

SKRIPSI

PORTING *LIBSVM* KE NODE SENSOR PREON32



Qolbi Fathurrohim

NPM: 2014730053

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

UNDERGRADUATE THESIS

PORTING *LIBSVM* TO NODE SENSOR PREON32



Qolbi Fathurrohim

NPM: 2014730053

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

PERNYATAAN

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

PORTING *LIBSVM* KE NODE SENSOR PREON32

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 09 Juni 2020



Qolbi Fathurrohim
NPM: 2014730053

LEMBAR PENGESAHAN

PORTING *LIBSVM* KE NODE SENSOR PREON32

Qolbi Fathurrohim

NPM: 2014730053

Bandung, 09 Juni 2020

Menyetujui,

Pembimbing

Elisati Hulu, M.T.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Chandra Wijaya, M.T.

Rosa De Lima, 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:

PORTING *LIBSVM* KE NODE SENSOR PREON32

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 09 Juni 2020



Qolbi Fathurrohim
NPM: 2014730053

ABSTRAK

LIBSVM atau *Library SVM*, adalah sebuah *Library* pembelajaran komputer yang dikembangkan oleh Chih-Chung Chang dan Chih-jen Lin dari Universitas Nasional Taiwan pada tahun 2009. LIBSVM ini mempunyai 2 fungsi, yaitu fungsi *Train* dan *Predict*. Fungsi yang akan dipakai pada skripsi ini yaitu fungsi *Predict*, yang digunakan untuk memprediksi model dan masukan data yang akan dicari termasuk klasifikasi mana masukan tersebut. Hanya saja LIBSVM ini biasa dijalankan pada komputer personal yang memiliki komputasi cukup tinggi, sehingga membutuhkan penyesuaian sebelum dapat dijalankan pada sensor *node* Preon32, karena sensor ini hanya memiliki tempat penyimpanan dan komputasi yang terbatas. Sensor ini untuk dapat diprogram, membutuhkan sebuah komputer, dan sebuah kabel USB Tipe A versi 2.0 male ke USB Tipe micro-A 2.0 male. Hasil dari data yang diproses oleh sensor dalam hal ini prediksi menggunakan LIBSVM akan langsung ditampilkan melalui jendela *console*.

Sebelum melakukan porting akan terlebih dahulu dianalisis dari struktur kode program untuk dilihat fungsi mana saja yang tidak berhubungan dengan fungsi *predict* dengan menampilkan diagram kelas, analisis *flowchat* untuk mengetahui jalannya program, merancang program berdasarkan analisis, menghapus fungsi-fungsi yang tidak digunakan serta membangun program berdasarkan perancangan yang telah dibuat.

Selanjutnya program LIBSVM ini akan dilakukan pengujian menggunakan *Kernel* Linear dan Tipe SVM C-SVC, dengan menggunakan *datasets* dan masukan yang di-*generate* oleh sensor itu sendiri. Dilakukan juga perbandingan antara program yang sudah diporting ke sensor Preon32 dengan program asli dari LIBSVM sehingga dapat dilihat apakah hasil porting program pada sensor menghasilkan keluaran yang sama atau tidak dengan program asli LIBSVM.

Pada skripsi ini setelah berhasil dilakukan *porting* LIBSVM khususnya fungsi prediksi ke *node* sensor Preon32, menghasilkan prediksi yang sama dengan ketepatan 100% antara menggunakan kode asli LIBSVM dengan kode yang sudah diporting ke sensor. Hanya saja penggunaan *Kernel* yang berbeda yaitu pada *Kernel* Polynomial hasil prediksi akan menampilkan angka yang berbeda dengan apa yang dijalankan pada kode program LIBSVM yang sudah diporting menggunakan *Kernel Linear*, sementara pada *Kernel RBF* atau *Radial Basis Function* jumlah *support vector* yang akan dihasilkan lebih dari 100 baris sehingga sensor tidak mampu mengolah data tersebut.

