

KLASIFIKASI PENUMPANG NAIK DAN TURUN DENGAN SENSOR LOAD CELL MENGUNAKAN EKSTRAKSI FITUR DAN *SUPPORT VECTOR MACHINE*

Achika Fauzia Aryuni¹, Aji Gautama Putrada, S.T., M.T.², Dr.Maman Abdurohman, S.T., M.R.³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹chikafauzia@students.telkomuniversity.ac.id, ²ajigps@telkomuniversity.ac.id, ³abdurohman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kepadatan atau *overload* penumpang sering kali terjadi pada bus maupun angkutan umum lainnya. Penumpang berlalu lalang naik dan dan turun bus setiap harinya. Terkait hal tersebut, berat badan manusia dapat dimanfaatkan untuk dilakukannya klasifikasi antara penumpang naik dan penumpang turun. Tugas akhir ini menggunakan algoritma *Support Vector Machine* beserta ekstraksi fitur untuk mengklasifikasi penumpang naik dan penumpang turun. Penelitian dilakukan dengan menggunakan 100 data berat hasil injakan penumpang pada alat yang terpasang pada pijakan pintu bus. Pembagian data latih dan data uji secara acak dengan perbandingan 80%:20%. Pada pengujian, data penumpang naik dan penumpang turun dipisah dan dikumpulkan dalam *excel* yang berbeda untuk diterapkan fitur ekstraksi, Adapun fitur yang digunakan yaitu *Mean*, *Median*, *Standar Deviasi*, *Kurtosis*, dan *Skewness*. Metode *Support Vector Machine Kernel Linear* berhasil mengklasifikasi data penumpang naik dan penumpang turun dengan rata-rata akurasi 90%.

Kata Kunci : *support vector machine*, penumpang bus, ekstraksi fitur

Abstract

Passengers overload often occurs on buses and other public transportation. Passengers pass in and off the bus everyday. Related to this, human body weight can be used for classification between passengers get on and get off the bus. This final project, uses the Support Vector Machine algorithm along with feature extraction to classify passengers getting on and off the bus. This research was conducted using 100 weight data of passengers trampling on a device mounted on the bus door step. The training data and test data randomly distributed with ratio of 80%:20%. In the test, data of passengers get on and get off are separated and collected in different excel files to apply the extraction feature. The features used are Mean, Median, Standard Deviation, Kurtosis, and Skewness. The Support Vector Machine Linear Kernel method succeeds in classifying data of passengers get on and get off with an average accuracy of 90%.

Keyword: *Passengers, Bus, Internet of Things, Support Vector Machine*

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Bus pada umumnya mempunyai beberapa masalah salah satunya penumpang yang melebihi kapasitas, banyak kondektur yang tidak mengikuti aturan dalam batas kapasitas bus [1]. Hal ini terjadi dikarenakan kurangnya pengawasan kapasitas penumpang oleh kondektur bus. Penumpang berlalu lalang naik dan turun bus setiap harinya. Data berat penumpang saat menginjakkan kaki pada pintu bus memiliki pola yang memungkinkan untuk diklasifikasi penumpang naik dan turun bus. Alat yang dipasang pada pintu bus menggunakan sensor *load cell* untuk mendeteksi berat badan manusia, lengkap dengan modul Arduino yang saling terhubung. Alat ini akan dipasang pada pinjakan pintu bus sehingga akan terinjak oleh penumpang saat naik maupun turun bus.

Namun, sensor *load cell* tidak dapat membedakan injakan dari penumpang saat naik atau turun. Untuk itu dibutuhkan suatu metode klasifikasi yang dapat mengklasifikasi penumpang saat naik dan turun. Metode klasifikasi yang digunakan yaitu *Support Vector Machine (SVM)*. Metode *Support Vector Machine* ini merupakan salah satu teknik baru. Pemilihan fungsi kernel yang tepat dan sesuai merupakan hal yang sangat penting, sebab berfungsi untuk menentukan ruang fitur dimana fungsi dari klasifier akan dicari [2].

Pada publik kota pintar struktur penghitungan penumpang, digunakan suatu metode kompleks sistem diskrit simulasi petri jaringan [3]. Fungsi sistem ini yaitu untuk menyelidiki dinamika penghitungan penumpang serta dapat diimplementasikan pada angkutan umum, salah satunya bus [4]. Pada penelitian lainnya [1], sistem dapat menghitung arus penumpang berdasarkan kinematika tubuh dan menggunakan SVM dalam pemecahan masalah untuk penghitungan penumpang secara akurat namun tidak dapat membedakan arah pergerakan naik ataupun turun penumpang.

