

**RANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN LAUT BERBASIS SENSOR ULTRASONIK
DENGAN WEB WAKTU NYATA**

***(OCEAN MONITORING SYSTEM DESIGN WITH ULTRASONIC SENSOR BASED ON
REAL TIME WEB)***

**Acep Saeful Jamil, Amien Rais*, Taufiq Ejaz Ahmad, Aji Prasetyo, Lukman, Dhea
Rahma Azhari**

Sistem Informasi Kelautan, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudi
No.229, Isola, Kec. Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40154
e-mail: amienrais@upi.edu

ABSTRACT

The national need for easy accessibility of tidal monitoring data, temperature and salinity of sea water in real time and has high accuracy is currently very much needed as a decision support system in decision making for the government and researchers. The existence of a national ocean monitoring system network, which currently has around 160 stations, is still deemed insufficient to meet national needs, while the ideal need for national marine monitoring stations is around 2000 stations. Includes 1340 national monitoring stations and 560 strategic local stations to meet the ideal distribution of marine monitoring along 82000 km of Indonesian coastline. Therefore, monitoring tides, temperature and salinity of sea water with an online system based on real time web is a solution to the problem of accessibility and availability of monitoring data. The method used is the design of a tidal logger monitoring system by utilizing ultrasonic sensors and Arduino Uno micro controllers, as well as GSM (Global System for Mobile Communications) modules and web services to display monitoring data output. As for the website design, the Codeigniter Framework and Software Development Life Cycle methods are used. Later each device is connected to a micro controller and then programming is carried out for the data collection process, calculating water levels and transmitting data to a web server to be displayed in web form in real time. This study aims to provide data on tides, temperature and salinity in real time that can be used as material for evaluating policy making and monitoring the aquatic environment.

Keywords: *Dicision Support System, Ocean Monitoring System, Real time Web, Salinity, Software Development Life Cycle*

ABSTRAK

Kebutuhan nasional akan kemudahan aksesibilitas data monitoring pasang surut, suhu dan salinitas air laut secara *real time* dan memiliki akurasi tinggi saat ini sangat diperlukan sebagai *dicision support system* dalam pengambilan keputusan bagi pemerintah dan juga peneliti. Adanya jejaring sistem monitoring lautan nasional yang saat ini ada sekitar 160 stasiun masih dirasa belum cukup untuk memenuhi kebutuhan nasional, sementara kebutuhan idealnya stasiun monitoring kelautan nasional adalah sekitar 2000 stasiun. Meliputi 1340 stasiun monitoring nasional dan 560 stasiun lokal strategis guna memenuhi distribusi ideal monitoring laut sepanjang 82000 km garis pantai Indonesia. Selain itu, banyak alat pengukur data pasang surut yang ada tidak mampu untuk mentransmisikan dan menyimpan data yang dapat diakses dengan mudah oleh khayalak umum. Oleh karena itu, monitoring pasang surut, suhu dan salinitas air laut dengan sistem online berbasis *real time web* merupakan solusi bagi permasalahan aksesibilitas dan ketersediaan data monitoring tersebut. Metode yang digunakan yaitu rancang bangun sistem monitoring logger pasut dengan cara memanfaatkan sensor

ultrasonik dan mikro kontroller arduino uno, serta modul GSM (*Global System for Mobile Communications*) dan *web services* untuk menampilkan *output* data monitoring. Sedangkan untuk rancangan website digunakan metode *Framework Codeigniter* dan *Software Development Life Cycle*. Nantinya setiap perangkat dihubungkan ke mikro kontroler kemudian dilakukan pemrograman untuk proses pengambilan data, perhitungan level air dan mentransmisikan data ke *web server* untuk ditampilkan dalam bentuk web secara *real time*. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan data mengenai pasang surut, suhu dan salinitas secara *real time* yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi pengambilan kebijakan dan monitoring lingkungan perairan.

Kata Kunci: *Dicision Support System*, Ocean Monitoring System, *Real time Web*, Salinitas, *Software Development Life Cycle*

PENDAHULUAN

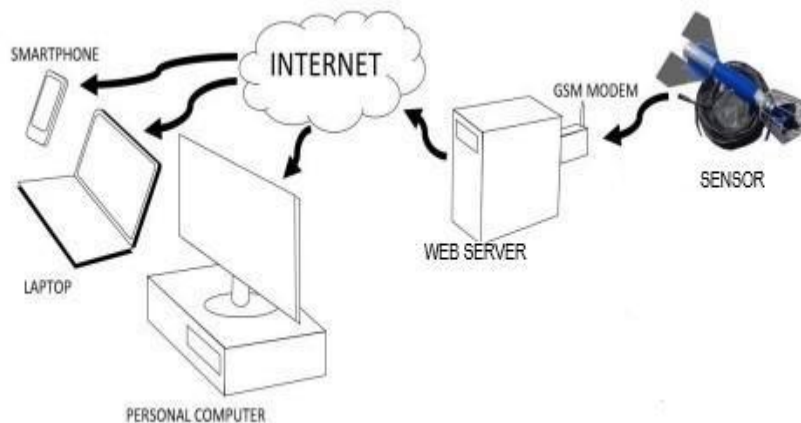
Informasi mengenai pasang surut, arus, suhu, salinitas dan gelombang di suatu daerah sangat dibutuhkan sebagai *dicision support system* dan monitoring keadaan lingkungan terkait (Al-Fatta, 2007). Untuk mendapatkan hal tersebut tidaklah mudah, dibutuhkan observasi lapangan yang biasanya dilakukan maksimal setiap satu jam sekali dalam sehari dan minimal selama 15 hari pengamatan, sehingga selama 15 hari didapatkan minimal 360 data. Untuk mendapatkan data tersebut, haruslah dilakukan pengukuran yang biasanya dilakukan dengan cara pengamatan langsung atau pengamatan manual pada *tide staff* (palem ukur) yang diletakkan pada daerah yang akan diambil datanya (Diah et al., 2018). Hal ini tentunya dirasa kurang efektif dan efisien dalam pengambilan data monitoring. Oleh karena itu, dengan pesatnya perkembangan teknologi masalah ini dapat diatasi dengan cara merancang suatu sistem monitoring dan pengukuran kondisi lingkungan laut yang dapat dipantau dari jarak jauh, sehingga kita tidak perlu selalu *standby* di dekat alat ukur untuk mendapatkan data pengukuran.