Kata-kata kunci: Support Vector Machine, Sensor Node, Fungsi Prediksi

ABSTRACT

LIBSVM or Library SVM, is a machine learning library developed by Chih-Chung Chang and Chih-jen Lin from National University of Taiwan in 2009. This LIBSVM has 2 function, Predict and Train. One of function that used by this thesis is Predict, which is used for model and input prediction, including which classification those data is. But, this LIBSVM usually used on personal computer that have quite enough high computing, so it require some adjustemnt before it can be used on Preon32 sensor node, because this sensor have limited storage and computation. Preon32 Sensor need a desktop or laptop computer and a male USB Type-A version 2.0 to USB Type micro-A 2.0 male, so it can be programmed. The result when processing a data, in this case is prediction using LIBSVM will immediatly printed via console screen.

Before porting this LIBSVM, first it will be analyzed from the structure of the code with class diagram to see if there any function that doesn't have any relation with prediction, flowchart analysis to see how program runs, planning how the programs should be programmed based on the analysis, removing unused function and building the program based on the planning.

Furthermore, the LIBSVM program will be tested with Linear Kernel and C-SVC SVM type, with using datasets and inputs generated by the sensor it self. There's a comparasion between the program that already ported to Preon32 sensor with the original program from LIBSVM to see if the two programs have the same result.

The result of this thesis after porting LIBSVM code especially the predict function is 100% prediction accuracy compared with ported LIBSVM code with Linear Kernel. But, using different kernel such as Polynomial will resulting different result compared to original LIBSVM code, and for RBF or Radial Basis Function, it will generated over 100 lines of support vector, make the sensor can't handle such a lot of data.

Keywords: Support Vector Machine, Sensor Node, Predict Function

*Dipersembahkan untuk Orang Tua, Dosen Pembimbing, Nida
Yusra, dan Orang Terdekat*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan ridho dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan judul "Porting Library Support Vector Machine ke Sensor Node Preon32 Wireless Sensor Network".

Maksud dan tujuan dari penulisan Skripsi ini adalah untuk memenuhi persyaratan kelulusan Program Studi Teknik Informatika pada Fakultas Teknologi Informasi dan Sains di Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam Penyusunan laporan Skripsi ini penulis masih menemukan beberapa kesulitan dan hambatan, disamping itu juga menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari sempurna serta masih memiliki banyak kekurangan. Maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak.

Menyadari penyusun laporan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Ibu Mirawati dan Bapak Heriyanto, orang tua yang telah memberikan dukungan penuh dan memberikan alasan kuat untuk menyelesaikan studi yang saya tempuh selama ini.
2. Bapak Elisati Hulu sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Chandra Wijaya dan Ibu Rosa De Lima sebagai dosen penguji yang telah membantu dalam menguji skripsi ini.
4. Nida Yusra Afifah yang tidak pernah berhenti memberikan semangat, dukungan, serta menambahkan alasan lain untuk tetap berkuliah dan menyelesaikan studi selama ini.
5. Kevin Rizkhy dan teman-teman kontrakan lainnya, yang selalu menemani dan mengajari penulis ketika menempuh studi.
6. Teman-teman satu perjuangan yang saat itu sama-sama mengerjakan skripsi, yang selalu saling memberi dukungan dan ilmu yang berharga.
7. Teman-teman Teknik Informatika UNPAR angkatan 2012, 2013, 2014, 2015, dan 2016 yang telah berbagi ilmu selama menempuh studi.
8. Pihak-pihak lain yang belum disebutkan, yang berperan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Bandung, Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Pembahasan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Support Vector Machine	5
2.2 Library Support Vector Machine	7
2.3 Wireless Sensor Network	9
2.3.1 Sensor Node	9
2.3.2 Preon32	9
3 ANALISIS	13
3.1 Struktur Program LIBSVM	13
3.1.1 Kelas <code>svm</code>	14
3.1.2 Kelas <code>svm_model</code>	15
3.1.3 Kelas <code>svm_node</code>	15
3.1.4 Kelas <code>svm_parameter</code>	15
3.1.5 Kelas <code>svm_predict</code>	15
3.1.6 Kelas <code>svm_print_interface</code>	15
3.1.7 Kelas <code>svm_problem</code>	15
3.1.8 Kelas <code>svm_train</code>	15
3.2 Menjalankan LIBSVM untuk Percobaan	15
3.3 Analisis kode <code>svm_predict</code>	17
3.3.1 <i>Method</i>	17
3.3.2 Analisis <i>Flowchart</i> dari <i>method predict()</i> dan <i>main()</i>	18
3.4 Analisis Penyesuaian Kode	26
3.4.1 Mencari kelas dan <i>method</i> yang tidak berhubungan dengan <code>svm_predict</code>	26
3.4.2 Penyesuaian cara program membaca <i>test file</i> dan <i>model file</i>	39
3.4.3 Penyesuaian library java yang dipakai oleh LIBSVM.	40
3.5 Analisis Program untuk Sensor Preon32	40
4 PERANCANGAN	43
4.1 Perancangan kode penyesuaian LIBSVM pada sensor	43

