

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Kolam renang merupakan salah satu fasilitas rekreasi yang cukup populer di kalangan masyarakat di berbagai tingkat umur mulai dari anak-anak hingga orang dewasa. Kolam renang merupakan suatu fasilitas atau tempat bangun kolam berisi air yang telah diolah dan dimanfaatkan sebagai tempat rekreasi, berenang dan olahraga air lainnya serta dilengkapi dengan fasilitas pengamanan dan kenyamanan baik yang terletak di luar ataupun di dalam bangunan[1]. Tidak hanya dijadikan sarana untuk olahraga, kolam renang juga sering kali dijadikan sarana hiburan. Namun, dibalik hiburan yang ditawarkan, terdapat risiko yang cukup serius apabila pengawasan pengunjung tidak dilakukan dengan baik. Banyak kemungkinan hal buruk yang akan terjadi di area kolam renang. Salah satunya adalah tenggelam. Beberapa kasus tenggelam diakibatkan karena lemahnya pengawasan kolam renang. Tenggelam akan menimbulkan risiko yang fatal bahkan mengakibatkan kematian. Kemungkinan terjadinya kram, tenggelam, cedera bahkan kematian juga bermula pada aktivitas berenang ini. Langkah pencegahan terjadinya tenggelam atau jenis cedera air lainnya menjadi peran bersama antara orang tua, pengawas kolam, guru pendidikan jasmani, dan instruktur renang[2]. Risiko kecelakaan yang terjadi di area kolam renang yang disebabkan karena kurangnya pengawasan sudah menjadi perhatian global. Menurut data dari *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2021, diperkirakan 300.250 orang meninggal karena tenggelam, menjadikan tenggelam sebagai ancaman kesehatan masyarakat utama di seluruh dunia. Pada tahun 2021, cedera menyumbang 7% dari total kematian global. Tenggelam adalah penyebab utama ketiga kematian akibat cedera yang tidak disengaja, terhitung 9% dari semua kematian terkait cedera[3]. Organisasi Kesehatan Dunia memperkirakan bahwa 388.000 orang meninggal karena tenggelam di seluruh dunia setiap tahun. Secara umum 90% kasus tenggelam terjadi di air tawar (danau, sungai, kolam) dan 10% terjadi di air laut. Angka korban sesungguhnya bisa lebih besar karena sering kali kematian akibat tenggelam tidak dilaporkan sehingga tidak tercatat dalam angka kematian resmi[4]. Akan tetapi,

tidak dapat dipungkiri pengawasan oleh mereka juga tidak sepenuhnya dapat mengawasi kegiatan dan aktivitas yang ada di area kolam renang. Hal ini dapat disebabkan karena jumlah penjaga kolam renang yang tidak memadai, pendamping orang tua atau guru yang bisa saja teralihkan, serta kurangnya monitoring yang dilakukan di area kolam renang. Sehingga, masih banyak terjadi kecelakaan serius tersebut.

Selain kurangnya pengawasan di area kolam renang, risiko kecelakaan bisa terjadi karena faktor kondisi area kolam renang, contohnya area di sekitar kolam renang yang sering kali licin sehingga dapat membuat pengunjung terjatuh ke dalam kolam dan kedalaman air yang bervariasi juga dapat menimbulkan kecelakaan karena kurangnya pemahaman mengenai prosedur dan bahaya tersebut.

Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pengawasan yang dapat memberikan informasi secara cepat jika terdeteksi adanya seseorang dalam keadaan tenggelam. Sistem ini sangat diperlukan oleh pengunjung agar tercipta rasa aman dan nyaman saat berada di area kolam renang. Selain pengunjung, pemilik usaha dan pengawas juga membutuhkan sistem ini agar usahanya aman bagi pengunjung.

1.1.1 Informasi Pendukung Masalah

Tenggelam atau *drowning* adalah kondisi cedera karena terendam air atau cairan yang dapat menyebabkan kematian dalam waktu kurang dari 24 jam. Jika korban tidak mampu diselamatkan dalam waktu kurang dari 24 jam, disebut dengan istilah *near drowning*. Korban tenggelam merupakan salah satu kegawatdaruratan yang perlu penanganan segera. Angka kematian akibat insiden tenggelam yang masih tinggi disebabkan karena kontribusi dari faktor sistem pertolongan dan penanganan awal[4]. Dengan begitu, sangat diperlukan pengawasan yang lebih ketat terkait aktivitas yang terjadi di area kolam renang. Sebagai tempat wisata, sudah seharusnya pemilik usaha seperti kolam renang menyediakan layanan yang nyaman, tenteram, dan aman bagi pengunjung. Tenggelam terjadi karena pertolongan yang diberikan tidak cepat, sehingga korban sulit untuk diselamatkan. Adapun ciri-ciri yang menjadi tanda bahwa seseorang sedang mengalami tenggelam adalah posisi badan terlihat tegak lurus dengan permukaan air (vertikal), Gerakan kasar dan cenderung tidak berpola, wajah terlihat sangat panik, arah

