

BAB I

LATAR BELAKANG PROYEK

1.1 Pengantar

1.1.1 Ringkasan Isi Dokumen

Dokumen ini membahas tentang pengembangan robot untuk misi pencarian dan penyelamatan, yang diikutsertakan dalam Kontes Robot Bawah Air Indonesia (KRBAI) dan Kontes Robot SAR Indonesia (KRSRI). Robot dirancang untuk menjalankan tugas sesuai skenario kompetisi, seperti menavigasi lintasan, menghindari rintangan, membawa objek, dan menyelesaikan misi penyelamatan. Pembahasan dalam dokumen meliputi latar belakang pengembangan, tujuan, serta rencana implementasi. Robot dinilai memiliki potensi besar untuk mendukung kemajuan teknologi robotika di bidang kemanusiaan, khususnya dalam situasi darurat di lingkungan darat dan bawah air. Dokumen ini juga mencakup perencanaan sumber daya, estimasi biaya, jadwal pelaksanaan (timeline), serta peran dari pihak-pihak yang terlibat dalam proses pengembangan

1.1.2 Tujuan Penulisan dan Aplikasi/Kegunaan Dokumen

Dokumen ini disusun untuk menjelaskan konsep dasar dan rancangan teknis dari robot yang dikembangkan untuk kompetisi KRBAI dan KRSRI. Tujuannya adalah memberikan gambaran menyeluruh mengenai latar belakang, ide pengembangan, nilai fungsi, serta potensi penerapan robot dalam skenario nyata. Selain menjadi panduan teknis, dokumen ini juga bertujuan memberikan informasi yang jelas kepada pihak-pihak terkait, seperti pengembang, pembimbing, juri, sponsor, dan instansi pendukung lainnya, mengenai proses perancangan, pembuatan, serta pengujian robot hingga siap digunakan dalam kompetisi dan aplikasi lebih lanjut.

1.2 Masalah

1.2.1 Latar Belakang Masalah

Captone ini merancang dua jenis robot yang digunakan untuk mengikuti ajang Kontes Robot Indonesia (KRI) yang diselenggarakan setiap tahunnya. Adapun robot yang dirancang adalah sebagai berikut:

1.2.1.1 Kontes Robot Bawah Air Indonesia (KRBAI)

Di era teknologi dengan otomasi robotika yang sangat berkembang pesat pada saat ini khususnya dunia industri. Perlombaan tahunan pada tingkat mahasiswa di bidang robotika yaitu KRI (Kontes Robot Indonesia) merupakan ajang pembuktian inovasi dan kreativitas tingkat mahasiswa [1]. KRI ini diselenggarakan oleh Balai Pengembangan Talenta Indonesia (BPTI), Pusat Prestasi Nasional (Puspresnas), Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. KRI ini bisa diikuti oleh semua mahasiswa pada akademi besar yang tercatat di Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia [2],[3].

Salah satu divisi KRI yaitu KRBAI yang merupakan kompetisi pengembangan teknologi dan desain inovasi robot untuk melakukan gerakan dasar pada robot otonom bawah air secara mandiri. Selain gerakan dasar seperti kemampuan menyelam dan bergerak, Robot Tersebut harus memiliki kemampuan manuver untuk menghindari rintangan, memiliki kemampuan dalam mendeteksi objek kemudian mengambil dan meletakkan pada target berupa drum berwarna merah[3]. Dalam kompetisi ini image processing menjadi teknologi utama untuk mendukung kemampuan robot dalam mendeteksi objek tersebut. Dalam image processing terdapat empat cara utama dalam pemrosesan diantaranya; pertama classification yaitu memberikan label kelas pada objek, kedua Edge Detection yaitu mendeteksi untuk memahami bentuknya, ketiga segmentation untuk memisahkan objek utama dari latar belakang, dan yang terakhir filtering untuk mengurangi noise visual dalam gambar untuk menghasilkan data yang lebih bersih[4].

Produk yang dirancang merupakan pengembangan dari robot bawah air sebelumnya yang telah mampu mendeteksi objek, namun hasil deteksinya belum maksimal. Sistem ini pengendalian penggerak dan sensor masih perlu dikembangkan untuk meningkatkan performa robot. Oleh karena itu, diperlukan riset lebih lanjut guna meningkatkan kemampuan deteksi dan respons robot dalam menjalankan tugas kompetisi[12]. Fokus utama pengembangan robot pada kompetisi mendatang dapat lebih optimal dan mampu menyelesaikan tugas dengan lebih baik.

