

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI UNLOCK SCREEN MEMANFAATKAN SENSOR ACCELEROMETER PADA PONSEL BERBASIS ANDROID

Designing and Implementing Unlock Screen Utilize Accelerometer Sensor on Android Mobile

Gelar Budiman, ST., MT¹, Ledy Novamizanti, S.Si., MT², Novialdy Nugroho Santoso³

^{1,2,3}Universitas Telkom

¹glb@telkomuniversity.ac.id, ²ldn@telkomuniversity.ac.id, ³novialdynugroho@gmail.com

ABSTRAK

Keberadaan *smartphone* android mempunyai banyak kelebihan selain untuk berkomunikasi. perkembangan zaman membuat telepon genggam memiliki fungsi yang lebih beragam seperti media pengiriman surat elektronik, tempat penyimpanan data, hiburan, dan lain-lain. Dikarenakan kelebihannya, terciptalah beragam sistem keamanan yang tersedia seperti menggunakan pin, pengenalan wajah, atau pengenalan suara. Dalam perkembangannya masih banyak pihak yang tidak diharapkan dapat mengaksesnya, untuk itu pengguna harus lebih fokus dalam menjaga keamanan *smartphonenya* agar data-data penting yang ada didalamnya tidak bisa diakses oleh orang yang tidak diharapkan.

Pada tugas akhir ini penulis mengembangkan sistem *unlock screen* dengan memanfaatkan sensor accelerometer yang sudah ada pada ponsel *smartphone* pada umumnya. Cara kerjanya yaitu dengan cara menggerakkan ponsel. Jumlah pergerakan accelerometer yang dianalisis yaitu 20, 25 dan 30. Penulis menganalisa beberapa cara pengguna dalam menggerakkan *smartphonenya* dan didapat bahwa setiap pergerakan memiliki perbedaan.

Proses identifikasi *handshake* dilakukan dengan menggunakan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ) untuk mendapatkan ciri dari gerakan tersebut. Setelah gerakan itu dikenali, data masukan akan dibandingkan dengan data yang telah diolah dengan LVQ itu dengan *Euclidean Distance* sebagai algoritma klasifikasi. Keluaran dari sistem ini menentukan berapa jarak yang dihasilkan antara data masukan dengan data di database, sehingga jika jarak lebih kecil dari nilai threshold maka dianggap sebagai pemiliknya. Hasil dari perancangan dan implementasi dari sistem ini menghasilkan akurasi terbaik pada jumlah indeks 30 dengan nilai threshold 135 dimana tingkat akurasinya mencapai 82.22 %

Kata kunci : *smartphone, unlock screen, LVQ, Euclidean Distance, accelerometer.*

ABSTRACT

Smartphone android has more advantage beside to communication. Time development makes mobile phones has various functions not as calling or messaging only, such as email, entertainment, games, etc as named smartphone. Due to its benefit, created variety of security system such as using pin, manuals, fingerprint, and sound recognition. In its development there are many unexpected people could access it, the user must be more focus on keeping their smartphone's security so that the important data inside couldn't be accessed by unimportant user.

The writer intent to develop unlock screen system by utilizing the accelerometer sensor that has been existed in smartphone, The way of working is by moving the smartphone. The writer analyzes some ways of moving smartphone by the users and got distinctive movement.

In this thesis, identifying process is done by Learning Vector Quantization (LVQ) method to get the characteristic of the movement. After the movement is being known, the input data would be compared to data that has been process by LVQ, by using Euclidean Distance as algorithm classification. The output system determine how far the distance is created between the input data with the data in database. The result of the design and implementation of this system produces the best accuracy on index 30 and at 135 threshold where the value of accuracy reached 82.22 %.

Keyword : smartphone, unlock screen, LVQ, Euclidean Distance, accelerometer.