tatapan tidak jelas, hanya fokus untuk mengambil napas, saat ditolong korban akan berusaha untuk meraih penolong, tidak dapat mengikuti perintah atau tidak dapat komunikasi, selalu ingin dalam posisi vertikal, sehingga cenderung panik jika ditolong dalam keadaan horizontal, selalu berusaha kepala dan dada berada di atas permukaan air, serta mulut yang cenderung terbuka[5]. Menurut alodokter tenggelam dapat disebabkan karena kondisi korban yang tidak bisa berenang, mengalami serangan panik saat berada di dalam air, terjatuh atau terpeleset ke dalam tempat penampungan air atau pembuangan yang terisi air, menderita penyakit yang bisa kambuh ketika berendam atau berenang, seperti serangan jantung atau epilepsi, mengalami cedera ketika melompat ke dalam air, seperti patah tulang leher, mengalami bencana alam, seperti banjir atau tsunami, menjadi korban pembunuhan, dan melakukan tindakan bunuh diri[6].

Peraturan yang berlaku dan harus diperhatikan di lingkungan kolam renang menurut *Indonesian Safety Center* (ISC) adalah jangan berenang sendiri, patuhi petunjuk kedalaman kolam renang, jangan menyelam di area tertentu, hindari perilaku kasar, perhatikan arah lalu lintas, tidak boleh membawa makan dan minum, gunakan alat pelampung atau alat bantu renang, periksa keamanan sebelum melompat, jangan berenang saat sakit atau cedera, dan ikuti instruksi pengawas kolam renang[7]. Aturan-aturan ini yang sering luput dari pengawasan, baik pengawasan orang tua ataupun pengawasan pihak kolam renang.

Idealnya kolam renang umum memiliki ukuran yang besar dan disesuaikan dengan penggunaannya. Kolam dangkal cocok untuk anak-anak, sementara kedalaman 2–4 meter diperuntukkan bagi orang dewasa atau perenang mahir. Kolam ini dapat dibuat *indoor* maupun *outdoor* dengan standar ukuran lebar 5 meter, panjang 25 meter, dan kedalaman 1–4 meter[8].

Sebelumnya, telah terdapat solusi untuk pengawasan area kolam renang seperti CCTV, namun pada CCTV tidak dapat memberikan informasi dengan cepat jika ada tindakan berbahaya atau tenggelam yang terjadi di kolam renang dan pengawasan harus dilakukan setiap waktu oleh pengawas kolam renang sehingga ini kurang efektif dalam hal pengawasan. Selain itu, solusi lainnya adalah menggunakan rambu peringatan yang berisi peraturan dan larangan apa saja yang

ada di area kolam renang tersebut. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya pada aturan-aturan yang wajib dipatuhi pada area kolam renang. Ini lebih mudah diterapkan, namun hanya dapat memberikan panduan dan peringatan bahaya tanpa adanya kontrol aktif yang dapat memastikan pengunjung mematuhi rambu tersebut. Solusi lain berupa sistem juga telah tersedia sebelumnya yaitu iSwimband yang mampu memberi notifikasi kepada orang tua saat si anak ada dalam keadaan bahaya ketika berenang, seperti berenang di kolam dengan kedalaman 2 meter atau mengalami kram saat belajar berenang. iSwimband akan memberikan notifikasi langsung ke iPhone orang tua bahkan saat si kecil mulai masuk ke dalam kolam. Namun, kelemahannya adalah perangkat ini hanya tersedia pada sistem operasi iOS dari Apple[9].

1.1.2 Analisis Masalah

Kurangnya pengawasan pengunjung di area kolam renang dapat menyebabkan masalah yang serius hingga menimbulkan kematian. Jika terdapat seseorang tenggelam baik disengaja maupun tidak disengaja, pengawas dan pengunjung lain tidak mengetahui informasi adanya tenggelam. Sehingga, ini yang akan membuat korban tidak mendapat pertolongan lebih cepat. Kurangnya pemahaman dan persepsi pengunjung terhadap prosedur yang ada di area kolam renang juga menjadi penyebab masalah tersebut terjadi. Sering kali, anak-anak terlepas ke kolam dewasa sehingga luput dari pengawasan orang tua dan sangat berbahaya. Pengunjung yang tidak mempunyai kemampuan berenang juga membutuhkan pertolongan yang cepat jika terjadi sesuatu.