1.2.1.2 Kontes Robot SAR Indonesia (KRSRI)

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak di wilayah khatulistiwa dengan kondisi geografis yang kompleks, mulai dari dataran rendah hingga pegunungan tinggi. Keragaman morfologi ini dipengaruhi oleh aktivitas tektonik karena Indonesia berada di pertemuan tiga lempeng utama: Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik. Interaksi ketiganya membentuk zona subduksi, jalur gunung api, patahan aktif, dan Kawasan rawan gempa, menjadikan Indonesia salah satu negara dengan aktivitas seismic tertinggi di dunia. Beberapa gempa besar yang pernah terjadi antara lain di Aceh (2004), Nias (2005), Yogyakarta (2006), Tasikmalaya (2009), dan Padang (2009) [13]. Untuk mengurangi risiko bencana gempa, evakuasi harus dilakukan dengan cepat dan terkoordinasi. Tim penyelamat biasanya dilengkapi dengan peralatan dan anjing pelacak untuk menjangkau area sulit. Namun, keterbatasan komunikasi dengan anjing pelacak serta potensi runtuhnya bangunan akibat kerusakan structural menjadi tantangan serius bagi keselamatan tim penyelamat [14].

Seiring dengan perkembangan teknologi, dibutuhkan perangkat yang dapat membantu proses pencarian dan evakuasi korban bencana gempa bumi, terutama alat yang mampu mendeteksi keberadaan korban berdasarkan suhu tubuh yang dipancarkan. Salah satu Solusi yang efektif adalah penggunaan robot pencari dan penyelamat, khususnya untuk menjangkau area sempit, berbahaya, dan sulit diakses oleh manusia [15]. Robot ini dirancang untuk beroperasi secara otomatis di medan terbatas, dengan sistem kendali yang handal serta adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan. Sebagai Upaya pengembangan teknologi tersebut, Kontes Robot Indonesia (KRI) diselenggarakan setiap tahun sebagai wadah inovasi dan pengujian robot SAR (*Search and Rescue*). Dalam kompetisi ini, robot ditantang untuk melewati berbagai rintangan yang merepresentasikan kondisi pasca bencana gempa bumi, seperti jalan miring, jalan pecah, jalan berpuing, dan jalan berlumpur, serta mengevakuasi korban dari Lokasi tertentu menuju zona aman (*safety zone*) yang telah ditentukan sebelumnya.

Metode *Alternating Tripod Gait* merupakan pola pergerakan yang kaki robot dibagi menjadi dua kelompok, masing-masing terdiri dari tiga kaki yang bergerak secara bergantian. Dalam penerapannya, robot dapat memilih untuk

melewati rintangan yang berada di sisi kanan atau kiri, tergantung pada kondisi arena. Sebagai contoh, ketika robot memilih jalur kanan, maka robot akan melintasi rintangan di sisi kanan dan mengabaikan rintangan di sisi kiri. Selain menggunakan metode *Alternating Tripod Gait*, system ini juga menerapkan metode *mapping* yang berfungsi untuk memetakan konfigurasi arena pertandingan secara menyeluruh guna mendukung navigasi yang efisien.

1.2.2 Informasi Pendukung

Informasi pendukung ini mencakup peraturan yang berlaku bagi dua jenis robot dalam perlombaan Kontes Robot Indonesia (KRI), yaitu:

1.2.2.1 KRBAI

Saat ini, teknologi robot telah mengalami banyak inovasi baru yang diterapkan dalam berbagai bidang, seperti industri manufaktur, transportasi, layanan kesehatan, pendidikan, penanggulangan bencana alam dan observasi [7]. Selain itu, kemampuan robot untuk beradaptasi terus berkembang, memungkinkan mereka bekerja di berbagai lingkungan termasuk di darat, air, udara hingga luar angkasa. Indonesia yang dikenal sebagai negara maritim memiliki laut yang lebih luas dibanding daratan. Luas laut mencapai sekitar 3,1 juta km² atau sekitar 62% dari total wilayahnya [8]. Berdasarkan karakteristik wilayah yang didominasi oleh perairan, pengembangan potensi unggulan di sektor kelautan memiliki prospek yang sangat menjanjikan. Namun demikian, resiko bencana alam atau kecelakaan di wilayah laut juga tidak dapat dihindari. Pada periode 2018-2024, tercatat sekitar 130 kasus kecelakaan kapal laut di Indonesia, dengan hampir 50% diantaranya melibatkan kapal tenggelam dan pesawat jatuh [9]. Oleh karena itu, untuk mendukung tim SAR dalam melakukan pencarian serta observasi bawah laut, diperlukan pengembangan robot bawah air yang mampu proses pencarian bangkai kapal atau pesawat pada dasar laut.

