

KURSI RODA ELEKTRIK DENGAN SISTEM PEMANTAUAN KESEHATAN PENGGUNA, LOKASI, DAN PENDETEKSI KECELAKAAN BERBASIS IOT

Farhan Taufiqurrahman Ashegaf^{*}), Bonaventura Ananda Daniel Naipospos^{*}),
Benediktus Bryan Bimantoro^{*}), Aris Triwiyatno^{*})

Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*}E-mail: farhanashegaf09@gmail.com, bona.pospos17@gmail.com, benediktusbryan@gmail.com,
aristriwiyatno@undip.ac.id

Abstrak

Kursi roda saat ini belum efektif dalam hal penggunaan maupun fitur. Sudah banyak dikembangkan kursi roda pintar, namun belum bisa mendeteksi kesehatan pengguna ataupun kondisi kursi roda. Pada penelitian ini, dikembangkan kursi roda elektrik yang memperhatikan kesehatan pengguna dan kondisi kursi roda menggunakan sensor detak jantung, kadar oksigen darah (SpO₂), GPS, accelerometer dan gyroscope. Sehingga kesehatan pengguna terpantau dan keadaan kursi roda dapat terdeteksi jika mengalami kecelakaan karena dikirim langsung menggunakan IoT, serta lokasi diketahui melalui GPS. Penelitian ini bertujuan mempermudah pemantauan kesehatan pengguna dan mendeteksi kursi roda dari kecelakaan sehingga tidak ada kekhawatiran ketika pengguna di luar ruangan. Metode yang digunakan yaitu MAX30100 mengakuisisi data medis dan GPS Ublox Neo-6M mengakuisisi lokasi yang diolah STM32F103C8T6. Selanjutnya dikirim melalui internet menggunakan SIM800L. Untuk mendeteksi kecelakaan, diketahui dari sudut kemiringan kursi roda menggunakan MPU6050. Jika sudut roll atau pitch melebihi threshold maka terdeteksi kecelakaan. Didapatkan data antara lain detak jantung 85 bpm, kadar oksigen darah 98%, latitude --7,06723/ longitude 110,44526, dan status kecelakaan bernilai 0 saat normal serta bernilai 1 saat kecelakaan. Pada percobaan ini, didapatkan bahwa alat telah berhasil mendeteksi detak jantung, kadar oksigen darah, keadaan kursi roda, dan lokasinya yang dapat diketahui melalui Android keluarga pengguna dengan server ThingSpeak.

Kata Kunci: kursi roda elektrik, detak jantung, kadar oksigen darah, GPS, IoT

Abstract

The wheelchair is currently not effective in terms of use and features. Many smart wheelchairs have been developed, but have not been able to detect the health of user or the condition of wheelchair. In this research, an electric wheelchair was developed that pays attention to the health of user and the condition of wheelchair using a heart rate sensor, blood oxygen level (SpO₂), GPS, accelerometer and gyroscope. So that the user's health is monitored and condition of the wheelchair can be detected if an accident occurs because it is sent directly using IoT, and the location is known through GPS. This research aims to simplify monitoring the health of user and detecting wheelchair from accidents so that there is no concern when user are outdoors. The method used, MAX30100 acquired medical data and GPS Ublox Neo-6M acquired the location processed by STM32F103C8T6. Then sent via internet using SIM800L. To detect accidents, it is known from the tilt angle of the wheelchair using MPU6050. If the roll or pitch angle exceeds the threshold, an accident is detected. Obtained data include heart rate 85 bpm, blood oxygen level 98%, latitude -7.06 / longitude 110.45, and accident status 0 when normal and 1 during an accident. In this research, obtained that the device had succeeded in detecting heart rate, blood oxygen level, state of the wheelchair, and location that could be known through the family of user's Android by ThingSpeak server.

Keywords: electric wheelchair, heart rate, blood oxygen level, GPS, IoT

1. Pendahuluan

Kursi roda merupakan alat bantu gerak untuk penyandang cacat dan orang yang sedang dalam kondisi sakit yang membutuhkan mobilitas untuk dapat melakukan aktivitas sehari-hari. Kegunaan kursi roda secara umum adalah

untuk membantu pasien yang mempunyai gangguan sistem motorik pada kakinya. Keperluan kursi roda elektrik di negara-negara berkembang meningkat secara progresif dan berbanding lurus seiring peningkatan faktor-faktor penyebab kecacatan, seperti kelahiran/congenital, kondisi sakit, kecelakaan dan bencana alam. Menurut

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) jumlah penderita cacat dari segala jenis kecacatan sudah mencapai 20 juta orang atau sekitar 10% dari total populasi penduduk Indonesia [1].

Metode yang digunakan pada kursi roda saat ini belum efektif baik dalam hal penggunaan maupun fitur. Untuk mengantisipasi masalah tersebut, banyak dikembangkan teknologi kursi roda pintar, seperti kursi roda yang digerakkan menggunakan suara [1] atau gerakan kepala [2]. Namun dari penelitian-penelitian yang telah ada, belum adanya pemecahan masalah mengenai pemantauan kesehatan pengguna, kondisi, dan lokasi kursi roda. Untuk pemantauan kesehatan pengguna, saat ini masih manual dan terpisah dari kursi roda. Penelitian mengenai pemantauan kesehatan yang telah ada adalah deteksi denyut nadi yang berbasis Android [3]. Belum adanya pemantauan yang sudah terintegrasi langsung dengan kursi roda sehingga data kesehatannya pun tidak dapat dilihat setiap waktu. Pemantauan tersebut penting dan dibutuhkan untuk mengurangi kekhawatiran keluarga terhadap pengguna kursi roda yang sedang berada di luar. Apalagi didukung dengan adanya teknologi *Internet of Things (IoT)* yang membuat proses pemantauan semakin mudah.

