

# SISTEM PENGESANAN GOL: TEKNOLOGI GARISAN GOL DALAM BOLA SEPAK

MOHAMAD HAZIM FITRI BIN MOHAMAD YUSRI

MOHD. ZAMRI BIN MURAH

*Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan, Malaysia*

## ABSTRAK

Dalam arena sukan moden, ketepatan dan keadilan bagi sesuatu pertandingan adalah sangat penting. Projek ini mencadangkan sistem Teknologi Garis Gol bagi pengesanan dan pengesanan bola sepak melintasi garisan gol. Dengan memanfaatkan teknologi kamera dan sensor, sistem ini meningkatkan ketepatan dan kecekapan keputusan gol, dan mengurangkan kesilapan manusia. Sistem yang dicadangkan memasukkan kamera dan sensor yang diletakkan secara strategik di palang. Peranti-peranti ini bekerja secara serentak untuk menangkap dan menganalisis trajektori bola sepak secara waktu nyata. Data yang dikumpulkan menjalani pemprosesan melalui algoritma memastikan penentuan yang tepat sama ada keseluruhan bola telah melintasi garisan gol. Ciri utama Teknologi Garisan Gol termasuk kebolehan untuk menyesuaikan dengan pelbagai keadaan pencahayaan, kekuatan terhadap gangguan. Dengan mengautomatikan proses pengesanan, teknologi ini meningkatkan keadilan keseluruhan permainan, mempromosikan ketelusan, ketepatan, dan pengambilan keputusan yang pantas.

## PENGENALAN

Dalam pengadilan bola sepak, hasrat terhadap keadilan dan ketepatan telah mendorong pembangunan teknologi canggih yang bertujuan untuk meningkatkan proses membuat keputusan. Salah satu inovasi penting dalam domain ini adalah "Teknologi Garis Gol: Sistem Pengesanan Gol dalam Bola Sepak." Projek ini memperkenalkan sistem automatik yang direka untuk mengesan dan mengesahkan kejadian ketika bola sepak melintasi garisan gol semasa pertandingan secara langsung. Dengan memanfaatkan kombinasi sensor dan teknologi kamera, sistem ini bertujuan untuk meningkatkan ketepatan dan kecekapan keputusan gol sambil mengurangkan potensi kesilapan manusia. Secara tradisional, menentukan sama ada gol telah

dijaringkan sering melibatkan penilaian subjektif oleh pegawai perlawanan. Walau bagaimanapun, Teknologi Garis Gol yang baharu ini berusaha untuk menyediakan objektiviti dan ketepatan secara waktu nyata kepada saat-saat penting dalam permainan. Dengan meletakkan sensor dan kamera secara strategik di palang gol, sistem ini menangkap dan menganalisis pergerakan bola sepak dengan ketepatan dan segera. Objektif utama teknologi ini adalah untuk mengelakkan keputusan kontroversi berkaitan garisan gol, menyediakan maklumat segera dan boleh dipercayai kepada pegawai perlawanan. Keputusan yang kontroversi akan mempengaruhi keadaan dan keputusan perlawanan.

## METODOLOGI KAJIAN

Metodologi yang digunakan dalam pembangunan projek ini ialah pengumpulan data. Metodologi ini dipilih. Pengumpulan data melibatkan data primer daripada eksperimen dan data sekunder daripada analisis sejarah. Penilaian teknologi merangkumi keperluan perkakasan dan perisian, sementara reka bentuk sistem memberi tumpuan kepada integrasi dan antara muka pengguna. Prototaip dan ujian dijalankan melalui simulasi dan ujian langsung untuk menilai ketepatan, kebolehpercayaan, dan masa tindak balas.

### **Fasa analisis**

Fasa ini memberi pemberatan kepada analisa keperluan sistem. Dalam fasa ini, keperluan fungsian dan bukan fungsian ditentukan daripada pihak berkepentingan projek ini. Fasa ini juga dijalankan untuk memastikan permainan yang dibangunkan mencapai objektif yang telah ditetapkan. Sorotan susastera juga dijalankan kepada sistem yang sedia ada untuk meningkatkan pemahaman yang dapat membantu pembangunan sistem ini.