1.2.2.2 KRSRI

Robot KRSRI dirancang untuk melewati berbagai macam jenis rintangan yang mempresentasikan kondisi pasca bencana, khususnya gempa bumi. Robot ini juga ditugaskan untuk mengevakuasi korban dari Lokasi tertentu menuju zona aman (*safety zone*) yang telah ditentukan. Dalam pelaksanaannya, robot harus mampu melewati empat jenis rintangan utama, yaitu jalan miring, jalan pecah, jalan

berpuing, dan jalan berlumpur, yang menggambarkan ilustrasi kondisi riil pasca bencana khususnya gempa. Untuk mencapai finish, robot harus berjalan menurun dan menaiki tangga. Dimana robot harus bergerak sendiri dan membuat keputusan sendiri tanpa dikendalikan oleh operator manusia. Dalam lintasannya terdapat 5 misi penyelamatan korban dengan total 11 rintangan yang harus dilalui.

1.2.3 Analisis Masalah

Robot ini merupakan pengembangan dari robot bawah air sebelumnya. robot tersebut telah mampu dalam mendeteksi objek tetapi kurang optimal sehingga mengurangi performa kinerja robot dalam mengambil dan menempatkan objek sesuai target. Selain itu pengendalian penggerak dan sensor dilakukan sepenuhnya oleh mikrokontroler yang membatasi efisien sistem secara keseluruhan. oleh karena itu, diperlukan riset lebih lanjut pada sistem image processing robot yang meliputi peningkatan algoritma dan pengolahan citra. Tujuan dari pengembangan ini adalah meningkatkan akurasi mendeteksi warna dan bentuk yang merupakan faktor utama dalam mempengaruhi performa robot dalam menjalani tugas-tugasnya. peningkatan kemampuan deteksi objek ini juga berfokus bekerja dengan berbagai kondisi lingkungan, seperti perbedaan cahaya, kedalaman, dan kekeruhan air. selain itu, kemampuan deteksi objek yang optimal juga akan berdampak pada efisiensi keseluruhan sistem baik segi waktu operasional maupun penggunaan energi.

1.2.3.1 Konstrain Ekonomi

Pengembangan robot ini memerlukan sumber biaya yang tidak sedikit baik dalam penelitian, pengembangan perangkat keras (hardware), maupun perangkat lunak (software). oleh karena itu, pengelolaan anggaran yang efisien menjadi sangat penting agar biaya tetap terkendali. Hal ini dilakukan tanpa mengurangi kualitas dan performa robot yang diinginkan. sehingga proyek dapat berlangsung dengan lancar dan memberikan hasil yang optimal. Pengelolaan biaya yang tepat akan memastikan bahwa seluruh tahapan pengembangan dapat diselesaikan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.

1.2.3.2 Konstrain Manufacturability (manufacturability)

Proses pengembangan dan produksi robot harus mempertimbangkan kemampuan untuk memproduksi robot secara efisien dengan memperhatikan biaya dan waktu robot. Desain robot harus dirancang sedemikian rupa agar

memungkinkan proses manufacturing yang mudah dan cepat. hal ini mencakup ketersediaan bahan, kemudahan dalam perakitan, serta biaya produksi yang terjangkau. dengan memperhatikan beberapa faktor ini produksi robot dapat dilakukan dengan optimal.

1.2.3.3 Konstrain Keberlanjutan (sustainability)

Penggunaan bahan yang sulit terurai atau memiliki jejak karbon tinggi, seperti menggunakan baterai litium dalam robot bawah air yang menghasilkan limbah berbahaya jika tidak langsung didaur ulang, merupakan faktor utama dalam pencapaian konstrain keberlanjutan. selain itu, konsumsi energi yang tinggi pada robot dengan daya besar dapat mengurangi efisiensi operasional, terutama dalam misi jangka panjang. Dalam hal ini, pemenuhan standar keberlanjutan dan lingkungan yang ditetapkan oleh pemerintah atau organisasi internasional, seperti standar emisi karbon untuk perangkat elektronik, juga sering menjadi tantangan terutama di wilayah yang tidak memiliki fasilitas lokal untuk mendaur ulang komponen ramah lingkungan, seperti baterai bekas.