Untuk melakukan analisis masalah dibutuhkan beberapa aspek sebagai berikut:

- a. Aspek Keamanan dan Kenyamanan
Memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengunjung dimana nantinya keluarga dan pihak kolam renang dapat menerima informasi secara cepat untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan tenggelam.
- b. Aspek Kesehatan
Memenuhi standar kesehatan untuk lingkungan kolam renang dan tidak mengakibatkan gangguan fisik atau kesehatan bagi para pengunjung. Sehingga dapat meningkatkan keselamatan dan pengawasan di area kolam renang.

c. Aspek Ekonomi

Investasi dalam sistem pengawasan memang memiliki biaya awal, namun dalam jangka panjang, hal ini akan mengurangi potensi tuntutan hukum akibat kecelakaan dan memberikan keuntungan ekonomi bagi pengelola kolam renang melalui peningkatan kepercayaan publik terhadap keamanan fasilitas.

d. Aspek Hukum

Pemasangan sistem pengawasan juga dapat membantu memenuhi regulasi hukum terkait keselamatan dan tanggung jawab di kolam renang, sehingga mengurangi potensi masalah hukum jika terjadi tenggelam.

1.1.3 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisis masalah yang telah dilakukan sebelumnya, kebutuhan yang harus dipenuhi oleh sistem adalah sebagai berikut:

- a. Sistem pengawasan harus mampu mendeteksi adanya manusia tenggelam, sehingga dapat memberikan informasi dengan cepat kepada pihak pengawas kolam renang atau kepada pengunjung lain.
- b. Sistem harus dapat memberikan informasi jika terdeteksi ada seseorang tenggelam, guna untuk memberikan pertolongan lebih cepat.
- c. Sistem yang dirancang tetap mampu mendeteksi adanya tenggelam pada kondisi pencahayaan rendah.

1.1.4 Tujuan

Berdasarkan kebutuhan yang harus dipenuhi, maka tujuan yang ingin dicapai yaitu sebuah sistem yang mampu melakukan deteksi jika terdapat manusia yang tenggelam di area kolam renang dan memberikan informasi kepada pengawas dan pengunjung untuk dapat diberikan pertolongan.

1.2 Solusi

Dari permasalahan yang telah dibahas sebelumnya, maka dapat diajukan beberapa usulan solusi yang ditawarkan. Solusi yang diharapkan adalah sistem yang mampu mendeteksi adanya seseorang tenggelam dan dapat memberikan notifikasi dan peringatan kepada pengunjung yang ada di kolam renang. Alat ini harus bisa ditempatkan pada area kolam renang dengan tujuan agar dapat memantau jika ada seseorang yang tenggelam. Dengan menggunakan sistem ini diharapkan dapat

membantu dalam meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengawas dan pengunjung di kolam renang. Sehingga, korban yang mengalami tenggelam lebih cepat diselamatkan. Sebelum menentukan solusi untuk permasalahan tersebut, perlu diketahui karakteristik yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1.2.1 Karakteristik Produk

Adapun karakteristik dari sistem yang akan dibangun terdiri dari fitur dasar dan fitur tambahan. Dimana fitur dasar merupakan fitur yang harus ada dalam sistem tersebut. Berikut adalah penjelasan mengenai fitur dasar dan fitur tambahan terkait karakteristik produk:

1. Fitur Dasar

a. *Sensing Capability*

Sistem ini harus memiliki kemampuan untuk mendeteksi dan mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk mendeteksi adanya seseorang saat mengalami tenggelam di area kolam renang, yang dapat dilihat dari tanda-tanda fisik dari seseorang yang sedang mengalami tenggelam.

b. *Notification Capability*

Untuk memberikan pertolongan yang cepat, sistem harus mampu memberikan informasi kepada pengawas dan pengunjung lain saat sistem mendeteksi tenggelam di area kolam renang.

c. *Computing performance*

Fitur *computing performance* ini memastikan bahwa sistem ini memiliki kinerja komputasi yang tepat dan mampu menganalisis secara waktu nyata (*real-time*) dengan tujuan untuk memantau dan mendeteksi adanya seseorang tenggelam. Sistem mampu mendeteksi kejadian tenggelam dengan akurat, agar informasi yang disampaikan valid.

d. *Computation Method*

Sistem ini harus menggunakan metode komputasi dengan tujuan agar sistem dapat dikembangkan secara optimal dan *Output* yang dihasilkan lebih akurat.

