DESAIN DAN IMPLEMENTASI HELM PINTAR DENGAN FITUR BLUETOOTH

DESIGN AND IMPLEMENTATION SMART HELMET WITH BLUETOOTH

Muhammad Aditya Nugroho[1], Sony Sumaryo[2], Estananto[3]

[1,2,3]Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
[1]adityaangr@student.telkomuniversity.ac.id [2]sny@ittelkom.ac.id [3]estananto@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Di Indonesia, helm adalah salah satu pengaman pada pengguna kendaraan sepeda motor. Akan tetapi, masih saja angka kematian yang diakibatkan kecelakaan sepeda motor tinggi. Hal itu diakibatkan faktor lain, yaitu hilangnya konsentrasi pengendara akibat mengoperasikan *smartphone* saat berkendara. Selain itu, terlambatnya penanganan kecelakaan sehingga terjadi keterlambatan ke rumah sakit juga menjadi salah satu faktor kematian pengguna sepeda motor. Dengan demikian, maka dibutuhkan perangkat yang dapat memberikan informasi kepada rumah sakit atau institusi terkait meminimalisir penggunaan *smartphone* saat berkendara. Tugas akhir ini merancang helm yang dapat terintegrasi dengan *smartphone* menggunakan hubungan bluetooth *Bluetooth Low Energy (BLE)* dan bluetooth audio. Modul bluetooth sebagai *DAC (Digital to Analog Converter)* pada audio dan komunikasi serial pada pendeteksi kecelakaan.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, berat helm setelah dipasang perangkat masih di bawah berat helm yang ada di pasar. Penggunaan modul bluetooth HM-10 serta Win-668 data yang dikirim berjalan lancar hingga jarak 30 meter, tetapi pada jarak 19 meter koneksi terputus. Penggunaan GPS memerlukan waktu untuk *lock* satelit rata-rata 3,97 detik hingga 10,87 detik. Penggunaan sensor flex sebagai pendeteksi pemakaian helm berfungsi dengan baik dengan nilai 100% pada akurasi, presisi dan sensitivitas. Selain itu, pendeteksi terjadinya kecelakaan memiliki nilai akurasi rata-rata 94,07%, nilai rata-rata sensitivitas sebanyak 91,05% dan presisi 100%.

Kata kunci: Helm, Bluetooth, *Bluetooth Low Energy*, DAC

Abstract

In Indonesia, helmets are one of the safeguards for motorcycle users. However, there are still deaths due to high motorcycle accidents. This is caused by another factor, namely the transfer of coordination that uses a smartphone when driving. In addition, the delay in handling accidents also resulted in delays to the hospital as well as being a factor in the death of motorcycle users. Thus, a device that can provide information to hospitals or related ones is needed which minimizes the use of smartphones when driving. This final project sets a helmet that can be combined with a smartphone using Bluetooth Bluetooth Low Energy (BLE) and bluetooth audio. Where is the Bluetooth module as DAC (Digital to Analog Converter) on audio and serial communication on accident detection.

From the results of tests carried out, heavy helmets after helmets are still on the market. Using the HM-10 bluetooth module and Win-668 the data sent runs up to 30 meters, but at a distance of 19 meters the connection is lost. Use of GPS It takes time to lock the satellite an average of 3.97 seconds to 10.87 seconds. The use of* sensor flex*s as a detector for the use of helmets with a value of 100% according to accuracy, precision and sensitivity. In addition, the accident resolution detector with an average value of 94.07%, the average value of sensitivity was 91.05% and 100% precision.

Keywords: Helmet, Bluetooth, Bluetooth Low Energy, DAC

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan alat transportasi pribadi di Indonesia mengakibatkan kemacetan di berbagai titik pusat kota. Walaupun pemerintah telah mengeluarkan berbagai kebijakan dan fasilitas berupa alat transportasi umum, namun faktanya beberapa golongan masyarakat tetap menggunakan kendaraan pribadi.