Indonesia sebagai negara maritim merupakan negara yang sebagian besar wilayahnya adalah laut (Agus, 2017). Hal ini menyebabkan sektor kelautan seharusnya menjadi prioritas utama pembangunan nasional. Pembangunan di bidang kelautan dapat berjalan dengan baik jika semua aspek terkait dengan pengembangan disiapkan. Salah satu aspek penting dalam pembangunan di sektor kelautan adalah adanya data oseanografi. Beberapa parameter seperti pasang surut, arus, suhu, salinitas dan gelombang dapat diukur secara langsung menggunakan alat ukur *ultrasonic* (Agus, 2017).

Cepatnya perkembangan teknologi membuat konsep *Internet of Thing* (IoT) memungkinkan kita untuk mengintegrasikan satu perangkat dengan perangkat lainnya melalui koneksi internet untuk melakukan pertukaran data, *remote control* dan sebagainya (Fikri et al., 2015). Perkembangan teknologi yang sangat cepat ini memudahkan manusia

untuk melakukan komunikasi dan mendapatkan informasi yang tidak terbatas oleh waktu dengan cepat (Al-Fatta, 2007). Perkembangan ini juga memungkinkan kita untuk melakukan pengaplikasian di bidang kelautan (Al-Fatta, 2007). Salah satunya adalah *ocean monitoring system* berbasis *real time web*. Pengukuran dengan sistem online ini sudah diinisiasi sebelumnya oleh Pushidrosal untuk kepentingan pengukuran pasang surut periode panjang di beberapa lokasi strategis, serta seluruh stasiun menghasilkan data sekitar 98% per tahun (Helda et al., 2016). *Ocean Monitoring System* berbasis *real time web* ini memiliki 3 keunggulan diantaranya; *Partnership*, *Reliability* dan *Quality*. Metode yang digunakan adalah dengan rancang bangun sistem monitoring logger pasut dengan cara memanfaatkan sensor ultrasonik dan *micro controller* berbasis arduino uno, serta modul GSM (*Global System for Mobile Communications*) dan *web services* untuk menampilkan *output* data monitoring. Mikrokontroler adalah sistem *microprosesor* dimana didalamnya sudah terdapat CPU, ROM, I/O, Clock dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu chip yang siap di pakai (Helda et al., 2016). Pemilihan sensor ultrasonik didasari pada tingkat fungsionalitasnya yang tinggi di bidang kelautan. Sensor ultrasonic ini dapat digunakan sebagai alat akustik kelautan yang dapat menghitung berbagai macam hal. Ada beberapa keunggulan sensor ultrasonik disbanding dengan sensor gelombang suara biasa atau dengan sensor akustik lainnya, salah satu keunggulannya adalah kekuatannya dalam mengtransmisikan suara dengan frekuensi tinggi. Hal ini tentu akan sangat berguna dalam dunia kelautan guna mengetahui jenis substrat, memetakan ikan dan mengetahui topografi dasar laut dan batimetrimya. Untuk Rancangan *websitenya* digunakan metode UML yang berbasis *Framework Codignaiter*. Framework yang dipilih merupakan sebuah framework yang berbasis pemograman objek. Sedangkan untuk rancangan sistem dipilih metode *Software Development Life Cycle* sebagai dasar rancangan dan analisis sistem. Nantinya data yang diperoleh akan langsung ditransmisikan menggunakan sensor yang dihubungkan ke mikrokontroler dan dikirim melalui modem. Secara *real time*, data tersebut dikirimkan oleh mikrokontroler melalui modem yang juga berfungsi sebagai *SMS gateway*, data tersebut dikirimkan langsung ke *web server* yang nantinya akan diolah dan ditampilkan pada *website* secara *real time*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat rancangan sistem monitoring logger pasut secara *online* berbasis *real time web* dan memberikan data mengenai pasang surut, suhu dan salinitas secara *real time* yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi pengambilan kebijakan dan monitoring lingkungan perairan di daerah penelitian.