Dengan menerapkan algoritma yang sesuai, maka sistem akan optimal dalam menjalankan tugasnya.

2. Fitur Tambahan

a. *Low Power Consumption*

Sistem ini dirancang untuk menggunakan daya serendah mungkin agar sistem dapat bekerja dalam waktu yang lama. Dengan konsumsi daya yang rendah, sistem dapat beroperasi lebih lama tanpa perlu pengisian daya yang berulang, sehingga meningkatkan efisiensi energi dalam penggunaan jangka panjang.

b. *Low Network Consumption*

Sistem mampu untuk mengoptimalkan penggunaan jaringan dengan meminimalkan jumlah data atau informasi yang dikirimkan atau diterima selama proses komunikasi. Sistem dapat mengirimkan data atau informasi secara efisien tanpa membebani jaringan.

c. Dapat diselesaikan dalam Waktu 6 Bulan

Sistem ini direncanakan untuk selesai dalam waktu 6 bulan, ini sudah mencakup waktu untuk integrasi perangkat dan pengujian sistem.

d. Biaya Sistem $\leq$ Rp.4.000.000

Sistem yang akan dikembangkan memiliki batasan biaya yaitu kurang dari Rp.4.000.000, dengan tujuan agar sistem ini dapat diakses oleh berbagai kalangan, mulai dari pemilik fasilitas umum kecil, pihak sekolah yang memiliki kolam renang, ataupun kolam renang pribadi yang memiliki keterbatasan anggaran.

1.2.2 Usulan Solusi

1.2.2.1 Solusi 1 (Deteksi Tenggelam dengan Klasifikasi Pola Tubuh)

Sistem ini dirancang untuk memantau aktivitas pengunjung di kolam renang menggunakan kamera yang dipasang di sudut area kolam. *Single Board Computer* (SBC) berfungsi sebagai unit pemrosesan pusat yang terhubung dengan kamera. Sistem ini mirip dengan CCTV, yang dapat memantau aktivitas pengunjung secara

terus-menerus. Kamera akan terus memantau aktivitas di kolam renang menggunakan algoritma *object detection* untuk mengidentifikasi gambar yang ditangkap dan mengenali pola tubuh. Jika pola tubuh yang dikenali menunjukkan tanda-tanda tenggelam, sistem akan memberikan informasi kepada pengawas dan pengunjung untuk segera memberikan pertolongan guna mengurangi risiko kejadian fatal. Metode komputasi yang digunakan dalam sistem ini adalah *object detection*, yang berfungsi untuk mendeteksi jenis objek dalam gambar atau video yang dihasilkan oleh kamera dan menentukan lokasi objek dengan menandainya menggunakan *bounding box*. Selain *object detection*, sistem ini juga menggunakan metode pengenalan pose tubuh untuk mengenali dan melacak titik-titik tertentu pada tubuh manusia, sehingga dapat menganalisis posisi tubuh yang menunjukkan seseorang sedang tenggelam. Setelah itu, data akan diklasifikasikan menggunakan algoritma klasifikasi untuk menentukan apakah kondisi tersebut menunjukkan tenggelam atau tidak. Sistem ini juga memanfaatkan konsep *Internet of Things* (IoT) untuk mengirimkan notifikasi kepada pengawas.

1.2.2.2 Solusi 2 (Deteksi tenggelam dengan sensor ultrasonik dan sensor tekanan)

Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik *underwater* (mengukur jarak dan mendeteksi hambatan di bawah air menggunakan teknologi ultrasonik) yang nantinya akan dipasang di dinding kolam renang dengan posisi hampir di dasar kolam dengan tujuan untuk memantau aktivitas di dalam air. Sensor ini akan bekerja dengan memancarkan gelombang suara pada frekuensi tinggi yang tidak dapat terdengar oleh manusia. Dengan begitu, pantulan gelombang yang dihasilkan dapat mengenali pergerakan tiba-tiba atau seseorang yang tidak bergerak karena tenggelam. Selain itu, sistem ini juga akan dilengkapi dengan sensor tekanan yang akan mendeteksi perubahan tekanan air di sekitar. Ketika seseorang berada di posisi yang lebih dalam, maka volume air yang berada di atas mereka akan semakin besar, sehingga menyebabkan tekanan air di area tersebut akan meningkat. Saat sistem mendeteksi hal tersebut maka sistem akan membunyikan alarm dan menampilkan informasi pada *running text* sehingga pengunjung dapat melihat apa yang sedang terjadi. Sistem ini menggunakan mikrokontroler untuk mengontrol perangkat pada sistem. Metode komputasi yang digunakan dalam sistem ini melibatkan pemrosesan

