

IMPLEMENTASI MARKERLESS AUGMENTED REALITY PADA APLIKASI PENGENALAN ALAT OLAHRAGA HOCKEY MENGGUNAKAN METODE USER DEFINED TARGET BERBASIS ANDROID

I Kadek Dwi Nuryana

Program Studi Sistem Informasi, Universitas Negeri Surabaya

Email : dwinuryana@unesa.ac.id

Much. Zuyyinal Haqqul Barir

Magister Informatika, Fakultas Sains dan teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Email : haqqulb3@gmail.com

Zainal Ikhwan Muhammad

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Hasyim Asy'ari

Email : zainalikhwan@unhasy.ac.id

Abstrak

Hockey merupakan salah satu olahraga yang telah dimainkan di Indonesia, namun olahraga ini masih belum cukup populer dan peralatan olahraga hockey juga jarang ditemukan di toko-toko olahraga pada umumnya, untuk itu perlu diperkenalkan hockey agar orang-orang tertarik untuk mulai bermain olahraga ini. Salah satu cara untuk memperkenalkan olahraga ini adalah dengan memanfaatkan teknologi augmented reality sehingga masyarakat dapat mengenal olahraga ini secara efisien dan fleksibel. Salah satu metode untuk menampilkan objek augmented reality adalah menggunakan markerless dengan teknik target yang ditentukan pengguna. Dalam aplikasinya, pengujian akurasi dilakukan dengan menggunakan jarak, intensitas cahaya dan target yang akan digunakan sebagai penanda. Sedangkan untuk hasil pengujian pada suatu sudut, aplikasi dapat menampilkan objek 3D pada target gelap dengan kontras menggunakan sudut baca minimal 0° dan maksimum 45° serta target terang dengan kontras dengan sudut baca minimal 0° dan maksimal 45° . Dalam pengujian jarak, aplikasi ini mampu menampilkan objek 3D terhadap target gelap dengan kontras pada jarak 50 cm hingga 70 cm dan target terang dengan kontras pada jarak 50 cm hingga 70 cm. Dalam pengujian intensitas cahaya, aplikasi dapat menampilkan objek 3D pada target gelap dengan kontras ketika intensitas cahaya minimal 70 lux dan maksimum 1000 lux dan pada target terang dengan kontras ketika intensitas cahaya minimal 70 lux dan maksimum 1000 lux. Berdasarkan hasil kuesioner ditemukan bahwa aplikasi ini sangat layak dengan nilai 88%.

Kata Kunci: Hockey, Peralatan Olahraga, Augmented Reality, Markerless,

Abstract

Hockey is one of the sports that has been played in Indonesia, but this sport is still not popular enough and hockey sports equipment is also rarely found in sports shops in general, for that it is necessary to introduce hockey so that people are interested in starting to play the sport this. One way to introduce this sport is to utilize augmented reality technology so that people can get to know this sport efficiently and flexibly. One method for displaying augmented reality objects is using markerless with user defined target techniques. In the application, accuracy testing is carried out using distance, light intensity and the target to be used as a marker. As for the results of testing at an angle, applications can display 3D objects on dark targets with contrast using a minimum reading angle of 0° and a maximum of 45° and light targets with contrast with a minimum reading angle of 0° and a maximum of 45° . In testing the distance, the application is able to display 3D objects against dark targets with contrast at a distance of 50 cm to 70 cm and bright targets with contrast at a distance of 50 cm to 70 cm. In testing light intensity, the application can display 3D objects on dark targets with contrast when the light intensity is at a minimum of 70 lux and a maximum of 1000 lux and on bright targets with contrast when the light intensity is at least 70 lux and a maximum of 1000 lux. Based on the results of the questionnaire, it was found that this application was very feasible with a value of 88%.

Keywords : Hockey, Sports Equipment, Augmented Reality, Markerless.