I. PENDAHULUAN

Keberadaan *smartphone* android mempunyai banyak manfaat selain untuk berkomunikasi juga digunakan sebagai media pengiriman surat elektronik, tempat penyimpanan data, hiburan, dan lain-lain. Sistem pengunci pada sebuah *smartphone* biasanya berbentuk *password* dimana untuk membuka kunci layar pengguna harus menginputkan sederetan huruf dan/atau angka. Hal ini perlu untuk keamanan agar tidak bisa diakses oleh orang lain yang tidak dikehendaki. Namun, tidak jarang keadaan itu terjadi. Entah itu berasal dari kelalaian pengguna sehingga bisa diakses oleh orang lain tanpa seizin pemiliknya. Pada perkembangannya, orang-orang mencoba menerapkan cara baru untuk dijadikan sistem *unlock screen* seperti pengenalan wajah [6] (*face recognition*), pengenalan suara [7] (*voice recognition*) dan pengenalan sidik jari. Hal yang sama pun dilakukan pada aplikasi sistem verifikasi *handshaking* sebagai fungsi *unlock screen* sebelum *log on* ke sistem operasi *smartphone* android.

Penggunaan sistem memanfaatkan sensor accelerometer dapat dijadikan sebagai suatu alternatif untuk sistem keamanan pada *smartphone* android. Sistem ini menawarkan pilihan kemudahan dalam menggunakannya. Ketika penerapan pengenalan wajah [6] (*face recognition*) menjadi tidak efektif karena membutuhkan kamera depan tambahan pada ponsel, pengenalan suara [7] (*voice recognition*) membutuhkan pengguna mengucapkan kata dimana kondisi lingkungan harus tenang agar suara terdeteksi sempurna.

Pada tugas akhir ini, penulis akan mencoba mengimplementasikan aplikasi *unlock screen* dengan memanfaatkan sensor accelerometer pada ponsel berbasis android. Sensor accelerometer adalah sebuah transduser yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran, ataupun untuk mengukur percepatan akibat gravitasi bumi. Penggunaan sensor Accelerometer ini dapat digunakan sebagai suatu alternatif untuk sistem keamanan pada *smartphone* android. Berdasarkan penelitian yang sudah ada, diketahui bahwa *handshake* yang dihasilkan setiap orang itu memiliki perbedaan [2]. Pengguna hanya perlu menggerakkan *smartphone*-nya yang kemudian sistem akan membandingkan data yang diterima dengan data yang sudah tersimpan di database menggunakan algoritma klasifikasi Euclidean Distance, jika jarak antara kedua data tersebut berada dibawah nilai *threshold* maka sistem akan menganggap user sebagai pemilik *smartphone* tersebut yang kemudian akan mengizinkan user tersebut untuk mengakses *smartphone* tersebut.

II. DASAR TEORI

2.1 Android [1]

Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dipergunakan sebagai pengelola sumber daya perangkat keras, baik untuk ponsel, *smartphone* dan juga PC tablet. Secara umum Android adalah platform yang terbuka (*Open Source*) bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh berbagai piranti bergerak.

Telepon pertama yang memakai sistem operasi Android adalah HTC Dream, yang dirilis pada 22 Oktober 2008. Pada penghujung tahun 2009, diperkirakan di dunia ini paling sedikit terdapat 18 jenis telepon seluler yang menggunakan Android. Semenjak kehadirannya pada 9 Maret 2009, Android telah hadir dengan versi 1.1, yaitu sistem operasi yang sudah dilengkapi dengan pembaruan estetis pada aplikasinya, seperti jam alarm, voice search, pengiriman pesan dengan Gmail, dan pemberitahuan email. Hingga tahun 2013, Android telah berkembang dengan pesat. Dalam kurun 3 tahun Android telah diproduksi dalam versi, dan versi terakhir yang diproduksi disebut sebagai Android versi 4.4 atau Android KitKat.