sinyal dan penggabungan data dua sensor. Sistem ini menggabungkan data dari sensor ultrasonik dan sensor tekanan yang digunakan secara bersamaan untuk meningkatkan akurasi deteksi dan memvalidasi jika terdapat perilaku yang mencirikan tenggelam. Metode pemrosesan sinyal dilakukan dengan data yang diperoleh oleh sensor ultrasonik untuk mem-*filter noise* dan menganalisis pergerakan atau perubahan tekanan untuk membantu data lain dalam memvalidasi kondisi seseorang.

1.2.2.3 Solusi 3 (Deteksi Tenggelam berbasis *wearable device*)

Sistem ini berbasis *wearable device* yang digunakan oleh pengunjung saat memasuki area kolam renang berupa gelang pintar. Ini akan digunakan pengunjung selama berada di area kolam renang. Gelang ini akan dilengkapi dengan sensor detak jantung dan akselerometer. Sensor detak jantung akan memonitor detak jantung pengunjung secara terus-menerus. Jika detak jantung mengalami penurunan drastis atau berhenti, maka dapat menjadi indikasi seseorang dalam kondisi bahaya. Hal ini disebabkan karena saat seseorang mengalami tenggelam maka detak jantungnya akan melemah bahkan terhenti jika terlalu lama tenggelam. Akselerometer di sini akan memantau gerakan tubuh pengguna. Saat tenggelam, akselerometer ini akan mendeteksi kurangnya gerakan atau pengguna tetap dalam posisi mendatar dalam waktu lama maka sistem akan mendeteksi adanya tenggelam yaitu tenggelam. Jika, sistem telah mendeteksi tenggelam pada pengguna tersebut akan diberikan informasi melalui LED yang ada pada gelang, sehingga pengunjung lain dapat melihat seseorang tenggelam dan juga notifikasi akan diberikan juga kepada pengawas kolam renang agar pengawas dapat memberikan pertolongan dengan cepat. Metode komputasi yang digunakan adalah metode *supervised learning*. Sehingga, dengan melakukan pengintegrasian masing-masing *input*-an dapat memodelkan pola antara *input* (label) dengan *Output* (target) kemudian akan memprediksi *Output* yang dihasilkan.

1.2.3 Analisis Usulan Solusi

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk proses memastikan solusi yang dirancang mampu memenuhi kebutuhan pengguna adalah dengan menggunakan

metode *House of Quality* (HoQ). Berikut adalah analisis usulan solusi dengan *House of Quality* (HoQ):

		Customer importance rating (1 = low, 5 = high)	Percent of customer importance rating	Fitur Dasar							
				▲	▲	▲	▲				
				Sensing Capability	Computing performance	Notification capabilities	Computation Methode				
								Solusi			
							1	2	3		
Fitur Tambahan	Low Power Consumption	4	210%								
	Low Network Consumption	3	16.0%								
	Nyaman digunakan pengguna	4	210%								
	Dapat diselesaikan dalam waktu 6 bulan	5	26,3%								
	Biaya =< Rp.4.000.000	3	16.0%								
		Importance rating		68	60	65	60	253	3,735	3.34	3.34
		Percent of importance		26,9%	23,7%	25,7%	23,7%	100%			
Solusi	Solusi 1							3.981	Klasifikasi Pola Tubuh		
	Solusi 2							3.5	Sensor Ultrasonik dan Tekanan		
	Solusi 3							3.024	Wearable Device		

Gambar 1. 1 Tabel *House of Quality*

Keterangan:

Relationship matrix		
●	Strong	5
●	Medium	3
▲	Weak	1
	No relation	0

Berikut adalah perhitungan perbandingan solusi dengan fitur-fitur dasar :

- Solusi 1: $3 \times 26,9\% + 5 \times 23,7\% + 5 \times 25,7\% + 5 \times 23,7\% = 0,8 + 1,285 + 0,711 + 1,185 = 3,981$
- Solusi 2 : $3 \times 26,9\% + 3 \times 23,7\% + 5 \times 25,7\% + 3 \times 23,7\% = 0,8 + 0,711 + 1,285 + 0,711 = 3,5$

$$3. \text{ Solusi 3 : } 5 \times 26,9\% + 3 \times 23,7\% + 1 \times 25,7\% + 3 \times 23,7\% = 1,345 + 0,711 + 0,257 + 0,711 = 3,024$$