Topik dan Batasannya

Tugas akhir ini membahas kinerja sistem dalam mengklasifikasikan penumpang naik dan turun. Seperti yang sudah dikerjakan pada klasifikasi penumpang sebelumnya [5], sistem ini pun menggunakan *microcontroller* untuk mengklasifikasikan penumpang naik dan turun dengan membuat alat timbangan injakan kaki menggunakan sensor *load cell* yang akan dihubungkan dengan modul Hx711. Modul Hx711 akan memperkuat sinyal yang akan terbaca pada Arduino. Data akan diolah terlebih dahulu dengan ekstraksi fitur lalu akan dilanjutkan untuk diolah dengan *support vector machine*.

Adapun Batasan penelitian tugas akhir ini yaitu setelah sensor membaca data berat, dan diteruskan oleh modul Hx711 sehingga menghasilkan output pada mikrokontroler Arduino, data yang dihasilkan harus dikumpulkan agar bisa diolah Kembali untuk mengklasifikasikan penumpang naik dan penumpang turun.

Tujuan

Tujuan dari pengerjaan tugas akhir ini yaitu sistem dapat mengklasifikasi penumpang naik dan penumpang turun. Adapun beberapa poin tujuan pengerjaan tugas akhir ini yaitu :

- Merangkai sistem mikrokontroler pada timbangan
- Merngimplementasikan ekstraksi fitur pada data berat yang terbaca pada sistem untuk dilanjutkan pada proses metode *support vector machine*
- Menganalisa kinerja metode SVM dalam mengklasifikasi penumpang naik dan turun

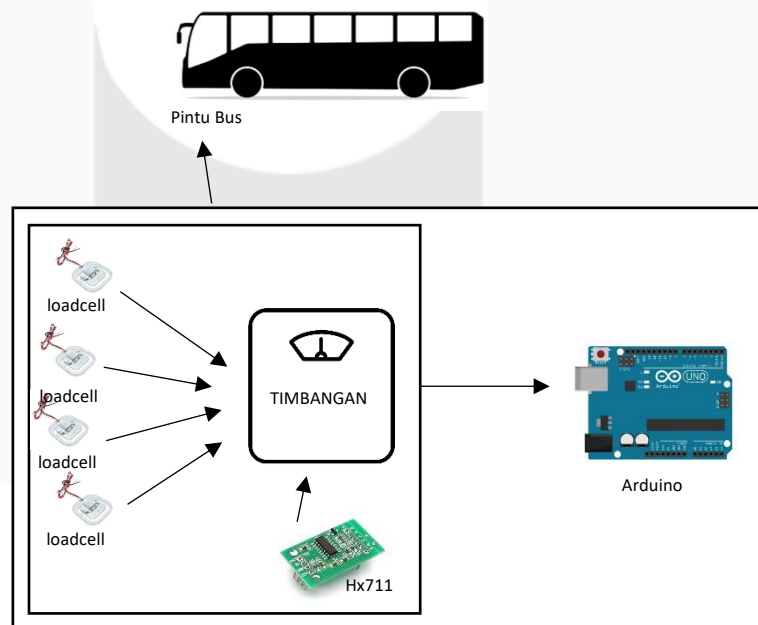
2. Studi Terkait

Pada publik kota pintar struktur penghitungan penumpang, digunakan suatu metode kompleks sistem diskrit simulasi petri jaringan [3]. Fungsi sistem ini yaitu untuk menyelidiki dinamika penghitungan penumpang serta dapat diimplementasikan pada angkutan umum, salah satunya bus [4]. Pada penelitian lainnya [1], sistem dapat menghitung arus penumpang berdasarkan kinematika tubuh dan menggunakan SVM dalam pemecahan masalah untuk penghitungan penumpang secara akurat namun tidak dapat membedakan arah pergerakan naik ataupun turun penumpang. Dalam beberapa tahun belakangan , banyak penelitian yang mendokumentasikan karakteristik kinematik, kinetic, serta elektromiografi [6]. Pada gaya berjalan, jarak minimum bebas kaki saat berjalan yang terjadi selama fase tengah ayunan dari siklus gaya berjalan [6]. Lalu pada penelitian lainnya, saat ini pengembangan sistem APC menjadi hal yang penting karena sistem yang diusulkan harus akurat dan handal dalam menghitung jumlah penumpang bus [7]. Pada umumnya, banyak cara untuk menghitung jumlah penumpang bus, sistem APC terdiri dari sensor dan *counter* untuk menghitung jumlah penumpang [7].