Untuk mengejar waktu sampai tujuan dan menghindari kemacetan, sepeda motor menjadi kendaraan alternatif. Sepeda motor pun menjadi kendaraan paling banyak di Indonesia dengan jumlah 113.030.793 pada tahun 2017 [1]. Akan tetapi, masalah lain timbul akibat jumlah dan meningkatnya sepeda motor yaitu kecelakaan. Umumnya kecelakaan sepeda motor diakibatkan kesalahan dari pengendara sendiri yaitu melanggar aturan rambu lalu lintas, kebut-kebutan dijalan, hingga mengoperasikan smartphone saat berkendara. Kecelakaan yang berujung kepada kematian seringkali diakibatkan oleh terlambatnya pertolongan yang diberikan.

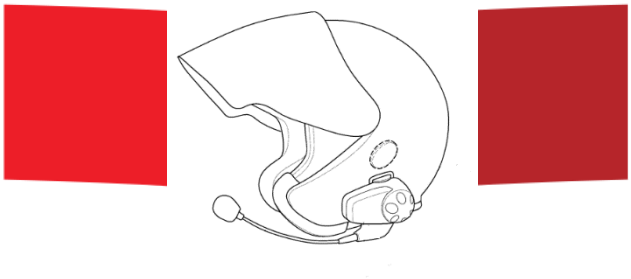
Untuk mengurangi angka kematian akibat terlambatnya pertolongan yang diberikan dan meminimalisir kecelakaan akibat mengoperasikan smartphone saat berkendara dapat dilakukan alternatif dengan pembuatan helm yang telah dilengkapi fitur audio dan fitur pemberitahuan dini ketika terjadinya kecelakaan dengan hubungan bluetooth ke smartphone.

Pembuatan helm dengan fitur bluetooth adalah helm yang telah dipasang Arduino Nano dengan berbagai sensor sebagai pendeteksi dan bluetooth sebagai jalur komunikasi terhadap *smartphone*. Dengan penambahan perangkat pada helm ini diharapkan pengendara dapat memanfaatkan fitur audio untuk pemutar musik dan khususnya dalam penggunaan navigasi suara aplikasi *Google Maps*. Selain itu, meminimalisir terlambatnya pertolongan yang diberikan oleh fitur pemberitahuan dini terjadinya kecelakaan.

2. DASAR TEORI

2.1. Helm

Helm adalah bentuk perlindungan tubuh bagian kepala, biasanya terbuat tempurung atau sungkup yang dapat menahan benturan dan lapisan pelindung yang menyerap kejutan. Indonesia merupakan negara yang mempunyai aturan bagi pengendara sepeda motor diwajibkan untuk mengenakan helm. SNI 1811-2007 merupakan standar spesifikasi teknis untuk helm pelindung yang digunakan oleh pengendara dan penumpang sepeda motor. [2] Klasifikasi dari Standar Helm Indonesia adalah helm standar terbuka (*open face*) dan helm standar tertutup (*full face*). Material utama dalam helm terbuat dari bahan yang kuat dan bukan berasal dari logam.

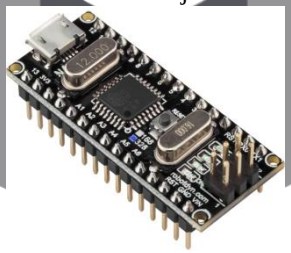


Gambar 1. Smart Helmet

Saat ini, banyak helm dilengkapi berbagai fitur dipadu dengan teknologi. Helm dibekali dengan fitur audio melalui komunikasi bluetooth, sehingga pengendara sepeda motor dapat mengemudi dengan bantuan navigasi suara aplikasi *Google Maps* tanpa visual, dan memiliki fitur *intercom* untuk komunikasi dengan pengemudi lain yang menggunakan produk serupa. [4]

2.2. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip yang sangat kecil. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan beberapa pin *input-output*. Tiap jenis mikrokontroler memiliki perancangan yang berbeda, meskipun berbeda pada dasarnya setiap arsitektur mikrokontroler memiliki kesamaan cara kerja.



