

# RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KETINGGIAN AIR DAN KELEMBABAN TANAH PADA PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS DENGAN HMI (*HUMAN MACHINE INTERFACE*) BERBASIS *RASPBERRY PI* MENGGUNAKAN *SOFTWARE NODE-RED*

Esa Hayyu Wiguna, Arkhan Subari  
Program Studi Diploma III Teknik Elektro  
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

## ABSTRACT

*Esa Hayyu Wiguna, Arkhan Subari, in this paper explain that the monitoring system is a system used to monitor and control work processes in a plant design. This system is widely used and applied in the industrial world to find out the performance of a plant. To do the monitoring system, a lot of software can be used, which is then called the HMI (Human Machine Interface). The monitoring system with an interface in the form of HMI can be presented in various forms, such as buttons, or can also be displayed in the visualization of the plant while working. This monitoring system through an HMI interface uses supporting hardware in the form of a Raspberry Pi as a device to process the data that will be displayed on the display screen, while displaying its visualization uses an LCD touch screen. This LCD touch screen is connected to the Raspberry Pi via the LCD driver. The graphic form that will be displayed on the LCD touch screen is designed using Node-RED software. The visualization that will be displayed on the Touch Screen LCD will be adjusted to the working system of automatic plant sprinklers. This monitoring system using an HMI interface can display the plant's working system through indicators of water level and soil moisture. To test tube 2 water level measured through ultrasonic sensors through HMI has an error ratio of 1.01%, while for soil moisture measured through soil moisture sensors has an error ratio of 1.51%.*

*Keywords: Monitoring System, Human Machine Interface (HMI), Raspberry Pi, Node-RED.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Sistem *monitoring* merupakan suatu sistem yang digunakan untuk mengawasi serta mengendalikan proses kerja dalam suatu rancang bangun alat (*plant*). Sistem seperti ini banyak digunakan dan diterapkan di dunia industri untuk mengetahui kinerja suatu *plant*.

Untuk melakukan sistem monitoring tersebut banyak *software* yang dapat digunakan, yang kemudian disebut sebagai HMI (*Human Machine Interface*). Tugas dari HMI yaitu membuat visualisasi dan teknologi atau sistem secara nyata. HMI digunakan untuk memudahkan pekerjaan fisik serta meningkatkan interaksi antara mesin dengan operator melalui tampilan layar komputer sehingga dapat memenuhi informasi yang dibutuhkan pengguna.

Sistem monitoring dengan *interface* berupa HMI dapat disajikan dalam bentuk yang bermacam-macam, seperti tombol-tombol saja, atau dapat juga ditampilkan visualisasi *plant* ketika sedang bekerja. Dengan tombol dapat digunakan untuk pemberian *set point* dan pembacaan dari indikator pada *plant* yang di *monitor*. Sedangkan untuk menunjukkan visualisasi kerja *plant*, tampilan pada layar *display* dapat dimodifikasi tidak hanya tombol-tombol saja.

Sistem monitoring melalui *interface* berupa HMI ini menggunakan *hardware* pendukung berupa *Raspberry Pi* sebagai perangkat untuk mengolah data yang akan ditampilkan pada layar *display*,

sedangkan untuk menampilkan visualisasinya menggunakan *LCD touch screen*. *LCD touch screen* ini dihubungkan dengan *Raspberry Pi* melalui kabel HDMI yang disambung melalui *port* HDMI pada papan *Raspberry Pi* dan *driver* LCD. Bentuk grafis yang akan ditampilkan pada *LCD touch screen* ini di desain menggunakan *software Node-RED*.

*Node-RED* merupakan tool berbasis browser untuk membuat aplikasi *Internet of Things (IoT)* yang mana lingkungan pemrograman visualnya mempermudah penggunaannya untuk membuat aplikasi sebagai “flow” tanpa menghabiskan banyak waktu untuk menulis kode dan pemrograman serta mudah mengakses *GPIO Raspberry Pi*. Visualisasi yang akan ditampilkan pada *LCD Touch screen* ini akan disesuaikan dengan sistem kerja alat penyiram tanaman otomatis.