4.1.1	Menghapus kode yang tidak digunakan	43
4.1.2	Menyesuaikan cara program membaca masukan dan menghasilkan keluaran	47
4.2	Perancangan program untuk sensor	48
5	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	51
5.1	Lingkungan Implementasi	51
5.1.1	Lingkungan Perangkat Keras	51
5.1.2	Lingkungan Perangkat Lunak	51
5.2	Implementasi <i>Datasets</i>	51
5.3	Implementasi Kode Program	53
5.4	Pengujian Fungsional	55
5.4.1	Pengujian Program Predict LIBSVM pada siang hari	55
5.4.2	Pengujian Program Predict LIBSVM pada malam hari	56
5.4.3	Membandingkan hasil prediksi program pada Sensor dan LIBSVM pada Komputer	57
5.5	Pengujian Eksperimental	59
5.5.1	Pengujian menggunakan <i>Kernel Polynomial</i>	59
5.5.2	Membandingkan hasil prediksi dengan <i>Kernel Linear</i> dan <i>Polynomial</i>	60
6	KESIMPULAN DAN SARAN	61
6.1	Kesimpulan	61
6.2	Saran	61
	DAFTAR REFERENSI	63
	A KODE PROGRAM ASLI LIBSVM	65
	B HASIL PENYESUAIAN KODE PROGRAM	101
	C HASIL AKHIR KODE PROGRAM	139

DAFTAR GAMBAR

2.1	Proses prediksi pada LIBSVM	8
2.2	Topologi Wireless Sensor Network	9
2.3	Contoh sebuah sensor node dan bagian-bagiannya.	9
2.4	Module Sensor Preon32 Virtenio	10
2.5	Shuttle Sensor Preon32 Virtenio	10
2.6	Sensor Preon32 Virtenio yang sudah di solder pada shuttlenya	12
3.1	<i>Class Diagram</i> LIBSVM	14
3.2	Sepenggal isi dari <i>Datasets</i> liver-disorders	16
3.3	Sepenggal isi dari <i>Testing Files</i> liver-disorders	16
3.4	Penggunaan <code>svm_train</code> dan opsi yang tersedia	16
3.5	Penggunaan <code>svm_train</code> menggunakan opsi <i>default</i>	16
3.6	Sepenggal isi dari file model yang sudah dilatih oleh <code>svm_train</code>	17
3.7	Hasil prediksi <code>svm_predict</code>	17
3.8	Inisialisasi variabel lokal pada <i>method</i> <code>main()</code>	18
3.9	Pemeriksaan opsi masukan pengguna.	19
3.10	Pembacaan masukan dari pengguna, penyimpanan masukan pengguna dan inisialisasi model.	20
3.11	Fungsi kondisional yang akan mengkondisikan agar perhitungan prediksi bisa berjalan.	21
3.12	Inisialisasi variabel lokal pada <i>Method</i> <code>predict()</code>	22
3.13	Kondisional <code>predict_probability</code> dan <code>svm_type</code>	22
3.14	Kondisional <code>predict_probability</code> ketika hasilnya <code>true</code>	23
3.15	Kondisional <code>predict_probability</code> ketika hasilnya <code>false</code>	23
3.16	Fungsi pengulangan yang bernilai <code>true</code> dan <code>input.readline()</code>	24
3.17	Pengulangan dengan batas <code>j<m</code>	25
3.18	Perintah kondisional <code>predict_probability</code> dan <code>svm_type</code>	25
3.19	Perintah kondisional <code>v == target</code>	26
4.1	<i>Class Diagram</i> LIBSVM yang sudah disesuaikan	43
5.1	Potongan <i>datasets</i> yang dihasilkan.	52
5.2	Hasil training <i>datasets</i>	52
5.3	Hasil <i>Sensing</i> data masukan oleh sensor	52
5.4	Hasil pengujian pada siang hari.	56
5.5	Hasil pengujian pada malam hari.	57
5.6	Hasil <i>sensing</i> sensor.	57
5.7	Isi dari file model.	58
5.8	Perintah prediksi LIBSVM.	58
5.9	Hasil prediksi LIBSVM.	58
5.10	Hasil prediksi menggunakan <i>Kernel Polynomial</i>	60

