

# Model View Controller dan Object Relational Mapping Data Borneo Biodiversity Information System

Edy Budiman<sup>\*1</sup>, Novianti Puspitasari<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknologi Informasi dan Komunikasi, Universitas Mulawarman, Samarinda  
e-mail: <sup>\*1</sup>edy.budiman@ieee.org, <sup>2</sup>miechan.novianti@gmail.com

## Abstrak

*Pergeseran paradigma pengembangan Perangkat Lunak yang berskala enterprise. Permasalahan antara lingkungan Berorientasi Objek (OOP) dengan lingkungan RDBMS (Relational Database Management System) yang sering disebut dengan istilah impedance mismatch (Ketidak-sesuaian pendekatan OOP dan RDBMS). Penelitian ini bertujuan menerapkan konsep Object Relational Mapping (ORM) yang berfungsi menjembatani ketidaksesuaian dan memetakan database relasional ke model objek, melakukan pengumpulan data tumbuhan (Pohon, Kayu, Tanaman Obat dan Bambu). Metode pengembangan menggunakan konsep design pattern Model-View-Controller (MVC) berbasis Framework. Metode penamaan dan taksonomi tumbuhan mengacu pada International Association for Plant Taxonomy. Penelitian ini telah menghasilkan sebuah produk perangkat lunak Sistem Informasi Keanekaragaman Hayati Borneo, telah tersimpan data dalam database sistem 1482 jenis pohon, 233 jenis tumbuhan hutan obat, 86 jenis kayu dan 80 jenis bambu. Relevansi penelitian ini sebagai bentuk sinergitas penelitian yang mengacu pada Pola Ilmiah Pokok (PIP) Universitas Mulawarman sebagai Center of Excellence for Tropical Studies.*

**Kata kunci**—*Biodiversity, Model-view Controller, Object-relational Mapping, Borneo*

## 1. PENDAHULUAN

Tingginya tingkat keanekaragaman hayati yang sebagian besar ada di hutan tropis saat ini mengalami banyak tekanan akibat pemanfaatan hutan dan produk hutan secara berlebihan di luar kemampuan daya dukungnya [1]. Keanekaragaman hayati kini semakin berkurang dalam skala yang mengkhawatirkan dan menjadi masalah yang signifikan dalam skala lokal bahkan internasional. Spesies demi spesies menghilang lebih cepat dibandingkan dengan penemuan jenis spesies baru, dan juga nilai potensi dari makhluk itu untuk masa depan menghilang begitu saja [2]. *United Nations Environment Programme* (UNEP), *World Conservation Monitoring Centre* (WCMC), memperkirakan ada kurang lebih 13,6 juta spesies di muka bumi, dan hanya baru 1,75 juta yang dikenal dalam ilmu pengetahuan [3]. Disinilah alasan menjadi jelas mengapa manusia harus mempelajari lebih lanjut kepada keanekaragaman hayati dan potensi yang dimilikinya.

Data keanekaragaman hayati seringkali sulit didapat, sehingga membuat pengelolaan menjadi terhambat. Hal tersebut disebabkan oleh kebanyakan data keanekaragaman hayati berada terpisah-pisah pada meja-meja para peneliti dan lembaga-lembaga lainnya atau kadang tidak diterbitkan, sehingga membuat para pengelola seringkali mengambil keputusan tanpa memanfaatkan data yang sebenarnya telah tersedia [4][5][6][7]. Sebaliknya, dengan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi, biaya untuk publikasi data dapat dikurangi.

Sistem manajemen basis data yang banyak digunakan sekarang ini adalah basis data relasional. Sedangkan untuk pengembangan aplikasi yang berskala enterprise seperti Biodiversity Information System menerapkan konsep berorientasi objek. Dengan demikian, terdapat ketidaksesuaian antara basisdata relasional dengan pengembangan aplikasi yang menggunakan konsep berorientasi objek [8]. Untuk mengatasi masalah tersebut digunakan pendekatan Model View Controller (MVC) dan Object Relational Mapping (ORM) sebagai framework yang dapat menjembatani perbedaan aplikasi dan sistem basis data tersebut.