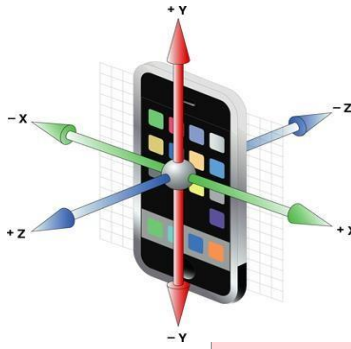
2.2 Accelerometer [1]

Accelerometer adalah sebuah transduser yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran, ataupun untuk mengukur percepatan akibat gravitasi bumi. Accelerometer juga dapat digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi pada kendaraan, bangunan, mesin, dan juga bisa digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi di dalam bumi, getaran mesin, jarak yang dinamis, dan kecepatan dengan ataupun tanpa pengaruh gravitasi bumi.

Percepatan merupakan suatu keadaan terjadi berubahnya kecepatan terhadap waktu. Bertambahnya suatu kecepatan dalam suatu rentang waktu disebut juga percepatan (*acceleration*). Jika kecepatan semakin berkurang daripada kecepatan sebelumnya, disebut *deceleration*. Percepatan juga bergantung pada arah/orientasi karena merupakan penurunan kecepatan yang merupakan besaran vektor. Berubahnya arah pergerakan suatu benda akan menimbulkan percepatan pula.

Prinsip kerja dari transduser ini berdasarkan hukum fisika bahwa apabila suatu konduktor digerakkan melalui suatu medan magnet, atau jika suatu medan magnet digerakkan melalui suatu konduktor, maka akan timbul suatu tegangan induksi pada konduktor tersebut. Accelerometer yang diletakan di permukaan bumi dapat mendeteksi percepatan 1g (ukuran gravitasi bumi) pada titik vertikalnya, untuk percepatan yang dikarenakan oleh pergerakan horizontal maka accelerometer akan mengukur percepatannya secara langsung ketika bergerak secara horizontal.

Saat ini hampir semua sensor/transduser accelerometer sudah dalam bentuk digital (bukan dengan sistem mekanik) sehingga cara kerjanya hanya berdasarkan temperatur yang diolah secara digital dalam satu chip. Berikut ini adalah gambar bagaimana proses accelerometer analog (dengan sistem mekanik maupun digital) bekerja :



Gambar 2.1 Prinsip kerja accelerometer

Accelerometer peka terhadap gerak linier terhadap 3 sumbu gerakan yakni kanan-kiri, atas-bawah dan depan belakang. Ada sensor lain yang peka terhadap 3 sumbu gerak yaitu gyroscope. Gyroscope merupakan suatu sensor yang dapat mendeteksi gerak rotasi dari suatu benda yang peka terhadap 3 sumbu putaran yakni roll, pitch dan yaw. Dengan kombinasi keduanya akan didapatkan "6-axis motion sensing"/deteksi 6 sumbu gerakan yaitu 3 sumbu linier (atas-bawah, kanan-kiri, depan-belakang) dan 3 sumbu rotasi (rotasi roll, pitch and yaw).

2.2 Java [1]

Java adalah bahasa pemrograman yang dapat dijalankan di berbagai komputer termasuk telepon genggam. Bahasa ini banyak mengadopsi sintaksis yang terdapat pada C dan C++ namun dengan sintaksis model objek yang lebih sederhana serta dukungan rutin-rutin atas bawah yang minimal. Aplikasi-aplikasi berbasis java umumnya dikompilasi ke dalam p-code (bytecode) dan dapat dijalankan pada berbagai Mesin Virtual Java (JVM). Java merupakan bahasa pemrograman yang bersifat umum/non-spesifik (general purpose), dan secara khusus didisain untuk memanfaatkan dependensi implementasi seminimal mungkin. Karena fungsionalitasnya yang memungkinkan aplikasi java mampu berjalan di beberapa platform sistem operasi yang berbeda, java dikenal pula dengan slogannya, "Tulis sekali, jalankan di mana pun".

