

Pengembangan Aplikasi Pengukur Tingkat Kualitas Perairan Pada Lingkungan Budidaya Perikanan Berbasis Web

Randy Wahyu Triputra* dan Panji Wisnu Wirawan

Ilmu Komputer/Informatika, Universitas Diponegoro, Semarang, Jl. Prof. Sudarto No.13 Kec. Tembalang, 50275

*Corresponding Author : randywtp@students.undip.ac.id

Abstrak

Perikanan merupakan salah satu sektor andalan dalam pembangunan Indonesia. Faktor terkait kualitas perairan sangat berpengaruh pada produktivitas ikan. Penentuan kualitas perairan harus melakukan aktivitas pengambilan sampel untuk mendapatkan berbagai parameter biotik dan abiotik. Dibutuhkannya pemahaman ahli untuk memahami bagaimana menentukan kualitas perairan tersebut. Oleh karena itu, dibutuhkannya perangkat lunak yang dapat membantu dalam menentukan kondisi perairan tersebut. Perangkat lunak dibangun dengan menggunakan metode ICONIX *process* karena metode tersebut berfokus pada kebutuhan sistem. Perhitungan kualitas perairan pada aplikasi dilakukan dengan menggunakan perhitungan bobot-bobot tiap parameter yang dimasukkan oleh pengguna. Aplikasi telah berhasil dikembangkan setelah dilakukan pengujian *black box* yang menyatakan bahwa fungsi perhitungan pada aplikasi dan perhitungan secara manual memiliki hasil yang sama.

Kata kunci:Perhitungan Kualitas Air, ICONIX Process, pengujian black box

Abstract

Aquaculture is one of mainstay sector in Indonesia's development. Factors related to the quality of waters greatly affect on the fish productivity. Monitoring water quality should be carried out with regular intensity. Determining the water quality must conduct sampling activities to obtain various biotic and abiotic parameters. It takes expert understanding to understand how to determine the water quality. Therefore, a software that can help in determining the condition of waters is needed. Software development used ICONIX process because the method focuses on system need. Calculation of the quality of waters in application was done using calculation on each parameter's weight that came from parameter entered by user. The application has been successfully developed by using black box testing method which stated that the calculation function done in application has the same result as calculating manually.

Keywords : Water quality measure, ICONIX Process, black box testing

PENDAHULUAN

Perikanan merupakan salah satu sektor unggulan dalam pembangunan Indonesia. Berdasarkan laporan Kementerian Perdagangan, ekspor ikan dan produk perikanan termasuk dalam tiga besar komoditi ekspor potensial dibawah makanan olahan dan perhiasan. Produksi ikan tangkap laut pada tahun 1991 hingga 2012 meningkat sebesar 3,5% per tahun. Potensi ekonomi dari hasil laut dapat ditingkatkan secara terus menerus mengingat

luasnya cakupan zona tangkap perikanan laut di Indonesia.(Rasyid, 2015)

Kualitas air merupakan sifat air, kandungan makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain yang terkandung di dalam air. Secara umum, kualitas air ditentukan oleh tiga faktor yaitu faktor fisika, faktor kimia dan faktor biologi (Sany et al., 2015). Hewan makrobentos merupakan salah satu faktor kualitas air tersebut. Hewan makrobentos memiliki peranan penting dalam pembentukan habitat sedimen. Analisis hewan makrobentos

telah diterapkan sebagai salah satu kriteria utama dalam menentukan kualitas lingkungan pada manajemen akuakultur di berbagai negara seperti Jepang, Tasmania-Australia dan Norwegia. Hal ini membuktikan bahwa keberadaan hewan makrobentos menjadi sautu indikator penentu dalam menentukan kualitas lokasi budidaya perikanan. (Putro, 2016)

Pemantauan kondisi kualitas perairan pada lokasi budidaya perikanan biasanya dilakukan dengan intensitas waktu tertentu. Pemantauan tingkat kecil atau sedang umumnya dilakukan tiga hari sekali, adapaun pemantauan tingkat besar yang dilakukan sebanyak satu bulan sekali. Pemantauan dilakukan dengan cara mengambil sampel air sebanyak tiga kali. Kemudian, dilakukan pengamatan pada kondisi variabel biotik dan abiotik terhadap sampel yang telah diambil. Dibutuhkan pemahaman ahli dalam menentukan kualitas perairan pada lokasi budidaya perikanan tersebut. Hal tersebut menjadi kendala bagi para pelaku usaha budidaya perikanan yang memiliki pemahaman yang tidak cukup tentang hal tersebut. Dibutuhkannya pemanfaatan teknologi berupa perangkat lunak dalam bentuk aplikasi komputer yang mampu membantu dalam menentukan kondisi kualitas perairan tersebut.

Aplikasi komputer yang memiliki fungsi sebagai pengukur dan penentu kualitas perairan dapat menjadi sarana pemberi informasi yang berguna bagi masyarakat khususnya bagi pelaku usaha perikanan. Aplikasi tersebut dapat menjadi landasan informasi pada usaha untuk memperbaiki dan mencegah untuk menjaga kualitas perairan pada lokasis budidaya perikanan tersebut.