Tujuan umum penelitian ini menghasilkan produk perangkat lunak sistem manajemen database keanekaragaman hayati dalam mendukung sistem pemantauan tumbuhan yang berkelanjutan sebagai media penyimpanan dan inventarisasi informasi secara digital pada hutan hujan tropis kalimantan. Sedangkan tujuan khususnya menerapkan model MVC dan ORM dalam pengembangan Biodiversity Information System yang dapat memetakan database relasional ke model objek. Penelitian ini sebagai sarana dalam pengembangan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, memberikan citra yang baik bagi program studi maupun Perguruan Tinggi dalam penerapan hasil penelitian tersebut, khususnya dalam kegiatan pemanfaatan teknologi informasi sesuai dengan pola ilmiah pokok (PIP) Universitas Mulawarman menitikberatkan kepada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi berbasis hutan hujan tropis "Tropical RainForest".

Relevansi keanekaragaman hayati untuk kehidupan manusia menjadi isu politik internasional, sebagai bukti ilmiah dibangun di atas implikasi kehidupan dunia kehilangan keanekaragaman hayati. Kekayaan dan keanekaragaman sumberdaya hayati tanaman masih banyak yang belum ter-publikasikan, belum ter-identifikasi dan tergali potensinya sebagai sumber penghidupan masa depan dan membuka peluang pemanfaatan kehati secara berkelanjutan.

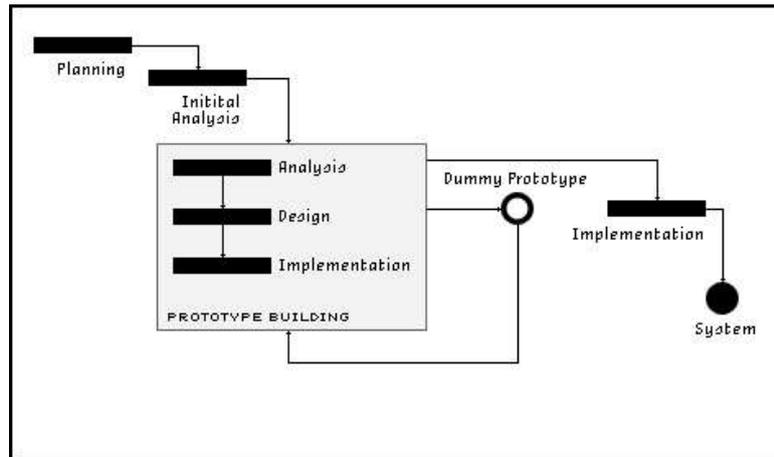
Perencanaan pengelolaan keanekaragaman hayati tanaman sebagai aset pembangunan harus menjadi bagian penting, tahun 1993 telah menyusun buku panduan yang dituangkan dalam Rencana Aksi Keanekaragaman Hayati Indonesia atau Biodiversity Action Plan for Indonesia (BAPI). Kemudian pada tahun 2016, rencana aksi ini diperbarui dan menjadi Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan (IBSAP) 2015-2020. Perlu dilakukan pemutakhiran untuk penyempurnaannya dengan mengakomodasi isu-isu baru yang sesuai dengan dinamika global dan nasional, seperti yang tertera pada Biodiversity Action Plan 2020, Aichi Target, Access and Benefit Sharing (ABS), keekonomian kehati, dan perubahan iklim.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Model Proses Pengembangan Perangkat Lunak

Proses pengembangan perangkat lunak (Software development process) menurut [9] adalah suatu struktur yang diterapkan pada pengembangan suatu produk perangkat lunak yang bertujuan untuk mengembangkan sistem dan memberikan panduan yang bertujuan untuk menyukseskan proyek pengembangan sistem melalui tahap demi tahap. Penelitian ini menggunakan pendekatan model proses Throwaway Prototyping [10]. Adapun tahapan model ditunjukkan pada gambar 1.

---



Gambar 1. Model proses Throwaway Prototyping

2. 1.1 Perencanaan (Planning)

Tahapan pengembangan model ini dimulai dengan kegiatan perencanaan, yang terdiri atas kegiatan perencanaan waktu pengumpulan data-data (Observasi) ke beberapa tempat sumber data instansi/institusi berdasarkan studi literature dan terkait dengan masalah data keanekaragaman hayati tumbuhan. Kegiatan ini juga mengumpulkan data perangkat pendukung dalam proses manajemen data, teknologi atau perangkat lunak yang digunakan.