### Permasalahan

Yang menjadi permasalahan adalah :

- Prosesor yang digunakan untuk monitoring HMI menggunakan *Raspberry Pi 3 Model B*.
- Sistem monitoring untuk *output* dari setiap indikator pada alat Penyiram Tanaman Otomatis ini menggunakan HMI dengan visualisasi berupa LCD dengan layar *touch screen* yang didesain menggunakan *Node-RED*.
- *Human Machine Interface (HMI)* digunakan untuk monitor ketinggian air dan kelembaban tanah.

- Pada alat ini LCD *touch screen* yang digunakan sebagai visualisasi pada HMI hanya dibahas mengenai penggunaannya sebagai sistem monitoring, bukan teknologi *touch screen* yang digunakan.
- LCD *touch screen* yang digunakan merupakan *Raspberry Pi 7" Touchscreen Display*.
- Sistem monitoring ketinggian air hanya digunakan untuk monitor ketinggian air, tidak dapat digunakan untuk monitor volume air dalam tabung.

### Human Machine Interface (HMI)

HMI (*Human Machine Interface*) adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi mesin. HMI dapat berupa pengendali dan visualisasi status baik dengan manual maupun melalui visualisasi komputer yang bersifat *real time*. Sistem HMI biasanya bekerja secara *online* dan *real time* dengan membaca data yang dikirimkan melalui I/O *port* yang digunakan oleh sistem controllernya.<sup>[1]</sup>

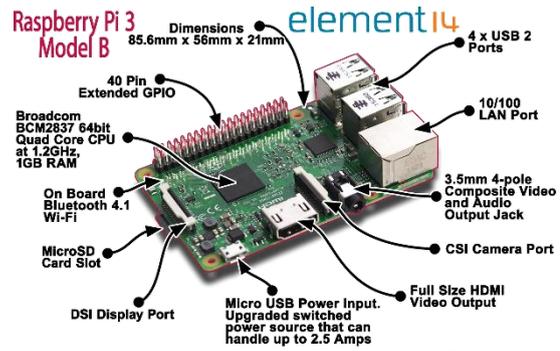
*Port* yang biasanya digunakan untuk *controller* dan akan dibaca oleh HMI antara lain adalah *port com*, *port USB*, *port RS232* dan ada pula yang menggunakan *port serial*. Tugas dari HMI (*Human Machine Interface*) yaitu membuat visualisasi dari teknologi atau sistem secara nyata. Sehingga dengan desain HMI dapat disesuaikan dan mempermudah pekerjaan fisik. Tujuan dari HMI adalah untuk meningkatkan interaksi antara mesin dan operator melalui tampilan layar komputer atau sebuah *interface* dan memenuhi kebutuhan pengguna terhadap informasi sistem.

### Raspberry Pi

*Raspberry Pi* adalah komputer berukuran kartu kredit yang dikembangkan di Inggris oleh yayasan *Raspberry Pi* dengan tujuan untuk mempromosikan pengajaran ilmu pengetahuan dasar komputer di sekolah.<sup>[2]</sup>

*Raspberry Pi* juga bisa digunakan untuk pengontrolan lebih dari satu *device*, baik jarak dekat ataupun jarak jauh. Berbeda dengan mikrokontroler, *Raspberry Pi* dapat mengontrol lebih dari 1 unit *device* yang ingin dikontrol. Untuk pengontrolan unit *device* yang akan dikontrol, *Raspberry Pi* menggunakan bahasa Python sebagai bahasa pemrogramannya.

*Raspberry Pi* menggunakan sistem operasi *Raspbian*. *Raspberry Pi* memiliki prosesor yang memiliki spesifikasi *Quad-Core ARM Cortex-A53* dan *Dual Core VideoCore IV GPU*. *Raspberry Pi* memiliki beberapa fitur, yaitu *Micro SD* yang berfungsi sebagai media penyimpanan, *port USB*, *port Ethernet*, *Audio Video Output*, *HDMI Video*, *CPU 400-700 MHz*, dan yang paling penting adalah *Raspberry Pi* memiliki pin *GPIO* yang berfungsi untuk *interface* dengan berbagai perangkat elektronik.<sup>[3]</sup> Berikut merupakan gambar mengenai bentuk fisik *Raspberry Pi 3 Model B* yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Bentuk fisik *Raspberry Pi 3 B Python*<sup>[3]</sup>

