafik Hasil Eksperimen Luar Ruangan	59
5.7	Grafik Hasil Eksperimen Dalam Ruangan terhadap Lilin	60
5.8	Grafik Hasil Eksperimen Luar Ruangan terhadap Lilin	60
5.9	Grafik Hasil Eksperimen Dalam Ruangan terhadap Kompor	61
5.10	Grafik Hasil Akurasi Aplikasi	61
B.1	Support Vector	81
B.2	Margin	81
B.3	Eksperimen dalam Ruang Tertutup	82
B.4	Eksperimen dalam Ruang Tertutup terhadap Lilin	82
B.5	Eksperimen dalam Ruang Tertutup terhadap Kompor	82
B.6	Eksperimen dalam Ruang Terbuka	83
B.7	Eksperimen dalam Ruang Terbuka terhadap Lilin	83

DAFTAR TABEL

2.1	Perbedaan OS di WSN	9
2.2	Dua Decision Boundary	17
2.3	Expansi terhadap Dua Decision Boundary	17
2.4	Contoh Permasalahan	19
2.5	Contoh metode Winner Take All	23
2.6	Contoh Awal dari metode Pair-wise Classification	24
2.7	Pengujian terhadap seluruh <i>Decision Boundary</i>	24
3.1	Scenario	30

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebakaran merupakan sebuah peristiwa yang tidak diinginkan dan terkadang tidak dapat dikendalikan. Kebakaran ini dapat terjadi di mana saja dan kapan saja. Jika tidak cepat ditanggulangi, kejadian kebakaran ini dapat merenggut banyak korban jiwa maupun materiil. Untuk menghindari besarnya kerugian yang ditimbulkan akibat kebakaran, perlu adanya pemberitahuan yang dilakukan. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan sensor. Sensor-sensor ini terhubung dalam sebuah jaringan yang disebut *Wireless Sensor Network* (WSN).

Wireless Sensor Network (WSN) adalah sebuah jaringan nirkabel yang menghubungkan node-node sensor. Sensor yang terdapat pada node ini memiliki beberapa kemampuan yaitu untuk mengumpulkan data (*sensing*), untuk menyelesaikan masalah dengan berbagai metode (komputasi) dan sensor ini dapat berkomunikasi dengan sensor lainnya. Setiap sensor dapat mengumpulkan data berupa suhu, suara, getaran, tekanan, gerakan, kelembaban udara dan faktor lainnya.

Terdapat dua arsitektur yang dapat digunakan pada WSN. Pertama WSN dapat dibangun dengan mengelompokkan beberapa sensor yang dinamakan hierarki dan kedua dalam bentuk *flat*. Pada arsitektur hierarki node sensor akan dimasukkan ke dalam kelompok yang disebut *cluster* dan setiap kelompok memiliki *cluster head* yang akan terhubung dengan *Base Station*. *Base Station* merupakan sebuah node sensor yang terhubung langsung dengan komputer. Sedangkan pada arsitektur *flat*, setiap node sensor dapat langsung terhubung dengan *Base Station*.

Dalam kehidupan nyata WSN memiliki beberapa penerapan. Salah satunya adalah untuk mendeteksi sebuah kejadian atau *event* di mana WSN disebarkan. Contoh penerapan pendeteksi *event* dengan menggunakan WSN adalah pendeteksi kebakaran. Dalam pendeteksi kebakaran ini, ada beberapa faktor yang dapat diukur untuk menentukan apakah terjadi sebuah kejadian kebakaran atau tidak seperti suhu dan kelembapan.

Deteksi kejadian kebakaran dapat menggunakan sebuah teknik dari pembelajaran mesin yang tersedia seperti *Support Vector Machine* (SVM). SVM dapat melakukan klasifikasi dua kelas (*binary classification*) untuk mendeteksi adanya kejadian kebakaran atau tidak. Ini berarti SVM dapat digunakan untuk mendeteksi ada atau tidak adanya kejadian kebakaran dengan menggunakan pengklasifikasian dua kelas tersebut. Upaya untuk memberitahukan apakah adanya kejadian kebakaran atau tidak adalah dengan membuat aplikasi pendeteksi kebakaran yang dirancang dengan menerapkan *Support Vector Machine* (SVM) di *Wireless Sensor network* (WSN).

1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana cara menerapkan *Wireless Sensor Network* untuk membangun aplikasi deteksi kejadian kebakaran?
- Bagaimana cara membangun aplikasi pendeteksi kebakaran menggunakan *Support Vector Machine* pada *Wireless Sensor Network*?

- Bagaimana kinerja dari aplikasi pendeteksi kebakaran menggunakan *Support Vector Machine* pada *Wireless Sensor Network*?

1.3 Tujuan

- Menerapkan *Wireless Sensor Network* untuk membangun aplikasi deteksi kejadian kebakaran
- Membangun aplikasi untuk melakukan deteksi *event* kebakaran dengan menggunakan *Support Vector Machine* di *Wireless Sensor Network*
- Menampilkan hasil kinerja dari aplikasi pendeteksi kebakaran menggunakan *Support Vector Machine* pada *Wireless Sensor Network*

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dibuat berdasarkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Sensor yang digunakan sebagai penelitian hanya sensor untuk mengukur suhu, kelembaban udara, dan tekanan udara. Semakin tinggi suhu, menurunnya kelembapan dan naiknya tekanan udara menandakan bahwa adanya sebuah api atau kebakaran yang terjadi.
2. Pembangunan aplikasi dibantu dengan menggunakan sebuah *library* SVM yang disebut LibSVM.
3. Dalam pengujian api yang digunakan hanya sebatas dalam membakar kertas karena keterbatasan sumber daya.

1.5 Metodologi

Berikut adalah metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Melakukan studi literatur terhadap sensor yang digunakan
2. Melakukan studi literatur mengenai *Wireless Sensor Network*.
3. Mempelajari pemrograman pada *Wireless Sensor Network* dengan Bahasa Pemrograman JAVA.
4. Melakukan studi literatur tentang *Support Vector Machine*.
5. Melakukan perancangan perangkat lunak.
6. Mengimplementasi rancangan perangkat lunak pada *Wireless Sensor Network*.
7. Membuat *training set* untuk dijadikan model.
8. Melakukan pengujian.

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam menyusun laporan skripsi adalah sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan membahas mengenai latar belakang penelitian yang dilakukan dan juga membahas tentang rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Landasan Teori berisi tentang teori-teori yang digunakan sebagai acuan membangun aplikasi deteksi kebakaran. Bab ini akan membahas tentang *Wireless Sensor Network*, metode untuk mendeteksi kebakaran dan *Support Vector Machine*.

Bab 3 Analisis membahas mengenai analisis aplikasi pendeteksian kejadian kebakaran dengan menggunakan *Support Vector Machine* pada *Wireless Sensor Network*.

Bab 4 Perancangan membahas perancangan pembuatan aplikasi pendeteksi kejadian kebakaran, perancangan interaksi antara *Wireless Sensor Network* dengan *Support Vector Machine*.

Bab 5 Implementasi dan Pengujian membahas implementasi dari hasil rancangan dan pengujian dari aplikasi yang telah dibuat.

Bab 6 Kesimpulan dan Saran membahas kesimpulan dari hasil pengujian serta saran untuk pengembangan selanjutnya.