

SISTEM RONDAAN KESELAMATAN MENGGUNAKAN DRON

NEDUMARAN A/L KALIAPPAN

PROF. DR. MASRI AYOB

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

ABSTRAK

Teknologi dron telah memberikan peluang dan cabaran baharu dalam pelbagai domain, termasuk keselamatan dan pengawasan. Projek ini menyiasat reka bentuk dan pelaksanaan sistem rondaan keselamatan menggunakan dron, bertujuan untuk meningkatkan pengawasan dan langkah keselamatan dalam persekitaran kontemporari. Dron yang dilengkapi dengan penderia termaju, komunikasi masa nyata dan keupayaan automasi menawarkan penyelesaian serba boleh untuk memantau dan melindungi ruang, sama ada dalam tetapan industri, kejiranan kediaman atau acara awam. Kajian ini mengkaji komponen utama sistem rondaan keselamatan menggunakan dron, termasuk elemen perkakasan dan perisian, yang menyumbang kepada pemantauan yang berkesan dan tindak balas pantas. Ia meneroka integrasi teknologi pengelakan halangan, kawalan penerbangan autonomi dan algoritma pengesanan objek untuk memastikan operasi dron yang selamat, boleh dipercayai dan pintar. Selain itu, penyelidikan menyelidiki pertimbangan undang-undang dan etika yang mengelilingi sistem keselamatan dron, menangani kebimbangan privasi, pematuhan peraturan dan ketelusan. Keseimbangan antara keberkesanan pengawasan dan menghormati hak privasi individu adalah penting dalam mereka bentuk sistem keselamatan yang bertanggungjawab.

Kata kunci: Drone, Tello EDU, Xoyo

PENGENALAN

Sistem Rondaan Keselamatan Menggunakan Dron ialah projek inovatif yang bertujuan merevolusikan cara rondaan keselamatan dijalankan. Dengan memanfaatkan teknologi dron termaju, sistem ini menawarkan penyelesaian komprehensif untuk mempertingkatkan langkah keselamatan dalam pelbagai persekitaran, seperti kampus korporat, kawasan awam dan tapak infrastruktur kritikal. Objektif utama projek ini adalah untuk membangunkan sistem yang bukan sahaja meningkatkan kecekapan dan keberkesanan rondaan keselamatan tetapi juga mengurangkan kos operasi dan risiko yang berkaitan dengan kaedah tradisional.

Projek ini melibatkan penyepaduan dron autonomi yang dilengkapi dengan kamera definisi tinggi dan keupayaan penghantaran data masa nyata. Drone ini direka bentuk untuk mengikuti laluan rondaan yang telah ditetapkan atau bertindak balas secara dinamik terhadap potensi ancaman keselamatan. Sistem ini termasuk antara muka mesra pengguna untuk memantau dan mengawal dron, serta perisian bahagian belakang yang mantap untuk pengurusan dan analisis data.

Laporan teknikal ini memperincikan proses pembangunan, fasa ujian dan hasil "Sistem Rondaan Keselamatan Menggunakan Dron." Ia merangkumi reka bentuk sistem, pelaksanaan dan penilaian prestasi, menonjolkan kedua-dua kekuatan dan bidang untuk penambahbaikan. Laporan ini bertujuan untuk memberikan gambaran keseluruhan projek, menunjukkan potensinya untuk mengubah operasi keselamatan dan kesesuaiannya untuk aplikasi komersial.

METODOLOGI KAJIAN

Metodologi penyelidikan ini menggunakan prinsip Agile untuk membimbing fasa pembangunan dan ujian projek Sistem Rondaan Keselamatan Menggunakan Dron. Projek ini bertujuan untuk meningkatkan keselamatan kawasan melalui penggunaan inovatif teknologi dron untuk rondaan dan pengawasan. Metodologi tangkas menyediakan pendekatan yang fleksibel dan berulang, membenarkan maklum balas dan penambahbaikan berterusan sepanjang kitaran hayat projek.

Fasa analisis

Fasa Analisis melibatkan perbincangan yang meluas dengan pengawal keselamatan untuk mengumpul pandangan tentang keperluan dan cabaran operasi mereka. Menggunakan amalan Agile, perbincangan ini distrukturkan sebagai gelung maklum balas berulang, memastikan keperluan pengguna diperhalusi secara berterusan. Sifat lelaran Agile membenarkan penilaian semula keperluan yang kerap, memastikan reka bentuk sistem kekal sejajar dengan keperluan pengguna sepanjang projek. Aktiviti utama semasa fasa ini termasuk:

1. Menjalankan temu bual dan kumpulan fokus dengan pengawal untuk memahami rutin harian dan titik kesakitan mereka.
2. Mengenal pasti ciri kritikal yang akan menjadikan sistem rondaan dron lebih berguna dan cekap untuk pengawal.
3. Membangunkan cerita dan persona pengguna untuk menangkap keperluan dan jangkaan pengguna akhir.