Seiring berkembangnya teknologi, tidak sedikit inovasi-inovasi mengenai *IoT*, seperti pada penelitian ini yang menggunakan teknologi tersebut. *Internet of Things (IoT)* merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang bekerja sama melalui jaringan internet. Perkembangan pada perangkat komunikasi dalam paradigma *IoT* berkembang begitu pesat dalam dua dekade terakhir dengan peningkatan penggunaan sensor di setiap aspek kehidupan sehingga membentuk jaringan-jaringan berbasis sensor [4]. *IoT* menjadikan objek pintar sebagai blok bangunan utama dalam pengembangan kerangka kerja cerdas dunia maya. *IoT* memiliki berbagai domain aplikasi, termasuk perawatan kesehatan [5]. Sistem *IoT* ini dapat diaplikasikan pada kursi roda supaya meningkatkan fitur pemantauan pada kesehatan pengguna, kondisi kursi roda, maupun lokasinya. Sensor yang digunakan dalam sistem ini adalah sensor detak jantung, sensor kadar oksigen darah, *Global Positioning System (GPS)*, *accelerometer*, dan *gyroscope*.

Untuk mengetahui bagaimana kondisi kesehatan pengguna kursi roda bisa didapatkan dari irama dan kecepatan denyut jantung sebagai parameter kondisi kesehatan [3]. Denyut jantung adalah jumlah panas ketukan dalam satu menit atau jantung denyut per menit. Denyut jantung berkisar antara 60-100 denyut per menit untuk usia dewasa [6]. Rata-rata kecepatan detak jantung menunjukkan aktivitas jantung [7]. Selain itu parameterisasi kesehatan pengguna bisa didapatkan dari jumlah kadar oksigen di dalam darah. Hemoglobin merupakan molekul protein di dalam darah yang

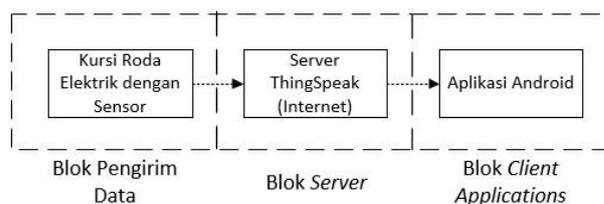
berfungsi untuk mengikat oksigen. Sehingga kekurangan oksigen yang dapat mengakibatkan rusaknya organ-organ yang penting dalam tubuh dapat ditanggulangi. Saturasi adalah persentase dari pada hemoglobin yang mengikat oksigen dibandingkan dengan jumlah total hemoglobin yang ada di dalam darah. Batas normal dari *Pulse oximetry* adalah dari 95 sampai 100 persen [8].

Penelitian ini berfokus pada pembuatan sistem pemantauan kesehatan pengguna, lokasi, dan pendeteksi kecelakaan pada kursi roda elektrik dengan cara menambahkan sensor medis, *GPS*, dan pendeteksi kecelakaan menggunakan *accelerometer-gyroscope*. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang suatu alat yang dapat meningkatkan fitur kursi roda bagi penyandang disabilitas dan mengetahui fungsi dan karakteristik sensor berdasarkan pengujian yang dilakukan.

Pada rancangan sistem terdapat 4 bagian penting yaitu sensor, mikrokontroler, *server*, dan *client application*. Kondisi kesehatan didapatkan melalui sensor detak jantung dan kadar oksigen darah, lokasi kursi roda elektrik didapatkan dari *GPS* modul, dan deteksi kecelakaan didapat dari *accelerometer* dan *gyroscope* sensor. Data pembacaan diolah oleh mikrokontroler yang kemudian ditransmisikan melalui jaringan *GPRS* menuju *server* ThingSpeak. Kemudian dari *server*, data divisualisasikan pada *client application*, yaitu Android.

2. Metode

Perancangan sistem dalam penelitian ini secara garis besar terdiri dari 3 bagian utama, yaitu kursi roda elektrik yang sudah dilengkapi sensor dan rangkaian elektriknya, *server* ThingSpeak, dan aplikasi Android. Kursi roda elektrik sebagai obyek yang akan dilengkapi sensor-sensor. Pada penelitian ini, kursi roda elektrik tidak dilakukan pengembangan atau penelitian pada bagian penggerak atau pengontrolnya. *Server* ThingSpeak sebagai penyimpan data-data sensor melalui internet. Data-data ini kemudian akan diakuisisi oleh aplikasi Android yang terhubung internet. Aplikasi Android sebagai *client application* yang akan menerima data-data dari internet dan sebagai antarmuka bagi keluarga pengguna yang dapat memantau kondisi pengguna kursi roda dan kursi roda.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

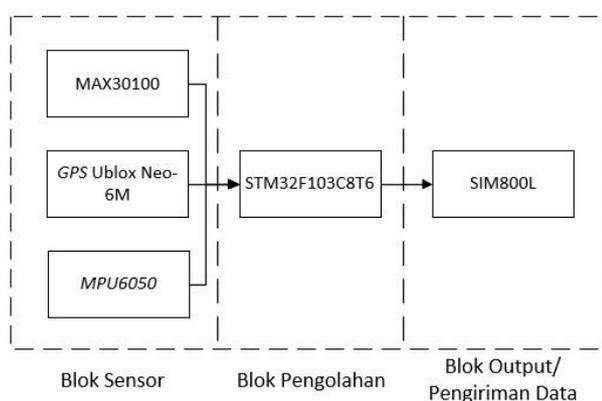
Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 1. Kursi roda elektrik sebagai obyek yang sudah dilengkapi sensor-sensor. Kursi roda akan membantu pengguna yang merupakan disabilitas untuk berpindah tempat. Kondisi pengguna kursi roda, lokasi, dan kondisi kursi roda akan dideteksi oleh sensor-sensor, diolah oleh mikrokontroler, dan datanya dikirimkan ke internet.

