

**PENGOPTIMALAN SISTEM INFORMASI PENILAIAN KESEHATAN
HUTAN BERBASIS WEB DENGAN *FRAMEWORK* LARAVEL**

(Skripsi)

Oleh

RENDY WIJAYA



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF WEB-BASED FOREST HEALTH ASSESSMENT INFORMATION SYSTEMS WITH LARAVEL FRAMEWORK

By

RENDY WIJAYA

Forest health assessment is an activity which is conducted to determine the level of forest health. A good level of forest health will provide number of benefits for human and animal life. Along with the development of technology and information, a system that can store, process, and evaluate forest health is needed. In previous research a web-based system that can conduct forest health assessment has been developed. However, there is a lack of features in the system. Therefore, futher development of the forest health assessment information system is needed. The System development method used is the Extreme Programming, which is a method consisting of cycles of planning, design, coding and testing. This study resulted in a web-based Forest Health Assessment Information System (SIPUT) that is more optimal in storing, managing and assessing forest health. This can be indicated by the test results using the Equivalence Partitioning technique that has fulfilled the

functional needs and user acceptance test requirements with a questionnaire based on the Likert scale calculation which shows the category "Very Good".

Key words: Information System, Extreme Programming, Equivalence Partitioning, likert scale.

ABSTRAK

PENGOPTIMALAN SISTEM INFORMASI PENILAIAN KESEHATAN HUTAN BERBASIS WEB DENGAN *FRAMEWORK* LARAVEL

Oleh

RENDY WIJAYA

Penilaian kesehatan hutan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kesehatan hutan. Tingkat kesehatan hutan yang baik akan memberikan sejumlah manfaat bagi kehidupan manusia dan hewan. Seiring dengan perkembangan teknologi dan informasi, perlu adanya suatu sistem yang dapat melakukan penyimpanan, pengolahan serta penilaian kesehatan hutan. Pada penelitian sebelumnya telah dihasilkan sistem yang dapat melakukan penilaian kesehatan hutan berbasis web. Namun, terdapat kekurangan fitur di dalam sistem tersebut. Oleh karena itu diperlukan pengembangan lebih lanjut tentang sistem informasi penilaian kesehatan hutan. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah *Extreme Programming*, yaitu metode yang terdiri dari siklus *planning*, *design*, *coding* serta *testing*. Penelitian ini menghasilkan Sistem Informasi Penilaian Kesehatan Hutan (SIPUT) berbasis web yang lebih optimal dalam menyimpan, mengelola dan menilai kesehatan hutan. Hal ini dapat

ditunjukkan dengan hasil pengujian menggunakan teknik *Equivalence Partitioning* yang telah memenuhi kebutuhan fungsional serta *user acceptance test* dengan kuesioner berdasarkan perhitungan skala likert yang menunjukkan kategori “Sangat Baik”.

Kata kunci: Sistem Informasi, *Extreme Programming*, *Equivalence Partitioning*, skala likert.

**PENGOPTIMALAN SISTEM INFORMASI PENILAIAN KESEHATAN
HUTAN (SIPUT) BERBASIS WEB DENGAN *FRAMEWORK* LARAVEL**

Oleh

RENDY WIJAYA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

SARJANA KOMPUTER

Pada

Jurusan Ilmu Komputer

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

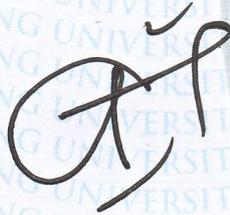
Judul Skripsi : **PENGOPTIMALAN SISTEM INFORMASI
PENILAIAN KESEHATAN HUTAN BERBASIS
WEB DENGAN *FRAMEWORK* LARAVEL**

Nama Mahasiswa : **Rendy Wijaya**

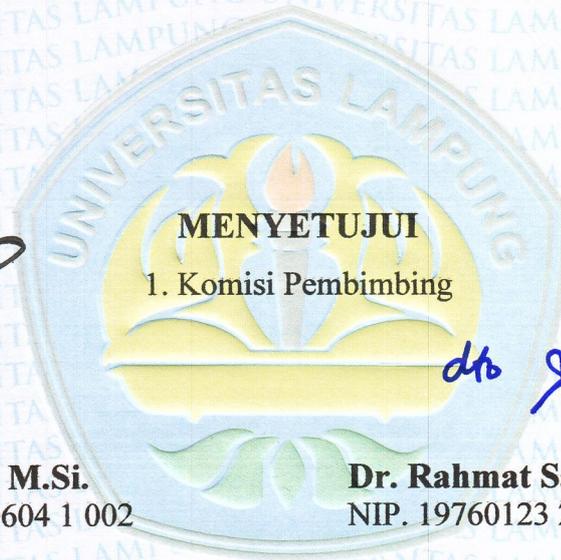
No. Pokok Mahasiswa : 1517051082

Jurusan : Ilmu Komputer

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Aristoteles, S.Si., M.Si.
NIP. 19810521 200604 1 002



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

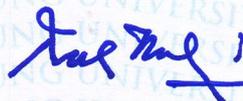
dto



Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si.
NIP. 19760123 200604 1 001

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Ilmu Komputer
FMIPA Universitas Lampung

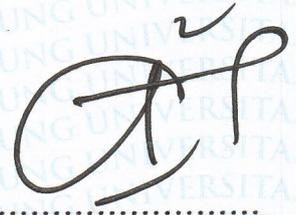


Dr. Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc.
NIP. 19640616 198902 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

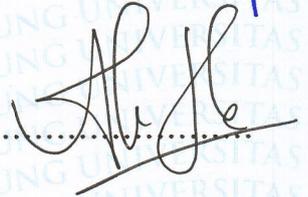
Ketua : **Aristoteles, S.Si., M.Si.**



Sekretaris : **Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si.**

dit
Handwritten signature of Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si.

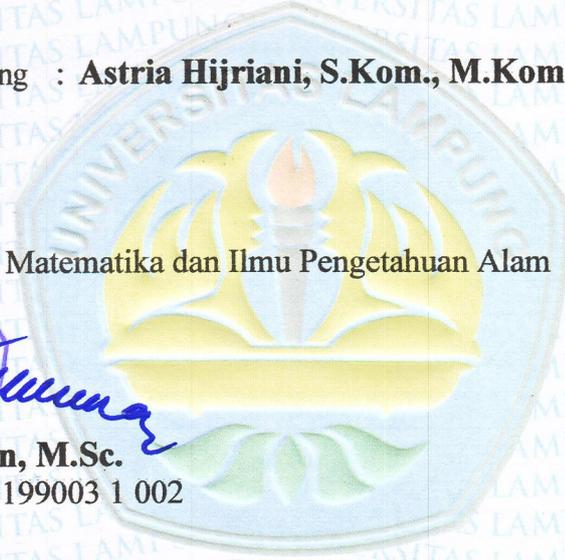
Penguji
Bukan Pembimbing : **Astria Hijriani, S.Kom., M.Kom.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Suratman, M.Sc.
NID 19640604 199003 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **14 November 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Pengoptimalan Sistem Informasi Penilaian Kesehatan Hutan Berbasis Web dengan *Framework* Laravel” merupakan karya saya sendiri, dan bukan karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang telah saya terima.

Bandar Lampung, 14 November 2019



Rendy Wijaya
NPM. 1517051082

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 27 Oktober 1996 di Kota Bandar Lampung, sebagai anak kedua dari dua bersaudara dengan Ayah bernama Roberto Wijaya dan Ibu Yulita Wijaya.

Penulis menyelesaikan pendidikan formal pertama kali di Taman Kanak-kanak (TK) BPK Penabur, Bandar Lampung pada tahun 2001. Pendidikan sekolah dasar di SDK BPK Penabur, Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2009. Pendidikan menengah pertama di SMP Immanuel, Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2012. Kemudian pendidikan menengah atas di SMA Immanuel, Kota Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2015.

Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Selama menjadi mahasiswa, beberapa kegiatan yang dilakukan penulis antara lain:

1. Anggota Bidang Kesekretariatan Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer (Himakom) periode 2016.

2. Penulis mengikuti Karya Wisata Ilmiah (KWI) di Desa Batu Tegi, Kecamatan Pesawaran, Kabupaten Tanggamus pada Januari 2016.
3. Anggota Bidang Litbang UKMF Natural periode 2016.
4. Anggota Bidang Kesekretariatan UKMF Natural periode 2017.
5. Redaktur Tata Letak UKMF Natural periode 2018.
6. Penulis melaksanakan Kerja Praktik di Balai Besar Pengawasan Obat dan Makanan (BBPOM) Provinsi Lampung bidang Pemeriksaan dan Penyidikan pada Januari-Maret 2018.
7. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Kebangsaan (KKN-K) di Desa Adirejo, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur pada Juli-September 2018.

MOTTO

Mintalah, maka akan diberikan kepadamu; carilah, maka kamu akan mendapat; ketoklah, maka pintu akan dibukakan bagimu.

(Matius 7:7)

Janji Tuhan adalah janji yang murni, bagaikan perak yang teruji, tujuh kali dimurnikan dalam dapur peleburan di tanah.

(Mazmur 12:6)

Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apapun juga, tetapi nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam doa dan permohonan dengan ucapan syukur.

(Filipi 4:6)

Maju terus, pantang mundur, selama apa yang dikerjakan itu benar.

(Rendy Wijaya)

PERSEMBAHAN

Puji dan Syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, karena atas penyertaan-Nya skripsi saya dapat terselesaikan.

Skripsi ini kupersembahkan kepada :

Ayah dan alm. Mama tercinta yang selalu mendoakan kesuksesan anaknya, memberikan kasih sayang, mengorbankan waktu, pikiran dan tenaga untuk membiayai perkuliahan saya.

Terima kasih kepada kakak tercinta, Indra Wijaya, yang selalu menyemangati dan mengingatkan dalam penyusunan skripsi, saudara-saudara yang telah memberikan motivasi, serta teman-teman.

Keluarga Ilmu Komputer 2015,
Serta Almamater Tercinta, UNIVERSITAS LAMPUNG.

SANWACANA

Shalom. Salam sejahtera bagi kita sekalian. Puji dan syukur pada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengoptimalan Sistem Informasi Penilaian Kesehatan Hutan Berbasis Web dengan *Framework* Laravel” ini dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan berperan besar selama proses penyusunan skripsi ini, antara lain:

1. Papa, Mama (alm), dan kakak tercinta yang selalu mendoakan, memberi semangat, mengingatkan dan mendukung secara moril maupun materiil.
2. Bapak Aristoteles, S.Si., M.Si, selaku dosen pembimbing utama yang telah sabar dalam membimbing, memberi arahan, nasihat, candaan, dan ilmunya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang telah sabar dalam membimbing, memberi arahan, nasihat, candaan, dan ilmunya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Ibu Astria Hijriani, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan dan nasihat yang bermanfaat untuk perbaikan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Drs. Suratman, M.Sc. selaku dekan FMIPA Universitas Lampung.

6. Bapak Dr. Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc. selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung.
7. Bapak Didik Kurniawan, S.Si., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung.
8. Bapak drs. Irwan Adi Pribadi selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama perkuliahan.
9. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Ilmu Komputer yang telah memberikan banyak ilmu dan pengalaman selama penulis menjadi mahasiswa.
10. Staf, karyawan, dan laboran Jurusan Ilmu Komputer atas sikap kerja yang kooperatif dan membantu segala urusan administrasi penulis di Jurusan Ilmu Komputer.
11. Alicia Djauharie, Siti Tamara Pratiwi, dan semua anggota ComBnation.
12. Anggota Bimbingan *Crazy Science*.
13. Semua Pengurus dan Anggota UKMF Natural FMIPA Unila.
14. Teman-teman pemuda dan remaja Gereja Kristus Teluk Betung.
15. Keluarga besar Ilmu Komputer Unila 2015 atas kebersamaan, kenangan, dan kerja sama selama masa perkuliahan di Jurusan Ilmu Komputer.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan terutama teman-teman Ilmu Komputer dan Kehutanan.

Bandar Lampung, 14 November 2019
Penulis

Rendy Wijaya
NPM. 1517051082

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xxi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tipe-Tipe Hutan	7
2.2 Kesehatan Hutan.....	12
2.3 Teknik Pemantauan Kesehatan Hutan (<i>Forest Health Monitoring</i>).....	13
2.4 Penilaian Kesehatan Hutan.....	14
2.4.1 Produktivitas.....	14
2.4.2 Biodiversitas	16
2.4.3 Vitalitas	17
2.4.4 Kualitas Tapak.....	23
2.5 <i>Framework</i> Laravel.....	25
2.6 UML.....	26
2.7 <i>Use Case Diagram</i>	27

2.8	<i>Class Diagram</i>	28
2.9	Extreme Programming	29
2.10	Kerangka Kerja Extreme Programming.....	30
2.11	<i>Black Box Testing</i>	32
2.12	Skala Likert	35
III. METODE PENELITIAN		36
3.1	Profil Jurusan Kehutanan Universitas Lampung	36
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	37
3.3	Alat dan Bahan	38
3.4	Tahapan Penelitian.....	38
3.5	Teknik Pengumpulan Data.....	39
3.6	Metode Pengembangan Sistem.....	40
3.6.1	Tahapan <i>Planning</i>	40
3.6.2	Tahapan <i>Design</i>	43
3.6.3	Tahapan <i>Coding</i>	75
3.6.4	Tahapan <i>Testing</i>	76
3.7	Penulisan Laporan	80
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		81
4.1	Analisis Kebutuhan Data	81
4.2	Implementasi	82
4.2.1	Pengguna Administrator	83
4.2.2	Pengguna Pengukur	91
4.2.3	Pengguna Auditor	111
4.3	Pengujian Sistem	112
4.3.1	Pengujian Fungsional.....	112
4.3.2	Pengujian <i>User Acceptance Test</i>	117

4.3.3	Analisis Hasil Pengujian	121
4.4	Perbandingan Sistem Terkait.....	122
4.4.1	Menu	122
4.4.2	Validasi Data	123
4.4.3	Navigasi Halaman.....	124
4.4.4	Ekspor Nilai Akhir Kesehatan Hutan	125
4.4.5	Impor Data Pengukuran	126
4.4.6	Indikator dan Parameter	127
V.	SIMPULAN DAN SARAN.....	129
5.1	Simpulan	129
5.2	Saran	129
	DAFTAR PUSTAKA	131

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. SDLC <i>Extreme Programming</i> (Suryantara, 2017).	31
2. Diagram Alir Penelitian.	39
3. Alur Pengembangan Sistem.	43
4. <i>Use case diagram</i> SIPUT.	56
5. <i>Class Diagram</i> SIPUT.	58
6. Halaman Utama Pengukur.	59
7. Halaman Pencarian Plot Ukur.	60
8. Halaman Data Klaster Plot.	61
9. Tambah Data Klaster Plot.	61
10. Halaman Detail Klaster Plot.	62
11. Halaman Pencarian Data Pengukuran.	63
12. Halaman Pencarian Penilaian Kesehatan Hutan.	64
13. Halaman Penilaian Kesehatan Hutan.	65
14. Halaman Utama Admin.	66
15. Halaman Manajemen <i>User</i>	67
16. Halaman Manajemen Lokasi.	68
17. Halaman Hak Milik dan Fungsi Hutan.	69
18. Halaman Data Pohon.	70
19. Halaman Data Fauna.	71
20. Halaman Nilai Indikator.	72
21. Halaman Manajemen Pemberitahuan.	73
22. Manajemen Berkas.	73
23. Halaman Utama Auditor.	74
24. Halaman Data Klaster Auditor.	74

25. Halaman Detail Klaster Auditor.	75
26. Menu Utama Pengguna Administrator.....	83
27. Halaman Utama Administrator.....	84
28. Halaman Manajemen User.	84
29. Halaman Manajemen Lokasi.	85
30. Halaman Hak Milik dan Fungsi Hutan.	86
31. Halaman Data Pohon.....	86
32. Halaman Data Fauna.	87
33. Halaman Nilai Tajuk.	88
34. Halaman Nilai Lokasi Kerusakan.	88
35. Halaman Nilai Tipe Kerusakan.....	89
36. Halaman Nilai Keparahan Kerusakan.	89
37. Halaman Sifat Kimia Tanah.	90
38. Halaman Manajemen Pemberitahuan.	90
39. Halaman Manajemen Berkas.	91
40. Menu Utama Pengukur.....	91
41. Halaman Utama Pengukur.....	92
42. Halaman Kategori Klaster.	93
43. Dialog Tambah Kategori Klaster.	93
44. Halaman Kategori Klaster.	94
45. Halaman Nilai Tertimbang.	94
46. Halaman Pencarian Klaster Plot.	95
47. Dialog Tambah Klaster Plot.	95
48. Halaman Detail Klaster Plot.	96
49. <i>Dialog</i> Ubah Koordinat Titik Pusat Plot.	96
50. Halaman Pencarian Plot.	97
51. Halaman Data Plot.	97
52. Halaman Detail Data Plot.....	98
53. Halaman Pencarian Indikator Produktivitas.	99
54. Halaman Pertumbuhan Pohon.	99
55. <i>Dialog</i> Tambah Pertumbuhan Pohon.	100
56. Halaman Pencarian Indikator Vitalitas.	100

57. Halaman Kerusakan Pohon.	101
58. <i>Dialog</i> Tambah Kerusakan.	101
59. Halaman Kondisi Tajuk.Pohon.	102
60. Dialog Tambah Kondisi Tajuk Pohon.	102
61. Halaman Pencarian Indikator Biodiversitas.	103
62. Halaman Biodiversitas Pohon.	104
63. Dialog Tambah Pohon.	104
64. Halaman Biodiversitas Fauna.	105
65. Dialog Tambah Fauna.	105
66. Halaman Pencarian Indikator Kualitas Tapak.	106
67. Halaman Kualitas Tapak Kimia.	106
68. Dialog Tambah Kualitas Tapak Kimia.	107
69. Halaman Kualitas Tapak Fisik.	107
70. Dialog Tambah Kualitas Tapak Fisik.	107
71. Halaman Pencarian Nilai Akhir Kesehatan Hutan.	108
72. Halaman Nilai Akhir Kesehatan Hutan.	109
73 Halaman Nilai Akhir Klaster Kesehatan Hutan.	110
74. Halaman Detail Nilai Akhir Plot.	110
75. Menu Utama Halaman Auditor.	111
76. Halaman Verifikasi Data.	111
77. Sebaran <i>User Acceptance Test</i> Responden.	122
78 Perbandingan Menu Utama SIPUT.	123
79 Perbandingan Validasi Data.	124
80 Perbandingan Navigasi Halaman.	125
81 Perbandingan Ekspor Nilai Akhir.	126
82 Perbandingan Impor Data Pengukuran.	127
83 Perbandingan Indikator Parameter Penilaian.	128

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai skor produktivitas berdasarkan nilai luas bidang dasar (LBDS)	15
2. Nilai skor biodiversitas berdasarkan nilai indeks pemerataan jenis Pielou	17
3. Lokasi Kerusakan Pohon (Mangold, 1997).....	18
4. Tipe Kerusakan Pohon (Nuhamara et al., 2001).....	19
5. Nilai Pembobotan Kerusakan Pohon (Putra, 2004)	20
6. Nilai Skor berdasarkan nilai PLI kerusakan pohon (Safe'i, 2005)	21
7. Kriteria kondisi tajuk (Anderson et al., 1992 dalam Putra, 2004)	22
8. Nilai VCR individu pohon (Anderson et al., 1992 dalam Putra, 2004)	23
9. Nilai skor kondisi tajuk berdasarkan nilai VCR (Safe'i, 2005).....	23
10. Nilai skor kualitas tapak berdasarkan nilai KTK (Hardjowigeno, 1993).....	25
11. Simbol <i>Use Case Diagram</i> (Umbara, 2015)	27
12. Simbol <i>Class Diagram</i> (Schell, 2008).	29
13. Contoh Kartu CRC Dosen	31
14. Keluaran dari sistem.....	42
15. Jadwal Kegiatan	42
16. <i>CRC Card Users</i>	44
17. <i>CRC Card Roles</i>	44
18. <i>CRC Card Password Resets</i>	44
19. <i>CRC Card Foto User</i>	45
20. <i>CRC Card Pengumuman</i>	45
21. <i>CRC Card Error Log</i>	45
22. <i>CRC Card Berkas</i>	45
23. <i>CRC Card Kategori Klaster</i>	46
24. <i>CRC Card Nilai Tertimbang</i>	46
25. <i>CRC Card Klaster Plot</i>	46

26. CRC Card Pola Tanam	47
27. CRC Card Hak Milik Fungsi.....	47
28. CRC Card Plot.....	47
29. CRC Card Kimia Tanah.....	48
30. CRC Card Data Master Sifat Kimia	48
31. CRC Card Data Fauna	48
32. CRC Card Data Master Fauna.....	49
33. CRC Card Lokasi	49
34. CRC Card Provinsi	49
35. CRC Card Kabupaten	50
36. CRC Card Kecamatan.....	50
37. CRC Card Desa	50
38. CRC Card Fisik Tanah.....	50
39. CRC Card Data Master Pengukuran.....	51
40. CRC Card Lbds	51
41. CRC Card Kerusakan Pohon.....	52
42. CRC Card Kondisi Tajuk.....	52
43. CRC Card Foto Lbds	52
44. CRC Card Foto Kerusakan	53
45. CRC Card Foto Kondisi Tajuk.....	53
46. CRC Card Data Tanaman	53
47. CRC Card Data Master Tanaman.....	54
48. CRC Card Kode Kerusakan Lokasi.....	54
49. CRC Card Kode Kerusakan Tipe	54
50. CRC Card Kode Kerusakan Keparahan.....	55
51. CRC Card Hak Milik	55
52. CRC Card Fungsi	55
53. Rancangan Pengujian <i>Black-box Testing</i> pada Pengukur	76
54. Rancangan Pengujian <i>Black-box Testing</i> pada Administrator	78
55. Rancangan <i>User Acceptance Test</i>	79
56. Identitas Plot Ukur Klaster	81
57. Pengujian <i>Black Box Testing (Equivalence Partitioning)</i>	112

58. Hasil Kuesioner oleh Mahasiswa Kehutanan Universitas Lampung	118
59. Hasil Kuesioner oleh Dosen Kehutanan Universitas Lampung	119
60. Hasil Kuesioner oleh UPTD Tahura	119
61. Hasil Kuesioner oleh BPDASHL Way Seputih - Way Sekampung	120
62. Hasil Kuesioner oleh UPTD KPHL Batutegi Provinsi Lampung.....	120
63. Hasil Kuesioner oleh KPH IX Kotaagung Utara Provinsi Lampung.....	121
64. Presentase Interval Skala Likert	121

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hutan merupakan kumpulan dari hewan dan tumbuhan yang hidup dalam kondisi tertentu serta berinteraksi dengan lingkungan abiotik yang meliputi faktor tanah, iklim dan fisiografi. Dalam artian yang lebih lanjut, hutan merupakan komunitas tumbuhan yang didominasi oleh pohon dan tumbuhan berkayu yang memiliki tajuk yang rapat. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang kehutanan, menyatakan bahwa hutan adalah suatu kesatuan ekosistem yang didominasi oleh pepohonan yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain (Wanggai, 2009).