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang masalah yang akan dipecahkan, rumusan masalah berdasarkan subbab latar belakang, tujuan dari skripsi ini dibuat, batasan terhadap masalah yang akan dipecahkan, metodologi yang digunakan untuk memecahkan masalah, dan sistematika pembahasan pada setiap bab skripsi.

1.1 Latar Belakang

Library Support Vector Machine (LIBSVM), adalah sebuah *library* pembelajaran komputer *open-source* yang dikembangkan oleh Chih-Chung Chang dan Chih-jen Lin dari Universitas Nasional Taiwan pada tahun 2009[1]. LIBSVM ini mengimplementasi algoritma *Sequential Minimal Optimization* (SMO) untuk *Kernel Support Vector Machine* (SVM), dukungan klasifikasi dan regresi. LIBSVM ini bisa memecahkan klasifikasi *C-SVM*, *nu-SVM*, *one-class SVM*, regresi *epsilon-SVM*, dan regresi *nu-SVM*. Pada LIBSVM ini terdapat beberapa fungsi, yaitu *train* dan *predict*, dimana fungsi *train* adalah untuk membaca masukan berupa *data sets* yang akan menghasilkan sebuah *model*. *Model* ini nantinya akan dipakai untuk memprediksi keakuratan *datasets* dengan sebuah *test file*. Untuk memprediksi keakuratan tersebut menggunakan fungsi *predict*, dimana keluaran yang dihasilkan adalah berupa angka dari skala 0 sampai 100, angka ini semakin mendekati 100, maka prediksi *test file* tersebut mendekati akurat dengan *datasets*.

Support Vector Machine (SVM), adalah sebuah algoritma pembelajaran komputer yang terawasi, SVM ini mengklasifikasikan *data linear* dan *nonlinear* berdasarkan pemaksimalan *margin* antara titik *support* dan sebuah pemetaan *nonlinear* untuk mengubah *data training* asli ke sebuah dimensi yang tertinggi. SVM awalnya dikembangkan oleh Vapnik dan Cortes dan koleganya pada tahun 1992 berdasarkan dari Teori Pembelajaran Statistical Vapnik & Chervonenkis' pada 1960-an. SVM sudah berhasil diterapkan dalam banyak aplikasi termasuk pengenalan tulis tangan, prediksi *time-series*, pengenalan kemampuan bicara, marketing database, permasalahan urutan protein, diagnosa kanker payudara dan hal-hal lain [2]. SVM ini menggunakan sebuah teknik yang dinamakan *kernel trick* untuk mengubah data masukan dan berdasarkan informasi ini, teknik tersebut akan mencari batasan optimal antar kemungkinan-kemungkinan yang dihasilkan.

Wireless Sensor Network (WSN) adalah sebuah sistem jaringan komunikasi yang bisa mengatur diri sendiri dengan menyebarkan *node micro-sensor* yang banyak untuk memantau suatu lingkungan. Tujuannya adalah untuk mempersepsikan, mengumpulkan, dan memproses informasi yang dideteksi oleh sensor-sensor kecil dalam cakupan area dan mengirim informasi yang bermanfaat kepada pengamat dan pusat kontrol.

Sensor node adalah sebuah *node* pada sebuah sensor jaringan yang bisa melakukan beberapa pengolahan, pengumpulan informasi dan berkomunikasi antar *node* lain yang berhubungan dalam sebuah jaringan.