Dikarenakan perbandingan antar solusi kurang dari 1 maka dibutuhkan perbandingan solusi dengan fitur-fitur tambahan. Berikut adalah perhitungan dari perbandingan fitur tambahan:

1. Solusi 1: $5 \times 21\% + 1 \times 16\% + 5 \times 21\% + 5 \times 26,3\% + 1 \times 16\% = 1,05 + 0,16 + 1,05 + 1,315 + 0,16 = 3,735$
2. Solusi 2 : $1 \times 21\% + 5 \times 16\% + 1 \times 21\% + 5 \times 26,3\% + 5 \times 16\% = 0,21 + 0,8 + 0,21 + 1,315 + 0,8 = 3,34$
3. Solusi 3 : $1 \times 21\% + 5 \times 16\% + 1 \times 21\% + 5 \times 26,3\% + 5 \times 16\% = 0,21 + 0,8 + 0,21 + 1,315 + 0,8 = 3,34$

Berikut adalah penjelasan mengenai HOQ (*House Of Quality*) untuk permasalahan ini:

Untuk fitur *low power consumption* diberikan nilai 5 karena sangat erat hubungannya dengan *sensing capability*. Jika kemampuan deteksi sistem semakin tinggi maka daya yang dibutuhkan akan semakin sedikit. Begitupun dengan *computing performance*, proses komputasi yang lebih efisien akan menjadikan sistem *real-time* dan akurat dalam melakukan tugas-tugasnya tanpa harus membutuhkan daya yang besar. Selain itu, penggunaan metode komputasi yang lebih optimal akan meminimalkan kebutuhan daya yang digunakan hal ini dikarenakan sistem akan bekerja lebih optimal.

Pada fitur tambahan *low network consumption* berhubungan erat dengan *notification capabilities* karena dengan kemampuan pengiriman informasi cepat dan tepat, maka konsumsi jaringan akan tetap rendah. Metode komputasi yang digunakan juga dapat berdampak pada biaya jaringan. Metode komputasi yang bagus dapat membantu mengurangi beban data yang dikirimkan, sehingga ini akan mendukung kemampuan sistem untuk tetap beroperasi dengan konsumsi jaringan yang rendah.

Kenyamanan pengguna dalam menggunakan sistem diberikan nilai 5 untuk *sensing capability* karena kenyamanan keakuratan deteksi berdampak bagi kenyamanan pengguna karena sistem yang digunakan sudah berjalan dengan baik. Untuk *computing performance* dan *notification capabilities* diberikan nilai 3 atau sedang karena performa komputasi yang tidak efektif dan efisien akan membuat pengguna terkendala untuk mendapatkan *Output* sistem sesuai dengan yang diinginkan (misalnya penggunaan algoritma yang lambat membuat petugas harus menunggu lama untuk menerima informasi penting). Sedangkan, hubungannya dengan *notification capabilities* adalah notifikasi yang terlalu sering dalam kondisi tidak bahaya akan menyebabkan ketidaknyamanan pengguna.

Kemampuan deteksi yang tinggi akan meminimalkan waktu untuk pengerjaan sistem sehingga sistem dapat diselesaikan dalam waktu 6 bulan. Begitu pun dengan performa komputasi dan metode komputasi, jika performa komputasi bagus dan metode komputasi yang sesuai sehingga pemrosesan data cepat akan mempersingkat waktu pengerjaan sistem.

Kemampuan deteksi dan performa komputasi yang tinggi dan bagus akan membutuhkan biaya yang tinggi. Sehingga biaya pengerjaan kurang dari Rp.4.000.000 berlawanan dengan kedua hal tersebut. Untuk sistem notifikasi yang tinggi diberikan nilai 3 karena untuk sistem notifikasi yang bagus masih dapat dipenuhi dengan biaya tersebut.