METODE PENELITIAN

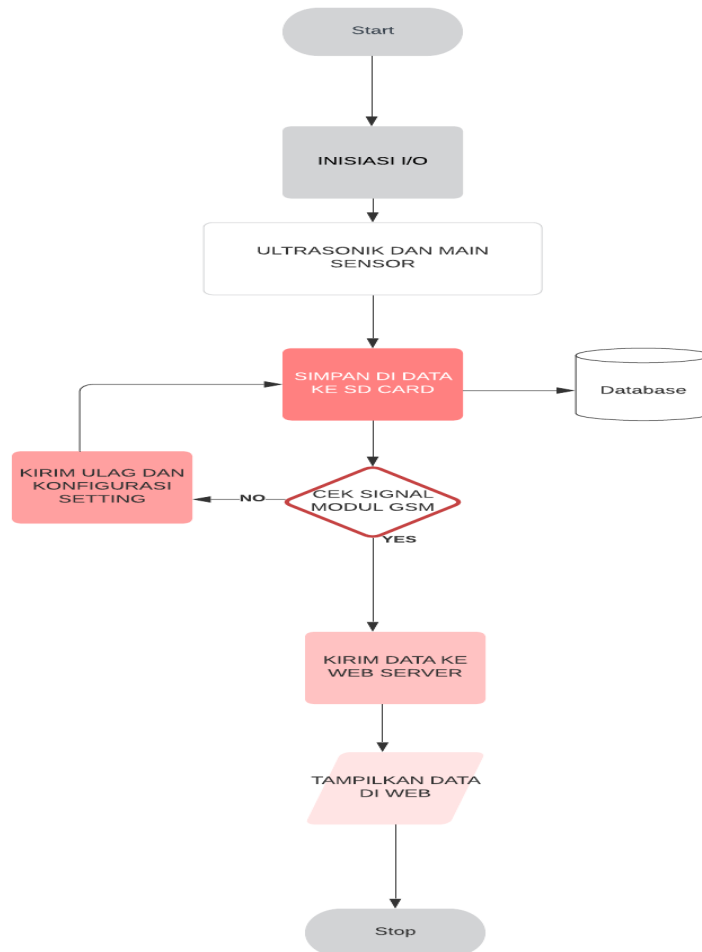


Gambar 1. Gambaran Sistem

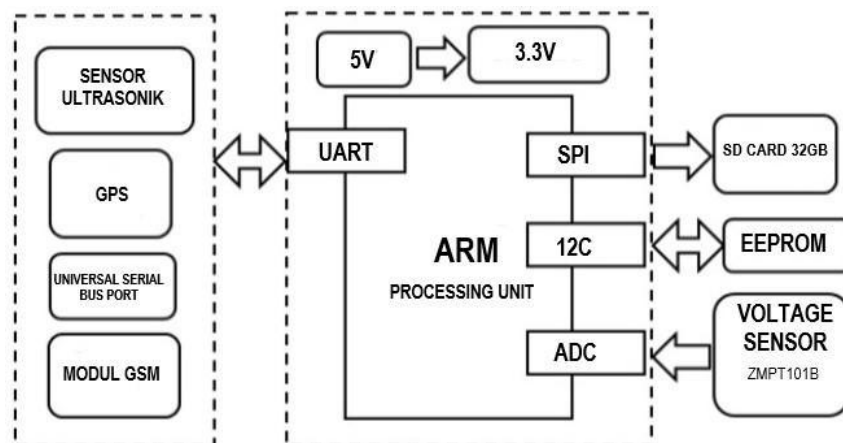
Perancangan *website ocean monitoring system* ini dilakukan dengan metode UML berbasis Framework Codeigniter yang dimana framework ini sering dipakai untuk merancang aplikasi berbasis web yang berbasis bahasa pemrograman PHP. Pemilihan *Framework Codeigniter* sendiri didasarkan pada kemudahan dan tingkat efisiensi yang dimilikinya serta sering digunakan dalam pengembangan aplikasi berbasis web. Setelah itu dilakukan pengembangan sistem aplikasi web yang ingin dirancang menggunakan metodologi SDLC (*Software Development Life Cycle*) yang meliputi perencanaan, analisis sistem, desain sistem, implementasi sistem dan pengujian *prototype* sistem (Helda et al., 2016). *Prototype* adalah model atau simulasi dari semua aspek produk sesungguhnya yang akan dikembangkan, model ini harus bersifat representatif dari produk akhirnya (Diah et al., 2018). Setelah itu, dilakukan perancangan *field device* dengan berbasis Arduino uno dimana rancangan alatnya akan memanfaatkan sensor ultrasonik dan mikrokontroler berbasis arduino uno, serta modul GSM sebagai *transmitter* data ke *web services* dengan kecepatan transfer data sebesar 512 Kbps. Nantinya data yang diperoleh akan langsung dikirimkan ke *web services* menggunakan sensor GSM yang dihubungkan ke mikrokontroler dan dikirim melalui mode secara *real time*. Data yang diterima di *web server* akan diolah dan ditampilkan pada *website* secara *real time*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Perangkat



Gambar 2. Alur kerja *Firmware*



Gambar 3. Rancangan Alat
(Sumber: Pegolahan Data, 2021)

Prinsip kerja alat adalah tiap sensor nantinya akan melakukan *record* data sesuai dengan tipe sensor masing-masing dengan cara mengukur seluruh komponen air lalu

mengirimkan data rekaman melalui jaringan GSM ke *web services*. Nantinya alat akan berjalan secara otomatis, dengan pemantauan data dapat dilakukan secara *mobile*, alatnya bersifat *portable* yang bertujuan untuk memudahkan dalam instalasi, mudah dikalibrasi, serta data bersifat *real time* (Helda et al., 2016). Sedangkan untuk mikrokontroller yang digunakan mempunyai konfigurasi *input-output* sesuai dengan keperluan aplikasi. Selain itu memiliki frekuensi internal sebesar 512 KB. Dengan jumlah *port* UART sebanyak 4 buah yang nantinya akan digunakan untuk setiap sensor perekam data serta modul GPS, modul USB, modem GSM dan Sensor ultrasonik. Selain itu terdapat 3 *port* ADC yang dapat digunakan sebagai konektor 3 sensor itu terdiri dari sensor current voltage, EEPROM dan SD Card

Analisis dan Rancangan Sistem

Tahapan utama dalam pembangunan aplikasi *ocean monitoring system* ini adalah perancangan sistem yang akan dibangun. Perancangan sistem tersebut dirancang menggunakan metode *Software Development Life Cycle* yang terdiri dari (Al-Fatta, 2007):

1. Analisis sistem

Analisis rancangan sistem secara sistematis dilakukan guna untuk memonitor kinerja rancangan *ocean monitoring system* dengan cara memonitor proses *input*, *processing* serta *output* data kelautan yang bertujuan untuk membantu peningkatan proses organisasi *all system*.