2.1.2 Analisis Awal (Initial Analysis)

Terdiri atas kebutuhan fungsional dan non fungsional. Kebutuhan fungsional meliputi kebutuhan yang terkait dengan fungsi utama sistem, relasi data dan struktur database sistem. Kebutuhan non fungsional terkait kebutuhan perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak(*software*) dan kebutuhan pengguna. Tahap analisis kebutuhan yang menghasilkan prototipe data taksonomi tumbuhan yang mengacu pada tatanama "*International Code of Botanical Nomenclature*" yang selanjutnya disebut dengan ICBN) atau Kode Internasional Tatanama Tumbuhan (KITT).

2.1.3 Pembuatan Prototipe (Prototype Building)

Tahapan ini merupakan inti proses dari model, yang terdiri atas kegiatan Analisis, desain dan implementasi. Analisis pada proses ini, dilakukan penganalisaan dan pengumpulan kebutuhan sistem yang meliputi domain informasi keanekaragaman hayati, fungsi yang dibutuhkan unjuk kerja/performansi website/web server dan antarmuka pengguna sistem. Hasil penganalisaan dan pengumpulan tersebut didokumentasikan. Pada proses Desain, dilakukan penerjemahan syarat kebutuhan sebuah perancangan perangkat lunak yang dapat diperkirakan sebelum dibuatnya proses pengkodean (*coding*). Proses ini berfokus pada struktur data, arsitektur perangkat lunak, representasi interface, dan detail algoritma prosedural. Peralatan untuk pemodelan sistem ini menggunakan notasi Unified Modeling Language (UML), sebagai notasi grafis yang didukung oleh meta-model tunggal dapat yang membantu pendeskripsian dan desain sistem perangkat lunak, khususnya sistem yang dibangun dengan menggunakan pemrograman berorientasi objek [11]. Selanjutnya Arsitektur untuk model view controller mengacu pada penelitian [12].

Implementasi meliputi kegiatan Pengkodean, merupakan proses menterjemahkan perancangan desain ke bentuk sistem berbasis web dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP. Setelah Proses Pengkodean selesai, dilanjutkan dengan proses Pengujian pada program perangkat lunak, baik Pengujian logika internal, maupun Pengujian eksternal fungsional untuk memeriksa segala kemungkinan terjadinya kesalahan dan memeriksa apakah hasil dari pengembangan

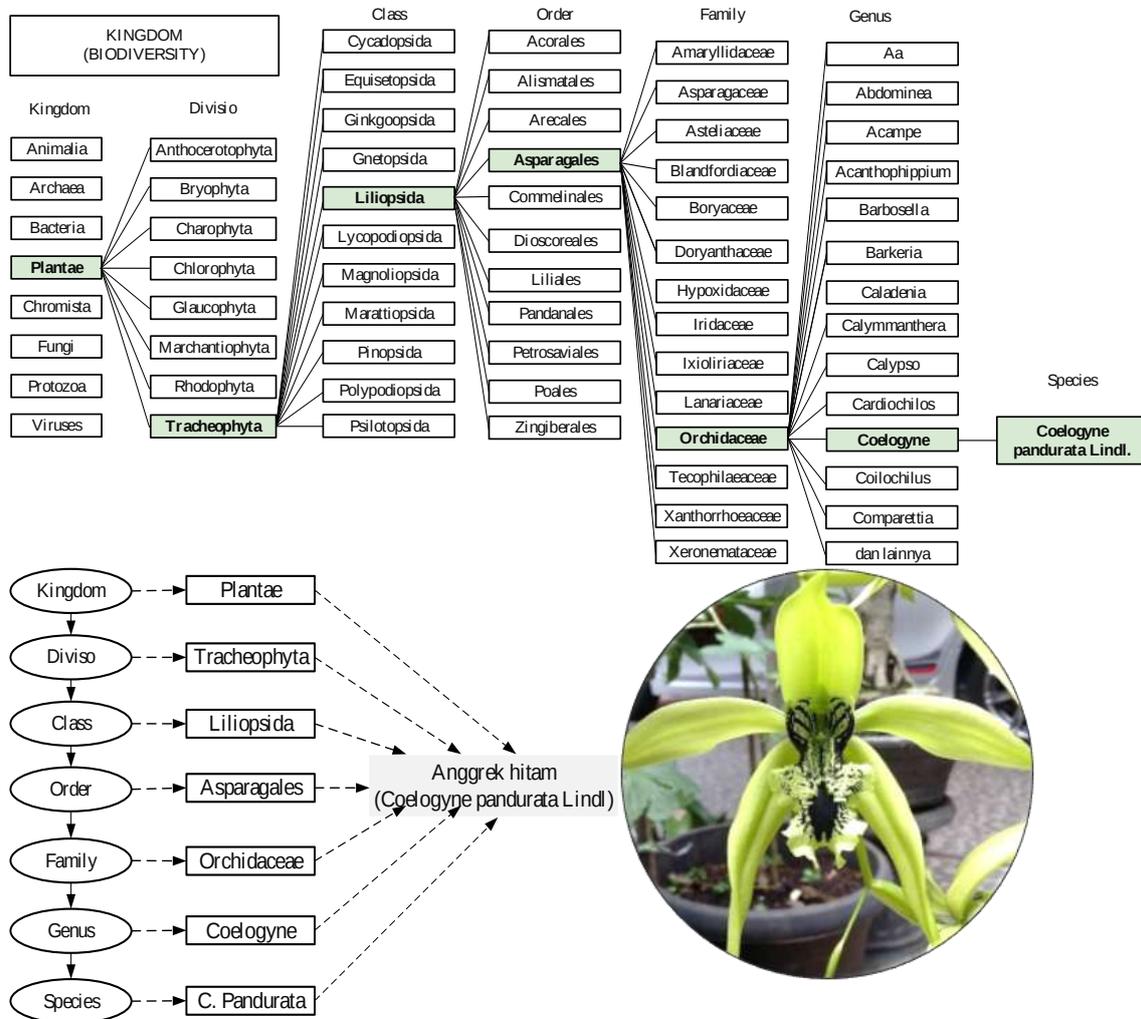
tersebut sesuai dengan hasil yang diinginkan. Prototipe Dummy merupakan hasil berupa prototype (model umum) yang dianggap mewakili sebagai gambaran yang lengkap dari sistem perangkat lunak. Setelah prototype Dummy ini dianggap sesuai dengan harapan dan tujuan sistem, selanjutnya diimplementasikan ke penerapan sistem yang sesungguhnya (Prototipe dummy tdk dipakai/dibuang).