PERHITUNGAN KUALITAS PERAIRAN

Kualitas perairan ditentukan oleh beberapa parameter biotik dan abiotik. Data-data parameter tersebut dilengkapi dengan nilai bobot untuk masing-masing parameter. Terdapat 6 parameter indeks biotik dan 10 parameter indeks abiotik yang digunakan pada perhitungan kualitas perairan pada penelitian ini. Berikut adalah penjelasan nilai bobot dan parameter yang digunakan:

1. Hewan Makrobentos

Hewan Makrobentos mempunyai peranan penting dalam pembentukan

habitat sedimen. Hewan makrobentos menjadi parameter yang berperan menjadi *potential taxa indicator*.

Tabel 1 Taksa Indikator

Nama Family	Bobot
Capitellidae	6
Chaoboridae	5
Chironomidae	5
Cirratulidae	6
Eunicidae	4
Littorinidae	4
Lumbrinereidae	3
Sabellidae	4
Spionidae	6
Thiaridae	4
Tubificidae	5
Turritellidae	5

2. Indeks Biotik

Hubungan antara hewan makrobentos dengan kondisi lingkungan perairan dihitung berdasarkan pada 6 parameter indeks.

Tabel 2 Bobot Parameter Indeks Biotik

Nama Parameter	Rentang Nilai	Bobot
	0,00 – 0,31	10
Dominansi (C)	0,32 – 0,68	6
	0,69 – 1,00	3
	0,00 – 0,49	3
Kesamaan (H)	0,50 – 0,69	6
	0,70 – 1,00	10
Keanekaragaman	0,00 – 1,99	3

(J)	2,00 – 2,99	6			9,01 – 1,00	
	3,00 – 4,00	10			14,00	
	0 – 499	3			0,00 – 1,00	
Jumlah Kelimpahan	500 – 999	6			2,99	
	> 999	10			3,00 – 2,00	
	0 – 49	3			4,99	
Jumlah Jenis Spesies	50 – 99	6		Temperate	5,00 – 3,00	
	> 99	10			22,00	
Nilai keenam adalah nilai Indikator Taksa yang didapatkan dengan melakukan perhitungan keberadaan jenis <i>family</i> tertentu sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.					22,01	2,00
3. Indeks Abiotik					–	
Faktor abiotik perairan yang mempengaruhi kualitas perairan di lokasi budidaya perikanan mencakup 10 parameter.					25,00	
Tabel 3 Bobot Parameter Indeks Abiotik					25,01	1,00
Nama	Renta	Bobot		Temperatur (°C)	–	
	ng Nilai	ot			100,0	
					0	
	0,00 – 3,99	1,00			0,00 – 1,00	
	4,00 – 5,99	2,00			13,99	
DO (mg/l)	6,00 – 13,00	3,00			14,00	2,00
	0,00 – 4,99	1,00			–	
	5,00 – 6,99	2,00			17,99	
	7,00 – 8,00	3,00			18,00	3,00
Keasaman (pH)	8,01 – 9,00	2,00			–	
					28,00	
					28,01	2,00
					–	
					32,00	
					32,01	1,00
					–	
					100,0	
					0	
					0,00 – 27,99	1,00
					28,00	2,00
					–	
					31,99	
				Salinitas Marine	32,00	3,00
					–	
					38,00	
					38,01	2,00
					–	

Website : jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek

	41,00		0,00 – 1,00
	> 41,00	1,00	1,99
			2,00 – 1,50
			3,99
	0,00 – 0,50	3,00	4,00 – 2,00
Fresh	0,51 – 4,00	2,00	10,00
	> 4,00	1,00	10,01 – 1,50
			20,00
	0,00 – 2,99	1,00	> 20,00
	3,00 – 4,99	2,00	0,00 – 1,00
	5,00 – 25,00	3,00	4,99
Estuarine	25,01 – 30,00	2,00	5,00 – 1,50
	> 30,00	1,00	4,99
			10,00 – 2,00
			20,00
	0,00 – 2,99	1,00	0,00 – 1,00
	3,00 – 4,99	1,50	30,01 – 1,50
	5,00 – 10,00	2,00	49,99
Konduktivitas (Ω)	10,01 – 50,00	1,50	50,00 – 2,00
	> 50,00	1,00	90,00
			90,01 – 1,50
			100,00
			0
	0,00 – 5,99	2,00	0,00 – 1,00
	6,00 – 100,00	1,50	4,99
Turbiditas (ntu)	> 100,00	1,00	5,00 – 2,00
			10,00
			10,01 – 1,50
			20,00
			20,01 – 1,00
			100,00

- 0
-
4. Pengelompokan Tingkat Kualitas Perairan
Pengelompokan tingkat kualitas perairan ditentukan berdasarkan pada hasil perhitungan pada bobot tiap parameter yang telah didapatkan.