1.2.3.4 Konstrain Lainnya

Pengembangan robot bawah air ini menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan algoritma pengolahan citra yang belum mampu mendeteksi objek dengan optimal dalam kondisi air keruh, kapasitas baterai yang membatasi waktu operasional, hambatan logistik akibat infrastruktur transportasi yang kurang memadai, keterlambatan pengiriman suku cadang akibat gangguan rantai pasok global. Serta keharusan untuk memenuhi regulasi dan standar keselamatan kelautan internasional, termasuk perizinan khusus untuk pengujian di wilayah tertentu.

1.2.4 Kebutuhan Yang Harus Dipenuhi

Dalam pengembangan robot bawah air, terdapat sejumlah kebutuhan yang harus dipenuhi untuk memastikan keberhasilan proyek. Kebutuhan tersebut meliputi aspek teknis, seperti sistem image processing yang andal, desain tahan tekanan air, dan efisiensi daya. Selain itu, dibutuhkan sumber daya berupa komponen berkualitas, fasilitas pengujian, peralatan pendukung, serta tenaga ahli di bidang robotika, mekanik, dan pemrograman. Aspek finansial juga menjadi prioritas, mencakup pendanaan untuk penelitian dan pengembangan (R&D), produksi, serta pemenuhan regulasi dan standar keselamatan internasional. Untuk

mendukung keberlanjutan, diperlukan penggunaan material ramah lingkungan, teknologi hemat energi, dan pengelolaan limbah yang baik.

1.2.5 Tujuan

Tujuan CDP adalah mengembangkan robot bawah air untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi deteksi dalam operasi bawah air, mendukung penelitian kelautan dan kegiatan SAR, serta mendorong inovasi teknologi melalui integrasi algoritma canggih. Selain itu, robot ini dirancang untuk bersaing dalam kompetisi, sekaligus berfungsi alat pendidikan dan kolaborasi dengan berbagai pihak.

1.3 Solusi

Sub bab ini menguraikan berbagai solusi yang diajukan untuk mengatasi permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya. Setiap solusi disusun berdasarkan analisis terhadap kebutuhan dan tujuan yang telah ditetapkan dan akan dijelaskan lebih rinci pada bagian-bagian berikutnya.

1.3.1 Karakteristik Produk

1.3.1.1 KRBAI

- **Fitur Utama:**

Robot Bawah Air yang dirancang untuk pengembangan dari robot sebelumnya yang dimana robot ini memiliki keseimbangan stabil, kecepatan arah gerak stabil, penentuan posisi yang akurat dan komponen yang memiliki komputasi cepat dan ketahanan tinggi.

- **Fitur Dasar:**

- The Cube Black
- ESC (Elektronik Speed Control)
- Thruster T200
- Motor Servo SPT5435LV
- Driver Nvidia Jetson Nano KIT-B01
- Kamera Brica B-PRO5 Alpha

- **Fitur Tambahan:**

- Sensor tekanan air SEN0257 Gravity
- Sensor hujan/ sensor kebocoran
- Switch Magnet

- Emergency button
- Sifat solusi yang diharapkan
 - Mudah digunakan dengan sistem yang mampu menjalankan program kompleks secara efisien
 - Harga terjangkau untuk mendukung biaya pengembangan yang optimal.
 - Tidak membutuhkan perawatan yang terlalu intensif

1.3.1.2 KRSRI

- Fitur Utama:

Robot SAR yang di rancang untuk pengembangan dari robot sebelumnya yang Dimana robot ini memiliki keseimbangan stabil, kecepatan arah Gerak stabil, penentuan posisi yang akurat dan komponen yang memiliki komputasi cepat dan ketahanan tinggi.