Wilayah hutan di Indonesia mencapai 95.271,9 juta ha atau 50,74% dari total luas daratannya. Angka ini mendorong masyarakat dalam melakukan penggunaan dan pemanfaatan hutan secara ilegal yang disebabkan oleh laju pertumbuhan penduduk yang meningkat berbanding lurus dengan kebutuhan terhadap lahan. Namun, penggunaan dan pemanfaatan hutan menjadi pemukiman dan kegiatan perladangan maupun pertanian tidak sesuai dengan daya dukung lahan (Muin, 2018).

Berdasarkan laporan kinerja Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2017, luas kebakaran hutan dan lahan di seluruh Indonesia berjumlah 165.528 hektar yang telah berkurang dari luas kebakaran hutan tahun 2016 sebesar 438.363 hektar. Agar nilai ini terus berkurang dari tahun ke tahun, maka dibutuhkanlah upaya penilaian terhadap kesehatan hutan agar dapat diketahui kondisi hutan yang

relevan, sehingga dapat dirumuskan perencanaan yang tepat untuk meminimalisir tingkat kerusakan hutan.

Perencanaan yang tepat dapat menjaga serta meningkatkan kualitas pada hutan, sebaliknya jika hutan tidak memiliki perencanaan yang baik, maka akan berdampak pada turunnya kualitas dari hutan tersebut. Berdasarkan penelitian Prastyaningsih (2014), mengenai Pemantauan Kesehatan Hutan Kota Pekanbaru, digunakan metode Grey dan Deneke untuk mengamati kerusakan fisik, kerusakan mekanik dan kerusakan akibat hama penyakit pada tegakan hutan kota di Pekanbaru. Dengan melakukan pengamatan tersebut maka dapat diketahui penyebab kerusakan pohon, sehingga memungkinkan untuk melakukan perawatan terhadap kerusakan yang terjadi.

Selain melakukan pengamatan terhadap kerusakan fisik, kerusakan mekanik dan kerusakan akibat hama penyakit pada tegakan pohon, penilaian kesehatan hutan juga dapat dikelompokkan menjadi beberapa indikator. Pada penelitian Safe'i (2015), mengenai Pengembangan Metode Penilaian Kesehatan Hutan Rakyat Sengon, tingkat kesehatan hutan rakyat dapat dinilai menggunakan beberapa indikator prioritas, yaitu produktivitas, kualitas tapak, dan vitalitas. Dalam pengembangan metode ini dapat menggunakan nilai tertimbang dan nilai skor dari masing-masing indikator prioritas tersebut.

Pada saat ini penilaian kesehatan hutan masih menggunakan *spreadsheet*, seperti Microsoft Excel, Open Office, Libre Office, dan lainnya. Penggunaan aplikasi ini kurang efektif, selain mudah terjadi kesalahan saat pengisian, informasi tidak dapat

diakses secara *online* sehingga memungkinkan sering terjadi pertukaran data antar pengguna.

Dengan menggunakan sistem berbasis IT, proses penilaian dan pengelolaan data dapat dilakukan dengan baik, sehingga mengefektifkan dan mempercepat waktu, serta meminimalisasi tingkat kesalahan pada saat memasukkan data (Natanael, 2017).

Pada sistem informasi berbasis web, data yang dimasukkan dapat diakses kapan saja dan dimana saja. Tujuan dari sistem informasi adalah untuk mempermudah pengecekan, pencatatan dan pembuatan laporan, sehingga membantu kecepatan dan kualitas dalam penyampaian informasi (Wardani, 2013).

Sistem informasi tidak hanya menyajikan data dalam bentuk tabel, namun sistem informasi juga dapat menggabungkan unsur peta (geografis) dan informasi mengenai peta tersebut (Amnah, 2016). Tujuan dari penggabungan unsur peta dengan informasinya adalah agar dapat membantu menyelesaikan permasalahan geografis. Sistem informasi ini kemudian dinamakan sebagai Sistem Informasi Geografis. Dengan menggunakan SIG, kita dapat melakukan visualisasi data geografis, sehingga informasi yang kita butuhkan lebih jelas.

Pada penelitian Pratama (2018), mengenai Sistem Informasi Kesehatan Hutan berbasis web dengan *Framework Laravel* berhasil menghasilkan suatu sistem informasi yang dapat menilai kesehatan hutan. Dalam melakukan penilaian kesehatan hutan digunakan metode *Forest Health Monitoring* (FHM). Namun sistem yang dibangun masih belum optimal dikarenakan parameter dan indikator

yang digunakan untuk menilai kesehatan hutan belum lengkap. Selain itu, pada sistem ini belum ada fungsi untuk melakukan ekspor, impor dan validasi data, sehingga perlu adanya pengembangan agar sistem dapat beroperasi secara optimal untuk menilai kesehatan hutan.

Untuk mengoptimalkan sistem tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan perbaikan fungsi-fungsi CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) dalam sistem, sehingga data-data yang dimasukkan dapat dikelola dengan baik. Penambahan data dapat dilakukan melalui proses validasi agar data yang dimasukkan ke dalam *database* dengan konsisten. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai kesehatan hutan yang lebih optimal, maka indikator dan parameter masing-masing indikator harus dilengkapi. Data-data yang telah diisi kemudian dapat di ekspor ke dalam *excel*.

Pembangunan sistem ini akan menggunakan metode pengembangan perangkat lunak. Penggunaan metode pengembangan perangkat lunak yang sesuai akan menghasilkan perangkat lunak yang baik, sebaliknya jika salah memilih metode, maka akan menyebabkan kegagalan. Metode pengembangan perangkat lunak yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah metode pengembangan *Extreme Programming*. Menurut Azdy dan Rini (2018), metode *Extreme Programming* merupakan “metode pengembangan perangkat lunak yang dapat dilakukan secara cepat dengan jumlah anggota tim yang minimal”. Penggunaan metode *Extreme Programming* dapat dilakukan dengan cepat karena perangkat lunak yang dibangun dimulai dari komponen yang paling sederhana terlebih dahulu, setelah itu dilanjutkan dengan membangun komponen-komponen yang lebih kompleks.

Proses pengujian yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode *black-box testing*. Menurut Tenia Wahyuningrum dan Dwi Januarita (2015), pada penelitian mereka mengenai Implementasi dan Pengujian web *e-commerce* untuk Produk Unggulan Desa, pengujian *black-box testing* adalah pengujian fungsionalitas terhadap *input/output* dari suatu perangkat lunak yang digunakan untuk mengetahui apakah program telah berjalan dengan baik sesuai seperti yang diharapkan dengan menguji data normal dan tidak normal.

Tidak hanya pengujian, namun sistem informasi yang baik harus dapat diukur. Tingkat kepuasan konsumen dapat diukur dengan menggunakan skala likert. Skala likert penggunaannya dengan skor 1-5 dengan pernyataan sangat puas, puas, biasa (netral), tidak puas dan sangat tidak puas (Wahyuningsih, Paly, Astati, 2016).

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat rumusan masalah yaitu bagaimana mengoptimalkan Sistem Informasi Penilaian Kesehatan Hutan (SIPUT) berbasis WEB dengan menggunakan *framework* Laravel, yang dapat menyimpan, mengelola, dan menilai kesehatan hutan secara otomatis berdasarkan data pengukuran yang telah dimasukkan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penilaian hutan berdasarkan tipe-tipe hutan, yaitu Hutan Pantai, Hutan Payau, Hutan Rawa, Hutan Gambut, Hutan Air Tawar, Hutan Batu Kapur, Hutan Dataran Rendah, Hutan Dataran Tinggi, Hutan Monsun, Hutan Hujan Pegunungan, Hutan Tropis Basah, Hutan Muson Basah, Hutan Muson Kering,

Hutan Sabana, Hutan Rumput, serta hutan lainnya, yaitu Hutan Rakyat, Hutan Kemasyarakatan, dan Hutan Konservasi.

2. Penyimpanan data klaster plot, data plot dan data pohon.
3. Penilaian kesehatan hutan berdasarkan indikator biodiversitas (biodiversitas pohon dan biodiversitas fauna), indikator kualitas tapak (sifat fisik dan sifat kimia), indikator vitalitas (kerusakan pohon dan kondisi tajuk) dan indikator produktivitas (luas bidang dasar dan volume).
4. Metode penilaian kesehatan hutan menggunakan metode *Forest Health Monitoring*.
5. Metode pengujian sistem menggunakan *Black Box Testing* dengan teknik *Equivalence Partitioning*.
6. Analisis pemanfaatan sistem menggunakan kuesioner dengan skala Likert.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan sebuah Sistem Informasi Penilaian Kesehatan Hutan (SIPUT) berbasis web dengan menggunakan *framework Laravel* yang dapat menyimpan, mengolah dan menilai kesehatan hutan dan analisis pemanfaatan untuk *stakeholders*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat, yaitu sebagai berikut :

1. Untuk mempermudah pengguna dalam memonitor hutan-hutan di Indonesia.
2. Sebagai bank data tentang kesehatan hutan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tipe-Tipe Hutan

Tipe hutan merupakan suatu istilah yang digunakan bagi kelompok tegakan yang mempunyai ciri-ciri yang sama dalam susunan jenis dan perkembangannya. Umumnya, tipe hutan dibedakan berdasarkan sebaran di wilayah Negara bersangkutan sesuai dengan kawasannya.

Sementara ini, tipe hutan Indonesia diketahui berbeda-beda dalam klasifikasinya, tetapi apabila dibagi dalam penyebarannya terdapat 2 (dua) bagian posisi, yakni secara vertikal dapat diurut mulai dari tempat rendah sejak tepi pantai sampai puncak gunung tertinggi, maka tipe hutan tersebut antara lain sebagai berikut.

1. Posisi Vertikal

Penyebaran hutan yang termasuk posisi vertikal adalah sebagai berikut.

a. Hutan Pantai (*Littoral Forest*)

Hutan pantai merupakan hutan yang tumbuh di sepanjang pantai laut berpasir dengan tanah kering, tidak pernah tergenang air, dan tidak lebar tetapi justru memanjang. Keadaan hutan ini telah menyesuaikan diri dengan situasi tempat tumbuh yang kering, tidak terdapat air tawar secara terus menerus dan air hujan.

b. Hutan Payau (*Mangrove Forest*)

Hutan payau sering disebut hutan bakau atau mangrove yang merupakan formasi hutan yang khas daerah tropika. Hutan payau terdapat di pantai rendah dan tenang,

berlumpur atau sedikit berpasir yang mendapat pengaruh pasang surut air laut, di mana tidak ada ombak keras. Hutan ini disebut juga hutan bakau karena dominasi tegakannya jenis bakau atau disebut hutan payau karena hidup di lokasi yang payau akibat mendapat buangan air dari sungai atau air tanah.

c. Hutan Rawa (*Swamp Forest*)

Hutan rawa adalah hutan yang tumbuh pada tanah alluvial yang selalu tergenang air tawar dengan ciri-ciri adanya tempat tumbuh beraerasi air dan udara yang buruk. Ciri hutan rawa yang lebih khas adalah tumbuhannya banyak pohon berakar lutut yang tunasnya terendam air. Pohon-pohon ini tajuknya berlapis-lapis dan mampu mencapai tinggi 50 m – 60 m.

d. Hutan Gambut (*Peat Forest*)

Hutan gambut adalah hutan yang tumbuh di daerah iklim bertipe A atau B dengan tanah organosol atau histosols yang selalu tergenang air tawar secara periodic dengan keadaan pH rata-rata 3,5 – 4,0. Hutan ini merupakan ekosistem unik karena tumbuh di atas tumpukan bahan organik yang melimpah dan hidupnya tergantung pada turunnya hujan.

e. Hutan Rawa Air Tawar

Hutan rawa air tawar merupakan hutan yang tumbuh di daerah-daerah yang terdapat sungai-sungai besar dan secara tetap di hutan ini tergenang air tawar yang kaya mineral dan sedikit asam dari sungai. Formasi yang tumbuh sebagian besar tegakan yang mempunyai ketinggian rendah, seperti pandan atau palma yang sulit ditembus.

f. Hutan Batu Kapur dan Batu Ultrabasik

Hutan ultrabasik merupakan hutan yang tanahnya mengandung kapur dan berasal dari serpentinit yang mengandung unsur besi dan mangan tinggi. Hutan ini

mempunyai vegetasi semak sampai pohon-pohon tinggi dan rapat dengan jenis-jenis endemik langka karena habitatnya yang khas.

g. Hutan Dataran Rendah

Hutan dataran rendah adalah hutan yang tumbuh dan terdapat di daerah rendah yang tidak pernah tergenang air.

h. Hutan Dataran Tinggi

Hutan dataran tinggi adalah hutan yang tumbuh di daerah ketinggian antara 700 m – 1500 m di atas permukaan laut. Sedangkan tumbuhan yang hidup lebih sedikit dibanding dengan hutan dataran rendah.

i. Hutan Monsun atau Gugur Daun (*Diciduous Forest*)

Hutan monsun adalah hutan campuran yang terdapat di daerah pergantian iklim kering dan penghujan yang biasa disebut juga hutan musim.

j. Hutan Hujan Pegunungan

Hutan hujan pegunungan adalah hutan dengan pohon-pohon yang selalu menghihijau karena tidak pernah mengugurkan daun serta tumbuh rapat.

2. Posisi Horizontal

Penyebaran hutan secara horizontal, terutama di bagian selatan khatulistiwa, sejak dari Sumatra di bagian barat sampai timur terdapat beberapa tipe, di antaranya sebagai berikut.

a. Hutan Tropis Basah

Hutan tropis basah adalah hutan yang memperoleh curah hujan tinggi yang dikenal sebagai hutan pamah. Hutan ini tumbuh di tanah-tanah podsol dan latosol dengan draenase yang baik dan terletak cukup jauh dari pantai serta kaya jenis pohon yang bertajuk tinggi.

b. Hutan Muson Basah

Hutan muson basah adalah hutan yang terdapat di Jawa Tengah dan Jawa Timur yang memiliki periode musim kemarau antara 4-6 bulan. Curah hujan yang dialami dalam satu tahun kurang dari 1250 mm – 2000 mm, maka jenis-jenis pohon yang tumbuh antara lain jati, mahoni, sonokeling, pilang, dan kelampis.

c. Hutan Muson Kering

Hutan muson kering terdapat di ujung timur dari Jawa Timur, Bali, Lombok, dan Sumbawa yang mempunyai musim kemarau berkisar rata-rata antara 6-8 bulan.

d. Hutan Sabana

Hutan sabana merupakan hutan yang banyak ditumbuhi kelompok semak belukar diselingi padang rumput dengan jenis tanaman berduri. Umumnya, tumbuhan akan tetap bertahan hidup walaupun tidak ada curah hujan karena mampu menyimpan air dalam tubuhnya.

e. Hutan Rumput

Hutan rumput terdapat di wilayah Timor dengan musim kemarau lebih dari 8 bulan dan waktu musim penghujan curah hujan tidak begitu besar yakni dalam satu tahun kurang dari 1000 mm.

(Arief, 2001).

Adapun tipe hutan lain selain yang telah disebutkan adalah sebagai berikut.

1. Hutan Rakyat

Hardjanto (2006) menyebutkan bahwa hutan rakyat merupakan hutan yang tumbuh di atas tanah yang telah dibebani hak milik. San Afri Awang (2002) menyebutkan hutan rakyat adalah hutan yang tumbuh di atas lahan milik rakyat baik petani secara perorangan maupun bersama-sama. Karakteristik pengelolaan hutan rakyat adalah

bersifat individual, keluarga, organisasi petani komunal, tidak memiliki manajemen formal, tidak responsif, subsistem dan dipandang sebagai tabungan bagi keluarga pemilik hutan rakyat.

Di sisi lain, masyarakat memiliki konsepsi tentang hutan rakyat yang mereka bangun berdasarkan pada kondisi yang ada di masing-masing wilayahnya. Misalnya, masyarakat di Wonogiri, Pacitan, Gunungkidul dan sekitarnya menyebutkan bahwa hutan rakyat adalah lahan milik yang ditanami kayu, baik pekarangan, tegalan maupun berupa alas, baik keseluruhan ditanami kayu/tanaman keras ataupun dengan sistem *agroforestry*. Sedangkan di wilayah yang relatif berbukit seperti Wonosobo dan Banjarnegara menyebutkan bahwa hutan rakyat adalah hanya berupa alas yang berupa tanaman keras, masyarakat tidak mengenal pekarangan karena kondisi topografi yang ada di wilayah tersebut. (Maryudi, 2017).

2. Hutan Kemasyarakatan

Hutan Kemasyarakatan adalah hutan Negara yang pemanfaatan utamanya ditujukan untuk memberdayakan masyarakat setempat. Terkait HKm, pemerintah menerbitkan Permenhut No. P.37/ Menhut-II/2007 dan Permenhut No. P.18/Menhut-II/2009 tentang Hutan Kemasyarakatan. Penyelenggaraan HKm dimaksudkan untuk pengembangan kapasitas dan pemberian akses terhadap masyarakat setempat dalam mengelola hutan secara lestari guna menjamin ketersediaan lapangan kerja bagi masyarakat setempat untuk memecahkan persoalan ekonomi dan sosial yang terjadi di masyarakat (Pasal 3). HKm bertujuan meningkatkan kesejahteraan masyarakat setempat melalui pemanfaatan SDH secara optimal, adil dan berkelanjutan dengan tetap menjaga kelestarian fungsi hutan dan lingkungan hidup (Mahmud, 2015).

3. Hutan Konservasi

Hutan Konservasi adalah kawasan hutan dengan ciri khas tertentu, yang memiliki fungsi pokok pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa beserta ekosistem. Dikenal hutan konservasi insitu dan eksitu yang kedua-duanya bertujuan untuk mengkonservasi jenis-jenis tertentu dari kepunahan. Konservasi insitu kegiatan konservasinya dilakukan pada lokasi asal jenis tersebut, sedangkan konservasi eksitu dilakukan di luar lokasi asal jenis tersebut (Wanggai, 2009).

2.2 Kesehatan Hutan

Menurut Maryland Departement of Natural Resources Forest Service (1998), Kesehatan hutan adalah sebuah istilah yang digunakan untuk menggambarkan tingkat kelenturan hutan dalam menerima tekanan dan produktivitas hutan dalam kaitannya dengan nilai-nilai publik, kebutuhan dan harapan.

Hutan Sehat adalah hutan yang dapat mengemban fungsinya secara optimal, sekurang-kurangnya sesuai dengan fungsi utama yang telah ditetapkan sebelumnya. Demikian sebaliknya hutan sakit adalah hutan yang tidak memenuhi fungsinya secara optimal sesuai dengan tataguna hutan yang telah ditetapkan (Nuhamara et al., 2001).

Parameter yang dapat digunakan dalam pengukuran kesehatan hutan adalah luasan total hutan, luas tiap bagian hutan, laju pertumbuhan pohon dan tanaman lainnya, jumlah pohon yang mati alami setiap tahunnya, kondisi dan diversitas tanaman di bawah lapisan kanopi hutan dan jumlah jenis hewan yang didukung oleh ekosistem (Putra, 2004).

