



Pendeteksian Cedera Jatuh Pada Kursi Roda Berbasis Mikrokontroler

Fezya Noviratama ¹, Mohammad Hafiz Hersyah ²

^{1,2}Jurusan Teknik Komputer, FTI Universitas Andalas Limau Manis Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat, 25163, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Diterima Redaksi: 24 September 2021

Revisi: 21 September 2022

Ditebitkan Online: 31 Oktober 2022

KEYWORDS

Cedera jatuh, Kursi Roda, Detak jantung, notifikasi SMS.

CORRESPONDENCE

Phone: 082288353572

E-mail: fezyanoviratama01@gmail.com

A B S T R A C T

In this study, the detection of falls in wheelchair users aims to make it easier for families to provide assistance when an injury occurs in a wheelchair so that the consequences can be minimized. In this study, the GY-521 sensor was used to detect the tilt of the wheelchair and a pulse sensor to detect the user's pulse. The output of the system in this study is a buzzer and sms notification. If the detected angle is $> 25^\circ$ (pitch angle) and $> 30^\circ$ (roll angle) then it is detected as a fall injury to the wheelchair. And if a small heart rate equals 60 and a large heart rate equals 100 it will be detected as an abnormal heartbeat. In this study, tests for fall detection were carried out on users who have different weights and for heart rate conditions, tests were also carried out when the wheelchair was used or not in use. So it can be concluded that the tilt angle of the wheelchair fall detection system is influenced by the weight of the wheelchair user.

PENDAHULUAN

Kursi roda merupakan alat bantu gerak untuk penyandang cacat dan orang yang sedang mengalami kondisi sakit yang membutuhkan mobilitas untuk dapat melakukan aktivitas sehari-hari [1]. Kursi roda biasanya dibutuhkan oleh orang yang mengalami kesulitan di bagian kaki ataupun tubuh yang lainnya yang menyebabkan seseorang tersebut susah berpindah dari suatu tempat ke tempat lainnya. Kebutuhan akan kursi roda sangatlah tinggi terutama pada penderita cacat, cedera, penderita penyakit tertentu (seperti *stroke*) dan lansia yang mengalami sulit bergerak sehingga untuk mengoptimalkan kinerja manusia dalam melakukan aktivitasnya maka digunakan kursi roda. Kursi roda dapat bergerak menggunakan bantuan orang lain dengan cara didorong ataupun dengan bantuan tangan pengguna kursi roda tersebut.

Kursi roda dapat digunakan dalam jangka waktu yang pendek ataupun jangka waktu yang panjang, dan biasanya dapat mengakibatkan terjadinya cedera bagi penggunanya baik cedera ringan ataupun cedera berat[2]. Cedera jatuh pada pasien merupakan sebuah peristiwa dimana seseorang mengalami jatuh dengan atau tanpa disaksikan oleh orang lain, disengaja maupun tidak, dengan arah jatuh ke lantai, dan tanpa atau dengan mencederai dirinya [3]. Resiko cedera jatuh biasanya dapat disebabkan oleh berbagai faktor baik faktor lingkungan (seperti tidak memahami lingkungan sekitar) maupun fisiologis (seperti tubuh yang merasa lemah atau pusing untuk bangkit dari suatu tempat). Data dari *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2002 menyebutkan bahwa terjatuh menyumbang angka

sebesar 6% untuk angka kematian di dunia. Dimana 4 dari 10 kejadian jatuh tersebut dialami oleh seseorang yang berumur di atas 70 tahun dan dapat menyebabkan luka yang lebih fatal. [4]. Pada pengguna kursi roda, resiko yang dialami akibat terjatuh dari kursi roda juga akan berdampak terhadap detak jantung penggunaannya. Detak jantung biasanya dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya posisi tubuh. Saat terjadi cedera jatuh biasanya posisi tubuh pengguna kursi roda dalam keadaan berbaring yang berarti jantung akan berdetak lebih sedikit akibat gravitasi tubuh yang berkurang dan darah lebih banyak mengalir ke jantung melalui pembuluh darah [5]. Dengan berkembangnya teknologi mengakibatkan munculnya inovasi - inovasi baru di berbagai aspek kehidupan yang akan mempermudah manusia dalam mengatasi permasalahan-permasalahan yang ada. Termasuk permasalahan dalam mendeteksi cedera jatuh yang dialami pada kursi roda dengan mempertimbangkan keselamatan untuk penggunaannya. Dengan adanya pendeteksian tersebut diharapkan agar pasien lebih cepat mendapatkan bantuan dan cedera yang dialaminya pun lebih ringan. Selain itu juga pendeteksian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup pada pasien pengguna kursi roda[6].

LANDASAN TEORI

1. Kursi Roda

Kursi roda merupakan salah satu alat bantu bagi penyandang cacat kaki untuk dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain, baik di tempat datar maupun dari tempat rendah ke tempat

yang lebih tinggi. Kursi roda dapat digunakan sementara waktu ataupun untuk selamanya, tergantung dari kondisi yang menyebabkan orang tersebut menggunakan kursi roda. Kondisi kesehatan yang memerlukan penggunaan kursi roda ialah mengalami lumpuh total, patah tulang atau cedera pada tungkai dan kaki, mengalami masalah neurologis, mengalami masalah keseimbangan atau gaya berjalan, tidak mampu berjalan jarak jauh, dan lainnya [7]. Kursi roda dapat digunakan secara manual dengan cara dikendalikan sendiri maupun didorong oleh orang lain. Selain itu kursi roda juga dapat digunakan secara otomatis.