2.1.4 Penerapan (Implementation)

Tahapan ini merupakan tahapan tindak lanjut pengembangan sistem secara nyata, merupakan lanjutan dari rancangan prototype, tahapan ini langsung disusun sebagai suatu sistem informasi yang akan digunakan.

2.2 Model Taksonomi Tatanama Tumbuhan

Ahli botani moderen di semua negara menggunakan “International Code of Botanical Nomenclature”, yang selanjutnya disebut dengan ICBN atau Kode Internasional Tatanama Tumbuhan (KIT), merupakan suatu sistem yang sederhana dan tepat yang menunjukkan tingkatan unit atau kelompok taksonomi dan nama ilmiah yang diterapkan pada individu dari kelompok taksonomi tumbuhan [13]. Pada gambar 2. Merupakan contoh taksonomi data tumbuhan Anggrek Hitam sebagai salahsatu spesies endemik Kalimantan dengan nama latin “*Coelogyne Pandurata Lindl*”.



Gambar 2. Taksonomi Tumbuhan Anggrek Hitam

### 2.3 Metode Pengujian dan Analisis Data

Pengujian sistem berfokus pada analisis performansi website menggunakan pendekatan teknik *Web Performance Optimization (WPO)* untuk menilai kualitas karakteristik efisiensi dari website dan web server sistem informasi keanekaragaman hayati tumbuhan. Analisis data kinerja sistem berfokus pada variable kecepatan akses web berdasarkan rekomendasi dari PageSpeed Google [14] dan YSlow Yahoo Developer [15]. Alat bantu yang dipakai dalam melakukan optimasi pada website menggunakan GTMetrix [16]. GTMetrix adalah sebuah tool yang dikembangkan oleh GT.net, untuk melihat performa website, mengecek kecepatan website yang kombinasi antara Google PageSpeed Insights dan YSlow untuk menghasilkan nilai dan rekomendasinya (lihat Tabel 1).