Implementasi Markerless Augmented Reality Pada Aplikasi Pengenalan Alat Olahraga Hockey Menggunakan Metode User Defined Target Berbasis Android

PENDAHULUAN

Hockey adalah sebuah permainan dengan menggunakan bola kecil yang dilakukan oleh dua kelompok. Pemain di dalam regu diwajibkan menggunakan tongkat atau yang disebut stick untuk menggerakkan bola ke dalam gawang. Kedua regu tersebut saling berebut bola untuk mencetak gol sebanyak-banyaknya dalam waktu tertentu agar dapat memenangkan permainan. Terdapat beberapa jenis hockey, yakni hockey lapangan, hockey ruangan dan hockey es. Tetapi di Indonesia, hockey lapangan dan hockey ruangan lebih banyak dimainkan karena bisa dimainkan di atas lapangan rumput ataupun di dalam ruangan, sedangkan hockey es masih membutuhkan ice rink, yang mana fasilitas ice rink di Indonesia masih terbatas.

Walaupun hockey lapangan banyak dimainkan di Indonesia, namun ternyata masih belum cukup populer. Maka dari itu perlu adanya pengenalan terhadap olahraga hockey agar masyarakat dapat mengetahui olahraga hockey ini. Sebelum mengenalkan teknik bermain hockey yang benar dan tepat, sebaiknya mengenalkan alat-alat yang digunakan dalam olahraga hockey terlebih dahulu. Mengingat alat olahraga hockey cukup banyak dan juga masih jarang ditemukan di toko-toko olahraga pada umumnya. Upaya pengenalan tersebut dapat dilaksanakan dengan mengaplikasikan teknologi yang semakin canggih, contohnya seperti teknologi augmented reality.

Augmented reality ialah teknologi yang mengombinasikan objek-objek pada dunia maya yang kemudian menerapkannya ke dalam dunia nyata dengan menampilkan objek berbentuk dua dimensi ataupun tiga dimensi yang mampu disentuh, didengar, serta dilihat oleh indra manusia [2]. Adanya augmented reality, tujuannya mampu memberikan kemudahan bagi seluruh pengguna aplikasi karena dapat menetapkan target yang dipergunakan untuk menunjukkan objek AR secara bebas [8]. Dengan menggunakan augmented reality, pengenalan alat olahraga hockey dapat dilakukan tanpa harus membawa seluruh peralatan sehingga dapat lebih efisien dan fleksibel.

Salah satu metode yang berguna dalam menunjukkan objek augmented reality adalah teknik markerless dengan metode user defined target. Kelebihan dari menggunakan markerless adalah pengguna tidak perlu peralatan tambahan seperti marker untuk menampilkan objek AR sehingga lebih praktis [9].

User defined target adalah penanda yang berfungsi ketika kamera tengah melakukan pindaian terhadap suatu hal yang sudah ditargetkan oleh penggunanya [1]. Penggunaan user defined target memerlukan pencahayaan yang cukup terang [7]. Keunggulan dari penggunaan user defined target ialah semua orang mampu menjalankan aplikasi dimana saja dan kapan saja tanpa perlu adanya marker khusus seperti kartu ataupun gambar untuk menampilkan objek AR.

Dari uraian di atas peneliti akan membuat aplikasi dalam penelitian yang berjudul "Implementasi Markerless Augmented Reality Pada Aplikasi Pengenalan Alat Olahraga Hockey Menggunakan Metode User Defined Target Berbasis Android" dengan harapan aplikasi ini dapat bermanfaat untuk lebih mengenalkan alat olahraga hockey kepada masyarakat sehingga masyarakat dapat tertarik untuk mulai memainkan olahraga ini dan hockey dapat populer dikemudian hari.

Penelitian sejenis pernah dilakukan oleh Janet Mars Christoffel, Virginia Tulenan dan Rizal Sengkey [4] dengan judul Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Rambu Lalu Lintas menggunakan Metode User Defined Target. Pada penelitian ini kamera AR mampu mendeteksi target dengan baik dalam jarak 1-3 meter dan objek AR dapat muncul. Apabila lebih dari 3 meter, maka kamera AR tidak bisa mendeteksi target dan objek AR tidak bisa muncul.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Avindho Fattah Akbar, Desi Andreswari dan Yudi Setiawan [1] dengan judul Aplikasi Pengenalan dan Pembelajaran Alat Berat Pada Siswa Teknik Alat Berat SMK Negeri 2 Kota Bengkulu Dengan Mengimplementasikan Metode Markerless User Defined Target Pada Augmented Reality. Pada penelitian ini objek 3D dapat berjalan dengan baik ketika target permukaan bidang datar merupakan permukaan berwarna atau permukaan hitam putih yang mempunyai pola dan target berbentuk objek yang permukaannya mempunyai pola dengan penggunaan cahaya ± 248 lux, jarak minimal 10 cm dan sudut tracking 45° .