3. Sistem yang dibangun

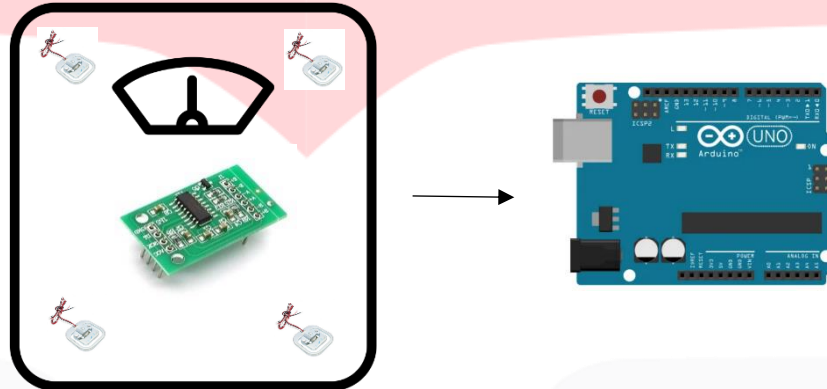
3.1. Gambaran Umum Sistem

Alat yang digunakan untuk merancang sistem klasifikasi penumpang naik dan turun antara lain Hx711 1 buah, sensor load cell 4 buah, Arduino 1 buah. Berikut ilustrasi gambaran umum dari sistem :



Gambar 3.1.1 Gambaran Umum Sistem

Pada gambar 3.1.1 terdapat bus dalam keadaan diam dan akan menaik dan menurunkan penumpang. Terdapat sebuah timbangan yang akan dipijak oleh penumpang, berisikan sensor load cell yang dihubungkan dengan modul Hx711. Rangkaian pada timbangan tersebut akan dihubungkan pada sebuah Arduino, lalu timbangan akan diletakan pada pijakan pintu bus.

**Gambar 3.1.2 Rangkaian Timbangan dan Arduino**

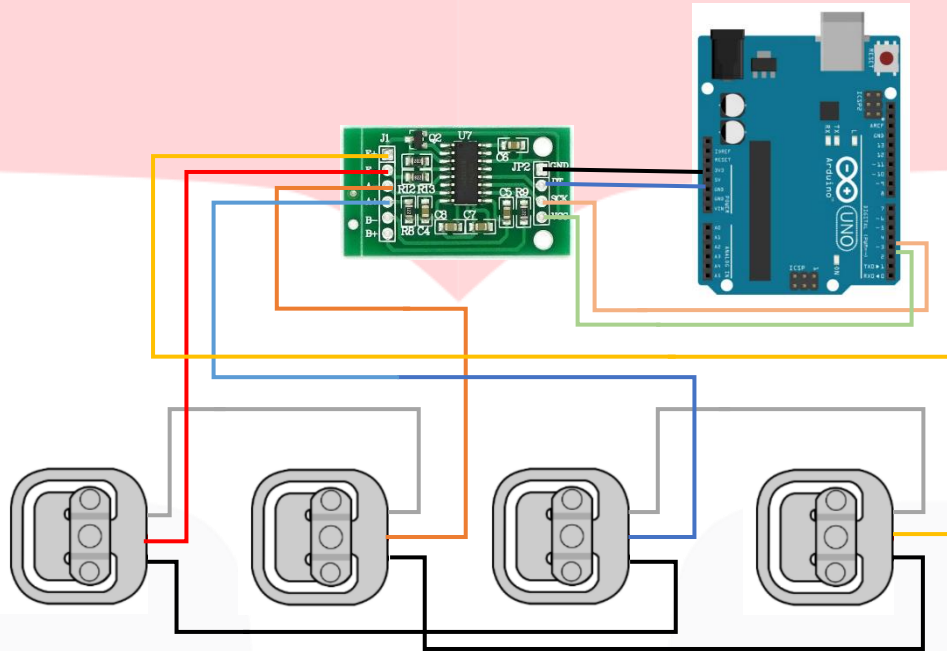
Gambar 3.1.2 merupakan gambaran dari sistem yang telah dijelaskan sebelumnya. Sensor load cell akan membaca berat penumpang yang menginjak timbangan, lalu Hx711 akan mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistensi lalu mengkonversi kedalam besaran tegangan. Mikrokontroler Arduino akan membaca inputan dari rangkaian sensor load cell dan Hx711.

