Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Permukaan Air Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA328P Berbasis *Web Service*

Rausan Fikri¹⁾, Boni P. Lapanoro^{1*)} dan Muh Ishak Jumarang¹⁾

¹⁾ Program Studi Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura Pontianak, Indonesia

*Email : boni8poro@physics.untan.ac.id.

Abstrak

Telah dilakukan pembuatan alat sistem *monitoring* ketinggian permukaan air dengan menggunakan mikrokontroler ATmega328P berbasis *web service*. Sistem perangkat secara garis besar terdiri atas mikrokontroler ATmega328P, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor suhu dan kelembaban DHT-11, modul *bluetooth* HC-05 dan modul *ethernet* ENC28J60. Sistem juga dilengkapi dengan panel surya dan baterai berkapasitas 35Ah sebagai sumber energi listrik. Setelah dilakukan pengujian, alat ini memiliki keakuratan rata-rata sebesar 96,48% dalam menentukan ketinggian permukaan air. Hasil dari pengukuran dapat diakses secara *online* dan *realtime* pada sebuah halaman *web* yang ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel. Ketinggian maksimum yang dapat diukur alat ini sebesar 2,5 m dengan rentang waktu pengukuran setiap 10 menit. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur ketinggian permukaan air.

Kata Kunci : ATmega328P, *web service*, HC-SR04, modul *ethernet* ENC28J60.

1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin maju membuat konsep IoT (*Internet of Thing*) tidak hanya menjadi impian belaka. Konsep IoT memungkinkan kita untuk menghubungkan sebuah perangkat dengan perangkat lain melalui konektivitas internet untuk pertukaran data, *remote control* dan sebagainya.

Salah satu aplikasi yang dapat kita terapkan dengan menggunakan konsep IoT yaitu alat ukur ketinggian permukaan air yang berbasis *web service*. Pembuatan alat ukur ketinggian permukaan air perlu dilakukan mengingat kondisi wilayah Indonesia sebagian besar adalah wilayah perairan.

Penelitian yang berkaitan dengan pembuatan alat ukur ketinggian permukaan air sudah banyak dilakukan, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Azhari (2014) tentang pembuatan prototipe alat ukur ketinggian air laut dengan menggunakan sensor inframerah. Dalam penelitiannya hasil pengukuran dari alat belum bisa dipantau secara *realtime* sehingga data hasil pengukuran yang tersimpan dalam kartu memori harus dipindahkan terlebih dahulu ke sebuah komputer. Penelitian lain tentang pengukuran ketinggian permukaan air yaitu tentang pemantauan ketinggian air berbasis *web* dan notifikasi sms (Candra, dkk., 2014). Pada penelitiannya masih dilakukan pada tahap skala laboratorium sehingga alat yang dibuat tidak dapat diaplikasikan secara langsung untuk penentuan pasang surut air laut maupun air sungai. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam merancang dan

membuat alat pengukuran ketinggian permukaan air yang berbasis *web service* sehingga pengontrolan dapat dilakukan secara *realtime* dan *online* melalui sebuah halaman *web*. Selain itu perlu juga membuat sebuah alat yang dapat diaplikasikan langsung untuk memantau pasang surut air sungai atau air laut.

Melihat kondisi yang ada maka dilakukan penelitian tentang sistem pengukuran ketinggian permukaan air yang berbasis *web service* dan dapat diterapkan langsung untuk keperluan pemantauan pasang surut air sungai atau pasang surut air laut. Sistem yang dibuat menggunakan mikrokontroler ATmega328P sebagai pengolah data dan sensor ultrasonik sebagai sensor ketinggiannya serta dilengkapi dengan panel surya dan baterai sebagai sumber energi listriknya. Sistem juga memiliki sensor DHT-11 sebagai fasilitas informasi suhu dan kelembaban di lingkungan sekitar

2. Metodologi

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisika Lanjut FMIPA UNTAN Kalimantan Barat pada bulan November 2014 hingga Februari 2015. Pengambilan data ketinggian permukaan air dilakukan di tepian sungai Kapuas.