Python dikenal sebagai bahasa pemrograman interpreter, karena Python dieksekusi dengan sebuah interpreter. Terdapat dua cara untuk menggunakan interpreter, yaitu dengan mode baris perintah dan modus script. Pada mode baris, perintah diketikkan pada *shell* atau *command line* dan Python langsung menampilkan hasilnya. Bila menggunakan *shell*, semua definisi yang telah dibuat baik fungsi atau variabel akan dihapus. Cara lain adalah dengan menyimpan perintah – perintah python dalam satu file, yang disebut selanjutnya sebagai script. Kita dapat mengetikkan perintah-perintah Python dengan menggunakan text editor seperti Notepad. Lalu menyimpannya dengan akhiran ".py". kemudian menjalankannya dengan Python.<sup>[4]</sup>

Python digunakan untuk membuat koding program yang digunakan sebagai kontrol pada alat. Koding program tersebut dapat diketikkan pada terminal maupun dengan *file editor* lainnya yaitu dengan cara mengetikkan koding program kemudian simpan dengan format *.py* lalu dapat dijalankan dengan menekan F5 pada *keyboard* atau klik run > run module jika menggunakan *editor Python 3 (IDLE)*.

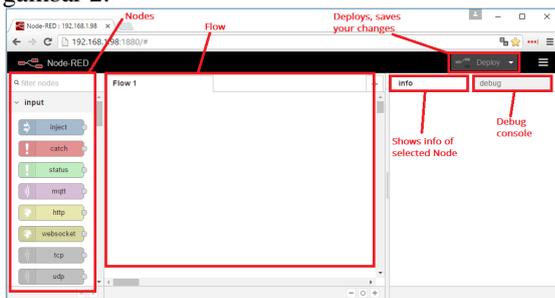
### Node-RED

*Node RED* adalah sebuah tool berbasis browser untuk membuat aplikasi *Internet of Things (IoT)* yang mana lingkungan pemrograman visualnya mempermudah penggunaannya untuk membuat aplikasi sebagai "flow".<sup>[5]</sup>

Lanskap bahasa pemrograman sangatlah luas dan meliputi berbagai jenis gaya dan paradigma pemrograman. Bahasa imperatif berorientasi objek saat ini menguasai dunia pemrograman, namun begitu sebetulnya ada alternatif untuk pengembangan atau produksi software dan juga untuk membuat prototipe ide dengan cepat. *Node-RED* mengambil jalur alternatif tersebut untuk pengembangan software. Pertama, ia adalah bahasa pemrograman visual. Daripada membuat aplikasi sebagai barisan kodingan, *Node-RED* fokus ke program sebagai flow. Flow ini terbentuk dari *node-node* yang saling berhubungan dimana tiap *node* melakukan tugas tertentu. Walaupun *Node-RED* didesain untuk *Internet of Things (IoT)*, ia juga dapat digunakan untuk keperluan umum dan untuk

berbagai macam jenis aplikasi. *Node-RED* sebetulnya adalah *tool* baru yang berasal dari IBM dan dirilis sebagai *open source* pada tahun 2013. Fokus *Node-RED* adalah sebagai *tool* pemrograman IoT untuk keperluan umum, namun ia telah berkembang penggunaannya karena kesederhanaannya dan kekuatannya untuk berbagai jenis aplikasi.<sup>[6]</sup>

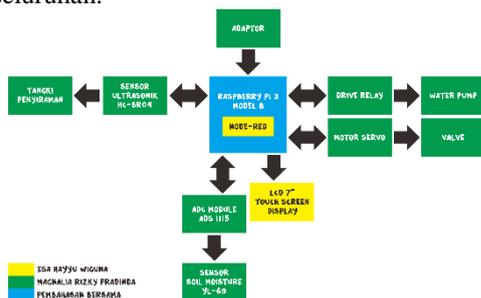
*Raspberry Pi* dapat menjalankan *Node-RED* dengan sempurna. *Node-RED* dapat memudahkan penggunaannya untuk membuat aplikasi tanpa menghabiskan banyak waktu untuk menulis kode dan pemrograman seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.