**Gambar 3.1.3 Rangkaian Alat Timbangan**

Gambar 3.1.3 merupakan gambaran dari sistem yang telah dijelaskan sebelumnya. Sensor load cell akan membaca berat penumpang yang menginjak timbangan, lalu Hx711 akan mengkonversi perubahan

yang terukur dalam perubahan resistensi lalu mengkonversi kedalam besaran tegangan. Mikrokontroler Arduino akan membaca inputan dari rangkaian sensor load cell dan Hx711

3.2. Wiring Diagram



Gambar 3.2.1 Wiring

Gambar 3.2.1 merupakan bentuk rangkaian sensor *load cell*, modul Hx711, dan Arduino yang saling terhubung dan akan ditempelkan pada timbangan. Sensor *load cell* akan membaca berat, lalu modul Hx711 akan memperkuat sinyal yang terbaca oleh sensor untuk diteruskan kepada mikrokontroler Arduino yang akan menerjemahkan hasil berat yang terbaca oleh sensor.

3.3. Feature Extraction

Pengujian dilakukan dengan alat diinjak oleh penumpang setiap masuk dan keluar bus. Terkumpul 50 data yang terbaca oleh alat akan disatukan dalam file excel. Setelah itu dilakukan *feature extraction* dengan fitur mean, median, *skewness*, *kurtosis*, dan standar deviasi. *Feature extraction* dilakukan terpisah untuk data penumpang naik dan penumpang turun. Setelah masing-masing melalui proses *feature extraction*, data akan disatukan dalam format .csv dan diberikan label untuk pemisah. Data yang telah disatukan akan dipersiapkan untuk menjadi data set pada metode *support vector machine* nantinya. Berikut 20 sampel dari 50 data hasil *feature extraction*.

mean	median	skew	kurt	Std	label
47.375	54.05	-0.28353	-1.59537	31.97039	0
53.89444	75.9	-0.81038	-1.59209	32.74877	0

46.95385	56.7	-0.43004	-1.16028	32.27903	0
53.66667	73.2	-0.7431	-1.63554	31.10073	0
40.55	41.4	-0.04585	-1.6718	32.24428	0
41.80909	45.7	-0.24054	-1.55388	30.43913	0
46.42308	61.9	-0.61067	-1.2407	29.96904	0
43.76154	57.3	-0.4156	-1.6286	31.51551	0
44.35	54.5	-0.50498	-1.2894	30.28127	0
44.27857	56.9	-0.43965	-1.49792	30.91	0
38.88235	34.5	-0.07863	-1.71244	29.73456	1
49.32632	70	-0.5998	-1.72238	32.46153	1
38.18667	36.6	-0.1004	7.254686	30.35005	1
44.09375	54.6	-0.34074	-1.69389	31.62411	1
50.51765	65.6	-0.71567	6.448853	30.58542	1
38.20667	36.2	-0.15367	5.636451	28.09498	1
44.13077	52.9	-0.48585	8.807508	29.1399	1
43.6	66.2	-0.52905	-1.31418	30.06331	1
36.27692	34.5	-0.11157	-1.79309	29.57257	1
40.85	47.15	-0.19052	-1.53424	30.30739	1

