76/S/TEKKOM-KCBR/PK.03.08/19/AGUSTUS/2025

RANCANG BANGUN PROTOTIPE *REMOTELY OPERATED VEHICLE* DENGAN KAMERA *PAN-TILT* BERBASIS APLIKASI *MOBILE*

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada Program Studi Teknik Komputer

Oleh:

Muhamad Haidar Al-Farruq

2103995

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KOMPUTER

KAMPUS UPI DI CIBIRU

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2025

HALAMAN HAK CIPTA

RANCANG BANGUN PROTOTIPE *REMOTELY OPERATED VEHICLE* DENGAN KAMERA *PAN-TILT* BERBASIS APLIKASI *MOBILE*

Oleh

Muhamad Haidar Al-Farruq

NIM 2103995

Sebuah Skripsi yang Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Komputer

© Muhamad Haidar Al-Farruq

Universitas Pendidikan Indonesia

2025

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa izin penulis

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

MUHAMAD HAIDAR AL-FARRUQ

RANCANG BANGUN PROTOTIPE REMOTELY OPERATED VEHICLE DENGAN KAMERA PAN-TILT BERBASIS APLIKASI MOBILE

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I

Anugrah Adiwilaga, S.ST., M.T.

NIP. 920200819880813101

Pembimbing II

Dr. Eng. Munawir, S.Kom., M.T.

NIP. 920200819851205101

Mengetahui

Ketua Program Studi S-1 Teknik Komputer

Anugrah Adiwilaga, S.ST., M.T.

NIP. 920200819880813101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Haidar Al-Farruq

NIM : 2103995

Program Studi : Teknik Komputer

Judul Karya : Rancang Bangun Prototipe *Remotely Operated Vehicle* dengan Kamera *Pan-Tilt* Berbasis Aplikasi *Mobile*

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Saya menjamin bahwa seluruh isi karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan,bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas.

Jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

Bandung, 26 Agustus 2025

Muhamad Haidar Al-Farruq

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Prototipe *Remotely Operated Vehicle* dengan Kamera Pan-Tilt Berbasis Aplikasi *Mobile*" ini dengan baik.

Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi yang penulis tempuh. Dalam penelitian ini, penulis merancang dan mengembangkan sistem ROV yang dilengkapi dengan kamera *Pan-Tilt* sebagai pondasi dalam membangun ROV yang diharapkan akan diuji di lingkungan yang nyata.

Penelitian ini tidak akan terlaksana tanpa dukungan dari pihak-pihak yang telah menyaksikan serta membantu penulis dalam melakukan penelitian ini dari awal hingga akhir. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang tulus kepada:

1. Ibu Susilawati selaku ibu dari penulis sebagai sosok yang telah mendidik saya sekaligus mendorong saya untuk menyelesaikan studi di Universitas Pendidikan Indonesia ini.
2. Bapak Nanan Abdul Manan selaku ayah dari penulis yang senantiassa men-*support* terutama secara finansial dan juga dapat memberikan ilmu elektronya pada penulis.
3. Bapak Anugrah Adiwilaga, S.ST., M.T. selaku pembimbing pertama penulis yang telah meluangkan waktu, ilmu baik secara teknis maupun penulisan, tenaga, serta biaya agar penelitian ini berjalan dengan baik dan lancar.
4. Bapak Dr. Eng. Munawir, S.Kom., M.T. yang ikut menyumbangkan idenya serta memperbaiki penulisan yang dirasa penulis sangat kurang dari awal penelitian hingga selesai.
5. Ibu Devi Aprianti Rimadhani Agustini, S.Si., M.Si. selaku wali dosen yang mengarahkan saya selama menempuh studi di program studi teknik komputer UPI sekaligus menyetujui ide seminar proposal penulis.

6. Rekan-rekan mahasiswa dan *civitas* akademik UPI yang telah membantu penulis menyelesaikan penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif, khususnya dalam bidang teknologi robotika bawah air dan pengembangan sistem kontrol visual.