Gambar 1. Kursi Roda

2. Sensor GY-521

Modul sensor MGY-521 terdiri dari dua buah sensor, yaitu 3 *axis accelerometer* dan 3 *axis gyroscope*. Modul sensor GY-521 menggunakan teknologi *Micro Electro-Mechanical System* (MEMS), yaitu sistem integrasi dari struktur mekanik dan elektro-mekanikal yang diproduksi dengan teknik fabrikasi mikro. Selain itu sensor GY-521 memiliki fitur *Digital Motion Processor* (DMP) yang dapat memproses algoritma dari gerakan gabungan antara sensor *accelerometer* dan *gyroscope*. Sensor ini menggunakan komunikasi I2C dengan dua mode kecepatan pengiriman data, yaitu *standard mode* sebesar 100kHz dan *fast mode* sebesar 400kHz. Dalam modul sensor ini telah dilengkapi regulator 3.3 Volt dan tahanan *pull-up* pada pin SDA dan SCL [8].



Gambar 2. Sensor GY-521 [9]

3. Pulse sensor

Denyut nadi adalah berapa kali arteri (pembuluh darah) mengembang dan berkontraksi dalam satu menit sebagai respons terhadap detak jantung. Jumlah denyut nadi sama dengan detak jantung, karena kontraksi jantung menyebabkan peningkatan tekanan darah dan denyut nadi di arteri. Nadi manusia rata-rata berdenyut sekitar 60-100 kali per menit. Orang yang terbiasa berolahraga, seperti para atlet, biasanya memiliki denyut jantung normal yang lebih rendah, yaitu sekitar 40 kali per menit. Denyut nadi biasanya diperiksa untuk mengetahui apakah jantung berfungsi dengan baik atau tidak, menemukan tanda-tanda penyakit, memeriksa aliran darah setelah cedera, dan sebagai bagian dari pemeriksaan tanda-tanda vital secara umum. [10]. *Pulse Sensor* adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi denyut jantung dan dirancang untuk arduino. *Pulse sensor* dapat memanfaatkan untuk mendeteksi kondisi stres, kondisi relaks, tingkat kebugaran fisik, kondisi kesehatan seseorang dan sebagainya. Cara penggunaan *pulse sensor* adalah dengan meletakkan *pulse sensor board* ke bagian permukaan tubuh, seperti jari tangan atau daun telinga, kemudian infra merah bersama dengan fotodetektor mengatur arus di dalam rangkaian relatif terintegrasi untuk penyerapan cahaya yang

menembus jari. Transmisi cahaya melalui arteri adalah denyutan yang diakibatkan pemompaan darah oleh jantung. Selanjutnya, hasil pembacaan *pulse sensor* akan dikirimkan ke mikrokontroler arduino untuk diproses. [11]



Gambar 1. *Pulse Sensor* [11]

4. Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin *input/output* digital dimana 6 pin input digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset [11].



Gambar 2. Arduino Uno [11]

Arduino Uno dirancang untuk memudahkan dalam melakukan prototyping, memprogram mikrokontroler, dan membuat alat-alat canggih berbasis mikrokontroler. Arduino bersifat *open source* sehingga memudahkan dalam memprogram arduino. Selain itu, Arduino juga menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi C++ yang mudah untuk dipelajari dan sudah didukung dengan *library* yang lengkap.

5. Modul GSM

Modul SIM800L GSM / GPRS merupakan bagian yang berfungsi untuk berkomunikasi antara monitor utama dan *Handphone / Smartphone*. AT Command adalah perintah yang dapat diberikan oleh modem GSM / CDMA untuk mengirim dan menerima data berbasis GSM / GPRS, atau mengirim dan menerima SMS [12]. Modul SIM800L merupakan salah satu modul GSM / GPRS yang populer digunakan, sebab modul SIM800L dapat diaplikasikan dalam berbagai proyek pengendalian jarak jauh via *message* dari *hanphone* dengan *simcard* [13]. Pada modul SIM800L terdapat LED pada modul yang berfungsi sebagai indikator. Jika modul terhubung dengan jaringan GSM maka LED akan berkedip secara perlahan, tetapi jika tidak ada sinyal maka LED akan berkedip cepat. [13]



Gambar 3. Modul GSM 800L v1 [13]

6. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loudspeaker*. *Buzzer* terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet. Kumparan akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas

magnetnya. Karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*) [14].



Gambar 4. *Buzzer* [14]

7. Push Button

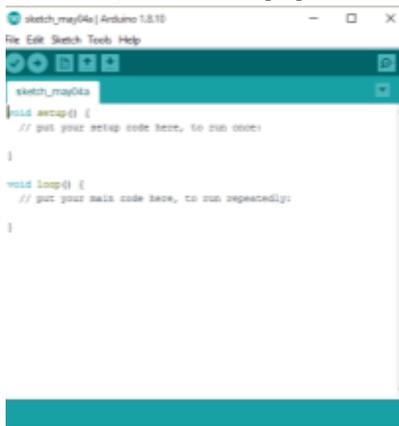
Push button digunakan untuk memutuskan dan menghubungkan aliran listrik dengan cara ditekan bagian tombolnya. Pada bagian atasnya terdapat knop yang berfungsi sebagai area penekan, lalu disamping kiri dan kanan terdapat terminal, kontak *normally open* (NO) dan *normally close* (NC) berfungsi sebagai terminal *wiring* untuk dihubungkan dengan alat listrik lainnya, yang mempunyai kapasitas beban sekitar 5A [15]. Prinsip kerja *push button* adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai *stop* (memberhentikan) dan kontak NO akan berfungsi sebagai *start* (menjalankan)[16].



Gambar 5. *Push Button* [16]

8. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan software yang digunakan untuk membuat program yang akan dijalankan oleh mikrokontroler Arduino. Arduino IDE dibuat oleh bahasa pemrograman JAVA dan dilengkapi oleh bahasa pemrograman C/C++. Software Arduino dapat diinstal pada berbagai OS (Operating System) seperti : LINUX, Mac OS, dan Windows[17].