Fasa reka bentuk

Fasa Reka Bentuk memberi tumpuan kepada mencipta sistem yang memenuhi keperluan yang dikenal pasti daripada Fasa Analisis. Drone Tello EDU dipilih sebagai perkakasan utama kerana kesesuaiannya untuk tujuan pendidikan dan eksperimen. Fasa ini menekankan mencipta antara muka mesra pengguna dan memastikan fungsi sistem adalah intuitif dan mudah digunakan, menangani keperluan operasi khusus yang diserlahkan semasa analisis. Metodologi tangkas memudahkan proses reka bentuk kolaboratif dan tambahan, yang melibatkan:

1. Membangunkan prototaip awal dan mock-up antara muka sistem berdasarkan maklum balas pengawal.
2. Melaksanakan fungsi asas untuk mengawal dron dan menyepadukannya dengan sistem.
3. Memperhalusi reka bentuk sistem secara berulang melalui semakan biasa dan sesi maklum balas dengan pengawal.

Fasa ini menekankan mencipta antara muka mesra pengguna dan memastikan fungsi sistem adalah intuitif dan mudah digunakan, menangani keperluan operasi khusus yang diserlahkan semasa analisis.

Fasa pelaksanaan

Dalam Fasa Pelaksanaan, larian pecut Agile digunakan untuk membangunkan dan menyepadukan komponen sistem secara berulang. Pendekatan ini membolehkan penggunaan pantas fungsi penting sambil mengekalkan fleksibiliti untuk menyesuaikan diri dengan keperluan yang berkembang. Sifat lelaran Agile memastikan sistem dipertingkatkan secara berterusan berdasarkan maklum balas masa nyata, meningkatkan keteguhan dan fungsinya.

Aktiviti utama termasuk:

1. Mengekod dan menyepadukan ciri kawalan dron dengan sistem, memastikan komunikasi lancar antara dron dan perisian.
2. Membangunkan fungsi bahagian belakang untuk mengurus data rondaan, rakaman video dan makluman keselamatan.
3. Menjalankan semakan pecut biasa untuk menilai kemajuan, mengumpulkan maklum balas pengguna dan membuat pelarasan yang diperlukan.

Fasa pengujian

Fasa Pengujian adalah komponen kritikal projek, bertujuan untuk memastikan Sistem Rondaan Keselamatan Menggunakan Dron berfungsi seperti yang dihasratkan dan memenuhi keperluan pengguna akhir. Fasa ini telah dijalankan menggunakan prinsip Agile, membolehkan ujian berulang, maklum balas berterusan dan penambahbaikan tambahan. Proses ujian adalah menyeluruh, melibatkan pelbagai pihak berkepentingan, termasuk pelajar, pengawal dan kakitangan UKM.

Ujian dimulakan dengan perancangan yang teliti. Senario dan kes ujian telah dibangunkan untuk merangkumi semua aspek sistem, termasuk kawalan dron, antara muka sistem dan pengurusan data. Bidang tumpuan utama termasuk ujian kefungsiian untuk mengesahkan bahawa semua ciri berfungsi seperti yang ditentukan, ujian kebolehgunaan untuk memastikan sistem mesra pengguna dan intuitif, dan ujian prestasi untuk menilai cara sistem mengendalikan keadaan dunia sebenar.

Sistem ini menjalani ujian yang meluas dalam pelbagai keadaan untuk menilai prestasinya dan mengenal pasti sebarang isu. Drone Tello EDU telah diuji dalam persekitaran terkawal, seperti kawasan tempat letak kereta, sebelum beralih ke senario dunia sebenar. Aktiviti utama semasa pelaksanaan ujian termasuk menjalankan penerbangan ujian untuk menilai navigasi, kestabilan dan tindak balas dron terhadap arahan kawalan, menguji integrasi dron dengan sistem untuk memastikan komunikasi dan kawalan lancar melalui antara muka perisian, dan menilai keupayaan sistem untuk merakam dan menyimpan data rondaan, termasuk rakaman video dan amaran keselamatan.

Semasa fasa ujian, beberapa isu telah dikenal pasti yang memerlukan perhatian. Bateri dron Tello EDU habis dengan cepat, menghadkan tempoh rondaan dan memerlukan pengecasan semula yang kerap. Drone itu kadangkala mengalami masalah ketersambungan, menyebabkan kelewatan dalam masa tindak balas dan kehilangan kawalan. Angin kencang menjejaskan kestabilan dron dan laluan penerbangan, menyebabkan ia menyimpang dari laluan yang dimaksudkan. Maklum balas daripada pengguna menyerlahkan keperluan untuk drone yang lebih canggih dengan spesifikasi yang lebih baik untuk mengendalikan permintaan rondaan keselamatan.