Gambar 2. Mikrokontroler

2.3. *Wireless Communication*

Saat ini jaringan kabel *(wired network*) mulai banyak di tinggalkan karena beberapa keterbatasannya, seperti besarnya biaya yang harus dikeluarkan jika menggunakan jaringan kabel. Selain itu, tidak *flexibel* karena sangat tergantung pada kabel. [5] Beberapa macam media transmisi tanpa kabel yaitu gelombang radio, gelombang mikro, dan cahaya infra merah. Salah satu contoh penerapan jaringan tanpa kabel menggunakan gelombang radio yaitu bluetooth. Beberapa profil bluetooth antara lain A2DP, AVRCP, HSP, HFP, dan SPP. [6] Terdapat dua versi bluetooth, yaitu *Bluetooth Low Energy (BLE)* dan *Bluetooth Classic*. BLE merupakan versi bluetooth dengan konsumsi energi yang rendah yang dikembangkan untuk aplikasi kontrol dan pemantauan jarak pendek. [7] Pada Salah satu contoh *Bluetooth Classic* adalah pemanfaatan bluetooth pada audio dengan profil utama A2DP di

dalamnya dan terdapat *DAC (Digital to Analog Converter)* didalamnya. Sehingga, sinyal digital yang berasal dari *gadget* dapat diolah menjadi sinyal analog kemudian dapat dikirim ke *speaker* sebagai *output* suara. [8]

2.4. *Global Positioning System (GPS)*

Global Positioning System (GPS) adalah sistem guna menentukan letak di permukaan bumi dengan bantuan penyelarasan dengan sinyal satelit. Sistem ini menggunakan 31 satelit yang telah tersebar mengorbit di bumi dan mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi. Sinyal ini diterima oleh alat penerima di permukaan, digunakan untuk menentukan letak, kecepatan, arah, dan waktu. Sistem GPS terdiri dari 3 bagian yaitu, segmen angkasa, segmen kendali, dan segmen pengguna. [9] Dalam menentukan posisi, perangkat GPS membutuhkan paling sedikit 3 satelit untuk penentuan posisi 2 dimensi (lintang dan bujur) dan 4 satelit untuk penentuan posisi 3 dimensi (lintang, bujur, dan ketinggian). Penggunaan aplikasi GPS untuk sistem navigasi di darat banyak digunakan untuk berbagai keperluan seperti pada perkebunan, telekomunikasi, industri, dan lain-lain. [10]

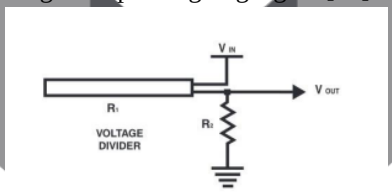
Gambar 3. Satelit

2.5. Akselerometer

Percepatan merupakan suatu keadaan berubahnya kecepatan terhadap waktu, bertambahnya suatu kecepatan dalam suatu rentang waktu disebut juga percepatan (*acceleration*). Akselerometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur percepatan, mendeteksi serta mengukur getaran (vibrasi), dan mengukur percepatan akibat gravitasi (inklinasi). Sensor akselerometer mengukur percepatan akibat gerakan benda yang melekat padanya. Akselerometer jatuh bebas atau saat istirahat di luar angkasa akan mengukur nol, istilah lain untuk jenis percepatan yang dapat diukur akselerometer adalah percepatan g-force. [11] Sensor akselerometer juga dapat diaplikasikan pada pengukuran aktivitas gempa bumi dan peralatan-peralatan elektronik, seperti permainan 3 dimensi, *mouse computer*, dan telepon.

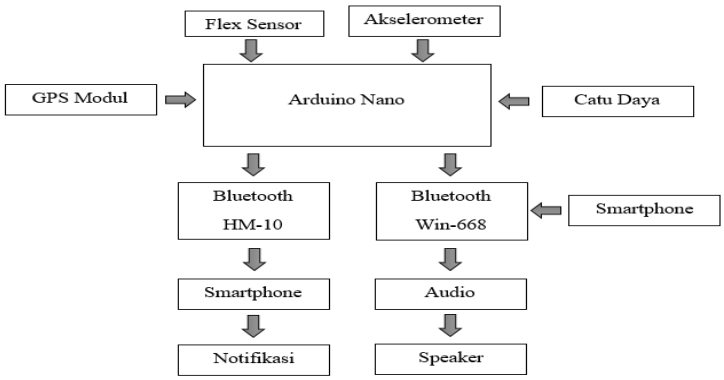
2.6. Sensor flex

Sensor flex adalah sensor yang memiliki konsep kerja perubahan resistansi akibat adanya perubahan lekukan pada bagian sensor. Bentuk dari sensor flex berupa strip dengan garis-garis logam yang dapat ditekuk. [12] Pemasangan sensor flex menggunakan rangkaian pembagi tegangan. [13]