Penentuan kesehatan hutan tidak terlepas dari upaya perlindungan terhadap hutan, untuk mencegah dan membatasi kerusakan hutan dari berbagai faktor biotik dan abiotiknya sehingga tidak menjadi faktor pembatas tujuan pembangunan suatu hutan. Pengetahuan dan informasi mengenai kesehatan hutan sangat penting sebagai suatu langkah awal dalam upaya perencanaan hutan lestari (Aristoteles et al., 2017).

Menurut Safe'i (2005), Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menerangkan kondisi kesehatan hutan melalui pemantauan parameter-parameter kesehatan hutan secara intensif adalah metode FHM (*Forest Health Monitoring*) atau pemantauan kesehatan hutan. Metode ini dapat menggambarkan kondisi kesehatan hutan sampai tingkat *verifier* melalui kuantifikasi parameter-parameter kesehatan hutan.

2.3 Teknik Pemantauan Kesehatan Hutan (*Forest Health Monitoring*)

Forest Health Monitoring (FHM) adalah metode pemantauan kondisi kesehatan hutan yang diintroduksikan oleh USDA untuk memonitor yang dirancang untuk kesehatan hutan. FHM diperkenalkan pertama kali pada tahun 1993 dan telah digunakan untuk memonitor kesehatan hutan seluruh Negara bagian Amerika dan Negara-negara Eropa Timur pada tahun 1994-an, dan terus dilakukan hingga sekarang. Indonesia merupakan Negara pertama yang melakukan penelitian kehandalan penerapan metode FHM ini untuk hutan tropis, maka diperlukan modifikasi dan penyesuaian dalam pelaksanaan FHM (Safe'i dan Pratiwi, 2018).

Teknik FHM ini digunakan untuk melakukan penilaian kesehatan tegakan dengan mengelompokkan jenis dan tingkat kerusakan per individu tanaman. Teknik ini

bertujuan untuk membuat pernyataan tentang status dan kecenderungan kesehatan ekosistem hutan. Selain itu juga penting dilakukan sebagai dasar pembuatan program rencana strategis untuk menguraikan taksiran perubahan kondisi kesehatan hutan. Program pemantauan kesehatan hutan memperkirakan status kesehatan saat ini, perubahan dan kecenderungan kondisi dalam hutan, memonitor spesies yang mengindikasikan keadaan hutan dan mengidentifikasi hubungan alamiah antara penyebab manusia, penyebab alami, patogen dan kondisi ekologi (Widyastuti, 2006).

Menurut Supriyanto et al. (2001) dalam kajian penerapan metode FHM di Indonesia, berhasil memperoleh empat indikator ekologis kunci bagi kesehatan hutan hujan tropika Indonesia, yakni produktivitas, biodiversitas, vitalitas, dan kualitas tapak. Parameter yang digunakan untuk menilai kondisi kesehatan hutan tersebut adalah pertumbuhan pohon, mortalitas dan regenerasi (produktivitas), keragaman jenis pohon dan ketersebaran pohon (biodiversitas), kondisi tajuk dan kondisi kerusakan pohon (vitalitas), dan sifat fisik-kimia tanah (kualitas tapak). Keseluruhan parameter yang diukur tersebut secara parsial dapat menggambarkan kondisi hutan untuk setiap indikator yang diwakili oleh parameter-parameter tertentu.

2.4 Penilaian Kesehatan Hutan

2.4.1 Produktivitas

Produktivitas dapat diukur dengan mengukur diameter pohon. Produktivitas pohon dapat dijelaskan dengan menggunakan parameter laju pertumbuhan pohon. (Safe'i, 2015). Menurut Riyanto dan Pamungkas (2010) untuk melihat pola pertumbuhan

diameter dapat menggunakan kurva laju pertumbuhan pohon. Pertumbuhan pohon adalah perkembangan yang dinyatakan dalam pertumbuhan ukuran suatu sistem organik selama jangka waktu tertentu (Riyanto, 2009) dan dapat diukur dengan menggunakan berbagai parameter. Parameter pertumbuhan pohon antara lain adalah diameter pohon.

Firdaus (2018) mengemukakan bahwa Produktivitas pohon dihitung sebagai pertumbuhan luas bidang dasar. Luas bidang dasar (LBDS) per hektar diperhitungkan sebagai hasil dari perubahan seluruh LBDS pohon-pohon yang hidup dalam suatu plot. Klasifikasi skor atau penilaian dibagi menjadi 10 kelas dari nilai LBDS tertinggi (hutan alam) dan LBDS terendah setelah penebangan. Luas bidang dasar dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$LBDS = \frac{1}{4} \pi D^2 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

LBDS = nilai luas bidang dasar per pohon (m²/ha)

π = konstanta (3,14)

D = diameter setinggi dada atau dbh (cm)

Nilai skor produktivitas pada setiap klaster plot berdasarkan nilai luas bidang dasar (LBDS) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai skor produktivitas berdasarkan nilai luas bidang dasar (LBDS) (Firdaus, 2018)

LBDS (m²/ha)	Skor
122,41-134,64	10
110,17-122,40	9
97,93-110,16	8
85,69-97,92	7
73,45-85,68	6
61,21-73,44	5
48,97-61,20	4

Tabel 1 (lanjutan).

LBDS (m2/ha)	Skor
36,73-48,96	3
24,49-36,72	2
12,25-24,48	1

2.4.2 Biodiversitas

ESA (1997) mendefinisikan bahwa biodiversitas sebagai variabilitas pada organisme dari semua sumber, termasuk darat, laut maupun ekosistem air lainnya. Pengamatan biodiversitas ditujukan untuk mengetahui struktur dan komposisi jenis pada suatu hutan. Penilaian biodiversitas dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa tolak ukur. Tolak ukur yang digunakan pada indikator biodiversitas, yaitu kekayaan jenis, keragaman jenis dan pemerataan jenis. Penilaian biodiversitas pada metode FHM didasarkan kondisi pemerataan jenis dengan menggunakan indeks pemerataan (*Evenness Index*) Pielou. Indeks ini mencakup perhitungan kekayaan jenis, distribusi relatif jenis, dan keanekaragaman jenis. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$DMg = \frac{(S-1)}{\ln N} \text{ (indeks kekayaan) (2)}$$

$$H' = - \sum \left[\frac{ni}{N} \ln \frac{ni}{N} \right] \text{ (Indeks keragaman) (3)}$$

$$J' = \frac{H'}{\ln S} \text{ (indeks pemerataan) (4)}$$

Keterangan : DMg = Indeks Kekayaan Jenis Margalef (*Richness Index*)

S = Jumlah jenis yang ditemukan

N = Jumlah individu seluruh jenis

H' = Indeks keragaman jenis Shannon-Wiener

J' = Indeks pemerataan jenis Pielou

Suatu komunitas dikatakan stabil bila mempunyai nilai indeks kemerataan jenis mendekati 1 dan semakin kecil nilai indeks kemerataan jenis mengindikasikan bahwa penyebaran jenis tidak merata. Penentuan skor biodiversitas diperoleh dari rata-rata jumlah nilai indeks kemerataan pada tingkat pertumbuhan pohon. Nilai skor biodiversitas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai skor biodiversitas berdasarkan nilai indeks kemerataan jenis Pielou (Firdaus, 2018)

J'	Skor
1	10
0,90-0,99	9
0,80-0,89	8
0,70-0,79	7
0,60-0,69	6
0,50-0,59	5
0,40-0,49	4
0,30-0,39	3
0,20-0,29	2
0,10-0,19	1

2.4.3 Vitalitas

Vitalitas Tegakan dapat dicirikan oleh kondisi kerusakan pohon dan kondisi tajuk. Vitalitas pohon yang ditunjukkan oleh kondisi kerusakan pohon yang ditunjukkan oleh kondisi kerusakan pohon dan kondisi tajuk pohon adalah faktor yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan pohon sehingga akan mempengaruhi kuantitas dan kualitas kayu olahan yang akan dihasilkan (Putra et al., 2010).

2.4.3.1 Kondisi Kerusakan Pohon

Kondisi kerusakan pohon diukur berdasarkan kriteria penilaian kerusakan menurut metode FHM, yang terdiri dari tiga kode berurutan yang menggambarkan lokasi

terjadinya kerusakan, tipe atau penyebab kerusakan, dan tingkat keparahan yang ditimbulkan pada pohon.

Tanda gejala kerusakan diberi prioritas dan dicatat berdasarkan lokasi menurut urutan: akar, akar dan batang bagian bawah, batang bagian bawah, batang bagian bawah dan batang bagian atas, batang bagian atas, batang tajuk, cabang, kuncup dan tunas dan daun dengan kode 0 – 9. Di dalam lokasi tertentu, kerusakan dicatat menurut urutan skala prioritas mengikuti urutan urutan nomor tipe kerusakan yang mungkin untuk lokasi tersebut. Semakin tinggi nomor urut tipe kerusakan, semakin rendah prioritasnya. Bila terdapat kerusakan lebih dari satu di lokasi yang sama, maka kerusakan yang mempunyai skala prioritas yang tertinggi (paling merusak) yang dicatat. Berikut ini lokasi kerusakan pohon disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Lokasi Kerusakan Pohon (Mangold, 1997)

Kode	Kerusakan
0	Tidak Ada Kerusakan
1	Akar (terbuka dan tunggak)
2	Akar dan Batang Bagian Bawah
3	Batang bagian bawah
4	Batang bagian bawah dan atas
5	Batang bagian atas

Kerusakan adalah kerusakan tanaman yang merupakan akibat penyakit (biotik maupun abiotik) yang memenuhi ambang batas di atas 20%. Kategori kerusakan dicatat berdasarkan urutan nomor yang menunjukkan tingkat prioritas yang semakin menurun dari kode kerusakan 01 – 31. Rahmat Safe'i (2005) mengemukakan bahwa pencatatan kerusakan pohon dilakukan untuk maksimum tiga kerusakan, dimulai dari lokasi dengan kode terendah. Apabila ada lebih dari tiga kerusakan yang memenuhi nilai ambang keparahan, maka tiga kerusakan pertama yang dicatat dimulai dari akar. Untuk kerusakan yang tidak memenuhi nilai

ambang, akan diberikan nilai '0' dalam tingkat keparahannya. Berikut ini pada Tabel 4 dijelaskan tipe kerusakan pohon dan ambang keparahan.

Tabel 4. Tipe Kerusakan Pohon (Nuhamara et al., 2001)

Kode	Tipe Kerusakan	Nilai Ambang Keparahan (di dalam 10% kelas ke 99%)
01	Kanker	$\geq 20\%$ dari titik pengamatan
02	Konk, tubuh buah dan indikator lain tentang lapuk	Sama sekali tidak ada (nihil), kecuali $\geq 20\%$ untuk akar > 3 kaki (0,91 m) dari batang
03	Luka terbuka	$\geq 20\%$ dari titik pengamatan
04	Resinosis/gummosis	$\geq 20\%$ dari titik pengamatan
05	Batang Pecah	Tidak ada
06	Sarang Rayap	$\geq 20\%$ dari titik pengamatan
11	Batang/akar patah < 3 kaki dari batang (0,91 m) dari batang	Sama sekali tidak ada (nihil)
12	Brum pada akar atau batang	Sama sekali tidak ada (nihil)
13	Akar patah atau mati < 3 kaki (0,91 m) dari batang	$\geq 20\%$ tentang akar
20	Liana	$\geq 20\%$ dari titik pengamatan
21	Hilangnya pucuk dominan, mati pucuk	$\geq 1\%$ tentang mahkota bersumber
22	Cabang patah atau mati	$\geq 20\%$ tentang cabang atau tunas
23	Percabangan atau brum yang berlebihan	$\geq 20\%$ tentang cabang
24	Daun, pucuk atau tunas rusak	$\geq 30\%$ tentang daun-daunan
25	Daun berubah warna (tidak hijau)	$\geq 30\%$ tentang daun-daunan
31	Lain-lain	-

Kerusakan pohon adalah salah satu hal yang membuat kurangnya produksi hasil dari hutan. Banyak penyebab kerusakan pohon, tidak hanya penyakit yang terjadi

pada pohon namun juga penyebab alam dan lingkungan menjadi penyebab lain dari kerusakan pohon. Untuk menentukan nilai kerusakan pohon perlu dilakukan perhitungan indeks kerusakan, indeks kerusakan tingkat pohon, indeks kerusakan tingkat plot dan indeks kerusakan tingkat klaster plot. Besarnya nilai indeks kerusakan tingkat klaster plot dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$IK = x \text{ lokasi} \times y \text{ tipe kerusakan} \times z \text{ keparahan} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan : x,y,z adalah nilai pembobotan yang besarnya berbeda-beda bergantung pada tingkat data relatif setiap komponen terhadap pertumbuhan dan ketahanan pohon. Pembobotan untuk setiap kode kerusakan lokasi kerusakan, tipe kerusakan, dan tingkat keparahan pohon/kerusakan pohon disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Pembobotan Kerusakan Pohon (Putra, 2004)

Kode Lokasi Kerusakan Pohon	Nilai Pembobotan (x)	Kode Tipe Kerusakan Pohon	Nilai Pembobotan (y)	Kode Tingkat Keparahannya/Kerusakan Pohon	Nilai Pembobotan (z)
0	0	01; 26	1,9	0	1,5
1	2,0	01	1,7	1	1,1
2	2,0	03; 04	1,5	2	1,2
3	1,8	05	2,0	3	1,3
4	1,6	06	1,5	4	1,4
5	1,2	11	2,0	5	1,5
6	1,0	12	1,6	6	1,6
7	1,0	13; 20	1,5	7	1,7
8	1,0	21	1,3	8	1,8
9	1,0	22; 21; 24; 25; 31	1,0	9	1,9

Menilai Indeks kerusakan tingkat pohon (*Tree Level Index-TLI*) pada masing-masing klaster plot dengan rumus sebagai berikut :

$$TLI = [IK1] + [IK2] + [IK3] \dots\dots\dots (6)$$

Menilai Indeks Kerusakan Tingkat Plot (*Plot Level Index-PLI*) dengan rumus sebagai berikut :

$$PLI = \frac{\sum \text{TLI dalam plot}}{\sum \text{pohon dalam plot}} \dots\dots\dots (7)$$

Menilai Kerusakan Pohon berdasarkan nilai Indeks Kerusakan Tingkat Klaster-Plot (*Cluster plot level Index-CLI*) dengan rumus sebagai berikut :

$$CLI = \frac{\sum \text{PLI}}{\sum \text{Plot}} \dots\dots\dots (8)$$

Nilai skor kondisi kerusakan pohon pada klaster plot berdasarkan nilai PLI kerusakan pohon dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Skor berdasarkan nilai PLI kerusakan pohon (Safe'i, 2005)

Rata-rata PLI	Skor
0-0,39	10
0,40-0,81	9
0,82-1,23	8
1,24-1,65	7
1,66-2,07	6
2,08-2,49	5
2,50-2,91	4
2,92-3,33	3
3,34-3,75	2
3,76-4,17	1

2.4.3.2 Kondisi Tajuk

Tajuk adalah bagian berdaun pada tumbuhan. Ukuran tajuk dapat menggambarkan kesehatan pohon secara umum. Tajuk yang lebar dan lebat menggambarkan laju pertumbuhan yang cepat. Adapun tajuk yang kecil dan jarang menunjukkan kondisi tapak tumbuh yang tidak atau kurang mendukung pertumbuhan (seperti kompetisi dengan pohon lain atau kelembapan yang terlalu kurang atau pengaruh lainnya) (Safe'i, 2016).

Parameter kondisi tajuk pohon yang diukur adalah LCR (*Live Crown Ratio*), CDen (*Crown Density*), CDb (*Crown Dieback*), FTr (*Foliage Transparency*), dan CDWd (*Crown Diameter Width*) serta CD90 (*Crown Diameter at 90 °*). Nisbah tajuk hidup (LCR), yaitu nisbah panjang batang pohon yang tertutup daun terhadap tinggi total pohon. Kerapatan tajuk (CDen), yaitu persentase cahaya matahari yang tertahan oleh tajuk yang tidak mencapai permukaan tanah. Dieback (CDB), yaitu cabang dan ranting yang baru saja mati dimana bagian yang mati dimulai dari bagian ujung kemudian merambat ke bagian pangkal. Transparansi tajuk (FTr), yaitu persentase cahaya matahari yang dapat mencapai permukaan tanah. Diameter tajuk (CDia), yaitu rata-rata dari pengukuran panjang dan lebar tajuk yang bersangkutan. (Firdaus, 2017).

Parameter kondisi tajuk diberi penilaian yang didasarkan pada tiga nilai, yaitu nilai 3 untuk kondisi tajuk baik, nilai 2 untuk kondisi tajuk sedang, dan nilai 1 untuk kondisi tajuk jelek. Penilaian persentase kondisi tajuk dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kriteria kondisi tajuk (Putra, 2004)

Parameter	Klasifikasi		
	Baik	Sedang	Jelek
Nisbah tajuk hidup	> 40%	20-35%	5-15%
Kerapatan tajuk	> 55%	25-50%	5-20%
Transparansi tajuk	0-45%	50-70%	> 75%
Dieback	0-5%	10-25%	> 30%
Diameter tajuk	> 10.1 m	2.5-10 m	< 2.4 m

Parameter dalam pengukuran indikator kondisi tajuk dikumpulkan kedalam nilai *Visual Crown Rating* (VCR) atau peringkat tajuk visual. Nilai VCR diperhitungkan pada tingkat pohon, untuk kemudian dirata-ratakan untuk tiap pohon pada subplot sehingga diperoleh nilai untuk tingkat plot dan tingkat klaster (Putra, 2004). Nilai-nilai peringkat VCR individu pohon dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai VCR individu pohon (Putra, 2004)

Nilai VCR	Kriteria
4	Seluruh parameter kondisi tajuk bernilai 3, atau hanya 1 parameter yang memiliki nilai 2, tidak ada parameter yang bernilai 1
3	Lebih banyak kombinasi antara 3 dan 2 pada parameter tajuk, atau semua bernilai 2, tetapi tidak ada parameter yang bernilai 1.
2	Setidaknya 1 parameter bernilai 1, tetapi tidak semua parameter
1	Semua parameter kondisi tajuk bernilai 1

Rata-rata nilai VCR setiap individu pohon yang terdapat dalam klaster-plot merupakan nilai VCR klaster-plot. Nilai skor kondisi tajuk pada klaster-plot berdasarkan nilai VCR dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai skor kondisi tajuk berdasarkan nilai VCR (Safe'i, 2005)

VCR	Skor
$\geq 3,32$	10
2,99-3,31	9
2,66-2,98	8
2,33-2,65	7
1,98-2,32	6
1,65-1,97	5
1,32-1,64	4
0,99-1,31	3
0,66-0,98	2
0,33-0,65	1

2.4.4 Kualitas Tapak

Menurut Gintings dan Nuhamara (2001), kualitas tapak menjadi salah satu indikator kesehatan hutan yang penting karena merupakan suatu pengukuran yang mengacu kepada kemampuan tapak tumbuh, terutama tanah untuk menyokong pertumbuhan tanaman.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas tanah dapat secara langsung terkait dengan tanah atau terkait dengan segala sesuatu yang dipengaruhi oleh tanah seperti tanaman dan air. Dari sisi sifat kimia tanah, faktor-faktor yang dapat digunakan sebagai indikator kualitas tanah adalah kemasaman tanah, kandungan garam, dan kapasitas tukar kation (Safe'i, 2005).

Kualitas tapak diperoleh dari data tingkat kesuburan tanah yang diwakili oleh nilai KTK (Kapasitas Tukar Kation) hasil dari analisis tanah (Safe'i, 2015).

KTK adalah jumlah kation yang dapat dipertukarkan dari suatu permukaan koloid dan dinyatakan dalam mili ekuivalen tiap 100 gram. Kapasitas tukar kation menunjukkan kemampuan potensial tanah untuk menahan nutrisi tanaman. Kemampuan koloid menukarkan kation dinyatakan dalam me/100 gram (Wasis, 2003).

Kesuburan tanah mempelajari hubungan unsur-unsur hara dalam tanah dengan pertumbuhan tanaman, pemupukan dan usaha-usaha lain dalam memperbaiki sifat-sifat tanah (sifat fisik, kimia dan biologi tanah) untuk pertumbuhan tanaman (Jacob, 2001).

Kriteria penilaian kesuburan tanah menurut kriteria Pusat Penelitian Tanah (Hardjowigeno, 1993) tentang nilai KTK adalah kriteria sangat rendah (> 5 me/100g), rendah (5-16 me/100g), sedang (17-24 me/100g), tinggi (25-40 me/100g) dan sangat tinggi (>40 me/100g). Nilai skor kualitas tapak pada setiap klaster-plot dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai skor kualitas tapak berdasarkan nilai KTK (Hardjowigeno, 1993)

KTK	Skor
≥ 40,00	10
36,00-39,99	9
32,00-35,99	8
28,00-31,99	7
24,00-31,99	6
20,00-23,99	5
16,00-19,99	4
12,00-15,99	3
8,00-11,99	2
4,00-7,99	1

2.5 *Framework* Laravel

Laravel merupakan salah satu dari sekian banyak *framework* PHP yang dapat digunakan secara gratis. Laravel dikembangkan oleh *programmer* keren asal Amerika yaitu Taylor Otwell pada tahun 2011. Sejak dirilis ke publik, secara perlahan Laravel mulai merebut perhatian para *programmer* dunia.