Contoh istilah dalam bahasa pemrograman yaitu *function* dan *procedure*, *Procedure* yaitu sub program yang digunakan untuk melakukan proses tertentu dan tidak mengembalikan nilai, bisa disimpan dalam database sebagai objek skema, sehingga suatu *procedure* bisa digunakan berulang kali tanpa harus melakukan parsing dan

compile ulang. *Function* yaitu Sebuah kumpulan Statement yang akan mengembalikan sebuah nilai balik pada pemanggilnya. Nilai yang dihasilkan *Function* harus ditampung kedalam sebuah variabel. Perbedaan *function* dan *procedure*, yaitu *function* akan mengembalikan suatu nilai pada pemanggilnya, sedangkan kalau *procedure* dia tidak akan mengembalikan nilai apapun pada fungsi pemanggilnya.

2.3 Eclipse

Eclipse adalah sebuah IDE (*Integrated Development Environment*) untuk mengembangkan perangkat lunak dan dapat dijalankan di semua platform (*platform-independent*). Berikut ini adalah sifat dari Eclipse:

- **Multi-platform:** Target sistem operasi Eclipse adalah Microsoft, Windows, Linux, Solaris, AIX, HP-UX dan Mac OS X.
- **Multi-language:** Eclipse dikembangkan dengan bahasa pemrograman Java, akan tetapi Eclipse mendukung pengembangan aplikasi berbasis bahasa pemrograman lainnya, seperti C/C++, Cobol, Python, Perl, PHP, dan lain sebagainya.
- **Multi-role:** Selain sebagai IDE untuk pengembangan aplikasi, Eclipse pun bisa digunakan untuk aktivitas dalam siklus pengembangan perangkat lunak, seperti dokumentasi, test perangkat lunak, pengembangan web, dan lain sebagainya..

2.4 Jaringan Syaraf Tiruan[5]

Jaringan syaraf tiruan atau *Artificial Neural Network* merupakan pembelajaran untuk sebuah expert system. Proses pembelajaran (learning) atau pelatihan (training) pada ANN merupakan sebuah proses perubahan atau penyesuaian tingkat kekuatan hubungan antara node-node yang saling terhubung. *Learning Vector Quantization* (LVQ) merupakan salah satu bagian dari jaringan syaraf tiruan yang melakukan pembelajaran sercara terbimbing [3][4].

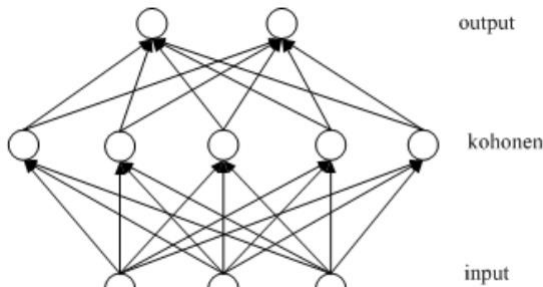
Learning Vector Quantization (LVQ) adalah sebuah metode klasifikasi dimana setiap unit output mempresentasikan sebuah kelas [3][4]. LVQ digunakan untuk pengelompokkan dimana jumlah kelompok sudah ditentukan arsitekturnya (target/kelas sudah ditentukan).

LVQ salah satu jaringan syaraf tiruan yang merupakan algoritma pembelajaran kompetitif terawasi versi dari algoritma *Kohonen Self-Organizing Map* (SOM). Tujuan dari algoritma ini adalah untuk mendekati distribusi kelas vektor untuk meminimalkan kesalahan dalam pengklasifikasian.

Algoritma diusulkan oleh Kohonen pada tahun 1986 sebagai perbaikan dari *Vector Quantization*. Model pembelajaran LVQ dilatih

secara signifikan agar lebih cepat dibandingkan algoritma lain seperti *Back Propagation Neural Network*. Hal ini dapat meringkas atau mengurangi dataset besar untuk sejumlah kecil vektor.

LVQ melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vector-vector input. Kelas-kelas yang didapat sebagai hasil dari lapisan kompetitif ini hanya tergantung pada jarak antara vector-vector input. Jika vector input mendekati sama maka lapisan kompetitif akan mengklasifikasikan kedua vector input tersebut kedalam kelas yang sama.



Gambar 2.2 Contoh jaringan LVQ

Dalam pengenalan wajah, sistem sudah mengetahui bentuk atau fitur wajah tertentu, dan LVQ digunakan untuk mengenali dengan mengklasifikasi fitur wajah tersebut (identifikasi/verifikasi).

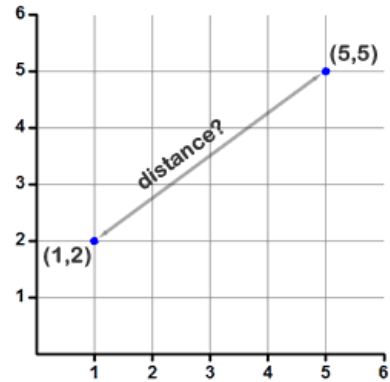
2.5 Euclidean Distance [5]

Euclidean distance adalah perhitungan jarak dari 2 buah titik dalam *Euclidean space*. Euclidean space mempelajari hubungan antara sudut dan jarak. Euclidean Distance ini berkaitan dengan Teorema *Phytagoras* dan biasanya diterapkan pada 1, 2 dan 3 dimensi. Tapi juga diterapkan pada dimensi yang lebih tinggi.

Pada 1 dimensi

Semisal ingin menghitung jarak Euclidean 1 dimensi. Titip pertama adalah 4, titik kedua adalah -10. Caranya adalah kurangkan -10 dengan 4. sehingga menghasilkan -14. Cari nilai absolut dari nilai -14 dengan cara memangkatkannya sehingga mendapat nilai 196. Kemudian diakarkan sehingga mendapatkan nilai 14. Sehingga jarak *euclidean* dari 2 titik tersebut adalah 14.

Pada 2 dimensi



Gambar 2.3 Euclidean Distance 2 dimensi

Caranya hampir sama. Misalkan titik pertama mempunyai kordinat (1,2). Titik kedua ada di kordinat (5,5). Caranya adalah kurangkan setiap kordinat titik kedua dengan titik yang pertama. Yaitu, (5-1,5-2) sehingga menjadi (4,3). Kemudian pangkatkan masing-masing sehingga memperoleh (16,9). Kemudian tambahkan semuanya sehingga memperoleh nilai 16+9 = 25. Hasil ini kemudian diakarkan menjadi 5. Sehingga jarak euclideannya adalah 5.

$$\sqrt{\quad\quad\quad} \quad (2.1)$$

Sehingga dari Formula diatas kita dapat implementasi menjadi

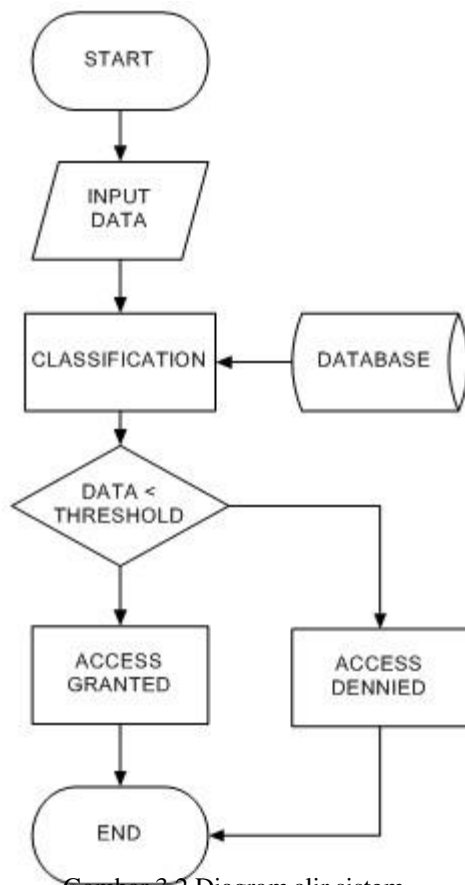
$$\sqrt{\quad\quad\quad} \quad (2.2)$$

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Diagram Alir Uji Diagram alir

uji sistem dapat Direpresentasikan

sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram alir sistem

3.2 Proses Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan secara *realtime* menggunakan *smartphone* android. Untuk pengambilan data latih dilakukan perulangan sebanyak 3 kali agar didapatkan ciri dari user tersebut, sedangkan pada pengambilan data *training* menggunakan skenario perubahan jumlah indeks yaitu 20, 25 dan 30. Setelah mendapatkan data *training* maka langkah selanjutnya data akan diproses dengan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ). Proses ini bertujuan untuk mendapatkan ciri dari data latih yang telah didapatkan.

3.2.1 proses *Learning*

Pada proses ini, data yang didapat dari setiap kali user saat melakukan *handshake* terdiri dari 25 data X, 25 data Y, dan 25 data Z untuk sekali *handshake*, tergantung pada jumlah indeks yang digunakan, hasil data pada indeks berjumlah 25 yaitu :

index 1:	-0.144	4.942	8.025
index 2:	2.567	6.589	8.878
index 3:	13.13	9.73	14.174
index 4:	7.949	8.447	10.046
index 5:	-3.62	-2.423	6.091
index 6:	-14.222	-8.332	5.306
index 7:	-15.735	-8.543	3.476
index 8:	-2.413	-6.129	5.353
index 9:	18.905	15.859	10.582
index 10:	16.309	16.932	13.752
index 11:	6.895	6.637	10.649
index 12:	-12.009	-9.998	6.033
index 13:	-19.604	-11.262	7.096
index 14:	-3.62	-6.225	1.695
index 15:	8.121	4.75	4.894
index 16:	19.604	19.604	13.139
index 17:	6.943	5.047	7.652
index 18:	-5.133	-6.378	9.031
index 19:	-19.604	-11.377	6.005
index 20:	-10.42	-7.776	3.314
index 21:	17.621	14.691	8.638
index 22:	17.708	17.372	6.857
index 23:	8.475	7.882	6.598
index 24:	-17.056	-8.428	10.755
index 25:	-19.125	-8.945	8.064

Gambar 3.13 Data Accelerometer

Langkah pertama dalam perhitungan adalah dengan menentukan masing-masing kelas output, menentukan bobot, dan menetapkan *learning rate* α . Kemudian masing-masing input dibandingkan dengan masing-masing bobot dengan melakukan pengukuran jarak antara input dengan bobot. Nilai minimum dari hasil perbandingan itu akan menentukan kelas dari vektor input dan perubahan bobot dari kelas tersebut.

Perhitungan tersebut akan dilakukan terus-menerus sampai nilai bobot tidak berubah jika ada input baru, maka di LVQ ini bisa ditentukan maksimal perulangannya (*epoch*).

3.4 Klasifikasi

Algoritma klasifikasi yang digunakan pada tugas akhir ini menggunakan algoritma *Euclidean distance*, dimana setiap nilai X, Y, Z latih yang telah diproses dengan LVQ akan dibandingkan dengan X, Y, Z dari data uji. Setelah melakukan proses *Euclidean Distance* dan didapat jarak antara setiap X, Y, Z kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan satu nilai.

Nilai itulah yang akan dijadikan acuan keberhasilan user, nilai jarak itu akan dibandingkan dengan nilai threshold yang telah ditentukan sebelumnya dari proses pelatihan data. Apabila nilai jarak tersebut kecil dari nilai threshold maka data itu akan dikenali sebagai admin dan dianggap sukses.

3.5 Threshold

Pada sistem ini, penentuan nilai threshold terbaik ditentukan berdasarkan hasil dari grafik perpotongan data training yang telah didapat

sebelumnya. Kemudian didapatlah *threshold* yang optimal untuk digunakan.

