

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Banjir merupakan bencana alam yang umum sering terjadi setiap tahunnya di Indonesia, khususnya pada musim penghujan. Tingginya curah hujan sering menyebabkan air sungai meluap hingga melewati batas normal penampungan aliran air. Setiap tahun biasanya akan terdapat beberapa titik banjir baru yang tidak dapat diprediksi dimana terjadinya.

Jenis banjir yang sering terjadi ialah seperti banjir luapan sungai yaitu banjir yang terjadi ketika aliran sungai melebihi batas normal, kemudian banjir bandang yaitu banjir yang terjadi secara tiba-tiba biasanya disertai longsor dan luapan air gunung, kemudian banjir genangan yaitu banjir yang terjadi ketika air menggenangi dataran rendah akibat hujan lebat, dan banjir rob yaitu banjir yang disebabkan oleh naiknya permukaan air laut [1]. Daerah yang menjadi potensi deteksi banjir di Kota Padang salah satunya di daerah Kelurahan Baringin. Banyak terdapat aliran sungai di daerah ini, dan salah satu sungai di daerah ini memiliki tanggul yang dangkal dan masih kurangnya pembangunan tanggul di sisi sungainya. Ketika hujan deras air bisa naik ke permukaan bangunan disekitarnya. Ketika terjadi hujan deras dibagian atas atau hulu sungai, hal ini berkemungkinan volume air dan ketinggian air mengalami peningkatan dan mengakibatkan ada potensi banjir di daerah sekitar aliran sungai di Kelurahan Baringin dan daerah lain yang dialiri oleh sungai ini. Jenis banjir yang akan dideteksi dikhususkan pada jenis banjir yang disebabkan oleh luapan sungai baik disebabkan oleh hujan harian atau hujan di daerah hulu yang tinggi. Ketika terjadi banjir hal ini dapat membahayakan dan merugikan masyarakat yang tinggal disekitar sungai.

Banyak dampak yang diperoleh ketika sistem ini dapat mendeteksi kondisi sungai, memberikan kewaspadaan pada masyarakat sekitar untuk melindungi diri dan harta benda. Sistem ini kemudian dapat membantu masyarakat dan pemerintah dalam

upaya pemantauan dan kesiapsiagaan, memungkinkan pemberian peringatan dini kepada masyarakat agar dapat bersiap dan waspada. Selanjutnya, pemerintah dapat mengambil tindakan pencegahan dini guna mengantisipasi timbulnya masalah yang lebih besar dan merugikan berbagai sektor.

1.1.1 Informasi Pendukung

Berdasarkan Laporan BNPB yang dilansir oleh Pusdalops BNPB di halaman resmi, disebutkan bahwa pada tanggal 13-14 Juli 2023 terjadi bencana banjir di beberapa wilayah Sumatera Barat. Hal ini disebabkan oleh intensitas curah hujan yang tinggi dan struktur tanah yang labil di wilayah tertentu [2]. Terkait dengan daerah yang berpotensi banjir nantinya, ini merujuk pada wilayah yang jarang dilanda banjir namun terdapat faktor – faktor penyebab banjir. Dalam menentukan wilayah yang berpotensi banjir, faktor penting yang harus diperhatikan adalah keberadaan sungai pada wilayah tersebut. Potensi keberadaan sungai di suatu wilayah memiliki dampak signifikan terhadap resiko banjir [3]. Selain faktor alam ini juga dapat di latar belakang oleh tindakan manusia seperti penebangan hutan, penambangan liar hingga tidak mampu menahan debit air terjadinya luapan air sungai [4].

Daerah potensi banjir di Kota Padang ini merupakan sungai yang berada di sekitar Jalan Lubuak Paraku di Kecamatan Lubuk Kilangan. Wilayah ini memiliki kerentanan berdasarkan geografis sungai dan merupakan bagian penyebaran lahan kritis di dalam kawasan hutan dan bagian kawasan penurunan kualitas lahan di Kota Padang [5]. Banjir yang akan dideteksi pada sungai ini merupakan jenis banjir yang disebabkan oleh kenaikan ketinggian air melebihi batas normal, di mana kenaikan ini berpotensi disebabkan oleh kiriman dari hulu dan hujan dengan intensitas tinggi yang turun kewilayah ini. Kenaikan volume air pada sungai ini dapat mengindikasikan adanya air kiriman dari hulu.