Secara sederhana *framework* dapat diartikan sebagai kumpulan kode-kode program yang akan selalu digunakan pada setiap pembuatan aplikasi. Karena selalu digunakan, maka kode-kode tersebut dikumpulkan dan disusun secara rapi pada *folder-folder* agar mudah digunakan dan jadilah sebuah *framework*.

Berikut ini adalah beberapa keunggulan dari Laravel.

1. Laravel memiliki banyak fitur yang tidak dimiliki oleh *framework* lain.
2. Laravel merupakan *framework* PHP yang ekspresif, artinya sintaks pada laravel menggunakan bahasa yang mudah dimengerti, sehingga *programmer* pemula sekalipun akan mudah paham kegunaan suatu sintaks walaupun belum mempelajarinya.

3. Laravel memiliki dokumentasi yang cukup lengkap, bahkan setiap versinya memiliki dokumentasi tersendiri mulai dari cara instalasi hingga penggunaan fitur-fiturnya.
4. Laravel digunakan oleh banyak *programmer* sehingga banyak *library* yang mendukung Laravel diciptakan para *programmer* pecinta Laravel.
5. Laravel didukung oleh Composer sehingga *library-library* Laravel dapat diperoleh dengan mudah dari internet menggunakan Composer. Composer sendiri merupakan *Dependency Management* PHP yang membantu kita untuk mendapatkan *library* yang kita pakai dan memasangnya dari internet.
6. Laravel memiliki *template engine* tersendiri yang diberi nama blade yang memudahkan kita menampilkan data pada template HTML.

(Abdulloh, 2017).

2.6 UML

UML singkatan dari *Unified Modeling Language* yang berarti bahasa pemodelan standar. Chonoles (2003) mengatakan sebagai bahasa, berarti UML memiliki sintaks dan semantik. Ketika kita membuat model menggunakan konsep UML ada aturan-aturan yang harus diikuti. Bagaimana elemen pada model-model yang kuat kita buat berhubungan satu dengan yang lainnya harus mengikuti standar yang ada. UML bukan hanya sekedar diagram, tetapi juga menceritakan konteksnya. UML dapat diaplikasikan untuk maksud tertentu, biasanya antara lain untuk:

1. Merancang perangkat lunak.
2. Sarana komunikasi antara perangkat lunak dengan proses bisnis.
3. Menjabarkan sistem secara rinci untuk analisis dan mencari apa yang diperlukan sistem.

4. Mendokumentasi sistem yang ada, proses-proses dan organisasinya.

UML telah diaplikasikan dalam bidang investasi perbankan, lembaga kesehatan, departemen pertahanan, sistem terdistribusi, sistem pendukung alat kerja, *retail*, *sales*, dan *supplier* (Oktavianto, 2016).

2.7 Use Case Diagram

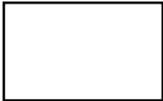
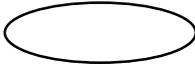
Diagram *use case* merupakan diagram yang harus dibuat pertama kali saat pemodelan perangkat lunak berorientasi objek dilakukan. Diagram *use case* akan menggambarkan apa yang dikerjakan oleh aktor. Yang disebut aktor disini adalah pengguna aplikasi. Sama seperti pembangunan perangkat lunak terstruktur saat membuat DFD, untuk menggambar diagram *use case* mengacu pada proses sebelumnya yaitu analisis kebutuhan pada RPL.

Berikut ini adalah simbol yang digunakan untuk membuat diagram *use case*.

Tabel 11. Simbol *Use Case Diagram* (Umbara, 2015)

Simbol	Nama	Keterangan
	Aktor	Merupakan pengguna dari sistem. Penamaan aktor menggunakan kata benda.
	<i>Dependency</i>	Hubungan dimana perubahan yang terjadi pada suatu elemen mandiri (<i>independent</i>) akan mempengaruhi elemen yang bergantung pada elemen yang tidak mandiri (<i>independent</i>).
	<i>Generalization</i>	Hubungan dimana objek anak (<i>descendent</i>) berbagi perilaku dan struktur.
	<i>Include</i>	Menspesifikasikan bahwa <i>use case</i> adalah sumber secara eksplisit.
	<i>Extend</i>	Menspesifikasikan bahwa <i>use case</i> target memperluas perilaku dari <i>use case</i> sumber pada suatu titik yang diberikan.

Tabel 11 (lanjutan)

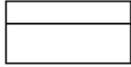
Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Associaton</i>	Apa yang menghubungkan antara objek satu dengan objek lainnya.
	<i>System</i>	Menspesifikasikan paket yang menampilkan sistem secara terbatas.
	<i>Use Case</i>	Deskripsi dari urutan aksi-aksi yang ditampilkan sistem yang menghasilkan suatu hasil yang terukur bagi aktor.
	<i>Note</i>	Elemen fisik yang eksis saat aplikasi dijalankan dan mencerminkan suatu sumber daya komputasi.

2.8 *Class Diagram*

Suatu diagram relasi entitas hanya merupakan penyajian grafis dari data dan relasi, bukannya tindakan-tindakan yang dilakukan atas data. Terdapat satu teknik di mana data yang digunakan Dalam aplikasi dan tindakan-tindakan yang terkait dengan data dapat disajikan secara grafis. Teknik ini disebut diagram kelas (*class diagram*), dan merupakan salah satu dari beberapa model rancangan yang berorientasi pada objek. Objek adalah bongkahan konseptual dari suatu sistem informasi – data, tindakan-tindakan yang dilakukan atas data, dan relasi di antara objek. Objek memiliki karakteristik-karakteristik lain yang bermanfaat dalam melakukan analisis serta perancangan sistem informasi, namun di sini kita hanya tertarik pada dampak yang mereka berikan pada penguraian data.

Berikut ini adalah simbol-simbol yang digunakan dalam *class diagram*.

Tabel 12. Simbol *Class Diagram* (Schell, 2008).

NO	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		<i>Generalization</i>	Hubungan dimana objek anak (<i>descendent</i>) berbagi perilaku dan struktur data dari objek yang ada di atasnya objek induk (<i>ancestor</i>).
2		<i>Nary Association</i>	Upaya untuk menghindari asosiasi dengan lebih dari 2 objek.
3		<i>Class</i>	Himpunan dari objek-objek yang berbagi atribut serta operasi yang sama.

2.9 *Extreme Programming*

XP (*Extreme Programming*) merupakan salah satu metodologi rekayasa perangkat lunak yang banyak digunakan untuk mengembangkan aplikasi oleh para *developer*. XP diperkenalkan oleh Kent Beck ketika ia ditunjuk untuk menangani sebuah proyek penggajian dari Chrysler yang dikenal dengan C3 (Chrysler Comprehensive Compensation). Proyek ini dimulai sekitar Maret 1996. Proyek tersebut terancam gagal karena rumitnya sistem yang dibuat dan kegagalan pada saat memasuki tahap uji sistem (*testing*). Pihak Chrysler akhirnya menyewa Kent Beck sebagai konsultan di bidang *software engineering*. Kemudian ia dikenal sebagai pencetus XP.

Kent Beck bersama rekannya, yaitu Ron Jeffries, diberi kewenangan oleh Chrysler untuk melakukan berbagai perubahan di proyek C3 untuk membuat proyek tersebut lebih efisien, lebih fleksibel. Akhirnya Kent Beck dan Ron Jeffries berhasil menyelesaikan proyek C3 dengan menerapkan berbagai metode pada saat pengembangannya.

Kumpulan metode selama menangani proyek C3 kemudian dikenal sebagai metodologi *Extreme Programming* (XP). XP memiliki kesan kumpulan ide lama

yang sederhana, dan tidak ada efek apapun pada pengembangan aplikasi. Kent Becek mengakui dan menegaskan bahwa XP tidak selalu cocok (sesuai) untuk setiap proyek pengembangan perangkat lunak. Namun, XP memiliki kelebihan yaitu sesuai untuk proyek yang memiliki *dynamic requirements* atau proyek yang memiliki berbagai *requirements* yang tidak jelas dari klien.

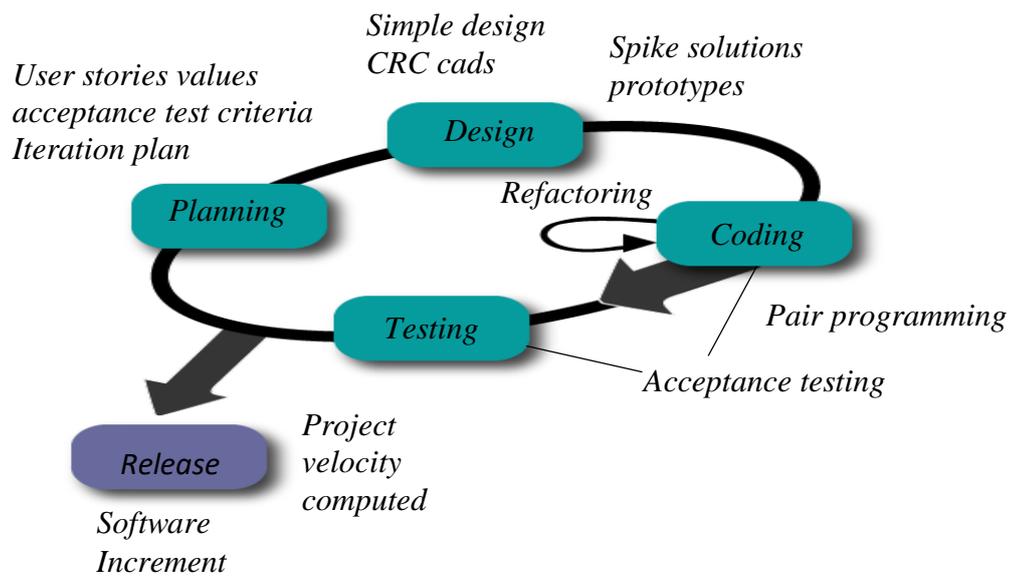
XP sangat cocok untuk pengembangan proyek yang memerlukan adaptasi cepat dalam perubahan-perubahan yang terjadi selama pengembangan aplikasi. XP juga cocok untuk anggota tim yang tidak terlalu banyak dan berada pada lokasi yang sama dalam pengembangan sistem (Suryantara, 2017).

2.10 Kerangka Kerja Extreme Programming

Pada pengembang perangkat lunak banyak menggunakan metodologi *Extreme Programming* untuk mengembangkan perangkat lunak dengan cepat. Tahapan pengembangan perangkat lunak dengan XP meliputi: *Planning/Perencanaan*, *Design/Perancangan*, *Coding/Pengkodean*, dan *Testing/Pengujian*.

1. *Planning/Perencanaan*

Tahap ini dimulai dengan pemahaman konteks bisnis dari aplikasi, mendefinisikan keluaran (*output*), fitur yang ada pada aplikasi, fungsi dari aplikasi yang dibuat, penentuan waktu dan biaya pengembangan aplikasi, serta alur pengembangan aplikasi.



Gambar 1. SDLC Extreme Programming (Suryantara, 2017).

2. Design/Perancangan

Tahap ini menekankan pada desain aplikasi secara sederhana. Alat untuk mendesain pada tahap ini dapat menggunakan kartu CRC (*Class Responsibility Collaborator*). CRC digunakan untuk pemetaan (membangun) kelas-kelas yang digunakan pada diagram *use case*, diagram kelas, dan diagram objek.

CRC diperkenalkan oleh Kent Beck dan Ward Cunningham sekitar tahun 1989 sebagai kelengkapan pemrograman berorientasi objek. CRC sebagai cikal bakal yang menjadi kelas pada saat tahap analisis. Bentuk kartu CRC seperti Tabel 13.

Tabel 13. Contoh Kartu CRC Dosen

Nama Kelas : Dosen	
Kelas Induk :	
Kelas Turunan :	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
NID	Jadwal
Nama	Mahasiswa
Jenis_Kelamin	Mata_Kuliah
Status	Nilai

Deskripsi tentang kartu CRC:

- a. Nama kelas (*Class Name*): memberikan nama kelas.
 - b. Kelas induk (*superclass*): merupakan kelas induk (orang tua) dalam konsep pewarisan yang akan dibuat CRC-nya.
 - c. Kelas turunan (*Subclass*): merupakan kelas anak dalam konsep pewarisan yang akan dibuat CRC-nya.
 - d. Tanggung Jawab (*Responsibilities*): Atribut, operasi (*methods*) yang ada pada kelas yang dibuat CRC-nya.
 - e. Kelas Terkait (*Collaborator*): Kelas yang terkait dengan kelas yang dibuat CRC-nya tetapi bukan kelas induk (orang tua)/kelas anak (turunan).
3. *Coding/Pengkodean*

Hal utama dalam pengembangan aplikasi dengan menggunakan XP adalah *pair programming* (dalam membuat program melibatkan 2 atau lebih *programmer*).

4. *Testing/Pengujian*

Tahap ini memfokuskan pada pengujian fitur-fitur yang ada pada aplikasi sehingga tidak ada kesalahan (*error*) dan aplikasi yang dibuat sesuai dengan proses bisnis pada klien.

(Suryantara, 2017).

2.11 Black Box Testing

Black box testing adalah tipe testing yang memperlakukan perangkat lunak yang tidak diketahui kerja internalnya. Sehingga para *tester* memandang perangkat lunak seperti layaknya sebuah “kotak hitam” yang tidak penting dilihat isinya, tapi cukup dikenai proses testing di bagian luar.

Jenis *testing* ini hanya memandang perangkat lunak dari sisi spesifikasi dan kebutuhan yang telah didefinisikan pada saat awal perancangan. Sebagai contoh, jika terdapat sebuah perangkat lunak yang merupakan sebuah sistem informasi *inventory* di sebuah perusahaan. Maka pada jenis *white box testing*, perangkat lunak tersebut akan berusaha dibongkar *listing* programnya untuk kemudian dites menggunakan teknik-teknik yang telah dijelaskan sebelumnya. Sedangkan pada jenis *black box testing*, perangkat lunak tersebut akan dieksekusi kemudian berusaha dites apakah telah memenuhi kebutuhan pengguna yang didefinisikan pada saat awal tanpa harus membongkar *listing* programnya.

Beberapa keuntungan yang diperoleh dari jenis *testing* ini antara lain :

1. Anggota tim *tester* tidak harus dari seseorang yang memiliki kemampuan teknis di bidang pemrograman.
2. Kesalahan dari perangkat lunak ataupun *bug* seringkali ditemukan oleh komponen *tester* yang berasal dari pengguna.
3. Hasil dari *black box testing* dapat memperjelas kontradiksi ataupun kerancuan yang mungkin timbul dari eksekusi sebuah perangkat lunak.
4. Proses *testing* dapat dilakukan lebih cepat dibandingkan *white box testing*.

Beberapa teknik testing yang tergolong dalam tipe ini antara lain :

1. *Equivalence Partitioning*

Pada teknik ini, tiap masukkan data dikelompokkan ke dalam grup tertentu, yang kemudian dibandingkan outputnya.

2. *Boundary Value Analysis*

Merupakan teknik yang sangat umum digunakan pada saat awal sebuah perangkat lunak selesai dikerjakan. Pada teknik ini, dilakukan masukkan yang melebihi dari

batasan sebuah data. Sebagai contoh, untuk sebuah masukkan harga barang, maka dapat dilakukan *testing* dengan menggunakan angka negatif (yang tidak diperbolehkan dalam sebuah harga). Jika perangkat lunak berhasil mengatasi masukkan yang salah tersebut, maka dapat dikatakan teknik ini telah selesai dilakukan.

3. *Cause Effect Graph*

Dalam teknik ini, dilakukan proses testing yang menghubungkan sebab dari sebuah masukkan dan akibatnya pada output yang dihasilkan. Sebagai contoh, pada sebuah masukkan nilai siswa, jika dimasukkan angka 100, maka *output* nilai huruf seharusnya adalah A. Tetapi bisa dilakukan *testing*, apakah output nilai huruf yang dikeluarkan jika ternyata masukkan nilai adalah 67.5.

4. *Random Data Selection*

Seperti namanya, teknik ini berusaha melakukan proses masukkan data dengan menggunakan nilai acak. Dari hasil masukkan tersebut kemudian dibuat sebuah *table* yang menyatakan validitas dari *output* yang dihasilkan.

5. *Feature Test*

Pada teknik ini, dilakukan proses testing terhadap spesifikasi dari perangkat lunak yang telah selesai dikerjakan. Misalkan, pada perangkat lunak sistem informasi akademik. Dapat dicek apakah fitur untuk melakukan entri nilai telah tersedia, begitu dengan fitur entri data siswa maupun entri data guru yang akan melakukan entri nilai.

(Wicaksono, 2017).

2.12 Skala Likert

Skala Likert ialah skala yang dapat dipergunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang suatu gejala atau fenomena pendidikan. Ada dua bentuk pertanyaan yang menggunakan skala Likert yaitu bentuk pertanyaan positif untuk mengukur sikap positif, dan bentuk pertanyaan negatif untuk mengukur sikap negatif. Pertanyaan positif diberi skor 5, 4, 3, 2, dan 1; sedangkan bentuk pertanyaan negatif diberi skor 1, 2, 3, 4, dan 5 atau -2, -1, 0, 1, 2. Bentuk jawaban skala Likert ialah sangat setuju, setuju, ragu-ragu, tidak setuju, dan sangat tidak setuju (Djaali dan Muljono, 2007).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Profil Jurusan Kehutanan Universitas Lampung

Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung berdiri berdasarkan Surat Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No.433/DIKTI/Kep/1999 tanggal 21 Oktober 1999. Sebagai bagian dari Universitas Lampung, maka kebijakan pengembangan Jurusan Kehutanan disusun selaras dengan visi, misi dan rencana Strategis Universitas Lampung. Fakultas Pertanian Unila (FP Unila) merupakan jurusan yang mendidik mahasiswa untuk menjadi Sarjana Kehutanan (S.Hut.) dan Magister (M.Si) Bidang Kehutanan. Sarjana dan Magister Kehutanan yang dihasilkan oleh P.S. Kehutanan FP Unila diharapkan menjadi intelektual yang memiliki dan memahami pengetahuan tentang hutan dan kehutanan, bertaqwa kepada Tuhan yang Maha Esa, memahami dan menjiwai Pancasila. Sarjana dan Magister Kehutanan yang dihasilkan P.S. Kehutanan FP Unila diharapkan mampu berperan, baik sebagai pengusaha, peneliti, penyuluh, analis kebijakan pembangunan kehutanan maupun birokrat (sebagai pelaksana dan atau pengambil kebijakan) yang pemikiran dan tindakannya selalu didasari oleh ketaqwaan kepada Tuhan yang Maha Esa dan sila-sila pancasila. Sebagai pengusaha ia diharapkan mampu menghasilkan produk-produk kehutanan, baik berupa barang maupun jasa yang bermanfaat bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat dan bangsa. Sebagai

peneliti ia diharapkan mampu menghasilkan pengetahuan dan teknologi yang dapat memelihara dan meningkatkan fungsi hutan (ekonomi, ekologi, dan sosial) serta produk-produk hasil hutan, baik berupa barang dan jasa hutan secara efektif dan efisien. Sebagai penyuluh ia diharapkan mampu menjadi agen pembaharu yang dapat memberikan pengetahuan tentang hutan dan kehutanan kepada masyarakat dan mampu mengubah persepsi, sikap, dan perilaku masyarakat sehingga mereka juga mau dan mampu melaksanakan usaha-usaha kehutanan secara sendiri-sendiri atau kelompok dan atau mendukung usaha-usaha kehutanan yang diselenggarakan oleh Pemerintah. Sebagai analis kebijakan kehutanan ia diharapkan mampu menganalisis secara kritis kebijakan yang ada serta mampu merumuskan berbagai alternatif kebijakan pembangunan kehutanan. Sebagai birokrat ia diharapkan mampu melaksanakan regulasi-regulasi dan kebijakan-kebijakan yang ada secara konsisten serta mampu merancang kebijakan-kebijakan untuk mendukung tercapainya pengelolaan hutan lestari (*Sustainable Forest Management*). Dalam upaya menghasilkan Sarjana dan Magister Kehutanan dengan kualifikasi tersebut, P.S. Kehutanan FP Unila menetapkan visi dan misi yang diharapkan dapat menjadi motivator dan menentukan arah bagi upaya-upaya konkrit yang akan ditempuh. Selanjutnya dalam upaya merealisasikan visi dan misi tersebut secara efektif dan efisien, Jurusan Kehutanan FP Unila merencanakan berbagai upaya yang dituangkan dalam Rencana Strategis Jurusan 2013-2018.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan pada Semester Ganjil Tahun Ajaran 2018/2019. Penelitian ini dilakukan di Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, dan Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas

Lampung yang berada di Jl. Soemantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng, Bandar Lampung.

3.3 Alat dan Bahan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat untuk mendukung dan menunjang pelaksanaan penelitian, antara lain:

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam pengembangan sistem informasi ini adalah satu unit laptop dengan spesifikasi:

Processor: Intel(R) Core(TM) i3-4005U CPU @ 1.70GHz 1.70 GHz.