Tabel 4 Tingkat Kualitas Perairan

Tingkat	Rentang Nilai
<i>Undisturbed Areas</i>	55,51 – 74,00
<i>Lightly Disturbed Areas</i>	37,01 – 55,50
<i>Moderately Disturbed Areas</i>	18,51 – 37,00
<i>Heavily Disturbed Areas</i>	< 18,50

Adapun formula dalam melakukan perhitungan kualitas air adalah sebagai berikut:
 $Kualitas\ Air = Bobot\ DO + Bobot\ Keasaman + Bobot\ Temperatur + Bobot\ Salinitas + Bobot\ Turbiditas + Bobot\ Rasio\ C/N + Bobot\ Clay + Bobot\ Silt + Bobot\ Sand + Bobot\ Keanekaragaman + Bobot\ Dominansi + Bobot\ Kesamaan + Bobot\ Jumlah\ Kelimpahan + Bobot\ Jenis\ Spesies - Indikator\ Taksa$

Nilai indikator taksa bernilai negatif dikarenakan keberadaan *family* tertentu dapat menyebabkan penurunan kualitas perairan pada ekosistem tersebut.

ICONIX PROCESS

Metode *ICONIX Process* merupakan sebuah metode pengembangan perangkat lunak yang berfokus pada *use case* yang dikembangkan (*use case driven*). Dalam *ICONIX*, *use case* ditentukan pada tahap awal pengembangan dan dijadikan dasar dalam menentukan model dan perilaku sistem yang akan dikembangkan (Rosenberg & Stephens, 2007). Berikut fase-fase yang ada dalam pengembangan metode *ICONIX Process*:

1. Fase Requirement

Fase Requirement adalah fase yang meliputi kegiatan untuk menentukan proses bisnis pada sistem dan menetapkan kebutuhan fungsional lalu menerjemahkannya ke dalam *use case diagram*.

2. Fase Analisis
Fase Analisis bertujuan untuk menganalisis apa yang telah dihasilkan pada fase sebelumnya dan melakukan perbaikan agar sistem yang dibangun sesuai.
3. Fase Desain
Fase Desain adalah fase untuk menjelaskan secara lebih detail pada *use case* yang telah ditetapkan pada fase sebelumnya.
4. Fase Implementasi
Fase Implementasi adalah fase yang dilakukan setelah melakukan pengimplementasian dari tiap-tiap *use case* yang telah dibuat menjadi baris kode lalu menjadi suatu fungsi dalam sistem.

UNIFIED MODELLING LANGUAGE (UML)

Unified Modelling Language (UML) merupakan sebuah “bahasa” yang menjadi standar industri dalam memvisualisasikan, merancang dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak. Seperti arsitek dengan merancang menggunakan *blueprint* bangunan, pengembang perangkat lunak menggunakan diagram UML untuk membantu dalam rekayasa perangkat lunak (Pressman, 2010). Berikut adalah diagram UML yang digunakan dalam metode pengembangan *ICONIX Process*:

1. *Use Case Diagram*
Use Case Diagram adalah diagram yang berfungsi untuk merepresentasikan fungsi dan fitur perangkat lunak pada sudut pandang pengguna.
2. *Sequence Diagram*
Sequence Diagram adalah diagram yang berfungsi untuk memberikan pandangan dinamis pada struktur perangkat lunak tentang komunikasi antar objek dalam menyelesaikan suatu fungsi.
3. *Class Diagram*

Class Diagram adalah diagram yang berfungsi untuk memberikan pandangan statis atau struktural pada perangkat lunak.

4. *Robustness Diagram*

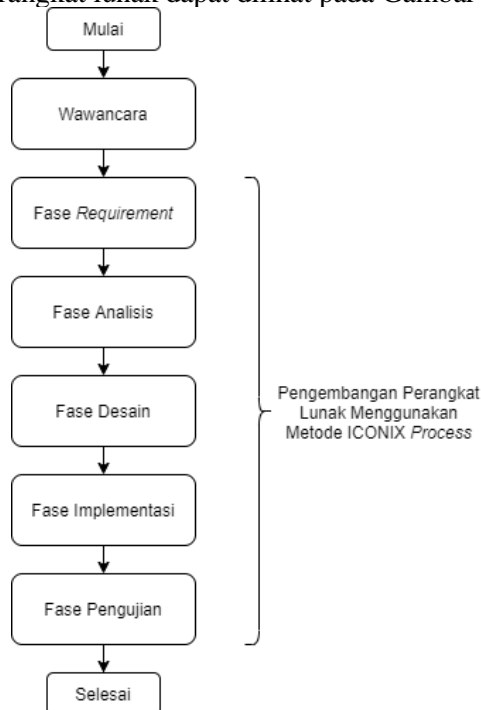
Robustness Diagram adalah diagram yang berfungsi untuk menjelaskan perilaku yang didapatkan dari *use case*.

APLIKASI WEB

Aplikasi *web* adalah suatu bentuk perangkat lunak yang berjalan pada sistem *web browser* yang memiliki suatu fungsi yang dapat membantu pengguna *web* dalam menjalankan *web* tersebut. (Nugroho, 2010)

ALUR PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Alur pengembangan perangkat lunak berfungsi sebagai pedoman dengan langkah-langkah terstruktur dalam melakukan rekayasa perangkat lunak. Alur pengembangan perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Alur Pengembangan Perangkat Lunak

Berikut adalah penjelasan terkait fase-fase yang termasuk di dalam alur pengembangan perangkat lunak:

1. Wawancara

Wawancara dilakukan sebagai upaya untuk mendapatkan *requirement* dari klien untuk sistem atau aplikasi yang akan dibangun.

