

Implementasi Solenoid dan Sensor Getar Pada Sistem Keamanan Sepeda Menggunakan Modul Bluetooth dan GSM Berbasis Mikrokontroler

Fikri Akmal Trisetio¹, Vera Suryani,², Rahmat Yasirandi³

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

¹fikriakmal@students.telkomuniversity.ac.id, ²verasyuryani@telkomuniversity.ac.id,

³batanganhitam@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi mikrokontroler saat ini banyak digunakan di berbagai aspek, salah satunya adalah sistem keamanan kendaraan sepeda. Penelitian ini menggunakan aktuator solenoid untuk mengunci sepeda melalui aplikasi android dengan bantuan modul bluetooth HC-05 sebagai antar-muka sistem pengamanan sepeda. MPU 6050 untuk mendeteksi getaran pada sepeda yang akan memberi perintah ke SIM 800L untuk memberikan notifikasi berupa SMS . Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa dengan keberhasilan pengujian jangkauan Bluetooth, pengujian G-Force, pengujian pada sensor getar, dan pengujian penerimaan SMS dari GSM dengan rata-rata waktu 10,6 detik, maka alat ini bisa digunakan dengan baik.

Kata Kunci : bluetooth, mikrokontroler, sensor getar, solenoid

ABSTRACT

The development of the technology the microcontroller is currently widely used in various aspects, one is the vehicle safety systems of the bike. This study uses the actuator solenoid to lock the bike through the android app with the help of bluetooth module HC-05 as interface security systems bicycle. MPU 6050 to detect vibration on a bike that will give commands to the SIM 800L for deliver notification by SMS. The result of this study, Researchers can state that the success of Bluetooth range testing, G-Force tesing, vibration sensor testing, and SMS receiving testing from GSM with average time 10.6 second, this tool can be used optimally.

Keywords: bluetooth, microcontroller, solenoid, vibration sensor.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini perkembangan teknologi sangat pesat, salah satunya pada kasus pencurian kendaraan. Menurut Badan Pusat Statistik, terdapat kejahatan pencurian kendaraan sebanyak 42.508 kasus pada tahun 2013. Jumlah ini terus bertambah dari tahun ke tahun. Salah satu kendaraan yang memiliki

keamanan rendah adalah sepeda, dikarenakan sistem pengamanannya masih konvensional yaitu menggunakan rantai. Menurut Huang [1], metode penguncian elektronik yang tepat salah satunya adalah *rigid-lock* yang dimana akan diaplikasikan pada penelitian ini. Pada penelitian sebelumnya yang berjudul *Health Analysis of Bicycle Rider and Security of Bicycle Using IoT* [2] menjelaskan bahwa penguncian elektronik dapat menggunakan sebuah *stepper motor* yang dihubungkan dengan bluetooth. Penelitian kali ini akan menggunakan solenoid dengan menerapkan *rigid-lock* pada sistem pengamanan sepeda ini.

Peneliti menggunakan aktuator solenoid untuk mengunci secara elektronik dengan bantuan modul *bluetooth* HC-05 dan juga *arduino* sebagai mikrokontroler yang membuat pengguna dapat melakukan penguncian melalui *handphone*. Peneliti menggunakan *bluetooth* karena harganya yang terjangkau, tidak membutuhkan power yang terlalu besar, dapat berkomunikasi secara nirkabel, dan dapat diaplikasikan dengan banyak perangkat [6]. Selain metode penguncian yang elektronik menggunakan solenoid, pengguna juga bisa mendapatkan informasi keamanan jika sepeda mendapatkan sebuah perpindahan koordinat sepeda berupa notifikasi melalui perangkat *handphone* menggunakan SIM 800L. Teknologi *wireless* yang tepat untuk smart bike lock adalah BLE (*Bluetooth Low Energy*), NFC (*Near-Field Communication*) dan *cellular network* [3]. Bluetooth yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah Bluetooth HC-05 termasuk dalam kategori Bluetooth Low Energy (BLE) yang dimana konsumsi energi listrik lebih hemat dibanding Bluetooth Klasik dengan jangkauan konektivitas dan kapasitas *payload* transfer data yang sama

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut yang telah dijelaskan, maka didapat suatu permasalahan yaitu:

1. Bagaimana membuat sistem keamanan sepeda secara elektronik untuk menggantikan teknologi yang sebelumnya masih menggunakan kunci atau rantai.
2. Bagaimana implementasi sensor MPU 6050 sebagai pendeteksi getaran pada sistem keamanan sepeda

1.3. Topik dan Batasannya

Topik dan Batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini yaitu untuk Implementasi Solenoid dan Sensor Getar Pada Sistem Keamanan Sepeda Menggunakan Modul *Bluetooth* dan GSM Berbasis Mikrokontroler.

Adapun dalam penerapannya, peneliti akan menggabungkan kedua sistem tersebut dalam suatu aplikasi yang memiliki batasan masalah yang dijelaskan dalam poin-poin berikut ini:

1. Aplikasi ini digunakan untuk mengunci dan membuka solenoid yang mengikat pada bagian sepeda.
2. *Range* yang dapat dijangkau bluetooth adalah 10 meter. Pengguna hanya bisa mengunci dan membuka solenoid yang tertutup hanya ada range tersebut

1.4. Tujuan

Adapun Tujuan dari penelitian “Implementasi Solenoid dan Sensor Getar Pada Sistem Keamanan Sepeda Menggunakan Modul *Bluetooth* dan GSM Berbasis Mikrokontroler” antara lain sebagai berikut.