### **Fasa reka bentuk**

Fasa reka bentuk merupakan fasa yang menentukan senibina sistem yang digunakan. Dalam fasa ini, reka bentuk senibina, algoritma dan antara muka telah dihasilkan untuk memudahkan proses pembangunan dan memastikan objektif kajian dapat dicapai.

### **Fasa pelaksanaan**

Fasa ini adalah yang paling lama kerana ia melibatkan semua kerja berat seperti pengaturcaraan sistem dan sebagainya. Dalam fasa ini, semua keperluan yang dikumpulkan dalam fasa analisis dibangunkan dan diusahakan. Keperluan ini pula akan digabungkan untuk menjadi sebuah sistem yang besar. Melalui fasa ini juga, kelemahan sistem dapat ditentukan selepas pelaksanaan berjaya dilakukan.

### **Fasa pengujian**

Fasa pengujian merupakan salah satu fasa yang penting dalam pembangunan sebuah permainan. Hal ini kerana pengujian dijalankan untuk mencari kecacatan, ralat dan kelemahan

dalam sistem ini. Apabila ralat dapat dikenalpasti, pembaikan dan pembedulan dapat dilakukan untuk memastikan sistem yang lancar dan memastikan pengalaman yang terbaik bagi pengguna.

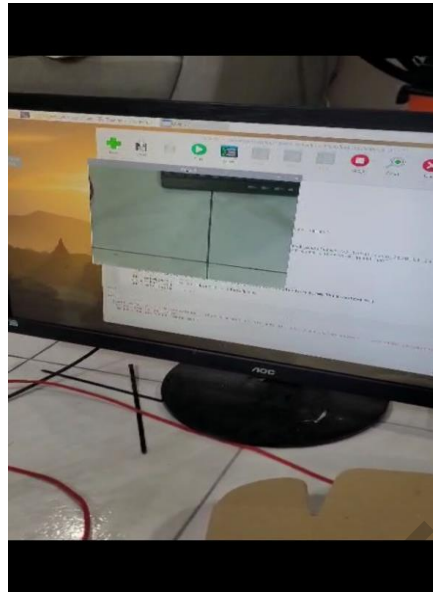
Pengujian yang terlibat adalah merangkumi pengujian fungsian dan bukan fungsian. Jenis pengujian yang digunakan adalah pengujian kotak hitam untuk pengujian fungsian dan pengujian kebolehgunaan untuk pengujian bukan fungsian. Dalam pengujian kotak hitam, teknik yang digunakan adalah gabungan pengujian kes guna (use case testing) dan pembahagian kesetaraan (equivalence partitioning). Pengujian ini bertujuan untuk memastikan semua interaksi pengguna dengan sistem adalah sah dan berfungsi seperti yang diharapkan

Reka bentuk kes pengujian ini terbahagi kepada dua iaitu pengujian fungsian dan pengujian bukan fungsian. Pengujian fungsian adalah proses Sistem Pengesanan Gol untuk memastikan fungsi-fungsi utama beroperasi dengan baik. Ia bertujuan untuk memenuhi keperluan pengguna dan mengesan sebarang kecacatan sebelum aplikasi dilancarkan. Pengujian bukan fungsian pula merujuk kepada proses menguji aspek-aspek seperti prestasi, keselamatan, kebolehgunaan, dan skalabiliti sistem atau sistem. Tujuan pengujian ini adalah untuk menilai kualiti dan kelakuan sistem di luar fungsi-fungsi utamanya. Bagi pengujian bukan fungsian, ujian ketepatan dipilih bagi menguji ketepatan sistem pengesanan gol. Ujian ini amat penting bagi memastikan sistem dapat digunakan dengan baik Terdapat dua jenis pemboleh ubah dimanipulasi untuk ujian ini iaitu warna bola dan warna permukaan. Setiap ujian akan dilakukan dengan satu pemboleh ubah ditetapkan iaitu bilangan bola digulangkan iaitu sebanyak 10 kali untuk setiap warna permukaan dan warna bola yang berbeza .