2. Fase Requirement

Kegiatan pada fase ini adalah melakukan penerjemahan *requirement* yang didapatkan menjadi *use case diagram*, menjelaskan detail *use case* tersebut, merancang antarmuka aplikasi dan membuat *domain model*.

3. Fase Analisis

Kegiatan pada fase ini adalah melakukan analisis pada *use case diagram* yang didapatkan serta melakukan perbaikan apabila dibutuhkan. Fase ini menghasilkan *robustness diagram* dan juga pembaruan *domain model*.

4. Fase Desain

Kegiatan pada fase ini adalah menjelaskan secara penuh detail *use case* yang telah ditetapkan pada fase sebelumnya. Fase ini menghasilkan *sequence diagram* dan *class diagram* yang merupakan hasil akhir dari *domain model*.

5. Fase Implementasi

Kegiatan pada fase ini adalah melakukan implementasi pada *use case* atau fungsi yang telah dihasilkan dari tahap perancangan ke dalam bentuk kode pemrograman.

6. Fase Pengujian

Kegiatan pada fase ini adalah melakukan pengujian pada aplikasi yang telah dibangun untuk memastikan bahwa fungsi di dalam sistem sudah sesuai dengan fungsi yang dirancang pada tahap sebelumnya.

PERANCANGAN DIAGRAM UML

Perancangan diagram UML dilakukan untuk memberikan gambaran pada pengembangan tentang perangkat lunak yang dibangun. Berikut diagram hasil perancangan yang dihasilkan pada fase pengembangan *ICONIX Process* yang dilakukan:

1. *Use Case Diagram*

Use case diagram yang dihasilkan menyatakan bahwa sistem yang dibangun adalah sistem bersifat *multi-*

user dimana terdapat 3 aktor yaitu Admin, Operator dan Member. Sistem memiliki 13 fungsi dimana tiap aktor

memiliki *use case*-nya sendiri masing-masing. *Use case diagram* yang dirancang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Use Case Diagram

2. Robustness Diagram

Robustness diagram digunakan untuk menggambarkan alur aplikasi ketika *user* melakukan fungsi. Gambar 3 menunjukkan bagaimana alur aplikasi melakukan fungsi perhitungan kualitas air.