Bandung, 26 Agustus 2025

Muhamad Haidar Al-Farruq

PENGEMBANGAN PROTOTIPE *REMOTELY OPERATED VEHICLE* DENGAN KENDALI KAMERA *PAN-TILT* BERBASIS APLIKASI *MOBILE*

Muhamad Haidar Al-Farruq

2103995

ABSTRAK

Inspeksi visual bawah air seringkali terkendala oleh sudut pandang yang terbatas pada *Remotely Operated Vehicle* (ROV) konvensional, sehingga mengurangi efektivitas observasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji fungsionalitas prototipe ROV yang dilengkapi dengan sistem kamera *Pan-Tilt* berbasis aplikasi *mobile* untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah *Design and Development* (D&D). Sistem dikembangkan dengan Raspberry Pi sebagai unit pengendali utama, yang mengontrol empat buah *thruster* motor DC dan mekanisme kamera *Pan-Tilt* kustom. Operator mengendalikan ROV menggunakan aplikasi *mobile*, di mana data perintah dikirim melalui protokol MQTT dan visualisasi diterima melalui *streaming* MJPEG. Pengujian fungsionalitas dilakukan dengan metode *black box* pada lingkup uji kering. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen perangkat keras dan lunak berfungsi sesuai harapan. Kinerja visual sangat responsif, dengan mekanisme kamera *Pan-Tilt* mampu bergerak vertikal dan horizontal sesuai *input* operator dengan latensi tampilan di bawah 500 ms. Pengujian koordinasi *thruster* di darat berhasil memvalidasi bahwa seluruh rantai komando dari aplikasi hingga aktivasi kombinasi motor bekerja secara sinkron sesuai logika manuver yang dirancang. Disimpulkan bahwa prototipe ROV ini berhasil dikembangkan dan divalidasi secara fungsional, menunjukkan potensi sebagai solusi inspeksi visual bawah air yang fleksibel dengan sistem kontrol dan aktuator yang telah terbukti bekerja sesuai perancangan.

Kata Kunci: *Remotely Operated Vehicle* (ROV), Kamera *Pan-Tilt*, MQTT, Raspberry Pi, Aplikasi *Mobile*.

DEVELOPMENT OF A REMOTELY OPERATED VEHICLE PROTOTYPE WITH MOBILE APPLICATION-BASED PAN-TILT CAMERA CONTROL

Muhamad Haidar Al-Farruq

2103995

ABSTRACT

Underwater visual inspection is often limited by the narrow field of view of conventional Remotely Operated Vehicles (ROVs), which reduces observation effectiveness. This study aims to design, build, and test the functionality of an ROV prototype equipped with a Pan-Tilt camera system controlled via a mobile application to overcome these limitations. The research method used is Design and Development (D&D). The system was developed with a Raspberry Pi as the main control unit, managing four DC motor thrusters and a custom Pan-Tilt camera mechanism. The operator controls the ROV using a mobile application, where command data is transmitted through the MQTT protocol and visualization is received via MJPEG streaming. Functional testing was carried out using the black-box method in a dry test environment. The results show that all hardware and software components functioned as expected. The visual performance was highly responsive, with the Pan-Tilt camera mechanism able to move vertically and horizontally according to the operator's input, with display latency under 500 ms. Thruster coordination testing on land validated that the entire command chain, from the application to motor combination activation, worked synchronously according to the designed maneuver logic. It is concluded that the ROV prototype was successfully developed and functionally validated, demonstrating potential as a flexible underwater visual inspection solution with proven control and actuator systems operating as designed.

***Keywords**: Remotely Operated Vehicle (ROV), Pan-Tilt Camera, MQTT, Raspberry Pi, Mobile Application.*

DAFTAR ISI

HALAMAN HAK CIPTA i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME iii
KATA PENGANTAR iv
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR PERSAMAAN xiii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Penelitian 1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 5
1.5.1 Manfaat Teoritis 6
1.5.2 Manfaat Praktis 6
1.6 Struktur Organisasi Skripsi 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
2.1 *Remotely Operated Vehicle* (ROV) 8
2.2 Hukum Archimedes 8
2.3 Kamera berbasis *Pan-Tilt* 9
2.4 Aplikasi berbasis *Mobile* 10
2.5 *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) 10

2.6 *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) 10
2.7 Penelitian Sebelumnya 10
2.8 Kerangka Pemikiran 11
BAB III METODE PENELITIAN 13
3.1 Analisis 14
3.2 Desain 14
3.2.1 Blok Diagram Sistem 14
3.2.2 Diagram Arsitektur Sistem 17
3.2.3 Alur Kerja Sistem 17
3.2.4 *Use Case* Diagram Sistem 19
3.2.5 Desain Rangka ROV 19
3.2.6 Desain Kamera *Pan-Tilt* 21
3.2.7 Perancangan *Wiring* ROV 22
3.2.8 Desain Aplikasi berbasis *Mobile* 24
3.3 Pengembangan 26
3.3.1 Pembuatan Rangka ROV 26
3.3.2 Pemasangan *Brushless* Motor DC 26
3.3.3 Perakitan Kamera *Pan-Tilt* 26
3.3.4 Pembuatan aplikasi *mobile* dan *Scripting* 26
3.3.5 Integrasi Sistem 27
3.4 Evaluasi 27
3.4.1 Pengujian Unit 28
3.4.2 Pengujian Sistem 31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 35
4.1 Hasil Perancangan Sistem 35
4.1.1 Hasil Desain ROV 35
4.1.2 Hasil Desain Kamera *Pan-Tilt* 36
4.1.3 Hasil Desain Aplikasi Berbasis *Mobile* 37
4.2 Deskripsi Kerja Alat 38
4.2.1 Konfigurasi Sistem 38