### **KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN**

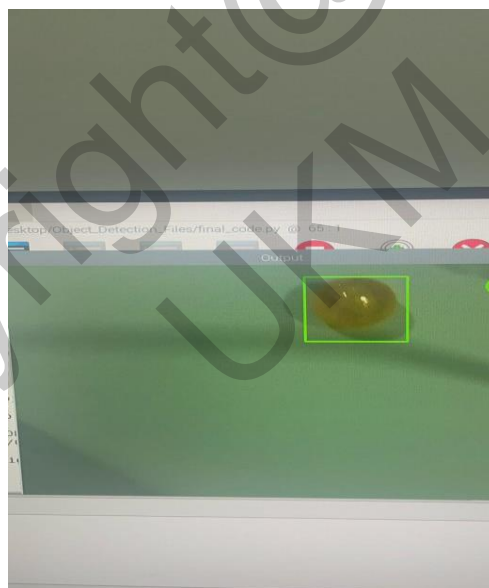
Sistem Pengesanan Gol:Teknologi Garisan Gol Dalam Bola Sepak telah berjaya dibangunkan dan semua dokumentasinya telah dilengkapi. Semasa proses pembangunan, permainan serius ini dibangunkan menggunakan perisian OpenCV dan Thonny Python IDE Pustaka OpenCv yang kukuh termasuk algoritma sofistikated untuk pengesanan objek, pengesanan tepi, dan analisis kontur, semuanya kritikal untuk mengenal pasti kedudukan tepat bola berbanding garisan gol. Selain itu, kemudahan integrasi OpenCV dengan teknologi lain dan keserasian merentas platform menjadikannya alat serba boleh untuk membangunkan dan menggunakan sistem pengesanan garisan gol.

Apabila memasuki sistem, pengguna akan disambut dengan skrin yang menunjukkan paparan kamera di bawah gawang gol



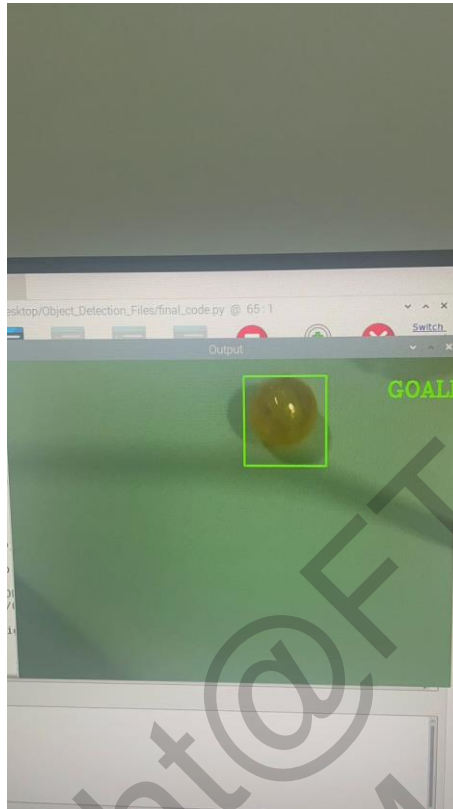
Rajah 1 Antara Muka Sistem

Apabila bola digulingkan, sistem akan mengesan pergerakan bola dan kotak led berwarna hijau akan dipaparkan



Rajah 2 Antara Muka Mengesan Bola

Sistem ini akan mengesan bola jika boleh telah melepasi garisan gol dan menunjukkan perkataan “GOAL”



Rajah 3 Antara Muka Laman Utama

### **Pengujian Ketepatan**

Pengujian ketepatan ialah satu proses yang melibatkan pengujian akhir yang dilaksanakan oleh wakil pengguna dan pihak berkepentingan untuk memastikan sistem yang dibangunkan mampu menyediakan fungsi yang diperlukan sebelum ia dikeluarkan kepada umum. Tujuan pengujian ketepatan adalah untuk menilai ketepatan sistem