Adapun penjelasan mengenai perbandingan dari ketiga solusi dengan fitur dasar dan fitur tambahan adalah sebagai berikut:

a. Perbandingan dengan Fitur Dasar

1. Solusi 1: Deteksi Tenggelam dengan Klasifikasi Pola Tubuh

Pada solusi 1 diberikan nilai 3 untuk *sensing capability* dikarenakan solusi ini hanya menggunakan satu *input* yaitu kamera sehingga dibandingkan dengan solusi yang lain lebih unggul solusi 3. Karena komponen sensor yang digunakan langsung mendeteksi kondisi tubuh manusia sehingga *sensing capability* lebih kuat dan tinggi. Performa komputasi pada solusi ini juga melibatkan *object detection* dan pengenalan pola tubuh. Untuk mendeteksi jenis objek menggunakan *object*

detection. Sedangkan, untuk mengenali dan melacak titik-titik tertentu pada tubuh manusia menggunakan pengenalan pola tubuh. Untuk *notification capabilities* diberikan nilai 5 karena sistem menggunakan dua *Output* yaitu notifikasi kepada pengawas dan peringatan visual kepada pengunjung. Sehingga, notifikasi yang diberikan lebih banyak dan akan cepat diketahui pengawas dan pengunjung untuk memberikan pertolongan lebih cepat. Metode komputasi yang digunakan tinggi karena menggunakan *object detection* yang mampu mendeteksi jenis objek melalui gambar. Setelah jenis objek terdeteksi, maka akan dikenali pola tubuh, di mana *Output* yang dihasilkan sistem nantinya adalah klasifikasi kondisi yang telah diproses sebelumnya menggunakan metode pengenalan pola tubuh. Dibandingkan dengan sensor yang hanya mendeteksi ada atau tidaknya objek tanpa mengetahui jenis objek tersebut membuat solusi 1 unggul dalam *computation performance* dan *computation methode*.

2. Solusi 2: Deteksi tenggelam dengan sensor ultrasonik dan sensor tekanan

Sensing capability pada solusi ini sedang karena sensor yang digunakan dalam sistem ini ada dua yaitu sensor ultrasonik dan sensor tekanan, sehingga *input* an yang akan diterima tidak dilihat dari satu *input* an saja, ini tidak terlalu cepat mendeteksi karena sensor tidak melekat ke tubuh manusia karena hanya diletakkan di tepi dasar kolam renang. Untuk performa komputasinya bernilai sedang karena hanya menggunakan algoritma pemrosesan sinyal dan penggabungan data sensor. *Notification capabilities* tinggi karena sistem ini menggunakan dua *notification* melalui *running text* dan melalui alarm. Metode komputasi yang digunakan sedang karena hanya menggunakan algoritma pemrosesan sinyal dan penggabungan data sensor antara sensor ultrasonik dan sensor tekanan.

3. Solusi 3: Deteksi Tenggelam berbasis *Wearable Device*

Sensing capability pada solusi ini tinggi karena sensor yang digunakan dalam sistem ini ada dua yaitu sensor jantung dan akselerometer yang langsung mendeteksi kondisi tubuh pengguna. Untuk performa komputasi juga bernilai sedang karena tidak menggunakan algoritma yang kompleks. *Notification capabilities* bernilai lemah karena hanya menggunakan lampu peringatan yang akan menandakan seseorang dalam keadaan bahaya. Metode komputasi yang digunakan adalah metode *supervised learning*. Sehingga, dengan melakukan pengintegrasian

masing-masing *input*-an dapat memodelkan pola antara *input* (label) dengan *Output* (target) kemudian akan memprediksi *Output* yang dihasilkan.

b. Perbandingan dengan Fitur Tambahan

1. Solusi 1: Deteksi Tenggelam dengan Klasifikasi Pola Tubuh

Perbandingan solusi 1 dengan fitur tambahan bertujuan untuk memperkuat lagi perbedaan nilai dari ketiga solusi. Solusi 1 sangat mendukung konsumsi daya yang rendah karena pada sistem ini hanya menggunakan kamera dan lampu peringatan sehingga dapat diberikan nilai tinggi. Untuk penggunaan konsumsi jaringan tinggi karena menggunakan konsep IoT untuk mengirimkan notifikasi kepada pengawas. Sistem ini nyaman digunakan untuk pengguna karena sistem ini hanya dilengkapi dengan kamera yang terletak di sudut kolam renang tanpa mengganggu aktivitas pengguna atau pengunjung. Sistem ini dapat diselesaikan dalam waktu 6 bulan akan tetapi biaya di bawah Rp.4.000.000 bernilai rendah karena komponen yang digunakan cukup kompleks.

2. Solusi 2: Deteksi tenggelam dengan sensor ultrasonik dan sensor tekanan

Pada solusi 2 konsumsi daya yang dibutuhkan tidak rendah karena untuk menampilkan informasi kejadian menggunakan *running text* dan alarm yang akan membutuhkan konsumsi daya yang besar. Untuk konsumsi jaringannya diberikan 1 karena tidak menggunakan jaringan internet untuk pengiriman informasinya. Sistem ini juga kurang nyaman bagi pengguna karena letaknya di dasar dinding kolam renang dan sedikit mengganggu kenyamanan pengunjung saat berenang di kolam. Sistem ini sangat mungkin diselesaikan dalam waktu 6 bulan dengan biaya di bawah Rp.4.000.000 karena penggunaan komponen yang tidak terlalu kompleks.