Berdasarkan laporan BNPB, tercatat wilayah Kelurahan Beringin pernah terjadi banjir bandang pada 2 November 2018. Data dari BNPB juga mencatat banjir juga terjadi di sejumlah kecamatan di Kota Padang yaitu Kecamatan Lubuk Begalung,

Bungus Teluk Kabung, Padang Selatan, Padang Utara dan Pauh. Berdasarkan halaman berita Antaras News bahwa penyebab banjir disebabkan oleh hujan deras yang menyebabkan roboh dan hanyut jembatan penghubung antara Kelurahan Beringin dan Bandar Buat. Banjir ini juga menyebabkan sekitar 600 unit rumah terendam dengan ketinggian muka air mencapai 80 – 150 cm di pemukiman warga. Banjir di Kelurahan Beringin merupakan lokasi yang paling parah yang merobohkan jembatan yang panjangnya 8 meter dan tinggi 6 meter [6].

Dalam mendapatkan informasi lebih lanjut, mengenai masalah yang ditemukan, penulis mengumpulkan data dengan metode observasi. Observasi dilakukan dengan pengamatan dan wawancara terhadap beberapa informan.

Tabel 1.1 Daftar Informan

No	Nama	Keterangan
1.	Yuliar	Lurah Kelurahan Beringin
2.	Karminis	Warga Beringin
3.	Irma Suryani	Warga Beringin

Tabel 1.2 Daftar Pertanyaan

No	Pertanyaan untuk Lurah
1.	Apakah Kelurahan Beringin pernah terjadi banjir atau berpotensi banjir ?
2.	Apa penyebab terjadi banjir pada tahun 2018 di Kelurahan Beringin ?
3.	Upaya pemerintah untuk antisipasi banjir di Kelurahan Beringin ?
4.	Apakah lokasi ini dapat menjadi ajuan potensi banjir di daerah hilir ?
Pertanyaan untuk Warga Sekitar Sungai	
1.	Apakah sering terjadi banjir di sepanjang sungai ?
2.	Faktor penyebab yang dapat menyebabkan banjir di lokasi ini ?
3.	Apakah curah hujan tinggi di Kelurahan Beringin ?

Berdasarkan hasil wawancara tersebut, penyebabnya adalah penebangan pohon di daerah hulu yang menyebabkan berkurangnya daya tahan air, kemudian limbah sampah dari aktivitas penebangan pohon dibuang ke sungai membuat aliran air terjadi terhambat. Karena tingginya aliran air saat musim penghujan aliran air dari daerah hulu yaitu Lubuak Peraku akan melewati daerah Kelurahan Baringin hingga ke Kecamatan Lubuak Begalung. Berdasarkan pemaparan dari Buk Lurah menyatakan bahwa ketika aliran air sungai di Kelurahan Baringin tinggi ini dapat mengindikasikan akan terjadi peluapan ketinggian air juga di daerah hilir Kecamatan Lubuk Begalung (Batang Arau) yang dapat menjadi daerah lain yang berpotensi banjir di Kota Padang. Aliran sungai ini dapat menjadi sistem potensi banjir oleh wilayah yang berada disekitar aliran sungai, wilayah ini mencakup Kec. Lubuk Begalung, Kec. Padang Timur, Kec. Padang Utara dan Kec. Padang Barat.

Berdasarkan informasi dari warga untuk limbah sampah di sungai sudah berkurang karena sudah terdapat himbauan tentang larangan membuang sampah di sekitar sungai tersebut. Curah hujan pada wilayah kelurahan beringin ini cukup sering hujan, dan ketika hujan lebat dan intensitasnya tinggi volume air sering meningkat. Ketinggian jembatan dari dasar sungai ke jembatan berkisar 6 meter, lebar sungai berkisar 10 meter, dan panjang jembatan gantung 8 meter. Dan jarak rumah warga dan tepi sungai tidak terlalu jauh seperti Gambar 1.1 dan 1.2.



Gambar 1.1 Keadan Sungai Kelurahan Beringin dalam Kondisi Normal



Gambar 1.2 Rumah Warga di Dekat Sungai

Ketika hujan deras dengan intensitas hujan yang tinggi air mengalami kenaikan dan sampai terkena kantor lurah yang berada di samping sungai terlihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Kantor Kelurahan di Dekat Sungai

Solusi pencegahan yang dilakukan dari pemerintah setempat untuk mengatasi potensi banjir sungai ini hanya dengan pembatas sungai atau bronjong. Berdasarkan wawancara bersama petugas mitigasi dan kesiapsiagaan BPBD Kota Padang upaya yang dilakukan oleh badan terkait hanya menugaskan beberapa petugas pada setiap kelurahan untuk memantau kondisi air ketika hujan deras. Berdasarkan informasi tersebut belum ada tindakan antisipasi seperti sistem peringatan dini bencana banjir di Kelurahan Baringin. Solusi untuk upaya pencegahan potensi banjir yakni dengan membangun bronjong di pinggir sungai secara keseluruhan, namun untuk alternatif

solusi adanya terdapat sistem pengawasan dan peringatan banjir. Berdasarkan halaman berita daerah Kota Padang [7] belum ada sistem peringatan dini bencana alam banjir untuk Kota Padang. Pemerintahan Kota Padang lebih berfokus pada sistem peringatan dini bencana alam gempa dan tsunami. Namun, untuk monitoring sistem peringatan dini banjir saat ini hanya di peruntukan untuk badan pengawas bencana pada instansi pemerintah, warga setempat hanya bisa mendengar sirine atau alarm.