Gambar 4. Rangkaian dasar Sensor flex

2.7. Blok Diagram Sistem Keseluruhan

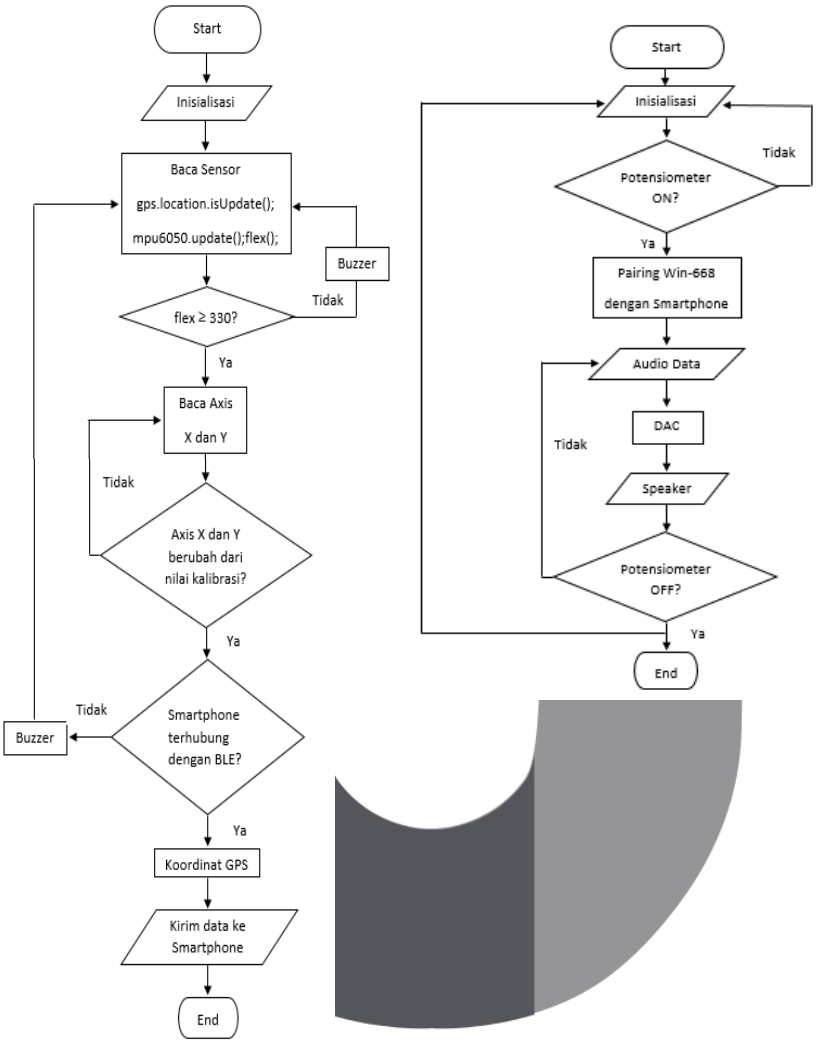


Gambar 5. Diagram Blok Sistem Keseluruhan

Pada Gambar 5 merupakan blok diagram keseluruhan sistem dan pada Gambar 6 merupakan diagram alir keseluruhan sistem.

Input pada diagram blok adalah sensor flex, sensor akselerometer, serta modul GPS lalu dihubungkan ke arduino nano sebagai mikrokontroler. Modul GPS sebelumnya harus mendapatkan sinyal satelit GPS terlebih dahulu, apabila nilai sensor flex ≥ 330 maka helm akan mendeteksi terpakai. Kemudian mikrokontroler akan membaca nilai sensor akselerometer, apabila nilai akselerometer berubah dari nilai yang telah dikalibrasi maka sistem akan mendeteksi terjadi kecelakaan. Informasi berupa koordinat terjadinya kecelakaan akan dikirim ke *smartphone* melalui bluetooth yang telah terhubung.