Server ThingsSpeak sebagai penyimpan data-data yang dikirimkan dari sensor-sensor pada kursi roda elektrik. Data yang dikirimkan melalui internet dapat diakuisisi oleh aplikasi Android.

Aplikasi Android sebagai penerima data-data yang dikirimkan melalui internet dan sebagai antarmuka bagi keluarga pengguna supaya dapat selalu memantau kondisi pengguna dan kondisi kursi roda elektrik.

2.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dalam penelitian ini terdiri dari 5 bagian utama, yaitu mikrokontroler STM32F103C8T6, sensor MAX30100, GPS Ublox Neo-6M, MPU6050, dan SIM800L. Mikrokontroler STM32F103C8T6 berfungsi sebagai penerima data-data sensor, mengolahnya, dan mengirimkannya ke internet menggunakan SIM800L. MAX30100 sebagai sensor detak jantung dan kadar oksigen darah pengguna kursi roda. GPS Ublox Neo-6M sebagai penerima data dari satelit untuk mengetahui lokasi kursi roda yang berupa *latitude* dan *longitude*. MPU6050 sebagai sensor *accelerometer* dan *gyroscope*. Sensor ini akan mendapatkan data sudut kemiringan kursi roda melalui sudut *roll* dan *pitch*. SIM800L sebagai pengirim data-data ke server ThingSpeak melalui internet GPRS.



Gambar 2. Blok Diagram Perangkat Keras

Diagram blok pada Gambar 2 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. STM32F103C8T6 sebagai mikrokontroler penerima data dari sensor-sensor, mengolah datanya, dan mengirimkan datanya melalui internet. Pengolahan data-data dari sensor akan didapat nilai detak jantung

pengguna, kadar oksigen darah pengguna, *latitude* kursi roda, *longitude* kursi roda, dan kondisi kursi roda bahwa terjadi kecelakaan atau tidak.

2. MAX30100 sebagai sensor kesehatan pengguna kursi roda. Detak jantung dan kadar oksigen darah dibaca sensor ini melalui jari pengguna yang diberi cahaya merah dan penerimanya. Data-data ini dikirimkan ke mikrokontroler melalui komunikasi I2C.
3. GPS Ublox Neo-6M sebagai pendeteksi lokasi kursi roda elektrik berdasarkan data dari satelit yang berupa *latitude* dan *longitude*. Data-data ini dikirimkan ke mikrokontroler melalui komunikasi UART.
4. MPU6050 sebagai sensor *accelerometer* dan *gyroscope* untuk mendeteksi sudut kemiringan kursi roda elektrik, yaitu sudut *roll* dan *pitch*. Apabila sudut kemiringan melebihi *threshold*, maka dianggap kursi roda terjadi kecelakaan. Data yang akan diolah mikrokontroler dikirimkan melalui komunikasi I2C.
5. SIM800L sebagai modul GPRS pengirim data ke server ThingSpeak melalui internet. Modul ini menggunakan *simcard* yang dipasang. Data dari sensor akan dikirimkan ke internet supaya dapat dilihat oleh Android keluarga pengguna supaya kondisi pengguna dan kursi roda dapat selalu terpantau. Data dari mikrokontroler dikirimkan melalui komunikasi UART.

2.2 STM32F103C8T6

Mikrokontroler yang digunakan adalah STM32F103C8T6 dari ST® Electronics dengan basis ARM® Cortex-M3 dalam platform BluePill seperti pada Gambar 3. STM32F103C8T6 adalah mikrokontroler 32-bit Reduce Instruction Set Computing (RISC) buatan STMicroelectronics yang memiliki arsitektur dan berbasis prosesor ARM® Cortex-M3 [9]. Mikrokontroler ini dipilih karena pertimbangan biaya, pertimbangan besar memori, dan pertimbangan jumlah pin terhadap sensor dan modul yang digunakan.



Gambar 3. STM32F103C8T6

2.3. MAX30100

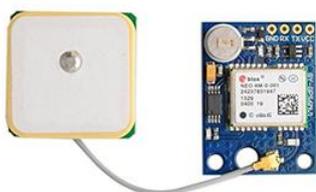
Pada sensor MAX30100 seperti pada Gambar 4 digunakan LED berwarna merah, karena sensor cahaya yang digunakan yaitu APDS-9008 memiliki puncak sensitivitas sebesar 5.65mm. Dalam hal ini, LED merah memiliki panjang gelombang 495- 570 nm sehingga sesuai dengan kebutuhan sensor tersebut [10]. MAX30100 dipilih karena mampu mengukur detak jantung (bpm) dan kadar oksigen dalam darah (SpO₂) hanya dengan meletakkan ujung jari pada sensor.