Tabel 1. Skor dan Grade untuk analisis kinerja efisiensi [15]

Skor	Grade
A	90 ≤ S ≤ 100
B	80 ≤ S < 90
C	70 ≤ S < 80
D	60 ≤ S < 70
E	50 ≤ S < 60
F	0 ≤ S < 50

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil Pengembangan Sistem Informasi Keanekaragaman Hayati Tumbuhan

Perangkat lunak sistem informasi keanekaragaman hayati tumbuhan Kalimantan yang dikembangkan secara online di alamat website URL: <http://borneodiversity.org/index>. Adapun screenshot tampilan antarmuka website sistem dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Screenshot antarmuka halaman utama sistem

Pada Sistem Informasi Keanekaragaman Hayati Kalimantan yang dikembangkan memiliki 5 modul manajemen data keanekaragaman hayati tumbuhan, yaitu seperti yang disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Konten Modul Sistem Informasi Keanekaragaman Hayati Kalimantan

Modul	Halaman URL	Koleksi Data	Datashet (atribut) spesies
Pohon (tree)	<a href="http://borneodiversity.org/index/tree">http://borneodiversity.org/index/tree</a>	1482	Nama Latin, Sinonim, Nama Lokal, kategori Endemik/Bukan Endemik, taksonomi spesies, nama Family, Persebaran, Referensi, Tinggi Pohon, Warna Batang, Warna Getah, Habitat Ekologi, Karakteristik: Buah, Daun, Bunga, dan Biji.

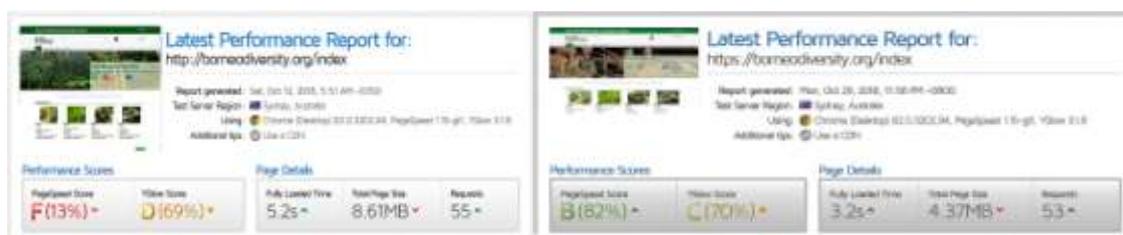
Tumbuhan Obat (Medicinal Plant)	<a href="http://borneodiversity.org/index/medicinal">http://borneodiversity.org/index/medicinal</a>	233	<p>Nama Latin, Sinonim, Nama Lokal, Taksonomi, Family, Kandungan Kimia, Persebaran, Informasi Penelitian, Referensi, Khasiat Utama :</p> <p>Daun dan Bunga, Akar dan Batang, Buah dan Biji, serta Deskripsi.</p> <p>Nama Botanis, Pohon, nama lokal, nama Sinonim, Habitat, Persebaran, Karakteristik:</p> <p>Tekstur, Arah Serat, Kesan Raba, Kilap, Bau, Pori-Pori, Parenkim, Jari-Jari, Komposisi, Berat Jenis, Penyusutan, Kadar, Kelarutan, Kelarutan, Kalor, Keawetan, Keterawetan, Pengerian, Keteguhan Lentur, Keteguhan Pukul, Keteguhan Tekan, Keteguhan Geser, Kekerasan, Keteguhan Belah, Venir Kayu Lapis, Perekatan, Kegunaan, tempat tumbuh, Permudaan, dan Hama Penyakit.</p>
Kayu (Wood)	<a href="http://borneodiversity.org/index/wood">http://borneodiversity.org/index/wood</a>	86	<p>Nama Latin, Nama Sinonim, Nama Local, Tempat Tumbuh, Pemanfaatan, Persebaran, Karakteristik:</p> <p>Warna, Tinggi Batang, Jarak Buku, Ukuran Pelepah, Cabang, Diameter Ruas, Diameter Batang, Panjang</p>
Bambu (bamboo)	<a href="http://borneodiversity.org/index/bamboo">http://borneodiversity.org/index/bamboo</a>	80	<p>Tekstur, Arah Serat, Kesan Raba, Kilap, Bau, Pori-Pori, Parenkim, Jari-Jari, Berat Jenis, Kelas Kuat, Penyusutan, Kadar, Kelarutan, Kelarutan, Kalor, Keawetan, Keterawetan, Pengerian, Keteguhan Lentur, Keteguhan Pukul, Keteguhan Tekan, Keteguhan Geser, Kekerasan, Keteguhan Belah, Keteguhan Tarik, Venir Kayu Lapis, Pengerjaan, Kegunaan, Tempat Tumbuh, Permudaan, dan Hama Penyakit.</p>