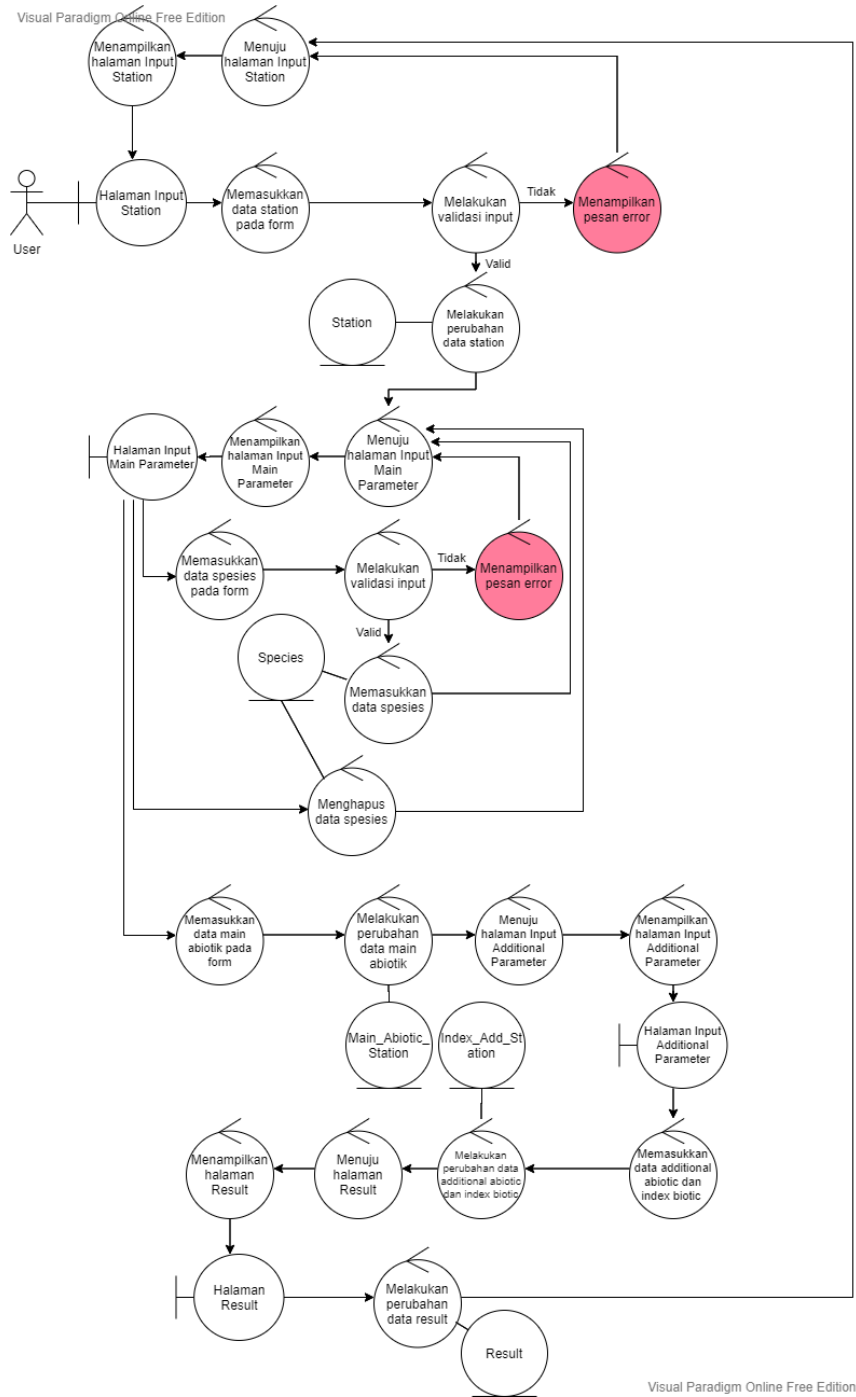
3. Sequence Diagram

Sequence diagram digunakan untuk menggambarkan siklus hidup *use case* perhitungan kualitas air. Gambar 4 menunjukkan *sequence diagram* fungsi perhitungan kualitas air.

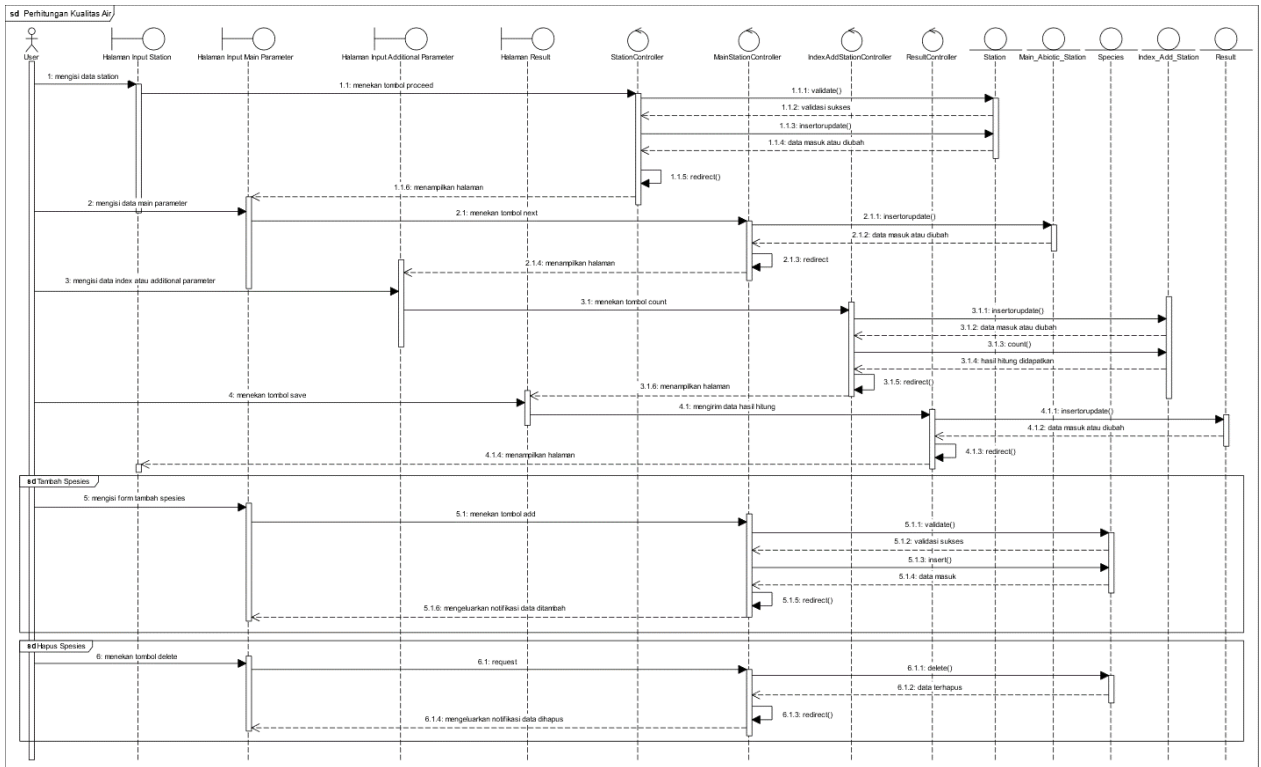
Sequence diagram tersebut memiliki tiga skenario dimana skenario tersebut adalah perhitungan kualitas air, menambah data spesies dan menghapus data spesies