2. Desain sistem

Dalam tahapan desain sistem ini dilakukan penggambaran rancangan mulai dari bagaimana sistemnya nanti akan bekerja hingga ke proses rancangan basis data yang digunakan. Dimana penggambaran rancangan itu sendiri digambarkan menggunakan *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram* dan *Class Diagram*. Sedangkan rancangan basis data (*database*) yang digunakan didefinisikan dalam bentuk *Entity Relationship Diagram* (ERD). Sedangkan rancangan *input output* aplikasi (*interface*) dirancang menggunakan Bootstrap dan Figma.

3. Pembuatan program

Perancangan sistem dilakukan dengan cara menyesuaikan gagasan konseptual desain yang kemudian diinterpretasikan dalam tahap penulisan kode yang dalam kasus ini digunakan bahasa pemrograman PHP dan perancangan *user interface*.

4. Pengujian atau simulasi

Dalam pembuatan rancangan sistem sebuah pengujian atau simulasi sistem sangat berperan penting guna mengevaluasi kinerja rancangan sistem yang bertujuan untuk

mengetahui tingkat kesalahan dan ketidaksesuaian sistem yang telah dirancang dengan tujuan awal.

Perancangan Database

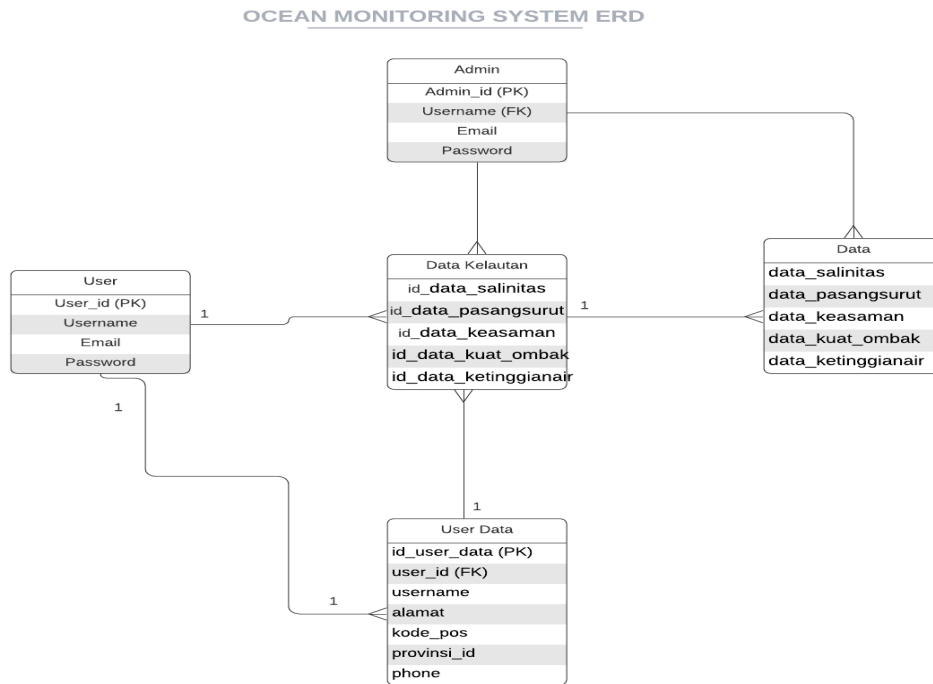
Perancangan basis data (*Database*) adalah kumpulan informasi yang disimpan di komputer secara sistemik dalam bentuk tabel-tabel, sehingga dapat diolah untuk memperoleh informasi dari *record* yang tersimpan dalam kolom-kolom pada tabel (Agus, 2017). Dalam penelitian ini dipilih ERD (*Entity Relationship Diagram*) guna mendefinisikan rancangan basis *data ocean monitoring system* ini dengan cara mengidentifikasi entitas yang nantinya terlibat serta atributnya. Setelah menentukan entitas dan atributnya, langkah selanjutnya adalah membuat *database* model ERD dari rancangan sistem, yang didalamnya menjelaskan relasi antar entitas. Diharapkan nantinya rancangan ini dapat menggambarkan data yang dipakai dan dikembangkan dalam rancangan *ocean monitoring system* yang digunakan.

Tabel 1. Daftar Entitas dan Atribut pada ERD

NO	ENTITAS	ATRIBUT
1	Admin	admin_id, admin_username, email, password
2	User	id_user, username, email, password
3	User_Data	id_user_data, user_id, username, alamat, kode_pos, propinsi_id, phone
4	Data	data_salinitas, data_pasangsurut, data_keasaman, data_kuat_ombak, data_ketinggianair
5	Data Kelautan	id_data_salinitas, id_data_pasangsurut, id_data_keasaman, id_data_kuat_ombak, id_data_ketinggianair

(Sumber: Pengolahan Data, 2021)

Setelah menentukan entitas dan atribut rancangan basis data sistem, selanjutnya adalah melakukan proses identifikasi hubungan atau relasi antar entitas. Hubungan ini nantinya akan berkaitan dengan bagaimana rancangan sistem basis data ini berjalan sehingga membuat entitas dan atributnya dapat saling berhubungan sesuai dengan rancangan basis data yang diinginkan. Adapun ERD dari rancangan *database framework codeigniter* adalah sebagai berikut:

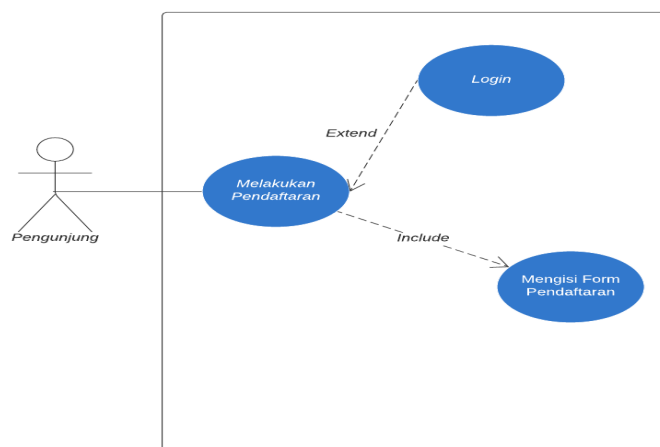


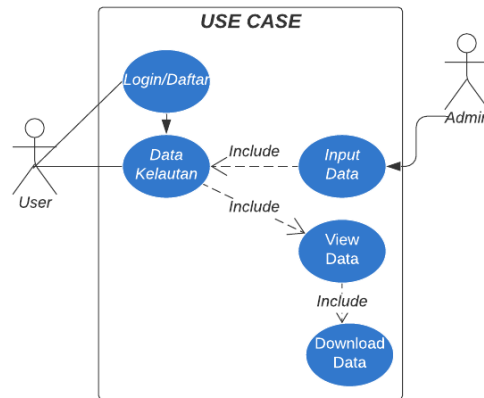
Gambar 4. Rancangan ERD

Process Modelling

Pembuatan *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram* dan *Class Diagram* pada tahap ini diharapkan mampu menggambarkan bagaimana sistem akan bekerja. Dengan membuat ilustrasi relasi aktivitas sistem antar entitas yang dikerjakan dan bagaimana data monitoring perpindahan data dari aktivitas tersebut. Berikut adalah rancangannya:

3.4.1 Use Case Diagram

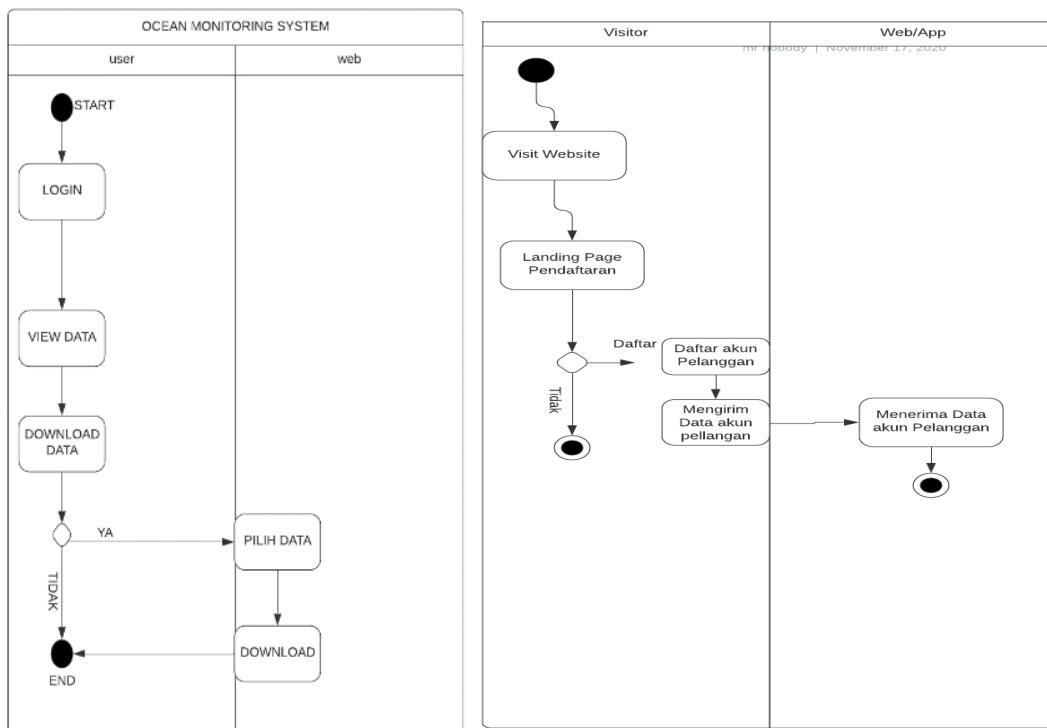




Gambar 5. Use Case Diagram

Dalam *use case diagram* pada Gambar 3. dijelaskan mengenai hubungan antara *user*, *admin* dan sistem. Dalam Gambar 3. menjelaskan mengenai *user* melakukan *input* data untuk dapat mengakses data dari *ocean monitoring system* (*Login*). Selanjutnya digambarkan mengenai bagaimana *user* mendapatkan akses data yang mana *user* akan diarahkan untuk mendaftar atau *login* ke dalam aplikasi lalu dapat melihat data dan melakukan *download* data dari *ocean monitoring system*. Sedangkan peran administrator dalam *use case diagram* ini digambarkan sebagai penginput data kelautan pada aplikasi.