Gambar 4. MAX30100

2.4. GPS Ublox Neo-6M

Penerima GPS Ublox Neo-6M merupakan penerima GPS yang berdiri sendiri (*stand alone*) dengan kemampuan kinerja yang tinggi dalam memberikan informasi posisi. Penerima ini fleksibel dan biaya yang rendah dengan ukuran 16 x 12,2 x 2,4 mm. Dengan kapasitas maksimal 50 satelit dan fitur *Time To First Fix (TTFF)* di bawah satu detik. Ublox Neo-6M seperti pada Gambar 5 digunakan untuk mengakuisisi koordinat dengan kemampuan menemukan satelit dengan singkat [11]. Modul ini digunakan untuk mendeteksi lokasi kursi roda.



Gambar 5. GPS Ublox Neo-6M

2.5. MPU6050

Sensor MPU6050 seperti pada Gambar 6 adalah sensor pertama di dunia yang terintegrasi dengan 6 sumbu *Motion Tracking* dengan penggabungan perangkat 3 sumbu *gyroscope*, 3 sumbu *accelerometer* dan sebuah *Digital Motion Processor (DMP)*. Dengan sistem komunikasi I2C *sensor bus*, maka dapat langsung menerima input dari 3 sumbu sensor kompas sehingga dapat menghasilkan 9 sumbu *Motion Fusion*. Dengan sistem komunikasi tersebut maka komunikasi ke semua register dapat dilakukan dengan baik pada kecepatan 400KHz [12]. MPU6050 digunakan untuk mendeteksi kecelakaan dengan pendekatan sudut dari *accelerometer* dan *gyroscope* yang ada pada MPU6050.



Gambar 6. MPU5060

2.6. SIM800L

SIM800L seperti pada Gambar 7 digunakan sebagai komunikasi data antara *server* dan *client*. SIM800L merupakan suatu modul GSM yang dapat mengakses GPRS untuk pengiriman data ke internet dengan sistem M2M. *AT-Command* yang digunakan pada SIM800L mirip dengan *AT-Command* untuk modul-modul GSM lain. Modul SIM800L memiliki dimensi yang kecil sehingga lebih cocok untuk diaplikasikan pada perancangan alat yang didesain *portable*. SIM800L memiliki *Quad Band* 850/900/1800/1900 MHz dengan dimensi kecil yaitu ukuran 15.8 x 17.8 x 2.4 mm dan berat 1.35g. SIM800L memiliki konsumsi daya yang rendah dengan rentang tegangan *power supply* 3.4 ~ 4.4 v [13]. Modul ini digunakan untuk menghubungkan data yang didapatkan dari sensor dan diolah mikrokontroler sehingga bisa diterima *server* ThingSpeak.



Gambar 7. SIM800L

2.7. Perancangan Perangkat Lunak

Secara garis besar, sistem ini terdiri dari akuisisi data sensor, pengolahan data, lalu pengiriman data ke Android melalui internet. Gambar 8 menunjukkan diagram alir sistem.

Pertama-tama, mikrokontroler STM32F103C8T6 menyambungkan ke *server* ThingSpeak. Mikrokontroler memberi perintah *AT Command* kepada SIM800L untuk menginisialisasi SIM800L supaya mengaktifkan mode GPRS untuk mengakses internet. SIM800L menghubungkan sistem dengan *server* ThingSpeak.

Selanjutnya proses mengakuisisi data-data sensor. Detak jantung dan kadar oksigen darah pengguna kursi roda diakuisisi oleh sensor MAX30100. Jari pengguna hanya perlu diletakkan di atas sensor tersebut di bagian LED merah yang menyala. Sensor akan langsung mendeteksi aliran darah dengan mentransmisikan cahaya merah yang dipantulkan aliran darah sehingga diterima oleh *receiver* sensor. Sensor melakukan kalkulasi untuk mendapatkan data detak jantung dan kadar oksigen darah. Data-data tersebut dikirim dari sensor ke mikrokontroler menggunakan komunikasi I2C.

GPS Ublox Neo-6M mendapatkan data lokasi berupa *latitude* dan *longitude* dari satelit yang terhubung dengannya. Setelah melakukan kalkulasi data lokasi dengan menggunakan data dari minimal 3 satelit, GPS

mengirimkan data lokasi tersebut ke mikrokontroler menggunakan komunikasi *UART*. Sensor MPU6050 mendeteksi sudut *roll* dan *pitch* dari kemiringan kursi roda. Data ini merupakan data yang diambil dari *accelerometer* dan *gyroscope*. Data *gyroscope* yang berupa nilai kecepatan sudut diintegrasikan oleh MPU6050 untuk didapat nilai sudut kemiringan. Sudut dari *accelerometer* dan *gyroscope* diolah dan digabungkan oleh MPU6050 dengan filter komplementer. Data sudut kemiringan ini dikirimkan dari sensor menuju mikrokontroler dengan komunikasi *I2C*.



Gambar 8. Diagram Alir Sistem

Kemudian mikrokontroler mengolah data-data yang diterima sensor supaya didapat data detak jantung, kadar oksigen darah, *latitude*, *longitude*, sudut *roll* dan sudut *pitch*. Data kiriman dari sensor di-*parsed* dan diterjemahkan oleh STM32F103C8T6 supaya didapat data yang dibutuhkan. Data dari sensor MPU6050 merupakan data yang dibutuhkan sistem untuk mendeteksi kecelakaan pada kursi roda. Sistem mendeteksi kecelakaan apabila kursi roda terguling atau jatuh ke samping, ke depan, atau ke belakang. Algoritma yang digunakan adalah jika nilai absolut dari sudut *roll* atau sudut *pitch* lebih besar dari 45°, maka kursi roda elektrik dianggap terjadi kecelakaan karena mengalami kemiringan yang tidak normal. Status kondisi kursi roda ini diberi nilai 0 untuk kondisi aman dan nilai 1 untuk kondisi terjadi kecelakaan.