Maklum balas telah dikumpul daripada pelbagai pihak berkepentingan untuk memahami pengalaman mereka dan mengumpul cadangan untuk penambahbaikan. Tinjauan dan temu bual telah dijalankan dengan pengawal, yang pandangan mereka adalah penting dalam memahami cabaran praktikal dan keperluan operasi sistem. Mereka memberikan maklum balas tentang kebolegunaan sistem, prestasi dron dan potensi peningkatan. Pelajar dan kakitangan menilai antara muka sistem dan keberkesanan keseluruhan dalam meningkatkan keselamatan kampus. Maklum balas mereka adalah penting dalam mengenal pasti isu kebolegunaan dan bidang untuk penambahbaikan.

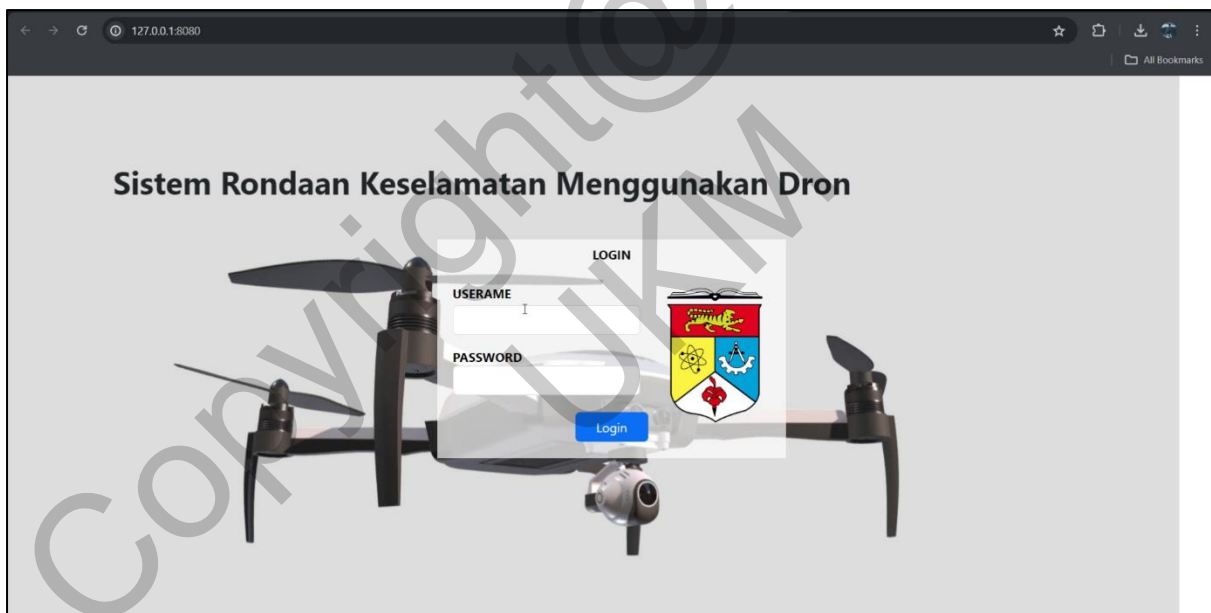
Berdasarkan maklum balas yang diterima, beberapa lelaran ujian dan pemurnian telah dijalankan. Pelarasan telah dibuat untuk menambah baik antara muka pengguna, menjadikannya lebih intuitif dan mesra pengguna. Usaha telah dibuat untuk mengoptimumkan ketersambungan dron dan mekanisme kawalan untuk mengurangkan ketinggalan dan meningkatkan kestabilan. Penyelesaian yang berpotensi untuk memanjangkan hayat bateri dan meningkatkan prestasi dalam keadaan cuaca buruk telah diterokai. Keputusan fasa ujian telah didokumenkan dalam laporan ujian terperinci, menonjolkan kekuatan sistem dan bidang untuk penambahbaikan. Kes ujian yang berjaya direkodkan, dan isu telah dijejaki dan diselesaikan secara sistematik. Fasa ujian diakhiri dengan semakan menyeluruh, memastikan semua aspek kritikal ditangani.

Fasa Ujian memainkan peranan penting dalam mengesahkan kefungsi dan kebolegunaan Sistem Rondaan Keselamatan Menggunakan Dron. Walaupun menghadapi cabaran seperti hayat bateri, ketersambungan dan gangguan angin, maklum balas berulang dan proses penambahbaikan memastikan peningkatan berterusan sistem. Cerapan berharga yang dikumpul daripada pengguna telah membuka jalan untuk penambahbaikan pada masa hadapan, memastikan sistem memenuhi piawaian tinggi yang diperlukan untuk rondaan keselamatan kampus yang berkesan.