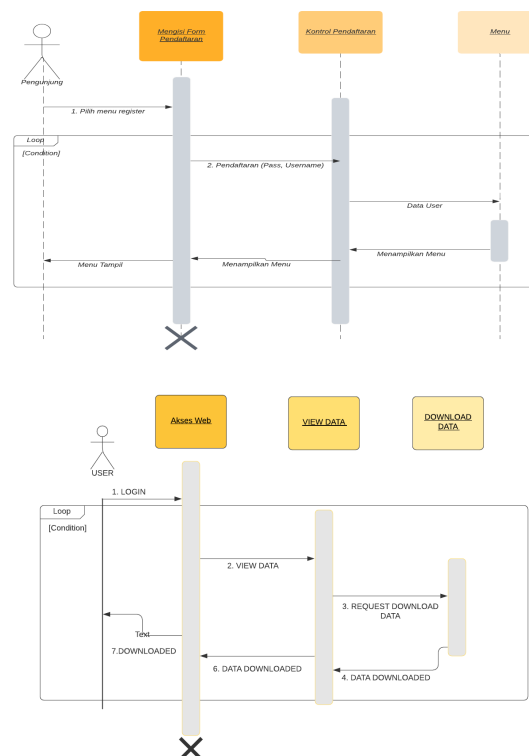
Activity Diagram



Gambar 6. Activity Diagram

Dalam *activity diagram* Gambar 4. dijelaskan *step-by-step* dari aktivitas yang dilakukan di dalam *ocean monitoring system* mulai dari proses pendaftaran atau *login* yang mana dimulai dari mengakses web *ocean monitoring system*, memasukkan *username* dan *password* hingga dapat mengakses dan melakukan *download* data dari aplikasi yang terdiri dari salinitas, pasut, keasaman, kuat arus dan ketinggian air. Selain itu dalam *activity digram* Gambar 4. dijelaskan mengenai proses permintaan data dari perspektif *user* proses apa yang harus dilalui ketika akan dilakukanya pengambilan data. Dari mulai *login*, melihat data, memilih jenis data hingga melakukan *download* data.

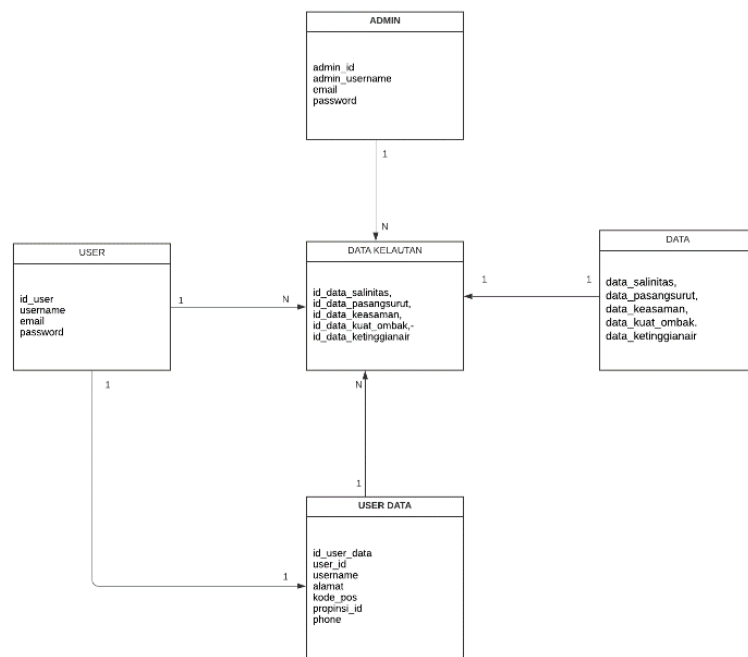
Sequence Diagram



Gambar 7. Sequence Diagram

Dalam *sequence diagram* Gambar 5. Menjelaskan tentang proses utama dari *ocean monitoring system*. Dimulai dari bagaimana *user* meminta akses data kepada administrator aplikasi dan administrator memiliki kewajiban untuk memberikan data kepada *user* sesuai dengan syarat sistem dan permintaan data dari *user*.

Class Diagram



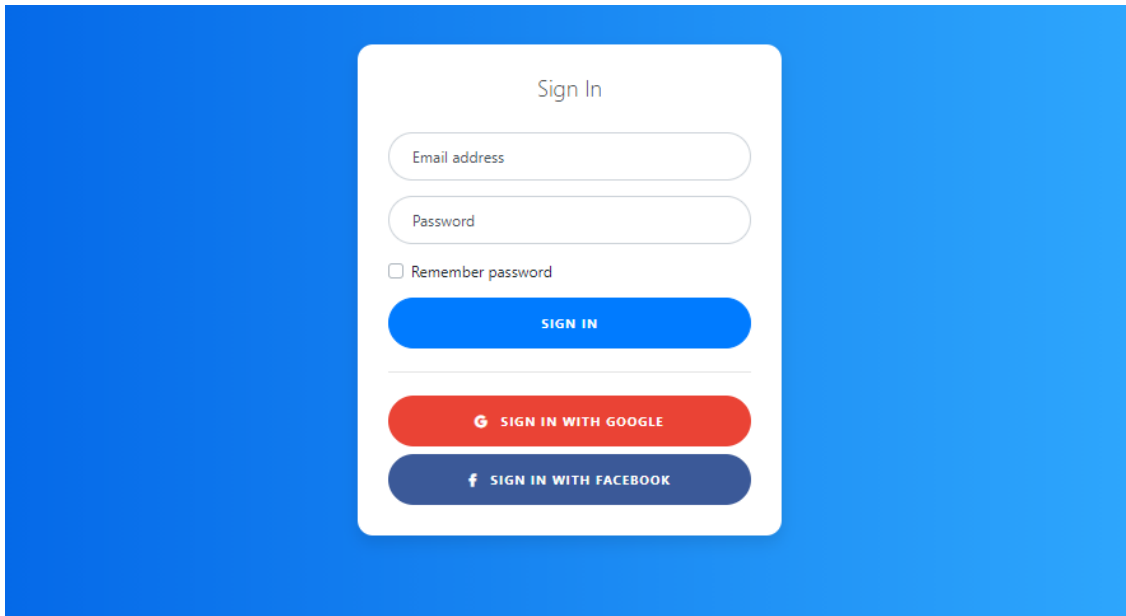
Gambar 8. *Class Diagram*

Sedangkan untuk *class diagram* pada Gambar 6. menggambarkan mengenai relasi antar entitas dan atributnya, dimana seperti yang dilihat bahwa relasi *user-data* kelautan memiliki relasi 1-N yang berarti satu *user* dapat mengakses berbagai jenis data kelautan yang diinginkan. Sedangkan *user-data user* memiliki relasi 1-1 yang berarti setiap *user* memiliki satu jenis data (*non redundant*). Sedangkan untuk relasi entitas admin dan data kelautan memiliki relasi 1-n yang berarti admin dapat memberikan akses dan menginputkan berbagai macam data kelautan. Juga relasi admin dengan data yang memiliki relasi 1-N menggambarkan admin dapat meinputkan berbagai macam data. Dan yang terakhir adalah relasi antara data dan data kelautan yang berelasikan N-1 yang berarti banyak data kelautan dapat di inputkan kedalam satu sistem atau *database*.

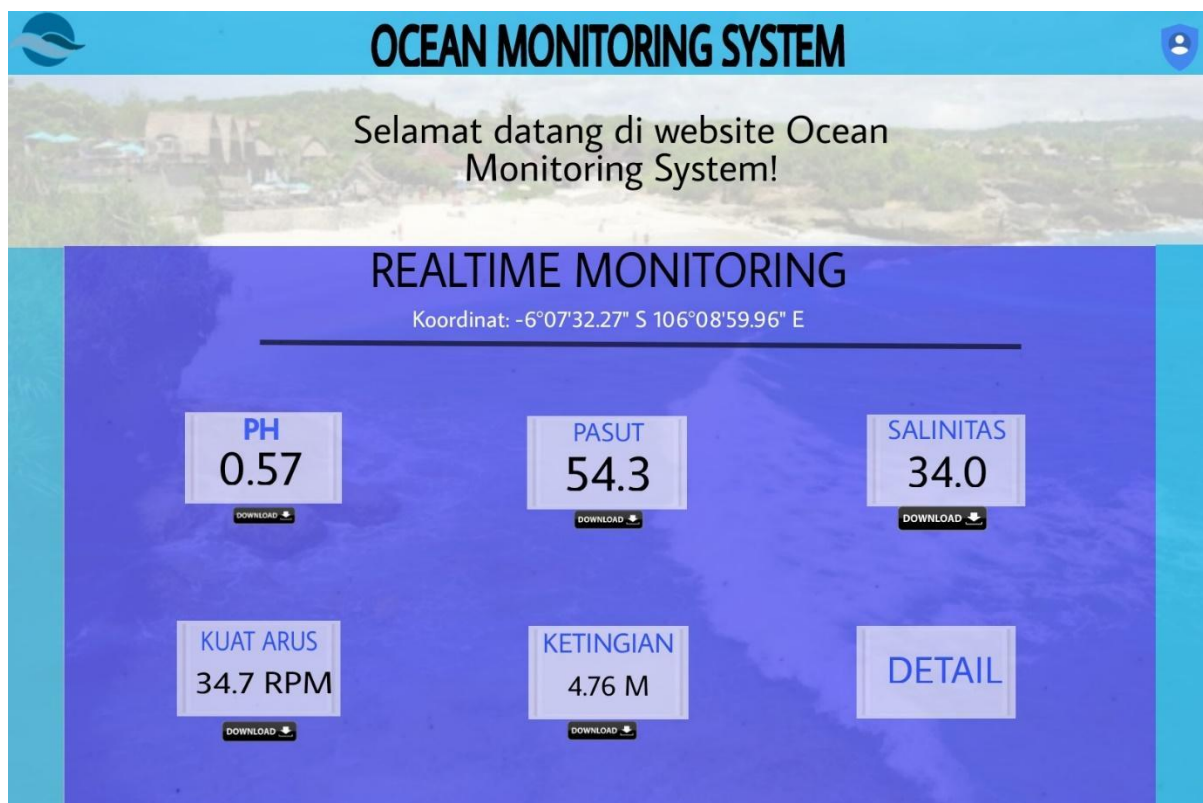
Implementasi *Database* dan *User Interface*

Pembuatan *database ocean monitoring system* dilakukan setelah selesainya penginstalan *codeigniter* di *web services*. Pembuatan basis data ini dilakukan untuk menginput, menghapus, merubah dan memperoleh data pada *website ocean monitoring system* nantinya. Sedangkan untuk proses pembuatan database menggunakan MySQL yang berbasis phpMyAdmin. Sedangkan untuk implementasi antarmuka pengguna pada *codeigniter* ditujukan kepada pengguna agar memiliki nilai ergonomis dan kemudahan yang tinggi dalam mengakses *website ocean monitoring system* nantinya. Implementasi ini

didasarkan pada desain yang telah dibuat pada tahapan *physical design*. Implementasi antarmuka *website ocean monitoring system* nantinya akan memiliki tampilan sebagai berikut:



Gambar 9. Tampilan Menu Sign In pada *Website Ocean Monitoring System*



Gambar 10. Tampilan Utama *Website Ocean Monitoring System*

Kedua gambar diatas merupakan rancangan antarmuka dari *ocean monitoring system*. Gambar pertama menunjukan proses *sign up* atau *sign in* kedalam sistem, adanya proses pendaftaran kedalam sistem sendiri dilakukan ketika user berencana untuk mengunduh data dari website *ocean monitoring system* saja. Hal ini dilakukan agar pihak administrator dapat memonitoring dan memberikan laporan terkait aksesibilitas user dan siapa saja yang menggunakan data dari rancangan situs ini. Sedangkan untuk gambar kedua memperlihatkan realtime monitoring dari aplikasi *ocean monitoring system* ini. Didalam tampilah utama website ini terdapat keterangan setiap data yang dihitung serta koordinatnya. Dalam tampilan ini juga user dapat mengunduh data dari aplikasi ini baik data realtime ataupun time series yang dapat diakses dalam menu detail.