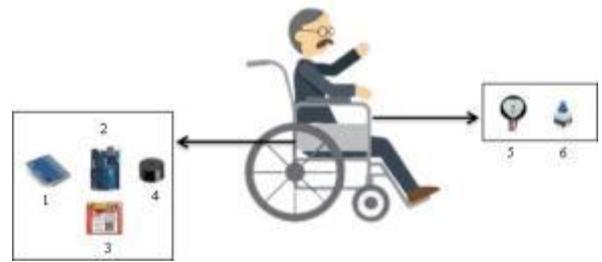


Gambar 6. Tampilan Arduino IDE [17]

METODE PENELITIAN

Rancangan Umum Sistem

Rancangan umum sistem merupakan rancangan sistem yang mencakup komponen-komponen yang digunakan pada sistem. Berikut rancangan umum sistem yang akan dirancang:

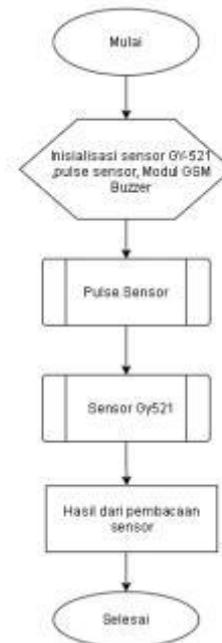


Gambar 7. Rancangan Umum Sistem

Keterangan :

1. Sensor Gy521.
2. Arduino Uno.
3. SIM 800.
4. *Buzzer*.
5. *Pulse Sensor*.
6. *Push button*.

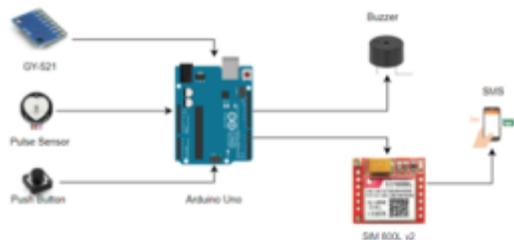
Sensor GY-521 digunakan untuk menentukan sudut kemiringan pada kursi roda sehingga dapat dideteksi ada atau tidaknya cedera jatuh pada kursi roda dan juga digunakan *pulse sensor* untuk mendeteksi jumlah denyut nadi. Selanjutnya inputan dari sensor akan diproses pada mikrokontroler untuk menghasilkan output berupa *buzzer* dan notifikasi via SMS kepada keluarga pengguna kursi roda melalui modul GSM.



Gambar 8. *Flowchart* Rancangan Proses

Berdasarkan gambar. 8 hal yang pertama dilakukan sistem ialah melakukan inisialisasi terhadap perangkat yang digunakan yaitu sensor GY-521, *Pulse sensor*, SIM 800, *buzzer* dan *push button*. Setelah itu, sistem akan melakukan pembacaan data pada sensor berupa sudut kemiringan dan denyut nadi pengguna kursi roda. Selanjut sistem akan melakukan analisa terhadap bacaan sensor. Jika denyut nadi tidak normal maka notifikasi SMS akan terkirim. Tetapi jika sudut kemiringan tidak normal maka *buzzer* akan menyala dan notifikasi SMS akan terkirim.

Rancangan Perangkat Keras

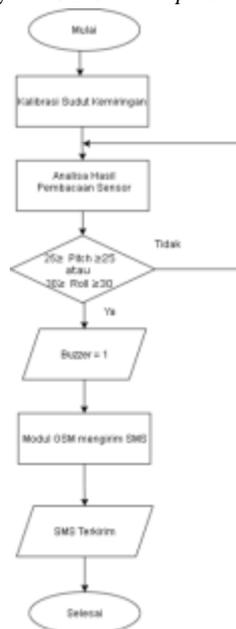


Gambar 9. Blok Diagram Sistem

Pada blok diagram sistem, perangkat keras yang digunakan ialah sensor GY-521 untuk melakukan pembacaan sudut kemiringan pada kursi roda, *pulse sensor* untuk menghitung jumlah denyut nadi, mikrokontroler untuk dilakukan pengolahan data inputan, *buzzer* yang akan menyala layaknya *alarm* serta modul GSM SIM800 untuk memberikan notifikasi SMS kepada keluarga pasien saat terjadi cedera jatuh dan kondisi denyut nadi tidak normal.

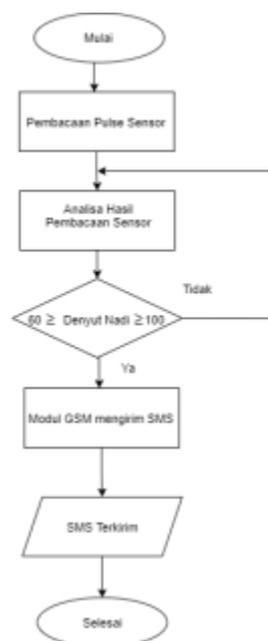
Rancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak sistem digunakan arduino IDE untuk melakukan pemrograman. Pemrograman dimulai dengan melakukan penginisialisasi keadaan awal sistem sampai akhirnya sistem mampu bekerja untuk menghasilkan *output*. Pemrosesan pada mikrokontroler terdapat 2 *flowchart* pembacaan sensor yaitu GY-521 dan *pulse sensor*.



Gambar 10. *Flowchart* Rancangan Perangkat Lunak Pada Sensor GY-521

Berdasarkan gambar.10 dapat dijelaskan bahwa sensor GY-521 memerlukan kalibrasi untuk menentukan sudut kemiringan pada kursi roda. Setelah didapatkan sudut kemiringan maka dilakukan analisa apakah sudut hasil bacaan sensor besar atau melebihi batas ambang sudut kemiringan. Jika iya, maka akan diberi peringatan melalui *buzzer* dan notifikasi sms.