Untuk fitur audio, terlebih dahulu potensiometer harus diputar ke kanan untuk menyalakan sistem. Kemudian bluetooth Win-668 akan hidup dan melakukan pairing dengan *smartphone*. *Smartphone* mengirimkan data audio dan diterima oleh bluetooth audio kemudian diubah ke sinyal analog yang nantinya diteruskan ke *speaker*.



Gambar 6 . *Flowchart* Keseluruhan Sistem

3. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

3.1. Pengujian Berat Helm dan Hasil

Pengujian berat bertujuan untuk membandingkan apakah penambahan perangkat pada helm mempengaruhi beban helm secara signifikan. Pengujian menggunakan perangkat yang telah terpasang pada helm dan timbangan digital untuk mengukur berat.

Sebelum dibongkar helm memiliki berat 1,165 kilogram ketika diukur. Setelah dilakukan pembongkaran berat helm menunjukkan angka 1,435 kilogram dengan penambahan berat perangkat 0,27 kilogram. Helm dengan model *Open Face* memiliki berat rata-rata 1,5 kilogram. Untuk keperluan analisa, hasil pengujian dilakukan perbandingan dengan helm Zeus seri ZS-611. [3] Zeus Seri ZS-611 berdasarkan spesifikasi memiliki berat 1,530 kilogram, maka penambahan perangkat pada helm masih sesuai dengan batas berat helm SNI.

3.2. Pengujian Jarak Koneksi Bluetooth dan Hasil

Modul HM-10 (BLE) digunakan untuk mengirimkan data kecelakaan, sedangkan modul Win-668 berfungsi sebagai *receiver* audio. Pengujian dilakukan agar dapat mengetahui pengiriman data apakah berjalan dengan berbagai jarak yang telah ditentukan. Pengujian ini dilakukan di lapangan terbuka dengan jarak 1 meter hingga 30 meter.

Hasil pengujian tanpa penghalang hingga jarak 30 meter HM-10 terkoneksi dengan *smartphone* dan data terkirim. Pada modul Win-668, *speaker* menghasilkan suara dan terkoneksi dengan *smartphone*. Pengujian dengan penghalang berupa kain, data dari HM-10 hingga jarak 30 meter dapat terkirim. *Output* suara terkirim hingga jarak 30 meter. Selain itu koneksi terputus pada jarak 19 meter dan seterusnya, sehingga harus dilakukan koneksi ulang untuk mendapatkan hasil pengujian.

Dari kedua parameter pengujian yang dilakukan, baik HM-10 maupun Win-668 data terkirim hingga jarak 30 meter. Koneksi terputus terjadi pada jarak 19 meter dan di atasnya.

3.3. Pengujian GPS dan Hasil

Fitur pemberitahuan dini terjadinya kecelakaan akan berjalan apabila modul GPS telah melakukan *lock* dengan minimal 3 satelit GPS terbaca pada modul Neo-6m, sehingga diperlukan pengujian lama waktu modul Neo-6m supaya mendapatkan sinyal satelit GPS yang tersedia dengan kondisi tertentu. Tanda apabila GPS telah melakukan *lock* satelit yaitu keluarnya bunyi buzzer pada perangkat. Ketika saklar dinyalakan, *stopwatch* mulai menghitung waktu hingga buzzer mengeluarkan suara. Pengujian dilakukan pada 3 kondisi, yaitu kondisi jalan bangunan bertingkat, jalan terbuka, dan dalam terowongan.

Hasil pengujian menunjukkan saat kondisi jalan bangunan bertingkat waktu rata-rata GPS mendapatkan sinyal adalah 4,60 detik dengan waktu tercepat adalah 3 detik dan waktu terlama adalah 10 detik. Kondisi dalam terowongan rata-rata waktu GPS mendapatkan sinyal satelit adalah 10,87 detik dengan waktu tercepat 6 detik dan waktu terlama adalah 52 detik. Pengujian pada kondisi jalan terbuka dengan waktu rata-rata GPS mendapatkan sinyal adalah 3,97 detik, waktu tercepat adalah 3 detik dan waktu terlama adalah 6 detik.