Gambar 2 Tampilan *Node-RED*

## PERANCANGAN SISTEM

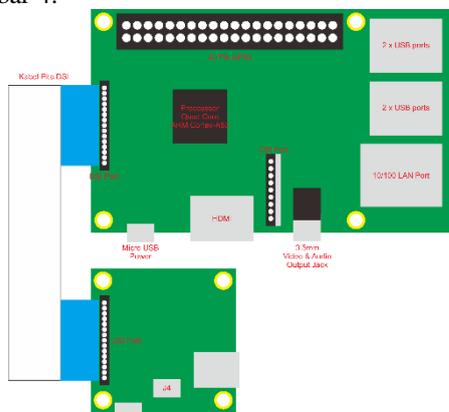
Gambar 3 menunjukkan blok diagram keseluruhan.



Gambar 3. Blok Diagram Keseluruhan

## Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian keseluruhan sistem ditunjukkan gambar 4.



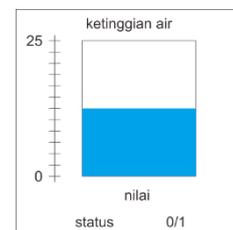
Gambar 4. Gambar Rangkaian Keseluruhan

Ketika sistem mulai bekerja, maka relay akan memerintahkan pompa untuk mengisi air yang

berasal dari tabung 1 ke tabung 2. Setelah tabung 2 terisi sesuai batas atas ketinggian air maka pompa akan mati. Kemudian motor servo akan bergerak untuk membuka kran 1, kran 2, dan kran 3 untuk menyiramkan air ke sektor 1, sektor 2, dan sektor 3 hingga kelembaban tanah sudah sesuai dengan nilai yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah itu masing-masing kran akan menutup jika nilai kelembaban tanah masing-masing sektor telah tercapai.

Hasil pembacaan level ketinggian air akan dibaca oleh sensor ultrasonik, sedangkan kelembaban tanah akan dibaca oleh sensor soil moisture yang kemudian dilakukan monitoring melalui HMI.

## Desain Tampilan Sistem Monitoring Ketinggian Air

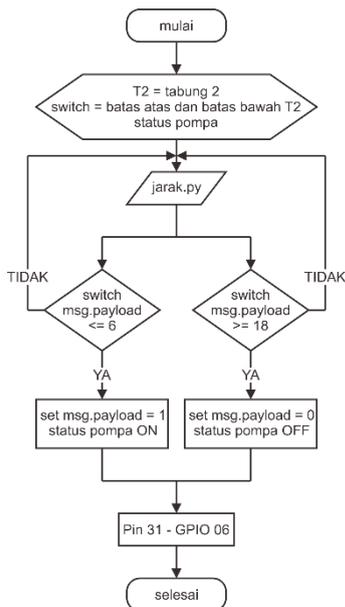


Gambar 5. Desain Tampilan Monitoring Ketinggian Air

Gambar 5 menunjukkan desain tampilan monitoring ketinggian air. Tampilan monitoring ketinggian air dibuat dengan memanggil koding program *python* melalui *exec node* lalu dihubungkan dengan *chart node* untuk menampilkan hasil pembacaan sensor ultrasonik. Selain itu untuk menentukan batas bawah dan batas atas ketinggian air digunakan *switch node* yang juga dihubungkan dengan *exec node*. Kemudian *node* tersebut dihubungkan dengan *rpi gpio node* untuk menyalakan atau mematikan pompa air sesuai GPIO yang terhubung dengan *relay*.