2.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan dan pembuatan alat sistem monitoring ketinggian permukaan air dibuat dalam bentuk diagram blok fungsional. Adapun diagram blok fungsional dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Diagram blok fungsional alat monitoring ketinggian permukaan air

Pada Gambar 1 terdapat 9 bagian sistem yang memiliki peranan serta fungsi yang berbeda-beda agar sistem dapat bekerja dengan baik. Berikut merupakan penjelasan masing-masing bagian tersebut:

- Sel surya berfungsi sebagai konversi energi matahari menjadi listrik.
- Charger Control berfungsi mengontrol pengisian energi listrik dari sel surya ke baterai.
- Baterai berfungsi sebagai penyimpan energi listrik.
- Koneksi internet berfungsi sebagai transfer data dari sistem ke *database* melalui jalur internet.
- Ethernet Module berfungsi menghubungkan arduino ke jaringan internet.
- ATmega328P berfungsi sebagai pengontrol dan pemroses data.
- Sensor ultrasonik berfungsi sebagai sensor jarak ketinggian.
- Sensor suhu dan kelembaban sebagai pengukur suhu dan kelembaban lingkungan sekitar.
- Bluetooth Module HC-05 berfungsi sebagai komunikasi serial antara mikrokontroler

dengan perangkat *smartphone Android* melalui koneksi *bluetooth*.

Pada penelitian ini digunakan mikrokontroler Atmega328P yang merupakan mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai mikroprosesor dengan arsitektur *Reduce Instruction Set Computer (RISC)*, arsitektur yang memiliki sedikit jumlah instruksi dan memiliki banyak register. Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain (Baaret, 2013):

- Sebanyak 130 instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.
- Terdapat 32 x 8 bit register serbaguna.
- Memiliki 32 *Kilobyte Flash Memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan dua *Kilobyte* dari *flash* memori sebagai *bootloader*.
- Memiliki *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory (EEPROM)* sebesar satu *Kilobyte* sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- Memiliki *Static Random Access Memory (SRAM)* sebesar dua *Kilobyte*.
- Memiliki pin *input/output (I/O)* digital sebanyak 14 pin.
- Master / Slave *SPI Serial interface*.

Berdasarkan diagram blok fungsional terdapat bagian utama sistem pengolahan data yang terdiri dari mikrokontroler ATmega328P, sensor Ultrasonik HC-SR04, sensor suhu dan kelembaban DHT-11, modul *bluetooth* HC-05 dan modul *ethernet* ENC28J60. Adapun skema rangkaian bagian utama sistem pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Skema rangkaian bagian utama sistem pengolahan data

Sistem minimum dari mikrokontroler Atmega328P menggunakan perangkat Arduino Uno. Arduino sendiri merupakan *open hardware electronic* yang di dalamnya terdapat *bootloader* sehingga tidak memerlukan perangkat *chip programmer* dan memiliki bahasa pemrograman yang relatif lebih mudah karena memiliki *library* yang cukup lengkap.

Sensor jarak yang digunakan pada penelitian ini ialah modul sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ini bekerja pada tegangan 5V dengan kuat arus listrik 15 mA. Rentang jarak yang dapat diukur yaitu dari 2 cm sampai 400 cm.

Gambar 3. Modul sensor ultrasonik HC-SR04

Pada Gambar 3 terdapat pin *echo* dan pin *trigger*. Pin *echo* dihubungkan dengan pin 8 pada perangkat arduino uno sedangkan pin *trigger* dihubungkan dengan pin 7.

Berikut merupakan cara kerja dari sensor ultrasonik (Andrianto, 2013) :

1. Sensor ultrasonik mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 kHz) selama t_{burst} (200 μ s) kemudian mendeteksi pantulannya.
2. Kemudian sensor akan memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa *trigger* dengan t_{out} minimal 2 μ s). Gelombang ultrasonik merambat melalui udara dengan kecepatan 344 m/s, mengenai objek dan memantul kembali ke sensor.
3. lebar pulsa t_{in} akan menyesuaikan lama waktu tempuh gelombang elektronik untuk dua kali jarak ukur dengan objek.

Sedangkan untuk sensor suhu dan kelembaban digunakan modul sensor DHT11. Modul ini dapat digunakan sebagai alat pengindra suhu dan kelembaban dalam aplikasi pemantau suhu dan kelembaban relatif ruangan.

DHT11 memiliki output digital yang sudah terkalibrasi. Koefisien kalibrasinya telah diprogramkan ke dalam OTP memori. Koefisien tersebut akan digunakan untuk mengkalibrasi keluaran dari sensor selama proses pengukuran. DHT11 menggunakan *single write serial interface* yang cukup cepat dan mudah. Ukuran

sensor yang kecil, kebutuhan konsumsi daya yang rendah dan mampu mentransmisikan outputnya dalam jarak 20 meter. (Datasheet DHT11, 2010). Adapun modul sensor DHT 11 dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.

Gambar 4. Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11

Pada Gambar 4 terdapat pin jalur data. Pin ini dihubungkan dengan pin 2 pada perangkat Arduino Uno.