1.1.2 Analisis Masalah

Aspek – aspek mengenai masalah sebagai berikut.

1. Aspek Ekonomi: Di area sekitar sungai banyak terdapat pemukiman dan lahan persawahan masyarakat dan fasilitas umum seperti Kantor Lurah dan Sekolah. Sistem ini dapat mengantisipasi kerugian material dan jika ditanggulangi lebih awal dapat sangat berdampak lebih baik terhadap ekonomi masyarakat karena dampak terbesar dari banjir adalah kerugian material.
2. Aspek Lingkungan: Masih terdapat bagian tepi sungai yang belum terpasang beronjong sehingga membuat jalan setapak di pinggir sungai semakin sempit karena kikisan air sungai.
3. Aspek Sosial: Aktivitas warga yang berada di sekitar sungai seperti, mengambil batu, mandi, dan memancing.

Berdasarkan masalah yang dijabarkan sebelumnya, terdapat beberapa konstrain yang harus diperhatikan sebagai berikut.

1. Konstrain *Sustainability*: Sistem ini dapat beroperasi selama 24 jam sehari.
2. Konstrain Energi: Sistem dapat mengoptimalkan penggunaan energi dengan konsumsi daya yang rendah.
3. Konstrain Komunikasi: Sistem ini dapat memberikan pemberitahuan atau peringatan jarak jauh.

4. Konstrain *Manufacturability*: Sistem yang dibuat menggunakan alat alat yang dapat tahan panas dan anti korosi karena akan dipengaruhi oleh sinar matahari dan air hujan.
5. Konstrain Waktu dan Sumber Daya: Proyek ini dapat diselesaikan dalam waktu 6 bulan dengan waktu kerja 49 jam per minggu.
6. Konstrain Biaya: Biaya komponen dari solusi yang dipilih tidak menghabiskan biaya lebih dari Rp. 3000.000.

1.1.3 Kebutuhan yang harus dipenuhi

Berdasarkan analisis masalah nantinya alat ini dapat memenuhi kebutuhan - kebutuhan sebagai berikut.

1. Sistem mampu mendeteksi terjadinya banjir dari faktor faktor penyebab banjir.
2. Sistem mampu memberikan informasi dan peringatan dini terhadap kondisi sungai.
3. Sistem dapat dipantau secara langsung (real-time) melalui penggunaan berbagai sensor.

1.1.4 Tujuan

Dari penjabaran masalah diatas, tujuan dari sistem ini adalah membuat sistem yang dapat memberikan informasi perubahan kondisi aliran air di sungai untuk mendeteksi apakah akan terjadi banjir guna dapat memberikan notifikasi kepada masyarakat dan badan terkait sebagai *early warning system* daerah setempat.

1.2 Solusi

Banyaknya permasalahan yang disebabkan oleh banjir kemudian memberikan dampak yang lumayan besar apabila situasi ini tidak dapat dideteksi lebih awal karena sering datang begitu tiba-tiba dan cepat. Untuk itu diperlukannya sebuah sistem yang dapat melakukan pendeteksian pada suatu wilayah yang menjadi potensinya terjadinya banjir. Sistem ini diharapkan dapat mendeteksi berdasarkan faktor utama indikasi akan terjadi banjir seperti peningkatan tinggi permukaan air

sungai, serta didukung oleh faktor- faktor pendukung terjadinya banjir seperti curah hujan yang tinggi penumpukan sampah serta debit air sungai atau kecepatan air. Dimana nantinya sistem ini dapat memberikan peringatan atau notifikasi akan terjadinya banjir di suatu wilayah yang sering dilanda banjir maupun wilayah yang memiliki potensi terjadinya banjir.

1.2.1 Karakteristik Produk

Sistem yang akan dibangun memiliki beberapa karakteristik produk sebagai berikut.