Tabel 2 merupakan ringkasan konten dari setiap modul data keanekaragaman hayati tumbuhan yang menjadi hasil penelitian yang dilakukan. Data-data tumbuhan ini dikumpulkan dari berbagai sumber lapangan dan berasal dari instansi/institusi diwilayah Propinsi Kalimantan Timur yang terkait dengan data keanekaragaman hayati tumbuhan. Berdasarkan Tabel 2, data tumbuhan yang telah dikumpulkan dan terekam dalam database sistem, yaitu sebanyak 1482 jenis pohon beserta endemiknya, sebanyak 233 jenis tumbuhan hutan berkhasiat obat (TBHO), sebanyak 86 jenis data kayu dan karakteristiknya, serta sebanyak 80 jenis data bambu beserta atribut dan karakteristiknya.

### 3.2. Hasil Analisis Pengujian Kinerja Website

#### 3.2.1 Preliminary Test (Pre-Test) and Post-Test

Print screen hasil pretest vs post-test pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengujian Performansi Pre-test vs Post-test

Pada gambar 4, halaman utama Portal, nilai kinerja Pre-Test memperoleh skor Grade F (13%) untuk PageSpeed, dan YSlow's Score dengan Grade D (69%). Untuk Detail Halaman (Waktu Penuh Dimuat adalah 5,2 detik, dengan Ukuran Halaman Total 8.61MB dan 55 Permintaan). Sedangkan untuk performa Post-test dengan Grade B(82%) dan YSlow dengan Grade C(70%).

Pretest Post-test  
 Gambar 5. Nilai Performa untuk *Pretest* dan *Posttest*

Gambar 5 (*pretest*) menyajikan daftar rekomendasi dari *PageSpeed* dengan skor kinerja yang diperoleh dalam *Pre-Test*. Ada empat (4) item rekomendasi yang mendapat skor sangat rendah, yaitu "*Serve scaled images* dengan Grade F (0)," "*Optimize images* dengan Grade F (0)", "*Leverage browser caching* dengan Grade F (0)" dan "*Minify JavaScript* dengan Grade E (52)". Untuk item rekomendasi lainnya, umumnya memperoleh Grade A dengan skor 92 - 100. Rekomendasi yang memperoleh nilai rendah dan solusi pengoptimalan dari hasil pra-pengujian *PageSpeed* disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kinerja dari Rekomendasi *PageSpeed* untuk Optimasi

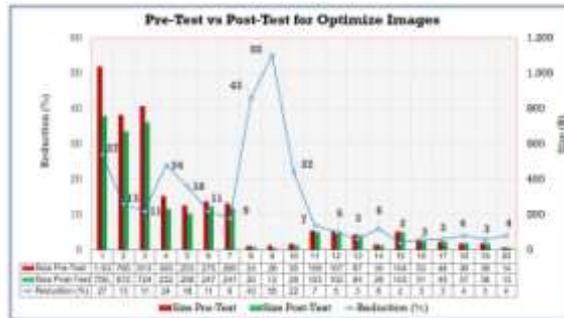
Recomendasi	Grade Score	Tipe	Ukuran dalam HTML atau CSS dari Skala Gambar
Serve scaled images	F (0)	images	Serving scaled images yang diperkecil dapat menghemat 3.3MiB (reduksi 77%)
Optimize images	F (0)	images	Optimize images untuk mengurangi ukurannya sebesar 965.0KiB (reduksi 12%).
Minify JavaScript	E (52)	JS	Minify JavaScript untuk sumber daya dengan mengurangi ukurannya sebesar 58.4KiB (reduksi 31%).

*Post-Test*.: tes yang diberikan ke portal setelah menyelesaikan perbaikan berdasarkan rekomendasi dari hasil *pretest*, ini adalah untuk mengukur pencapaian kinerja dan efektivitas portal web. Hasil pengukuran *Post-Test* dalam gambar 5 telah menunjukkan skor dari tiga item rekomendasi yang dioptimalkan yang menunjukkan nilai yang baik. Untuk "*Serve scaled images* dengan Grade A (100)," "*Optimize images* dengan Grade A (96) dan "*Minify JavaScript* dengan Grade A (99), dan skor kinerja halaman utama portal setelah *Post-Test* mendapat Grade B (82%) untuk rekomendasi *Pagespeed*, dan untuk *YSlow* dengan Grade C (70%). Terkait dengan kinerja '*Page*

*Detail'* untuk mendapatkan skor untuk Waktu Penuh Pemuatan adalah 3,2 detik, Ukuran Halaman Total adalah 4,37 MB dari 53 Permintaan.