Jadual 2 menunjukkan peratus ketepatan bola yang dapat dikesan. Terdapat dua pemboleh dimanipulasi iaitu warna bola dan warna permukaan. Hasil daripada pengujian, sistem ini menunjukkan ketepatan pengesanan terhadap bola berwarna putih hitam bersama permukaan berwarna putih. Sistem ini sukar mengesan bola jika bola berwarna putih hitam bersama hitam yang menunjukkan peratus ketepatan sebanyak 10%

Jadual 1 Pengujian ketepatan pengesanan bola

<b>Warna Bola</b>	<b>Warna Permukaan</b>	<b>Bilangan Bola Digulingkan</b>	<b>Bilangan Bola Berjaya Dikesan Sebelum Melintasi Garisan</b>	<b>Peratus Ketepatan(%)</b>
Oren	Hitam	10	4	40%
Oren	Putih	10	2	20%
Putih Hitam	Hitam	10	1	10%
Putih Hitam	Putih	10	5	50%

Seterusnya, Jadual 2 menunjukkan ketepatan keputusan gol yang dapat dikesan. Hasil daripada ujian mendapati bilangan gol lebih banyak dikesan dengan bola berwarna oren digulingkan diatas permukaan hitam.

Jadual 2 Pengujian ketepatan keputusan gol

<b>Warna Bola</b>	<b>Warna Permukaan</b>	<b>Bilangan Bola Digulingkan</b>	<b>Bilangan Gol Berjaya Dikesan</b>	<b>Peratus Ketepatan(%)</b>
Oren	Hitam	10	2	20%
Oren	Putih	10	1	10%
Putih Hitam	Hitam	10	0	0%
Putih Hitam	Putih	10	1	10%

### **Cadangan Penambahbaikan**

Untuk memenuhi kehendak pengguna, beberapa penambahbaikan boleh dilakukan pada Sistem Pengesanan Gol, antaranya ialah optimisasi perisian untuk penggunaan sumber yang lebih cekap, penggunaan kamera berprestasi tinggi dengan resolusi dan kadar bingkai lebih tinggi, serta integrasi dengan sensor tambahan seperti sensor inframerah atau sensor tekanan pada garisan gol untuk meningkatkan ketepatan pengesanan. Selain itu, penyelenggaraan berkala diperlukan bagi memastikan semua komponen sistem berfungsi dengan baik dan latihan serta pengujian sistem dengan set data yang lebih besar dan pelbagai perlu dilakukan untuk memastikan keupayaan pengesanan dalam pelbagai keadaan. Akhir sekali, penggunaan teknologi cloud boleh digunakan untuk pemprosesan berasaskan awan bagi tugas-tugas yang memerlukan kuasa pemprosesan tinggi, dengan data dihantar ke pelayan awan untuk diproses dan keputusan dihantar kembali ke sistem utama.

### **KESIMPULAN**

Secara keseluruhannya, sistem ini telah berjaya dibangunkan dengan menggunakan data yang telah dikaji dan diperolehi. Objektif kajian dan keperluan yang telah ditetapkan sebelum ini telah berjaya dicapai. Walaupun terdapat beberapa halangan, ia berjaya diatasi menggunakan pelbagai cara. Diharapkan sistem ini dijadikan titik kajian untuk kajian lain pada masa hadapan.

### **Kelemahan Sistem**

Kuasa Pemprosesan: Raspberry Pi, walaupun mampu untuk banyak tugas, mungkin kekurangan kuasa pemprosesan yang diperlukan untuk menangani pemprosesan dan analisis video masa nyata dengan ketepatan yang diperlukan untuk teknologi garisan gol. Ini boleh menyebabkan kelewatan atau ketidaktepatan dalam menentukan sama ada gol telah dijaringkan.

### **PENGHARGAAN**

Penulis kajian ini ingin ucapkan setinggi-tinggi penghargaan dan jutaan terima kasih kepada Ts Zamri bin Murah, penyelia penulis kajian ini yang telah memberi tunjuk ajar serta bimbingan untuk menyiapkan projek ini dengan jayanya.