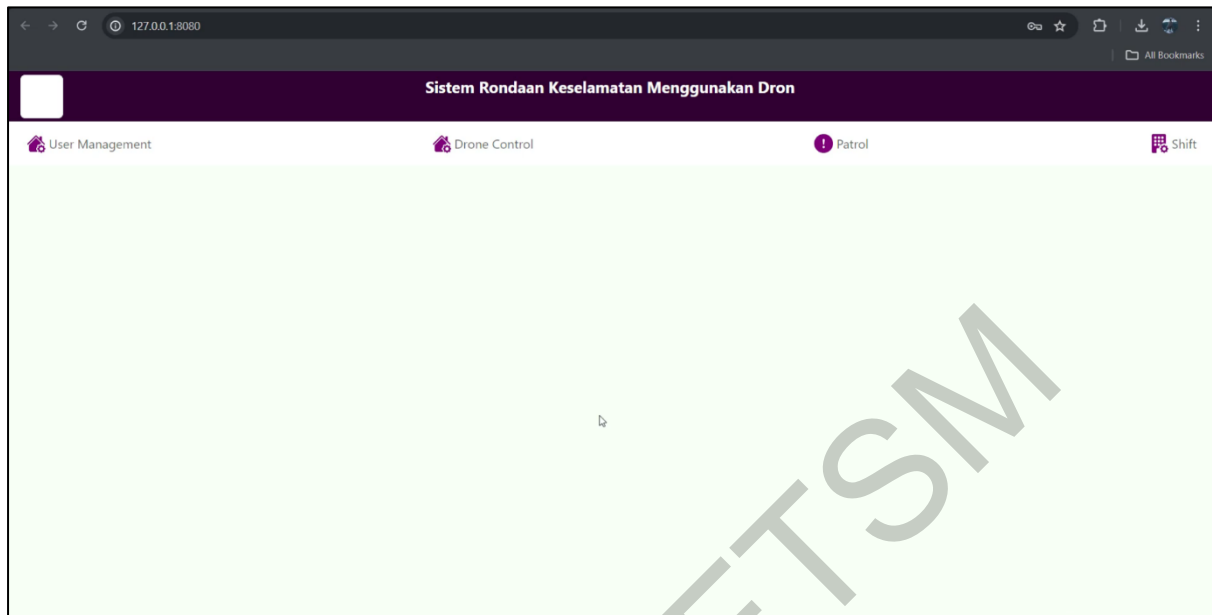
KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Dalam bahagian ini, kami menganalisis dan membincangkan hasil dan penemuan projek Sistem Rondaan Keselamatan Menggunakan Dron khususnya menumpukan pada pelaksanaan menggunakan Xoyo dan hasil keseluruhan yang dicapai. Perbincangan ini merangkumi prestasi sistem, maklum balas pengguna dan keberkesanan menyepadukan teknologi dron untuk rondaan keselamatan. Cerapan yang diperoleh daripada fasa ujian dan interaksi pengguna memberikan pandangan menyeluruh tentang kejayaan projek dan kawasan untuk potensi penambahbaikan.

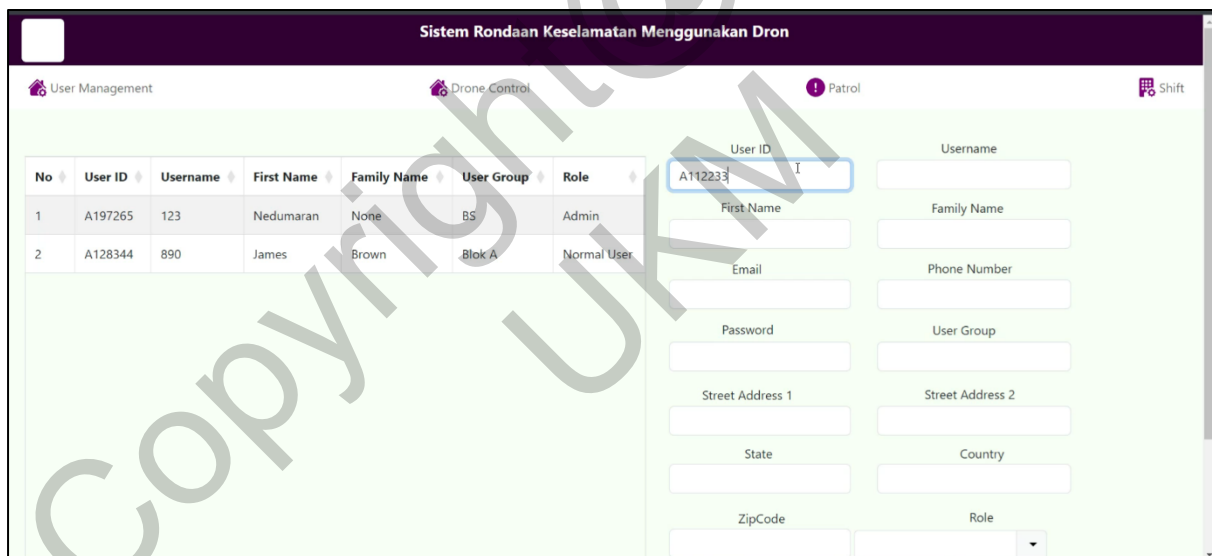
Apabila mengakses sistem kawalan dron, pengguna pada mulanya diarahkan ke skrin Log Masuk. Untuk memulakan operasi dron, pengguna mesti log masuk terlebih dahulu dengan memasukkan nama pengguna dan kata laluan mereka. Setelah pengesahan berjaya, mereka mendapat akses kepada antara muka kawalan utama, membolehkan mereka menguruskan rondaan dron dan operasi keselamatan dengan berkesan. Ini memastikan akses selamat dan kawalan ke atas fungsi dron yang tertanam dalam sistem.



Rajah 1 Antara Muka 'Login Page'



Rajah 2 Antara Muka 'Main Page'



Rajah 3 Antara Muka 'User Management'

Dalam bahagian pengurusan pengguna, pengguna boleh mengemas kini maklumat peribadi mereka, mengurus peranan dan mengendalikan nama pengguna dan kata laluan. Fungsi ini penting untuk mengekalkan pangkalan data pengawal yang terkini, memastikan penugasan peranan yang tepat dan mengurus bukti kelayakan akses dengan selamat dalam sistem.

Rajah 4 menunjukkan apabila pengguna mengklik pada "Shift," mereka digesa untuk mengisi medan seperti ID Akaun, ID Laluan, ID Shift dan Tarikh. Kemasukan data ini memastikan bahawa setiap maklumat syif direkodkan dengan tepat, sama ada untuk syif harian atau bulanan. Data yang dimasukkan kemudiannya disimpan dalam jadual untuk tujuan pentadbiran, membolehkan pentadbir memantau dan mengurus butiran anjakan dengan berkesan dalam sistem.

The screenshot displays the 'Shift' management page. At the top, there are navigation tabs for 'User Management', 'Drone Control', 'Patrol', and 'Shift'. The main content area features a table with the following data:

No	Shift Period	Account ID	Date	Route ID
1	Afternoon	1	2024-06-05 13:03:11	1
2	Night	333	2024-07-16 00:00:00	22
3	Evening	555	2024-07-16 00:00:00	123
4	Morning	23	2024-07-16 00:00:00	44

To the right of the table is a form for adding a new shift. It includes input fields for 'Route ID' (containing 'RT110'), 'Account ID' (containing 'I'), 'Shift Period', and 'Date'.

Rajah 4 Antara Muka 'Shift'

Apabila pengguna mengklik pada "Patrol," mereka dikehendaki memasukkan butiran termasuk ID Akaun, ID Peronda, ID Laluan, ID Shift dan Tarikh. Maklumat ini penting untuk mendokumentasikan masa dan spesifik setiap sesi rondaan. Ia membantu dalam mengekalkan rekod komprehensif apabila rondaan berlaku, membantu dalam pengawasan operasi dan pengurusan dalam sistem.

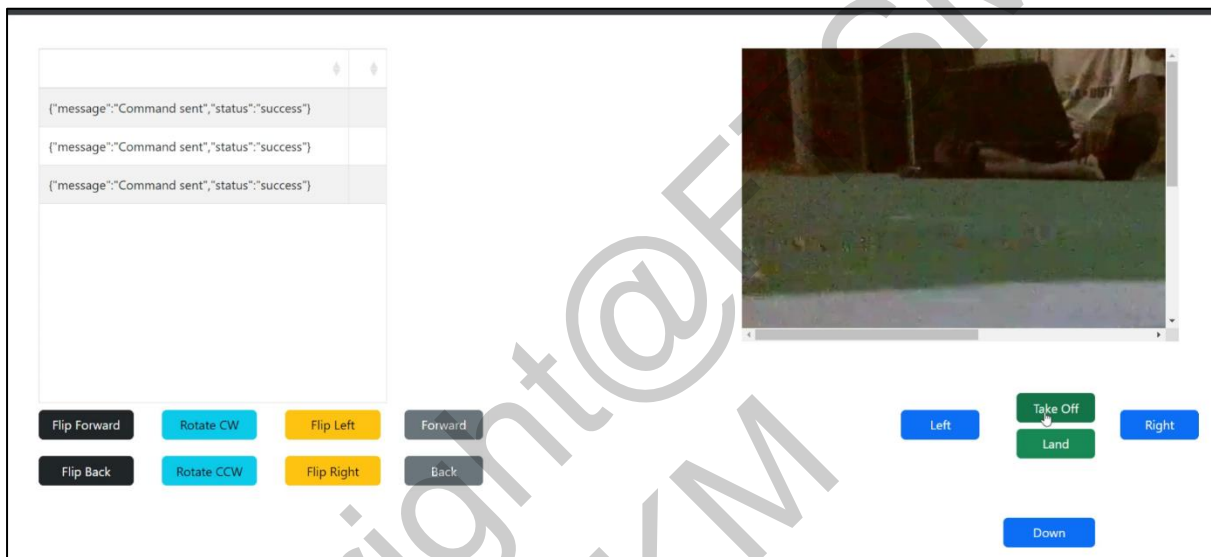
The screenshot displays the 'Patrol' management page. At the top, there are navigation tabs for 'User Management', 'Drone Control', 'Patrol', and 'Shift'. The main content area features a table with the following data:

No	Patrol ID	Account ID	Shift ID	Date	Route ID
1	KO111	AS123	SH222	2024-07-16 00:00:00	FTSM WEST
2	ko988	a3421	M0989	2024-07-17 00:00:00	AS877
3	123	1	123	2024-07-16 00:00:00	1
4	555	5555	555	2024-07-10 00:00:00	555
5	2	3	33	2024-07-15 00:00:00	3
6	2	2	2	2024-07-16 00:00:00	2

To the right of the table is a form for adding a new patrol. It includes input fields for 'Patrol ID' (containing 'I'), 'Account ID', 'Shift ID', 'Date', and 'Route ID'.

Rajah 5 Antara Muka 'Patrol'

Selepas semua maklumat yang diperlukan diisi oleh pengguna, mereka boleh meneruskan dengan mengklik pada "Drone Control." Pada mulanya, pengguna perlu mewujudkan sambungan Wi-Fi antara dron dan sistem. Setelah disambungkan, pengguna mendapat kawalan ke atas dron melalui antara muka sistem. Dengan menggunakan butang kawalan yang disediakan, pengguna boleh melakukan rondaan menggunakan dron dan memantau kawasan dalam masa nyata melalui suapan video langsung yang distrim ke sistem. Fungsi ini meningkatkan keupayaan pengawasan dan memudahkan pemantauan yang cekap bagi kawasan yang ditetapkan.



Rajah 6 Antara Muka 'Drone Control'

Pengujian Kebolehgunaan

Ujian kebolehgunaan ialah proses penting yang melibatkan ujian akhir yang dijalankan oleh pengguna dan pihak berkepentingan untuk memastikan sistem pengawasan dron yang dibangunkan memenuhi fungsi yang diperlukan sebelum dikeluarkan kepada umum. Objektif ujian kebolehgunaan adalah untuk menilai kebolehgunaan sistem, mengumpul data kuantitatif, dan menilai kepuasan pengguna. Ini memastikan bahawa sistem adalah intuitif, mesra pengguna, dan memenuhi keperluan penggunaanya secara berkesan, meningkatkan kecekapan operasi keseluruhan dan pengalaman pengguna.

- 1 - Sangat Tidak Setuju (Strongly Disagree)
- 2 - Tidak Setuju (Disagree)
- 3 - Tidak Pasti (Not Sure)
- 4 - Setuju (Agree)
- 5 - Sangat Setuju (Strongly Agree)

Jadual 2 menunjukkan maklum balas daripada pengguna yang menguji sistem ini.

Jadual 1 Hasil Pengujian Kebolehgunaan sistem

SOALAN	1	2	3	4	5
Bagaimanakah anda menilai pengalaman keseluruhan anda dengan "Drone Defender"?	0%	6.7%	26.7%	53.3%	13.3%
Berapa mudahnya untuk menavigasi tapak web?	0%	0%	11.5%	23.1%	65.7%
Bagaimanakah anda menilai reka letak dan reka bentuk tapak web?	0%	6.7%	3.33%	40%	20%
Sejauh manakah anda berpuas hati dengan kualiti video dan syot kilat yang diambil oleh dron?	0%	6.7%	13.3%	53.3%	26.7%
Bagaimanakah anda menilai prestasi dron semasa rondaan?	0%	13.3%	13.3%	60%	13.3%
Berapa kerap anda mengalami masalah ketersambungan dengan dron?	0%	20%	33.3%	46.7%	0%

Sejauh manakah anda berpuas hati dengan responsif kawalan dron?	0%	13.3%	26.7%	60%	0%
Sejauh manakah keberkesanan liputan rondaan dron di kawasan yang dipilih?	0%	6.7%	33.3%	60%	0%
Sejauh manakah dron itu mengendalikan keadaan angin semasa rondaan?	6.7%	13.3%	20%	60%	0%
Sejauh manakah anda berpuas hati dengan prestasi keseluruhan sistem ini?	0%	6.7%	20%	73.3%	0%

Keputusan ujian kebolegunaan untuk sistem "Drone Defender", yang dibentangkan dalam Jadual 4.10 menunjukkan maklum balas positif keseluruhan daripada enam pengawal, lima pelajar dan empat kakitangan UKM. Menggunakan skala Likert 5 mata, majoriti responden menilai pengalaman keseluruhan mereka secara positif, dengan 53.3% bersetuju dan 13.3% sangat setuju. 53.3% bersetuju dan 26.7% sangat bersetuju Walau bagaimanapun, isu ketersambungan telah diperhatikan, dengan 33.3% responden tidak pasti dan 46.7% bersetuju bahawa mereka mengalami masalah ini disebabkan oleh spesifikasi rendah dron Tello EDU, yang menjejaskan prestasinya. Di sebalik cabaran ini, prestasi sistem keseluruhan dinilai tinggi, dengan 73.3% bersetuju dengan kemesraan dan keberkesanan sistem sambil menunjukkan bidang seperti ketersambungan yang memerlukan penambahbaikan.

Cadangan Penambahbaikan

Untuk meningkatkan keberkesanan dan kebolegunaan sistem pengawasan dron, beberapa penambahbaikan utama disyorkan. Pertama, menangani isu ketersambungan dengan persediaan dron semasa adalah kritikal. Menaik taraf kepada model dron yang lebih maju yang mampu menghubungkan dan kestabilan yang lebih baik dalam keadaan cuaca buruk, seperti angin kencang, adalah penting. Peningkatan ini akan memastikan operasi yang lebih lancar dan penghantaran data yang boleh dipercayai semasa rondaan. Kedua, menyepadukan kamera penglihatan malam ke dalam sistem dron akan meningkatkan keupayaan pengawasannya dengan ketara. Ciri ini akan membolehkan dron beroperasi dengan berkesan dalam keadaan cahaya malap atau waktu malam, memberikan kebolehlihatan yang dipertingkatkan dan keupayaan pemantauan keselamatan. Ketiga, mengemas kini antara muka pengguna dan ciri sistem untuk memudahkan kebolegunaan adalah penting. Memperkenalkan ciri baharu seperti laluan penerbangan automatik atau keupayaan pemantauan masa nyata yang dipertingkatkan akan meningkatkan pengalaman pengguna dan kecekapan operasi. Kemas kini ini akan memperkasakan pengguna untuk menavigasi dan menggunakan sistem dengan lebih intuitif, akhirnya meningkatkan prestasi keseluruhan sistem dan keberkesanan dalam tugas pengawasan.

KESIMPULAN

Memandangkan pandangan dan maklum balas yang dikumpul daripada ujian dan interaksi pengguna, jelaslah bahawa projek Sistem Rondaan Keselamatan Menggunakan Dron mempunyai janji dalam meningkatkan keupayaan pemantauan keselamatan. Fasa pembangunan projek—dari analisis dan reka bentuk kepada pelaksanaan dan ujian—telah menggariskan kepentingan reka bentuk tertumpu pengguna dan integrasi teknologi yang mantap. Melalui kerjasama dengan kakitangan keselamatan dan pihak berkepentingan, sistem ini telah disesuaikan untuk memenuhi keperluan operasi dengan berkesan. Walau bagaimanapun, cabaran seperti isu sambungan dron dan keperluan untuk model dron yang lebih maju yang mampu keupayaan penglihatan malam menyerlahkan bidang untuk penambahbaikan masa hadapan. Penambahbaikan ini bukan sahaja akan meningkatkan kecekapan operasi tetapi juga memastikan sistem kekal menyesuaikan diri dengan permintaan keselamatan yang berkembang. Melangkah ke hadapan, penyepaduan pengesyoran ini akan membuka jalan kepada sistem pengawasan yang lebih mantap dan mesra pengguna. Dengan mengutamakan kebolegunaan, peningkatan teknologi dan keupayaan pengawasan yang dipertingkatkan, projek ini bertujuan untuk menetapkan penanda aras dalam memanfaatkan teknologi dron untuk penyelesaian keselamatan yang komprehensif.

Kekuatan Sistem

Projek Sistem Rondaan Keselamatan Menggunakan Dron mempamerkan beberapa kekuatan teguh yang meningkatkan keberkesanan dan utilitinya dalam pemantauan keselamatan. Salah satu kekuatan utamanya terletak pada keupayaannya untuk meningkatkan pengawasan keselamatan dengan ketara melalui penggunaan teknologi dron. Penyepaduan ini membolehkan pemantauan masa nyata kawasan yang ditetapkan, dengan itu meningkatkan kesedaran situasi dan keupayaan tindak balas. Selain itu, reka bentuk sistem mencerminkan pendekatan berpusatkan pengguna, dibangunkan dengan kerjasama kakitangan keselamatan untuk memastikan ia memenuhi keperluan operasi dengan berkesan. Penggabungan ciri kawalan dron termaju dan penstriman video langsung meningkatkan lagi keupayaan operasinya, menyediakan penyelesaian pemantauan yang komprehensif. Selain itu, sistem ini direka bentuk dengan mengambil kira skalabiliti, membolehkan pengembangan dan peningkatan masa hadapan untuk menyesuaikan diri dengan keperluan keselamatan yang berkembang. Keupayaan pengurusan data yang cekap memastikan data rondaan ditangkap, disimpan dan dianalisis dengan berkesan, memudahkan membuat keputusan dan pelaporan termaklum untuk pengurusan keselamatan. Secara keseluruhan, kekuatan ini menyerlahkan potensi projek untuk meningkatkan operasi keselamatan dengan ketara melalui teknologi inovatif dan reka bentuk berpusatkan pengguna.