4.2.2 Prosedur Pengoperasian Alat 42
4.3 Hasil Pengujian Unit.....43
4.3.1 Hasil Pengujian Aplikasi berbasis *Mobile* 43
4.3.2 Hasil Pengujian Gerakan BLDC Motor 46
4.4 Hasil Pengujian Sistem.....49
4.4.1 Hasil Pengujian Kinerja Visual ROV 49
4.4.2 Hasil Pengujian Koordinasi *Thruster*.....50
4.5 Analisis Hasil Pengujian.....52
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 53
5.1 Simpulan.....53
5.2 Saran 53
DAFTAR PUSTAKA 55
LAMPIRAN 57

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Skenario Pengujian Kinerja Pengiriman Data 28
Tabel 3.2 Tabel Skenario Pengujian Kinerja *Streaming* 30
Tabel 3.3 Tabel Skenario Pengujian Motor DC 31
Tabel 3.4 Tabel Skenario Pengujian Kinerja Visual ROV 32
Tabel 3.5 Tabel Skenario Pengujian Koordinasi Motor DC 33
Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengujian Aplikasi berbasis *Mobile* 44
Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengukuran FPS Aplikasi berbasis *Mobile* 46
Tabel 4.3 Tabel Hasil Uji Coba Motor DC 48
Tabel 4.4 Tabel Hasil Uji Coba Kinerja Visual ROV 49
Tabel 4.5 Tabel Hasil Uji Coba Koordinasi Motor DC 51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Referensi kamera berbasis *Pan-Tilt* (Gitakarma dkk., 2015) 9
Gambar 3.1 Fase-Fase Proyek pada Metode *Design and Development* 13
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem ROV 15
Gambar 3.3 Arsitektur Diagram ROV 17
Gambar 3.4 Alur Kerja Sistem ROV 18
Gambar 3.5 *Use Case* Disagram Sistem ROV 19
Gambar 3.6 Rancangan Desain Rangka ROV 20
Gambar 3.7 Kesetimbangan Hirostatis 21
Gambar 3.8 *Bracket Servomotor Pan-Tilt* 21
Gambar 3.9 Kamera Xiaomi XIAOVV 22
Gambar 3.10 Skema *Wiring* Diagram Sistem ROV 23
Gambar 3.11 Desain *Mockup* Aplikasi "Mizu Diver Controller" di Figma 25
Gambar 4.1 Hasil Desain *Ground Control System* 36
Gambar 4.2 Hasil Desain Kamera *Pan-Tilt* 37
Gambar 4.3 Hasil Tampilan Konfigurasi Jaringan 38
Gambar 4.4 Hasil Antarmuka Pengoperasian ROV 38
Gambar 4.5 SSID Router yang Terhubung 39
Gambar 4.6 Tampilan Desktop Raspberry Pi 40
Gambar 4.7 Program ROV yang Berjalan Pada Raspberry Pi 41
Gambar 4.8 Tampilan Konfigurasi Aplikasi 41
Gambar 4.9 Tampilan Kontrol ROV 42
Gambar 4.10 Uji Coba Motor DC 47

DAFTAR PERSAMAAN

(1) 8

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. *Timeline* Penelitian 57
Lampiran 2. Link Administrasi Penelitian 58
Lampiran 3. Link M2MQTTUnityClient *by* gpvigano 58
Lampiran 4. Link MJPEG *Stream* Decoder *by* lightfromshadows.....58
Lampiran 5. *Script* Unity PublishJoystickValue.cs.....58
Lampiran 6. *Script* Unity M2MQTTCustom.cs 61
Lampiran 7. *Script* Unity MJPEGStreamDecoder.cs.....65
Lampiran 8. *Script* Unity ConfigurationPanelAppearance.cs 68
Lampiran 9. Program python main.py 69
Lampiran 10. Program python pigpiod_initilaizer.py:.....70
Lampiran 11. Program python mjpeg_streamer.py.....70
Lampiran 12. Program python mqtt_client_handler.py 71
Lampiran 13. Program python servo_controller.py: 72
Lampiran 14. Bukti Turnitin 73
Lampiran 15. Bukti Cek AI.....73

DAFTAR PUSTAKA

Ross, C. T. (2006). A conceptual design of an underwater vehicle. *Ocean Engineering*, 33(16), 2087-2104.