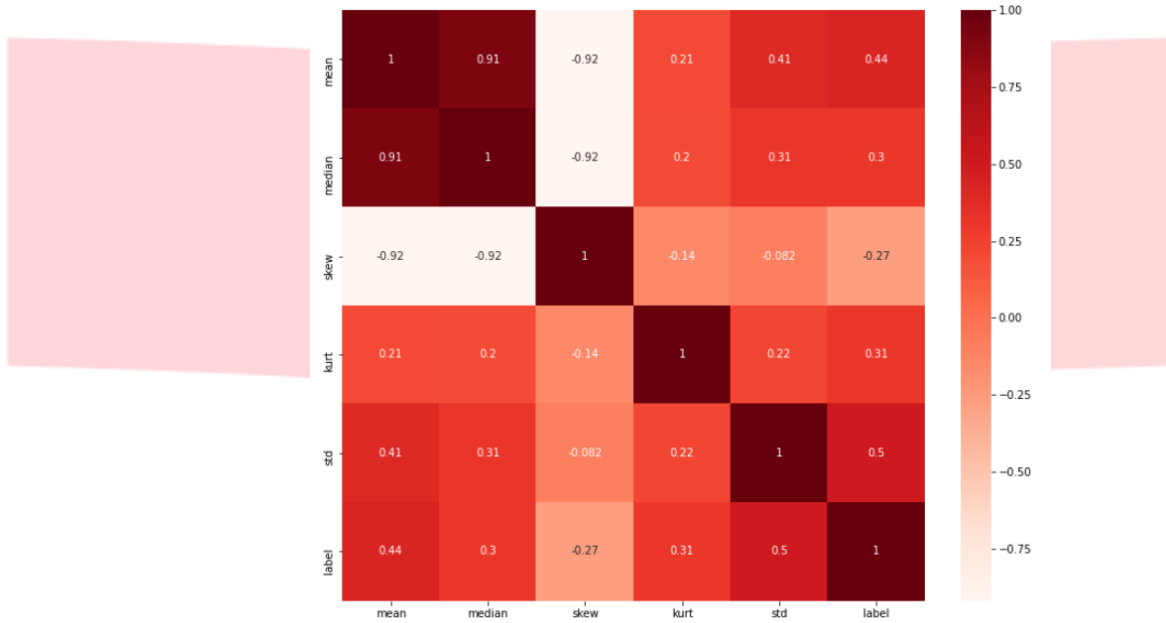
Tabel 3.3.1 Hasil Ekstraksi Fitur Data Penumpang Naik dan Turun

3.4. Penerapan *Support Vector Machine*

Setelah melalui proses *feature extraction* sebelumnya, dihasilkan 100 dataset yang akan diolah dengan metode *Support Vector Machine*. Metode ini bertujuan untuk mengklasifikasikan penumpang naik dan penumpang turun. Berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam metode *Support Vector Machine* :

1. Membaca dataset yang telah melalui proses *feature extraction*
2. Menerapkan Filter *Pearson Correlation*

Filter *Pearson Correlation* berguna untuk mengetahui hubungan antara 2 variabel, yaitu variabel bebas dan variabel tergantung. Korelasi dapat menghasilkan angka positif dan negative. Jika angka korelasi positif berarti hubungan bersifat searah, sedangkan jika menghasilkan nilai negative berarti hubungan bersifat tidak searah. Filter ini menghasilkan *heatmap* yang memperlihatkan korelasi antar fitur terhadap satu sama lain, dengan target yaitu fitur label. Berikut hasil *heatmap* setelah diterapkan filter *pearson correlation* pada data :



Gambar 3.4.1 Hasil heatmap dari korelasi pearson

Dari data diatas dapat ditentukan fitur yang berkorelasi paling dekat dengan fitur label yaitu fitur std dengan syarat $cor_target > 0.5$, berikut poin std yang memenuhi :

```
std      0.501204
label    1.000000
```

3. Fitur *Scaling*

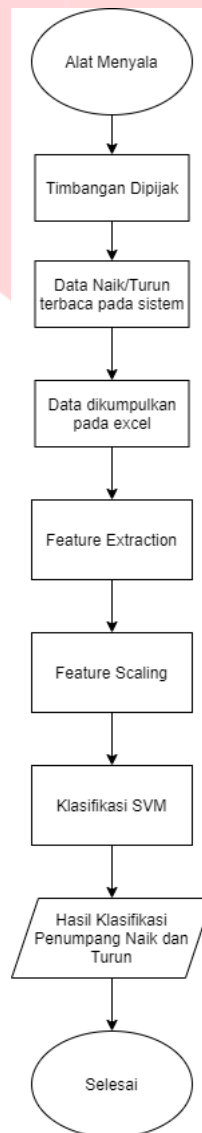
Fitur *Scaling* merupakan cara untuk membuat *numerical data* pada dataset memiliki rentang nilai yang sama. Dengan artian tidak ada satu pun variabel data yang mendominasi variabel data lainnya.