IV. PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISIS

4.1 Skenario Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini membahas tentang akurasi yang dihasilkan dari penggunaan metode LVQ dan klasifikasi *Euclidean Distance*. Berdasarkan perbandingan FAR dengan FRR Pengujian akurasi untuk menentukan *threshold* yang optimal dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1 Tabel akurasi

No	Indeks	Data ke-	Thres hold	Data Uji	Data Benar	Akuras i
1	20	1	140	90	71	78.8 %
		2	143	90	67	74.4 %
		3	140	90	71	78.8 %
2	25	1	135	90	71	78.8 %
		2	140	90	68	75.5 %
		3	135	90	71	78.8 %
3	30	1	137	90	70	77.7 %
		2	135	90	74	82.2 %
		3	138	90	70	77.7 %

Berdasarkan hasil pengujian, didapat nilai *threhsold* terbaik untuk masing-masing indeks, untuk indeks 20 nilai *threshold* yang optimal adalah 140 dengan akurasi 78.8 %, untuk indeks 25 nilai *threshold* yang terbaik adalah 135 dengan akurasi 78.8 %, dan untuk indeks 30 nilai *threshold* yang terbaik adalah 135 dengan akurasi 82.22 %. Berdasarkan hasil pengujian, jumlah indeks yang optimal digunakan adalah pada indeks 30 karena mendapatkan akurasi tertinggi saat *threshold* bernilai 135. Dan nilai EER yang diperoleh dari pengujian berkisar 16 %.

V. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sistem *unlock screen* dengan memanfaatkan accelerometer ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Tingkat akurasi sistem terbaik terjadi pada pengujian indeks 30 dengan nilai *threshold* 135. Dimana nilai akurasinya adalah 82.22 %.
2. Jumlah *threshold* berpengaruh terhadap akurasi, semakin besar nilai *threshold* maka semakin turun nilai akurasinya.
3. Sistem ini sudah bisa dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari karena sistem ini bersifat *realtime*.

4. Nilai EER yang diperoleh dari hasil pengujian perubahan nilai *threshold* terbaik berkisar di angka 16%.
5. Berdasarkan pengujian sistem, tingkat akurasi sesuai dengan hasil yang diharapkan yakni diatas 75 %, tetapi masih perlu dilakukan pengembangan pada penelitian ini untuk menjadi alternatif fungsi *unlock screen*.

Adapun saran untuk pengembangan tugas akhir selanjutnya adalah :

1. Menggunakan metode yang lebih baik agar mampu memperoleh akurasi yang lebih baik.
2. Dapat mengembangkan aplikasi sehingga tidak hanya untuk *unlock screen* seperti pengamanan pesan singkat, pengamanan gallery, dan lain-lain.
3. Dapat mendeteksi pola dari gerakan, sehingga akurasi tidak hanya ditentukan berdasarkan jarak nilainya, tetapi juga berdasarkan pola dari gerakannya.

Referensi

- [1] Akbarul Huda, Arif. 2013. *24 Jam Pintar Pemrograman Android*. Yogyakarta.
- [2] Guo, Yi. Yang, Lei. Ding, Xuan. Han, Jinsong. Liu, Yunhao. 2013. *Open Sesame : Unlocking Smart Phone through Handshaking Biometrics*. University of Sciences and Technology, Hongkong.
- [3] John A. 2004. *Learning Vector Quantization (LVQ)*. Bullinaria.
- [4] Kurniawan, Agus. 2006. *Supervised Neural Networks*. Surabaya.
- [5] Putra, Darma. 2009. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta.
- [6] Kurniasari, Laila. 2012. *Perancangan dan Implementasi Face Recognition System menggunakan Eigenface sebagai Fungsi Unlock Screen pada Handset Android*. Bandung. Universitas Telkom.
- [7] Natalia, De. 2013. *Perancangan dan Implementasi Speech Recognition Sistem sebagai Fungsi Unlock Screen pada Handset Android*. Bandung. Universitas Telkom.