4. Class Diagram

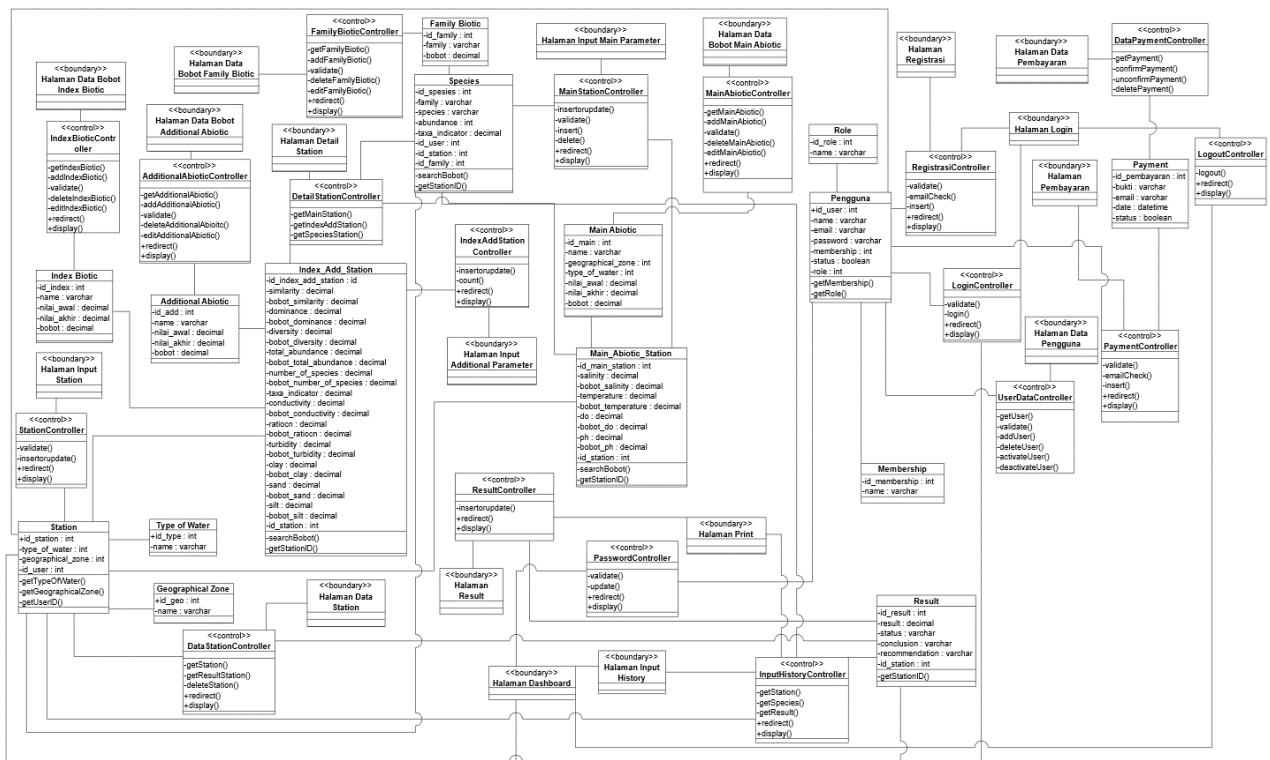
Class diagram digunakan untuk menggambarkan struktural pada sistem yang akan dibangun. Gambar 5 menunjukkan *class diagram* yang merupakan hasil akhir pada *domain model* yang sudah dirancang pada tahap-tahap sebelumnya.



Gambar 3 Robustness Diagram Fungsi Perhitungan Kualitas Air



Gambar 4 Sequence Diagram Perhitungan Kualitas Air



Gambar 5 Class Diagram

SIMULASI PERHITUNGAN KUALITAS PERAIRAN

Simulasi proses perhitungan memberikan langkah detail terkait bagaimana proses perhitungan perairan dilakukan. Berikut adalah penjelasan langkah-langkah dalam menentukan kualitas perairan pada lokasi budidaya perikanan:

1. Mendapatkan nilai masing-masing dari parameter

Simulasi perhitungan yang dilakukan menggunakan data parameter Tambak Polikultur pada area laut yang bersumber dari tesis penelitian milik Suci Wulan Pawhestri yang berjudul “*Assessment of Water Quality Using Macroenthos as Bioindicator and Its Application on Abundance-Biomass Comparison (ABC) Curves*” pada tahun 2015. (Pawhestri & Putro, 2015)

Tabel 5 Nilai Parameter

Parameter	Nilai
Keasaman (pH)	6,40
DO (mg/l)	4,37
Suhu (°C)	33,90
Salinitas (%)	33,10
Konduktivitas (Ω)	50,16
Rasio C/N	7,21
Turbiditas (ntu)	-
Clay (%)	16,71
Silt (%)	71,83
Sand (%)	11,40
Jumlah Jenis Spesies	8
Total Kelimpahan	46
Indikator Taksa	4
Dominansi (C)	0,22
Keanekaragaman (J)	1,73
Kesamaan (H)	0,72

2. Mendapatkan bobot parameter

Melakukan pencocokan pada parameter yang didapatkan dengan data nilai bobot yang ada pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 3.