Installed memory (RAM): 4.00 GB.

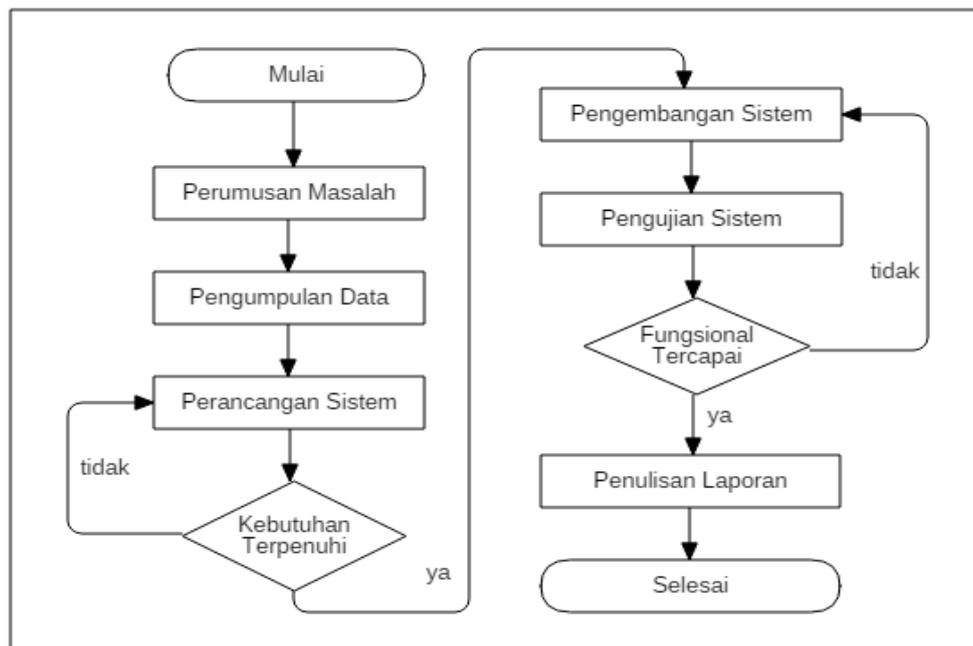
System type: 64-bit Operating System.

2. Perangkat Lunak

- a. *Operating System:* Windows 10
- b. XAMPP
- c. Composer
- d. StarUML
- e. Web Browser Maxthon dan Google Chrome
- f. *Laravel Framework 5.7*

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dilakukan dengan beberapa langkah yaitu perumusan masalah, pengumpulan data, perancangan sistem, pengembangan sistem, dan penulisan laporan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Wawancara

Wawancara adalah salah satu metode pengumpulan data dengan melakukan wawancara kepada *stakeholder*. Pada metode ini dilakukan pengumpulan data kebutuhan pengguna terhadap sistem yang dikembangkan.

2. Observasi

Observasi adalah salah satu metode pengumpulan data dengan meninjau atau mengamati langsung proses yang terjadi. Metode ini digunakan untuk mengetahui proses-proses yang tidak dapat diperoleh pada saat wawancara. Pada metode ini dilakukan pengamatan terhadap sistem penilaian kesehatan hutan yang telah ada untuk menemukan titik lemah dari sistem yang dapat dikembangkan.

3. Kuesioner

Kuesioner adalah salah satu metode pengumpulan data dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan kepada sejumlah responden. Pada kasus ini, kuesioner digunakan untuk analisis pemanfaatan sistem informasi penilaian kesehatan hutan. Pada metode ini dilakukan pengumpulan data dengan cara memberikan sejumlah pertanyaan kepada responden untuk dijawabnya.

3.6 Metode Pengembangan Sistem

Penelitian dengan metode *Extreme Programming* dilaksanakan dengan beberapa tahapan, tahapan pertama yaitu *Planning*/Perencanaan. Tahap Perencanaan adalah proses untuk mengamati alur bisnis dari sistem yang akan dikembangkan melalui *user story*, menentukan keluaran serta fitur yang diperlukan, menentukan waktu dan biaya pengembangan sistem, serta alur pengembangan sistem. Tahap selanjutnya adalah *Design*/Perancangan, pada tahapan ini dilaksanakan desain sistem secara sederhana dengan menggunakan kartu CRC. Tahapan yang ketiga adalah *Coding*, pada tahapan ini dilakukan pengkodean program untuk membangun sistem. Tahapan yang terakhir adalah *Testing*, tahap ini dilakukan pengujian terhadap fitur-fitur yang ada pada sistem, sehingga apabila ditemukan kesalahan (*error*) pada sistem atau ada ketidaksesuaian dengan proses bisnis pada klien dapat diatasi. Adapun pengujian yang dilakukan adalah dengan menggunakan *black box testing*.

3.6.1 Tahapan *Planning*

Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah berdasarkan *user stories*, mendefinisikan keluaran, penentuan waktu, serta alur pengembangan sistem.

a. *User Stories*

Berikut ini adalah *user stories* yang melandasi pengembangan sistem ini:

1. Sistem sudah dapat berfungsi untuk melakukan penilaian kesehatan hutan, namun penilaian belum optimal. Indikator dalam penilaian kesehatan hutan yang ada pada sistem saat ini yaitu produktivitas (luas bidang dasar dan volume), vitalitas (kerusakan pohon dan kondisi tajuk), dan biodiversitas pohon (indeks kekayaan, indeks keragaman, dan indeks pemerataan). Sedangkan untuk indikator kualitas tapak (sifat fisik dan sifat kimia) dan indikator biodiversitas fauna belum tersedia pada sistem.
2. Tampilan sistem kurang *user-friendly*, seharusnya tampilan dibuat agar memudahkan pengguna dalam melakukan navigasi antar-halaman. Saat memasukkan data pengukuran, pengguna selalu kembali ke halaman awal data pengukuran. Selain itu, dalam menu data pengukuran seharusnya berisi hanya mengenai data pengukuran ke-empat indikator, yaitu produktivitas, vitalitas, biodiversitas dan kualitas tapak. Sedangkan untuk data plot ukur dipisahkan dalam menu tersendiri.
3. Saat memasukkan data, sebaiknya dilakukan proses validasi terhadap *form* masukan agar tidak terjadi kesalahan saat memasukkan data. Dalam memasukkan data, sering terjadi kesalahan, seperti salah memasukkan koordinat, angka, dan lain sebagainya. Untuk itu dibutuhkan proses validasi sehingga pengguna tidak salah dalam melakukan proses input data.
4. Diperlukan sistem yang dapat mengekspor hasil penilaian dan mengimpor data pengukuran. Terdapat dua model pengguna dalam sistem yang ingin dikembangkan. Model pertama, pengguna mempunyai koneksi internet yang memadai, sehingga ia menambahkan data pengukuran satu per satu melalui *interface* yang disediakan. Model kedua, pengguna mempunyai koneksi yang

kurang baik, sehingga ia memasukkan data ke dalam aplikasi *spreadsheet* terlebih dahulu, kemudian setelah koneksinya stabil akan di *export* ke dalam sistem.

b. Mendefinisikan keluaran

Berikut ini adalah keluaran dari sistem.

Tabel 14. Keluaran dari sistem

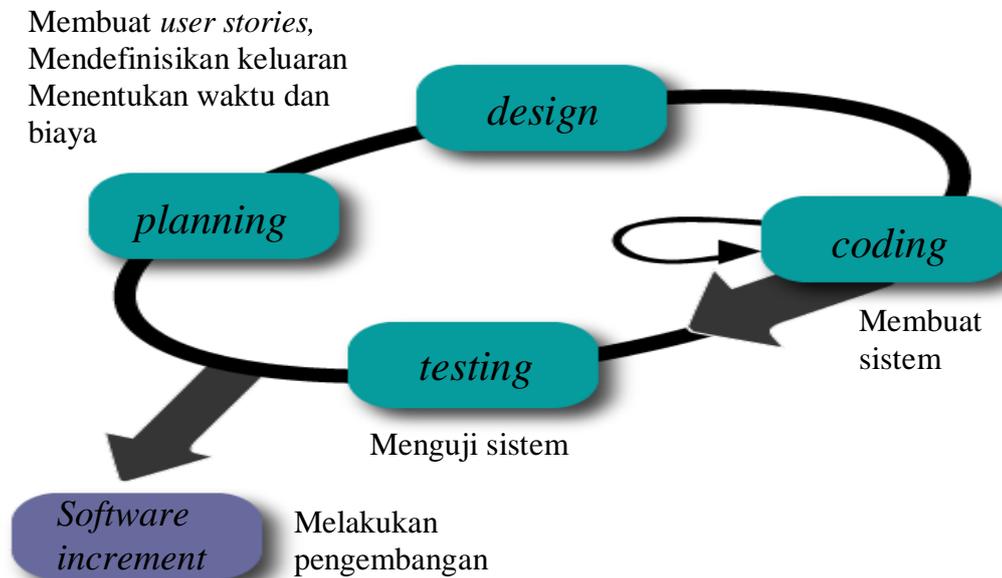
No.	Keluaran	Keterangan
1	Halaman Utama	Menampilkan informasi terkini serta peta sebaran plot ukur.
2	Data Kategori Klaster	Menampilkan data kategori klaster pengukuran.
3	Data Klaster Plot	Menampilkan data klaster pengukuran.
4	Data Plot	Menampilkan data plot pengukuran.
5	Data Pengukuran	Menampilkan data pengukuran (produktivitas, vitalitas, biodiversitas dan kualitas tapak).
6	Penilaian Kesehatan	Menampilkan nilai kesehatan hutan.
7	Manajemen User	Menampilkan data pengguna.
8	Manajemen Lokasi	Menampilkan data lokasi.
9	Hak Milik dan Fungsi Hutan	Menampilkan data hak milik dan fungsi hutan.
10	Data Pohon	Menampilkan data pohon.
11	Data Fauna	Menampilkan data fauna.
12	Sifat Kimia Tanah	Menampilkan sifat kimia tanah.
13	Nilai Tertimbang	Menampilkan nilai tertimbang.
14	Manajemen Pemberitahuan	Menampilkan data pemberitahuan.
15	Manajemen Berkas	Menampilkan data berkas.

Tabel 15. Jadwal Kegiatan

No.	Kegiatan	Bulan-ke						
		1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Planning</i>	■	■	■				
2	<i>Design</i>		■	■	■			
3	<i>Coding</i>			■	■	■	■	
4	<i>Testing</i>				■	■	■	■
5	<i>Dokumentasi</i>	■	■	■	■	■	■	■

c. Alur Pengembangan

Berikut ini merupakan alur pengembangan dari sistem.



Gambar 3. Alur Pengembangan Sistem.

3.6.2 Tahapan *Design*

Pada tahapan ini dilakukan desain sistem menggunakan *CRC Card*, *use case diagram* dan *class diagram*. Setelah semua diagram dirancang, selanjutnya adalah membuat rancangan tampilan antar muka sistem. Rancangan ini dibuat untuk membantu pengguna ataupun *programmer* dalam menyamakan persepsi terhadap sistem yang akan dikembangkan.

a. *CRC Card*

Berikut ini adalah dokumentasi desain sistem, pada desain sistem ini menggunakan *CRC card* untuk membuat sistem yang berorientasi objek. Setiap *CRC* yang dibuat kemudian akan menjadi *class diagram*. Adapun kartu *CRC* SIPUT dapat dilihat pada Tabel 16 – 52.

Tabel 16. CRC Card Users

Users	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Melakukan login	Roles
Melakukan registrasi	
Melakukan reset password	Password Resets
Menampilkan foto profil	Foto User
Menampilkan pengumuman	Pengumuman
Menampilkan berkas	Berkas

Pada Tabel 16, CRC Card Users berhubungan dengan *class* Roles, Password Resets dan Foto User. *Class* Users memiliki fungsi untuk melakukan registrasi pengguna baru.

Tabel 17. CRC Card Roles

Roles	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Mengatur hak akses login	Users

Pada Tabel 17, CRC Card Roles berhubungan dengan *class* Users. *Class* Roles digunakan untuk memeriksa peran pengguna apakah sebagai pengukur, sebagai administrator atau sebagai auditor.

Tabel 18. CRC Card Password Resets

Password Resets	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Melakukan reset password	Users

Pada Tabel 18, CRC Card Password Resets berhubungan dengan *class* Users. *Class* Password Resets digunakan untuk menyimpan token pengguna. Token yang disimpan kemudian akan dikirimkan ke *email* untuk memastikan bahwa *email* yang digunakan benar. Jika pengguna membuka *link* token yang dikirimkan oleh *class* Password Resets, maka pengguna dapat mengatur ulang *password* akunnya.

Tabel 19. CRC Card Foto User

Foto User	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan foto profil	Users
Memperbarui foto profil	

Pada Tabel 19, CRC Card Foto User berhubungan dengan *class* Users. *Class* Foto User digunakan untuk mengubah foto profil pengguna yang sedang melakukan *login*.

Tabel 20. CRC Card Pengumuman

Pengumuman	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan pengumuman	Users
Memperbarui pengumuman	

Pada Tabel 20, CRC Card Pengumuman berhubungan dengan *class* Users. *Class* Pengumuman digunakan untuk memperbarui pengumuman.

Tabel 21. CRC Card Error Log

Error Log	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan riwayat error	

Pada Tabel 21, CRC Card Error Log berfungsi untuk menampilkan riwayat *error* yang terjadi saat pengoperasian sistem. *Class* ini berfungsi untuk melihat detail *error* yang terjadi, sehingga pengembang dapat memperbaiki kesalahan yang tidak terduga.

Tabel 22. CRC Card Berkas

Berkas	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan daftar berkas	Users
Memperbarui berkas	

Pada Tabel 22, CRC Card Berkas berhubungan dengan class Users. Class Berkas digunakan untuk memperbarui berkas yang diperlukan dalam memulai penilaian kesehatan hutan.

Tabel 23. CRC Card Kategori Klaster

Kategori Klaster	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menyimpan, memperbarui dan menampilkan data kategori	
Menampilkan nilai tertimbang	Nilai Tertimbang
Menampilkan data klaster	Klaster Plot

Pada Tabel 23, CRC Card Kategori Klaster berhubungan dengan class Nilai Tertimbang dan class Klaster Plot. Fungsi dari class Kategori Klaster adalah untuk menyimpan, memperbarui serta menampilkan data kategori.

Tabel 24. CRC Card Nilai Tertimbang

Nilai Tertimbang	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan nilai tertimbang	Kategori Klaster
Memperbarui nilai tertimbang	

Pada Tabel 24, CRC Card Nilai Tertimbang berhubungan dengan class Kategori Klaster. Class Nilai Tertimbang digunakan untuk menampilkan serta memperbarui nilai tertimbang dalam suatu kategori klaster.

Tabel 25. CRC Card Klaster Plot

Klaster Plot	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menambahkan data klaster	
Menampilkan pola tanam	Pola Tanam
Menampilkan hak milik dan fungsi	Hak Milik Fungsi
Menampilkan data plot	Plot
Menampilkan sifat kimia tanah	Kimia Tanah

Tabel 25 (lanjutan)

Menampilkan data fauna	Data Fauna
Menampilkan data lokasi	Lokasi

Pada Tabel 25, CRC Card Klaster Plot berhubungan dengan *class* Pola Tanam, *class* Hak Milik Fungsi, *class* Plot, *class* Kimia Tanah, *class* Data Fauna dan *class* Lokasi. *Class* Klaster Plot berfungsi untuk menambahkan data klaster plot baru.

Tabel 26. CRC Card Pola Tanam

Pola Tanam	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan pola tanam	Klaster Plot
Menambahkan pola tanam	

Pada Tabel 26, CRC Card Pola Tanam berhubungan dengan *class* Klaster Plot. *Class* Pola Tanam digunakan untuk menambahkan pola tanam pada klaster plot.

Tabel 27. CRC Card Hak Milik Fungsi

Hak Milik Fungsi	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan hak milik dan fungsi	Klaster Plot
Menambahkan hak milik dan fungsi	Data Master Hak Milik, Data Master Fungsi

Pada Tabel 27, CRC Card Hak Milik Fungsi berhubungan dengan *class* Klaster Plot *class* Data Master Hak Milik dan Data Master Fungsi. *Class* Hak Milik Fungsi digunakan untuk menambahkan hak milik dan fungsi hutan dalam klaster plot.

Tabel 28. CRC Card Plot

Plot	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data plot	Klaster Plot
Menampilkan sifat fisik tanah	Fisik Tanah
Menampilkan data pengukuran	Data Master Pengukuran
Menampilkan data tanaman	Data Tanaman

Pada Tabel 28, CRC *Card Plot* berhubungan dengan class *Klaster Plot*, *class Fisik Tanah*, *class Data Master Pengukuran*, dan *class Data Tanaman*. *Class Plot* berfungsi untuk menampilkan data plot dalam klaster plot.

Tabel 29. CRC *Card Kimia Tanah*

Kimia Tanah	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan sifat kimia tanah	Klaster Plot
Menambahkan data pengukuran sifat kimia tanah	Data Master Sifat Kimia

Pada Tabel 29, CRC *Card Kimia Tanah* berhubungan dengan *class Klaster Plot* dan *class Data Master Sifat Kimia*. *Class Kimia Tanah* digunakan untuk menambahkan data pengukuran sifat kimia tanah dalam klaster plot.

Tabel 30. CRC *Card Data Master Sifat Kimia*

Data Master Sifat Kimia	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan sifat-sifat kimia	Kimia Tanah
Menambahkan data sifat kimia	

Pada Tabel 30, CRC *Card Master Sifat Kimia* berhubungan dengan *class Kimia Tanah*. *Class Data Master Sifat Kimia* digunakan untuk menambahkan data master sifat kimia.

Tabel 31. CRC *Card Data Fauna*

Data Fauna	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data fauna pengukuran	Klaster Plot
Menambahkan data fauna pengukuran	Data Master Fauna

Pada Tabel 31, CRC *Card Data Fauna* berhubungan dengan *class Klaster Plot* dan *class Data Master Fauna*. *Class Data Fauna* digunakan untuk menambahkan data

fauna pengukuran dalam klaster plot. Data fauna dapat diperoleh melalui *class* Data Master Fauna.

Tabel 32. CRC Card Data Master Fauna

Data Master Fauna	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data fauna	Klaster Plot
Menambahkan data fauna	

Pada Tabel 32, CRC Card Data Master Fauna berhubungan dengan *class* Klaster Plot. *Class* Data Master Fauna digunakan untuk menambahkan data master fauna.

Tabel 33. CRC Card Lokasi

Lokasi	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan lokasi	Klaster Plot
Menampilkan provinsi	Provinsi
Menampilkan kabupaten	Kabupaten
Menampilkan kecamatan	Kecamatan
Menampilkan desa	Desa
Menambahkan lokasi	

Pada Tabel 33, CRC Card Lokasi berhubungan dengan *class* Klaster Plot, *class* Provinsi, *class* Kabupaten, *class* Kecamatan, dan *class* Desa. *Class* Lokasi digunakan untuk menambahkan lokasi dalam klaster plot. Lokasi diambil berdasarkan provinsi, kabupaten, kecamatan, dan desa.

Tabel 34. CRC Card Provinsi

Provinsi	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data provinsi	Lokasi
Menambahkan data provinsi	

Pada Tabel 34, CRC Card Provinsi berhubungan dengan *class* Lokasi. *Class* Provinsi digunakan untuk menambahkan data provinsi baru.

Tabel 35. CRC Card Kabupaten

Kabupaten	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data kabupaten	Lokasi
Menambahkan data kabupaten	

Pada Tabel 35, CRC Card Kabupaten berhubungan dengan *class* Lokasi. *Class* Kabupaten digunakan untuk menambahkan data kabupaten baru.

Tabel 36. CRC Card Kecamatan

Kecamatan	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data kecamatan	Lokasi
Menambahkan data kecamatan	

Pada Tabel 36, CRC Card Kecamatan berhubungan dengan *class* Lokasi. *Class* Kecamatan digunakan untuk menambahkan data kecamatan baru.

Tabel 37. CRC Card Desa

Desa	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data desa	Lokasi
Menambahkan data desa	

Pada Tabel 37, CRC Card Desa berhubungan dengan *class* Lokasi. *Class* Desa digunakan untuk menambahkan data desa baru.

Tabel 38. CRC Card Fisik Tanah

Fisik Tanah	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan sifat fisik tanah	Plot
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menambahkan sifat fisik tanah	

Pada Tabel 38, CRC Card Fisik Tanah berhubungan dengan *class* Plot. *Class* Fisik Tanah digunakan untuk menambahkan sifat fisik tanah.

Tabel 39. CRC Card Data Master Pengukuran

Data Master Pengukuran	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data pengukuran lbds	Lbds
Menampilkan data pengukuran kerusakan	Kerusakan Pohon
Menampilkan data pengukuran kondisi tajuk	Kondisi Tajuk
Menampilkan foto pengukuran lbds	Foto Lbds
Menampilkan foto pengukuran kerusakan	Foto Kerusakan
Menampilkan foto pengukuran kondisi tajuk	Foto Kondisi Tajuk
Menambahkan pengukuran lbds	
Menambahkan pengukuran kondisi tajuk	
Menambahkan pengukuran kerusakan	

Pada Tabel 39, CRC Card Master Pengukuran berhubungan dengan *class* Lbds, *class* Kerusakan Pohon, *class* Kondisi Tajuk, *class* Foto Lbds, *class* Foto Kerusakan, dan *class* Foto Kondisi Tajuk. *Class* Data Master Pengukuran digunakan untuk menambahkan pengukuran lbds, kondisi tajuk dan pengukuran kerusakan pohon.