A. Fitur Dasar

1. *Computing Performance*, kemampuan alat untuk dapat memproses data yang didapatkan oleh sensor-sensor untuk mengambil sebuah keputusan.
2. *Sensing Capability*, kemampuan alat untuk menangkap secara akurat sinyal sinyal dari fenomena fisik yang terjadi disekitar sungai sebagai sinyal masukan yang akan diolah oleh sistem kontrol atau sistem.
3. *Notifikasi Capability*, kemampuan alat untuk dapat memberikan pemberitahuan kepada pihak terkait terhadap perubahan kondisi air sungai.

B. Fitur Tambahan

1. *Energy Saving*, kemampuan sistem untuk dapat memproses menggunakan daya yang rendah dan efisien.
2. *Network Fee*, kemampuan sistem untuk memberikan konektifitas yang stabil untuk memberikan notifikasi jarak jauh.

C. Sifat Solusi

1. *Harga Terjangkau*, sistem ini harus memiliki batasan biaya yang lebih ekonomis, agar diletakan di beberapa titik potensi banjir tidak memakan biaya yang banyak.
2. *Mudah di Install*, kemampuan sistem ini mudah untuk dijalankan atau digunakan oleh stakeholder terkait.
3. *Tahan Lama*, alat atau sistem ini harus dipastikan dapat bertahan lama dalam berbagai lingkungan kondisi cuaca.

1.2.2 Usulan Solusi

Terdapat 3 buah solusi untuk dapat menyelesaikan masalah ini berdasarkan bidang ilmu Teknik Komputer yaitu sebagai berikut.

1.2.2.1 Sistem Monitoring dan Notifikasi dengan Sensor Hujan, Sensor Jarak Ultrasonik dan Sensor Debit: Mengukur Jumlah Curah Hujan, Jarak Ketinggian Air , dan Besar Deras Air.

Solusi pertama ini akan menjadi produk *early warning system* yang dapat mengukur ketinggian air sungai menggunakan sensor ultrasonik, pengukuran curah hujan menggunakan *rain gauge* sensor, dan sensor debit untuk menghitung deras air pada sungai. Tiga faktor ini akan menjadi acuan dalam pendeteksi banjir pada suatu tempat yang dapat menjadi potensi banjir. Data yang ditangkap oleh ketiga sensor dikirim ke sistem mikrokontroler untuk proses pengolahan data hingga mendapatkan keputusan yang tepat lalu mikrokontroler akan mengolah dan mengirim data ke sistem penyimpanan data (database cloud). Data – data dari sensor dapat dipantau menggunakan sebuah aplikasi. Aplikasi tersebut menampilkan data tiap sensor dan status bencana banjir di lokasi tersebut.

Sensor ultrasonik merupakan sebuah sensor yang berfungsi mengukur jarak berdasarkan gelombang ultrasonik atau gelombang suara yang terdengar hingga 20Khz. Prinsip kerja dari sensor ini dengan memancarkan gelombang ultrasonik oleh transmitter, kemudian receiver ultrasonik akan menerima gelombang tersebut. Jarak suatu objek merupakan representasi antara waktu pancar dengan waktu terima. Sensor ultrasonik ini memiliki banyak jenis. Kelebihan sensor ultrasonik ini tidak terpengaruh oleh atmosfer, hujan, dan dapat bekerja dalam kondisi buruk apa pun, akurasi pengukurannya tinggi airnya lebih akurat, karena sensor ini bersifat memantulkan sinyal ke objek deteksi lalu pantulan sinyal tersebut akan diterima oleh sensor itu lagi jadi tidak adanya sentuhan kontak atau sentuhan langsung terhadap objek, serta pembacaan sensor ini relatif cepat. [9].

Sensor hujan merupakan sensor atau alat pengukur curah hujan dengan mengumpulkan dan menghitung ketukan dari ember penampung setiap kali ember penuh atau terbalik. Di bagian tengah *tipping bucket* ini terdapat magnet sebagai penghubung ke modul sensor *reed switch*, modul ini berfungsi sebagai saklar ketika area jangkauan terdapat medan magnet. Ketika medan magnet mendekati sensor *reed switch* maka membuat saklar *reed switch* akan tertutup dan menghasilkan hubungan listrik. Setiap kali *tipping* terbalik maka sensor *reed switch* akan menghasilkan *pulse* yang dihitung untuk mengukur jumlah ketukan. Dari jumlah *pulse* itu nanti akan dihitung jumlah curah hujan yang jatuh [10].

Sensor debit air atau *water flow sensor* merupakan alat pendeteksi untuk mengukur aliran air dalam suatu penampung dimana hasil pengukuran ini disebut dengan *flow rate* atau debit dengan satuan liter/hour atau m³/detik. Sensor ini bekerja dengan menghitung putaran kunci yang didalamnya terdapat magnet yang jika berputar akan menghasilkan medan magnet yang berdasarkan prinsip *half effect* [11]. Sensor ini mampu mendeteksi ketika sungai dengan arus tidak normal seperti arus air deras maka pada kondisi ini akan menjadi indikasi adanya peningkatan volume air yang dapat menyebabkan luapan air yang tinggi pada aliran sungai / *drainase* yang nantinya luapan ini akan menjadi faktor penyebab banjir.