Penulis kajian ini juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu secara langsung mahupun tidak langsung dalam menyempurnakan projek ini. Segala bantuan yang telah dihulurkan amatlah dihargai kerana tanpa bantuan mereka, projek ini tidak dapat dilaksanakan dengan baik. Semoga tuhan merahmati dan memberikan balasan yang terbaik.

## RUJUKAN

Harimau Malaya (2023, October 17). Var sudah! Mungkin Teknologi Garisan Gol Pula selepas ini?

<https://harimaumalaya.com.my/64891/var-sudah-mungkin-teknologi-garisan-gol-pula-selepas-ini/>

Western Sydney University. (2017). Literature review purpose.

[https://www.westernsydney.edu.au/data/assets/pdf\\_file/0006/1254786/Literature\\_review\\_purpose.pdf](https://www.westernsydney.edu.au/data/assets/pdf_file/0006/1254786/Literature_review_purpose.pdf)

Alvexo News (December 19, 2016). How Does Goal-Line Technology Work?: Alvexo™

<https://blog.alvexo.com/tech/how-does-goal-line-technology-work/>

fifa.com. Goal-line technology (8 November 2022)

<https://inside.fifa.com/technical/football-technology/football-technologies-and-innovations-at-the-fifa-world-cup-2022/goal-line-technology>

Online Productivity Solutions Pvt. Ltd.. (October 18, 2022).Sports Evolving Through the Hawk-Eye Technolog.

<https://opspl.com/blog/sports-evolving-through-the-hawk-eye-technology/>

Ibrahim, S. (2015, November 19). Mewujudkan Sistem Aplikasi : Kepentingan Keperluan Pengguna (User Requirements). Wwv.ukm.my.

<https://www.ukm.my/wadahict/mewujudkan-sistem-aplikasi-kepentingan-keperluan-pengguna-user-requirements/>

What Case Use Case Specification? (2023). Visual-Paradigm.com.

<https://www.visual-paradigm.com/guide/use-case/what-is-use-case-specification/>

Coding Ninjas Studio.(2023). Codingninjas.com.

<https://www.codingninjas.com/studio/library/software-requirements-and-their-types>

How can you make sure your quality requirements are measurable and testable? (2023) LinkedIn.com.

Advantages and Disadvantages of Object-Oriented Approach. (2020). Dbv-Oracle.com.

[https://www.dbv-oracle.com/t\\_object\\_oriented\\_approach.htm](https://www.dbv-oracle.com/t_object_oriented_approach.htm)

Hackster.io. (2018, February 08). Goal-Line Technology.



<https://www.hackster.io/null/goal-line-technology-1549ea>

SmartDraw(n.d) SmartDraw is the Best Way to Make a Diagram

<https://app.smartdraw.com/editor.aspx?templateId=38ef72a7-9b3a-43a2-a907-b78b1fd4eb96&flags=128#depoId=53728180&credID=-58340195>

Ryall, E. (2012). Are there any Good Arguments Against Goal-Line Technology? *Sport, Ethics and Philosophy*, 6(4), 439–450.

<https://doi.org/10.1080/17511321.2012.737010>

Winand, M., & Fergusson, C. (2016). More decision-aid technology in sport? An analysis of football supporters' perceptions on goal-line technology. *Soccer & Society*, 19(7), 966–985.

<https://doi.org/10.1080/14660970.2016.1267629>

Nlandu, T. (2012). The Fallacies of the Assumptions Behind the Arguments for Goal-Line Technology in Soccer. *Sport, Ethics and Philosophy*, 6(4), 451–466.

<https://doi.org/10.1080/17511321.2012.745896>

Malay Mail (2023, Sep 01). Introduction of Var in Malaysian Football League will cost RM9.7 Million, says CEO

<https://www.malaymail.com/news/sports/2023/09/01/introduction-of-var-in-malaysian-football-league-will-cost-rm97m-says->

*Mohamad hazim Fitri bin Mohamad Yusri (A189124)*

*Ts Mohd. Zamri bin Murah*

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat

Universiti Kebangsaan Malaysia