Santo Gitakarma, M. (2014). Alat bantu survey bawah air menggunakan Amoba, Robot berbasis ROV. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 3(2).

Hartawan, M. B., Syafiq, M. I., Mumtaz, F. I., Suryadi, F. D., & Sahara, S. (2023). Analisis Spesifikasi Kerusakan Lambung Kapal yang Melakukan Perbaikan di PT Dok dan Perkapalan Kodja Bahari Galangan II. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(13), 674-682.

Rohmah, A. F. M., Zudhan, A., & Setiaji, B. (2023). Analisis Tenggelamnya Kapal Di Waduk Kedung Ombo Menggunakan Konsep Hukum Archimedes. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (Jupiter)*, 4(2), 15-20.

Qiu, C., Wu, Z., Kong, S., & Yu, J. (2021). An underwater micro cable-driven *Pan-Tilt* binocular vision system with spherical refraction calibration. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 70, 1-13.

He, Y., Wang, D. B., & Ali, Z. A. (2020). A review of different designs and control models of remotely operated underwater vehicle. *Measurement and Control*, 53(9-10), 1561-1570.

Hu, S., Shimasaki, K., Jiang, M., Senoo, T., & Ishii, I. (2021). A simultaneous multi-object zooming system using an ultrafast *Pan-Tilt* camera. *IEEE Sensors Journal*, 21(7), 9436-9448.

Hakim, A. (2014). Desain Bentuk Lambung ROV Sebagai Alat Inspeksi Visual Bawah Laut Di Daerah Kolam Pelabuhan. (Disertasi). Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh November.

Richey, R.C., & Klein, J.D. (2007). Design and Development Research: Methods, Strategies, and Issues. London: Routledge.

McLean, D. L., Parsons, M. J., Gates, A. R., Benfield, M. C., Bond, T., Booth, D. J., ... & Jones, D. O. (2020). Enhancing the scientific value of industry remotely operated vehicles (ROVs) in our oceans. *Frontiers in Marine Science*, 7, 220.

Rindo, G., Samuel, S., Misbahudin, S., Maulana, T. A., & Aulia, M. N. (2020). Findev (Fish Finder and Visual Imaging Remote Underwater Vehicle) Inovasi Robot Bawah Air Untuk Melakukan Pencitraan Visual Dan Penjejak Ikan. *Jurnal Integrasi*, 12(1), 48-54.

Ab Rahim, K. A. B., Zain, Z. M., Harun, N., & Noh, M. M. (2016). "Hull Design for ROV with Four Thrusters (X4-ROV)". Dalam *The National Conference for Postgraduate Research 2016*, Universiti Malaysia Pahang.

Harun, R. S., Fhanisworo, Z., & Anshar, A. (2022). Identifikasi Potensi Kerusakan Pada Bottom Outlet Bendungan Paselloreng. *Jurnal Teknik Hidro*, 15(1), 1-11.

Ji, Y., Amano, R. S., & Perez, R. A. (2009). Modeling and control of underwater pan/tilt camera tracking system. Dalam *International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference* (Vol. 48999, pp. 329-335).

Purba, H. L., Sukamta, S., & Sadono, K. W. (2023). Penilaian Risiko Bendungan Tilong Berbasis Metode Indeks Risiko. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 49-60.

Rahmad, I. F., Doni, R., & Ekadiansyah, E. (2022). Perancangan Alat Bantu Survey Kualitas Air Kolam Renang Menggunakan Robot Remotely Operated Vehicle (ROV). *Journal of Scientech Research and Development*, 4(1), 096-105.

Irawan, F., & Yulianto, A. (2015). Perancangan Prototype Robot Observasi Bawah Air dan Kontrol Hovering Menggunakan Metode PID Control. *Jurnal Sains dan Informatika*, 1(1), 63-70.

Azis, F. A., Aras, M. S. M., Rashid, M. Z. A., Othman, M. N., & Abdullah, S. S. (2012). Problem identification for underwater remotely operated vehicle (ROV): A case study. *Procedia Engineering*, 41, 554-560.

Susianti, E., Syahputra, N. A., Wibowo, A. U., & Maria, P. S. (2021). Rancang Bangun Robot Observasi Bawah Air-ROV (Remotely Operated Vehicle) Menggunakan Arduino UNO. *Jurnal ELEMENTER (Elektro dan Mesin Terapan)*, 7(2), 126-136.

Vansteenwegen, D., Ruddick, K., Cattrijsse, A., Vanhellemont, Q., & Beck, M. (2019). The pan-and-tilt hyperspectral radiometer system (PANTHYR) for autonomous satellite validation measurements—Prototype design and testing. *Remote Sensing*, 11(11), 1360.