Tabel 40. CRC Card Lbds

Lbds	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data lbds	Data Master Pengukuran
Menambahkan data lbds	

Pada Tabel 40, CRC Card Lbds berhubungan dengan *class* Data Master Pengukuran. *Class* Lbds digunakan untuk menambahkan data lbds dalam pengukuran.

Tabel 41. CRC Card Kerusakan Pohon

Kerusakan Pohon	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data kerusakan pohon	Data Master Pengukuran
Menambahkan data kerusakan pohon	
Menampilkan kode kerusakan lokasi	Kode Kerusakan Lokasi
Menampilkan kode kerusakan tipe	Kode Kerusakan Tipe
Menampilkan kode kerusakan keparahan	Kode Kerusakan Keparahan

Pada Tabel 41, CRC Card Lbds berhubungan dengan *class* Data Master Pengukuran, *class* Kode Kerusakan Lokasi, *class* Kode Kerusakan Tipe, dan *class* Kode Kerusakan Keparahan. *Class* Kerusakan Pohon digunakan untuk menambahkan data kerusakan pohon dalam pengukuran.

Tabel 42. CRC Card Kondisi Tajuk

Kondisi Tajuk	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data kondisi tajuk	Data Master Pengukuran
Menambahkan data kondisi tajuk	

Pada Tabel 42, CRC Card Kondisi Tajuk berhubungan dengan *class* Data Master Pengukuran. *Class* Kondisi Tajuk digunakan untuk menambahkan data kondisi tajuk dalam pengukuran.

Tabel 43. CRC Card Foto Lbds

Foto Lbds	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan foto lbds	Data Master Pengukuran
Menambahkan foto lbds	

Pada Tabel 43, CRC Card Foto Lbds berhubungan dengan *class* Data Master Pengukuran. *Class* Foto Lbds digunakan untuk menambahkan data foto lbds dalam pengukuran.

Tabel 44. CRC Card Foto Kerusakan

Foto Kerusakan	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan foto kerusakan	Data Master Pengukuran
Menambahkan foto kerusakan	

Pada Tabel 44, CRC Card Foto Kerusakan berhubungan dengan *class* Data Master Pengukuran. *Class* Foto Kerusakan digunakan untuk menambahkan data foto kerusakan pohon dalam pengukuran.

Tabel 45. CRC Card Foto Kondisi Tajuk

Foto Kondisi Tajuk	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan foto kondisi tajuk	Data Master Pengukuran
Menambahkan foto kondisi tajuk	

Pada Tabel 45, CRC Card Foto Kondisi Tajuk berhubungan dengan *class* Data Master Pengukuran. *Class* Foto Kondisi Tajuk digunakan untuk menambahkan data foto kondisi tajuk dalam pengukuran.

Tabel 46. CRC Card Data Tanaman

Data Tanaman	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data pengukuran tanaman	Plot
Menampilkan data tanaman	Data Master Tanaman
Menambahkan data pengukuran tanaman	

Pada Tabel 46, CRC Card Data Tanaman berhubungan dengan *class* Plot dan *class* Data Master Tanaman. *Class* Data Tanaman digunakan untuk menambahkan data pengukuran tanaman dalam plot. Untuk mendapatkan data tanaman, digunakan *class* Data Master Tanaman.

Tabel 47. CRC Card Data Master Tanaman

Data Master Tanaman	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data master tanaman	Data Tanaman
Menambahkan data master tanaman	

Pada Tabel 47, CRC Card Master Tanaman berhubungan dengan *class* Data Tanaman. *Class* Data Master Tanaman digunakan untuk menambahkan data master tanaman.

Tabel 48. CRC Card Kode Kerusakan Lokasi

Kode Kerusakan Lokasi	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data kode kerusakan lokasi	Kerusakan Pohon

Pada Tabel 48, CRC Card Kode Kerusakan Lokasi berhubungan dengan *class* Kerusakan Pohon. *Class* Kode Kerusakan Lokasi digunakan untuk menampilkan data kode kerusakan lokasi.

Tabel 49. CRC Card Kode Kerusakan Tipe

Kode Kerusakan Tipe	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data kode kerusakan tipe	Kerusakan Pohon

Pada Tabel 49, CRC Card Kode Kerusakan Tipe berhubungan dengan *class* Kerusakan Pohon. *Class* Kode Kerusakan Tipe digunakan untuk menampilkan data kode kerusakan tipe.

Tabel 50. CRC Card Kode Kerusakan Keparahan

Kode Kerusakan Keparahan	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan data kode kerusakan keparahan	Kerusakan Pohon

Pada Tabel 51, CRC Card Kode Kerusakan Keparahan berhubungan dengan *class* Kerusakan Pohon. *Class* Kode Kerusakan Keparahan digunakan untuk menampilkan data kode kerusakan keparahan.

Tabel 51. CRC Card Hak Milik

Hak Milik	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan hak milik	Hak Milik Fungsi
Menambahkan hak milik	

Pada Tabel 51, CRC Card Hak Milik berhubungan dengan *class* Hak Milik Fungsi. *Class* Hak Milik digunakan untuk menambahkan data hak milik hutan.

Tabel 52. CRC Card Fungsi

Fungsi	
Tanggung Jawab	Kelas Terkait
Menampilkan fungsi	Hak Milik Fungsi
Menambahkan fungsi	

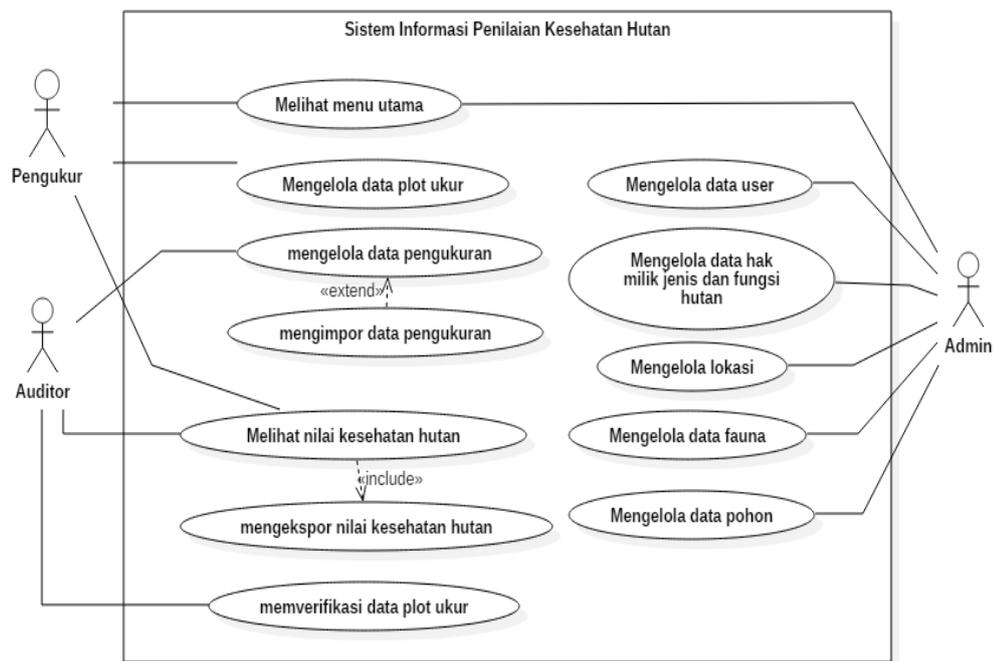
Pada Tabel 52, CRC Card Fungsi berhubungan dengan *class* Fungsi. *Class* Fungsi digunakan untuk menambahkan data fungsi hutan.

b. Use Case Diagram

Use Case diagram digunakan untuk melihat aksi yang dapat dilakukan dari suatu sistem. Dalam pemodelan sistem ini, *use case diagram* terdapat tiga hak akses pengguna, yaitu administrator, pengukur, dan auditor. Masing-masing pengguna memiliki fungsi yang berbeda.

Administrator berfungsi untuk mengelola data-data yang dibutuhkan dalam pengguna, serta memberikan akses kepada pengguna biasa. Aksi yang dapat dilakukan yaitu melihat menu utama, mengelola data user, data hak milik dan fungsi hutan, data lokasi, data pohon, data fauna, data sifat kimia tanah, nilai indikator, pemberitahuan dan berkas.

Berikut ini *use case diagram* SIPUT dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Use case diagram* SIPUT.

Pengukur memiliki fungsi untuk menyimpan data pengukuran. Aksi yang dapat dilakukan pengukur adalah melihat menu utama, mengelola data plot ukur, mengelola data pengukuran dan melihat nilai kesehatan hutan berdasarkan data yang telah dimasukkan sebelumnya.

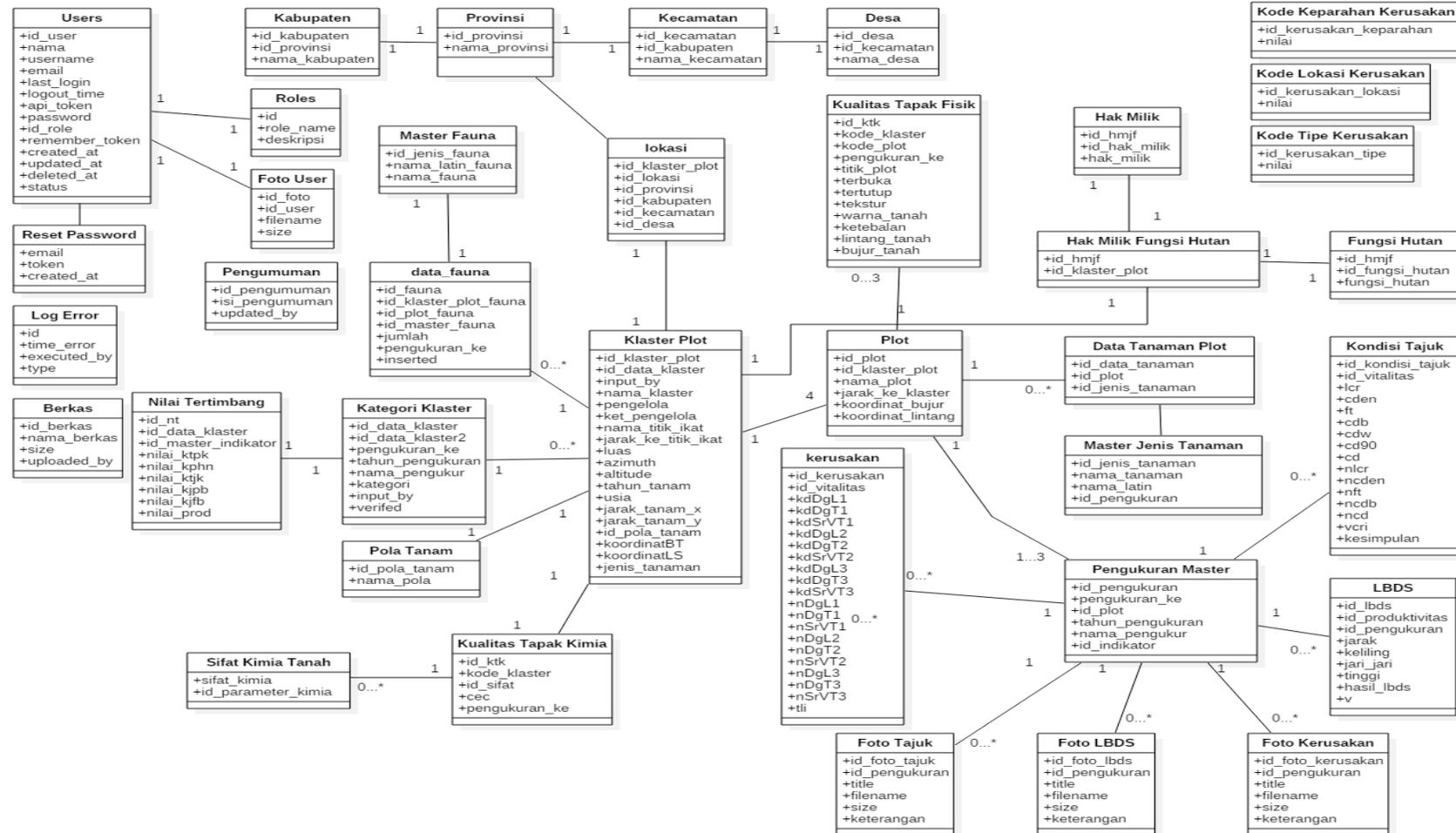
Auditor memiliki akses yang sama dengan pengukur, hanya saja auditor tidak dapat menambah data, auditor hanya dapat memperbaiki dan memverifikasi masukkan yang telah di masukkan oleh pengukur sebelumnya.

c. *Class Diagram*

Class diagram merupakan diagram yang digunakan untuk membantu menggambarkan struktur umum, perilaku dan hubungan antar-*class* dalam suatu sistem/perangkat lunak yang dibuat. *Class diagram* dalam penelitian ini dirancang berdasarkan *CRC Card* yang telah dibuat. Berikut ini adalah beberapa keterangan yang dapat dilihat pada *class diagram* :

- Satu objek Kategori Klaster memiliki relasi nol atau lebih dengan objek Klaster Plot.
- Satu objek Klaster Plot memiliki relasi dengan empat objek Plot.
- Satu Plot terdapat nol atau lebih objek Data Tanaman Plot.
- Di dalam objek Plot dapat memiliki satu sampai dengan tiga Pengukuran.
- Dalam objek Pengukuran terdapat objek Kerusakan, LBDS, Kondisi Tajuk, Foto Tajuk, Foto Kerusakan, dan Foto LBDS (masing-masing memiliki relasi *one to many*).

Berikut ini class diagram SIPUT dapat dilihat pada Gambar 5.

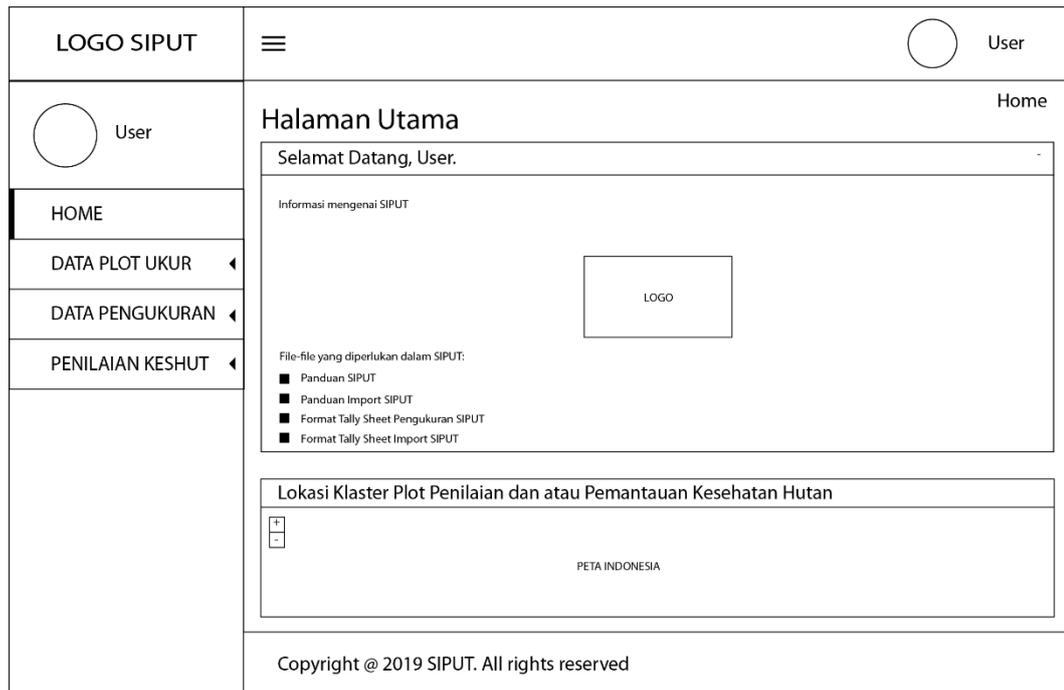


Gambar 5. Class Diagram SIPUT.

d. Desain Antar Muka

Setelah merancang *CRC Card*, *Use Case Diagram* dan *Class Diagram*, proses selanjutnya adalah membuat rancangan antar-muka pengguna. Berikut ini adalah rancangan antar-muka pengukur, administrator dan auditor.

1. Antar Muka Halaman Pengukur



Gambar 6. Halaman Utama Pengukur.

Pada Gambar 6 menampilkan halaman utama pengukur. Ketika pengguna masuk sebagai pengukur, pengguna akan diarahkan ke halaman utama ini. Pada halaman ini berisi informasi mengenai SIPUT. Informasi yang ditampilkan berupa deskripsi singkat mengenai SIPUT, logo, serta berkas-berkas yang dibutuhkan untuk memulai menggunakan sistem. Selain itu, pengukur dapat melihat lokasi sebaran kluster plot yang telah dimasukkan beserta dengan nilai analisis pada data pengukuran.

2. Antar Muka Halaman Pencarian Plot Ukur

LOGO SIPUT	☰	○ User
○ User	Pilih Plot	Data Plot
HOME	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Penilaian Kesehatan</p> <p>Pengukuran-ke <input type="text"/></p> <p>Kategori (Nama Pengukur) <input type="text"/></p> <p>Tahun <input type="text"/></p> <p>Nama Klaster <input type="text"/></p> <p>Nama Plot <input type="text"/></p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Lihat Data Plot"/></p> </div>	
DATA PLOT UKUR ▼		
Data Kategori Klaster		
Data Klaster Plot		
Data Plot		
DATA PENGUKURAN ◀		
PENILAIAN KESHUT ◀		
Copyright @ 2019 SIPUT. All rights reserved		

Gambar 7. Halaman Pencarian Plot Ukur.

Pada Gambar 7 menampilkan halaman pencarian plot ukur. Dalam halaman ini, pengukur dapat mencari plot ukur berdasarkan pengukuran-ke, kategori (nama pengukur), tahun pengukuran, nama klaster dan nama plot. Jika ingin menambahkan kategori plot ukur baru, pengukur harus menambahkan pada halaman kategori klaster.

3. Antar Muka Halaman Data Klaster Plot

Pada Gambar 8 menampilkan halaman data klaster plot. Halaman ini menampilkan keterangan mengenai klaster plot yang telah diisikan sebelumnya. Data klaster plot ditampilkan dalam bentuk tabel dengan kolom nomor, provinsi, kabupaten, kecamatan, klaster plot, kepemilikan, tipe hutan, fungsi hutan, luas dan aksi berupa lihat detail klaster, ubah data, serta hapus data.

LOGO SIPUT	☰	○ User																																																																																
○ User	Data Kluster > Data Kluster Plot																																																																																	
HOME	Data Kluster Plot Hutan Mangrove Lampung Timur Tambah Kluster Plot																																																																																	
DATA PLOT UKUR ▼	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Provinsi</th> <th>Kabupaten</th> <th>Kecamatan</th> <th>Kluster Plot</th> <th>Status Lahan</th> <th>Tipe Hutan</th> <th>Fungsi Hutan</th> <th>Luas Hutan</th> <th>Aksi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Lampung</td> <td>Lampung Timur</td> <td>Pasir Sakti</td> <td>CL1</td> <td>Hutan Negara</td> <td>Hutan Mangrove</td> <td>Lindung</td> <td>1.5 ha</td> <td>○ ○ ○</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Lampung</td> <td>Lampung Timur</td> <td>Pasir Sakti</td> <td>CL2</td> <td>Hutan Negara</td> <td>Hutan Mangrove</td> <td>Lindung</td> <td>20 ha</td> <td>○ ○ ○</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Lampung</td> <td>Lampung Timur</td> <td>Pasir Sakti</td> <td>CL3</td> <td>Hutan Negara</td> <td>Hutan Mangrove</td> <td>Lindung</td> <td>20 ha</td> <td>○ ○ ○</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Lampung</td> <td>Lampung Timur</td> <td>Pasir Sakti</td> <td>CL4</td> <td>Hutan Negara</td> <td>Hutan Mangrove</td> <td>Lindung</td> <td>5 ha</td> <td>○ ○ ○</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Lampung</td> <td>Lampung Timur</td> <td>Pasir Sakti</td> <td>CL5</td> <td>Hutan Negara</td> <td>Hutan Mangrove</td> <td>Lindung</td> <td>2 ha</td> <td>○ ○ ○</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Lampung</td> <td>Lampung Timur</td> <td>Pasir Sakti</td> <td>CL6</td> <td>Hutan Negara</td> <td>Hutan Mangrove</td> <td>Lindung</td> <td>5 ha</td> <td>○ ○ ○</td> </tr> <tr> <td></td> </tr> </tbody> </table>		No.	Provinsi	Kabupaten	Kecamatan	Kluster Plot	Status Lahan	Tipe Hutan	Fungsi Hutan	Luas Hutan	Aksi	1	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL1	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	1.5 ha	○ ○ ○	2	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL2	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	20 ha	○ ○ ○	3	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL3	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	20 ha	○ ○ ○	4	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL4	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	5 ha	○ ○ ○	5	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL5	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	2 ha	○ ○ ○	6	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL6	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	5 ha	○ ○ ○										
No.	Provinsi	Kabupaten	Kecamatan	Kluster Plot	Status Lahan	Tipe Hutan	Fungsi Hutan	Luas Hutan	Aksi																																																																									
1	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL1	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	1.5 ha	○ ○ ○																																																																									
2	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL2	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	20 ha	○ ○ ○																																																																									
3	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL3	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	20 ha	○ ○ ○																																																																									
4	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL4	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	5 ha	○ ○ ○																																																																									
5	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL5	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	2 ha	○ ○ ○																																																																									
6	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL6	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	5 ha	○ ○ ○																																																																									
Data Kategori Kluster																																																																																		
Data Kluster Plot																																																																																		
Data Plot																																																																																		
DATA PENGUKURAN ◀																																																																																		
PENILAIAN KESHUT ◀																																																																																		
	Copyright © 2019 SIPUT. All rights reserved																																																																																	

Gambar 8. Halaman Data Kluster Plot.