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Diana Syafira [10] dengan judul Implementasi Augmented Reality Pada Permainan Tebak Ekspresi Untuk Anak Penyandang Autisme Menggunakan Metode Markerless User-Defined Target. Pada penelitian ini objek 3D mampu muncul dengan stabil dalam jarak

Implementasi Markerless Augmented Reality Pada Aplikasi Pengenalan Alat Olahraga Hockey Menggunakan Metode User Defined Target Berbasis Android

110 cm dan tingkat kestabilan munculnya objek 3D dipengaruhi oleh target marker, permukaan datar lebih baik dibandingkan dengan berbentuk objek.

A. Hockey

Hockey adalah sebuah permainan dengan menggunakan bola kecil yang dilakukan oleh dua kelompok. Pemain di dalam regu diwajibkan menggunakan tongkat atau yang disebut stick untuk menggerakkan bola ke dalam gawang. Kedua regu tersebut saling berebut bola untuk mencetak gol sebanyak-banyaknya dalam waktu tertentu agar dapat memenangkan permainan. Terdapat beberapa jenis hockey, yakni hockey lapangan, hockey ruangan dan hockey es.

Di Indonesia olahraga hockey ternyata masih belum cukup populer. Maka dari itu perlu adanya pengenalan terhadap olahraga hockey agar masyarakat dapat mengetahui olahraga hockey ini.

Upaya pengenalan tersebut dapat dilaksanakan dengan mengaplikasikan teknologi yang semakin canggih, contohnya seperti teknologi augmented reality.

B. Augmented Reality

Augmented reality ialah teknologi yang mengombinasikan objek-objek pada dunia maya yang kemudian menerapkannya ke dalam dunia nyata dengan menampilkan objek berbentuk dua dimensi ataupun tiga dimensi yang mampu disentuh, didengar, serta dilihat oleh indra manusia (Aprilinda, dkk. 2020).

Salah satu metode yang berguna dalam menunjukkan objek augmented reality adalah teknik markerless dengan metode user defined target.

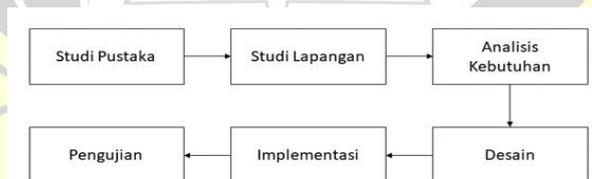
- Metode User Defined Target

User defined target adalah penanda yang berfungsi ketika kamera tengah melakukan pindaian terhadap suatu hal yang sudah ditargetkan oleh penggunanya. Penggunaan user defined target memerlukan pencahayaan yang cukup terang.

Keunggulan dari penggunaan user defined target ialah semua orang tidak perlu peralatan tambahan dan mampu menjalankan aplikasi dimana saja dan kapan saja tanpa perlu adanya marker khusus seperti kartu ataupun gambar untuk menampilkan objek AR.

METODE

Tahapan metode untuk menghasilkan aplikasi ini dapat terlihat pada Gambar 1. Alur penelitian diawali dengan studi pustaka, kemudian melakukan studi lapangan, menganalisis kebutuhan, melakukan desain, implementasi metode markerless dan tahap terakhir adalah pengujian.



Picture 3. Student Behavior Modeling Using Cluster Analysis

A. Study Pustaka

Studi pustaka merupakan tahap pertama. Studi pustaka dapat dilakukan dengan mempelajari landasan teori dan kajian pustaka tentang aplikasi markerless augmented reality yang merupakan dasar dari pengembangan aplikasi yang akan dibuat. Berikut ini beberapa penelitian yang relevan:

- Penerapan markerless augmented reality yang dilakukan oleh (Wiwit Farianto, dkk) [3] telah berjalan dengan baik, akan tetapi penggunaan metode markerless augmented reality dapat dikatakan lebih unggul dalam implementasi AR untuk museum, sedangkan untuk media pembelajaran interaktif lebih baik menggunakan marker based
- Penelitian lain menerapkan markerless augmented reality sebagai sarana untuk mengenalkan Universitas Tun Hussein Onn Malaysia (Ang Wei Liang, dkk) [5]. Aplikasi AR-UTHM Tour berpotensi meningkatkan minat masyarakat untuk mendaftar di UTHM dan dapat membantu pengguna untuk mengakses informasi UTHM tanpa harus berada di sana secara fisik.