Data-data yang telah didapat dari pengolahan, dikirimkan oleh SIM800L ke *server* ThingSpeak melalui internet *GPRS*. SIM800L terhubung dengan *url* yang berisi alamat situs ThingSpeak, *API keys* yang sesuai, *channel* yang digunakan, *field* yang digunakan, dan nilai data yang dikirim. Satu *field* ditujukan untuk satu data yang dikirim. *Field* tersebut berisi nilai-nilai untuk satu data yang telah dikirim sistem dan tersimpan berdasarkan waktu. Nilai dari masing-masing *field* ini akan diakuisisi oleh Android yang mengakses ThingSpeak melalui internet dengan *API keys*, dan *channels* yang sama, serta *field* yang sesuai. Data-data yang telah diakuisisi ditampilkan pada antarmuka Android.

3. Hasil dan Analisis

Pengujian ini dilakukan bertempat di daerah Tembalang Semarang. Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui hasil dari alat yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan obyek seseorang berjenis kelamin laki-laki berumur 21 tahun dengan kondisi sehat yang menggunakan kursi roda elektrik yang ditunjukkan pada Gambar 9 selama pengujian. Pengujian dilakukan dengan menguji masing-masing sensor dan data dari hasil pengolahan mikrokontroler dikirimkan langsung ke *server* ThingSpeak melalui internet. Data yang terkirim dilihat pada *server* ThingSpeak dan aplikasi Android keluarga pengguna. Data dari masing-masing sensor dibandingkan dengan data sensor lain sejenis. Data perbandingan ini didapat dari aplikasi Samsung Health menggunakan sensor yang tertanam pada gawai Samsung S8 yang terdapat pendeteksi data medis. Untuk data lokasi dibandingkan dengan data koordinat yang diambil dari Google Maps yang sudah tervalidasi keakuratannya.

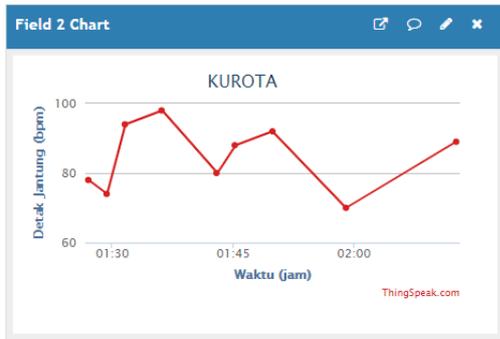


Gambar 9. Kursi Roda Elektrik yang Dilengkapi Sensor

3.1. Pengujian Akuisisi Detak Jantung

Pengujian dilakukan dengan seorang obyek berumur 21 tahun yang diuji dengan cara meletakkan salah satu jari telunjuk tangannya di atas MAX30100 kurang lebih berjarak 2 cm di atas sensor. Jari telunjuk tangan lainnya diletakkan di bagian sensor gawai Samsung S8 yang sedang menjalankan aplikasi Samsung Health. Waktu pengambilan data dari Samsung Health yaitu setiap ada

data masuk pada *server* bagian *field* detak jantung. Pengujian dilakukan kurang lebih selama 30 menit dalam pengambilan data. Gambar 10 menunjukkan hasil akuisisi data detak jantung dalam satuan *beats per minute* (bpm) yang dilihat pada *server* ThingSpeak.



Gambar 10. Data Nilai Detak Jantung pada *Server*

Tabel 1. Perbandingan Data Detak Jantung Sensor MAX30100 dan Aplikasi Samsung Health

Data Sensor	Data Aplikasi	Selisih
79	78	-1
77	81	4
95	86	-9
97	77	-20
80	88	8
85	80	-5
87	82	-5
77	82	5
85	83	-2

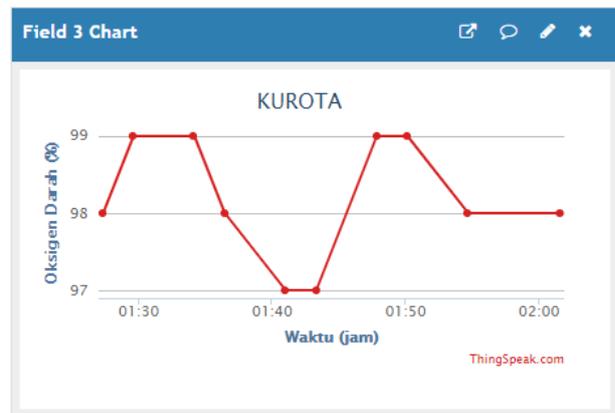
Terlihat bahwa dalam 30 menit terakuisisi nilai detak jantung sejumlah 9 data. Data menunjukkan bahwa detak jantung obyek berada di rentang 77 bpm – 97 bpm terukur sensor MAX30100 dan 77 bpm – 88 bpm terukur aplikasi Samsung Health S8. Detak jantung obyek masih dalam kategori sehat dan normal.