3. Solusi 3: Deteksi Tenggelam berbasis *wearable device*

Dalam perbandingan fitur *low power consumption*, sistem ini bertentangan atau bernilai rendah karena sistem ini akan membutuhkan daya yang lebih banyak yang disebabkan penggunaan baterai yang harus mampu bertahan berjam-jam agar selalu dapat digunakan pengunjung. Dibalik itu, penggunaan jaringan pada solusi ini rendah sehingga mendukung fitur tambahan *low network consumption*. Sistem ini kurang nyaman digunakan karena sistem berupa gelang sehingga dapat menyebabkan ketidaknyamanan pengguna ketika berenang. Selain itu, gelang dapat

terganggu atau terlepas dari tubuh pengunjung terutama saat berenang. Ini akan menurunkan keakuratan deteksi atau membuat sistem terganggu dalam mendeteksi tenggelam pada seseorang. Sistem gelang juga memiliki keterbatasan dalam hal jangkauan dan fleksibilitas, karena hanya dapat digunakan oleh individu yang memakai gelang tersebut, sehingga pemilik kolam renang harus menyediakan gelang tersebut sesuai dengan banyak pengunjung yang masuk ke area kolam renang. Ini menjadi pertimbangan dikarenakan lingkup yang digunakan pada sistem ini adalah area kolam renang yang memiliki pengunjung. Sehingga, biaya pengembangan yang dibutuhkan lebih tinggi.

Sistem ini dapat diselesaikan dalam waktu 6 bulan dengan biaya kurang dari Rp.4.000.000 karena penggunaan komponen yang tidak terlalu mahal untuk satuan alatnya (jika dikembangkan akan menggunakan biaya yang tinggi karena harus memenuhi kebutuhan jumlah pengunjung) dan sistem ini tidak terlalu kompleks.

1.2.4 Solusi yang Dipilih

Setelah melakukan analisis dengan menggunakan *House Of Quality*, didapatkan hasil solusi pertama memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan solusi lainnya setelah dilakukan analisis terkait fitur dasar dan fitur tambahan. Solusi pertama melibatkan penggunaan kamera untuk mendeteksi adanya tenggelam dengan menggunakan metode *object detection* untuk mendeteksi jenis objek pada gambar atau video yang terekam pada kamera dan menggunakan metode pengenalan pose tubuh untuk mengenali pose yang mencirikan seseorang yang sedang tenggelam dan kemudian hasil pengenalan pola tersebut diklasifikasikan sesuai kondisi yaitu tenggelam atau tidak. Jika sistem mendeteksi adanya seseorang tenggelam maka informasi akan disampaikan menggunakan telegram dan menggunakan lampu peringatan yang ada di area kolam renang dengan tujuan untuk memberikan informasi kepada pengawas dan pengunjung yang ada di area kolam renang. Sehingga, pihak pengawas dapat memberikan pertolongan dengan cepat. Alasan dipilihnya solusi pertama karena metode komputasi yang digunakan lebih kompleks dan dapat langsung mengenali objek yang terdeteksi itu manusia serta mampu pengenalan pose tubuh yang mencirikan seseorang sedang tenggelam dengan melihat pose tubuh manusia. Selain itu, sistem ini tidak mengganggu kenyamanan pengguna karena tidak diposisikan di dalam kolam maupun pada area tubuh

pengguna. Jika kolam renang tidak selalu diawasi atau berada dalam lingkungan yang sepi, urgensi sistem deteksi tenggelam berbasis kamera dan *Pose Estimation* ini menjadi sangat penting. Dengan sistem ini dapat memberikan pengawasan yang berkelanjutan tanpa henti untuk mendeteksi kondisi tenggelam dengan *real-time* meskipun dalam situasi yang tidak terjangkau oleh mata manusia. Selain itu, dapat memantau banyak orang sekaligus, sehingga dapat membantu pengawas dalam mengawasi seluruh pengunjung yang ada di area kolam renang.

Dari hasil pengenalan pola tersebut nantinya akan diklasifikasikan berdasarkan kondisi tenggelam atau tidak. Sedangkan dua solusi lainnya, tidak dapat membedakan apakah yang dideteksi itu manusia atau benda lain serta pemilihan unit pemrosesan yang lebih unggul dibandingkan dengan solusi lainnya.