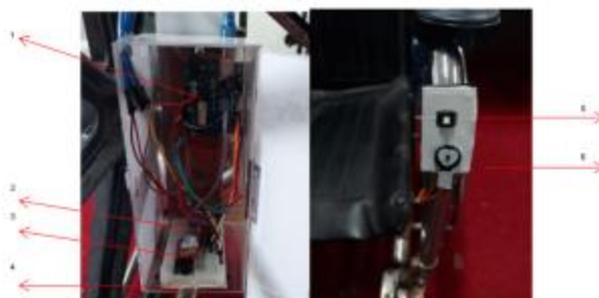


Gambar 11. *Flowchart* Rancangan Perangkat Lunak Pada *Pulse Sensor*

Berdasarkan gambar 3.5 diatas, dapat dijelaskan alur dari pembacaan jumlah denyut nadi pada pengguna kursi roda. Dari hasil jumlah denyut nadi dapat diketahui bagaimana denyut nadi pengguna. Rata-rata denyut nadi normal dalam kondisi tidak melakukan aktivitas berat adalah 60 – 100 bpm. Jika denyut nadi pada pengguna melebihi batas normal, maka akan terkirim notifikasi SMS.

Implementasi Hardware

Perangkat keras yang digunakan terdiri dari arduino uno, sensor GY-521, *pulse sensor*, Modul GSM (SIM800), *buzzer* dan *push button*.



Gambar 12. Implementasi *Hardware*

Keterangan gambar 12 :

1. Arduino
2. Sensor GY-521
3. Modul GSM
4. *Buzzer*
5. *Push button*
6. *Pulse sensor*

Implementasi Software

Implementasi pada perangkat lunak menggunakan pemrograman pada *software* arduino IDE. Untuk sistem yang dirancang terdapat 2 program utama yaitu program untuk pengkondisian

denyut nadi dalam keadaan tidak normal dan program untuk pengkondisian sudut kemiringan pada kursi roda.

```
// pembacaan nilai detak jantung (BPM)
int myBPM = pulseSensor.getBeatsPerMinute();
if (pulseSensor.sawStartOfBeat())
{
  // menampilkan nilai detak jantung pada serial monitor
  Serial.println (" =====");
  Serial.print(" Detak jantung          : ");
  Serial.println(myBPM);

  // pengkondisian detak jantung tidak normal (detak jantung (BPM) >= 100 dan <= 60)
  if (myBPM >= 100 || myBPM <= 60) {

    // set untuk pengiriman SMS
    serialSIM900.write("AT+CMGF=1\r\n");
    delay(1000);
    serialSIM900.write("AT+CMGS=\"081378767653\"\r\n");
    delay(1000);
    serialSIM900.write("Detak Jantung Tidak Normal");
    serialSIM900.write((char)26); //CTRL-Z
    Serial.println (" Detak Jantung Tidak Normal");
    Serial.println (" SMS Terkirim");
  }
  // kondisi detak jantung normal (60 -100 BPM)
  else
  {
    Serial.println (" Detak Jantung Normal");
  }
}
```

Gambar 11. Program Pengkondisian Denyut Nadi Tidak Normal

Pada gambar 12 di atas dilakukan pembacaan data denyut nadi pengguna dalam satuan BPM. Setelah pembacaan denyut nadi maka dilakukan pengkondisian disaat denyut nadi dalam keadaan tidak normal. Jika terdeteksi denyut nadi tidak normal maka akan terkirim notifikasi SMS kepada keluarga pengguna kursi roda.

```
int buttonState = digitalRead(BUTTON_PIN); // pembacaan nilai push button

// pengkondisian jika sudut kemiringan > 25°
if ((pitch <= -25 || pitch >= 25) || (roll >= 30 || roll <= -30))
{
  digitalWrite(pinBuzzer, HIGH); // buzzer menyala
  if (buttonState == LOW) { // jika push button ditekan (1)
    digitalWrite(pinBuzzer, LOW); // buzzer mati
  }
  // set untuk pengirim SMS saat kursi roda jatuh
  serialSIM900.write("AT+CMGF=1\r\n");
  delay(1000);
  serialSIM900.write("AT+CMGS=\"082173282055\"\r\n");
  delay(1000);
  serialSIM900.write("Kursi Roda Terjatuh");
  serialSIM900.write((char)26); //CTRL-Z
  Serial.println (" Kursi Roda Terjatuh");
  Serial.println (" SMS Terkirim");
}

// jika tidak maka buzzer mati dan kursi roda dalam keadaan aman
else
{
  // Serial.println (" kursi roda aman");
  digitalWrite(pinBuzzer, LOW);
}
}
```

Gambar 12. Program Pengkondisian Sudut Kemiringan Kursi Roda

Pada gambar 13 di atas dilakukan pembacaan terhadap sudut kemiringan pada kursi roda. jika terdeteksi sudut kemiringan kursi roda melebihi batas keseimbangan kursi roda yaitu 25° maka buzzer menyala dan notifikasi SMS akan terkirim kepada keluarga pengguna kursi roda.

Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi sistem secara keseluruhan, semua perangkat keras di pasang pada kursi roda seperti pada gambar 14 berikut :



Gambar 13. Implementasi Sistem Pada Kursi Roda

PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada tahap pengujian dan analisa dilakukan untuk mengetahui apakah komponen telah berfungsi dan bekerja sesuai dengan sistem yang dirancang. Pengujian dan analisa terbagi atas pengujian perangkat keras, perangkat lunak dan sistem secara keseluruhan.