3.4. Pengujian Sensor flex dan Hasil

Sensor flex digunakan untuk mendeteksi penggunaan helm, pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai sensor flex dan apakah sudah sesuai dengan nilai dan fungsi yang telah ditentukan. Ketika nilai sensor flex ≥ 330 menandakan bahwa helm sedang dikenakan. Pembacaan nilai sensor flex dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Serial Bluetooth*. Beberapa kondisi yang menjadi parameter pengujian telah ditentukan, yaitu ketika helm dikenakan, helm dibawa dengan tangan dan helm digantung pada kaca spion sepeda motor.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor flex

Kondisi	Rata-rata Nilai Sensor flex	Deteksi yang diharapkan	Hasil Deteksi Sistem
Helm dikenakan	337	*True*	*True* (30 dari 30 percobaan)
Helm dibawa dengan tangan	293	*False*	*False* (30 dari 30 percobaan)
Helm digantung pada kaca spion sepeda motor	302	*False*	*False* (30 dari 30 percobaan)

Dari hasil pengujian di atas, didapatkan nilai 30 *True Positive* (TP), 30 *True Negative (*TN), dan tidak ada *False Positive* (FP) maupun *False Negative* (FN). Sehingga dapat dilakukan perhitungan *Confusion Matrix* sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{30+60}{30+60+0+0} \times 100\% = 100\% \quad (3.1)$$

$$Presisi = \frac{30}{30+0} \times 100\% = 100\% \quad (3.2)$$

$$Sensitivitas = \frac{30}{30+0} \times 100\% = 100\% \quad (3.3)$$

Hasil yang didapatkan menunjukkan nilai 100% pada presisi, akurasi, serta sensitivitas, sehingga perangkat berjalan sesuai fungsinya.

3.5. Pengujian Posisi Jatuh dan Hasil

Pengujian simulasi posisi jatuh bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat berjalan sesuai dengan fungsinya ketika mendeteksi kecelakaan. Posisi jatuh ditentukan oleh perhitungan *accelerometer* sumbu X, Y dan Z dengan perhitungan pada library MPU6050 sebagai berikut : [14]

angleAccX = atan2(accY, accZ + abs(accX)) * 360 / 2.0 / PI ……..(3.4)

angleAccY = atan2(accX, accZ + abs(accY)) * 360 / -2.0 / PI ……..(3.5)

Perhitungan di atas menghasilkan dua nilai yang nantinya akan dikalibrasi sehingga posisi jatuh dapat diketahui apabila nilai angleAccX atau angleAccY menjauhi nilai kalibrasi. Agar lebih akurat pengujian dibagi menjadi 4 posisi yaitu jatuh ke depan, jatuh ke belakang jatuh ke sisi kiri, dan jatuh ke sisi kanan. Posisi jatuh ke belakang di ilustrasikan dengan gambar di bawah ini :

Gambar 7. Posisi Pertama, Kedua, dan Ketiga Simulasi Jatuh ke Belakang

Tabel 2. Hasil Pengujian Jatuh ke Belakang

Posisi	Deteksi yang diharapkan	Hasil Deteksi Sistem
Pertama	*False*	*False* (30 dari 30 percobaan)
Kedua	*True*	*True* (22 dari 30percobaan)
Ketiga	*True*	*True* (30 dari 30 percobaan)

Dari hasil pengujian di atas, didapatkan nlai 52 *True Positive* (TP), 30 *True Negative (*TN), 8 *False Negative* (FN) dan tidak ada *False Positive* (FP). Sehingga dapat dilakukan perhitungan *Confusion Matrix* sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{52+30}{52+30+0+8} \times 100\% = 91{,}11\% \quad (3.6)$$

$$Presisi = \frac{52}{52+0} \times 100\% = 100\% \quad (3.7)$$

$$Recall = \frac{52}{52+8} \times 100\% = 86{,}67\% \quad (3.8)$$

Simulasi jatuh ke depan disimulasikan dengan gambar berikut :

Gambar 8. Posisi Pertama, Kedua, dan Ketiga Simulasi Jatuh ke Belakang

Tabel 3. Hasil Pengujian Jatuh ke Belakang

Posisi	Deteksi yang diharapkan	Hasil Deteksi Sistem
Pertama	*False*	*False* (30 dari 30 percobaan)
Kedua	*True*	*True* (25 dari 30percobaan)
Ketiga	*True*	*True* (30 dari 30 percobaan)

Dari hasil pengujian di atas, didapatkan nlai 55 *True Positive* (TP), 30 *True Negative (*TN), 5 *False Negative* (FN) dan tidak ada *False Positive* (FP). Sehingga dapat dilakukan perhitungan *Confusion Matrix* sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{55+30}{55+30+0+5} \times 100\% = 94{,}44\% \quad (3.9)$$

$$Presisi = \frac{55}{55+0} \times 100\% = 100\% \quad (3.10)$$

$$Recall = \frac{55}{55+5} \times 100\% = 91{,}67\% \quad (3.11)$$

Simulasi jatuh ke kiri disimulasikan dengan gambar berikut :

Gambar 9. Posisi Pertama, Kedua dan Ketiga Simulasi Jatuh ke Sisi Kiri

Tabel 4. Hasil Pengujian Jatuh ke Sisi Kiri

Posisi	Deteksi yang diharapkan	Hasil Deteksi Sistem
Pertama	*False*	*False* (30 dari 30 percobaan)
Kedua	*True*	*True* (27 dari 30percobaan)
Ketiga	*True*	*True* (30 dari 30 percobaan)

Dari hasil pengujian di atas, didapatkan nlai 57 *True Positive* (TP), 30 *True Negative (*TN), 3 *False Negative* (FN) dan tidak ada *False Positive* (FP). Sehingga dapat dilakukan perhitungan *Confusion Matrix* sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{57+30}{57+30+0+3} \times 100\% = 96{,}67\% \quad (3.12)$$

$$Presisi = \frac{57}{57+0} \times 100\% = 100\% \quad (3.13)$$

$$Recall = \frac{55}{55+3} \times 100\% = 94{,}82\% \quad (3.14)$$

Simulasi jatuh ke kanan disimulasikan dengan gambar berikut :

Gambar 10. Posisi Pertama, Kedua dan Ketiga Simulasi Jatuh ke Sisi Kanan

Tabel 5 Hasil Pengujian Jatuh ke Sisi Kiri

Posisi	Deteksi yang diharapkan	Hasil Deteksi Sistem
Pertama	*False*	*False* (30 dari 30 percobaan)
Kedua	*True*	*True* (22 dari 30percobaan)
Ketiga	*True*	*True* (28 dari 30 percobaan)

Dari hasil pengujian di atas, didapatkan nlai 50 *True Positive* (TP), 30 *True Negative (*TN), 10 *False Negative* (FN) dan tidak ada *False Positive* (FP). Sehingga dapat dilakukan perhitungan *Confusion Matrix* sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{50+30}{50+30+0+10} \times 100\% = 88{,}89\% \quad (3.15)$$