Pengujian/Simulasi Sistem

Tahapan terakhir dalam proses pengembangan sebuah sistem adalah melakukan simulasi atau pengujian terhadap sistem yang telah dirancang. Pengujian ini adalah langkah paling penting guna melihat apakah rancangan aplikasi yang telah dibuat telah sesuai dengan tujuannya.

Tabel 2. Proses pada Perancangan *Ocean Monitoring System*

NO	Proses	Keterangan
1	Penangkapan data oleh sensor	Sensor dapat merekam data dengan sangat baik dan memiliki keakuratan tinggi sebesar 95%
2	Transmisi data	Modul GSM yang tertanam dapat mentransimikan data dari field device di lapangan ke web services dengan sangat baik, walaupun dengan bandwith yang masih sebesar 512kbps
3	Aksesibilitas aplikasi	Dapat mengakses aplikasi dengan cukup cepat walaupun dalam beberapa kasus page tidak dapat meload content didalamnya.
4	Input data	Dapat memasukkan data dengan sangat baik
5	Viewing data	Sistem menampilkan visualisasi data serta koordinat daerah tempat logger dari ocean monitoring systemnya berada dengan cukup baik.
6	Download data	Dapat melakukan unduhan data dari ocean monitoring system ini walaupun masih dalam kecepatan terbatas

Berdasarkan hasil pengujian Tabel 2. maka dapat disimpulkan bahwa *prototype* atau rancangan dari *ocean monitoring system* yang dibuat sudah berjalan dengan cukup baik dan sesuai dengan perancangan konseptual awal. Adapun beberapa catatan yang harus diperhatikan adalah *bandwith* dari transmisi data dari *field device* ke *web services* yang masih

lambat dan kurang bisa diandalkan untuk ditampilkan secara *real time*, serta masih kurangnya kecepatan *load* konten dari aplikasi serta *download speed* yang masih lamban.

KESIMPULAN

Setelah melakukan simulasi dan pengujian dari rancangan sistem hasil menunjukkan bahwa pada dasarnya rancangan sistem atau *prototype* yang telah dibuat sudah mampu untuk memenuhi sebagian tujuan awal dari perancangan aplikasi *ocean monitoring system*. Yang mana modul GSM yang digunakan sudah mampu melakukan transmisi data lapangan ke *web servis*, juga aplikasi yang dirancang sudah mampu untuk menampilkan informasi yang didapat dari lapangan dengan cukup baik selain itu sensor ultrasonic yang digunakan sudah mampu dengan baik merekam data oseanografi dan data akustik kelautan (jika dibutuhkan). Adapun beberapa kekurangan yang sudah dijelaskan sebelumnya yaitu masih lemahnya *bandwidth* transmisi data dari modul GSM ke *web servis* sehingga masih belum memungkinkan untuk melakukan pengiriman dan penampilan data secara *real time* serta masih harus dilakukannya konfigurasi manual jika ingin merekam data akustik kelautan. Selain itu dari hasil simulasi aplikasinya pun dirasa masih kurang sempurna dalam menampilkan konten yang ada didalamnya sehingga dapat disimpulkan bahwa perancangan aplikasi *ocean monitoring system* berbasis *real time web* ini masih memerlukan *study* lebih lanjut serta akomodasi infrastruktur yang lebih baik guna menunjang kebutuhan sistem yang cukup berat dan kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, H. 2017. "Membuat Aplikasi Computer Based Testc Dengan PHP, MySQLi dan Bootstrap". *Yogyakarta: Lokomedia*.
- Al-Fatta, H. 2007. Analisis dan Perancangan Sistem Informasi. *Yogyakarta: Penerbit Andi*
- Diah dkk. 2018. "Prototype Robot Cerdas Pemotong Rumput Berbasis Raspberry Pi B+ Menggunakan Web Browser". *Tangerang: STIMIK Raharja. Cerita Jurnal Vol. 01 No. 01*
- Fikri, Rausan, L., Boni, P. J., Ishak, M. 2015. Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Permukaan Air Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA328P Berbasis Web Service. *Jurnal POSITRON*.
- Helda, Y. & Ami, P. 2016. "Rekayasa Parking Assistance System Kendaraan Dengan Sensor Ultrasonik". *Jurnal JSM STMIK Mikroskil Vol.17 No.1*.
- Kamija, 2014. Pushidrosal Melaksanakan Pengukuran Pasang Surut di Choke Point Perairan Indonesia. *Pushidros TNI AL. Majalah Cakrawala, Edisi 4*

- Khoir, M., M. 2018. Rancangan Bangun Alat Monitoring Pasang Surut Air Laut Berbasis Internet Of Thing (IoT). *Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Sunan Ampel Surabaya*
- Kisnarti, Engki, A., Suryadhi. 2018. Monitoring remote tidal based on web. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Manurung, P. 2017. Inovasi Real Time Water Level Sensor Untuk Pemantauan Hidrologi Dan Oseanografi Serta Deteksi Bencana Banjir Dan Tsunami. *Seminar Pusat Litbang Sumber Daya Air Badan Penelitian Dan Pengembangan Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. Jakarta*
- Sadi, S. 2018. Rancang Bangun Monitoring Ketinggian Air dan Sistem Kontrol pada Pintu Air Berbasis Arduino dan Sms Gateway. *Jurnal Teknik*.