### 3.2.2 Evaluasi Performa dan Optimisasi (Compare)

Hasil performa pengujian Pres-Test dan Post-Test, diperbandingkan nilai keduanya untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan GTmetrix Tool untuk meningkatkan dan mengoptimalkan kinerja portal halaman utama. Presentasi Hasil Komparatif ditunjukkan pada pada Gambar 6 untuk *Optimize Images* dan Gambar 7 untuk *Minify JavaScript*.



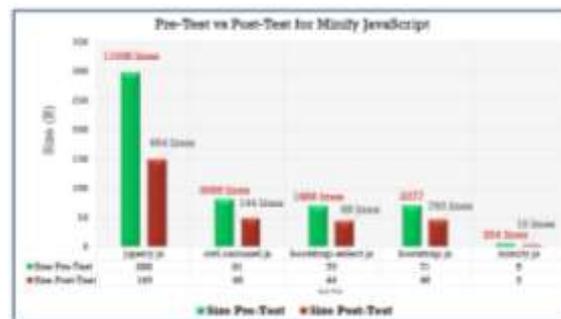
Gambar 6. Compare hasil pengujian pre-test vs post-test untuk optimize images

#### 1. Meningkatkan Performa Portal - *Optimize Images*:

Optimasi gambar bertujuan untuk mengurangi ukuran gambar tanpa mengorbankan kualitas gambar. Harus menemukan cara yang seimbang antara mengecilkan ukuran dan menjaga kualitas gambar. Dua jenis gambar yang paling dipilih adalah JPEG dan PNG. Format JPEG biasanya digunakan dalam gambar. Ini karena: Memiliki ukuran gambar keseluruhan yang lebih kecil, kualitas gambar yang bagus, dapat diubah ukurannya atau dikompresi tanpa mengurangi kualitas gambar. Kompres gambar dalam keseimbangan. Ini berarti kualitas dan ukurannya harus sama dan tidak bias. Jika gambar gagal atau lupa untuk dioptimalkan, kecepatan situs web akan menurun dan penggunaan bandwidth yang berlebihan. Bahwa gambar "menyita" beberapa ruang, dan sebagian besar ruang tidak diperlukan.

#### 2. Meningkatkan Performa Portal – *Minify Javascript*:

Minify adalah istilah pemrograman yang artinya adalah proses menghapus karakter yang tidak diperlukan dalam kode yang akan dieksekusi. Meminimalkan kode akan mempercepat kecepatan loading portal, efeknya. Singkatnya, proses ini akan menghapus semua karakter ruang, baris baru, komentar, dan batasan dari kode. Jenis karakter ini digunakan agar kode Anda dapat dibaca dengan mudah, tetapi sebenarnya tidak diperlukan dan tidak dijalankan oleh kode. Jadi, proses kecil ini dapat meningkatkan kecepatan unduh, parsing, dan waktu eksekusi portal



Gambar 7. Diagram compare hasil pengujian Pre-Test vs Post-Test untuk *Minify Javascript*

#### 4. KESIMPULAN

Dalam pengelolaan sumber daya alam, informasi biodiversitas sangat diperlukan untuk mendukung sistem pemantauan secara berkelanjutan, menjaga keberlangsungan pemanfaatan species, eksplorasi potensi hayati tumbuhan dan monitoring spesies beserta ekologi, membuat kebijakan, dan untuk pengembangan inovasi bioteknologi. Pengembangan sistem informasi keanekaragaman hayati (biodiversity information system) tumbuhan pada hutan hujan tropis Kalimantan merupakan bagian dari kajian study biological diversity. Penelitian ini telah menghasilkan prototype model perancangan sistem, arsitektur database dan produk perangkat lunak sistem informasi keanekaragaman hayati tumbuhan.

Evaluasi kinerja portal Sistem Informasi Keanekaragaman Hayati Tumbuhan Borneo menggunakan teknik Web Performance Optimization (WPO). Perbandingan hasil optimasi Pre-test dan post-test menunjukkan bahwa ada pengaruh yang signifikan pada teknik WPO untuk meningkatkan kinerja portal. Ada tiga rekomendasi yang dioptimalkan, yaitu *Serve Scale Image*, *Image Optimization*, dan *Minify JavaScript*. Ketiga rekomendasi ini dipengaruhi oleh masalah ukuran dan skala sumber daya file gambar pada portal Borneo Biodiversity Information System.