Berdasarkan Tabel 1, terdapat perbedaan nilai antara data sensor MAX30100 dengan data aplikasi Samsung Health S8. Selisih yang merupakan pengurangan antara data aplikasi – data sensor, terbesarnya bernilai -20. Rata-rata selisih bernilai -2,7778. Hal ini dikarenakan perbedaan tingkat keakuratan sensor MAX30100 dengan aplikasi Samsung Health S8. Posisi jari yang diletakkan di sensor sangat mempengaruhi keakuratan pembacaan sensor. Berbeda dengan sensor MAX30100, desain untuk meletakkan jari pada sensor Samsung S8 lebih baik daripada desain tempat jari yang digunakan untuk MAX30100. Desain sensor Samsung S8 membuat pergerakan jari sangat minim terjadi. Dan apabila jari terangkat dari sensor, Samsung S8 akan mengulang proses akuisisi data supaya data benar-benar valid, hal ini tidak terjadi pada MAX30100. Namun dengan rata-rata selisih bernilai -2,7778, perbedaan tidak terlalu signifikan. Sensor MAX30100 masih memiliki akurasi yang setara dengan aplikasi Samsung Health S8.

Data berjumlah 9 dalam waktu 30 menit dikarenakan terdapat kegagalan dalam pengiriman data ke internet oleh SIM800L. Hal ini dikarenakan kualitas sinyal yang diterima SIM800L cukup lemah dan modul ini membutuhkan waktu cukup lama untuk mengirimkan tiap data ke internet menggunakan *AT Command* dari mikrokontroler. Berdasarkan hasil pengujian, akuisisi detak jantung berhasil diakuisisi dan dikirimkan ke *server* ThingSpeak melalui internet.

3.2. Pengujian Akuisisi Kadar Oksigen Darah

Pengujian dilakukan dengan obyek yang sama dan metode yang sama dengan pengujian akuisisi detak jantung karena menggunakan sensor yang sama, yaitu MAX30100. Pengujian dilakukan kurang lebih selama 30 menit dalam pengambilan data. Gambar 11 menunjukkan hasil akuisisi data kadar oksigen darah (SpO₂) dalam satuan persen (%) yang dilihat pada *server* ThingSpeak.



Gambar 11. Data Nilai Kadar Oksigen Darah pada *Server*

Tabel 2. Perbandingan Data Kadar Oksigen Darah Sensor MAX30100 dan Aplikasi Samsung Health

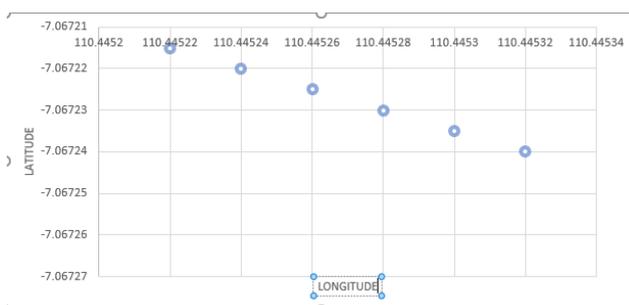
Data Sensor	Data Aplikasi	Selisih
98	100	2
99	100	1
99	100	1
98	99	1
97	100	3
97	100	3
99	99	0
99	99	0
98	98	0
98	99	1

Terlihat bahwa dalam 30 menit terakuisisi nilai kadar oksigen darah sejumlah 10 data. Data menunjukkan bahwa kadar oksigen darah obyek berada di rentang 97% – 99% terukur sensor MAX30100 dan 98% – 100% terukur aplikasi Samsung Health S8. Kadar oksigen darah obyek masih dalam kategori sehat dan normal.

Berdasarkan Tabel 2, terdapat perbedaan nilai antara data sensor MAX30100 dengan data aplikasi Samsung Health S8. Selisih yang merupakan pengurangan antara data aplikasi – data sensor, terbesarnya bernilai 3. Rata-rata selisih bernilai -1,2222. Hal ini dikarenakan perbedaan tingkat keakuratan sensor MAX30100 dengan aplikasi Samsung Health S8. Posisi jari yang diletakkan di sensor sangat mempengaruhi keakuratan pembacaan sensor. Berbeda dengan sensor MAX30100, desain untuk meletakkan jari pada sensor Samsung S8 lebih baik daripada desain tempat jari yang digunakan untuk MAX30100. Desain sensor Samsung S8 membuat pergerakan jari sangat minim terjadi. Dan apabila jari terangkat dari sensor, Samsung S8 akan mengulang proses akuisisi data supaya data benar-benar valid, hal ini tidak terjadi pada MAX30100. Namun dengan rata-rata selisih bernilai -1,2222, perbedaan tidak terlalu signifikan. Sensor MAX30100 masih memiliki akurasi yang setara dengan aplikasi Samsung Health S8. Data berjumlah 10 dalam waktu 30 menit dikarenakan terdapat kegagalan dalam pengiriman data ke internet oleh SIM800L. Hal ini dikarenakan kualitas sinyal yang diterima SIM800L cukup lemah dan modul ini membutuhkan waktu cukup lama untuk mengirimkan tiap data ke internet menggunakan *AT Command* dari mikrokontroler. Berdasarkan hasil pengujian, akuisisi kadar oksigen darah berhasil diakuisisi dan dikirimkan ke *server* ThingSpeak melalui internet.

3.3. Pengujian Akuisisi Lokasi GPS

Pengujian dilakukan dengan metode *drift test*. Kursi roda elektrik dидiamkan selama pengujian di titik yang sama. Pengujian ini akan melihat bagaimana tingkat akurasi GPS di titik yang sama. Data GPS Ublox Neo-6M dibandingkan dengan data koordinat dari Google Maps. Pengujian dilakukan kurang lebih selama 30 menit dalam pengambilan data. Gambar 12 menunjukkan hasil akuisisi data lokasi GPS Ublox Neo-6M yang diambil dari *server* ThingSpeak. Data divisualkan dalam bentuk persebaran titik dengan sumbu y adalah nilai *latitude* dan sumbu x adalah nilai *longitude*. Nilai-nilai ini menunjukkan lokasi kursi roda elektrik yang dibaca GPS dengan mewakili koordinat pada area bumi, yaitu garis lintang dan bujur.