Implementasi Markerless Augmented Reality Pada Aplikasi Pengenalan Alat Olahraga Hockey Menggunakan Metode User Defined Target Berbasis Android

- Penelitian markerless augmented reality juga dilakukan oleh (Nila dan Salya) pada penelitiannya [6] untuk mengenalkan objek wisata sejarah kota Sukabumi. Pada penelitian ini membandingkan penggunaan marker dan markerless. Hasilnya metode marker aplikasi mampu menampilkan objek 3D dalam kondisi ideal yakni 50-100 cm dari kamera ke marker, sedangkan metode markerless 15-30 cm dengan kondisi cahaya terang dan sudut terbaik 90°.

B. Studi Lapangan

Setelah melakukan studi pustaka dapat dilanjutkan dengan melakukan studi lapangan. Tujuan dari studi lapangan adalah untuk mendapatkan informasi mengenai alat-alat yang digunakan pada olahraga hockey lapangan.

C. Analisis Kebutuhan

Tahap ketiga adalah melakukan analisis kebutuhan. Adapun hasil yang diperoleh adalah :

1) Kebutuhan Pengguna

- a. Menampilkan objek 3D
- b. Menampilkan video AR
- c. Mengetahui informasi mengenai penjelasan alat yang digunakan pada olahraga hockey.
- d. Mengetahui teknik dasar dan cara bermain hockey.

2) Kebutuhan sistem

- a. Agar dapat menampilkan objek 3D, pengguna diharuskan mengarahkan kamera dan memindai suatu target yang akan dijadikan marker dengan cara menekan tombol kamera.
- b. Agar dapat mengetahui informasi mengenai penjelasan alat yang digunakan pada olahraga hockey, pengguna diharuskan menekan tombol informasi.
- c. Agar dapat menampilkan video teknik dasar dan cara bermain hockey, pengguna diharuskan menekan tombol kamera, lalu supaya video dapat dimainkan, pengguna diharuskan menekan tombol play.

D. Desain

Setelah melakukan analisis kebutuhan, tahap berikutnya adalah melakukan desain. Pada tahap ini dilakukan perancangan flowchart, interface dan pembuatan objek 3D.

Haracterization, data mentah dari kegiatan siswa dikumpulkan terlebih dahulu dan hasil dari preprocessing ini adalah serangkaian fitur yang mewakili dan mencirikan siswa dalam hal perilaku mereka mengenai kedua jenis kegiatan dan data yang tersedia pemodelan kegiatan siswa secara online, yang terdiri dari berbagai tingkat partisipasi dan unit analisis yang telah ditentukan.

Clustering, siswa ditandai kemudian digunakan sebagai objek input untuk algoritma clustering yang mengelompokkannya sesuai dengan kesamaan (atau kedekatannya), mereka adalah siswa dengan algoritma clustering tertentu untuk diterapkan, memilih ukuran proximity, atau menentukan jumlah cluster optimal dalam data.

Interpretasi. Setiap kluster yang dihasilkan merupakan analisis subjek aktivitas siswa, kesamaan perilaku siswa dan ketidaksamaan perilaku. Cluster dan menafsirkan perilaku belajar yang diwakili oleh masing-masing. Kluster mahasiswa dan maknanya sesuai dengan target kegiatan analisis. Interpretasi model perilaku yang dihasilkan ini harus dilakukan sesuai dengan fitur yang dipilih pada tahap pertama proses dan, dalam kasus khusus dari kegiatan pemodelan siswa dalam pembelajaran online.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Markerless Augmented Reality pada Aplikasi Alat Olahraga Hockey Menggunakan Metode User Defined Target Berbasis Android :

A. Membuat Objek 3D alat Hocket

Langkah pertama dalam implementasi markerless adalah dengan membuat objek 3D alat hockey menggunakan software Blender dan dibentuk menyerupai bentuk aslinya. Daftar alat dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Implementasi Markerless Augmented Reality Pada Aplikasi Pengenalan Alat Olahraga Hockey Menggunakan Metode User Defined Target Berbasis Android