Kelemahan Sistem

Sistem Rondaan Keselamatan Menggunakan Dron projek, walaupun teguh dalam reka bentuk dan fungsi, membentangkan beberapa batasan yang perlu ditangani. Satu cabaran penting ialah pergantungan sistem pada ketersambungan, yang boleh dihalang oleh keadaan rangkaian yang terputus-putus atau tidak stabil, terutamanya dalam persekitaran yang jauh atau mencabar. Selain itu, model dron semasa yang digunakan mungkin bergelut dalam keadaan cuaca buruk seperti hujan lebat atau angin kencang, menjejaskan kestabilan penerbangan dan masa operasi. Cabaran cuaca ini menyerlahkan keperluan untuk model dron yang lebih tahan cuaca dengan keupayaan yang dipertingkatkan, seperti penglihatan malam untuk pengawasan yang berkesan sepanjang masa. Tambahan pula, sementara antara muka sistem mengutamakan kebolehgunaan, latihan dan sokongan pengguna yang berterusan adalah penting untuk mengoptimumkan kecekapan operasi dan penyepaduan ke dalam prosedur keselamatan harian. Menangani batasan ini melalui peningkatan teknologi dan inisiatif latihan pengguna yang komprehensif akan menjadi penting dalam memaksimumkan kebolehpercayaan dan keberkesanan sistem dalam aplikasi keselamatan dunia sebenar.

PENGHARGAAN

Saya ingin dengan ikhlas menyatakan penghargaan dan terima kasih yang mendalam kepada penyelia projek saya, Prof. Dr. Masri Binti Ayob, atas panduan yang tak ternilai dan perbincangan yang membuka mata yang diberikan kepada saya sepanjang keseluruhan tempoh projek. Saya benar-benar bersyukur atas bimbingan dan sokongan tersebut.

Saya menghulurkan penghargaan yang tulus ikhlas kepada keluarga, rakan-rakan, dan pensyarah yang telah menyumbang secara langsung dan tidak langsung kepada persediaan dan reka bentuk projek ini. Terima kasih khas kepada kedua ibu bapa saya atas sokongan dan dorongan yang tidak pernah luntur semasa saya belajar di Universiti Kebangsaan Malaysia, yang sangat membantu dalam pelaksanaan berjaya aktiviti projek saya—Sistem Rondaan Keselamatan Menggunakan Dron. Semua perkhidmatan dan pengorbanan yang diberikan oleh semua pihak yang terlibat dalam projek ini sangat dihargai dan akan kekal dihati saya selamanya. Terima kasih kerana menjadi sebahagian penting dalam perjalanan ini."

Copyright@FTSM
UKM

RUJUKAN

- [1]. Kellermann, M., & Colomina, I. (2018). Drones for infrastructure inspection: A review. *Robotics and Autonomous Systems*, 106, 87-103.
- [2]. Lauf, A., & Johannsdottir, L. (2020). Drone technology in emergency and crisis management: A literature review. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 120061.
- [3]. Ghasemi, M., & Alam, M. (2022). "Drone-Based Security Surveillance: A Survey of Algorithms, Applications, and Challenges." *Journal of Intelligent Systems*, 33(2), 331-355.
- [4]. Goodrich, M. A., & Hwa, T. (2010). "Comparing Human-Robot Interaction with Virtual and Physical Robots." *International Journal of Social Robotics*, 2(3), 269-277.
- [5]. Goodchild, A. V., & Toy, N. (2019). "Drones, Geographic Information, and the Future of Data Collection in Environmental Science." *Geography Compass*, 13(4), e12404.
- [6]. Kim, J., & Kim, D. (2023). "Drone-Based Surveillance for Crowd Management in Large-Scale Events: A Case Study of the Pyeongchang Winter Olympics." *Journal of Air Law and Commerce*, 88(2), 235-261.
- [7]. Kellermann, W., Sauter, T., & Hinz, S. (2018). "Drone Technologies and Applications: A Review for the Future." *Journal of the Indian Institute of Science*, 98(4), 361-376.
- [8]. Lugo-Salcedo, I., & Koppel, A. (2016). "Security and Privacy Issues in Unmanned Aerial Vehicle Systems." *Journal of Cybersecurity*, 2(1), 71-86.
- [9]. Moura, A. F., & Matos, A. G. (2023). "Drone-Assisted Security Systems for Critical Infrastructure Protection: A Survey." *Computers & Security*, 119, 102834.
- [10]. Nascimento, T. P., Marins, F. A. S., & Silva, L. C. (2018). "A Survey on Security in Unmanned Aerial Vehicles Systems." *Journal of Aerospace Technology and Management*,

Nedumaran A/L Kaliappan (A197265)

Prof. Dr. Masri Ayob

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat

Universiti Kebangsaan Malaysia.