- Fitur Dasar:
 - Mikrokontroler STM32F407
 - Sensor PING
 - Sensor IR
 - Camera Pixy
 - Start Button
- Fitur Tambahan
 - Buzzer
 - LED Indikator
 - Servo AX-18A
 - Servo 1181MG
- Sifat Solusi yang diharapkan
 - Mudah digunakan sebab mikrokontroler tersebut memiliki memori yang besar, sehingga pengguna dapat menyimpan program yang besar dan kompleks dengan 256 Kb flash memory.
 - Harga terjangkau
 - Tidak membutuhkan perawatan yang terlalu intensif

1.3.2 Usulan Solusi

Pada usulan solusi tugas akhir ini memiliki beberapa solusi yang digunakan pada setiap robot yang telah dirancang berikut usulan solusi yang telah digunakan untuk dua robot tersebut:

1.3.2.1 KRBAI

1.3.2.1.1 Solusi 1

Penerapan algoritma You Only Look Once versi 5 (YOLOv5) yang dikombinasikan dengan kamera IMX219-170 pada robot bawah air dapat meningkatkan kemampuan deteksi objek serta mendukung sistem navigasi secara efisien. Algoritma YOLOv5 merupakan metode deteksi objek berbasis deep learning yang memiliki keunggulan dalam hal kecepatan pemrosesan dan akurasi deteksi secara real time. Kemampuan ini memungkinkan robot untuk mengidentifikasi objek serta mengenali keberadaan rintangan di lingkungan bawah air dengan lebih responsif dan akurat. Kamera IMX219-170 memiliki resolusi tinggi sebesar 3280 x 2464 piksel dan sudut pandang lebar sebesar 170 derajat yang memungkinkan pengambilan citra dengan kualitas tinggi serta cangkupan area luas. Integrasi antara kamera IMX219-170 dan algoritma YOLOv5 memberikan sistem persepsi visual yang handal dalam menghadapi tantangan khas lingkungan bawah air, seperti pencahayaan rendah dan medan yang kompleks. Sistem ini mampu melakukan proses deteksi dan pengambilan keputusan secara simultan, sehingga mendukung efektifitas navigasi robot secara keseluruhan.

1.3.2.1.2 Solusi 2

Implementasi algoritma You Only Look Once versi 10 (YOLOv10) yang dipadukan dengan kamera Brica B-PRO5 Alpha pada sistem robot bawah air bertujuan untuk meningkatkan efisiensi proses deteksi objek serta mendukung pengambilan keputusan secara real time dalam kondisi lingkungan yang dinamis. YOLOv10 merupakan pengembangan terkini dari keluarga algoritma YOLO, yang menawarkan peningkatan performa dalam hal akurasi pendeteksian objek kecil, efisiensi pemrosesan data. Kamera Brica B-PRO5 Alpha dipilih karena kemampuannya dalam merekam citra beresolusi tinggi serta ketahanannya terhadap tekanan air yang menjadikannya sesuai untuk aplikasi di lingkungan bawah air. Kamera ini mampu menangkap data visual yang menjadi input utama bagi algoritma

YOLOv10 dalam mengenali objek atau hambatan di sekitar robot secara cepat dan tepat. integrasi antara kamera Brica B-PRO5 Alpha dengan YOLOv10 memungkinkan sistem robot untuk navigasi lintasan dan melakukan pengambilan keputusan secara cepat dan tepat, sehingga meningkatkan efektivitas operasional robot secara keseluruhan.

1.3.2.2 KRSRI

1.3.2.2.1 Solusi 1

Pada pertandingan KRSRI regional dan nasional, robot DOME menggunakan satu jenis mode awal (*Home/start*), yaitu *Non-Arbitrary start*. Dalam mode ini, posisi awal robot ditentukan secara tetap dan tidak acak. Untuk mengenali posisi awal tersebut, digunakan metode *mapping trial start* yang dilakukan dari dua titik ruang, yaitu ruang satu dan ruang dua.

Pada setiap trial, diterapkan empat jenis algoritma. Algoritma ini dirancang agar robot dapat mengidentifikasi secara otomatis trial mana yang sedang dijalankan berdasarkan karakteristik lintasan atau posisi awal. Oleh karena itu, robot dibekali dengan algoritma khusus yang mampu mendeteksi dan mengenali posisi start secara mandiri, tanpa perlu intervensi dari operator. Kemampuan ini penting untuk memastikan bahwa robot dapat beroperasi secara otonom dan responsif sesuai dengan ketentuan lomba.

1.3.2.2.2 Solusi 2

Sistem robot dirancang juga dengan kemampuan mengenali posisi awal berdasarkan identifikasi visual dan karakteristik arena menggunakan kamera dan algoritma pemetaan berbasis visi. Dalam pendekatan ini, robot dilengkapi dengan sensor visual seperti kamera pixy2 yang terintegrasi dengan algoritma deteksi berbasis YOLO (*You Only Look Once*). Sistem ini memungkinkan robot mengenali elemen-elemen spesifik dari arena, seperti pola warna, bentuk, atau objek tertentu yang menjadi penanda posisi start.

Data visual yang diperoleh akan diproses oleh prosesor utama, seperti NVIDIA Jetson, untuk dianalisis dan dipetakan terhadap konfigurasi lintasan yang telah diprogram sebelumnya. Dengan metode ini, robot tidak hanya bergantung pada lintasan uji coba (*trial*) tetap, melainkan mampu menyesuaikan diri terhadap variasi kondisi arena secara adaptif. Solusi ini memberikan fleksibilitas yang tinggi

dalam identifikasi posisi awal, serta meningkatkan ketepatan navigasi dan efisiensi proses evakuasi dalam simulasi kondisi pasca bencana.

1.3.3 Analisis Usulan Solusi

Usulan solusi dari kedua robot di atas dapat di analisis sebagai berikut:

1.3.3.1 KRBAI

Solusi pertama menggunakan algoritma YOLOv5 dan kamera IMX219-170 memiliki keunggulan pada resolusi tinggi dan sudut pandang yang luas, sehingga memungkinkan deteksi objek dengan cakupan area yang besar. Namun, resolusi ini memerlukan integrasi perangkat yang kompleks serta konsumsi daya dan sumber daya pemrosesan yang relatif tinggi yang dapat menjadikan kendala dalam aplikasi robot bawah air.

Solusi kedua mengadopsi algoritma YOLOv10 dengan kamera Brica B-PRO5 Alpha yang memiliki ketahanan fisik lebih baik terhadap tekanan dan kondisi lingkungan bawah air. Algoritma YOLOv10 juga menawarkan peningkatan akurasi dan kecepatan pemrosesan dibandingkan versi sebelumnya serta kemudahan implementasi sistem secara keseluruhan.

1.3.3.2 KRSRI

Analisa perbandingan antara solusi 1 dan solusi 2 menunjukkan perbedaan utama dalam pendekatan teknologi dan kemampuan adaptasi. Solusi 1 mengandalkan algoritma tetap berbasis mapping trial start, cocok untuk arena tetap seperti pada kompetisi regional. Solusi ini lebih sederhana dan hemat sumber daya, namun kurang adaptif terhadap perubahan lingkungan.

Sementara itu, Solusi 2 menggunakan kamera pixy2 dan algoritma YOLO untuk mengenali posisi awal secara visual, memungkinkan robot beradaptasi dengan arena yang dinamis. Meskipun lebih kompleks secara teknis, Solusi 2 menawarkan fleksibilitas, akurasi, dan tingkat otonom yang lebih tinggi.

1.3.4 Solusi Yang Dipilih

Solusi yang dipilih dari setiap robot adalah sebagai berikut:

1.3.4.1 KRBAI

Solusi yang dipilih adalah solusi yang kedua yaitu penerapan algoritma YOLOv10 yang direkomendasikan dengan kamera kamera Brica B-PRO5 Alpha.

YOLOv10 merupakan algoritma deteksi objek berbasis deep learning yang unggul dalam mendeteksi objek secara real time dengan tingkat akurasi tinggi yang sangat cocok untuk kondisi lingkungan bawah air yang dinamis dan minim cahaya. Dan kamera Brica B-PRO5 Alpha yang mendukung akuisisi citra berkualitas tinggi serta memiliki ketahanan terhadap air, sehingga dapat menangkap kondisi visual secara luas dan jelas. hal ini memperkuat efektivitas YOLOv10 dalam mengenali objek target dan rintangan di sekitar robot.

1.3.4.2 KRSRI

Solusi yang yang diterapkan adalah menggabungkan kedua pendekatan tersebut. Pada kontes tingkat regional, robot DOME menggunakan satu jenis mode awal (Home/start) yang bersifat, di mana hanya satu arena digunakan selama kompetisi. Sementara itu, pada saat nasional, robot DOME juga menggunakan mode awal, namun dengan dua opsi posisi start yang dapat dipilih untuk menjalankan robot. Selain itu, sistem robot juga dilengkapi dengan metode mapping untuk memetakan konfigurasi arena perlombaan serta teknologi YOLO (You Only Look Once) untuk mendeteksi objek secara real-time, sehingga meningkatkan akurasi navigasi dan efisiensi dalam pencarian serta evakuasi korban.

1.4 Perencanaan Pasar

1.4.1 Perkiraan Biaya

1.4.1.1 KRBAI

Semakin berkembangnya teknologi robotika maka semakin pula robot yang dibutuhkan untuk berbagai macam tujuan. Robot-robot jenis robot seperti ROV Victor 6000 dan robot Amoba ROV yang digunakan untuk pencarian bangkai kapal dan pesawat pada dasar laut. Sama seperti robot yang dijelaskan diatas, robot bawah air juga digunakan dalam kontes robot indonesia untuk bertanding melewati gate dan obstacle. Maka dari itu dibutuhkan riset untuk perkembangan khususnya pada pembuatan robot dengan menggunakan image processing dengan menggunakan AI Yolo V5.

Dari perkiraan biaya riset dengan rincian harga produksi adalah sebesar Rp. 48.100.000. menurut perkiraan. Dapat dijual dengan harga Rp. 51.000.000. terdapat keuntungan sebesar Rp. 2.900.000 dalam penjualan unitnya.

- Product Cost

Tabel 1. 1 Rincian Produk Underwater Robot

Pengeluaran	Harga	Jumlah	Total
ESC	Rp. 175.000	6 buah	Rp. 1.050.000
Plat Aluminium + Cutting	Rp. 2.000.000	1 set	Rp. 2.000.00
Komponen Main shield Arduino	Rp. 150.000	1 set	Rp. 150.000
Baterai Lipo 14V 4S	Rp. 500.000	2 buah	Rp. 1.000.000
Komponen Emergency Button	Rp. 150.000	1 set	Rp. 150.000
Trushter T200	Rp. 3.200.000	6 buah	Rp.19.200.000
Biaya Lain-lain	Rp. 500.000	1 set	Rp. 500.000
Total			Rp. 24.050.000

- Development const

Tabel 1. 2 Rincian Produk Development

Nama	Harga	Jumlah	Total
Engineer Maintenance	Rp.3.000.000	2 orang x 3 bulan	Rp. 18.000.000
Penelitian dan pengembangan (R&D)	Rp.2.000.000	1	Rp. 2.000.000

Desain dan perancangan	Rp.1.000.000	1	Rp. 1.000.000
Infrastruktur dan peralatan	Rp1.500.000	1	Rp. 1.500.000
Jumlah Total			Rp. 22.500.000

1.4.1.2 KRSRI

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi robotika, kebutuhan akan berbagai jenis robot untuk beragam tujuan pun semakin meningkat. Beberapa jenis robot yang telah dikembangkan antara lain robot pointer (RoPo), robot dengan lengan fleksibel (snake arm robot) dan robot yang menggunakan teknologi AI dan sensor untuk navigasi serta deteksi korban, khususnya dalam misi pencarian korban gempa bumi yang tertimbun reruntuhan bangunan. Sejalan dengan hal tersebut, robot SAR juga digunakan dalam ajang kontes robot Indonesia (KRI), di mana robot dituntut untuk mampu melewati berbagai rintangan dan menemukan korban di area yang disimulasikan sebagai zona bencana. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian lanjutan dalam pengembangan robot SAR, khususnya dengan penerapan image processing berbasis AI menggunakan algoritma YOLOv5 untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi deteksi korban.

Dari perkiraan biaya riset dengan rincian harga produksi adalah sebesar Rp. 36.724.000. menurut perkiraan. Dapat dijual dengan harga Rp. 50.000.000. terdapat keuntungan sebesar Rp. 13.276.000 dalam penjualan per unitnya.

- Product cost

Tabel 1. 3 Rincian Produk Robot SAR

Pengeluaran	Harga	Jumlah	Total
Servo AX-18A	Rp. 1.800.000	18 buah	Rp. 32.400.000
Servo 1181MG	Rp. 125.000	4 buah	Rp. 500.000
Akrilik+cuting	Rp. 100.000	1 set	Rp. 100.000

Komponen Main shield STM32F407	Rp. 150.000	1 set	Rp. 150.000
Baterai Lipo 11.5v 3s	Rp. 500.000	2 buah	Rp. 1.000.000
Kamera pixy	Rp. 1.200.000	1 buah	Rp. 1.200.000
Sensor PING	Rp. 12.000	8 buah	Rp.96.000
Sensor IR	Rp. 78.000	8 buah	Rp. 624.000
Filament	Rp. 154.000	1 buah	Rp. 154.000
Biaya lain-lain	Rp. 500.000	1 set	Rp. 500.000
Total			Rp. 36.724.000

- Development const

Tabel 1. 4 Rincian Produk Development

Nama	Harga	Jumlah	Total
Engineer Maintenance	Rp. 3.000.000	2 orang x 3 bulan	Rp. 18.000.000
Penelitian dan pengembangan (R&D)	Rp. 2.000.000	1	Rp. 2.000.000
Desain dan perancangan	Rp. 1.000.000	1	Rp. 1.000.000
Infrastruktur dan peralatan	Rp. 1.500.000	1	Rp. 1.500.000
Jumlah Total			Rp. 22.500.000

1.4.2 Analisa Finansial

1.4.2.1 KRBAI

Seiring dengan berkembangnya teknologi robotika, kebutuhan akan robot untuk berbagai tujuan semakin meningkat. Beberapa jenis robot, seperti ROV Victor 6000 dan robot Amoeba ROV, digunakan dalam pencarian bangkai kapal dan

pesawat di dasar laut. Demikian pula, robot bawah air juga dimanfaatkan dalam kontes Robot Indonesia untuk melewati rintangan seperti *gate* dan *obstacle*.

Untuk mendukung perkembangan tersebut, diperlukan riset khusus, terutama dalam pengembangan robot yang memanfaatkan teknologi *Image processing* berbasis AI menggunakan algoritma Yolo v5. Estimasi biaya riset, berdasarkan tabel rincian harga produksi, mencapai Rp. 22.500.000. Selain itu, biaya untuk memproduksi satu unit robot bawah air diperkirakan sebesar Rp. 24.050.000, dengan potensi harga jual mencapai Rp. 50.000.000, sehingga menghasilkan keuntungan sebesar Rp. 3.450.000.

Analisa kelayakan investasi dilakukan dengan menggunakan metode *Net Present Value* (NPV), yang dihitung sebagai berikut:

$$NPV = Rp. 30.000.000 - Rp. 24.050.000 = Rp. 5.950.000$$

1.4.2.2 KRSRI

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi robotika, kebutuhan akan berbagai jenis robot untuk beragam tujuan pun semakin meningkat. Beberapa jenis robot yang telah dikembangkan antara lain robot pointer (RoPo), robot dengan lengan fleksibel (snake arm robot) dan robot yang menggunakan teknologi AI dan sensor untuk navigasi serta deteksi korban, khususnya dalam misi pencarian korban gempa bumi yang tertimbun reruntuhan bangunan. Sejalan dengan hal tersebut, robot SAR juga digunakan dalam ajang kontes robot Indonesia (KRI), di mana robot dituntut untuk mampu melewati berbagai rintangan dan menemukan korban di area yang disimulasikan sebagai zona bencana. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian lanjutan dalam pengembangan robot SAR, khususnya dengan penerapan *image processing* berbasis AI menggunakan algoritma YOLOv5 untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi deteksi korban.

Untuk mendukung perkembangan tersebut, diperlukan riset khusus, terutama dalam pengembangan robot yang memanfaatkan teknologi *Image processing* berbasis AI menggunakan algoritma Yolo v5. Estimasi biaya riset, berdasarkan tabel rincian harga produksi, mencapai Rp. 36.724.000 per unit, dengan potensi harga jual mencapai Rp. 50.000.000, sehingga menghasilkan keuntungan sebesar Rp. 13.276.000.

Analisa kelayakan investasi dilakukan dengan menggunakan metode *Net Present Value* (NPV), yang dihitung sebagai berikut:

$$NPV = Rp. 50.000.000 - Rp. 36.724.000 = Rp. 13.276.000$$

1.4.3 Model Bisnis

Model bisnis robot bawah air ini berfokus pada penyediaan solusi teknologi untuk industri kelautan, SAR, dan pendidikan melalui penjualan produk, layanan pemeliharaan, dan lisensi teknologi. Proposisi nilai produk meliputi efisiensi, keandalan, keberlanjutan, biaya operasional yang rendah. Distribusi dilakukan melalui penjualan langsung, kemitraan, dan pameran teknologi. Sumber pendapatan berasal dari penjualan robot, layanan servis, dan kerjasama penelitian. Mitra utama mencakup universitas, penyedia komponen, dan pemerintah, dengan fokus pada pengembangan, produksi, serta pengujian inovasi robotik keberlanjutan.