1. Pengujian dan Analisa Perangkat Keras

Pengujian dan analisa perangkat keras pada sistem yang dirancang terdiri dari beberapa komponen yaitu sensor GY-521, Pulse sensor dan Modul GSM.

Pengujian Sensor GY-521

Sensor GY-521 berfungsi untuk menentukan titik seimbang dan titik jatuh pada kursi roda melalui sudut kemiringan. Pada sensor GY-521 dilakukan pengujian terhadap sudut yang dibaca dengan sensor. Terdapat 2 *angle* yang dilakukan pengujian pada sensor GY-521 yaitu *pitch* (jika sensor dimiringkan ke kiri atau ke kanan) dan *roll* (jika sensor dimiringkan kedepan atau ke belakang). Dalam pengujian dilakukan percobaan untuk sudut kemiringan yang berbeda-beda.

Berikut tabel hasil pengujian pada sudut kemiringan dengan *angle pitch* seperti pada tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor GY-521 (*Pitch*)

No	Sudut Kemiringan (<i>Pitch</i>)		Selisih	<i>Error</i>	Keterangan
	GY-521	Busur			
1	10,36	10	0,36	3,6 %	Aman
2	20,65	20	0,65	3,25 %	Aman
3	25,96	25	0,96	3,84 %	Terjatuh
4	30,97	30	0,97	3,23 %	Terjatuh
5	60,6	60	0,6	1 %	Terjatuh
6	88,56	90	1,44	1,6 %	Terjatuh
7	-60,32	-60	0,32	0,53 %	Terjatuh
8	-31,08	-30	1,08	3,6 %	Terjatuh
9	-25,38	-25	0,38	1,52 %	Terjatuh
10	-20,22	-20	0,22	1,1 %	Aman
11	-10,47	-10	0,47	4,7 %	Aman
Jumlah			7,45	27,97 %	
Rata-rata selisih			0,67		
Rata-rata <i>error</i>			2,5 %		

Berikut tabel pengujian pada sudut kemiringan dengan *angle roll* seperti pada tabel 2 dibawah ini :

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor GY-521 (*Roll*)

No	Sudut Kemiringan (<i>Pitch</i>)		Selisih	<i>Error</i>	Keterangan
	GY-521	Busur			
1	10,11	10	0,11	1,1 %	Aman
2	20,62	20	0,62	3,1 %	Aman
3	25,28	25	0,28	1.12 %	Aman
4	29,86	30	0,14	0,46 %	Terjatuh
5	60,64	60	0,64	1,67 %	Terjatuh
6	88,93	90	1,07	1,19 %	Terjatuh
7	-59,98	-60	0,02	0,03%	Terjatuh
8	-30,19	-30	0,19	0,63 %	Terjatuh
9	-25,03	-25	0,03	0,12 %	Aman
10	-20,21	-20	0,21	0,7 %	Aman
11	-10,75	-10	0,75	7,5 %	Aman
Jumlah			4,06	17,62	
Rata-rata selisih			0,36		
Rata-rata <i>error</i>			1,60 %		

Berdasarkan tabel 1 dan tabel 2 didapatkan rata-rata selisih hasil pengukuran sudut kemiringan (*pitch*) sebesar 0,67 dan untuk selisih pengukuran sudut kemiringan (*roll*) sebesar 0,36. Titik jatuh pada kursi roda dari *angle pitch* >25° dan dari *angle roll* >30°. Jika sudut keseimbangan kursi roda melebihi sudut tersebut maka kursi roda dapat dinyatakan dalam posisi terjatuh.

Pengujian *Pulse Sensor*

Pulse Sensor berfungsi untuk mendeteksi denyut nadi pada pengguna kursi roda. Pada *Pulse Sensor* dilakukan pengujian apakah *pulse sensor* mampu mendeteksi denyut nadi pada pengguna kursi roda, lalu dilakukan analisa terhadap sensor dengan cara melakukan perbandingan hasil bacaan sensor dengan hasil bacaan pada oximeter. Dalam pengujian dilakukan 5 kali percobaan dengan masing-masing orang yang berbeda seperti pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian *Pulse Sensor*

No	Nama	Denyut Nadi (BPM)			Selisih
		<i>Pulse sensor</i>	Oximeter	Manual	
1	Citra	89	89	88	1
2	Ridho	80	81	80	1
3	Wahyu	80	82	80	2
4	Rendi	101	101	104	3
5	Amel	76	74	76	2
6	Fezya	89	90	88	1
7	Donny	80	80	80	0
8	Rahmi	90	90	92	2
9	Dhika	81	80	84	3
10	Jazil	79	78	80	1
Jumlah					16
Rata-rata selisih					1,6

Berdasarkan tabel 3 diatas, didapatkan hasil pengujian untuk pembacaan denyut nadi pada *pulse sensor*, oximeter dan

perhitungan manual pada pergelasan tangan dengan rata-rata selisih hasil pengukuran sebesar 1,6. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat keberhasilan dari pengujian *pulse sensor* dengan perbandingan menggunakan oximeter dan perhitungan manual sebesar 98,4.