$$Presisi = \frac{50}{50+0} \times 100\% = 100\% \quad (3.16)$$

$$Recall = \frac{50}{50+10} \times 100\% = 83{,}33\% \quad (3.17)$$

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan perangkat pada helm tidak terlalu signifikan terhadap perubahan berat. Perbandingan berat juga masih di bawah helm SNI yang ada di pasar.
2. Berdasarkan pengujian jarak koneksi bluetooth baik HM-10 maupun Win-668 data terkirim hingga jarak 30 meter. Koneksi terputus terjadi pada jarak 19 meter dan di atasnya.
3. Sebelum perangkat digunakan perlu waktu untuk mendapatkan sinyal satelit GPS. Untuk mendapatkan minimal 3 sinyal satelit, penulis melakukan pengujian dalam 3 kondisi berbeda: dalam kondisi jalan bangunan bertingkat waktu rata-rata GPS mendapatkan sinyal adalah 4,60 detik, dalam terowongan rata-rata waktu adalah 10,87 detik, dan kondisi jalan terbuka adalah 3,97 detik. Sebelum pengujian dilakukan perangkat dinyalakan terlebih dahulu, kemudian dimatikan, dan selanjutnya dilakukan pengujian.
4. Sensor flex sebagai pendeteksi pemakaian helm memiliki akurasi 100%, presisi 100%, dan sensitivitas 100%. Artinya, perangkat memiliki akurasi dan kualitas yang tinggi dalam mendeteksi pemakaian. Selain itu, tidak ada kesalahan yang terjadi atau 0% error.
5. Simulasi posisi jatuh yang telah dilakukan merupakan pengujian keseluruhan tugas akhir ini. Memiliki nilai akurasi rata-rata 94,07%, nilai rata-rata sensitivitas sebanyak 91,05%, dan presisi 100%. Berarti perangkat memiliki akurasi dan kualitas yang tinggi ketika melakukan prediksi. Adapun kesalahan perangkat dalam melakukan prediksi selama pengujian yaitu sebanyak 5,93%.

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka saran untuk pengembangan selanjutnya sebagai berikut:

1. Modul Win-668 tidak ada profil HSP (Handset Profile) dan Hands-Free Profile (HFP), sehingga pada tugas akhir ini tidak terpasang *microphone*. Disarankan untuk pengembangan selanjutnya menggunakan bluetooth dual mode yang memiliki profil SPP (*Serial Port Profile*), HSP dan HFP.
2. Disarankan untuk melakukan uji coba ketahanan alat, karena perangkat yang dibuat berfungsi ketika terjadi benturan.

Daftar Pustaka:

[1] Badan Pusat Statistika. (2017). Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis 1949-2017. Diakses pada 08 Mei 2019, dari https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133 .

[2] Badan Standarisasi Nasional. (2010). Penerapan Standar Wajib SNI 1811-2007 Helm Pengendara Kendaraan Roda Dua. Diakses pada 10 Mei 2019, dari dinus.ac.id/repository/docs/ajar/Penerapan_standard_wajib_SNI-helm.pdf .

[3] Zeus Helmet. (2017). ZS-611|ZEUS Helmets. Diakses pada 17 Juni 2019, dari http://zeus-helmets.co.id/helmet.php?id=37.

[4] JUNG, Ohjin. (2010). Bluetooth Headset For Helmet Having Inter-Communication Function. US 8688040B2.

[5] F. Borko, M. Ilyas. (2003). Wireless Internet Handbook Technologies, Standards and Applications. CRC Press.

[6] Sugiantoro, Bambang. (2005). Aplikasi Teknologi Bluetooth Untuk Komunikasi Wireless. Jurusan Teknik Informatika, Universitas Pembangunan Nasional "VETERAN", Yogyakarta.

[7] A. Surthineni, R.V. Krishnaiah. (2013). Overview and Evaluation of Bluetooth Low Energy: An Emerging Low-Power Wireless Technology. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, Vol. 3, Issue 9.

[8] Nanda, Mega. (2018). Analisis Perbandingan Konverter Sinyal Analog ke Digital/Digital ke Analog Antara Perancangan Hardware dengan Simulasi. Universitas Sumatera Utara.

[9] Official U.S. government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics. (2017). GPS Overview. Diakses pada 30 Mei, dari https://www.gps.gov/systems/gps/

[10] L. Diah, S. Ade, Lindawati. (2016). Sistem Navigasi pada Mobile Robot dengan Global Positioning System (GPS). Annual Research Seminar 2016, Vol 2 No. 1.

[11] Lina. (2013). Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) Accelerometer and Gyroscope. Fakultas Teknologi Industri, Universitas Internasional Batam.

[12] Tapadar, Sayan, dkk. (2018). Accident and Alcohol Detection in Bluetooth enabled Smart Helmets for Motorbikes. 2018 IEEE 8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC).

[13] T. Nada, A.P. Rizki, P. Porman. (2019). Pengendali Remote Weapon Station Berdasarkan Gestur Telapak Tangan. Universitas Telkom.

[14] M. Sokolova, G. Lapalme. (2009). A systematic analysis of performance measures for classification tasks. Inf. Process. Manag., vol. 45, no. 4, hal. 427–437.