Pengukur dapat menambah data kluster baru dengan menekan tombol Tambah Kluster Plot pada bagian kanan atas kotak data kluster. Data yang ditampilkan pada halaman ini hanya informasi yang penting saja. Untuk melihat keseluruhan informasi, pengukur dapat melihat dengan menekan tombol pertama pada kolom aksi.

4. Antar Muka Tambah Data Kluster Plot

Tambah Data Kluster Plot	
Identitas Kluster Plot Ukur Titik ikat Kluster Plot Ukur	
Nama Titik Ikat	
<input type="text"/>	
Lintang	Bujur
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Azimuth ke titik pusat plot 1	Jarak ke titik pusat plot 1
<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value=""/>
	Jarak tidak boleh kosong.
<input type="button" value="Kembali"/>	<input type="button" value="Simpan"/>

Gambar 9. Tambah Data Kluster Plot.

Pada Gambar 9 menampilkan dialog tambah data kluster plot. Untuk penambahan data kluster plot menggunakan *modal box* dengan validasi *real time*, sehingga tidak terjadi kesalahan pada saat memasukkan data. Pada form tersebut pengisian data yang dilakukan terdiri dari dua bagian, yaitu identitas kluster plot ukur dan identitas titik ikat kluster plot ukur. Pengukur tidak dapat melanjutkan ke tahap selanjutnya jika data yang dimasukkan belum sesuai dengan validasi yang diberikan oleh sistem. Hal ini bertujuan agar data yang masuk ke dalam *database* sesuai dengan format, sehingga tidak menimbulkan *error* jika pengguna salah memasukkan data seperti koordinat dan lainnya.

5. Antar Muka Halaman Detail Kluster Plot

LOGO SIPUT	☰	○ User								
○ User	Halaman Detail Kluster	Data Kluster > Data Kluster Plot > Detail Kluster								
HOME	Detail Kluster Plot	Koordinat Titik Pusat Kluster Plot								
DATA PLOT UKUR ▼	Kode Kluster :	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nomor</th> <th>Nama Plot</th> <th>Koordinat</th> <th>Aksi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4" style="height: 40px;"></td> </tr> </tbody> </table>	Nomor	Nama Plot	Koordinat	Aksi				
Nomor	Nama Plot	Koordinat	Aksi							
Data Kategori Kluster	Tipe Hutan :	Lokasi Kluster								
Data Kluster Plot	Fungsi Hutan :									
Data Plot	Jenis Tanaman :	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/> Lokasi Ke-empat Plot </div>								
DATA PENGUKURAN ◀	Provinsi :									
PENILAIAN KESHUT ◀	Kabupaten :									
	Kecamatan :									
	Desa :									
	Titik Koordinat									
	Lintang :									
	Bujur :									
	Altitude :									
	Tahun Tanam :									
	Luas :									
	Copyright @ 2019 SIPUT. All rights reserved									

Gambar 10. Halaman Detail Kluster Plot.

Pada Gambar 10 menampilkan halaman detail klaster plot. Halaman detail klaster plot berisi informasi detail mengenai klaster plot yang dipilih seperti nama pengelola, tipe hutan, luas dan titik koordinat dan lainnya. Dalam halaman detail klaster plot, pengukur dapat melihat koordinat titik pusat klaster plot dan lokasinya pada peta. Peta akan menampilkan *marker* sesuai dengan koordinat yang diberikan pada plot 1, plot 2, plot 3, dan plot 4. Selain itu, dalam sistem menggambarkan lingkaran serta garis yang menghubungkan ke-empat plot sesuai dengan kaidah yang berlaku, yaitu jari-jari plot 17.95 m dan jari-jari sub-plot 7.32 m.

6. Antar Muka Halaman Pencarian Data Pengukuran

LOGO SIPUT	☰	○ User
○ User	Pilih Pengukuran	Data Pengukuran Produktivitas
HOME	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Pilih Pengukuran</p> <p>Pengukuran-ke <input type="text"/></p> <p>Kategori (Nama Pengukur) <input type="text"/></p> <p>Tahun <input type="text"/></p> <p>Nama Klaster <input type="text"/></p> <p>Nama Plot <input type="text"/></p> <p>Nama Parameter <input type="text"/></p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Lihat Produktivitas"/></p> </div>	
DATA PLOT UKUR ◀		
DATA PENGUKURAN ▼		
Produktivitas		
Vitalitas		
Biodiversitas		
Kualitas Tapak		
PENILAIAN KESHUT ◀		
Copyright @ 2019 SIPUT. All rights reserved		

Gambar 11. Halaman Pencarian Data Pengukuran.

Pada Gambar 11 menampilkan halaman pencarian data pengukuran. Pada halaman ini, pengukur dapat mencari data pengukuran berdasarkan pengukuran-ke, kategori

(nama pengukur), tahun pengukuran, nama klaster, nama plot, dan nama parameter yang diinginkan. Dalam melakukan pencarian data pengukuran, pengguna harus memilih semua pilihan yang disediakan pada halaman ini. Jika pengguna tidak memilih satu atau lebih pilihan, maka sistem akan menolak untuk mencari data pengukuran. Hal ini dikarenakan banyaknya data pengukuran serta indikator yang dapat mengakibatkan data saling tumpang tindih.

7. Antar Muka Halaman Pencarian Penilaian Kesehatan Hutan

LOGO SIPUT	☰	○ User						
○ User	Halaman Skoring Nilai Akhir Kesehatan Hutan							
HOME	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="text-align: center;">Penilaian Kesehatan</p> <p>Pengukuran-ke <input type="text"/></p> <p>Kategori (Nama Pengukur) <input type="text"/></p> <p>Tahun <input type="text"/></p> <p>Pilih Indikator</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td><input type="radio"/> Produktivitas</td> <td><input type="radio"/> Biodiversitas Pohon</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Vitalitas</td> <td><input type="radio"/> Biodiversitas Fauna</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Kualitas Tapak</td> <td><input type="radio"/> Pilih Semua</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Lihat Penilaian Kesehatan Hutan"/></p> </div>		<input type="radio"/> Produktivitas	<input type="radio"/> Biodiversitas Pohon	<input type="radio"/> Vitalitas	<input type="radio"/> Biodiversitas Fauna	<input type="radio"/> Kualitas Tapak	<input type="radio"/> Pilih Semua
<input type="radio"/> Produktivitas			<input type="radio"/> Biodiversitas Pohon					
<input type="radio"/> Vitalitas			<input type="radio"/> Biodiversitas Fauna					
<input type="radio"/> Kualitas Tapak			<input type="radio"/> Pilih Semua					
DATA PLOT UKUR ◀								
DATA PENGUKURAN ◀								
PENILAIAN KESHUT ▼								
Nilai Akhir Keshut								
Copyright @ 2019 SIPUT. All rights reserved								

Gambar 12. Halaman Pencarian Penilaian Kesehatan Hutan.

Pada Gambar 12 menampilkan halaman pencarian penilaian kesehatan hutan. Pencarian dilakukan dengan memilih pengukuran-ke, kategori (nama pengukur) dan tahun pengukuran. Untuk memilih parameter kesehatan hutan, pengukur dapat memilih dengan *radio button* yang disediakan pada form. Jika pengukur memilih indikator, maka sistem akan menampilkan pilihan parameter yang tersedia. Pengukur dapat memilih satu atau lebih parameter yang tersedia, namun tidak boleh

tidak memilih indikator. Jika pengukur tidak memilih indikator, maka pengukur akan diarahkan ke halaman *error*. Selain itu, jika dalam suatu plot tidak ada data pohon sama sekali, maka sistem akan menolak untuk melakukan perhitungan. Pengguna harus melengkapi pengukuran terlebih dahulu untuk melanjutkan penilaian.

8. Antar Muka Halaman Penilaian Kesehatan Hutan

The screenshot displays the 'Halaman Skoring' (Scoring Page) for forest health assessment. The interface includes a sidebar menu with options like 'HOME', 'DATA PLOT UKUR', 'DATA PENGUKURAN', and 'PENILAIAN KESHUT'. The main content area features a bar chart titled 'Kesehatan Hutan di Hutan Mangrove Lampung Timur' with a y-axis from 0 to 5. Below the chart is a table titled 'Nilai Kesehatan' with columns for 'Kode', 'Kabupaten', 'Kecamatan', 'Nilai', 'Kondisi', and 'Lihat Detail'. A 'Range Skor Kesehatan' section contains a table with columns for 'Nilai Indikator', 'Nilai Tertimbang', 'Nilai Skor', and 'Nilai Analisis'. The footer indicates 'Copyright @ 2019 SIPUT. All rights reserved'.

Gambar 13. Halaman Penilaian Kesehatan Hutan.

Pada Gambar 13 menampilkan halaman penilaian kesehatan hutan. Halaman ini berisi grafik beserta nilai-nilai pengukuran yang telah dihitung otomatis oleh sistem berdasarkan data yang telah dimasukkan ke dalam sistem. Nilai-nilai pengukuran yang telah dihitung ditampilkan dalam bentuk tabel. Apabila data penilaian yang ingin dilihat hanya satu, maka sistem tidak akan menampilkan data berupa grafik.

Selain data penilaian, data-data yang mendukung mengenai penilaian kesehatan hutan juga ditampilkan pada halaman ini seperti *range* skor, nilai tertimbang, nilai skor dan nilai analisis. Jika pengukur ingin melihat detail dari penilaian, pengukur dapat menekan tombol lihat detail di kolom paling kanan pada *box* nilai kesehatan. Sistem akan menampilkan data penilaian klaster (4 plot) untuk parameter kesehatan hutan yang telah dipilih pada halaman pencarian kesehatan hutan.

9. Antar Muka *Home* Admin

The screenshot shows the Admin Home page. On the left is a sidebar menu with the following items: HALAMAN UTAMA (highlighted), MANAJEMEN USER, MANAJEMEN LOKASI, HAK MILIK DAN FUNGSI HUTAN, DATA POHON, DATA FAUNA, NILAI INDIKATOR, MANAJEMEN PEMBERITAHAUAN, and MANAJEMEN BERKAS. The main content area is titled 'Halaman Utama' and includes a 'Home' link. It features a section for 'Informasi Hutan' with four cards: '50 Pengguna Terdaftar >> Lihat Selengkapnya', '9 Data Sifat Tanah >> Lihat Selengkapnya', '100 Jenis Pohon Ditemukan >> Lihat Selengkapnya', and '50 Jenis Fauna Ditemukan >> Lihat Selengkapnya'. Below this is a 'Terakhir Login' section with a table:

No.	Nama	Username	Email	Jam Login	Durasi

The footer contains the text: Copyright @ 2019 SIPUT. All rights reserved.

Gambar 14. Halaman Utama Admin.

Pada Gambar 14 menampilkan halaman utama admin. Halaman utama admin menampilkan informasi mengenai data hutan dan informasi mengenai pengguna terakhir yang melakukan *login* pada sistem. Admin dapat melihat rincian data dengan menekan *link* lihat selengkapnya. Riwayat *login* digunakan untuk

mengetahui siapa saja yang melakukan *login* beserta waktunya, sehingga admin dapat menganalisis jika terjadi *error* pada sistem.

10. Antar Muka Halaman Manajemen *User*

LOGO SIPUT	☰	○ Admin																
○ Admin	Home > Data User																	
HALAMAN UTAMA	Data User +																	
MANAJEMEN USER	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Nama</th> <th>Username</th> <th>Email</th> <th>Terakhir Login</th> <th>Terakhir Logut</th> <th>Banned Until</th> <th>Aksi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		No.	Nama	Username	Email	Terakhir Login	Terakhir Logut	Banned Until	Aksi								
No.	Nama	Username	Email	Terakhir Login	Terakhir Logut	Banned Until	Aksi											
MANAJEMEN LOKASI																		
HAK MILIK DAN FUNGSI HUTAN																		
DATA POHON																		
DATA FAUNA																		
NILAI INDIKATOR ◀																		
MANAJEMEN PEMBERITAHAUAN																		
MANAJEMEN BERKAS																		
Copyright © 2019 SIPUT. All rights reserved																		

Gambar 15. Halaman Manajemen *User*.

Gambar 15 menampilkan halaman manajemen *user*. Halaman ini berisi data *user* yang telah terdaftar pada sistem. Atribut yang dapat dilihat pada data pengguna adalah nama, *username*, *email*, terakhir *login*, terakhir *logout* dan *banned until*. Admin dapat menambahkan pengukur dan auditor baru melalui tombol tambah di sebelah kanan atas *box*. Atribut *banned until* digunakan untuk mengatur akses pengguna ketika *login*. Pengguna tidak akan bisa *login* sampai waktu *server* sesuai melebihi waktu *banned until*. Admin dapat mengubah serta menetapkan waktu *banned* sesuai yang diinginkan. Namun admin tidak dapat melakukan *banned* untuk admin lainnya.

11. Antar Muka Halaman Manajemen Lokasi



Gambar 16. Halaman Manajemen Lokasi.

Pada Gambar 16 menampilkan halaman manajemen lokasi. Pada halaman manajemen lokasi, administrator dapat menambah, mengubah, serta menghapus data lokasi. Data lokasi meliputi provinsi, kabupaten, kecamatan dan desa. Data lokasi digunakan untuk menampilkan data lokasi yang akan digunakan oleh pengukur pada saat memasukkan data klaster plot. Jika admin ingin melihat data kabupaten, data kecamatan serta data desa, admin dapat menekan tombol dengan *icon* kaca pembesar pada kolom aksi.

12. Antar Muka Halaman Manajemen Hak Milik dan Fungsi

LOGO SIPUT	☰	○ Admin						
○ Admin	Home > Hak Milik dan Fungsi							
HALAMAN UTAMA	Data Hak Milik +							
MANAJEMEN USER	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Hak Milik</th> <th>Aksi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		No.	Hak Milik	Aksi			
No.	Hak Milik	Aksi						
MANAJEMEN LOKASI								
HAK MILIK DAN FUNGSI HUTAN								
DATA POHON	Data Fungsi +							
DATA FAUNA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Fungsi Hutan</th> <th>Aksi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		No.	Fungsi Hutan	Aksi			
No.	Fungsi Hutan	Aksi						
NILAI INDIKATOR ◀								
MANAJEMEN PEMBERITAHUAN								
MANAJEMEN BERKAS								
Copyright @ 2019 SIPUT. All rights reserved								

Gambar 17. Halaman Hak Milik dan Fungsi Hutan.

Pada Gambar 17 menampilkan halaman hak milik dan fungsi hutan. Pada halaman ini admin dapat menambah, mengubah, atau menghapus hak milik dan fungsi hutan. Hak milik merupakan status hutan dalam suatu klaster plot. Sedangkan fungsi merupakan peranan hutan dalam kehidupan sehari-hari. Hak milik dan fungsi hutan merupakan data yang dipakai oleh pengukur pada saat menambahkan data klaster plot baru. Data ini akan membantu dalam proses pengklasifikasian hutan (berdasarkan fungsi atau hak milik).

13. Antar Muka Halaman Data Pohon

No.	Nama Tanaman	Nama Latin	Aksi

Gambar 18. Halaman Data Pohon.

Pada Gambar 18 menampilkan halaman data pohon. Pada halaman ini, admin dapat melihat semua master data tanaman, mengubah, menghapus, serta menambah data tanaman baru. Atribut yang digunakan pada data pohon adalah nama tanaman serta nama latin tanaman. Data tanaman ini akan digunakan pada halaman data pengukuran. Untuk pengukuran produktivitas, vitalitas, dan biodiversitas, pengukur harus menambahkan data tanaman terlebih dahulu. Hal ini bertujuan agar antar pengukuran satu dengan yang lainnya saling terintegrasi. Selain itu dengan pengukuran yang saling terintegrasi, akan mempermudah proses perhitungan nilai kesehatan hutan.

14. Antar Muka Halaman Data Fauna

No.	Nama Fauna	Nama Latin	Aksi

Gambar 19. Halaman Data Fauna

Pada Gambar 19 menampilkan halaman data fauna. Sama halnya dengan data pohon, data fauna memiliki atribut nama fauna dan nama latin fauna. Data ini juga akan digunakan pada data pengukuran, hanya saja data fauna tidak terintegrasi dengan pengukuran lain. Data fauna hanya dipakai untuk melakukan pengukuran biodiversitas. Admin dapat menambahkan, mengubah, serta menghapus data fauna.

15. Antar Muka Halaman Nilai Indikator

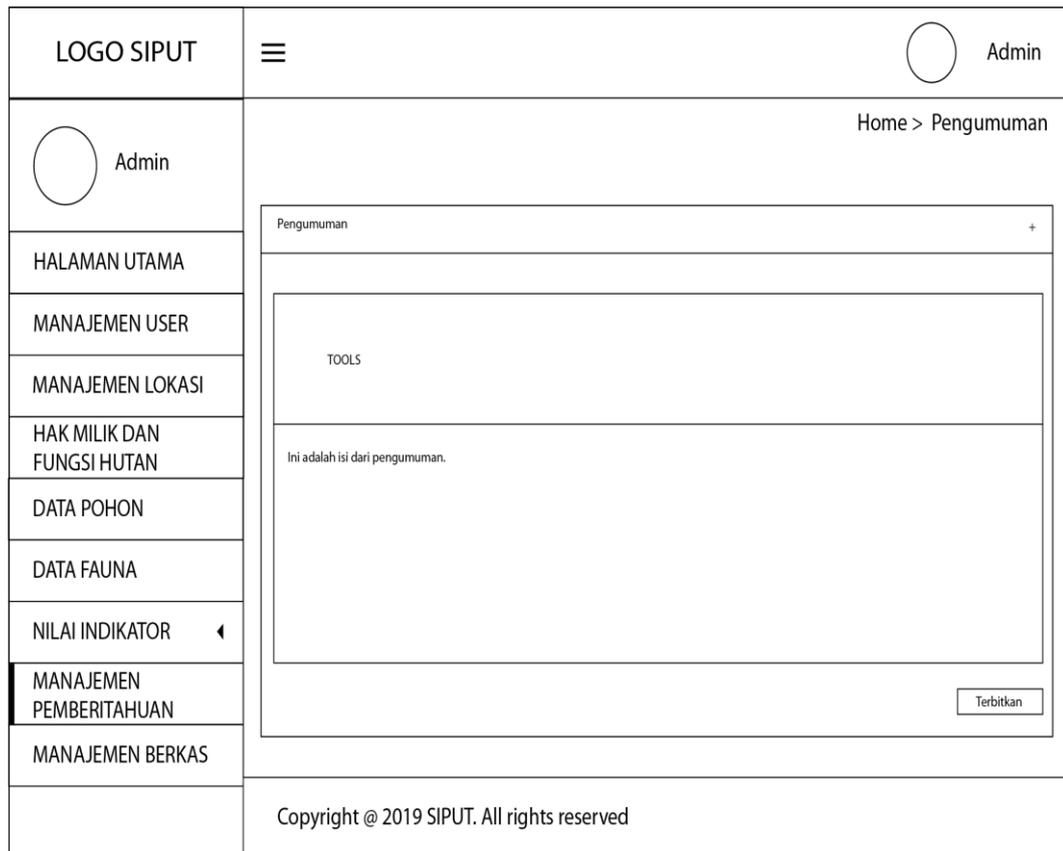
Pada Gambar 20, dapat dilihat bahwa nilai indikator memiliki tiga atribut, yaitu nama parameter, batas atas, dan batas bawah. Atribut ini dapat diubah jika sewaktu-waktu terdapat perubahan nilai yang lebih akurat terhadap perkembangan ilmu pengetahuan.

LOGO SIPUT	☰	○ Admin										
○ Admin	Home > Nilai Tajuk											
HALAMAN UTAMA	Data Batas Tajuk +											
MANAJEMEN USER	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Nama Parameter</th> <th>Batas Atas</th> <th>Batas Bawah</th> <th>Aksi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		No.	Nama Parameter	Batas Atas	Batas Bawah	Aksi					
No.	Nama Parameter	Batas Atas	Batas Bawah	Aksi								
MANAJEMEN LOKASI												
HAK MILIK DAN FUNGSI HUTAN												
DATA POHON												
DATA FAUNA												
NILAI INDIKATOR ▼												
Nilai Tajuk												
Nilai Lokasi Kerusakan												
Nilai Tipe Kerusakan	Copyright @ 2019 SIPUT. All rights reserved											

Gambar 20. Halaman Nilai Indikator.

16. Antar Muka Halaman Manajemen Pemberitahuan

Pada Gambar 21, dapat dilihat bahwa pada halaman ini terdapat teks area yang berisi *tools* untuk menulis pengumuman. *Tools* ini dapat digunakan untuk menambahkan foto, membuat tabel, mengubah *style*, ataupun *embed* video. Pengumuman yang telah diterbitkan akan dapat dilihat pada halaman utama pengukur dan auditor.



Gambar 21. Halaman Manajemen Pemberitahuan.

17. Antar Muka Manajemen Berkas

Pada Gambar 22, dapat dilihat bahwa terdapat informasi berkas, serta tombol untuk mengubah data. Jika tombol ditekan, maka admin dapat memilih berkas yang terdapat pada komputernya. Berkas yang dimasukkan dalam admin akan otomatis tampil pada halaman utama pengukur dan auditor.



Gambar 22. Manajemen Berkas.

18. Halaman Utama Auditor

LOGO SIPUT

Auditor

Home

Halaman Utama

Selamat Datang, Auditor.

Informasi mengenai SIPUT

LOGO

File-file yang diperlukan dalam SIPUT:

- Panduan SIPUT
- Panduan Import SIPUT
- Format Tally Sheet Pengukuran SIPUT
- Format Tally Sheet Import SIPUT

Lokasi Kluster Plot Penilaian dan atau Pemantauan Kesehatan Hutan

PETA INDONESIA

Copyright @ 2019 SIPUT. All rights reserved

Gambar 23. Halaman Utama Auditor.

Pada Gambar 23 menampilkan halaman utama auditor. Pada halaman ini menampilkan informasi mengenai SIPUT seperti panduan penggunaan, format *tally sheet* dan peta sebaran kluster plot yang telah dimasukkan oleh semua pengukur yang telah terverifikasi.

19. Halaman Data Kluster Plot Auditor

LOGO SIPUT

Auditor

Data Kluster > Data Kluster Plot

Data Kluster Plot Hutan Mangrove Lampung Timur

No.	Provinsi	Kabupaten	Kecamatan	Kluster Plot	Status Lahan	Tipe Hutan	Fungsi Hutan	Luas Hutan	Aksi
1	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL1	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	1,5 ha	<input type="text"/>
2	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL2	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	20 ha	<input type="text"/>
3	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL3	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	20 ha	<input type="text"/>
4	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL4	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	5 ha	<input type="text"/>
5	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL5	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	2 ha	<input type="text"/>
6	Lampung	Lampung Timur	Pasir Sakti	CL6	Hutan Negara	Hutan Mangrove	Lindung	5 ha	<input type="text"/>

Copyright @ 2019 SIPUT. All rights reserved

Gambar 24. Halaman Data Kluster Auditor.

Pada Gambar 24 menampilkan halaman data klaster auditor. Halaman ini dimiliki oleh pengukur dan auditor. Perbedaan mendasar dari halaman ini adalah pada halaman auditor, pengguna tidak dapat menambah atau menghapus data. Seorang auditor hanya dapat mengawasi data normal. Jika pengukur salah memasukkan, maka auditor dapat memperbaikinya.

20. Halaman Detail Klaster Plot Auditor

Pada Gambar 25 menampilkan halaman detail klaster auditor. Pada halaman ini auditor memiliki fungsi yang sama dengan seorang pengukur. Auditor dapat melihat ataupun mengubah koordinat titik pusat klaster.

The screenshot shows the Auditor interface for the 'Detail Klaster Plot' page. The breadcrumb trail is 'Data Klaster > Data Klaster Plot > Detail Klaster'. The page is divided into three main sections:

- Detail Klaster Plot:** A list of attributes for the cluster plot, including Kode Klaster, Tipe Hutan, Fungsi Hutan, Jenis Tanaman, Provinsi, Kabupaten, Kecamatan, Desa, Titik Koordinat, Lintang, Bujur, Altitude, Tahun Tanam, and Luas.
- Koordinat Titik Pusat Klaster Plot:** A table listing four plots with their respective coordinates and actions.
- Lokasi Klaster:** A map area showing the location of the cluster, currently displaying 'Lokasi Ke-empat Plot'.

At the bottom of the page, there is a copyright notice: 'Copyright @ 2019 SIPUT. All rights reserved'.

Nomor	Nama Plot	Koordinat	Aksi
1	Plot 1	05 12' 22"LS, 105 20' 11"B T	Ubah Lihat
2	Plot 2	05 12' 22"LS, 105 20' 11"B T	Ubah Lihat
3	Plot 3	05 12' 22"LS, 105 20' 11"B T	Ubah Lihat
4	Plot 4	05 12' 22"LS, 105 20' 11"B T	Ubah Lihat

Gambar 25. Halaman Detail Klaster Auditor.

3.6.3 Tahapan Coding

Tahapan ini digunakan untuk mengoptimalkan sistem. Dalam tahapan ini dilakukan pengkodean sistem dengan menggunakan *framework* Laravel dengan basis data

MySQL. Dalam tahapan ini terdapat proses *refactoring*, sehingga sistem terus diperbaiki jika terjadi kesalahan.

3.6.4 Tahapan *Testing*

Tahapan *testing* merupakan tahapan yang dilakukan untuk menguji sistem yang dikembangkan. Pada tahap ini terdapat dua pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian fungsional dan *user acceptance test*. Berikut ini adalah jenis pengujian yang dilakukan.

a. Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional yang dilakukan adalah menggunakan metode *black-box testing*, yaitu pengujian tanpa melihat kode program. Pengujian *black-box testing* dilakukan oleh pengguna untuk menguji fungsi-fungsi yang telah dibuat apakah sudah dapat berfungsi dengan baik. Rancangan pengujian fungsional sistem dengan hak akses pengukur dapat dilihat pada Tabel 53 dan untuk hak akses administrator dapat dilihat pada Tabel 54.

Tabel 53. Rancangan Pengujian *Black-box Testing* pada Pengukur

Kelas Uji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan
<i>Login</i>	Memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> sesuai dengan <i>database</i> .	Masuk ke dalam sistem.
	Memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> tidak sesuai dengan <i>database</i> .	Sistem menolak untuk masuk ke dalam sistem.
	Memasukkan <i>username</i> sesuai dengan <i>database</i> , <i>password</i> tidak sesuai dengan <i>database</i> .	Sistem menolak untuk masuk ke dalam sistem.
	Memasukkan <i>username</i> tidak sesuai dengan <i>database</i> , <i>password</i> sesuai dengan <i>database</i> .	Sistem menolak untuk masuk ke dalam sistem.
Tambah dan Edit Kategori	Nama pengukur dan kategori terdiri dari 2-50 karakter. Tahun	Sistem menyimpan data ke dalam <i>database</i> .

Tabel 53 (lanjutan)

Kelas Uji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan
	pengukuran terdiri dari angka berformat yyyy-mm-dd.	
	Memasukkan nama pengukur dan kategori kurang dari 2 karakter. Tahun pengukuran kosong.	Sistem tidak dapat menyimpan data ke dalam <i>database</i> .
	Memasukkan nama pengukur dan kategori lebih dari 50 karakter. Tahun pengukuran tidak sesuai format yyyy-mm-dd.	Sistem tidak dapat menyimpan data ke dalam <i>database</i> .
	Nama pengukur dan kategori terdapat angka.	Sistem tidak dapat menyimpan data ke dalam <i>database</i> .
Ubah Titik Koordinat	Memasukkan lintang dengan format xx° xx' xx.xx" dan bujur dengan format xxx° xx' xx.xx".	Sistem memperbarui data koordinat.
	Tidak memasukkan lintang dengan format xx° xx' xx.xx" dan bujur dengan format xxx° xx' xx.xx".	Sistem menolak memperbarui data.
	Tidak memasukkan bujur dan lintang.	Sistem mengembalikan nilai <i>default</i> koordinat.
Tambah Data Pohon	Memasukkan nama dan jumlah pohon yang terdiri dari angka <i>integer</i> antara 1-100.	Sistem menambahkan data pohon pada <i>database</i> .
	Memasukkan jumlah pohon kurang dari 1.	Sistem menolak untuk menyimpan data pohon.
	Memasukkan angka bukan <i>integer</i> .	Sistem menolak untuk menyimpan data pohon.
	Nama pohon tidak dipilih.	Sistem menolak untuk menyimpan data pohon.
Tambah Data Fauna	Memasukkan nama dan jumlah fauna yang terdiri dari angka <i>integer</i> .	Sistem menambahkan data fauna pada <i>database</i> .
	Memasukkan jumlah fauna kurang dari 1.	Sistem menolak untuk menyimpan data fauna.

Tabel 53 (lanjutan)

Kelas Uji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan
	Memasukkan jumlah dengan angka bukan <i>integer</i> .	Sistem menolak untuk menyimpan data fauna.
	Nama fauna tidak dipilih	Sistem menolak untuk menyimpan data fauna.

Tabel 54. Rancangan Pengujian *Black-box Testing* pada Administrator

Kelas Uji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan
Menambahkan <i>User</i> Baru	Memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> sesuai dengan format.	Menambahkan data pengguna baru ke dalam <i>database</i> .
	Memasukkan format <i>email</i> yang salah.	Menampilkan pesan untuk menggunakan format <i>email</i> yang benar.
	Memasukkan <i>username</i> atau <i>email</i> yang telah terdaftar.	Menampilkan pesan bahwa <i>username</i> atau <i>email</i> telah dipakai.
Mengubah nilai indikator	Memasukkan data indikator dengan angka.	Memperbarui nilai indikator.
	Tidak memasukkan data indikator dengan angka.	Sistem menolak memperbarui data.
	Membiarkan form data indikator kosong.	Sistem menolak memperbarui data.
Menambahkan data pohon	Memasukkan nama pohon dan nama latin pohon.	Sistem menyimpan data pohon baru ke dalam <i>database</i> .
	Membiarkan <i>form</i> data pohon kosong.	Sistem menolak menyimpan data ke dalam <i>database</i> .
Menambahkan data fauna	Memasukkan nama fauna dan nama latin fauna.	Sistem menyimpan data fauna baru ke dalam <i>database</i> .
	Membiarkan form data fauna kosong.	Menampilkan pesan untuk mengisi data pohon.

b. *User Acceptance Test*

User acceptance test atau uji penerimaan pengguna adalah suatu proses pengujian yang dilakukan oleh pengguna untuk menguji kesesuaian oleh pengguna. Pengujian

ini dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada pengguna. Berikut ini adalah rancangan *user acceptance test*.

Tabel 55. Rancangan *User Acceptance Test*

Kategori	Pertanyaan
Kehandandalan Sistem Informasi (<i>Reliability</i>)	Informasi yang disediakan dapat dipercaya. Sistem menyediakan fitur yang handal. Sistem menyediakan penanganan kesalahan yang handal. Sistem yang digunakan jarang terjadi <i>error</i> .
Wujud (<i>Tangible</i>)	Tampilan antar muka sistem menarik. Tampilan antar muka sistem mudah dipahami. Proses input data mudah dilakukan. Sistem mudah diimplementasikan.
Keamanan (<i>Assurance</i>)	Pengguna tidak dapat mengubah ataupun menghapus data yang telah dimasukkan pengguna lainnya. Pengguna harus <i>login</i> terlebih dahulu untuk mengakses sistem. Pengguna tidak dapat mengakses akun pengguna lainnya.
Kualitas Sistem	Sistem mudah diakses kapan saja. Respon sistem relatif cepat. Sistem dapat meningkatkan produktivitas kerja. Sistem dapat melakukan pencarian informasi dengan mudah.
Kualitas Informasi	Penilaian kesehatan hutan pada sistem menunjukkan hasil yang akurat. Informasi yang diberikan oleh sistem sesuai dengan kondisi sebenarnya. Sistem menyediakan informasi yang diperlukan. Terdapat panduan yang jelas dalam menggunakan sistem. Sistem menyediakan informasi yang lengkap dan rinci.

3.7 Penulisan Laporan

Penulisan laporan bertujuan untuk mendokumentasikan seluruh kegiatan pengembangan sistem dari awal sampai akhir. Pada penulisan laporan ini menunjukkan seluruh proses pengembangan sistem dari tahapan *planning*, *design*, *coding*, sampai tahap *testing*.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem Informasi Penilaian Kesehatan Hutan telah berhasil dioptimalkan.
2. Pengujian fungsional sistem yang dilakukan dengan menggunakan metode *Black Box Testing* dengan teknik *Equivalence Partitioning* telah berhasil diterapkan.
3. Pengujian *user acceptance test* sistem oleh mahasiswa Jurusan Kehutanan Universitas Lampung diperoleh nilai rata-rata 83,4% (Sangat Baik), dosen Jurusan Kehutanan Universitas Lampung diperoleh nilai rata-rata 86,3% (Sangat Baik), pegawai UPTD Tahura Lampung diperoleh nilai rata-rata 86,3% (Sangat Baik), pegawai BPDASHL Way Sekampung – Way Seputih Lampung diperoleh nilai rata-rata 80,9 % (Sangat Baik), pegawai UPTD KPHL Batutegi Provinsi Lampung diperoleh nilai rata-rata 86% (Sangat Baik), pegawai KPH IX Kotaagung Utara Provinsi Lampung diperoleh nilai rata-rata 75.8% (Baik), sehingga total nilai rata-rata responden 83.11% dengan kategori “Sangat Baik”.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan saran sebagai berikut :

1. Sistem dapat menambahkan indikator dan parameter baru.
2. Sistem dapat diintegrasikan dengan web kehutanan milik pemerintah untuk memperoleh data-data kehutanan.
3. Mempermudah pengguna dalam mengisi *form-form* pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulloh, R. 2017. *Membuat Aplikasi Point of Salde dengan Laravel dan AJAX*. PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Amnah. 2016. Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Penyebaran Lokasi Hutan Lindung Pada Provinsi Lampung. *Jurnal Tim Darmajaya*. 2:63-78.
- Arief, A. 2001. *Hutan & Kehutanan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Aristoteles, Safe'i, R., dan Muludi, K. 2017. *Sistem Informasi Penilaian Kesehatan Hutan*. Plantaxia, Yogyakarta.
- Awang, S.F. 2002. *Hutan Rakyat: sosial ekonomi dan pemasaran*. Fakultas Ekonomi UGM, Yogyakarta.
- Azdy, R. A., dan Rini, A. Penerapan Extreme Programming dalam Membangun Aplikasi Pengaduan Layanan Pelanggan (PaLaPa) pada Perguruan Tinggi. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 5:197-206.
- Chonoles, M., J. 2003. *UML 2 for dummies*. 909 *Third Avenue New York, NY* 10022: Wiley Publishing, Inc.
- Djaali, H., dan Muljono, P. 2000. *Pengukuran dalam Bidang Pendidikan*. Grasindo, Jakarta.
- ESA (Ecological Society of America). 1997. *Biodiversity. Publised by Ecological Society of America*, Washington D C, United State.
- Firdaus, S. M. 2017. *Status Kesehatan Hutan di Areal Bekas Tebangan PT Inhutani II Unit Manajemen Hutan Alam Malinau Kalimantan Utara*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2017. *Laporan Kinerja*. Biro Perencanaan Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta.
- Gintings, A.N., dan Nuhamara S.T. 2001. Soil indicator : Present status of site quality FHM technical report no. 8. Di dalam : *Forest health monitoring to*

monitor the sustainability of Indonesian tropical rain forest. . Vol I. Japan : ITTO dan Bogor : SEAMEO-BIOTROP.

- Hardjanto, dan Darusman, D. 2006. Tinjauan Ekonomi Hutan Rakyat. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Hasil Hutan. 2006: 4-13.
- Hardjowigeno, S. 1993. Klasifikasi tanah dan pedogenesis. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Jacob, A. 2001. Metode dan teknik pengambilan contoh tanah dan tanaman dalam mengevaluasi status kesuburan tanah. Makalah Falsafah Sains. Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Mahmud, M. A. 2015. *Gender dan Kehutanan Masyarakat*. Deepublish, Yogyakarta.
- Mangold, R. 1997. *Forest Health Monitoring: Field Methods Guide*. USDA Forest.
- Maryland Department of Natural Resources Forest Service. 1998. Measuring forest health. <http://www.dnr.state.md.us/forest/healthreport/measure.html>.
- Maryudi, A., dan Nawir, A.A. 2018. *Hutan Rakyat di Simpang Jalan*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Muin, A.V.F., Millang, S., dan Rijal, S. 2018. Potensi Biofisik Hutan Kemasyarakatan (HKm) Nanggala. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*. 10:145-153.
- Natanael, B., dan Mulyono. H. 2017. Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Penilaian Kinerja Karyawan pada PT. BPR Universal Sentosa. *Jurnal Manajemen Sistem Informasi*. 2:295-302.
- Nuhamara, S.T., dan Kasno. 2001. Present Status of Crown Indicators. *Di dalam: Forest Health Monitoring to Monitor The Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest*. Volume I. Japan: ITTO dan Bogor: SEAMEO-BIOTROP.
- Nuhamara, S.T., Kasno, dan Irawan, U.S. 2001. Assessment on Damage Indicators in Forest Health Monitoring to Monitor the Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest. *Di dalam: Forest Health Monitoring to Monitor The Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest*. Volume II. Japan: ITTO dan Bogor: SEAMEO-BIOTROP.
- Oktavianto, dan Muslihudin, M. 2016. *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Menggunakan Model Terstruktur dan UML*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Prastyaningsih, S. R. 2014. Pemantauan Kesehatan Hutan Kota Pekanbaru.

Jurnal Hutan Tropis. 2:220-225.

- Putra, E.I. 2004. Pengembangan Metode Penilaian Kesehatan Hutan Alam Produksi. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pratama, D. 2008. Sistem Informasi Penilaian Kesehatan Hutan Berbasis Web dengan Framework Laravel. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung.
- Riyanto, H.D. 2009. Penjarangan selektif dalam upaya peningkatan riap diameter hutan rakyat sengon. *Tekno Hutan Tanaman*. 2:115-120.
- Riyanto, H. D., dan Pamungkas, B. P. 2010. Model pertumbuhan tegakan hutan tanaman sengon untuk pengelolaan hutan. *Tekno Hutan Tanaman*. 3:113-120.
- Safe'i, R., Hardjanto, Supriyanto, dan Sundawati, L. 2015. Pengembangan Metode Penilaian Kesehatan Hutan Rakyat Sengon. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 12(3):175-187.
- Safe'i, R., dan Pratiwi, L. 2018. Penilaian Vitalitas Pohon Jati dengan Forest H Monitoring di KPH Balapulang. *Ecogreen*. 4:9-15.
- Safe'i, R. 2005. Penilaian Areal Hutan Bekas Terbakar Berdasarkan Metode Fire Severity dan Forest Health Monitoring. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Schell, G.P., dan McLeod, R. 2008. *Sistem Informasi Manajemen, Edisi 10*. Salemba Empat, Jakarta.
- Suhendang, E. 2002. *Pengantar Ilmu Kehutanan*. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Supriyanto, KW Stotle, Soektjo, dan Gintings, A. N. 2001. Plot establishment. FHM technical report no. 1. Di dalam : Forest health monitoring to monitor the susainbility of Indonesian tropical rain forest. Vol I. Japan : ITTO dan Bogor : SEAMEO-BIOTROP.
- Suryantara, I.G.N. 2017. *Merancang Aplikasi dengan Metodologi Extreme Programmings*. PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Umbara, Fajri, R., dan Feri, S. 2015. *Teknik Hebat Merancang Aplikasi Instan dan Berkualitas*. PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Wahyuningrum, T., dan Januarita, D. 2015. Implementasi dan Pengujian Web E-commerce untuk Produk Unggulan Desa. *Jurnal Komputer Terapan*. 1:57-66.

- Wahyuningsih, Paly, B.M., dan Astaty. 2016. Analisis Tingkat Kepuasan Konsumen Terhadap Produk dan Harga Kerupuk Dangka Merek Nursi di Kabupaten Enrekang (Studi Kasus di Desa Talaga). *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*. 3:102-121.
- Wanggai, F. 2009. *Manajemen Hutan Pengelolaan Sumberdaya Hutan Secara Berkelanjutan*. Grasindo, Papua.
- Wardani, S.K. 2013. Sistem Informasi Pengolahan Data Nilai Siswa Berbasis Web pada Sekolah Menengah Atas (SMA) Muhammadiyah Pacitan. *IJSN*. 2:30-37.
- Wasis, B. 2003. Kesuburan Tanah Lanjutan. (tidak dipublikasikan). Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Wicaksono, S.R. 2017. *Rekayasa Perangkat Lunak*. Prestasi Pustaka, Jakarta.
- Widyastuti, S.M. 2006. Forest Health Monitoring di Hutan Tanaman, Pengendalian hama dan penyakit pada hutan tanaman. *Diskusi sehari jaringan kerja litbang hutan tanaman* 23 Nop 2006. Jakarta.