Pengujian Modul GSM

Modul GSM berfungsi untuk memberikan notifikasi kepada keluarga saat terjadi cedera jatuh pada kursi roda. Pada modul GSM dilakukan pengujian terhadap kekuatan sinyal yang didapatkan pada modul GSM saat mengirim sms. Setelah itu, dilakukan analisa terhadap waktu pengiriman pesan. Pengujian pada modul GSM dilakukan sebanyak 10 kali percobaan seperti yang terlihat pada tabel 4 dibawah ini :

Tabel 4. Hasil Pengujian Modul GSM

No	Nilai Kekuatan Sinyal		Kualitas Sinyal	<i>Delay</i> waktu pengiriman SMS(s)
	RSSI	dBm		
1	29,0	-110 s/d -54	Sangat bagus	3s
2	27,0	-110 s/d -54	Sangat bagus	4s
3	30,0	-110 s/d -54	Sangat bagus	3s
4	31,0	-52	Sangat bagus	2s
5	15,0	-110 s/d -54	Bagus	6s
6	16,0	-110 s/d -54	Bagus	6s
7	14,0	-110 s/d -54	Bagus	7s
8	21,0	-110 s/d -54	Bagus	5s
9	19,0	-110 s/d -54	Bagus	5s
10	20,0	-110 s/d -54	Bagus	5s
Rata-rata <i>delay</i> pengiriman SMS				4,6 s

Berdasarkan hasil percobaan tabel 4 hasil nilai kekuatan sinyal berada pada rentang -110 s/d -54 dan -52. Nilai kekuatan sinyal tersebut berarti modul GSM berada pada kondisi cukup bagus dan bagus (seperti yang terdapat pada tabel 4.6). Waktu pengiriman SMS ke *handphone* tergantung pada nilai kekuatan sinyal dan kualitas sinyal. Semakin besar nilai kekuatan sinyal maka waktu pengiriman SMS semakin cepat. Dari 10 percobaan didapatkan rata-rata waktu pengiriman SMS 4,6s.

2. Pengujian dan Analisa Perangkat Lunak

Pengujian dan analisa perangkat lunak terdiri dari 3 pengujian program, yaitu pengujian program pembacaan denyut nadi (BPM), program pembacaan sudut kemiringan kursi roda dan program notifikasi SMS.

Pengujian dan Analisa Program *Pulse Sensor*

Pada tahap ini dilakukan pengujian pada program pembacaan denyut nadi pada pengguna kursi roda menggunakan *pulse sensor*. Pada gambar 14 dibawah ini dapat dilihat bahwa sistem mampu mendeteksi denyut nadi pada pengguna kursi roda. jika denyut nadi yang dibawah 60 dan diatas 100 maka denyut nadi pengguna kursi roda tidak normal. Pada kondisi denyut nadi tidak normal maka notifikasi SMS akan terkirim.

```

18:00:36,994 -> =====
18:00:37,073 -> Detak Jantung : 84
18:00:37,113 -> Detak Jantung Normal
18:00:37,113 -> =====
18:00:38,103 -> =====
18:00:38,143 -> Detak Jantung : 90
18:00:38,183 -> Detak Jantung Normal
18:00:38,218 -> =====
18:00:39,201 -> =====
18:00:39,241 -> Detak Jantung : 105
18:00:39,281 -> Detak Jantung Tidak Normal
18:00:39,321 -> SMS Terkirim
18:00:39,321 -> =====
18:00:40,321 -> =====
18:00:40,356 -> Detak Jantung : 91
18:00:40,396 -> Detak Jantung Normal
18:00:40,424 -> =====
18:00:41,409 -> =====
18:00:41,449 -> Detak Jantung : 86
18:00:41,489 -> Detak Jantung Normal
18:00:41,522 -> =====
18:00:42,518 -> =====
18:00:42,558 -> Detak Jantung : 83
18:00:42,598 -> Detak Jantung Normal
18:00:42,598 -> =====
    
```

Gambar 14. Hasil Pengujian Program *Pulse Sensor*

Pengujian dan Analisa Program GY-521

Pada tahap ini dilakukan pengujian pada program pembacaan sudut kemiringan pada kursi roda menggunakan sensor GY-521. Pada gambar 15 dibawah ini dapat dilihat bahwa sistem mampu mendeteksi sudut kemiringan pada kursi roda. Jika sudut kemiringan diatas 25° maka kursi roda berada dalam posisi tidak aman (terjatuh). Pada kondisi terjatuh maka *buzzer* akan menyala dan notifikasi SMS terkirim.

```

18:11:33,664 -> =====
18:11:34,664 -> Kursi Roda Aman
18:11:36,654 -> Sudut Kemiringan (pitch) : -18,86
18:11:36,694 -> Sudut Kemiringan (roll) : 4,48
18:11:36,762 -> =====
18:11:37,737 -> =====
18:11:39,737 -> Kursi Roda Terjatuh
18:11:39,777 -> SMS Terkirim
18:11:41,746 -> Sudut Kemiringan (pitch) : -28,00
18:11:41,786 -> Sudut Kemiringan (roll) : 4,75
18:11:41,822 -> =====
18:11:42,807 -> =====
18:11:44,791 -> Kursi Roda Terjatuh
18:11:44,831 -> SMS Terkirim
18:11:46,791 -> Sudut Kemiringan (pitch) : -30,47
18:11:46,831 -> Sudut Kemiringan (roll) : 5,84
18:11:46,871 -> =====
18:11:47,871 -> =====
18:11:47,911 -> Kursi Roda Aman
18:11:49,863 -> Sudut Kemiringan (pitch) : 18,26
18:11:49,903 -> Sudut Kemiringan (roll) : 1,73
18:11:49,943 -> =====
    
```

Gambar 15. Hasil Pengujian Sensor GY-521

Pengujian dan Analisa Program Notifikasi SMS

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap notifikasi SMS disaat detak jantung tidak normal dan disaat kursi roda mengalami cedera jatuh. Pada gambar 16 dibawah ini dapat dilihat bahwa sistem mampu mengirim SMS. Pengiriman SMS dipengaruhi oleh sinyal yang ditangkap oleh modul GSM. Untuk mengetahui modul GSM dapat atau tidaknya menangkap sinyal dari LED pada modul GSM. Jika LED berkedip secara perlahan maka modul GSM menangkap sinyal dan bisa melakukan pengiriman SMS.