Untuk semua komponen input dan output dapat bekerja dibutuhkannya sistem pengontrol dan pemrosesan. Komponen yang digunakan adalah sebuah mikrokontroler yang berfungsi untuk mengontrol setiap komponen yang terhubung. Pada mikrokontroler ini terdapat juga mikroprosesor yang berfungsi sebagai sistem pemrosesan data. Sistem mikrokontroler yang cocok digunakan untuk menghubungkan semua sensor dan dapat mendapat terhubung ke internet karena sistem ini akan menjadi sistem monitoring jarak jauh [12].

1.2.2.2 Sistem Notifikasi dan Alarm Banjir dengan Sensor Kecepatan IR, Sensor Jarak Sonar dan Sensor Cahaya LDR : Mengukur Kadar Air Di Dalam Tanah, Mengukur Ketinggian Permukaan Air Sungai dan Mengukur Kekeruhan Air.

Solusi kedua ini akan menjadi produk *early warning system* sebagai pengukur mendeteksi ketinggian permukaan air menggunakan sensor jarak sonar TOF untuk mendeteksi tinggi permukaan air sungai dengan menggunakan metode Time of Flight (FOT) dilakukan dengan cara mengukur waktu yang diperlukan saat sinyal infrared dipancarkan dan kembali diterima oleh penerima. Sensor kecepatan IR dapat digunakan sebagai alat untuk membaca kecepatan permukaan aliran air [13]. Dan sensor cahaya LDR digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air. Ketiga sensor ini yang diolah oleh mikrokontroler lalu hasil komputasi akan diindikasikan dengan sistem suara dengan menggunakan buzzer dan sistem notifikasi menggunakan modul sms *gateway* yang akan dikirimkan menggunakan nomor telepon yang telah didaftarkan. Sistem ini dapat menjadi sistem peringatan dini sederhana yang dapat diakses dalam jarak yang cukup jauh oleh semua orang yang memiliki telepon seluler dan masyarakat serta petugas yang berada disekitar sistem.

Sensor jarak sonar TOF merupakan sensor jarak yang menggunakan cahaya laser berbasis teknologi *Time of Flight* (TOF) yang digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan objek, perhitungan jarak didapatkan dari perbedaan pengiriman sinyal dan saat sinyal dikirim dikembalikan oleh sensor, pengiriman sinyal berupa paket yang terdiri dari gelombang mikro. Sensor jarak sonar TOF menawarkan jangkauan cepat dan akurat hingga 400 cm. Sensor ini tidak terpengaruh oleh warna dan sifat permukaan air namun sensor ini rentan dengan kondisi cuaca ekstrem dan air hujan yang mempengaruhi pantulan cahaya laser. Sensor jarak sonar TOF memiliki konsumsi daya yang lebih tinggi dan harga yang lebih mahal [14].

Sensor Kecepatan IR adalah suatu alat yang terdiri dari 2 bagian yaitu pemancar dan penerima, yaitu bagian pemancar cahaya dan bagian pendeteksi sumber cahaya tersendiri. Sensor cahaya biasanya digunakan sebagai saklar listrik agar dapat bekerja secara otomatis. Pada dasarnya sensor kecepatan IR adalah suatu komponen yang terhubung (*coupling*) yang bekerja berdasarkan pemicu cahaya (optik). [15].

Sensor cahaya LDR adalah Sensor yang bekerja berdasarkan intensitas cahaya yang diterima. Sensor LDR memiliki elemen semikonduktor yang resistansinya bergantung

pada intensitas cahaya yang diterima. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima maka nilai hambatannya semakin kecil dan sebaliknya. Pada penelitian ini digunakan sensor LDR untuk mengukur tingkat kekeruhan air [16].

Buzzer sebagai indikator output sistem. Buzzer bersifat *piezoelectric* yang dapat mengubah aliran listrik menjadi suara. Buzzer yang terkoneksi pada arduino harus memiliki tegangan maksimal 5 volt, jika ingin menggunakan buzzer dengan tegangan yang lebih besar dapat menambah transistor sebagai penguat tegangannya. Untuk sistem ini buzzer cocok digunakan sebagai alarm. Untuk tipe buzzer yang digunakan cocok menggunakan tipe *active* buzzer karena akan mengeluarkan suara yang keras dibandingkan *passive* buzzer [17].