Gambar 12. Data Drift Test GPS Ublox Neo-6M

Tabel 3. Perbandingan Data *Latitude* GPS Ublox dan Data Google Maps

Data Sensor	Google Maps	Selisih
-7,06723	-7,06731	-0,00008
-7,06725	-7,06731	-0,00006
-7,06722	-7,06731	-0,00009
-7,06724	-7,06731	-0,00007
-7,06726	-7,06731	-0,00005
-7,06725	-7,06731	-0,00006
-7,06723	-7,06731	-0,00008
-7,06726	-7,06731	-0,00005
-7,06723	-7,06731	-0,00008
-7,06723	-7,06731	-0,00008
Rata-Rata		-0,00007

Tabel 4. Perbandingan Data *Longitude* GPS Ublox dan Google Maps

Data Sensor	Google Maps	Selisih
110,44526	110,44530	0,00004
110,44524	110,44530	0,00006
110,44531	110,44530	-0,00001
110,44527	110,44530	0,00003
110,44528	110,44530	0,00002
110,44528	110,44530	0,00002
110,44526	110,44530	0,00004
110,44529	110,44530	0,00001
110,44528	110,44530	0,00002
110,44527	110,44530	0,00003
Rata-Rata		0.000026

Dalam 30 menit terakuisisi nilai lokasi GPS sejumlah 10 data. Pada Gambar 12 terlihat bahwa persebaran titik GPS Ublox Neo-6M lebih jauh dan hanya 2 data saja yang memiliki titik yang sama, yaitu di titik *latitude* -7,06723/ *longitude* 110,44526. Sedangkan yang terukur melalui Google Maps yaitu *latitude* -7,06731/*longitude* 110,44530.

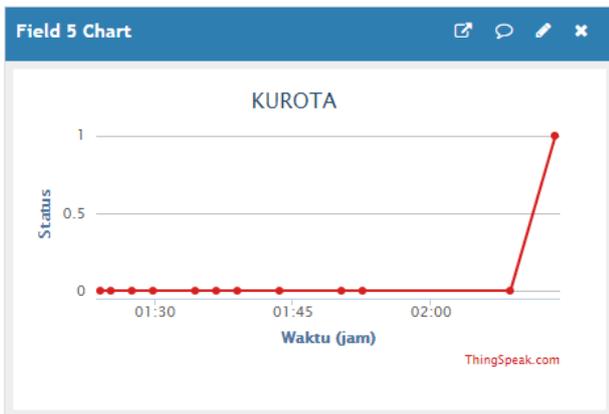
Berdasarkan Tabel 3, data menunjukkan bahwa nilai *latitude* kursi roda berada di rentang -7,06722 sampai -7,06726 terukur GPS Ublox Neo-6M. Dari Tabel 4, data menunjukkan bahwa nilai *longitude* kursi roda berada di rentang 110,44524 - 110,44531 terukur GPS Ublox Neo-6M. Kursi roda menunjukkan bahwa lokasinya berada di area Tembalang Semarang, di mana merupakan lokasi pengujian. Terdapat perbedaan nilai antara data GPS Ublox Neo-6M dengan data Google Maps. Selisih yang merupakan pengurangan antara data Google Maps – data sensor, terbesarnya bernilai -0,00009 untuk *latitude* dan 0,00006 untuk *longitude*. Hal ini dikarenakan perbedaan tingkat keakuratan GPS Ublox Neo-6M dengan aplikasi Google Maps. Namun dengan rata-rata selisih yang didapat, perbedaan tidak terlalu signifikan. GPS Ublox Neo-6M masih memiliki akurasi yang setara dengan Google Maps

Data berjumlah 10 dalam waktu 30 menit dikarenakan terdapat kegagalan dalam pengiriman data ke internet oleh SIM800L. Hal ini dikarenakan kualitas sinyal yang diterima SIM800L cukup lemah dan modul ini membutuhkan waktu cukup lama untuk mengirimkan

tiap data ke internet menggunakan *AT Command* dari mikrokontroler. Berdasarkan hasil pengujian, akuisisi kadar oksigen darah berhasil diakuisisi dan dikirimkan ke *server* ThingSpeak melalui internet.

3.4. Pengujian Deteksi Kecelakaan

Pengujian dilakukan dengan cara yang sama dengan pengujian akuisisi lokasi *GPS*, namun di akhir pengujian dilakukan pengujian dengan kondisi kursi roda dimiringkan. Pengujian dilakukan kurang lebih selama 30 menit dalam pengambilan data. Gambar 13 menunjukkan hasil status deteksi kecelakaan yang dilihat pada *server* ThingSpeak. Nilai 0 menandakan bahwa status kursi roda aman dan nilai 1 menandakan bahwa status kursi roda terjadi kecelakaan. Status ini merupakan hasil pengolahan mikrokontroler dari data sensor MPU6050.