Gambar 16. Hasil Pengujian Notifikasi SMS

3. Pengujian dan Analisa Sistem Secara Keseluruhan

Pada pengujian dan analisa sistem keseluruhan dilakukan untuk mengetahui apakah sistem mampu bekerja sesuai dengan fungsinya

Pengujian Monitoring Denyut Nadi

Pada pengujian ini dilakukan dengan cara meletakkan tangan pengguna kursi roda pada *pulse sensor* untuk melakukan pembacaan denyut nadi pengguna kursi roda. Jika dideteksi denyut nadi dibawah 60 dan diatas 100 maka akan terkirim notifikasi SMS. Berikut hasil dari pengujian monitoring denyut nadi :

Tabel 5. Pengujian Notifikasi Denyut Nadi

No	Denyut Nadi (BPM)	Notifikasi SMS	Keterangan
1	77	Tidak Ada	Normal
2	114	Terkirim	Tidak normal
3	102	Terkirim	Tidak normal
4	91	Tidak Ada	Normal
5	226	Tidak terkirim	Tidak normal
6	177	Terkirim	Tidak normal
7	112	Terkirim	Tidak normal
8	166	Terkirim	Tidak normal
9	83	Tidak ada	Normal
10	112	Terkirim	Tidak normal

Dari 10 percobaan terdapat 1 percobaan yang mendeteksi detak jantung tidak normal tetapi notifikasi SMS tidak terkirim. Hal tersebut dipengaruhi oleh sinyal pada modul GSM. Dan berikut pengujian deteksi denyut nadi pada saat kursi roda digunakan dalam *range* waktu yang berbeda – beda, seperti terlihat pada tabel 6 berikut:

Tabel 6 Pengujian Notifikasi Denyut Nadi Dalam Kondisi Digunakan

No	Lama waktu penggunaan	Denyut Nadi (BPM)	Notifikasi SMS	Keterangan
1	< 5 menit	93	Tidak ada	Normal
		85	Tidak ada	Normal
		99	Tidak ada	Normal
2	5 menit	102	Terkirim	Tidak normal
		95	Tidak ada	Normal
		98	Tidak ada	Normal
3	10 menit	139	Terkirim	Tidak normal
		125	Terkirim	Tidak normal
		105	Terkirim	Tidak normal

Berdasarkan hasil pengujian tabel 6, didapatkan bahwa pada saat kursi roda digunakan lebih dari 10 menit maka hasil denyut nadi yang terdeteksi oleh *pulse sensor* besar dari 100 dan dideteksi sebagai denyut nadi tidak normal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada saat menggunakan kursi roda dengan

cara digerakan sendiri juga mempengaruhi denyut nadi penggunaanya dalam keadaan tidak normal (besar dari 100).

Pengujian dan Analisa Cedera Jatuh Kursi Roda

Pada pengujian notifikasi cedera jatuh pada kursi roda dilakukan pada 2 bidang yaitu bidang datar dan bidang miring. Pada bidang datar dilakukan dengan cara memiringkan kursi roda kesamping kiri dan kanan serta kedepan dan kebelakang. Sedangkan pada bidang miring dilakukan dengan cara menjalankan kursi roda pada bidang miring. Jika sudut yang diperoleh dari *angle pitch* $>25^\circ$ dan *dangle roll* $>30^\circ$ maka *buzzer* akan menyala dan notifikasi SMS terkirim.

Untuk pengujian pada bidang miring dapat terlihat seperti gambar 17 dibawah ini:



Gambar 17. Pengujian Cedera Jatuh Pada Bidang Miring

Dan hasil dari pengujian pada bidang miring dapat dilihat pada tabel 7 berikut:

Tabel 7 Pengujian Notifikasi Cedera Jatuh Pada Bidang Miring

No	Sudut kemiringan		Buzzer	Notifikasi sms	Keterangan
1	7,60	5,36	LOW	Tidak Ada	Bidang miring
2	7,84	8,73	LOW	Tidak Ada	Bidang miring
3	25,44	11,21	HIGH	Terkirim	Bidang miring
4	-1,85	-2,10	LOW	Tidak Ada	Bidang miring
5	-6,79	-12,67	LOW	Tidak Ada	Bidang miring

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan dengan 5 kali percobaan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat keberhasilan pengujian pada bidang miring sebesar 100% (berhasil). Dan untuk pengujian pada bidang datar dilakukan dengan adanya variasi berat badan pada pengguna kursi roda. Gambar 18 menunjukkan pengujian cedera jatuh pada kursi roda pada bidang datar.



Gambar 18. Pengujian Cedera Jatuh Pada Bidang Datar

Berikut hasil pengujian pada bidang datar dengan variasi berat badan pengguna kursi roda:

Tabel 8. Pengujian Cedera Jatuh Pada Bidang Datar

No	Berat badan	Sudut Kemiringan	Buzzer	Notifikasi SMS
1	45 kg	Belakang : -25.40° s/d -83.95° Samping kanan: -32.03° s/d -79.93° Samping kiri : 26.50° s/d 86	HIGH	Terkirim
2	50 kg	Belakang : -54.39° s/d -81.27° Samping kanan: -33,37° s/d -79.23° Samping kiri : 25.20° s/d 84.17°	HIGH	Terkirim
3	58 kg	Belakang : -26.70° s/d -77.62° Samping kanan: -31,32° s/d -79.89° Samping kiri : 35.05° s/d 84.98°	HIGH	Terkirim
4	85 kg	Belakang : -40.39° s/d -76.90° Samping kanan: -38.27° s/d -78.91° Samping kiri : 32.88° s/d 86.16°	HIGH	Terkirim

Berdasarkan hasil pengujian cedera jatuh pada bidang datar dengan adanya variasi berat badan pada pengguna kursi roda dapat disimpulkan bahwa berat badan mempengaruhi titik jatuh pada kursi roda. Dimana dapat dilihat pada tabel 8, bahwa objek uji dengan berat badan kurang dari 50 kg memiliki sudut kemiringan atau titik jatuh (arah jatuh kiri atau kanan) besar dari 25° dan saat berat badan besar dari 50kg memiliki sudut kemiringan atau titik jatuh (arah jatuh kiri atau kanan) besar dari 30° .