1. Mengimplementasi sistem keamanan sepeda menggunakan SIM 800L dan sensor MPU 6050.
2. Mengimplementasi sistem keamanan sepeda menggunakan Bluetooth HC-05 dan Solenoid

2. Studi Terkait

2.1. Mikrokontroler Arduino Nano

Arduino Nano memiliki 14 pin digital, yang terdiri dari, 6 PWM (*Pulse Width Modulation*), 6 inputan analog, osilator Krystal 16 MHz, *jack* USB, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Perangkat ini merupakan salah satu mikrokontroler yang mudah digunakan dan memiliki biaya yang murah. Mikrokontroler ini berbasis *ATmega168* atau *Atmega328*. *Arduino Nano* tidak memiliki *voltage regulator*, yang berarti perangkat ini hanya bisa menerima tegangan sebesar 5V untuk mengoperasikan sistem. Mikrokontroler ini memiliki fasilitas I2C (*Inter Integrated Circuit*) sehingga dapat mengakses register I2C pada *device* lain. *Arduino Nano* juga memiliki UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*) yang memiliki fungsi untuk berkomunikasi antar *device* menggunakan komunikasi serial.



Gambar 2.1. Mikrokontroler *Arduino Nano*

Spesifikasi dari *Arduino Nano* yang akan digunakan sebagai penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler : Atmel *ATmega168* atau *ATmega328*
2. Tegangan Operasi : 5V Input Voltage (disarankan) : 7-12V Input Voltage (limit) : 6-20V
3. Pin Digital I/O : 14 (6 pin digunakan sebagai output PM)
4. Pins Input Analog : 8 Arus DC per pin I/O : 40 mAFlash Memory : 16KB (*ATmega168*) atau 32KB (*ATmega328*) 2KB digunakan oleh Bootloader
5. SRAM : 1 KB (*ATmega168*) atau 2 KB (*ATmega328*)
6. EEPROM : 512 byte (*ATmega168*) atau 1KB (*ATmega328*)
7. Clock Speed : 16 MHz
8. Ukuran : 1.85cm x 4.3cm

2.2. Solenoid



Gambar 2.2. Solenoid

Solenoid [5] adalah sebuah kumparan elektro-magnet yang dirancang secara khusus. Perangkat ini berfungsi sebagai penggerak yang melingkar pada inti besi dan dapat digunakan sebagai kunci elektronik. Alat ini secara *default* kerja yaitu, *Normally Open* (NO). Ketika dialiri sebuah aliran listrik, kumparan pada solenoid menghasilkan medan magnet yang akan menggerakkan tuas besi pada solenoid (*Normally Close*). Namun, bila tidak dialiri arus listrik, tuas akan kembali ke posisi NO. Tegangan operasi solenoid memiliki berbagai macam tegangan, 5 Volt DC sampai 330 Volt AC. Dalam penelitian ini, digunakan solenoid bertegangan 5 volt yang dapat dikontrol oleh pin output digital *Arduino Nano*.

2.3. Sensor MPU 6050



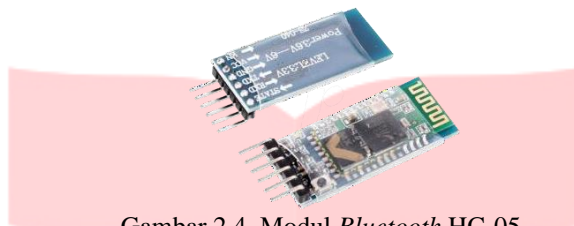
Gambar 2.3 Sensor MPU 6050

Sensor MPU 6050 merupakan sebuah sensor yang mampu mendeteksi sebuah kemiringan yang data didapatkan melalui sensor *gyroscope* dan *accelerometer*. *Range* kemiringan yang dapat dibaca oleh sensor ini plus minus 250, 500, 100, dan 2000 [7]. Sensor ini memiliki 16 bit analog ADC yang berfungsi untuk merubah nilai analog menjadi nilai digital. MPU 6050 memiliki kinerja yang optimal dikarenakan memiliki *Digital Motion Processor*, yang membantu mengintegrasikan *magnetometer* dengan sensor lainnya melalui I2C. Modul ini menggunakan tegangan kerja sebesar 3.3 Volt. Karena MPU 6050 memiliki regulator, sehingga dapat dihubungkan secara langsung menggunakan tegangan sebesar 5 Volt.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh van Lierop *et al* [4], bahwa waktu pencurian sepeda biasa dilakukan di malam (37.0%) dan siang hari (32.3%). Hal ini membuat peneliti menggunakan sensor MPU 6050 dalam penelitian ini untuk memudahkan pemilik sepeda memantau keadaan kendaraanya dengan mendapatkan informasi adanya perpindahan pada ban sepeda melalui *android*. Spesifikasi dari MPU 6050 adalah sebagai berikut:

1. Berbasis Chip MPU-6050
2. Supply tegangan berkisar 3-5V
3. Gyroscope range + 250 500 1000 2000 ° / s
4. Acceleration range: $\pm 2 \pm 4 \pm 8 \pm 16$ g
5. Communication standard I2C
6. Chip built-in 16 bit AD converter, 16 bits data output
7. Jarak antar pin header 2.54 mm
8. Dimensi modul 20.3mm x 15.6mm

2.4. Modul *Bluetooth* HC-05



Gambar 2.4. Modul *Bluetooth* HC-05

Modul *bluetooth* merupakan modul yang berfungsi pada frekuensi 2.4 GHz dan digunakan sebagai pertukaran data pada perangkat yang bergerak lainnya yang mendukung komunikasi *bluetooth*. HC-05 merupakan sebuah modul bluetooth yang mudah ditemukan dikarenakan harganya yang murah. Modul ini memiliki tegangan kerja sebesar 3.3 Volt. Untuk mengoperasikan modul ini dibutuhkan perangkat tambahan yang mendukung UART yang pada penelitian ini menggunakan *Arduino Nano*. Jarak transmisi data pada modul HC-05 ini kurang dari 10 meter.