#### 5. SARAN

Borneo Biodiversity Information System telah di online-kan, namun data tumbuhan yang terekam dalam database masih sangat kurang, jika dibandingkan dengan data yang selama ini telah ditemukan oleh para peneliti. Oleh karena itu masih dibutuhkan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk observasi langsung ke sumber-sumber data keanekaragaman hayati yg ada di seluruh instansi/institusi terkait. Selain itu dibutuhkan penelitian lanjutan akan pengembangan sistem secara terpadu yang mengintegrasikan sistem kelembaga terkait sehingga memudahkan dalam mengakses dan manajemen data.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada **Ditjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi** yang telah memberi "**dukungan financial**" terhadap penelitian ini. Terima kasih sebesar-besarnya pada **Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Mulawarman** atas segala dukungan dan bimbingan pendampingan selama penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] LIPI, 2014, *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia [Present status of Indonesian Biodiversity]*, Kerjasama Kementerian PPN/BAPPENAS, KLH dan LIPI. Indonesian Institute of Sciences knowledges Press. Bogor.
  - [2] BAPPENAS, 2016. *Strategi dan rencana aksi keanekaragaman hayati Indonesia 2015-2020*. IBSAP Dokumen Nasional. Bappenas, Jakarta.
  - [3] CBD, and UNDP, 2017, "UN Biodiversity Conference results in significant commitments for action on Biodiversity", Press Releases, the Convention on Biological Diversity and United Nations Development Programme.
-

- [4] Budiman, E. and Alam, S.N., 2017, November. Database: Taxonomy of plants Nomenclature for borneo biodiversity information system. In *Informatics and Computing (ICIC), 2017 Second International Conference on* (pp. 1-6). IEEE. doi: 10.1109/IAC.2017.8280642.
- [5] Hairah, U., Tejawati, A., Budiman, E. and Agus, F., 2017, October. Borneo biodiversity: Exploring endemic tree species and wood characteristics. In *Science in Information Technology (ICSITech), 2017 3rd International Conference on* (pp. 435-440). IEEE. doi: 10.1109/ICSITech.2017.8257152.
- [6] Haeruddin, H., Hairah, U., Budiman, E. and Johan, H., 2017. Ethnobotany Database: Exploring Diversity Medicinal Plants of Dayak Tribe Borneo. *Proceeding of the Electrical Engineering Computer Science and Informatics, 4*, pp.120-125. doi: 10.1109/EECSI.2017.8239094.
- [7] Johan, H., Hairah, U. and Budiman, E., 2017, September. Ethnobotany database: Exploring diversity medicinal plants of Dayak tribe Borneo. In *Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI), 2017 4th International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.
- [8] Budiman, E., Jamil, M., Hairah, U. and Jati, H., 2017, August. Eloquent object relational mapping models for biodiversity information system. In *Computer Applications and Information Processing Technology (CAIPT), 2017 4th International Conference on* (pp. 1-5). IEEE. doi: 10.1109/CAIPT.2017.8320662.
- [9] Mall, R., 2018. *Fundamentals of software engineering*. PHI Learning Pvt. Ltd.
- [10] P. Isaias, & T. Issa, 2015, "Information System Development Life Cycle Models," in *High Level Models and Methodologies for Information Systems*", Springer New York, pp. 21-40.
- [11] A. Dennis, B. H. Wixom, D. Tegarden, 2015. *Systems analysis and design: An object-oriented approach with UML*, John Wiley & Sons.
- [12] M. Principe, and Y. David, 2015, "A Web Application Using MVC Framework," in *Proceedings of the International Conference on e-Learning, e-Business, Enterprise Information Systems, and e-Government (EEE)*, p. 10.
- [13] J. McNeill, et. al, 2012, "in *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code)*," *Regnum vegetabile*, p. 154.
- [14] PageSpeed,home page:  
<https://developers.google.com/speed/pagespeed/insights/>
- [15] Ruleset Matrix: homepage: <http://yslow.org/ruleset-matrix>
- [16] GTmetrix, homepage: <https://gtmetrix.com/>.
-