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisa dari penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem mampu membaca sudut kemiringan pada kursi roda dan mendapatkan titik jatuh pada kursi roda dari *angle pitch* (kiri dan kanan) $>25^\circ$ dan *angle roll* (depan dan belakang) $>30^\circ$.
2. Sistem mampu membaca denyut nadi pengguna kursi roda dengan rata-rata *error*-nya sebesar 1,2%.
3. Sistem mampu mendeteksi cedera jatuh pada kursi roda jika sudut kemiringan dari *angle pitch* (kiri dan kanan) $>25^\circ$ dan *angle roll* (depan dan belakang) $>30^\circ$ dan mampu mendeteksi denyut nadi dalam kondisi tidak normal jika denyut nadi kecil dari 60 bpm atau besar dari 100 bpm.
4. Sistem mampu memberikan peringatan melalui *buzzer* dan mengirimkan notifikasi SMS saat terjadi cedera jatuh dan kondisi denyut nadi tidak normal dengan tingkat keberhasilan 95%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Farhan Taufiqurrahman Ashegaf,dkk. (2019). Kursi Roda Elektrik Dengan Sistem Pemantauan Kesehatan Pegguna,Lokasi, dan Pendeteksi Kecelakaan Berbasis IoT.Transient. 8(2) : 1
- [2] M.Taufiqurrahman, dkk. (2017). Rancang Bangun Sistem Penggontrollan Kursi Roda Menggunakan Image Processing Pada Penderita Foot Paralyzed (Lumpuh Kaki). Seminar Nasioal Kelautan XII.
- [3] Sardjito,Humas."Budaya Assesment Pasien Resiko Jatuh". Dalam <https://sardjito.co.id/2019/04/26/budaya-assesment-pasien-resiko-jatuh/> diakses pada 25 Januari 2020
- [4] Peden, K. McGee, and G. Sharma (2002), "The injury chart book: a graphical overview of the global burden of injuries," Geneva: World Health Organization, vol. 5.
- [5] Anonim. "Posisi Tubuh Pengaruhi Detak Jantung" dalam <https://health.detik.com/hidup-sehat-detikhealth/d-1454909/posisi-tubuh-pengaruhi-detak-jantung> diakses pada 2 Maret 2021.
- [6] Nutthanan W, dkk (2017)." Smart wheelchair based on eye tracking".IEEE.
- [7] Novita,Joseph.(2019). "8 Jenis Kursi Roda Dengan Fungsi Berbeda yang Bisa Jadi Pilihan Anda". Dalam <https://hellosehat.com/sehat/informasi-kesehatan/tipe-dan-jenis-kursi-roda/#gref> diakses pada 1 Februari 2020
- [8] Amirullah.Mustofah, dkk. " Sistem Peringatan Dini Menggunakan Deteksi Kemiringan Kepala Pada Pengemudi Kendaraan Bermotor Yang Mengantuk". Jurnal Tenik ITW. Vol 7, No.2 (2018) ISSN : 2337 - 3539
- [9] Admin." GY-521 MPU6050 3-Axis Acceleration Gyroscope 6DOF Module" Dalam <https://www.hotmcu.com/gy521-mpu6050-3axis-acceleration-gyroscope-%206dof-module-p-83.html> Diakses pada 28 Februari 2021
- [10] Anonim (2018)."Ayo Berapa Denyut Nadi Normal Anda". Dalam <https://www.alodokter.com/ayu-berapa-denyut-nadi-normal-anda> Diakses pada 28 Februari 2021
- [11] Sari.marti widya, Wardani. Seria " Rancang bangun Aplikasi Monitoring Detak Jantung Melalui Finger Test Berbasis Arduino " vol9,no 2 (2016)
- [12] Rahajeng. Areta Sonya, dkk. " Pemanfaatan Modul GSM dan Modul GPS Pada Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Smartphone Berbasis Arduino" . Vol 3 no 1, juni 2020 : 90-100.
- [13] Admin (11 November 2011)." Tutorial Arduino mengakses Module GSM SIM800L". Dalam <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-modul-gsm-sim800l/>. Diakses Pada 7 Juli 2020.
- [14] Fadhil.Rahmad, Hersyah. Mohammad Hafizh."Rancang Bangun Sistem Reservasi Ruangan Menggunakan NFC Berbasis Mikrokontroler". JITCE. Vol.04 No.02 (2020) : 95-104.
- [15] Andesta,Dery dan Ferdian,Rian. "Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler dan mModul GSM". JITCE. Vol.02 No.02 (2018) : 51-63.
- [16] Admin (6 July 2018). "Push Button". Dalam <https://www.sensorhaus.id/article?view=article&id=59&catid=13>. Diakses Pada 5 Februari 2020
- [17] Sinararduino."Mengenal Arduino Software (IDE)". Dalam <https://www.sinarduino.com/artikel/mengenal-arduino-software-ide/> Diakses Pada 7 Februari 2020.
- [18] Haya.Anisha F. "Rancang Bangun Smart Case Sistem Monitoring Tabung Gas Elpiji Berbasis Mikrokontroler". Skripsi.

Fezya Noviratama

Lahir di Bandung pada tanggal 02 November 1999. Menempuh pendidikan di SDN 08 Ps.Surantih, SMPN 1 SUTERA dan SMAN 2 Painan. Setelah itu menempuh pendidikan S1 Teknik Komputer di Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas.