

Perancangan Alat Pendeteksi Pencurian dan Pelacak Mobil Berbasis Arduino

1stJoshua Septdianto

Program Studi Sistem Komputer
Universitas Pelita Harapan
Tangerang, Indonesia
joshua_kereen@hotmail.com

2ndAlfa Satya Putra

Program Studi Sistem Komputer
Universitas Pelita Harapan
Tangerang, Indonesia
alfa.putra@uph.edu

3rdArnold Aribowo

Program Studi Sistem Komputer
Universitas Pelita Harapan
Tangerang, Indonesia
arnold.aribowo@uph.edu

Abstrak—Pencurian mobil adalah salah satu tindak kejahatan yang sering terjadi di Indonesia dan juga menyebabkan kesulitan serta kerugian keuangan yang cukup signifikan pada korban. Sebagai solusi alternatif untuk mencegah atau mengurangi permasalahan ini, telah dibuat suatu sistem pendeteksi pencurian dan pelacak mobil berbasis *Arduino*. Sistem pendeteksi pencurian kendaraan berbasis *Arduino* merupakan prototipe yang menggunakan *Arduino UNO* sebagai mikrokontroler, *DFRobot GSM/GPRS/GPS Shield* untuk mengirimkan SMS, melakukan panggilan dan mendapatkan koordinat GPS, sensor *accelerometer* sebagai pendeteksi gerakan pada mobil, dan modul *Bluetooth* untuk mengendalikan alat dari jarak dekat langsung melalui *smartphone*. Prinsip kerja sistem ini adalah mendeteksi gerakan yang terjadi pada mobil. Ketika terjadi gerakan yang melebihi batas aman yang ditentukan maka sistem akan melakukan panggilan telepon dan mengirimkan SMS peringatan yang berisi koordinat letak kendaraan.

Kata Kunci—*Arduino*, deteksi pencurian, *GPS*, *Bluetooth*, *Accelerometer*, *GSM*, *GPRS*

I. PENDAHULUAN

Pencurian mobil masih sangat sering terjadi di Indonesia. Pencurian mobil menyebabkan kesulitan serta kerugian finansial yang signifikan bagi korban tindakan pencurian mobil. Beberapa faktor yang membuat mobil sering menjadi target pencurian antara lain harga mobil yang relatif mahal, tingkat keamanan yang kurang baik, dan rata-rata kondisi ekonomi penduduk yang kurang baik [1].

Terdapat dua jenis modus pencurian mobil yang biasa terjadi; pertama adalah pencurian secara diam-diam saat mobil sedang tidak dilihat oleh pemilik, kedua adalah pencurian secara langsung dengan memaksa pemilik untuk menyerahkan mobil saat pemilik sedang menggunakan mobil. Makalah ini akan lebih ditunjukkan pada jenis pertama, yaitu pencegahan pencurian mobil secara diam-diam. Mobil umumnya dicuri saat pemilik menempatkan kendaraannya pada tempat yang tidak terlalu aman dan kurang pengawasan. Umumnya pemilik tidak menyadari kapan tepatnya saat terjadinya pencurian mobil. Alarm mobil dinilai kurang efektif karena hanya dapat didengar di dekat mobil. Pihak yang berada di dekat mobil pada saat pencurian juga umumnya kurang menanggapi suara alarm karena tidak terlalu terdengar atau dianggap alarm salah. Setelah kehilangan mobil tidak banyak yang dapat dilakukan oleh pemilik selain menghubungi pihak berwajib, namun prosesnya cukup memakan waktu dan tidak selalu membuahkan hasil, karena kendaraan sulit dilacak karena umumnya mengandalkan informasi berupa nomor polisi kendaraan dan saksi mata.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibuat sebuah sistem pencegahan pencurian dan pelacak mobil berbasis

Arduino. Pengembangan sistem difokuskan untuk mencegah pencurian dengan cara memberitahukan kepada pemilik mobil saat pencurian terjadi supaya pemilik dapat segera bertindak untuk mengamankan mobil. *Arduino* digunakan sebagai mikrokontroler dari sistem antara lain karena biaya yang relatif murah, *open-source*, *cross-platform*, dan interfas yang relatif mudah dengan berbagai jenis sensor [2].

II. LANDASAN TEORI

A. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah komputer yang berukuran relatif kecil yang digunakan untuk keperluan spesifik dalam beberapa sistem mesin. Mikrokontroler merupakan bagian penting dalam suatu *embedded system*. Mikrokontroler dapat menerima masukan, menghasilkan keluaran, melakukan operasi, perhitungan dan menjalankan fungsi-fungsi sesuai kebutuhan sistem.

Mikrokontroler yang digunakan pada makalah ini adalah *Arduino UNO R3*, yang merupakan papan mikrokontroler buatan *Arduino* yang bersifat *open-source*. Papan *Arduino UNO* menggunakan mikrokontroler jenis *ATmega328P* dan memiliki fitur-fitur seperti 14 pin *digital*, 6 pin *analog*, *USB port*, catu daya AC ke DC, *header ICSP (in-circuit serial programming)*, dan tombol *reset* [3].

B. GPS

GPS adalah singkatan dari *Global Positioning System* yang merupakan jaringan yang terdiri dari beberapa satelit yang mengorbit bumi. *GPS* umumnya terdiri dari paling sedikit 24 satelit yang memancarkan data tentang posisi yang lengkap dari luar angkasa ke bumi. *GPS* dapat bekerja dalam kondisi cuaca apapun selama sinyal *GPS* dapat diterima oleh *receiver GPS* atau alat yang memiliki sinyal penerima yang sesuai [4].

C. GSM/GPRS

GSM atau *Global System for Mobile* adalah arsitektur komunikasi nirkabel yang digunakan di banyak negara. *GSM* menggunakan metode *time division multiple access* atau *TDMA*. *GSM* mendigitalkan dan mengepak data, lalu mengirimnya melalui sebuah saluran dengan dua aliran data pengguna lain yang dipisah dengan celah waktu berbeda. *GSM* umumnya beroperasi pada frekuensi band 900 MHz atau 1800MHz. *GPRS* atau *Global Packet Radio Service* adalah ekstensi *GSM* yang memiliki tingkat transmisi data yang lebih tinggi [5].

Modul untuk *GSM* dan *GPRS* yang digunakan pada penelitian ini adalah *DFRobot SIM808 GPS/GPRS/GSM Arduino Shield*. Modul tersebut memiliki kemampuan untuk menerima sinyal *quad-band GSM/GPRS* dan teknologi navigasi *GPS* yang disatukan menjadi *shield* yang dipasang

di atas Arduino UNO. Modul dapat melakukan panggilan, mengirim SMS, menunjukkan koordinat GPS, dan menerima telpon dengan menggunakan kartu SIM yang valid [6].

D. Bluetooth

Bluetooth adalah teknologi konektivitas antar peralatan elektronik bertenaga rendah yang dapat digunakan untuk mengirim informasi dari satu alat elektronik ke alat elektronik lainnya. Ada dua jenis Bluetooth yaitu *Basic Rate/Enhanced Data Rate (BR/EDR)* dan *Low Energy (LE)* [7].

Modul Bluetooth yang digunakan pada penelitian ini adalah HC-05, yang merupakan modul Bluetooth SPP (*Serial Port Protocol*). Modul ini dirancang untuk koneksi nirkabel transparan serial dan memiliki fitur-fitur seperti Bluetooth V2.0+EDR, modulasi 3 Mbps, radio *transceiver* dan *baseband* 2.4 GHz [8].

E. Accelerometer

Accelerometer adalah alat untuk mengukur akselerasi atau perubahan kecepatan pada sebuah obyek. Akselerasi yang diukur adalah akselerasi statis dari gravitasi untuk mengukur kemiringan obyek, dan akselerasi dinamis dari gerakan atau guncangan pada obyek [9].

Modul accelerometer yang digunakan pada makalah ini adalah ADXL345 yang merupakan sensor gerakan tiga arah (*3-axis*) berukuran kecil, bertenaga rendah, dan memiliki tingkat resolusi yang tinggi (13-bit) dengan pengukuran yang memiliki tingkat akurasi hingga $\pm 16g$. ADXL345 dapat mengukur percepatan gravitasi, tingkat kemiringan, dan akselerasi dinamis. Tingkat resolusinya yang tinggi (3.9 mg/LSB) dapat mendeteksi perubahan kemiringan hingga 1 derajat [10].

III. PENELITIAN YANG BERHUBUNGAN

Sudah banyak penelitian yang berhubungan dengan pemanfaatan mikrokontroler untuk keamanan kendaraan bermotor yang sedang tidak diawasi pemilik, terutama di tempat parkir. Berbagai macam penelitian seperti sistem parkir otomatis, monitoring kendaraan sampai sistem keamanan langsung dalam kendaraan telah diteliti untuk dijadikan bandingan dan panutan untuk makalah ini.

Seshasayee dan Manikandan mengusulkan sistem keamanan berbasis pengenalan wajah dalam mobil, dengan menggunakan kamera kecil pendeteksi wajah yang disembunyikan dalam mobil yang dapat mendeteksi wajah pengemudi dan mengenali identitas mereka. Apabila pengemudi tidak dikenal maka pemilik mobil akan diperingatkan melalui panggilan *miscall* dan *short message service (SMS)* [11]. Penelitian tersebut menggunakan teknik pengolahan citra untuk mendeteksi wajah pengemudi untuk deteksi pencurian, sedangkan makalah ini menggunakan sensor *accelerometer* untuk mendeteksi gerakan atau guncangan pada mobil. Deteksi wajah dapat mencapai tingkat akurasi deteksi yang lebih baik ketimbang sensor gerak apabila menggunakan algoritma yang sesuai., namun deteksi wajah memiliki tingkat kesulitan yang relatif lebih tinggi untuk implementasi dan membutuhkan kekuatan pemrosesan yang cukup intensif, sehingga membutuhkan komputer atau mikrokontroler dengan spesifikasi yang cukup tinggi. Selain itu ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan pada saat penerapan, seperti saat mobil akan dipinjam oleh orang yang belum terdaftar pada sistem.

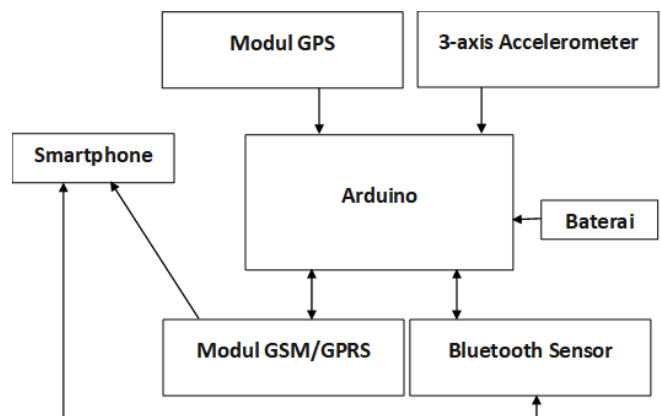
Zuhair dan Mansoor mengusulkan sistem keamanan yang mampu merekam pencurian mobil dengan kamera dan memperingatkan pemilik apabila kendaraan mereka dicuri melalui SMS saat kendaraan mengalami benturan atau gerakan [12]. Penelitian tersebut menggunakan dua sensor gerak yang ditempatkan dekat ban mobil, dan empat kamera di sekeliling mobil untuk mengambil gambar saat terjadinya tabrakan atau pencurian. Makalah ini menggunakan satu sensor gerak untuk mendeteksi gerak mobil dan tidak menggunakan kamera, sehingga informasi yang diberikan hanya berupa SMS dan koordinat mobil. Kedua informasi tersebut dinilai sudah dapat mencukupi untuk tujuan utama makalah ini, yaitu mendeteksi pencurian dan melacak mobil.

IV. GAMBARAN SISTEM

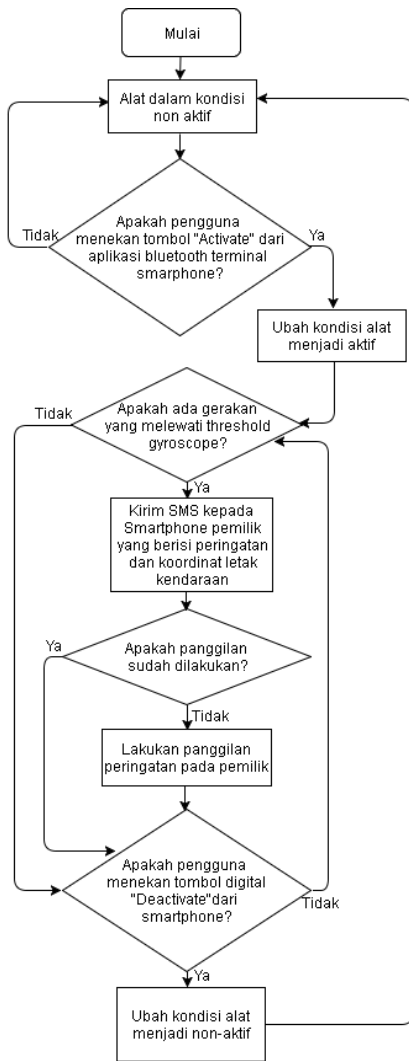
Ketika alat menerima tenaga dari *port external power supply* Arduino, alat akan masuk ke dalam *mode standby* dimana *sensor accelerometer* dan *GSM/GPRS/GPS shield* tidak akan berjalan dan tidak akan menerima dan menganggapi gerakan apapun sebagai upaya pencurian.

Mode standby akan terus dijalankan sampai pengguna menghubungkan *smartphone* dengan modul *Bluetooth* dan menekan tombol “*Activate*” pada aplikasi *Bluetooth Terminal* yang sudah terpasang di *smartphone*. Setelah itu LED indikator akan diaktifkan untuk menunjukkan bahwa alat telah aktif.

Apabila *accelerometer* mendeteksi gerakan yang melebihi batas nilai yang ditentukan pada program, maka pemilik mobil akan diperingatkan melalui panggilan dan pesan SMS. Gerakan yang melebihi batas diperoleh dengan mengambil nilai awal *x-axis*, *y-axis* dan *z-axis* saat alat pertama kali diaktifkan dan disimpan dalam variabel penampung. Kemudian pada saat alat masuk ke *mode active*, nilai dari ketiga *axis* yang dibaca *accelerometer* akan terus dibandingkan dengan nilai awal yang tersimpan dalam variabel penampung. Apabila terjadi perbedaan nilai pada salah satu *axis* yang melebihi batas yang ditentukan, maka alat akan mengirimkan pesan SMS yang berisi “Mobil anda digerakkan, amankan mobil anda sekarang! Koordinat Mobil (x,y) : x,y”. Diagram blok dari sistem dapat dilihat pada Gambar 1.

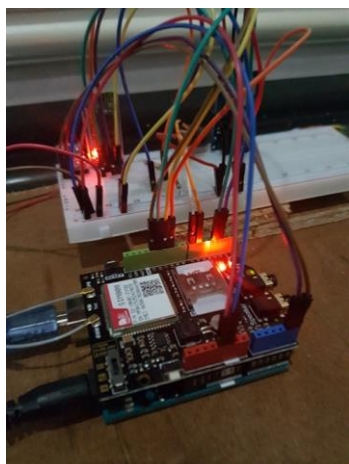


Gambar 1. Diagram Blok Sistem



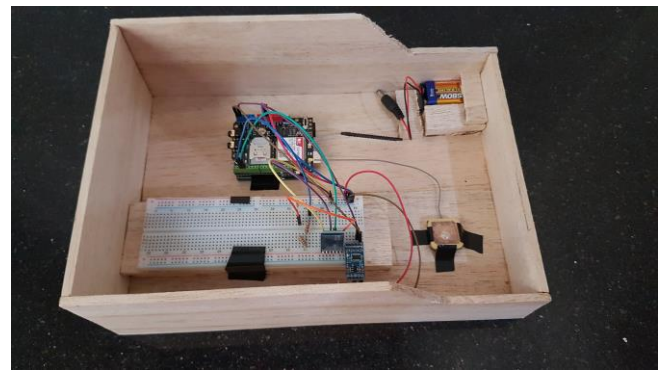
Gambar 2. Diagram Alir Sistem

Gambar 2 menunjukkan diagram alir dari sistem. Alat dibuat sesuai dengan rancangan dari Gambar 1 dan 2, dan memiliki bentuk fisik seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Purwarupa Alat

Alat kemudian dipasang ke dalam sebuah model untuk merepresentasikan mobil yang sebenarnya dengan bentuk seperti pada Gambar 4. Pengujian kemudian dilakukan dengan alat yang sudah terpasang pada model tersebut.



Gambar 4. Purwarupa Alat Yang Terpasang Pada Model Representatif

V. PENGUJIAN

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian sensor *accelerometer*, pengujian jangkauan sinyal sensor *Bluetooth* di ruangan terbuka dan tertutup, pengujian aktivasi dan deaktivasi alat dengan *Bluetooth* apabila *smartphone* digunakan dari dalam dan luar mobil, pengujian sinyal GPS yang didapat, pengujian tingkat akurasi dan responsivitas terhadap deteksi pencurian dari *accelerometer*, dan terakhir adalah pengujian pengiriman SMS dan melakukan panggilan kepada pemilik.

Tabel-tabel berikut ini menggunakan dua indikator, yaitu “GAGAL” atau “TIDAK TERDETEKSI” apabila semua upaya pengujian tidak berhasil, dan “BERHASIL” atau “TERDETEKSI” beserta persentase tingkat keberhasilan apabila ada pengujian yang berhasil. Untuk setiap uji coba, akan ada informasi tambahan tentang tingkat kesuksesan hubungan antara *smartphone* dan *Bluetooth*. Untuk pengujian SMS, panggilan dan GPS hanya ada “BERHASIL” dan “GAGAL”, namun ada indikator tambahan berupa informasi seperti “terlambat x detik” untuk panggilan dan SMS.

A. Pengujian Accelerometer 3-axis ADXL345

Pengujian ini dilakukan untuk menguji kondisi dan kinerja *accelerometer* ADXL345 dan juga kestabilannya saat digunakan dengan keseluruhan sistem. Untuk melakukan pengujian ini digunakan *sample code* “sensortest” untuk ADXL345 dari Adafruit [13]. *Sample code* akan memberi keluaran berupa nilai sumbu x, y, dan z yang terbaca oleh sensor tiap detik, batas maksimal dan minimal nilai sensor, dan *data rate*. ADXL345 dihubungkan ke Arduino, dan *Serial monitor* Arduino digunakan untuk melihat keluaran tersebut. Dilakukan delapan percobaan, dimana diambil rata-rata dari 30 nilai sumbu x, y, dan z yang pertama kali muncul di *serial monitor*. Hasil percobaan dicatat pada Tabel 1.

TABEL I. HASIL PERCOBAAN ADXL345 PADA ALAT DALAM KONDISI DIAM

Percobaan ke-	Nilai x Rata-rata	Nilai y Rata-rata	Nilai z Rata-rata
1	0.33	1.22	9.91
2	0.61	1.69	9.77
3	0.49	1.00	9.74
4	0.58	1.79	9.62
5	0.42	1.20	9.98
6	0.39	0.97	9.69
7	0.48	1.36	9.40
8	0.49	1.24	9.71

Berdasarkan uji coba ini, ADXL345 bekerja dengan baik. Masalah yang dialami hanya nilai sensor dalam kondisi diam selalu berbeda setiap sensor diaktifkan ulang. Hal ini tidak menyebabkan masalah pada kinerja alat, karena alat akan menyimpan nilai yang pertama sebagai kondisi “diam” dan dibandingkan dengan nilai berikutnya untuk mendeteksi pencurian. Apabila sensor terus dinyalakan, nilai yang ditunjukkan sensor akan selalu stabil.

B. Pengujian Jangkauan Sensor Bluetooth HC-05

Pengujian ini dilakukan untuk menguji kondisi dan kinerja sensor *Bluetooth* HC-05, kestabilannya saat digunakan dengan Arduino, dan batas jarak sinyal sensor tersebut. Untuk melakukan pengujian ini sensor *Bluetooth* HC-05 diuji coba dalam kondisi dengan dan tanpa halangan, dan tingkat kesuksesan dalam melakukan *pairing* dengan *smartphone* A (Samsung Galaxy S7 Edge), *smartphone* B (Apple iPhone 6) dan *smartphone* C (Samsung Note 5). Pengujian ini dilakukan berdasarkan jarak sampai enam meter. Pada setiap meter sinyal *Bluetooth* akan diuji dengan tiga *smartphone* dan diulang sepuluh kali untuk semua kondisi. Hasil uji coba sensor *Bluetooth* dapat dilihat pada tabel 2 dan 3.

TABEL II. HASIL PERCOBAAN PAIRING SENSOR *BLUETOOTH* HC-05 DAN SMARTPHONE A, B, DAN C TANPA HALANGAN

Kondisi tanpa halangan			
Jarak dalam meter	Smartphone A	Smartphone B	Smartphone C
1	Berhasil 100%	Berhasil 100%	Berhasil 100%
2	Berhasil 100%	Berhasil 100%	Berhasil 90%
3	Berhasil 90%	Berhasil 90%	Berhasil 90%
4	Berhasil 30%	Berhasil 20%	Gagal
5	Gagal	Gagal	Gagal
6	Gagal	Gagal	Gagal

TABEL III. HASIL PERCOBAAN PAIRING SENSOR *BLUETOOTH* HC-05 DAN SMARTPHONE A, B, DAN C DENGAN HALANGAN

Kondisi dengan halangan (tembok dengan ketebalan +/- 10cm)			
Jarak dalam meter	Smartphone A	Smartphone B	Smartphone C
1	Berhasil 100%	Berhasil 100%	Berhasil 90%
2	Berhasil 80%	Berhasil 80%	Berhasil 80%
3	Berhasil 10%	Berhasil 10%	Berhasil 10%
4	Gagal	Gagal	Gagal
5	Gagal	Gagal	Gagal
6	Gagal	Gagal	Gagal

Berdasarkan uji coba ini, sensor *Bluetooth* bekerja dengan baik dan memiliki tingkat keberhasilan lebih dari 90% pada jarak sampai dengan tiga meter, namun tingkat keberhasilan turun di bawah 30% untuk jarak lebih dari tiga meter. Sensor *Bluetooth* tidak bekerja dengan baik apabila terdapat halangan, dimana pada jarak tiga meter tingkat keberhasilan turun hingga 10%.

C. Pengujian Perintah Aktivasi dan Deaktivasi dari Smartphone

Pengujian ini bertujuan untuk menguji apakah perintah dari *smartphone* untuk mengubah mode alat dapat bekerja dengan baik, dan seberapa jauh jangkauan alat untuk bisa menerima perintah dari *smartphone*. Variabel-variabel dalam uji coba ini adalah jarak antara *smartphone* dengan mobil, posisi *smartphone* di dalam atau luar mobil, dan kondisi mobil terbuka atau tertutup. Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali untuk perintah aktivasi dan sepuluh

kali untuk perintah deaktivasi pada masing-masing posisi. Hasil uji coba tersebut dapat dilihat pada tabel 4.

TABEL IV. HASIL PERCOBAAN PERINTAH AKTIFASI DAN DEAKTIFASI DARI APLIKASI SMARTPHONE KE SENSOR *BLUETOOTH*

Jarak dalam meter	Posisi <i>smartphone</i> pemilik		
	Di dalam mobil	Di luar mobil (mobil tertutup)	Di luar mobil (mobil terbuka)
1	Berhasil 100%	Berhasil 90%	Berhasil 100%
2	Berhasil 100%	Berhasil 80%	Berhasil 80%
3	Berhasil 100%	Berhasil 10%	Berhasil 10%
4	-	Gagal	Gagal
5	-	Gagal	Gagal

Berdasarkan uji coba ini, mengaktifkan atau mematikan alat dari dalam mobil memiliki tingkat keberhasilan 100%. Untuk mengaktifkan atau mematikan alat dari luar mobil, tingkat keberhasilan menurun hingga kurang dari 10% untuk jarak lebih dari dua meter. Tingkat keberhasilan meningkat apabila pemilik berada di luar dan mobil dalam kondisi terbuka, dibandingkan saat mobil dalam kondisi tertutup.

D. Uji coba Sinyal GPS

Pengujian ini bertujuan untuk mencari dimana dan kapan saja GPS dapat bekerja dengan baik dan menerima sinyal yang cukup, serta bagaimana interaksinya dengan Arduino dan *smartphone* pemilik. Tes ini dilakukan menggunakan *sample code* “SIM808_GetGPS” dari DFRobot [6]. *Sample code* ini menampilkan nilai GPS pada *serial monitor* Arduino dan mengirimkan SMS yang berisi koordinat GPS ke *smartphone* pemilik.

Pengujian ini memiliki variabel berupa tempat penggunaan alat dan lokasi daerah saat uji coba dilakukan. Pada setiap kondisi akan dilakukan sepuluh kali uji coba. Apabila alat mendapatkan sinyal GPS maka koordinat yang didapat akan diperiksa di *Google Maps* untuk diuji keakuratannya. Hasil pengujian sinyal GPS untuk daerah Jakarta dan Tangerang dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

TABEL V. HASIL PERCOBAAN MENGIRIMKAN KOORDINAT GPS MELALUI SMS DI DAERAH TANGERANG (KARAWACI)

Kondisi dan tempat	Mendapat sinyal GPS yang cukup	Koordinat akurat
Dalam gedung	Berhasil 10%	Berhasil 100%
Tempat parkir luar gedung	Berhasil 80%	Berhasil 100%
Jalan	Berhasil 90%	Berhasil 100%
Tempat parkir bawah tanah	Gagal	-
Tempat parkir dalam gedung	Gagal	-
Dalam gedung bertingkat	Berhasil 70%	Berhasil 86%

TABEL VI. HASIL PERCOBAAN MENGIRIMKAN KOORDINAT GPS MELALUI SMS DI DAERAH JAKARTA (KALIDERES)

Kondisi dan tempat	Mendapat sinyal GPS yang cukup	Koordinat akurat
Dalam gedung	Gagal	-
Tempat parkir luar gedung	Berhasil 90%	Berhasil 100%
Jalan	Berhasil 90%	Berhasil 100%
Tempat parkir dalam gedung	Gagal	-
Dalam gedung bertingkat	Gagal	-

Berdasarkan hasil pengujian, umumnya alat tidak mampu menerima sinyal GPS dengan baik pada pengujian di dalam gedung. Pada tempat terbuka seperti tempat parkir luar gedung dan di jalan, alat mampu mendapatkan sinyal yang cukup dan koordinat GPS yang akurat.

E. Uji coba Akurasi dan Sensitifitas Deteksi Accelerometer

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur tingkat pendeteksian dari sensor *accelerometer* ADXL345, dan apakah sensitifitas sensor sudah sesuai. Dalam uji coba ini variabel yang digunakan adalah kejadian yang disimulasikan pada mobil pemilik dan dilakukan sepuluh kali untuk setiap kondisi. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 7.

TABEL VII. HASIL PERCOBAAN SENSITIFITAS DAN TINGKAT PENDETEKSIAN SENSOR ADXL345

Kejadian yang diuji coba	Terdeteksi sebagai pencurian
Mobil dalam keadaan diam	Tidak Terdeteksi
Mobil terbentur sesuatu (tidak keras)	Terdeteksi 10%
Mobil terbentur sesuatu (keras)	Terdeteksi 60%
Mobil didorong-dorong	Terdeteksi 100%
Mobil berusaha dibuka paksa	Terdeteksi 80%
Mobil dinyalakan	Terdeteksi 80%
Mobil mundur dengan kecepatan 10km/h	Terdeteksi 100%
Mobil maju dengan kecepatan 20km/h	Terdeteksi 100%

Berdasarkan hasil pengujian, kondisi mobil didorong-dorong atau bergerak dengan kecepatan diatas 10km/h dapat terdeteksi 100%. Ada beberapa kondisi dimana alat tidak dapat mendeteksi dengan sempurna, seperti kondisi mobil terbentur dengan tidak keras terdeteksi 10%, kondisi mobil terbentur dengan keras terdeteksi 60%, dan kondisi mobil dibuka paksa dan dinyalakan terdeteksi 80%. Ini disebabkan karena gerakan yang dihasilkan tidak melewati batas yang ditentukan pada alat, namun jika mobil sudah dijalankan maka upaya pencurian akan terdeteksi.

F. Uji coba Pengiriman SMS dan Melakukan Panggilan

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur tingkat keberhasilan dan keterlambatan pengiriman SMS dan pemanggilan saat ada upaya pencurian yang terdeteksi. Variabel pada pengujian ini adalah indikator sinyal pada *smartphone* pemilik. Alat ini tidak dapat menunjukkan kekuatan sinyal yang diterima alat, sehingga hanya posisi dan keadaan *smartphone* saja yang diubah-ubah untuk merekayasa perubahan kekuatan sinyal. Alat diprogram untuk melakukan satu panggilan pada mode *active* sampai alat di-*reset* atau masuk ke mode *standby*, sehingga hanya panggilan dan SMS pertama yang masuk ke *smartphone* yang akan diperhitungkan sebagai sebagai hasil uji coba. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat di Tabel 8.

TABEL VIII. HASIL PERCOBAAN PENGIRIMAN SMS DAN PANGGILAN BERDASARKAN KEKUATAN SINYAL PADA SMARTPHONE PEMILIK

Kekuatan Sinyal Smartphone	Panggilan	SMS
Lemah (Satu Batang)	Berhasil (terlambat 8 detik)	Berhasil (terlambat 5 detik)
Cukup (Dua Batang)	Berhasil (terlambat 6 detik)	Berhasil (terlambat 4 detik)
Baik (Tiga Batang)	Berhasil (terlambat 4 detik.)	Berhasil (terlambat 3 detik)
Sangat Baik (Empat Batang)	Berhasil (terlambat 3 detik)	Berhasil (terlambat 1 detik)

Pada setiap pengujian, SMS dan panggilan berhasil dikirim oleh alat ke *smartphone*. Yang membedakan hanya keterlambatan waktu karena perbedaan kekuatan sinyal *smartphone*.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan pengujian alat pendeteksi pencurian mobil berbasis Arduino yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut:

1. Alat bekerja sesuai tujuan, semua sensor dan alat-alat elektronik yang digunakan mampu berkomunikasi dengan Arduino UNO dengan baik dan berfungsi sesuai kebutuhan.
2. Apabila *smartphone* digunakan di dalam mobil, *smartphone* dapat melakukan *pairing* dan memberi perintah aktivasi dan deaktivasi dengan sensor *Bluetooth* HC-05 dengan tingkat keberhasilan 100%. Apabila *smartphone* digunakan dari luar mobil, tingkat keberhasilan adalah 80% atau lebih untuk jarak sampai dengan dua meter. Pada jarak tiga meter, tingkat keberhasilan berkurang hingga 10%, dan di atas tiga meter *smartphone* sama sekali tidak dapat berkomunikasi dengan sensor *Bluetooth*.
3. Pada tempat terbuka, alat mampu mendapatkan sinyal GPS yang cukup dan koordinat GPS yang akurat. Sinyal GPS sulit diterima apabila mobil berada di ruang tertutup, karena antena GPS yang digunakan berukuran kecil dan sinyal GPS sulit menembus ruang tertutup.
4. Sensor *accelerometer 3-axis* ADXL345 mampu mendeteksi gerakan dengan cepat dan tidak memiliki keterlambatan yang signifikan. Tingkat keakuratan sensor adalah 100% untuk situasi di mana alat mendeteksi gerakan yang berpotensi besar sebagai pencurian, seperti kondisi mobil didorong-dorong atau bergerak dengan kecepatan diatas 10km/h. Ada beberapa kondisi yang mungkin merupakan upaya pencurian yang tidak terdeteksi 100%, seperti kondisi mobil terbentur dengan tingkat deteksi 60%, mobil dibuka paksa dengan tingkat deteksi 80%, atau mobil dinyalakan dengan tingkat deteksi 80%. Namun jika mobil dijalankan, maka upaya pencurian akan terdeteksi. Apabila sensitivitas sensor dinaikkan tingkat deteksi akan meningkat, namun dapat mengakibatkan kesalahan deteksi pada kondisi bukan pencurian.
5. Semua panggilan dan SMS dari alat dapat diterima pada *smartphone* saat diuji coba. Keterlambatan waktu panggilan dan SMS diterima disebabkan oleh perbedaan kekuatan sinyal dari *operator*.

B. Saran

Berikut adalah beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut supaya alat ini dapat semakin baik dalam kegunaannya:

1. Penambahan sensor kamera dan memori untuk mengambil dan menyimpan gambar setiap kali terdeteksi upaya pencurian, untuk mendapatkan identitas pencuri apabila mobil beserta alat berhasil ditemukan kembali, namun pelaku tidak tertangkap.
2. Memberi sensor kinetik yang bisa digunakan pada gagang pintu atau tempat kunci mobil untuk mengetahui

apabila mobil berusaha dibuka, dan mendeteksi terpasang atau tidaknya kunci mobil tersebut.

3. Menggunakan RFID (*Radio Frequency Identification*) untuk mendeteksi *smartphone* pemilik yang memiliki fitur NFC (*Near Field Communication*) untuk mendeteksi keberadaan pemilik agar alat dapat aktif dan non-aktif secara otomatis berdasarkan jarak antara mobil dan pemilik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. B. Arjawinangun, "Ini 4 Faktor Penyebab Maraknya Begal Motor di Jabodeta-bek", *SINDONEWS.com*, February 27, 2015. [Online]. Available: <https://metro.sindonews.com/read/969917/31/ini-4-faktor-penyebab-maraknya-begal-motor-di-jabodetabek-1425026331>. [Accessed February 4, 2018].
- [2] P. Torrone, "Why The Arduino Won and Why It's Here to Stay", *Maker Media, Inc.*, February 10, 2011. [Online]. Available: <https://makezine.com/2011/02/10/why-the-arduino-won-and-why-its-here-to-stay/> [Accessed September 25, 2018].
- [3] Arduino, "Arduino Board UNO", *Arduino*. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. [Accessed February 22, 2017].
- [4] Garmin, "What is GPS?", *Garmin*. [Online]. Available: <http://www8.garmin.com/aboutGPS>. [Accessed February 22, 2017].
- [5] M. Rouse, "What is GSM (Global System for Mobile communication)?", *TechTarget*, May 2007. [Online]. Available: <http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/GSM>. [Accessed February 22, 2017].
- [6] DFRobot. "SIM808 GPS/GPRS/GSM Shield SKU: TEL0097", *DFRobot*. [Online]. Available: https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/SIM808_GPS/GPRS/GSM_Shield_SKU:_TEL0097. [Accessed February 22, 2017].
- [7] Bluetooth SIG. "How it works", *Bluetooth SIG*. [Online]. Available: <https://www.bluetooth.com/what-is-bluetooth-technology/how-it-works>. [Accessed February 22, 2017].
- [8] ITEAD. "Serial Port Bluetooth Module (Master/Slave) : HC-05", *ITEAD*. [Online]. Available: [https://www.itead.cc/wiki/Serial_Port_Bluetooth_Module_\(Master/Slave\)_:_HC-05](https://www.itead.cc/wiki/Serial_Port_Bluetooth_Module_(Master/Slave)_:_HC-05). [Accessed February 22, 2017].
- [9] Analog Devices. "ADXL345 Data Sheet", *Analog Devices*. [Online]. Available: <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADXL345.pdf>. [Accessed November 11, 2017].
- [10] SparkFun Electronics. "SparkFun Triple Axis Accelerometer Breakout – ADXL345", *SparkFun Electronics*. [Online]. Available: <https://www.sparkfun.com/products/9836>. [Accessed February 22, 2017].
- [11] V.B. Seshasayee, and E. Manikandan, "Automobile Security System Based on Face Recognition Structure Using GSM Network". *Advance in Electronic and Electric Engineering*, Volume 3, Number 6, pp. 733-738, 2013.
- [12] A. Zuhair, and A. Mansoor, "Intelligent Car Security System Microcontroller based". *International Journal of Applied Information Systems*, Volume 8, Number 3, pp.7-12, February 2015.
- [13] B. Earl. "Programming and Calibration | ADXL345 Digital Accelerometer", *AdaFruit*. [Online]. Available: <https://learn.adafruit.com/adxl345-digital-accelerometer/programming>. [Accessed February 22, 2017].