Tabel 1. Daftar Alat

No	Nama Alat	Objek 3D
1	<i>Stick Hockey</i>	
2	Bola	
3	<i>Glove</i>	
4	<i>Shin Guards</i>	
5	<i>Helmet</i>	
6	<i>Body Protector</i>	
7	<i>Elbow Guards</i>	
8	<i>Hand Protector</i>	
9	<i>Hockey Pants</i>	
10	<u>Legguards</u>	
11	<i>Kickers</i>	
12	<u>Gawang</u>	

B. Implementasi AR Pengenalan Alat Olahraga Hockey

Berikut ini adalah tampilan kamera AR ketika pengguna memilih menu pemain dan memilih stick hockey pada sub menu pemain.



Gambar 11. Tampilan Kamera AR Ketika Menampilkan Objek 3D

Implementasi Markerless Augmented Reality Pada Aplikasi Pengenalan Alat Olahraga Hockey Menggunakan Metode User Defined Target Berbasis Android

Gambar 11 adalah tampilan kamera AR terdapat alat olahraga hockey 3D beserta informasi mengenai alat tersebut.



Gambar 12. Tampilan Kamera AR Ketika Menampilkan Video AR

Gambar 12 adalah tampilan kamera AR ketika menampilkan video AR. Terdapat fitur play untuk memainkan video dan fitur pause untuk menunda video.

C. Pengujian AR Pengenalan Alat Olahraga Hockey

Pengujian dilakukan untuk mengetahui akurasi aplikasi ketika dipengaruhi oleh sudut, jarak, intensitas cahaya dan target yang akan dijadikan marker.

- Pengujian pada sudut

Pada pengujian sudut dilakukan dengan intensitas cahaya ± 100 lux dan jarak antara target dengan smartphone adalah 50 cm.

Tabel 2. Hasil Pengujian Pada Sudut

Target	Sudut ($^{\circ}$)			
	0	25	45	70
Gelap Tanpa Kontras	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Terang Tanpa Kontras	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Gelap Dengan Kontras	Ya	Ya	Ya	Tidak
Terang Dengan Kontras	Ya	Ya	Ya	Tidak

Dari tabel 2 didapatkan jika kamera AR dapat menampilkan objek 3D pada target gelap dengan kontras menggunakan sudut baca minimal 0° dan maksimal 45° dan target terang dengan kontras dengan sudut baca minimal 0° dan maksimal 45° .

- Pengujian pada jarak

Pada pengujian jarak dilaksanakan dengan intensitas cahaya ± 100 lux dengan sudut kemiringan smartphone 45° .

Tabel 3. Hasil Pengujian Pada Jarak

Target	Jarak (cm)			
	50	60	70	80
Terang Tanpa Kontras	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Gelap Dengan Kontras	Ya	Ya	Ya	Tidak
Terang Dengan Kontras	Ya	Ya	Ya	Tidak

Dari tabel 3 didapatkan jika kamera AR dapat menunjukkan objek 3D pada target gelap dengan kontras pada jarak 50 cm hingga 70 cm dan target terang dengan kontras pada jarak 50 cm hingga 70 cm.

- Pengujian pada intensitas cahaya

Pada pengujian intensitas cahaya dilakukan dengan jarak 50 cm dan kemiringan sudut smartphone 45° .

Implementasi Markerless Augmented Reality Pada Aplikasi Pengenalan Alat Olahraga Hockey Menggunakan Metode User Defined Target Berbasis Android

Tabel 4. Hasil Pengujian Pada Intensitas Cahaya

Target	Intensitas Cahaya (lux)			
	20	70	100	1000
Gelap Tanpa Kontras	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Terang Tanpa Kontras	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Gelap Dengan Kontras	Tidak	Ya	Ya	Ya
Terang Dengan Kontras	Tidak	Ya	Ya	Ya

Dari tabel 4 didapatkan jika kamera AR mampu menampilkan objek 3D pada target gelap dengan kontras ketika intensitas cahaya berada pada minimal 70 lux dan maksimal 1000-lux dan target terang dengan kontras ketika intensitas cahaya berada pada minimal 70 lux dan maksimal 1000 lux.

d. Hasil analisis kuesioner

Penelitian ini menggunakan kuesioner berupa metode USE Questionnaire yang memiliki 4 aspek yakni usefulness, ease of use, ease of learning dan user satisfaction. Total pertanyaan dari kuesioner adalah 30 pertanyaan sedangkan jumlah responden yakni 47 orang yang terdiri dari mahasiswa, siswa dan atlet hockey. Responden menjawab kuesioner menggunakan skala likert.