2.5. Modul SIM800L



Gambar 2.5. Modul SIM800L

Modul SIM 800L merupakan alat yang berfungsi sebagai mengendalikan perangkat GSM sehingga dapat digunakan untuk mengirimkan dan menerima pesan singkat (SMS), komunikasi telepon, dan internet. Modul ini banyak digunakan untuk industri rumahan sampai skala besar. Untuk mengoperasikan mdul ini, diperlukan perangkat UART dalam penelitian peneliti menggunakan arduino nano. Modul ini terdiri dari beberapa bagian antara lain terminal daya, sebuah antenna, tempat untuk meletakkan simcard, indikator led, dan chip SIM 800L. SIM 800L hanya dapat menerima signal maksimal yaitu, GPRS.

Adapun spesifikasi dari modul GSM 800L antara lain:

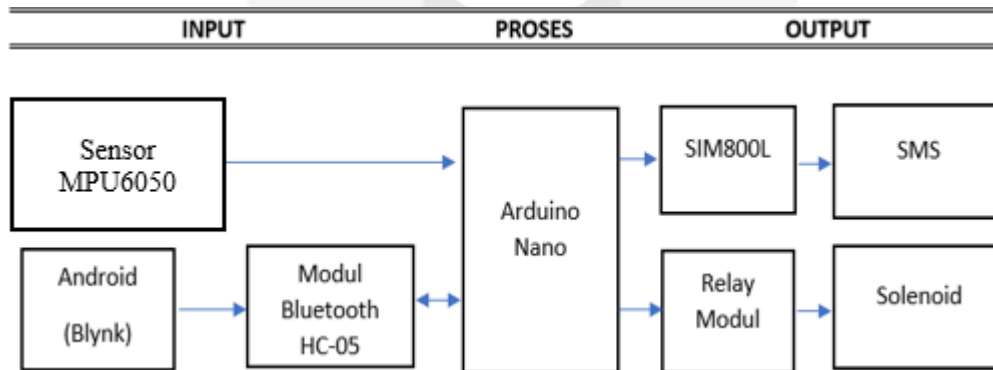
1. Menggunakan IC Chip : SIM800
2. Tegangan ke VCC : antara 3.7 – 4.2Vdc (tetapi pada datasheet = 3.4– 4.4V), dan disarankan menggunakan 3.7 Vdc agar tidak terdapat notifikasi “*Over Voltage*”
3. Bekerja pada frequency jaringan GSM yaitu QuadBand (850/900/1800/1900Mhz)

4. Konektifitas class 1 (1W) pada DCS 1800 dan PCS 1900GPRS, sedangkan pada class 4 (2W) pada GSM 850 dan EGSM 900
5. GPRS multi-slot class 1~12 (option) tetapi default pada class 12
6. Suhu pengoperasian normal : 40°C ~ +85°C
7. Menggunakan port TTL serial port, sehingga dapat langsung diakses menggunakan microcontroler tanpa perlu memerlukan MAX232
8. Transmitting power
9. Power module automatically boot, homing network
10. Terdapat Led pada modul yang berfungsi sebagai indikator. Apabilapada module terhubung dengan jaringan GSM maka LED akan berkedip perlahan, akan tetapi apabila tidak ada sinyal maka LED akan berkedip cepat. Ukuran module : 2.5cm x 2.3cm.

3. Implementasi Sistem dan Perancangan

3.1. Deskripsi Umum Sistem

Pada sistem ini digunakan sumber daya berupa baterai LiPo(Lithium Polymer) 3S. Untuk menurunkan tegangan ke 5V digunakan *regulator* tegangan yang akan menyuplai daya pada keseluruhan sistem. Pada sistem penguncian *Handphone* harus terkoneksi ke sistem melalui aplikasi dengan bantuan *bluetooth*. Perintah penguncian itu diatur melalui aplikasi pada *handphone* dengan bantuan sinyal *bluetooth*. Modul HC-05 menerima data yang dikirimkan melalui aplikasi dan menuruskannya ke *Arduino Nano* dengan komunikasi serial. Solenoid menerima perintah mengunci atau membuka dari *Arduino Nano* melalui sinyal digital. Pada sistem deteksi keamanan digunakan sensor MPU 6050 yang mendeteksi adanya getaran pada sepeda. *Arduino Nano* memperoleh getaran aktual dari register MPU 6050 yang diakses dengan I2C. Pada perpindahan koordinat tertentu, *Arduino Nano* akan mengirimkan perintah untuk mengirimkan SMS ke pengguna dengan bantuan SIM800L. Adapun rancangan blok diagram “Implementasi Solenoid dan Sensor Getar Pada Sistem Keamanan Sepeda Menggunakan Modul Bluetooth dan GSM Berbasis Mikrokontroler” yang akan dibuat seperti berikut pada Gambar 3.1.

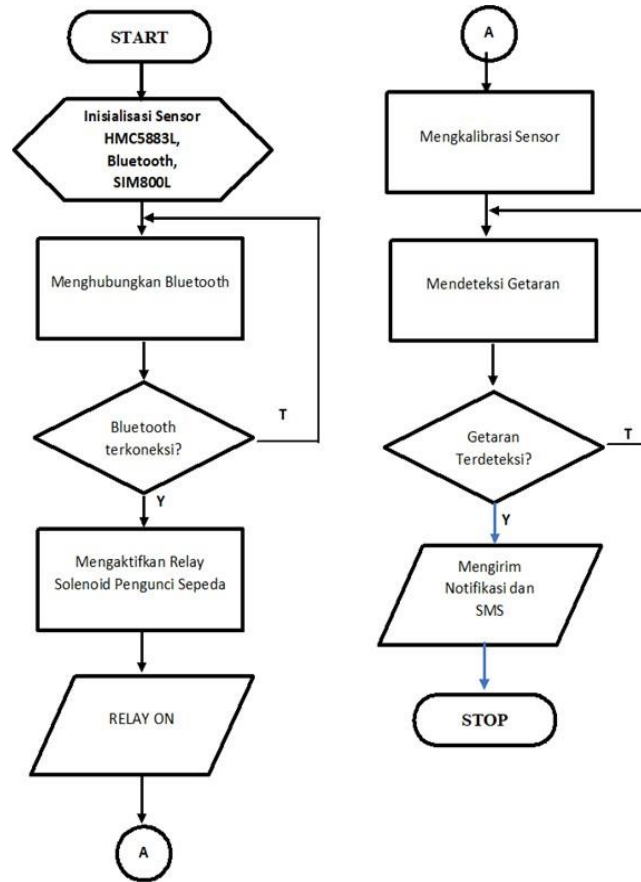


Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem

Keterangan tiap blok:

1. Sensor MPU 6050 berfungsi sebagai pendeteksi guncangan/getaran
2. Android (Blynk) berfungsi sebagai user interface penginstruksi dan pemonitor sistem
3. Modul Bluetooth HC-05 berfungsi sebagai antarmuka mikrokontroler dengan android
4. Arduino nano berfungsi sebagai pengelola data sensor dan penginstruksi modul relay
5. Modul SIM800L berfungsi sebagai pemberi notifikasi berupa SMS
6. Relay Modul berfungsi sebagai antarmuka antara mikrokontroler arduino nano dengan solenoid
7. Solenoid berfungsi sebagai aktuator pengunci sepeda.

Untuk menjelaskan perancangan sistem yang dilakukan dalam mewujudkan penelitian “Implementasi Solenoid dan Sensor Getar Pada Sistem Keamanan Sepeda Menggunakan Modul Bluetooth dan GSM Berbasis Mikrokontroler”, terlebih dahulu secara umum digambarkan oleh blok diagram sistem kerja yang ditunjukkan pada Gambar 3.1. Jenis sensor yang digunakan adalah sensor MPU 6050 yang berfungsi mendeteksi getaran/guncangan pada sistem dan Solenoid sebagai aktuator pengunci. Selain itu, komunikasi interface sistem menggunakan modul bluetooth untuk mentransmisi data secara dua arah. Sistem terintegrasi dengan platform Blynk yang memungkinkan untuk menginstruksi/mengontrol dan memonitoring “Implementasi Solenoid dan Sensor Getar Pada Sistem Keamanan Sepeda Menggunakan Modul Bluetooth dan GSM Berbasis Mikrokontroler”. Smartphone android akan dihubungkan dengan bluetooth HC-05 untuk pengiriman data melalui proses *pairing*. Bila sudah terkoneksi, arduino nano yang sebelumnya sudah diprogram akan mendapat perintah dari smartphone. Arduino dapat dinyalakan menggunakan USB atau catu daya. USB juga dapat membantu proses download program yang sebelumnya dipastikan ketersediaanya. Mikrokontroler Arduino Nano mengeloh data sensor dan menginstruksi relay ON untuk memicu solenoid. Apabila data sensor melebihi nilai ambang normal/threshlod dari sensor , maka aplikasi Blynk dan mikrokontroler Arduino nano menginstruksikan SIM800L mengirim notifikasi SMS pengecekan sepeda. Berikut *flowchart* cara kerja sistem.

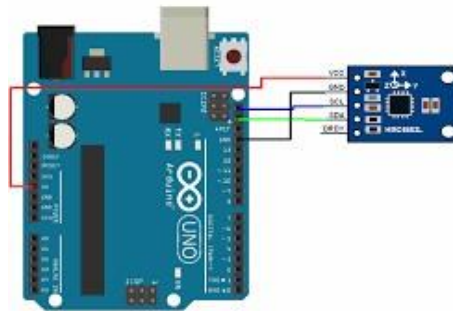


Gambar 3.2. Flowchart Sistem

3.2 Perancangan Perangkat Keras

3.2.1 Koneksi Mikrokontroler dengan Sensor MPU 6050

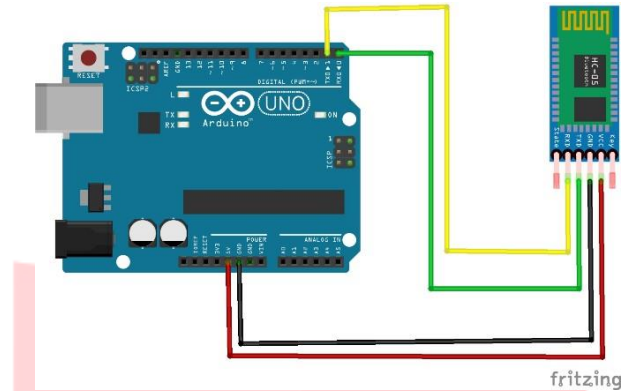
DT-Sense 3 Axis Compass merupakan suatu modul sensor medan magnet yang menggunakan IC MPU 6050. IC MPU 6050 merupakan chip yang didesain DT-Sense 3 Axis Compass merupakan suatu modul sensor medan magnet yang menggunakan IC MPU 6050. Sensor MPU 6050 digunakan sebagai pendeteksi getaran yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Koneksi Mikrokontroler dengan Sensor MPU 6050

3.2.2 Koneksi Mikrokontroler dengan Modul Bluetooth HC-05

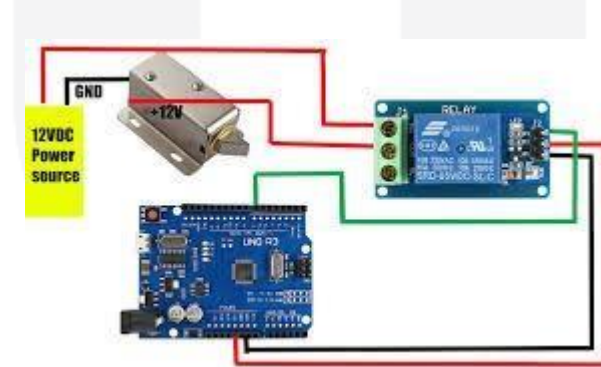
Bluetooth merupakan sarana komunikasi yang bisa dipergunakan sebagai perantara (mediator) penghubungan satu alat elektronik semisal *smartphone* dengan alat elektronik lainnya semisal laptop atau komputer. Pada sistem ini, modul bluetooth HC-05 berfungsi sebagai antarmuka antara mikrokontroler Arduino Nano dengan Android (Blynk) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Koneksi Mikrokontroler dengan Modul Bluetooth