Tabel 6 Nilai Parameter Beserta Bobotnya

Parameter	Nilai	Bobot
Keasaman (pH)	6,40	2,00

DO (mg/l)	4,37	2,00
Suhu (°C)	33,90	1,00
Salinitas (%)	33,10	3,00
Konduktivitas (Ω)	50,16	1,00
Rasio C/N	7,21	2,00
Turbiditas (ntu)	-	*(2,00)
Clay (%)	16,71	2,00
Silt (%)	71,83	2,00
Sand (%)	11,40	1,50
Jumlah Jenis Spesies	8	3,00
Total	46	3,00
Kelimpahan		
Indikator Taksa	4	-4,00
Dominansi (C)	0,22	10,00
Keanekaragaman (J)	1,73	3,00
Kesamaan (H)	0,72	10,00

3. Melakukan penjumlahan pada nilai bobot yang didapatkan

Bobot yang didapatkan lalu dijumlahkan sehingga nilai kualitas perairan akan didapatkan.

$$\begin{aligned} \text{Kualitas Air} &= 2,00 + 2,00 + 1,00 + \\ &+ 3,00 + 1,00 + 2,00 + 2,00 + 2,00 + \\ &+ 2,00 + 1,50 + 3,00 + 3,00 + (-4,00) + \\ &+ 10,00 + 3,00 + 10,00 = 43,50 \end{aligned}$$

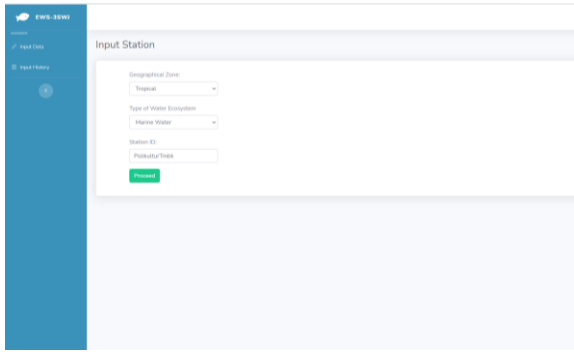
4. Mendapatkan tingkat kualitas perairan tersebut

Nilai yang didapatkan kemudian dicari tingkat gangguannya berdasarkan pada Tabel 4. Nilai 43,50 yang didapatkan memiliki arti bahwa perairan tersebut memiliki tingkat *Lightly Disturbed Areas*.

IMPLEMENTASI FUNGSI PERHITUNGAN PADA APLIKASI

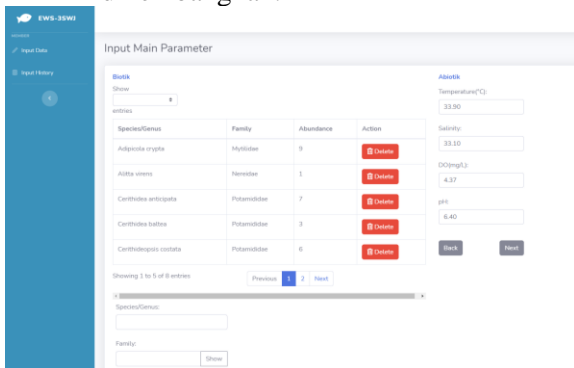
Perhitungan yang dilakukan simulasi kemudian dilakukan kembali dengan menggunakan aplikasi yang sudah berhasil dikembangkan. Berikut langkah-langkah penggunaan fungsi perhitungan kualitas perairan menggunakan aplikasi:

1. Memasukkan data *Station* yang berisi nama *station*, zona geografis dan tipe perairan. *Station* adalah nama tempat dimana perhitungan kualitas air akan dilakukan. Gambar 6 adalah hasil antarmuka input *station* pada aplikasi yang telah dikembangkan.



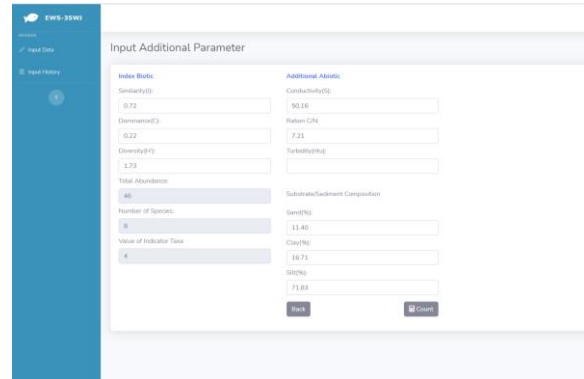
Gambar 6 Antarmuka Input Station

- Memasukkan data spesies dan juga memasukkan parameter abiotik utama yang terdiri dari keasaman, salinitas, temperatur dan oksigen terlarut. Gambar 7 adalah hasil antarmuka input spesies dan parameter abiotik utama pada aplikasi yang telah dikembangkan.