- 4. Melakukan *split* dataset menjadi *training set* dan *testing set* dengan perbandingan 80%:20%
- 5. Masukan library kernel linear pada *support vector machine* dan hasil akurasi

Tingkat akurasi pada model yang akan dihasilkan oleh proses peralihan dengan SVM bergantung dengan fungsi kernel dan parameter yang digunakan. Nilai C yang digunakan yaitu 3.0

3.5. Alur Kerja Sistem

Alur kerja sistem klasifikasi penumpang naik dan penumpang turun yang dibuat dalam rangkaian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.5.1 Alur Kerja Sistem

Alat akan dipasang pada pijakan pintu bus tempat keluar dan masuk penumpang. Saat alat diinjak, otomatis sensor akan membaca berat yang akan diproses pada Arduino sehingga menghasilkan data berat. Data tersebut lalu diekstraksi dengan fitur untuk menghasilkan dataset yang akan diklasifikasikan nantinya dengan metode *Support Vector Machine*.

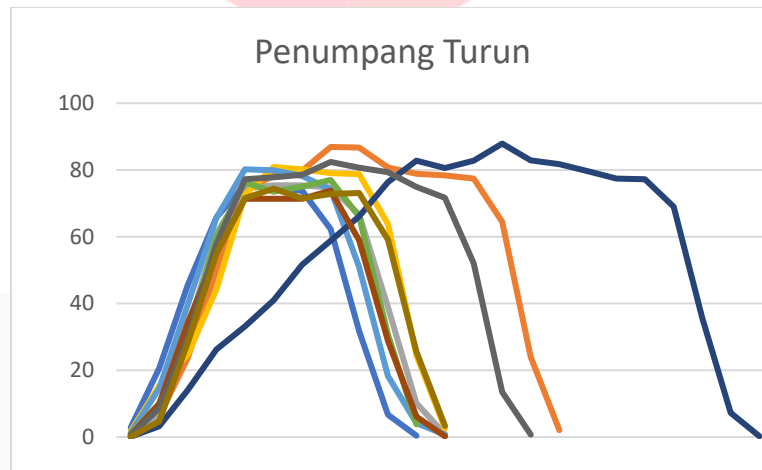
4. Evaluasi

4.1. Hasil Pengujian

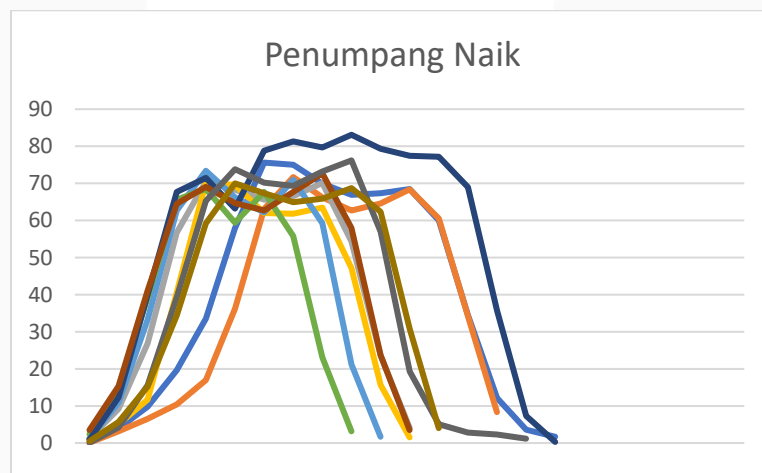
Setelah dilakukan pengujian dan olah data penumpang naik dan turun maka dihasilkan :

4.1.1. Pengujian Sensor *Load Cell* pada timbangan

Sensor *load cell* yang terdapat pada timbangan akan membaca berat penumpang lalu modul Hx711 akan meneruskan sinyal kepada Arduino yang akan menghasilkan output berat yang terbaca oleh sensor. Percobaan alat dilakukan dengan tinggi anak tangga 20 cm, grafik data berat yang terbaca adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1.1.1 Grafik Data Penumpang Turun