Gambar 13. Data Nilai Status Kecelakaan pada *Server*

Tabel 5. Perbandingan Data Status Kecelakaan dari Sensor dan Posisi Kursi Roda

Data Status	Data Realita	Kesesuaian (V)
0	Aman	V
1	Dimiringkan	V

Dari Gambar 13 terlihat bahwa dalam 30 menit terakuisisi nilai status kecelakaan sejumlah 10 data. Nilai menunjukkan bahwa kursi roda awalnya berstatus aman, namun pada waktu 02.30 terdeteksi kecelakaan. Hal ini sesuai dengan yang terjadi pada saat pengujian, yaitu kursi roda tidak terjadi kecelakaan lalu di akhir pengujian kursi roda dimiringkan. Berdasarkan Tabel 5, semua data status kursi roda sesuai dengan realita pada kondisi kursi roda sesungguhnya. Dari 10 data, akurasi sistem deteksi kecelakaan bernilai 100%.

Data berjumlah 10 dalam waktu 30 menit dikarenakan terdapat kegagalan dalam pengiriman data ke internet oleh SIM800L. Hal ini dikarenakan kualitas sinyal yang diterima SIM800L cukup lemah dan modul ini membutuhkan waktu cukup lama untuk mengirimkan tiap data ke internet menggunakan *AT Command* dari mikrokontroler. Berdasarkan hasil pengujian, akuisisi detak jantung berhasil diakuisisi dan dikirimkan ke *server* ThingSpeak melalui internet.

3.5. Pengujian Penerimaan Data pada Android

Setelah pengujian seluruhnya selesai dilakukan, pengujian penerimaan data pada Android dilakukan. Pengujian dilakukan dengan mengamati tampilan pada antarmuka aplikasi Android untuk sistem ini. Nilai yang tampil pada aplikasi diobservasi. Gambar 14 menunjukkan hasil antarmuka aplikasi Android pada sistem ini.



Gambar 14. Tampilan Android yang Menunjukkan Data yang Dikirim Melalui Internet

Terlihat bahwa dalam antarmuka Android terdapat data kondisi kursi roda berstatus aman, detak jantung bernilai 92 bpm, kadar oksigen darah bernilai 96%, dan peta menunjukkan daerah Tembalang Semarang. Data-data tersebut didapat dari *server* ThingSpeak yang merupakan data kiriman dari kursi roda melalui internet. Dapat terlihat bahwa pengujian penerimaan data pada Android berhasil diakuisisi dari *server* ThingSpeak melalui internet dan ditampilkan pada Android.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil. Data berhasil diakuisi mikrokontroler dari sensor-sensor dan diolah dengan baik sesuai kondisi yang

ada. Data juga berhasil dikirim ke *server* ThingSpeak melalui internet dan berhasil ditampilkan oleh aplikasi Android sehingga sistem ini telah mengaplikasikan sistem *Internet of Things*. Data yang didapat antara lain detak jantung bernilai 85 bpm, kadar oksigen darah bernilai 98%, lokasi kursi roda bernilai *latitude* -7,06723/*longitude* 110,44526, dan status deteksi kecelakaan bernilai 0 saat normal serta bernilai 1 saat terjadi kecelakaan. Sistem berhasil mengakuisisi data-data sensor dan mengirimkan ke aplikasi Android pengguna dengan baik sehingga kesehatan pengguna dan lokasi kursi roda dapat terpantau dan terdeteksi apabila kursi roda mengalami kecelakaan.

Referensi

- [1]. Kathina, Hatta., Pujiono & Tasripan “Rancang Bangun Kursi Roda Elektrik Menggunakan Perintah Suara Berbasis Aplikasi AndroidLiem” *Jurnal Teknik Pomits* Vol.1, No.1, (2012) 1-6.
- [2]. Afiat, Dwi., Iwan Setiawan & Ahmad Hidayatno “Kontrol Kursi Roda Cerdas Menggunakan Pergerakan Kepala” Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, 2012.
- [3]. Yudhana, Anton, dan Surya Aji Kurniawan Putra “Prototype Deteksi Respon Denyut Nadi dengan Heart Beat Sensor Berbasis Aplikasi Android” *Transmisi*, vol 21, no 2, pp. 51-55, 2019.
- [4]. Yundra, Eppy dkk “*Wireless Body Area Network’s Application For Motion Detection Based On Android Smartwatch*”, *Jurnal MATEC Web of Conference*. 2018. 1(1) : 24-30.
- [5]. Mubarak, Rio “Smart Wacth Healt Device untuk Perawatan Kesehatan di Indonesia”, Universitas Mercu Buana.
- [6]. L.A. Hidayat dan Yudhana, “Rancang Bangun Pendeteksi Psikologis Seseorang Berdasarkan Detak Jantung Berbasis Komputer,”*Transmisi*, vol. 20 no.1, pp.43-48,2018.
- [7]. I. N. Sandi, "Hubungan Antara Tinggi Badan, Berat Badan, Indeks Massa Tubuh, Dan Umur Terhadap Frekuensi Denyut Nadi Istirahat Siswa Smkn-5 Denpasar," *Sport and Fitness Journal*, Vols. 1, No. 1, pp. 38 - 44, Juni 2013.
- [8]. Jahan, E., Barua, T. & Salma, U. Overview On Heart Rate Monitoring and Pulse Oximeter System. *International Journal of Latest Research in Science and Technology*, 2014 3(5), pp. 148-152.
- [9]. STMicroelectronics, “RM0008 STM32F101xx, STM32F102xx, STM32F103xx, STM32F105xx and STM32F107xx Rev14,” Power, October, 2011.
- [10]. MAX30100 Module Datasheet.
- [11]. Neo-6 M GPS Module Datasheet.
- [12]. .MPU6050 Product Manual.
- [13]. Budiharto. 2005. *Elektronika Digital dan Mikroprosesor*. Yogyakarta: Andi.