Agar data hasil pengukuran nantinya dapat dikirim ke *database* maka diperlukan modul *ethernet* untuk menghubungkan sistem ke jaringan internet. Modul *ethernet* yang digunakan ialah modul *ethernet* ENC28J60, sebuah modul *ethernet* yang dilengkapi dengan standar industri *Serial Peripheral Interface* (SPI). Dirancang untuk penggunaan aplikasi antarmuka kontrol jaringan *ethernet* melalui SPI. Modul ENC28J60 memenuhi semua spesifikasi IEEE 802.3. IEEE merupakan Protokol *ethernet* standar 10BASE5 yang mampu mentransmisikan data dengan kecepatan 10 Megabit per detik melalui kabel koaksial tebal (*thicknet*) (Datasheet ENC28J60, 2012). Contoh dari modul *ethernet* ENC28J60 dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Modul Ethernet ENC28J60

Pada modul *ethernet* ENC28J60 hanya 4 pin yang digunakan yaitu pin SC, SI, SO dan SCK. Pin SC dihubungkan dengan pin 10 arduino uno, pin SI dihubungkan dengan pin 11, pin SO dihubungkan dengan pin 12 dan pin SCK dihubungkan dengan pin 13

Secara keseluruhan sketsa alat sistem monitoring pengukuran ketinggian permukaan air ditunjukkan pada Gambar 6.

Gambar 6. Sketsa alat pengukuran ketinggian permukaan air

2.2 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Hasil dari data ketinggian permukaan air, suhu dan kelembaban nantinya akan dikirim ke database melalui koneksi internet. Alur pengiriman dan pengaksesan data dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7. Proses pengiriman dan pengaksesan data hasil pengukuran (www.lucadentella.it, 2013)

Data hasil pengukuran akan dikirim dari mikrokontroler ke *webserver* melalui koneksi internet kemudian pengguna dapat mengakses data hasil dari pengukuran melalui halaman *web*. Pada halaman *web* akan ditampilkan data hasil pengukuran berupa waktu, ketinggian permukaan air, suhu dan kelembaban serta grafik ketinggian permukaan air terhadap waktu.

Dalam pembuatan sebuah *website* digunakan Bahasa dasar pemrograman *web* yaitu HTML (*Hyper Text Markup Language*). Selain HTML bahasa pemrograman yang bisa digunakan yaitu PHP (*Hypertext Preprocessor*), *javascript*, ASP (*Active Server Page*) dan sebagainya.

Salah satu bahasa pemrograman yang bisa digunakan untuk keperluan manajemen basis data ialah PHP. Kelebihan lain dari bahasa PHP adalah kode yang menyusun program tidak akan diedarkan ke pengguna lain sehingga kerahasiaannya lebih terjaga. Sesuai dengan fungsinya yang berjalan di sisi server maka PHP

adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun teknologi *web application* (Irawan, 2011).

Untuk merancang desain tampilan *website* yang responsif, cepat dan ringan digunakan CSS *framework* yang populer saat ini dan bersifat *open source* yaitu *bootstrap*. Sedangkan untuk membuat grafik digunakan *moris.js* yang merupakan *chart and plotting graph library* untuk *javascript*.

2.3 Analisis Data

Tingkat keakuratan hasil pengukuran sensor dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dari sensor dengan hasil pengukuran yang dilakukan secara manual ataupun dengan alat ukur yang sudah terstandarisasi. Persentase nilai *error* yang digunakan yaitu RMSPE (*Root Mean Square Percentage Error*).

2.4 Diagram Alir Penelitian

Untuk memudahkan penelitian maka dibuatlah diagram alir penelitian. Adapun diagram penelitian dapat dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Mikrokontroler Atmega328P dan Modul Bluetooth HC-05

Arduino Uno merupakan sistem minimum mikrokontroler yang di dalamnya sudah terdapat chip mikrokontroler ATmega328P.

Untuk mengetahui apakah perangkat Arduino Uno dapat bekerja dengan baik maka dilakukan pengujian dengan cara menghubungkan Arduino Uno dengan modul *bluetooth* HC-05. Kemudian dibuat kode program yang di-*upload* ke Arduino Uno dengan menggunakan *software* Arduino IDE.

Hasil pengujian ditampilkan pada sebuah perangkat android *smartphone* dengan menggunakan aplikasi *bluetooth spp tools pro*.

3.2 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pada sensor ultrasonik HC-SR04 terdapat 2 pin yang dihubungkan dengan Arduino Uno yaitu pin *trigger* yang dihubungkan dengan pin 7 dan pin *echo* yang dihubungkan dengan pin 8 pada perangkat Arduino Uno. Contoh Hasil pengukuran sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada Gambar 9.