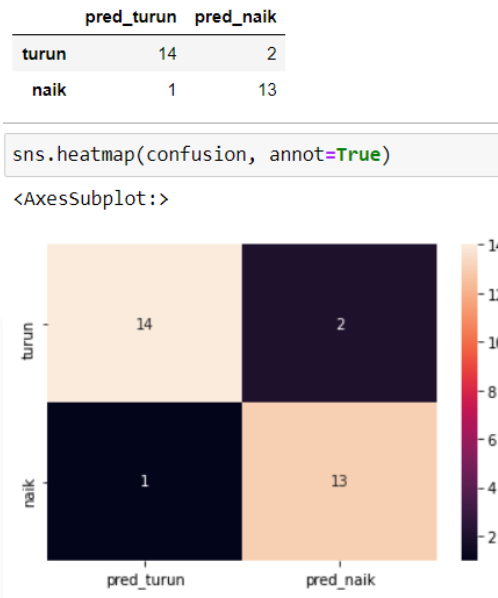


Gambar 4.1.1.2 Grafik Data Penumpang Naik

Pada grafik diatas menampilkan 10 sampel dari 50 data berat penumpang turun dan penumpang naik. Dapat terlihat bahwa untuk pola setiap penumpang yang naik dan turun hamper mirip namun berbeda pada letak berat dan durasi injakan pada alat.

4.1.2. Pengujian metode *Support Vector Machine*

Pengklasifikasian penumpang naik dan penumpang turun pada tugas akhir ini menggunakan metode *Support Vector Machine*. Setelah data berat terbaca dan diolah dengan *feature extraction*, dihasilkanlah data yang akan diolah dengan metode *Support Vector Machine*. Sebelum diolah dengan SVM, data akan melalui filter *scaling* untuk standarisasi. Lalu dilanjutkan dengan SVM Linear Kernel Hyperplane. Dengan pembagian data set dan data training dengan ratio 80%:20% dan nilai C = 3.0, didapatkanlah nilai akurasi 90%. Berikut hasil klasifikasi poin latih terhadap 0,3% data test yang berjumlah 30 data yang dihasilkan :



Gambar 4.1.2.2 Hasil Confusion Prediksi

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dari pengujian sistem klasifikasi penumpang bus ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Timbangan dan seluruh rangkaian sensor *load cell*, modul Hx711 dan mikrokontroler Arduino yang terhubung pada timbangan dapat dijalankan dan membaca data berat dengan baik
2. Metode *Support Vector Machine* dengan Linear Kernal dapat mengklasifikasikan data penumpang naik dan penumpang turun
3. Nilai akurasi yang dihasilkan dari metode *Support Vector Machine* yaitu 90%

6. Saran

Setelah dilakukannya penelitian pada tugas akhir ini, terdapat beberapa saran yang dapat mengembangkan alat atau sistem yang dapat memonitoring penumpang bus untuk diterapkan atau diimplementasikan pada penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut :

1. Membuat sistem IoT yang dapat memunculkan hasil penumpang naik dan turun secara *real-time*
2. Mengembangkan sistem yang dapat menghitung penumpang bus sehingga memudahkan kondektur dalam memperhitungkan jumlah kursi yang tersedia

Referensi

- [1] Z. D., G. J. and Z. Zhao, "Research on counting method of bus passenger flow based on kinematics," *Second International Symposium on Intelligent Information Technology*, 2008.
- [2] m. p. indri, t. f. muhammad and sutrisno, "Penerapan Metode Support Vector Machine (SVM) Pada Klasifikasi Penyimpangan Tumbuh Kembang Anak," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, pp. 3163-3169, 2018.
- [3] N. A.S.A., G. N.K.A. and J. H. , "Automatic Passenger Counting System Using Image Processing Based on Skin Colour Detection Approach," *International Conference on Computational Approach in Smart Systems Design and Applications (ICASSDA)*, 2018.
- [4] E. O.C., B. C.K.R., S. E., F. D.A. and P.E. Dadios, "Passenger Demand Forecast Using Optical Flow Passenger Counting System for Bus Dispatch Scheduling," *Philippines*, 2016.
- [5] j. reza, "Analisis Kinerja Klasifikasi Penumpang Naik dan Turun dengan Sensor Load Cell dan Metode Support Vector Machine," *Tugas Akhir S1 Teknik Informatika*, 2019.
- [6] K. B. Rezaul, P. Marimuthu and O. Brendan , "Support Vector Machines for Automated Gait Classification," *IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING*, vol. 52, p. 5, 2005.
- [7] B. N., B. L., M. Buzzoni, C. P. and G. P., "An Embedded System for Counting Passengers in Public Transportation Vehicles".
- [8] A. Mert, N. Kilic and A. Akan, "Breast cancer classification by using support vector machines with reduced dimension," in *ELMAR*, 2011.