Sms gateway merupakan sebuah sistem aplikasi yang digunakan untuk mengirim atau menerima SMS. SMS gateway memiliki layanan otomatis membalas SMS yang masuk, dimana pengirim mengirimkan SMS dengan format tertentu yang dikenali aplikasi dan aplikasi melakukan *auto reply* dengan membalas SMS tersebut. Layanan pengiriman massal atau *broadcast* dengan tujuan mengirim SMS ke banyak tujuan [18]. Sistem notifikasi berupa SMS ke nomor telepon yang telah didaftarkan ini nantinya dapat memberikan notifikasi sebagai warning awal jika akan terjadi banjir. Notifikasi berupa informasi terkait kondisi tinggi air nanti akan dikirim SMS notifikasi sesuai dengan kondisi tertentu.

Mikrokontroler terdiri dari 6 pin analog, 14 pin digital input/output (6 diantaranya terdiri dari pin output PWM), sebuah power jack, koneksi USB, ICSP header, osilator kristal 16 MHz, dan sebuah tombol reset. Mikrokontroler ini mencakup bagian penting sebagai mikrokontroler secara sederhana yang mudah dihubungkan ke sebuah komputer menggunakan kabel USB dan penggunaan daya yang rendah [19]

1.2.2.3 Monitoring Banjir dengan Kamera, Sensor Level Air dan Sensor Suhu: Mendeteksi Sampah di Sungai , Mengukur Tinggi Permukaan Air dan Mengukur Suhu.

Solusi ketiga ini akan menjadi produk *early warning system* sebagai pengukur ketinggian permukaan air menggunakan sensor level air. Sistem ini juga menggunakan kamera untuk sebagai pengolahan citra pendeteksian penumpukan sampah pada aliran sungai dan sensor suhu sebagai pemantauan kondisi cuaca. Data dari ketiga inputan data ini akan dikirimkan ke *system board computer* untuk pemrosesan data kemudian akan notifikasi pemberitahuan pada server online yang dapat dipantau menggunakan sebuah website.

Sensor level air berfungsi untuk mendeteksi ketinggian air dengan output analog kemudian diolah menggunakan mikrokontroler. Cara kerja sensor ini dengan membaca resistansi air yang mengenai garis lempengan pada sensor. Sensor level ini memiliki 10 jejak tembaga yang terbuka dapat diantaranya untuk daya dan 5 jejak lagi untuk indra. 10 jejak ini yang membentuk resistansi. Semakin banyak sensor terendam air, semakin baik konduktivitasnya dan semakin rendah resistansinya. Sensor ini akan menghasilkan tegangan keluaran sebanding dengan resistansinya dan dengan mengukur tegangan ini dapat menentukan ketinggian air. Sensor ini dapat diaplikasikan untuk alarm banjir ketika ketinggian permukaan air melewati batas yang telah ditentukan. Kelebihan sensor ini sebagai pendeteksi permukaan air ialah sensor ini murah, mudah digunakan, hemat daya. Kekurangan sensor ini untuk mengukur ketinggian air ialah perlu diganti 3 tahun karena cepat berkarat [20].

Kamera adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi kondisi lingkungan. Kamera yang dapat berada pada luar ruangan, mampu mendeteksi pada malam hari, dan memiliki resolusi yang tinggi agar penangkapan kamera jelas dengan resolusi 16MP.

System board computer adalah sebuah komputer papan tunggal atau disebut dengan komputer mini yang membantu dalam pengolahan data dari sensor level air dan kamera. *System board computer* juga berfungsi penghubung langsung ke cloud server [21].

1.2.3 Analisis Usulan Solusi

Tabel 1.3 Analisis usulan solusi berdasarkan hubungan karakteristik solusi dengan aspek aspek masalah menggunakan metode *House of Quality*.

Point	Konstrain	Fitur Sistem								Total Jumlah Skor
		↑ <i>Computing Performance</i>	↑ <i>Sensing Capability</i>	↑ <i>Network Capability</i>	↓ <i>Energy Saving</i>	↑ <i>Network Fee</i>	↑ Mudah diinstalasi	↓ Harga Terjangkau	↑ Tahan lama	
5	Dapat mendeteksi banjir	●	●	△	△	△		△		
4	Dapat memberi notifikasi jarak jauh	△	△	●	△	●	○	△		
3	Dapat selesai dalam waktu 6 bulan	○	○	○			○	△		
3	Kerangka kokoh							△	●	
2	Daya Rendah	△	○	○	●		△	○		
2	Harga < 3 juta	○	○	○	○	○	○	●	○	
	Skor Fitur	31	33	31	19	21	20	25	13	193
	Rata Rata	16%	17%	16%	10%	11%	10%	13%	7%	100%

Keterangan hubungan :

● Erat 3

○ Normal 2

△ Rendah 1

Pengambilan keputusan terkait solusi yang telah dijabarkan memerlukan analisis usulan solusi menggunakan metode *House of Quality*. Metode ini menghubungkan keterkaitan antara karakteristik fitur yang dibutuhkan sistem dengan konstrain-konstrain yang telah ditentukan pada analisis masalah. Dari hubungan ini nanti akan didapatkan persentase untuk setiap fitur. Terdapat 6 konstrain yang akan terkait dengan karakteristik fitur dengan point berdasarkan sistem yang dibutuhkan. Konstrain pertama, dapat mendeteksi banjir memiliki hubungan yang erat dengan fitur *computing performance* dan *sensing capability*. Konstrain kedua, dapat memberikan notifikasi jarak jauh, memiliki hubungan erat dengan fitur *notification capability* dan *network fee*. Konstrain ketiga, dapat selesai dalam waktu kurang dari 6 bulan hubungannya rata-rata normal dari semua fitur tidak ada yang berkaitan erat karena konstrain ini lebih berkaitan dengan proses pengerjaan. Konstrain keempat, kerangka kokoh berkaitan erat dengan fitur tahan lama. Konstrain ke lima, daya rendah berkaitan dengan fitur *energy saving*. Dan konstrain keenam, Harga < 3 juta berkaitan erat dengan harga terjangkau karena kaitan dengan biaya. Maka didapatkan total skor fitur dari mengalikan nilai hubungannya dengan point konstrain. Untuk mendapatkan persentase yang harus dimiliki fitur dapat menggunakan rumus $\frac{\text{Skor Fitur}}{\text{Total Jumlah Skor}} \times 100$. Oleh karena itu, didapatkan persentase dari setiap fitur yaitu *computing performance* sebesar 16%, *sensing capability* sebesar 17%, *notification capability* sebesar 16%, *energy saving* sebesar 10%, *network fee* sebesar 11%, mudah diinstal sebesar 10%, *Cost* 13%, dan tahan lama sebesar 7%.

Analisis perhitungan sebagai pengambilan keputusan solusi yang dipilih dari fitur-fitur yang dibutuhkan.

Tabel 1.4 Analisis perhitungan solusi berdasarkan persentase karakteristik fitur dari *House of Quality*.

Solusi	<i>Computing Performance</i>	<i>Sensing Capability</i>	<i>Notification Capability</i>	<i>Energy Saving</i>	<i>Network Fee</i>	Mudah Instalasi	Harga Terjangkau	Tahan Lama	Total
	16 %	17%	16%	10%	11%	10%	13%	7%	100%
Sistem Monitoring dan Notifikasi dengan Sensor <i>Rain Gauge</i> , Sensor Ultrasonik dan Sensor Debit: Mengukur Curah Hujan, Batas Ketinggian Air, dan Besar Deras Air	2	3	2	2	3	2	3	2	2.411
Sistem Notifikasi Banjir dengan Sensor <i>Optocoupler</i> FC-03 dan Sensor Jarak LV53L1X TOF: Mengukur Kadar Air Di Dalam Tanah dan Mengukur Ketinggian Permukaan Air Sungai.	2	3	1	2	3	1	2	2	2.021
Monitoring Banjir dengan Kamera dan Water Level Sensor: Mendeteksi Sampah di Sungai dan Mengukur Tinggi Permukaan Air	3	3	2	1	3	2	1	2	2.212