Gambar 9. Gambar hasil pengukuran sensor ultrasonik HC-SR04

Proses pengujian validasi sensor HC-SR04 dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor HC-SR04 dengan pengukuran manual menggunakan meteran. Dari hasil pengujian didapat bahwa rata-rata *error* RMS yang didapat sebesar 1,17%

3.3 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban

Modul DHT11 merupakan modul yang dapat digunakan sebagai alat pengindra suhu dan kelembaban relatif. Modul ini dapat diaplikasikan sebagai pemantau suhu dan kelembaban relatif di lingkungan sekitar. *Interfacing* antara modul DHT11 dengan mikrokontroler menggunakan komunikasi *single wire serial interface* dimana sistem pertukaran data antara mikrokontroler dan modul DHT11 hanya menggunakan 1 jalur data.

Gambar 10. Gambar hasil pengukuran sensor suhu dan kelembaban DHT-11

Validasi nilai sensor suhu dan kelembaban DHT-11 dilakukan dengan cara membandingkan nilai hasil pengukuran dari sensor DHT-11 dengan nilai hasil dari alat ukur Dekko 303C. Pada Gambar 10 merupakan nilai hasil pengukuran sensor DHT-11. Pengukuran dilakukan 5 kali di dalam ruangan dengan interval waktu yang menunjukkan perbedaan suhu dan kelembaban.

Nilai suhu dan kelembaban dari sensor DHT-11 dan alat ukur Dekko 303C memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Untuk nilai suhu dari sensor DHT-11 memiliki persentase *error* RMS sebesar 2,74% dan untuk nilai kelembaban dari sensor DHT-11 memiliki persentase *error* RMS sebesar 1,20%. Jika dilihat dari persentase *error* yang ada, sensor DHT-11 sudah cukup untuk memberikan informasi tentang suhu dan kelembaban di lingkungan sekitar.

3.4 Pengujian Panel Surya

Pengujian panel surya dilakukan dengan cara mengukur tegangan dan arus listrik yang mengalir dari panel surya ke kontrol pengisian (SCC). Adapun sketsa pengukuran dapat dilihat pada Gambar 11.

Gambar 11. Sketsa pengukuran tegangan dan arus listrik dari panel surya ke SCC

Pengukuran dilakukan setiap 1 jam sekali dari pukul 07.00 - 17.00 WIB. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapat bahwa rata-rata tegangan yang diperoleh sebesar 13,38 V dan arus rata-rata yang diperoleh sebesar 1,23 A. Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa

panel surya dapat digunakan untuk mengisi baterai.

3.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

Secara garis besar sistem yang dirancang terdiri atas panel surya 50WP, SCC, baterai yang berfungsi sebagai sumber energi listrik dan sensor HC-SR04, sensor DHT-11, modul *ethernet* ENC28J60, modul *bluetooth* HC-05, Arduino Uno, modem GSM (*Global System for Mobile communication*) dan Router TP-Link MR2030 berfungsi sebagai sistem pengolahan data.

Panel surya yang digunakan ialah panel surya yang memiliki sel surya jenis monokristalin 50 WP dengan maksimum daya yang dihasilkan 50 W dan tegangan maksimum yang dihasilkan 17,5 V serta arus maksimum yang dihasilkan 2,86 A. Pada pengukuran yang telah dilakukan didapat bahwa rata-rata arus listrik yang dihasilkan sebesar 1,23 A dan tegangan listrik rata-rata sebesar 13,38 V. Dengan tegangan rata-rata lebih dari 12 V maka panel surya ini sudah mampu mengisi ulang baterai.

Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya arus dan tegangan listrik ialah intensitas cahaya matahari, suhu dan kecepatan angin bertiup. Pada pengujian yang dilakukan arus listrik tertinggi 2,17 A pada pukul 09.00 sedangkan tegangan listrik tertinggi yang dihasilkan sebesar 14,5 V pada pukul 07.00 dan 09.00. Cuaca pada saat pengujian dilakukan sedikit berawan sehingga rata-rata arus yang dihasilkan tidak mencapai 2 A.

Sedangkan untuk baterai yang digunakan yaitu baterai berkapasitas 35 Ah dengan tegangan keluarannya sebesar 12 V. Baterai ini sudah mampu untuk menyuplai kebutuhan energi listrik sistem. Pada pengujian ketahanan baterai yang dilakukan, diketahui bahwa pada

kondisi baterai terisi penuh dapat menjalankan sistem selama kurang lebih 55 jam. Hal ini menunjukkan bahwa baterai yang digunakan sudah sangat baik untuk digunakan pada sistem.

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan di tepian sungai Kapuas. Pengukuran dilakukan dari pukul 11.00 – 17.00 WIB. Setiap 10 menit secara otomatis sistem melakukan 5 kali pengukuran dan pengiriman data ke *database* melalui koneksi internet. Adapun hasil grafik dari pengambilan data surut air sungai kapuas dapat dilihat pada Gambar 12.

Berdasarkan Gambar 12 terlihat pengukuran mulai stabil pada pukul sekitar 12.00 sampai dengan pukul 17.00. Hal ini diakibatkan beberapa kendala teknis yang terjadi pada saat penelitian dan kendala tersebut dapat diselesaikan sekitar pukul 12.00. Kendala teknis yang terjadi di lapangan seperti harus mengkalibrasi ulang sensor HC-SR04 agar data pengukuran ketinggian bisa lebih akurat. mengkonfigurasi modem GSM agar koneksi yang diperoleh lebih stabil dan kesalahan perakitan sistem. Selain itu, pada Gambar 12 menunjukkan adanya anomali yang terjadi pada pukul 12.40 dan 14.47 yang memiliki ketinggian permukaan air 263 cm. Anomali ini disebabkan karena pada saat penelitian sensor HC-SR04 belum aktif atau gagal melakukan pengukuran sehingga data yang diperoleh adalah data ketinggian maksimum dari sensor ke pelampung. Untuk mengurangi kehilangan data ketika melakukan pengukuran maka setiap 10 menit dilakukan 5 kali pengukuran dengan interval sekitar 5 detik. Kehilangan data saat pengukuran bisa saja terjadi karena sensor yang gagal melakukan pengukuran atau sistem yang gagal terhubung ke internet karena gangguan dari jaringan seluler yang digunakan.

Gambar 12. Grafik hasil pengukuran ketinggian permukaan air Sungai Kapuas

Gambar 13. Tampilan halaman web

Suhu dan kelembaban merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi sensor ultasonik HC-SR04 dalam penentuan jarak, hal ini dikarenakan cepat rambat bunyi di udara tergantung pada suhu dan kelembaban. Namun pada kondisi suhu lingkungan yang berada antara 25 – 30 °C perubahan cepat rambat bunyi tidaklah terlalu signifikan sehingga pada penelitian ini tidak terlalu mempengaruhi hasil pengukuran jarak yang dilakukan oleh alat. Sensor suhu dan kelembaban DHT-11 hanya digunakan sebagai informasi suhu dan kelembaban di lingkungan sekitar.

Hasil dari pengukuran ketinggian permukaan air, suhu dan kelembaban ditampilkan pada halaman web. Adapun gambar tampilan halaman web dapat dilihat pada Gambar 13.

Pengujian keakuratan hasil pengukuran alat dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran alat dengan hasil pengukuran secara manual menggunakan meteran yang ada pada alat. Dari hasil pengujian didapat bahwa alat memiliki persentase *error* RMS sebesar 3,52%. *Error* yang terjadi pada alat diakibatkan gelombang air sungai yang membuat *reflector* (pelampung) bergerak turun naik sehingga berpengaruh pada pengukuran.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat yang dirancang dapat mengukur ketinggian permukaan air dengan keakuratan yang cukup tinggi, yaitu sebesar 96,48%.

2. Alat yang dirancang memiliki *error* RMS sebesar 3,52%
3. Alat yang dirancang dapat memantau ketinggian permukaan air secara *online* dan *realtime*.
4. Ketinggian minimum yang dapat diukur sebesar 5 cm dan ketinggian maksimum yang dapat diukur sebesar 250 cm.

Daftar Pustaka

- Adrianto, H., 2013, *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16: Menggunakan Bahasa C (CodeVisionAVR) Edisi Revisi*. Informatika. Bandung.
- Azhari, 2011, *Pembuatan Prototipe Alat Ukur Ketinggian Air Laut Menggunakan Sensor Inframerah Berbasis Mikrokontroler Atmega328*. Jurusan Fisika FMIPA Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Baaret, S.F., 2013, *Arduino Microcontroller Processing for Everyone! Third Edition*. A Publication in the Morgan & Claypool Publishers series.
- Candra, E.K., Wijaya, Y., Welly., 2014, *Pemantauan Ketinggian Air Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Web dengan Notifikasi SMS*. Jurusan Teknik Informatika STMIK PalComTech. Palembang.
- Datasheet DHT11, 2010, *DHT11 Humidity and Temperature Sensor*. D-Robotics UK. United Kingdom.
- Datasheet ENC28J60, 2012, *Stand-Alone Ethernet Controller With SPI Interface*. Microchip Technology Inc.
- Irawan, Y., 2011, *Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Application*. Universitas Diponegoro. Semarang