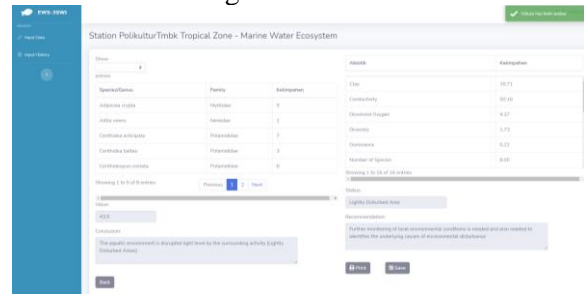
Gambar 7 Antarmuka Input Spesies dan Parameter Abiotik Utama

- Memasukkan data indeks biotik yaitu kesamaan, dominansi dan keanekaragaman. Parameter indikator taksa, jumlah kelimpahan dan jumlah jenis spesies memiliki nilai yang sudah dihitung sendiri oleh aplikasi. Kemudian, memasukkan data abiotik tambahan yang terdiri dari konduktivitas, turbiditas, rasio karbon/nitrogen dan sedimen substrat yang terdiri dari *clay*, *silt* dan *sand*. Gambar 8 adalah hasil antarmuka input parameter indeks biotik dan abiotik tambahan pada aplikasi yang telah dikembangkan.



Gambar 8 Antarmuka Input Parameter Abiotik Tambahan dan Indeks Biotik

- Mendapatkan hasil, status, kesimpulan dan juga rekomendasi perbaikan. Gambar 9 adalah hasil antarmuka hasil perhitungan pada aplikasi yang telah dikembangkan.



Gambar 9 Antarmuka Hasil Perhitungan

Dengan mengikuti langkah-langkah dalam menggunakan fungsi perhitungan pada aplikasi dengan menggunakan data yang sama pada perhitungan manual, pengguna akan mendapatkan beberapa *output* yang dihasilkan oleh aplikasi tersebut.

Nilai adalah hasil perhitungan kualitas perairan yang digunakan untuk menentukan tingkat kualitas perairan. Gambar 10 menunjukkan hasil nilai perhitungan kualitas perairan pada aplikasi.

Value:

43.5

Gambar 10 Nilai Kualitas Perairan

Status adalah tingkat kualitas perairan yang didapatkan berdasarkan pada nilai

perhitungan. Gambar 11 menunjukkan status perairan pada aplikasi.

Status:

Lightly Disturbed Area

Gambar 11 Status

Kesimpulan adalah penjelasan rinci terkait tingkat kualitas perairan yang didapatkan. Gambar 12 menunjukkan kesimpulan yang dihasilkan pada aplikasi.

Conclusion:

The aquatic environment is disrupted light level by the surrounding activity (Lightly Disturbed Areas)

Gambar 12 Kesimpulan

Rekomendasi adalah suatu saran yang dapat digunakan sebagai landasan informasi dalam usaha mencegah maupun memperbaiki. Gambar 13 menunjukkan rekomendasi yang diberikan oleh aplikasi.

Recommendation:

Further monitoring of local environmental conditions is needed and also needed to identifies the underlying causes of environmental disturbance

Gambar 13 Rekomendasi

KESIMPULAN

Setelah melakukan perhitungan kualitas perairan baik manual maupun menggunakan aplikasi yang berhasil dikembangkan, hasil perhitungan lalu dibandingkan.

Tabel 7 Perbandingan Hasil

Hasil Perhitungan Manual	Hasil Perhitungan Aplikasi
43,50	43,50

- Telah berhasil dikembangkan aplikasi pengukur tingkat kualitas perairan pada lingkungan budidaya perikanan berbasis *web* menggunakan metode *ICONIX Process*.
- Berdasarkan pada tabel perbandingan hasil dapat disimpulkan bahwa fungsi utama pada aplikasi perhitungan kualitas perairan pada lokasi budidaya perikanan berbasis *web* memiliki hasil yang sama dengan perhitungan secara

manual. Hal ini membuktikan bahwa aplikasi memiliki fungsi perhitungan yang bekerja secara baik tanpa adanya *bug* ataupun *error*.

DAFTAR PUSTAKA

- Nugroho, A. (2010). *Rekayasa Perangkat Lunak Berbasis Objek dengan Metode USDP*. Andi.
- Pawhestri, S. W., & Putro, S. P. (2015). Assessment of Water Quality Using Macrobenthos as Bioindicator and Its Application on Abundance-Biomass Comparison (ABC) Curves. *International Journal of Science and Engineering*, 8(2), 84–87. <https://doi.org/10.12777/ijse.8.2.84-87>
- Pressman, R. S. (2010). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (7th ed.). McGraw-Hill.
- Putro, S. P. (2016). *Konsep Aplikasi Budidaya Sistem Polikultur Terintegrasi Biomonitoring; Menuju Akuakultur Produktif Berkelanjutan*. Plantaxia.
- Rasyid, M. (2015). Potensi Ekonomi Ikan Dan Produk Perikanan Indonesia Dalam Lingkup Masyarakat Ekonomi ASEAN. In *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Unisbank 2015*.
- Rosenberg, D., & Stephens, M. (2007). Use Case Driven Object Modeling with UML. In *Use Case Driven Object Modeling with UML*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4302-0369-8>
- Sany, S. B. T., Hashim, R., Salleh, A., Rezayi, M., & Safari, O. (2015). Ecological quality assessment based on macrobenthic assemblages indices along West Port, Malaysia coast. *Environmental Earth Sciences*, 74(2), 1331–1341. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-4122-3>