- 1 : Sangat Tidak Setuju
- 2 : Tidak Setuju
- 3 : Cukup Setuju
- 4 : Setuju
- 5 : Sangat Setuju

Adapun metode menganalisis kuesioner menggunakan analisis deskriptif dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Tabel 5. Tabel Skala Likert

Nilai (%)	Keterangan
< 20%	Sangat tidak layak
21%-40%	Tidak layak
41%-60%	Cukup layak
61%-80%	Layak
81%-100%	Sangat layak

Berikut ini adalah hasil dari analisis usability yang telah dilakukan :

Tabel 6. Hasil Kuesioner

No	Aspek Usability	Skor Responden	Skor Maksimal	Nilai (%)
1	<i>Usefulness</i>	1638	1880	87%
2	<i>Ease of use</i>	2264	2585	88%
3	<i>Ease of learning</i>	835	940	89%
4	<i>Satisfaction</i>	1453	1645	88%
Total		6190	7050	88%

Berdasarkan hasil kuesioner maka total skor responden adalah 6190 dari total skor maksimal 7050, dengan demikian maka aplikasi dapat dikategorikan sangat layak dengan nilai sebesar 88% artinya aplikasi bermanfaat, mudah digunakan, mudah dipahami dan memuaskan pengguna.

Implementasi Markerless Augmented Reality Pada Aplikasi Pengenalan Alat Olahraga Hockey Menggunakan Metode User Defined Target Berbasis Android

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka peneliti mampu menyimpulkan bahwa markerless augmented reality pada aplikasi pengenalan alat olahraga hockey menggunakan metode user defined target berbasis android telah berhasil dibuat. Pada pengujian sudut, objek 3D augmented reality dapat muncul pada target gelap dengan kontras menggunakan sudut baca aplikasi minimal 0° dan maksimal 45° dan target terang dengan kontras menggunakan sudut baca minimal 0° dan maksimal 45° . Pada pengujian jarak, objek 3D augmented reality dapat muncul pada target gelap dengan kontras pada jarak 50 cm hingga 70 cm dan target terang dengan kontras pada jarak 50 cm hingga 70 cm. Pada pengujian intensitas cahaya, objek 3D augmented reality dapat muncul pada target gelap dengan kontras ketika intensitas cahaya berada pada minimal 70 lux dan maksimal 1000 lux dan target terang dengan kontras ketika intensitas cahaya berada pada minimal 70 lux dan maksimal 1000 lux. Kemudian melalui kuesioner dengan metode deskriptif dapat diketahui bahwa aplikasi pengenalan alat olahraga hockey sangat layak dengan nilai sebesar 88% artinya ketika menggunakan aplikasi, pengguna merasa aplikasi bermanfaat, mudah digunakan, mudah dipahami dan memuaskan.

Saran

Adapun saran untuk pengembang selanjutnya adalah dapat menambah objek alat olahraga hockey dan aplikasi dapat dikembangkan pada platform lain seperti iOS.

DAFTAR PUSTAKA

- Aidos, H. and Fred, ALN (2014). A Family Of Hierarchical Clustering Algorithms Based On High Order Dissimilarities. 22nd European Signal Processing Conference(EUSIPCO), pages 1432–1436, IEEE Conference Publications.
- Akoglu, L., Tong, H., Meeder, B., and Faloutsos, C. (2012). PICS: Parameter-free Identification of Cohesive Subgroups in Large Attributed Graphs. In Proceedings of the Twelfth SIAM International Conference on Data Mining (SDM), pages 439–450, Anaheim, California (USA). Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), SIAM/Omnipress.
- Amershi, S. and Conati, C. (2009). Combining Unsupervised and Supervised Classification to Build User Models for Exploratory Learning Environments. *Journal of Educational Data Mining (JEDM)*, 1(1):18–71.
- Bajcsy, P. and Ahuja, N. (1998). Location- and Density-Based Hierarchical Clustering Using Similarity Analysis. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 20(9):1011–1015.
- Berghin, P. (2006). A Survey of Clustering Data Mining Techniques. In Kogan, J., Nicholas, C., and Teboulle, M., editors, *Grouping Multidimensional Data: Recent Advances in Clustering*, chapter 2, pages 25–71. Springer, New York, New York (USA).
- Beuchot, A. and Bullen, M. (2005). Interaction and Interpersonality in Online Discussion Forums. *Distance Education*, 26(1):67–87.
- .Binty, Tri, 2019.Hierarchical Clustering — Average Linkage with R.<https://medium.com/@tribinty/hierarchical-clustering-average-linkage-with-r-1310f93ed4f3>. Accessed March 11, 2022
- Bliuc, AM, Ellis, R., Goodyear, P., and Piggott, L. (2010). Learning through Face-to-Face and Online Discussions: Associations between Students' Conceptions, Approaches and Academic Performance in Political Science. *British Journal of Educational Technology (BJET)*, 41(3):512–524 4546
- Chan, J., Hayes, C., and Daly, E. (2010). Decomposing Discussion Forums and Boards Using User Roles. In Cohn, A., editor, *Proceedings of the Fourth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media (ICWSM)*, pages 215–218, Washington, DC (USA). Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), AAAI Press.
- Chen, JS, Ching, RKH, and Lin, YS (2004). An Extended Study of the K-means Algorithm for Data Clustering and its Applications. *Journal of the Operational Research Society (JORS)*, 55(9):976–987.

Implementasi Markerless Augmented Reality Pada Aplikasi Pengenalan Alat Olahraga Hockey Menggunakan Metode User Defined Target Berbasis Android

- Del Valle, R. and Duffy, TM (2009). Online Learning: Learner Characteristics and Their Approaches to Managing Learning. *Instructional Science*, 37(2):129–149.
- Everitt, BS, Landau, S., Leese, M., and Stahl, D. (2011). *Cluster Analysis*. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey (USA), 5th edition
- Fred, ALN and Leitão, JMN (2003). A New Cluster Isolation Criterion Based on Dissimilarity Increments. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 25(8):944–958.
- Khan, TM, Clear, 1 F., and Sajadi, SS (2012). The Relationship between Educational Performance and Online Access Routines: Analysis of Students' Access to an Online Discussion Forum. In Shum, SB, Gasevic,
- Larose D, T., 2006, *Data Mining Methods and Models*, Jhon Wiley & Sons, Inc.
- Maimon, O. and Rokach, L. (2005). *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. Springer, New York, New York (USA).
- Moore, MG (1989) Editorial: Three types of interaction. *American Journal of Distance Education*, 3(2), 1-7.
- Mullner, Daniel (2011). Modern Hierarchical, Agglomerative Clustering Algorithm. arXiv : 1109.2378v1 [stat.ML]. September, 12. 2011. Unpublished
- Murtagh, F. and Contreras, P. (2012). Algorithms for Hierarchical Clustering: An Overview. *WileyInterdisciplinary Reviews (WIREs): Data Mining and Knowledge Discovery*, 2(1):86–97.
- Nazari, Zahra. Kang, Dong Shik. Asharif, M. Reza., Sung, Yulwan. Ogawa, Seiji. (2015) A New Hierarchical Clustering Algorithm. *Artificial Intelligence, Robotics, and Human-Computer Interaction*. ICIIBMS. Okinawan. Japan. IEEE
- Rissanen, J. (1996). Fisher Information and Stochastic Complexity. *IEEE Transactions on Information Theory*, 42(1):40–47.
- Sevillano, X. (2009). Hierarchical Self-Refining Consensus Architectures and Soft Consensus Functions for Robust Multimedia Clustering. PhD thesis, Engineering i Arquitectura La Salle, Ramon Llull University, Barcelona (Spain).
- Tan, PN, Steinbach, M., and Kumar, V. (2006). *Introduction to Data Mining*. Addison-Wesley, Pearson Education, Boston, Massachusetts (USA).
- Xu, R. and Wunsch II, D. (2009). *Clustering*. IEEE Press Series On Computational Intelligence.
- Yang, Rui. (2012)., A Hierarchical Clustering And Validity Index For Mixed Data. PhD thesis, Industrial Engineering, Iowa State University, Ames, Iowa.