3.2.3 Rangkaian Aktuator

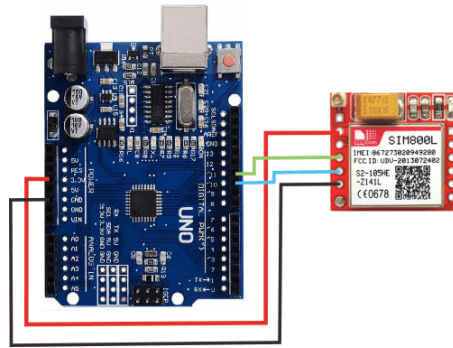
Rangkaian Aktuator terdiri dari modul relay dan solenoid berfungsi sebagai pengunci sepeda. Modul relay adalah saklar magnetik yang dioperasikan secara elektrik yang memungkinkan untuk menghidupkan atau mematikan sirkuit dengan menggunakan tegangan atau arus yang jauh lebih tinggi daripada yang dapat ditangani oleh mikrokontroler Arduino Nano. Modul relay pada sistem berfungsi sebagai antarmuka mikrokontroler Arduino dengan solenoid seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Rangkaian Aktuator

3.2.4 Koneksi Mikrokontroler dengan SIM800L

SIM800L merupakan modul GSM yang bisa dipergunakan sebagai perantara (mediator) penghubungan *smartphone* dengan Jaringan Internet dan pengirim/penerima SMS. Pada sistem ini, modul SIM800L berfungsi sebagai pemberi notifikasi berupa sms.



Gambar 3.5. Koneksi Mikrokontroler dengan SIM800L

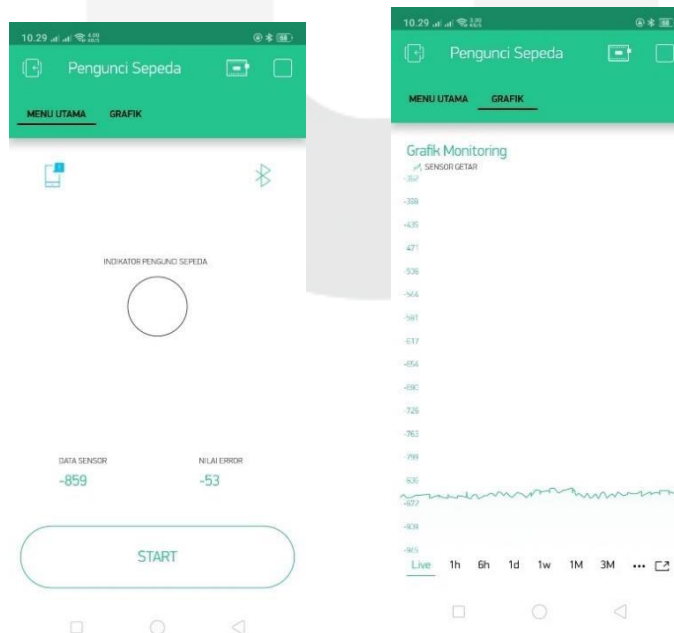
3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan perangkat lunak, Arduino menggunakan perangkat lunak sendiri yang sudah disediakan di Arduino. Bahasa yang digunakan dalam perancangan lunak adalah bahasa C/C++ dengan beberapa tambahan untuk perancangan “Implementasi Solenoid dan Sensor Getar Pada Sistem Keamanan Sepeda Menggunakan Modul Bluetooth dan GSM Berbasis Mikrokontroler”.

4. Hasil dan Analisis

4.1. Hasil Implementasi sistem

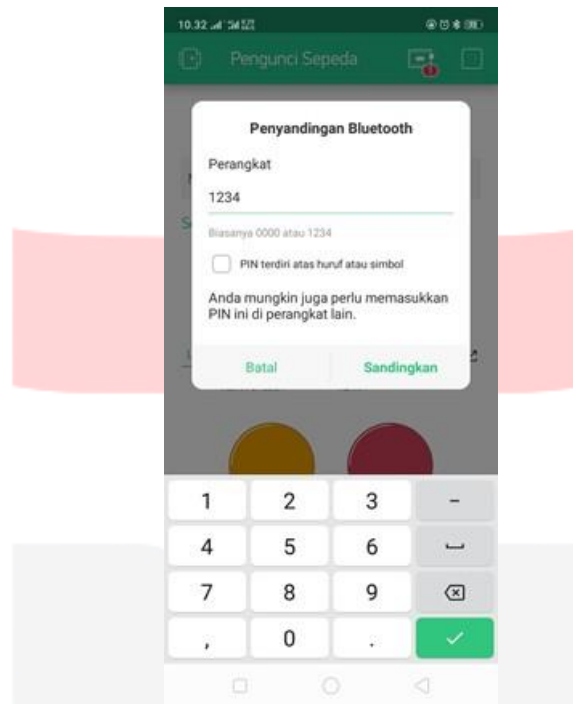
Implementasi antarmuka aplikasi ini merupakan bagian yang sangat penting dalam perancangan secara keseluruhan, dikarenakan antarmuka ini adalah bagian yang paling sering digunakan oleh pengguna untuk menjalankan fungsi fungsi yang ada pada sistem ini. Antarmuka aplikasi ini dibuat dan berfungsi untuk monitoring sensor yang terpasang dengan mikrokontroler Arduino Nano dan sebagai pengendali solenoid untuk melakukan penguncian sepeda. Berikut perancangan antarmuka aplikasi dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Perancangan Antarmuka Aplikasi Blynk

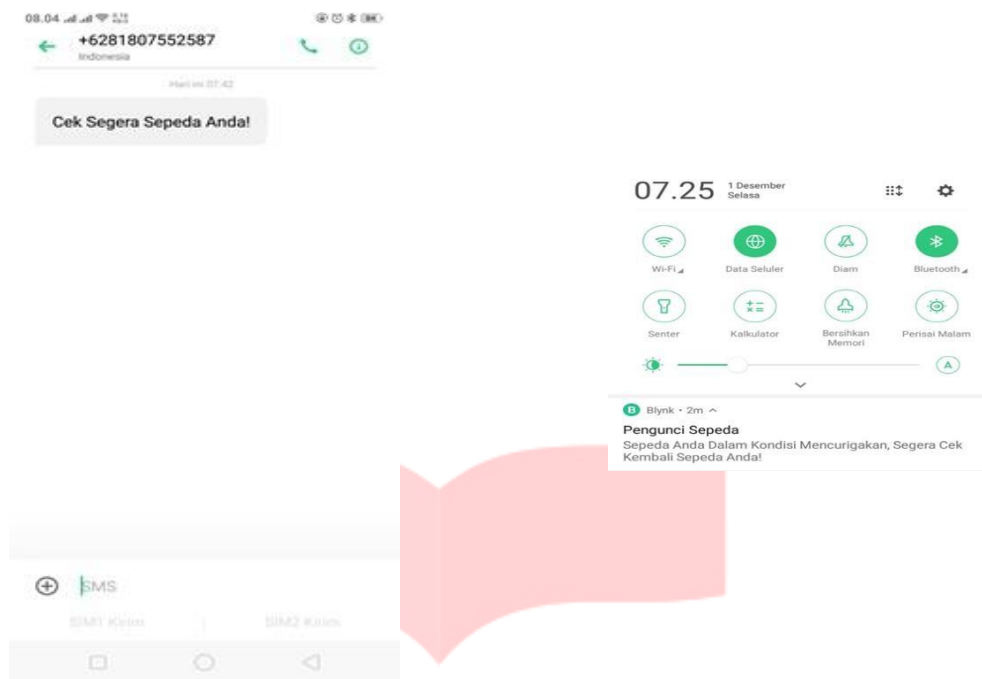
Adapun pengoperasian aplikasi Blynk sebagai berikut :

1. Siapkan alat dan *smartphone android* sebelum mengaktifkan sistem.
2. Mengaktifkan bluetooth untuk mengkomunikasikan dengan sistem dengan aplikasi Blynk.
3. Pilih device “HC-05” dan masukan pin default “1234”.



Gambar 4.2. Pengoneksi *Bluetooth*

4. Tekan tombol *lock* untuk mengaktifkan penguncian sepeda.
5. Setelah tombol ditekan, sistem secara otomatis mengkalibrasi sensor MPU 6050 untuk mengatur set point sisi alat.
6. Setelah pengkalibrasian, relay aktif untuk menginstruksikan solenoid mengunci sepeda.
7. Jika alat terguncang diluar batas *threshold*, alat akan secara otomatis memberikan notifikasi dan SMS untuk memberitahu bahwa sepeda dalam keadaan mencurigakan.
8. Selain itu, pada menu utama terdapat data dan grafik pembacaan sensor MPU 6050 sebagai pendeteksi guncangan/getaran serta terdapat indikator pengunci sepeda dan alarm.



Gambar 4.3. Notifikasi Alarm.

4.2. Analisis Sistem

Analisis sistem berguna untuk mengukur tingkat keberhasilan dari system atau alat yang dibuat. Sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan baik. Pengujian dilakukan dengan beberapa tahap, mulai dari pengukuran *modular* antar modul komponen hingga uji keseluruhan sistem pada alat.

4.2.1. Pengujian Sensor MPU6050

Pengujian MPU6050 dilakukan dengan cara mengukur tingkat keberhasilan sensor dalam mengirimkan hasil pengukuran percepatan/akselerasi sensor dan kecepatan sudut dari sensor MPU6050 ke mikrokontroler Arduino Nano menggunakan komunikasi serial I2C. Hasil pembacaan sensor dinyatakan normal saat sensor diletakkan pada posisi datar dan nilai pada sumbu *x*, *y*, dan *z* pada perpindahan per-detiknya cenderung stabil.

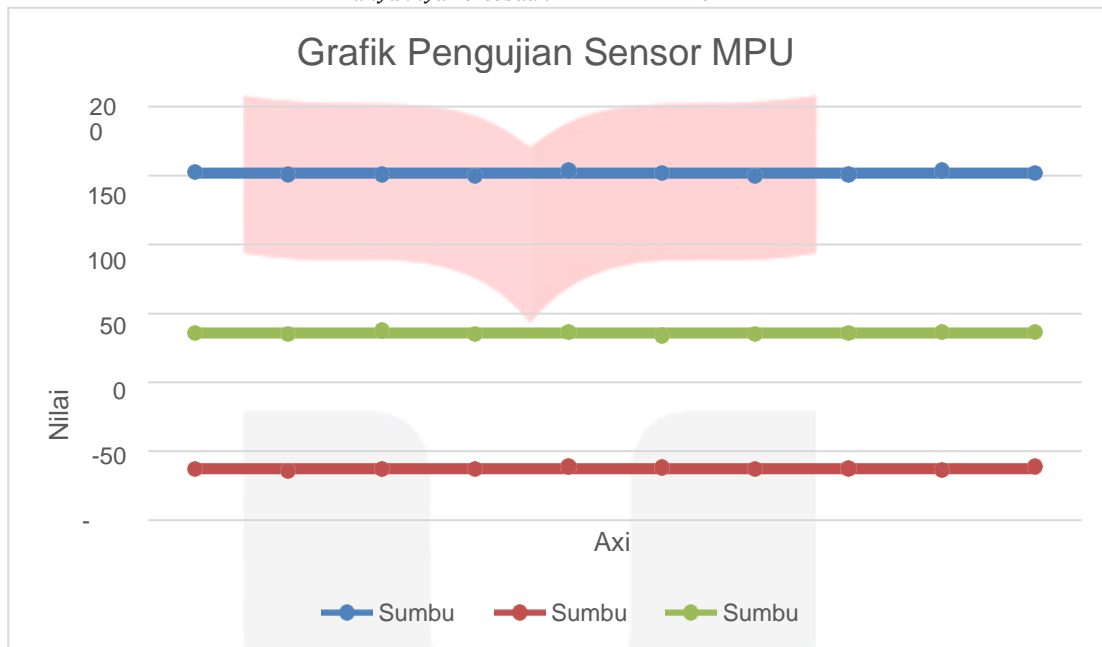
Tabel 4.1. Pengujian Sensor MPU 6050

X	Y	Z	Hasil Pembacaan
152.72	-62.56	35.88	Normal
150.88	-64.40	34.96	Normal
150.88	-62.56	37.72	Normal
149.96	-62.56	34.96	Normal
153.64	-60.72	36.80	Normal
151.80	-61.64	34.04	Normal
149.96	-62.56	34.96	Normal

150.88	-62.32	35.88	Normal
153.64	-63.48	36.80	Normal
151.80	-60.72	36.80	Normal

Berdasarkan tabel perbandingan 4.1 menunjukan bahwa tingkat keberhasilan sistem dalam membaca data dari sensor MPU6050 adalah

$$Keberhasilan = \frac{Sensor\ Terbaca\ Normal}{Banyaknya\ Percobaan} \times 100\% = \frac{10}{10} \times 100\% = 100\% \tag{1}$$



Grafik 4.1. Pengujian Sensor MPU 6050

4.2.2. Pengujian G-Force

Pengujian *g-force* adalah pengujian untuk mengukur tingkat keberhasilan pengolahan data akselerasi/percepatan *accelerometer* menjadi *g-force* untuk mendeteksi guncangan. Data hasil pengujian *g-force* dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data hasil uji *g-force*.

Set Point	Pembacaan Sensor	Error	Kondisi	Kesesuaian
-413	-410.32	-2	Normal	Sesuai
-413	-409.40	-3	Normal	Sesuai
-413	-264.04	-148	Alarm	Sesuai
-413	-408.48	-4	Normal	Sesuai
-413	-250.24	-162	Alarm	Sesuai
-440	-437.92	-2	Normal	Sesuai
-440	-931.04	491	Alarm	Sesuai
-440	-675.28	235	Alarm	Sesuai
-440	-471.96	31	Normal	Sesuai
-440	-463.68	23	Normal	Sesuai
-486	-768.20	282	Alarm	Sesuai
-486	-422.28	-63	Normal	Sesuai
-486	-399.28	-86	Normal	Sesuai
-486	-421.36	-64	Normal	Sesuai
-486	-648.60	162	Alarm	Sesuai
-521	-521	0	Normal	Sesuai
-521	525.32	4	Normal	Sesuai
-521	-1120.56	599	Alarm	Sesuai
-521	-534.52	13	Normal	Sesuai
-521	-975.20	454	Alarm	Sesuai

$$Keberhasilan = \frac{\text{Jumlah Data Sesuai}}{\text{Banyaknya Percobaan}} \times 100\% = \frac{20}{20} \times 100\% = 100\% \quad (2)$$

4.2.3. Pengujian Pengiriman SMS

Pengujian SMS dilakukan dengan cara mengukur tingkat keberhasilan pengiriman notifikasi SMS. Data hasil pengujian SMS dapat dilihat pada tabel 4.2.

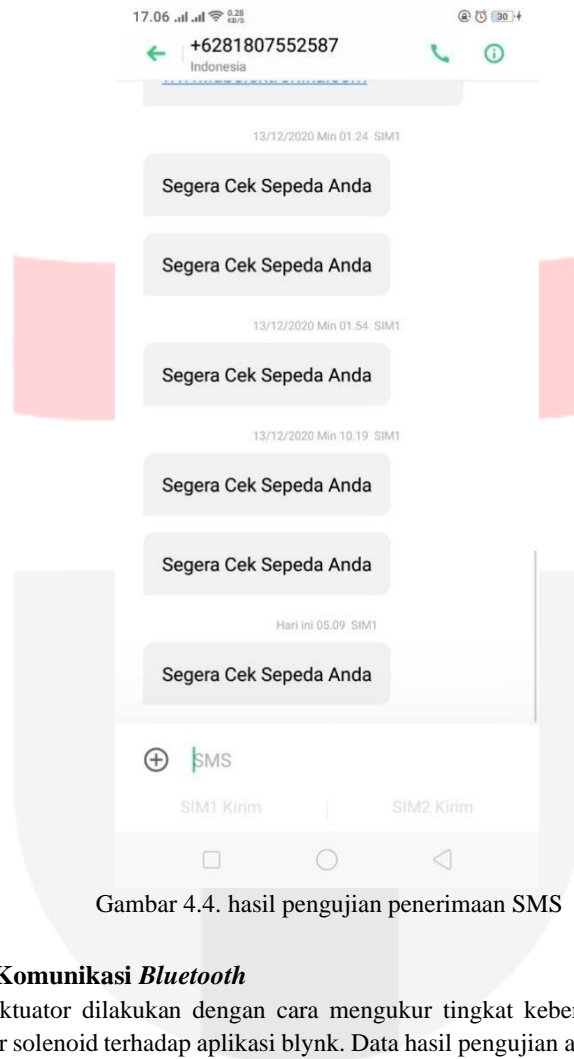
Tabel 4.2 Data hasil uji SMS.

Pengiriman SMS	Waktu Respon	Keberhasilan
SMS ke-1	15 detik	Berhasil
SMS ke-2	11 detik	Berhasil
SMS ke-3	15 detik	Berhasil
SMS ke-4	10 detik	Berhasil
SMS ke-5	10 detik	Berhasil
SMS ke-6	9 detik	Berhasil
SMS ke-7	8 detik	Berhasil
SMS ke-8	7 detik	Berhasil
SMS ke-9	10 detik	Berhasil
SMS ke-10	11 detik	Berhasil

$$Keberhasilan = \frac{\text{Sensor Terbaca Normal}}{\text{Banyaknya Percobaan}} \times 100\% = \frac{10}{10} \times 100\% = 100\% \quad (3)$$

$$\text{Rata rata waktu respon} = \frac{\text{Jumlah Data Sesuai}}{\text{Banyaknya Percobaan}} = \frac{106}{10} = 10,6 \text{ detik} \quad (4)$$

Pada gambar 4.2 merupakan tampilan berupa hasil penerimaan SMS dengan menggunakan Android.



Gambar 4.4. hasil pengujian penerimaan SMS

4.2.4. Pengujian Komunikasi *Bluetooth*

Pengujian Aktuator dilakukan dengan cara mengukur tingkat keberhasilan intruksi pengontrolan ON/OFF pada aktuator solenoid terhadap aplikasi blynk. Data hasil pengujian aktuator dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data hasil uji komunikasi *Bluetooth*.

Button	Aktuator Solenoid	Kesesuaian
ON	ON	Sesuai
ON	OFF	Tidak Sesuai
ON	ON	Sesuai
ON	ON	Sesuai
ON	ON	Sesuai
OFF	OFF	Sesuai
OFF	OFF	Sesuai
OFF	OFF	Sesuai
OFF	OFF	Sesuai
OFF	OFF	Sesuai

Setelah dilakukan beberapa pengujian alat dengan nilai keberhasilan sebagai berikut:

- Uji sensor MPU6050 = 100%
- Uji *g-force* = 100%
- Uji SMS = 100% dan rata-rata waktu respon = 10.6 detik
- Uji komunikasi *bluetooth* = 90%

Dengan hasil tersebut dapat dianalisis bahwa Implementasi Solenoid dan Sensor Getar Pada Sistem Keamanan Sepeda Menggunakan Modul Bluetooth dan GSM Berbasis Mikrokontroler yang diterapkan pada alat bekerja dengan baik. Namun nilai keberhasilannya relatif rendah. Rata-rata waktu pengiriman sms yaitu 10.6 detik. Penulis menganalisis penyebab utama dari beberapa delay pengiriman sms dipengaruhi sinyal jaringan GSM.

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengukuran dan Implementasi Solenoid dan Sensor Getar Pada Sistem Keamanan Sepeda Menggunakan Modul Bluetooth dan GSM Berbasis Mikrokontroler dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem keamanan sepeda terdiri dari sensor MPU 6050 sebagai pendeteksi getaran ketika data sensor telah melebihi nilai set point. Pada aktuator pengunci sepeda menggunakan solenoid yang di kendalikan mikrokontroler Arduino Nano melalui modul relay. Sistem pengunci sepeda terintegrasi dengan aplikasi Blynk yang memungkinkan untuk memonitoring sensor MPU 6050 dan menginstruksikan solenoid ON/OFF melalui antarmuka Bluetooth.
2. Pengimplementasian sensor MPU 6050 sebagai pendeteksi getaran dengan cara mengkalibrasi posisi normal sistem untuk menentukan nilai *setpoint*. Nilai setpoint digunakan untuk menentukan nilai *error*/interprensi gangguan dari luar dengan cara mengurangi nilai *setpoint* dengan nilai yang terbaca oleh sensor. Jika nilai error melebihi ambang batas normal, maka sistem akan mengidentifikasi sepeda dalam kondisi mencurigakan dan juga memberikan notifikasi *alarm* melalui aplikasi blynk dan SMS.
3. Rata-rata waktu penerimaan android menerima SMS yaitu 10.6 detik
4. Implementasi Solenoid dan Sensor Getar Pada Sistem Keamanan Sepeda Menggunakan Modul Bluetooth dan GSM Berbasis Mikrokontroler yang diterapkan pada alat bekerja dengan baik

Reference

- [1] Huang, Y.-C. (2017). A Study for Prevent Theft of The Bike Design and Analysis. *5th Asia Conference Mechanical and Material Engineering* (hal. 1-3). Tokyo: IOP Publishing.
- [2] Kochaniewicz, G. (2015). Smart Lock for Bike Sharing in Corporate Environment. 14-15.
- [3] Nath, S.,Sinha, S.Gladence, M.,Y.B., & Rajalakshmi,V.(2017). Health Analysis of Bicycle Rider and Security of Bicycle Using IoT. *International Conference on Communication and Signal Processing*. India.
- [4] Van Lierop, D., Grimsrud, M., & El-Geneidy, A. (2015). Breaking into bicycle theft: Insights from Montreal, Canada. *International Journal of Sustainable Transportation*, 9(7), 490-501.
- [5] Hestand, McGraw-Hill, Alciatore.(1999). Solenoid. http://mechatronics.mech.northwestern.edu/design_ref/actuators/solenoids.html.
- [6] U.L.Muhammed Rijah, S.Mosharani, S.Amuthapriya, M.M.M Mufthas, Malikberdi Hezretov and Dhishan Dhammearatchi.(2016). Bluetooth Analysis and Solution. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 6, Issue 4. Srilanka
- [7] Huang, Jian. (2017). Design of Angle Detection System Based on MPU6050. *7th International Conference on Education, Management, Information, and Computer Science (ICEMC 2017)*. China.