1.2.4 Solusi yang dipilih

Berdasarkan analisis usulan diatas didapatkan nilai dengan hasil tertinggi oleh solusi pertama yaitu “Sistem Monitoring dan Notifikasi dengan Sensor Rain Gauge, Sensor Ultrasonik dan Sensor Debit: Mengukur Curah Hujan, Batas Ketinggian Air, dan Besar Deras Air”. Pemilihan solusi ini dilihat berdasarkan fitur dengan setiap komponen yang digunakan secara umum. Dari solusi pertama, fitur *computing performance* sistem ini menggunakan ESP32 kemampuan komputasi yang normal, dari semua data inputan sensor harus dapat mengambil sebuah keputusan akan terjadi banjir. Fitur *sensing capability* sistem ini memiliki kemampuan penginderaan yang mumpuni untuk mendeteksi setiap pengukuran parameternya dari sensor hujan, ultrasonik dan debit. Fitur *notification capability* sistem ini berdasarkan solusi yang diambil menggunakan aplikasi sederhana yang dapat memberikan notifikasi jarak jauh. Artinya kemampuan peringatannya normal. Fitur *energy having* sistem ini normal karena penggunaan sensor yang lumayan banyak namun daya yang dibutuhkan tidak terlalu besar maka berdasarkan fitur kemampuan daya rendahnya normal. Fitur *network fee* sistem ini memerlukan biaya koneksi yang cukup sebagai sistem monitoring jarak jauh menggunakan mikrokontroler ESP32. Fitur mudah di instalasi sistem ini juga normal karena mudah digunakan untuk *end user*. Fitur harga terjangkau sistem ini lebih tinggi dibandingkan dengan solusi yang lain karena dari semua komponen dari solusi yang lain sensor-sensor pada solusi ini lebih murah. Fitur tahan lama dari solusi ini normal karena sistem ini akan diletakan di luar ruangan dan kemungkinan akan terdampak karena banjir bisa terjadi. Oleh karena itu, tahan lama sistem ini dapat ditanggulangi dari segi peletakan alat dan bahan pelindung yang digunakan. Hasil total perhitungan yang dibandingkan dengan nilai persentase yang didapatkan oleh analisis *House of Quality*, sistem ini mendapatkan total skor sebesar 2.411 %.

Solusi kedua, fitur *computing performance* sistem ini memiliki kemampuan komputasi yang normal. Fitur *sensing capability* sistem ini memiliki kemampuan penginderaan yang mumpuni untuk mendeteksi setiap pengukuran parameternya dari

sensor *Optocoupler* FC-03, dan sensor jarak. Fitur *notification capability* sistem ini berdasarkan solusi yang diambil menggunakan layanan sms, yang mendapatkan informasi yaitu orang-orang tertentu yang nomor handphonenya tercatat. Artinya kemampuan peringatannya rendah. Fitur *low power capability* sistem ini normal karena daya yang dibutuhkan tidak terlalu besar maka berdasarkan fitur kemampuan daya rendahnya normal. Fitur *network fee* sistem ini memerlukan biaya koneksi yang cukup sebagai sistem notifikasi jarak jauh. Fitur mudah diinstalasi sistem ini juga rendah karena pengguna harus mendaftarkan nomor telepon agar mendapat notifikasi. Fitur harga terjangkau sistem ini normal dibandingkan dengan solusi yang lain. Fitur tahan lama dari solusi ini normal karena sistem ini akan diletakkan di luar ruangan dan kemungkinan akan terdampak karena banjir bisa terjadi. Oleh karena itu, tahan lama sistem ini dapat ditanggulangi dari segi peletakan alat dan bahan pelindung yang digunakan. Hasil total perhitungan yang dibandingkan dengan nilai persentase yang didapatkan oleh analisis *House of Quality*, sistem ini mendapatkan total skor sebesar 2.021 %.

Solusi ketiga, solusi ketiga menggunakan kamera dan sensor *water level*. Pada solusi ini untuk fitur *computing performance* harus memiliki kemampuan pemrosesan data yang mumpuni karena sistem pada solusi ini menggunakan pemrosesan citra untuk mendeteksi penumpukan sampah, namun untuk *water level sensor* tidak memerlukan *computing performance* yang tinggi, untuk fitur *sensing capability* solusi ini memiliki kemampuan yang tinggi untuk mendeteksi masing-masing kegunaan komponen. Untuk *notification capability* solusi ini memiliki rentang yang normal karena keluaran dari solusi ini adalah tampilan situs yang menampilkan kondisi pada lingkungan sungai yang ditangkap oleh kamera dan peringatan dari informasi data sensor terhadap perubahan ketinggian air. Fitur *energy saving* memerlukan daya pemrosesan yang besar karena penggunaan kamera membutuhkan daya proses yang lumayan besar jadi solusi ini tidak memenuhi kebutuhan fitur *energy having*. Fitur *network fee* memiliki kebutuhan yang tinggi karena solusi pada sistem ini berguna sebagai sistem monitoring. Untuk fitur mudah diinstalasi solusi ini normal karena

akan ditampilkan menggunakan website. Untuk fitur harga terjangkau sistem ini sangat berbanding terbalik dari fitur sistem yang diharapkan karena dari ketiga solusi, solusi ini memiliki biaya komponen yang banyak paling mahal. Fitur tahan lama dari solusi ini normal karena sistem ini akan diletakan di luar ruangan dan kemungkinan akan terdampak karena banjir bisa terjadi. Oleh karena itu, tahan lama sistem ini dapat ditanggulangi dari segi peletakan alat dan bahan pelindung yang digunakan. Hasil total perhitungan yang dibandingkan dengan nilai persentase yang didapatkan oleh analisis *House of Quality*, sistem ini mendapatkan total skor sebesar 2.212 %.

