

Rancang Bangun Sistem Informasi Kampus Hijau Berbasis Web Pada JSN (Jaringan Sensor Nirkabel)

Aulia Medisina Ramadhan¹⁾, Oky Dwi Nurhayati²⁾, Eko Didik Widiyanto²⁾
Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

Lingkungan merupakan masalah bersama yang membutuhkan sinergi semua lapisan masyarakat, termasuk civitas akademika. Oleh karena itu, kampus hijau turut andil dalam upaya pengelolaan lingkungan. Pemantauan lingkungan berbasis teknologi dapat membantu pemerhati lingkungan untuk memantau area kampus. Alat pemantauan lingkungan dapat berupa sensor pendeteksi konsentrasi gas CO, NO₂, kepadatan partikel debu, suhu, kelembaban udara dan intensitas cahaya. Agar data sensor dapat diketahui oleh seluruh pemerhati lingkungan yang berada di mana saja, maka dibutuhkan wadah yang mampu menyajikan data sensor secara realtime.

Sistem Informasi Kampus Hijau dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan MySQL sebagai penyimpanannya. Metode perangkat lunak yang digunakan adalah waterfall yang terdiri dari analisis kebutuhan, desain, pengkodean, pengujian dan pemeliharaan. Pengujian fungsional yang dilakukan menggunakan metode blackbox.

Hasil yang diharapkan dari Sistem Informasi Kampus Hijau ini adalah terciptanya sistem informasi yang dapat menyajikan data lingkungan yang dihasilkan oleh sensor pendeteksi secara realtime.

Kata kunci : Kampus Hijau, Teknologi dan Informasi

I. PENDAHULUAN

Saat ini, isu lingkungan cukup sering diperbincangkan. Semakin menipisnya lapisan ozon, akan membawa banyak dampak negatif terhadap lingkungan serta kurangnya informasi mengenai lingkungan yang informatif pada area kampus. Hal tersebut menggugah para pemangku kepentingan kampus untuk turut andil dalam memantau kondisi lingkungan area kampus dengan mengangkat kampus hijau. Salah satu kampus yang telah menerapkan *green campus* ialah Universitas Indonesia (UI) yang merupakan peringkat 33 pada *UI Green Metric World University Ranking*.^[1] Pada Universitas Indonesia, memiliki konsep untuk menangkal berkembangnya *global warming* ke dalam kampus berupa penyediaan jalur sepeda untuk membuat udara kampus lebih segar lewat pengurangan kendaraan bermotor di dalam kampus.^[2]

Pada kasus kampus hijau untuk menunjang pemantauan kondisi lingkungan yang dapat dilakukan setiap waktu, diperlukan peralatan untuk memantau beberapa area pada kampus dan mendata kondisi lingkungan kampus agar lingkungan kampus dapat terjaga karena kenyamanan lingkungan sangat penting, selain itu kenyamanan juga bisa mempengaruhi keadaan psikologis seseorang. Hal yang mempengaruhi kondisi kenyamanan sebuah lingkungan adalah udara. Oleh karena itu perlu adanya pengawasan dan penilaian mengenai keadaan ini agar tercapai lingkungan yang nyaman dan sehat, kondisi lingkungan yang perlu didata diantaranya adalah konsentrasi gas CO, NO₂,

kepadatan partikel debu, suhu, kelembaban udara dan intensitas cahaya pada beberapa titik yang terletak di area kampus dikarenakan kondisi lingkungan pada beberapa titik di area kampus tersebut berbeda. Pemantauan lingkungan kampus tersebut menggunakan beberapa sensor lingkungan yang berkaitan serta sebuah *server* pengelola data untuk menyajikan dan mengolah data yang akan terhubung menggunakan teknologi nirkabel.

Alat pemantauan pencemaran udara telah ada sebelumnya yang salah satunya terpasang di kota Surabaya, alat ini hanya berupa *display* dengan menggunakan layar LCD dan belum memiliki sistem informasi yang dapat diakses melalui *web*. Surabaya memiliki 2 buah alat pemantauan pencemaran udara yang mendeteksi PM, SO₂, CO, O₂ dan NO₂.^[3]

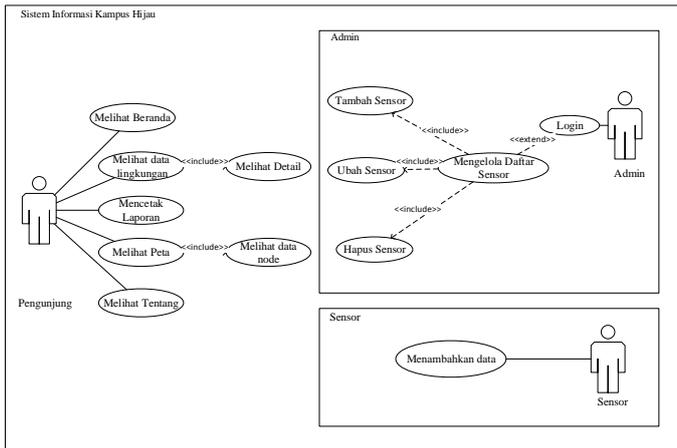
II. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian pada sistem informasi ini menggunakan model *waterfall* yang pengerjaan dari suatu sistem dilakukan secara berurutan atau secara linear yang memiliki enam tahap yang berbeda yaitu:^[6] Analisa kebutuhan, Sistem dapat menampilkan data lingkungan secara realtime berupa karbon monoksida, nitrogen dioksida, partikel debu, suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya dan kelembaban tanah. sistem juga memiliki fasilitas *login* untuk admin yang digunakan untuk mengelola daftar sensor. Desain pada sistem ini menggambarkan *interface* sistem dan alur kerja sistem dengan *use case* diagram, *activity* diagram, *sequence* diagram dan *entity relationship* diagram. Implementasi sistem ini menggunakan *framework codeigniter* dengan bahasa pemrograman PHP dan MySQL versi 5.5.25. Pengujian sistem ini menggunakan pengujian *blackbox* untuk menguji semua fungsi pada sistem. Pemeliharaan, Perangkat lunak yang sudah disampaikan kepada pelanggan pasti akan mengalami perubahan karena perangkat lunak harus menyesuaikan dengan lingkungan baru

III. PERANCANGAN SISTEM

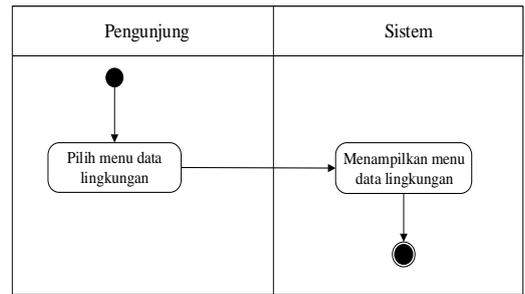
Perancangan sistem menggunakan beberapa diagram untuk menggambarkan alur kerja sistem serta interaksi sistem dengan pengguna.

Use case mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem informasi yang akan dibuat.^[4] *Use case diagram* pada sistem ini memiliki 3 aktor yaitu pengunjung, admin dan sensor seperti pada Gambar 1 berikut ini.

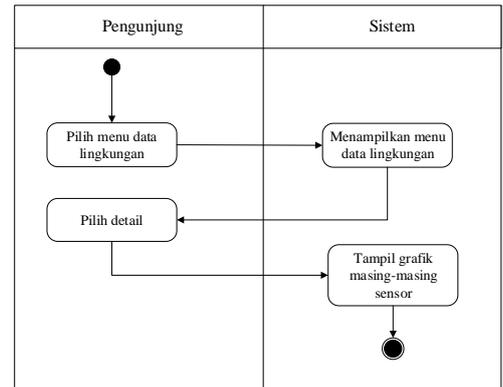


Gambar 1. Use Case Diagram

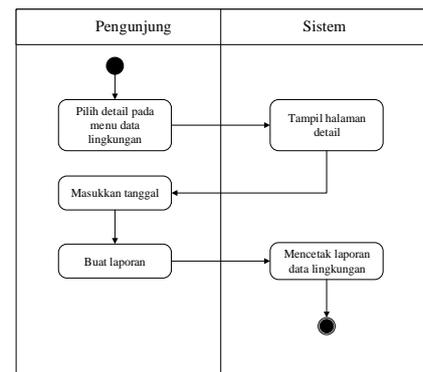
Activity diagram digunakan untuk menggambarkan aktivitas dari sebuah sistem yang ada pada perangkat lunak.^[4] Gambar 2 merupakan activity diagram beranda. Gambar 3 merupakan activity diagram login. Gambar 4 merupakan activity diagram data lingkungan. Gambar 5 merupakan activity diagram detail sensor. Gambar 6 merupakan activity diagram buat laporan. Gambar 7 merupakan activity diagram lihat peta. Gambar 8 merupakan activity diagram lihat node peta. Gambar 9 merupakan activity diagram daftar sensor. Gambar 10 merupakan activity diagram hapus daftar sensor. Gambar 11 merupakan activity diagram ubah data. Gambar 12 merupakan activity diagram tambah sensor. Gambar 13 merupakan activity diagram tambah data. Gambar 14 merupakan activity diagram tentang.



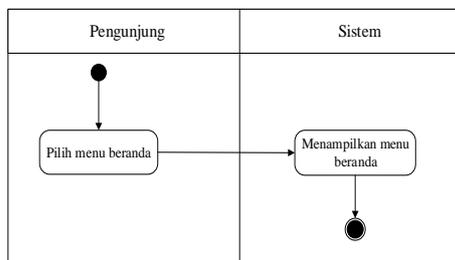
Gambar 4. Activity diagram data lingkungan



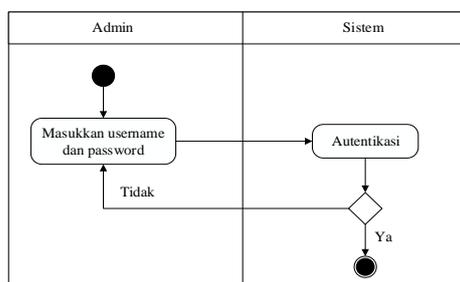
Gambar 5. Activity diagram detail sensor



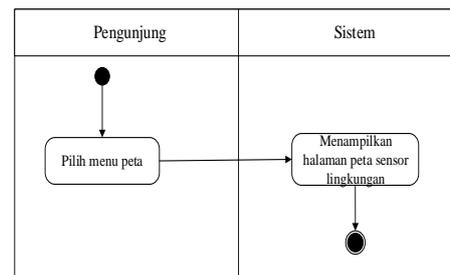
Gambar 6. Activity diagram buat laporan



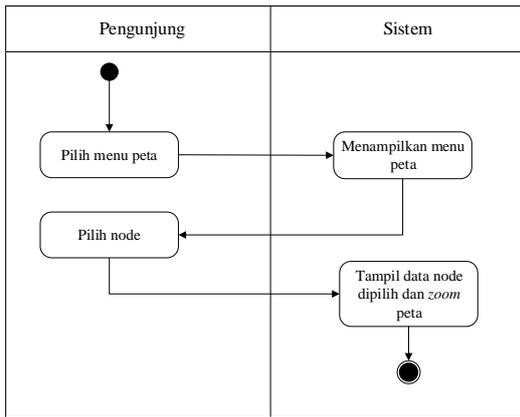
Gambar 2. Activity diagram beranda



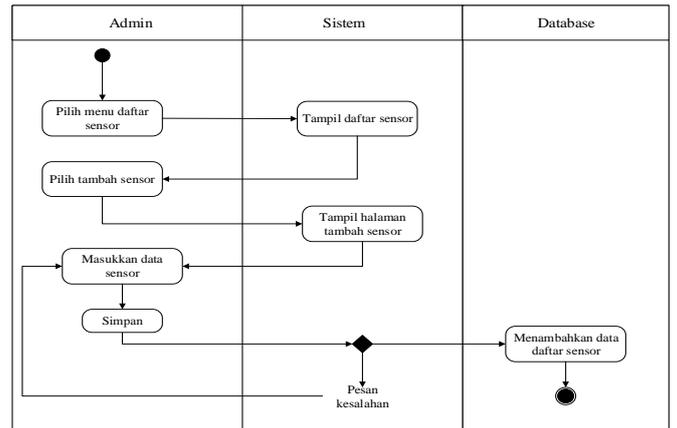
Gambar 3. Activity diagram login



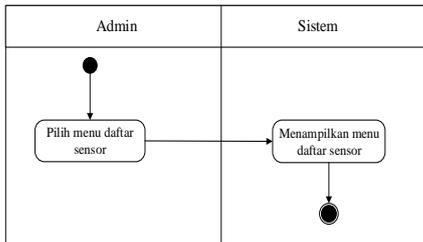
Gambar 7. Activity diagram lihat peta



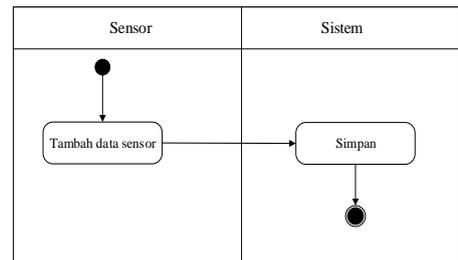
Gambar 8. Activity diagram lihat node peta



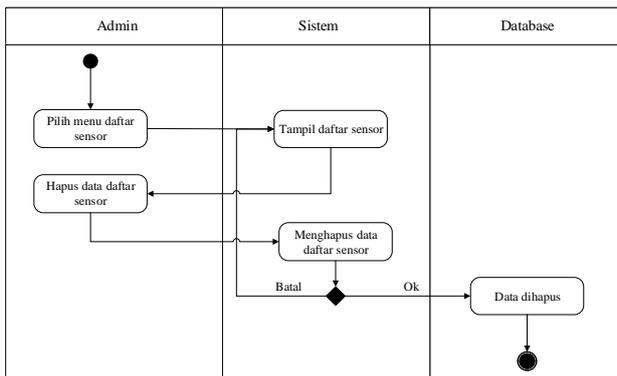
Gambar 12. Activity diagram tambah sensor



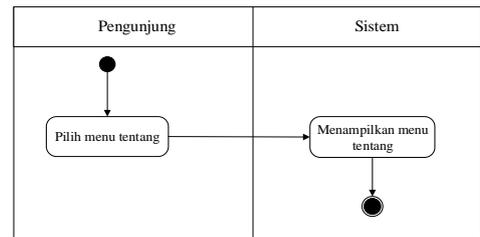
Gambar 9. Activity diagram daftar sensor



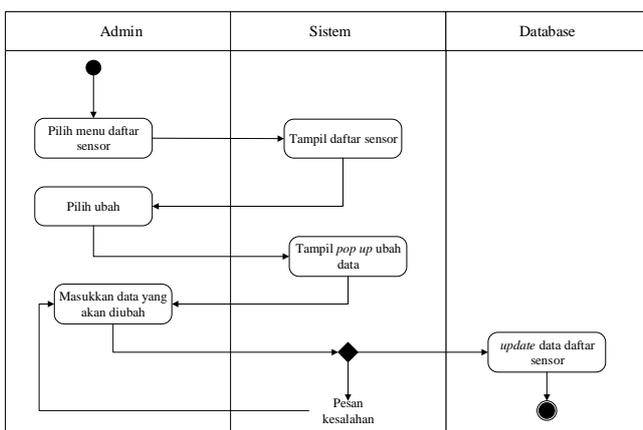
Gambar 13. Activity diagram tambah data



Gambar 10. Activity diagram hapus daftar sensor

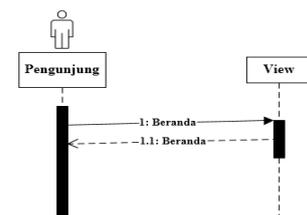


Gambar 14. Activity diagram tentang

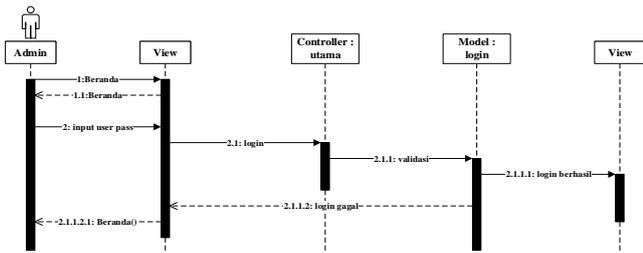


Gambar 11. Activity diagram ubah data

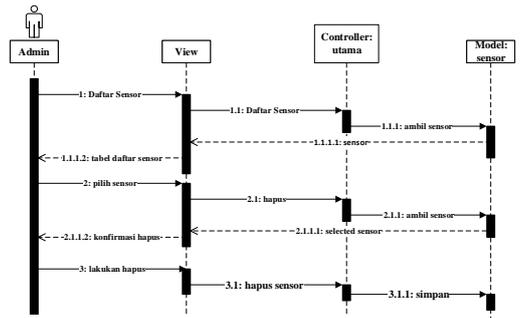
Sequence diagram merupakan gambaran tahapan yang dilakukan untuk menghasilkan sesuatu sesuai dengan *use case*.^[5] Gambar 15 merupakan *sequence diagram* beranda. Gambar 16 merupakan *sequence diagram* login. Gambar 17 adalah *Sequence diagram* data lingkungan. Gambar 18 adalah *Sequence diagram* detail sensor. Gambar 19 adalah *Sequence diagram* buat laporan. Gambar 20 adalah *Sequence diagram* daftar sensor. Gambar 21 merupakan *sequence diagram* hapus daftar sensor. Gambar 22 merupakan *sequence diagram* ubah daftar sensor. Gambar 23 merupakan *sequence diagram* tambah sensor. Gambar 24 merupakan *sequence diagram* lihat peta. Gambar 25 merupakan *sequence diagram* halaman peta. Gambar 26 merupakan *sequence diagram* tambah data.



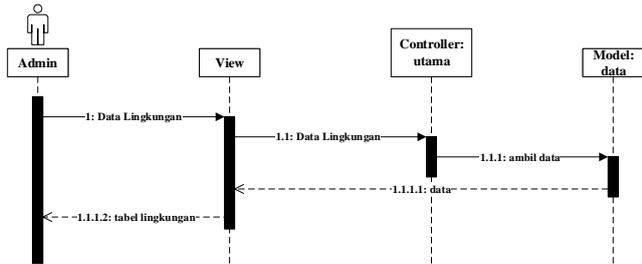
Gambar 15. Sequence diagram beranda



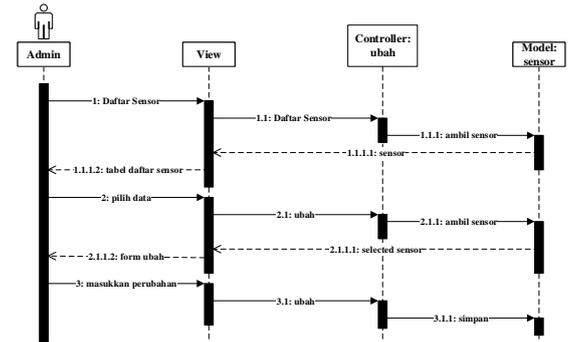
Gambar 16. Sequence diagram login



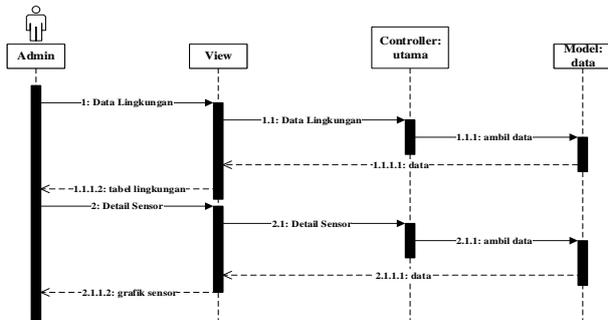
Gambar 21. Sequence diagram hapus daftar sensor



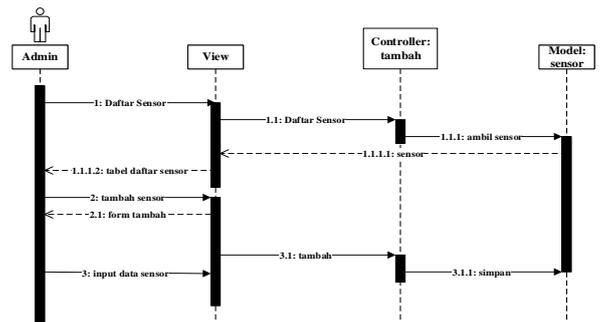
Gambar 17. Sequence diagram data lingkungan



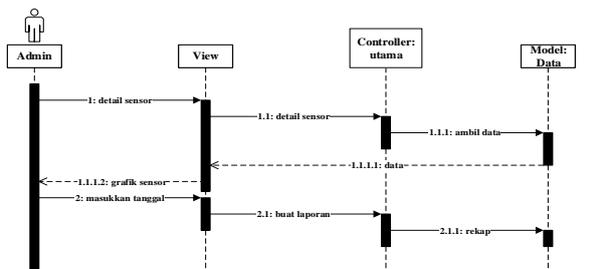
Gambar 22. Sequence diagram ubah daftar sensor



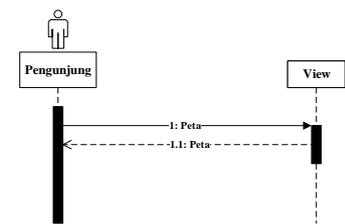
Gambar 18. Sequence diagram detail sensor



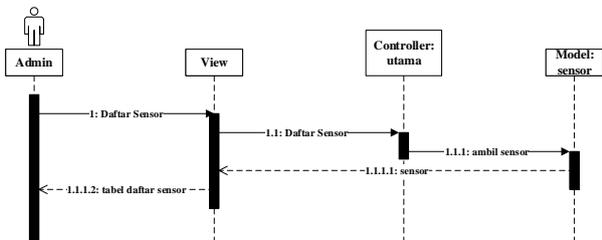
Gambar 23. Sequence diagram tambah sensor



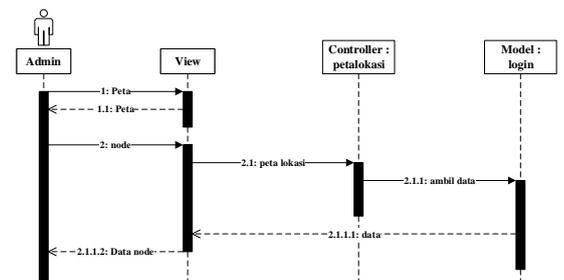
Gambar 19. Sequence diagram buat laporan



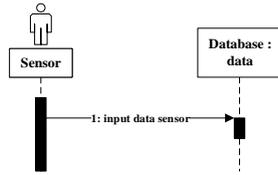
Gambar 24. Sequence diagram lihat peta



Gambar 20. Sequence diagram daftar sensor

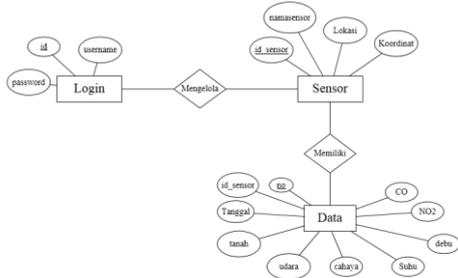


Gambar 25. Sequence diagram halaman peta



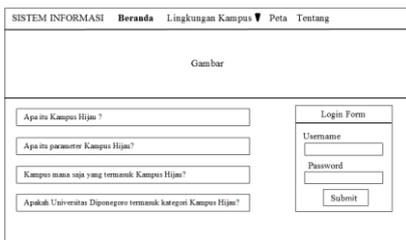
Gambar 26. Sequence diagram tambah data

Perancangan basis data pada sistem ini menggunakan *Entity Relationship Diagram (ERD)*. Gambar 27 merupakan ERD pada perancangan sistem ini.

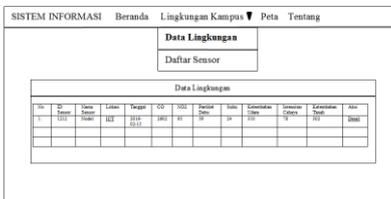


Gambar 27. Entity Relationship Diagram

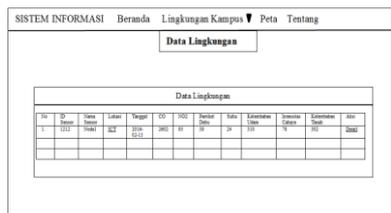
Perancangan antarmuka atau tampilan sangat diperlukan untuk memberikan suatu gambaran serta penjelasan dari setiap proses. Gambar 28 merupakan halaman utama aplikasi. Gambar 29 merupakan tampilan data lingkungan admin. Gambar 30 merupakan tampilan data lingkungan admin. Gambar 31 merupakan tampilan grafik setiap parameter. Gambar 32 merupakan halaman daftar sensor. Gambar 33 merupakan halaman laporan excel. Gambar 34 menunjukkan tampilan *pop up* ubah sensor. Gambar 35 menunjukkan tampilan tambah data sensor. Gambar 36 merupakan tampilan peta sensor lingkungan. Gambar 37 merupakan tampilan halaman tentang.



Gambar 28. Halaman beranda



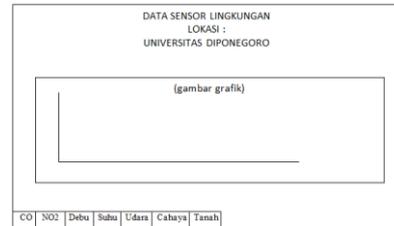
Gambar 29. Halaman data lingkungan admin



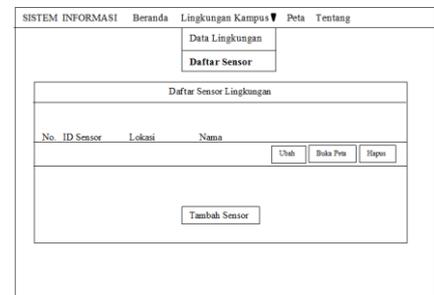
Gambar 30. Halaman data lingkungan pengunjung



Gambar 31. Halaman detail sensor lingkungan



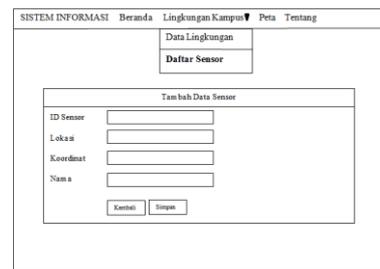
Gambar 32. Halaman laporan



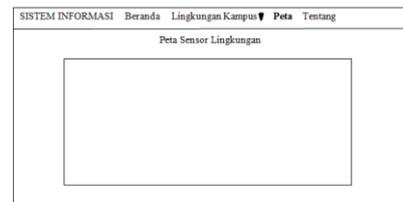
Gambar 33. Halaman daftar sensor untuk admin



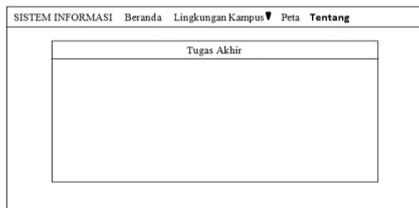
Gambar 34. Halaman ubah daftar sensor



Gambar 35. Halaman tambah data sensor



Gambar 36. Halaman peta



Gambar 37. Halaman Tentang

IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Implementasi program merupakan tahapan mengimplementasikan perancangan yang telah dibuat ke dalam kode pemrograman. Berikut merupakan *view* halaman beranda pada Gambar 38. Gambar 39 merupakan *view* halaman data lingkungan. Gambar 40 merupakan *view* halaman detail sensor. Berikut merupakan *view* halaman laporan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 41. Gambar 42 merupakan *view* halaman daftar sensor. Gambar 43 merupakan *view* halaman tambah sensor. Gambar 44 merupakan *view* halaman ubah data. Gambar 45 merupakan *view* halaman peta. Gambar 46 merupakan *view* halaman tentang.



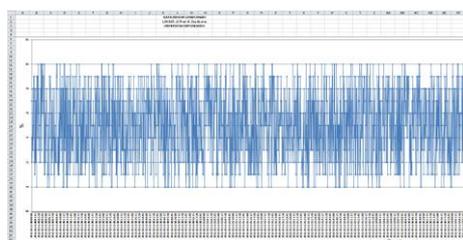
Gambar 38. Halaman Beranda

No	ID Sensor	Nama Sensor	Lokasi	Tanggal	CO2 (ppm)	NH3 (ppm)	Partikulat (µg/m³)	Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	Intensitas Cahaya (Lux)	Kelembaban Tanah (%)
1	1	Node 1	Jl. Prof. H. Saadharto	2016-03-18 07:52:00	3802	2040	124	81	23	252	71
2	2	Node 2	Widada Purana	2016-03-18 07:52:00	3778	3022	146	76	27	336	74
3	3	Node 3	Stasiun Universitas Diponegoro	2016-03-18 07:52:00	3483	3285	149	41	21	352	72

Gambar 39. Halaman Data lingkungan



Gambar 40. Halaman Detail Sensor



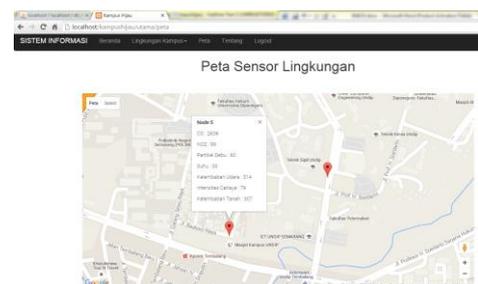
Gambar 41. Halaman Laporan

No	ID Sensor	Lokasi	Nama	Node
1	1212	ICT	Node 5	Node 5
2	3434	Teknik Sipil Lemp	Node 2	Node 2

Gambar 42. Halaman Daftar Sensor

Gambar 43. Halaman Tambah Sensor

Gambar 44. Halaman Ubah Data

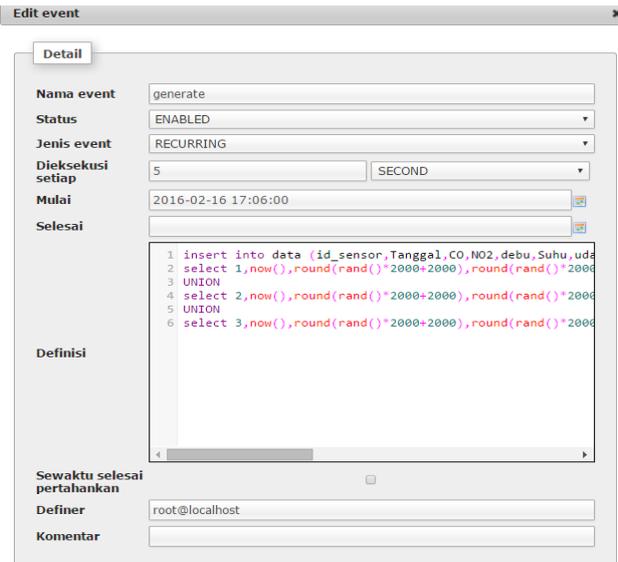


Gambar 45. Halaman peta



Gambar 46. Halaman tentang

Pengujian digunakan untuk menguji beberapa fungsi yang ada pada sistem informasi. metode pengujian yang digunakan yaitu *black box* dengan bantuan *event* pada MySQL seperti pada Gambar 47 untuk memasukkan data setiap 5 detik. Tabel 1 merupakan pengujian halaman *login*. Tabel 2 merupakan pengujian halaman data lingkungan. Tabel 3 merupakan pengujian halaman tambah sensor. Tabel 4 merupakan pengujian halaman ubah sensor. Tabel 5 merupakan pengujian halaman detail sensor. Tabel 6 merupakan pengujian buat laporan. Tabel 7 merupakan pengujian halaman daftar sensor. Tabel 8 merupakan pengujian pada halaman peta. Tabel 9 merupakan pengujian halaman tentang.



Gambar 47. Event pengujian

Tabel 1. Pengujian halaman login

Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Pengujian fungsi login.	Memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> yang benar	Muncul halaman beranda dan menu daftar sensor yang hanya dapat diakses oleh Admin yang melakukan login.	Berhasil
	Memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> yang benar	Tampil notifikasi “Anda berhasil login, Selamat Datang!”	Berhasil
	Memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> yang salah	Tampil pemberitahuan “Peringatan! <i>username</i> atau <i>password</i> tidak cocok”	Berhasil
	Tidak Memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i>	Tampil pemberitahuan “Peringatan! <i>username</i> atau <i>password</i> tidak boleh kosong”	Berhasil

Tabel 2. Pengujian halaman data lingkungan

Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Pengujian tampilan data lingkungan secara <i>realtime</i> dengan <i>input</i> dari <i>generator</i>	Mengaktifkan <i>generator</i> pada <i>database</i> kemudian pilih menu data lingkungan untuk melihat data masuk dari <i>generator</i>	Data berubah secara otomatis berdasarkan data yang masuk tanpa harus melakukan <i>refresh</i>	Berhasil
Pengujian <i>link</i> detail sensor	Pilih detail pada kolom aksi di halaman data lingkungan	Menampilkan halaman detail sensor yang berupa grafik setiap parameter	Berhasil
Pengujian <i>link</i> lokasi	Pilih nama lokasi pada kolom lokasi di halaman data lingkungan	Menampilkan lokasi dengan <i>node</i> pada halaman peta	Berhasil
Pengujian <i>timeout</i>	Data yang dimasukkan sama selama 30 menit yang berjumlah 360 baris.	Sensor akan dideteksi tidak aktif dan akan Tampil tulisan “Tidak Aktif”	Berhasil

		pada tabel sensor yang tidak aktif tersebut	
--	--	---	--

Tabel 3. Pengujian tambah sensor

Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Pengujian tampilan tambah sensor	Memilih tambah sensor pada halaman daftar sensor.	Menampilkan <i>form</i> tambah sensor	Berhasil
Pengujian tambah data	Memasukkan data sensor dengan benar secara keseluruhan ke dalam <i>form</i> tambah sensor dan tekan tombol simpan	Data akan tersimpan dan masuk ke dalam basis data.	Berhasil
Pengujian <i>alert</i> peringatan pada <i>form</i>	Tidak memasukkan data pada <i>form</i> lalu klik simpan.	Tampil <i>alert</i> data kosong dan harus diisi	Berhasil

Tabel 4. Pengujian halaman ubah sensor

Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Pengujian tampilan ubah sensor	Memilih ubah sensor pada halaman daftar sensor.	Menampilkan <i>pop up</i> ubah sensor	Berhasil
Pengujian menambahkan data	Memasukkan data sensor dengan benar secara keseluruhan ke dalam <i>form</i> tambah sensor dan tekan tombol simpan	Data akan tersimpan dan masuk ke dalam basis data.	Berhasil
Pengujian menyimpan data yang kosong	Mengubah dengan menghapus salah satu data pada <i>form</i> ubah dan simpan	Tampil pemberitahuan data tidak boleh kosong.	Berhasil

Tabel 5. Pengujian halaman detail sensor

Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Pengujian tampilan grafik CO	Mengaktifkan <i>generator</i> pada <i>database</i> , kemudian memilih CO pada halaman detail sensor	Menampilkan grafik CO yang akan otomatis <i>refresh</i> setiap 5 detik	Berhasil
Pengujian tampilan grafik NO ₂	Mengaktifkan <i>generator</i> pada <i>database</i> , kemudian memilih NO ₂ pada halaman detail sensor	Menampilkan grafik NO ₂ yang akan otomatis <i>refresh</i> setiap 5 detik	Berhasil
Pengujian tampilan grafik Partikel Debu	Mengaktifkan <i>generator</i> pada <i>database</i> , kemudian memilih Partikel Debu pada halaman detail sensor	Menampilkan grafik Partikel Debu yang akan otomatis <i>refresh</i> setiap 5 detik	Berhasil
Pengujian tampilan grafik Suhu	Mengaktifkan <i>generator</i> pada <i>database</i> , kemudian memilih Suhu pada halaman detail sensor	Menampilkan grafik Suhu yang akan otomatis <i>refresh</i> setiap 5 detik	Berhasil
Pengujian tampilan grafik Kelembaban Udara	Mengaktifkan <i>generator</i> pada <i>database</i> , kemudian memilih Kelembaban Udara pada halaman detail sensor	Menampilkan grafik Kelembaban Udara yang akan otomatis <i>refresh</i> setiap 5 detik	Berhasil

Pengujian tampilan grafik Intensitas Cahaya	Mengaktifkan <i>generator</i> pada <i>database</i> , kemudian memilih Intensitas Cahaya pada halaman detail sensor	Menampilkan grafik Intensitas Cahaya yang akan otomatis <i>refresh</i> setiap 5 detik	Berhasil
Pengujian tampilan grafik Kelembaban Tanah	Mengaktifkan <i>generator</i> pada <i>database</i> , kemudian memilih Kelembaban Tanah pada halaman detail sensor	Menampilkan grafik Kelembaban Tanah yang akan otomatis <i>refresh</i> setiap 5 detik	Berhasil
Pengujian tampilan grafik berdasarkan waktu 1 jam, 1 hari dan 1 minggu	Memilih waktu untuk menampilkan grafik yang berada pada halaman detail sensor.	Menampilkan grafik berdasarkan waktu.	Berhasil

Tabel 6. Pengujian buat laporan

Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Pengujian mencetak laporan sesuai tanggal	Mengisi tanggal yang diinginkan untuk mencetak laporan lalu klik tombol buat laporan	Laporan terunduh dan hasil laporan berupa grafik sesuai tanggal, yang dicetak pada <i>Microsoft Excel</i> .	Berhasil
Pengujian mencetak laporan yang tidak ada pada <i>database</i>	Mengisi tanggal yang tidak terdapat datanya pada <i>database</i>	Laporan tidak tercetak, halaman melakukan <i>refresh</i> untuk memasukkan tanggal.	Berhasil

Tabel 7. Pengujian halaman daftar sensor

Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Pengujian tampilan daftar sensor	Memilih menu daftar sensor pada <i>menubar</i>	Menampilkan tampilan daftar sensor yang berada pada basis data <i>sensor</i>	Berhasil
Pengujian tombol tambah sensor	Menekan tombol Tambah Sensor	Menampilkan <i>form</i> tambah data sensor	Berhasil
Pengujian tombol ubah	Menekan tombol Ubah	Menampilkan <i>pop up</i> ubah data sensor	Berhasil
Pengujian tombol buka peta	Menekan tombol Buka Peta	Menampilkan halaman peta	Berhasil
Pengujian tombol hapus	Menekan tombol Hapus	Menampilkan <i>alert</i> hapus, jika klik OK maka data akan terhapus dari basis data	Berhasil

Tabel 8. Pengujian halaman peta

Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Pengujian menu peta	Memilih menu Peta pada <i>menubar</i>	Menampilkan halaman peta	Berhasil
Pengujian <i>node</i> pada peta	Menekan <i>node</i> yang berada pada peta	Menampilkan data secara <i>realtime</i> tanpa melakukan <i>refresh</i> halaman pada <i>node</i> yang ditekan dan peta otomatis diperbesar	Berhasil

Tabel 9. Pengujian halaman tentang

Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Pengujian menu tentang	Memilih menu Tentang pada <i>menubar</i>	Menampilkan halaman tentang	Berhasil

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis Sistem Informasi Kampus Hijau Berbasis Web dapat disimpulkan beberapa hal yaitu, Sistem Informasi Kampus Hijau telah berhasil menampilkan data sensor dari beberapa *node* sensor secara *realtime*. Sistem Informasi Kampus Hijau telah berhasil menampilkan data sensor berdasarkan waktu dalam bentuk grafik secara *realtime*. Sistem Informasi Kampus Hijau telah berhasil menampilkan peta lokasi dengan data pada setiap *node* secara *realtime*. Data di Sistem Informasi Kampus Hijau telah berhasil dicetak pada *Microsoft Excel*. Sistem Informasi Kampus Hijau dapat mengelola daftar sensor yang terhubung. Berdasarkan hasil pengujian Sistem Informasi Kampus Hijau dengan menggunakan *blackbox*, seluruh fungsi menu yang ada dalam sistem telah berhasil dan berjalan sesuai dengan fungsinya masing-masing.

B. Saran

Berdasarkan pengujian terhadap sistem informasi kampus hijau yang telah dibuat, dapat diberikan beberapa saran yaitu, Perlu dilakukan penambahan *backup server* agar data dapat dicadangkan untuk menanggulangi jika terjadi kehilangan maupun kerusakan data untuk mendukung keterjaminan data pada sistem informasi. Perlu dilakukan pengembangan sistem lebih lanjut agar tidak hanya dapat menampilkan data sensor lingkungan tetapi juga menampilkan halaman berita yang terkait dengan kampus hijau di Universitas Diponegoro. Perlu dilakukan pengembangan grafik pada sistem, agar grafik tidak diperbarui saat kondisi sensor dideteksi tidak aktif. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengambangkan buat laporan pada sistem agar dapat mencetak data lebih dari 1 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Universitas Indonesia, "Overall Ranking 2015". <http://greenmetric.ui.ac.id/overall-ranking-2015/>. Diakses pada tanggal 14 Februari 2016.
- [2] Universitas Indonesia, "Sepeda Kuning". <http://www.ui.ac.id/layanan/sepeda-kuning.html>. Diakses pada tanggal 14 Februari 2016.
- [3] Jawa Pos. 6 September, 2015. *Pemantau Kualitas Udara Cuma Dua*, halaman 30.
- [4] A.S Rosa dan Salahuddin M, 2011. *Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur dan Berorientasi Objek)*, Modula, Bandung.
- [5] Fadilah Wati, Siska, *Sistem Informasi Penjualan Dan Pemesanan Layanan Berbasis Web Dan Sms Gateway Di Pet Shop "Petzone"*, Skripsi S-1 Universitas Diponegoro, Semarang, 2013.
- [6] Hidayatullah, M. Nur. *Penerapan Metodologi Waterfall dalam Pengembangan Sistem Informasi Akademik Universitas Negeri Surabaya*. <http://jenengku-dayat.mhs.narotama.ac.id/files/2013/10/makalah-analisis-SSI.pdf>. Diakses pada tanggal 21 Februari 2016.