Permasalahan yang akan dipecahkan pada skripsi ini adalah, karena LIBSVM biasanya digunakan di perangkat yang memiliki komputasi yang tinggi atau komputer yang biasa digunakan sehari-hari. Sedangkan *sensor node* Preon32 Virtenio ini memiliki memori yang hanya sebesar 64kB dan penyimpanannya yang hanya sebesar 256kB, tetapi memiliki arsitektur *processor* sebesar 32bit yang

terbilang cukup luas karena operasi yang diolah bisa semakin kompleks. Maka untuk menjalankan fungsi dari LIBSVM ini, terutama untuk fungsi `predict`, harus dilakukan porting, agar sensor node ini bisa menjalankan fungsi LIBSVM secara optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat dirumuskan permasalahan-permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara kerja `svm_predict` pada LIBSVM?
2. Bagaimana melakukan porting `svm_predict` sehingga bisa di implementasi di sensor node Preon32?

1.3 Tujuan

Sesuai dengan perumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mempelajari bagaimana cara kerja `svm_predict` pada LIBSVM
2. Melakukan porting `svm_predict` sehingga bisa di implementasi di sensor *node* Preon32

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan uraian sebelumnya untuk mempermudah pengerjaan dari skripsi ini, maka yang menjadi masalah pokok dalam penelitian ini yaitu :

1. Melakukan porting ke sensor yang sudah ditentukan.
2. Pemilihan algoritma yang tersedia pada LIBSVM hanya akan menggunakan algoritma *default* bawaan LIBSVM itu sendiri yaitu tipe SVM C-SVC dan *Kernel* Linear, tidak akan ada optimisasi atau perubahan *variable* yang sebetulnya bisa menjadikan algoritma tersebut menghasilkan nilai yang lebih akurat.
3. Penggunaan alat yang akan dipakai tidak akan ada perbandingan dengan alat lainnya yang serupa, karena hal tersebut sudah diluar topik yang akan dibahas.
4. Hasil data *sensing* oleh sensor Preon32 yang digunakan untuk *datasets* hanya akan menggunakan data siang dan malam hari saja.

1.5 Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan studi literatur tentang SVM.
2. Melakukan studi literatur tentang LIBSVM terutama pada fungsi `svm_predict`.
3. Melakukan analisis kode `svm_predict()` untuk melakukan pengurangan kode yang tidak perlu.
4. Melakukan analisis pada *datasets*, untuk mengurangi data yang akan di latih oleh `svm_train`, karena *datasets* biasanya mempunyai data untuk di tes yang sangat banyak.
5. Mempelajari pemrograman pada sensor *node*.
6. Mengimplementasi kode `svm_predict` pada sensor *node*.
7. Menguji kode yang sudah di porting ke sensor *node*.
8. Melakukan analisa terhadap hasil pengujian program.
9. Membuat kesimpulan berdasarkan hasil analisis.

1.6 Sistematika Pembahasan

Untuk lebih mempermudah dan memberikan gambaran yang jelas maka disusun suatu sistematis pembahasan sebagai berikut :

Bab 1 Pendahuluan, membahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dari penelitian, batasan masalah, metodologi, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Landasan Teori, berisikan dasar teori yang mana menjelaskan teori tinjauan tentang *Support Vector Machine*, *Library Support Vector Machine*, *Sensor Node Preon32*, dan *Wireless Sensor Network*.

Bab 3 Analisis, berisikan analisis penulis terhadap LIBSVM diantaranya, langkah-langkah ketika menggunakan program LIBSVM, analisis method pada kelas *svm_predict* dan flowchart dari kode *svm_predict*.

Bab 4 Perancangan, berisikan perancangan program yang dilakukan penulis, mulai dari penggabungan kelas, penyesuaian kode program, sampai perancangan program pendukung untuk Sensor Preon32.

Bab 5 Pengujian, berisikan pengujian program yang sudah dibuat yang dilakukan dengan *Kernel Linear* dan *Polynomial*, serta pengujiannya dilakukan pada siang dan malam hari untuk mengetahui apakah program dan sensor sudah sesuai.

Bab 6 Kesimpulan, menjelaskan kesimpulan yang ditarik dari apa yang sudah dilakukan pada pada bab-bab sebelumnya.