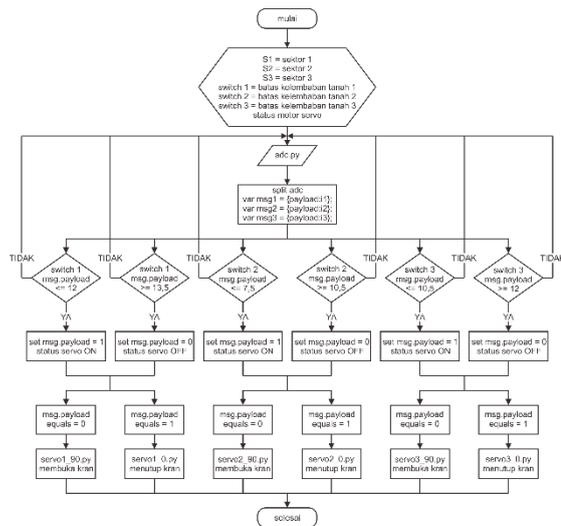
## Desain Proses Sistem Monitoring Ketinggian Air

Gambar 6 menunjukkan diagram alir sistem monitoring ketinggian air. Pada tahap awal tabung 1 sebagai sumber air dalam kondisi penuh dan tabung 2 dalam kondisi kosong. Kemudian pada *flow Node-RED* telah ditentukan batas atas dan batas bawah ketinggian air pada tabung 2. Saat sistem berjalan, sensor ultrasonik akan membaca jarak ketinggian air sesuai batas yang telah ditentukan. Saat ketinggian air pada tabung 2 sudah sesuai batas atas, maka pompa air akan OFF. Kemudian akan terjadi pengosongan tabung 2 untuk menyiram tanaman pada sektor 1, sektor 2, dan sektor 3. Setelah tabung 2 mencapai batas bawah, pompa akan kembali ON dan mengisi air pada tabung 2 hingga batas atas ketinggian air yang sudah ditentukan. Siklus ini terus berlangsung sehingga tabung 2 tidak akan kosong dan dapat mencukupi kebutuhan air untuk tanaman.



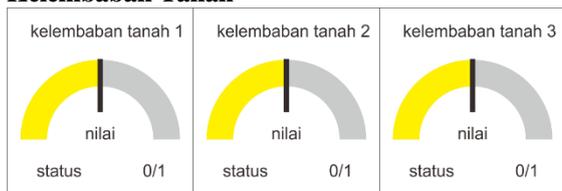
Gambar 6. Flowchart Sistem Monitoring Ketinggian Air

sektor 1, sektor 2, dan sektor 3. Kran tersebut akan menutup saat kelembaban tanah sudah sesuai *set point* masing-masing sektor.



Gambar 8. Flowchart Sistem Monitoring Kelembaban Tanah

### Desain Tampilan Sistem Monitoring Kelembaban Tanah



Gambar 7. Desain Tampilan Monitoring Kelembaban Tanah

Gambar 7 menunjukkan desain tampilan monitoring kelembaban tanah. Tampilan monitoring kelembaban tanah dibuat dengan memanggil koding program *python* melalui *exec node* lalu dihubungkan dengan *function node* untuk membagi keluaran *adc* menjadi 3 bagian. Kemudian *node* tersebut dihubungkan dengan *gauge node* untuk menampilkan hasil pembacaan sensor soil moisture. Selain itu untuk menentukan batas bawah dan batas atas ketinggian air digunakan *switch node*. Kemudian *node* tersebut dihubungkan dengan *exec node* yang berfungsi untuk menjalankan koding program membuka dan menutup kran air dengan motor servo.

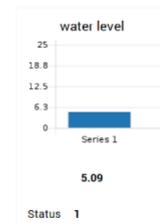
### Desain Proses Sistem Monitoring Kelembaban Tanah

Gambar 8 menunjukkan diagram alir sistem monitoring kelembaban tanah. Pada tahap awal sektor 1, sektor 2, dan sektor 3 dalam kondisi kering. Kemudian pada *flow Node-RED* telah ditentukan nilai kelembaban tanah sesuai kebutuhan tanaman pada masing-masing sektor. Saat sistem berjalan, sensor soil moisture akan membaca tingkat kelembaban tanah sesuai nilai yang telah ditentukan. Kran 1, kran 2, dan kran 3 akan membuka secara bersamaan dan menyiram tanaman yang ada di

### PENGUJIAN DAN PENGUKURAN

#### Monitoring Ketinggian Air

Monitoring ketinggian air ini yaitu dengan menggunakan *node wave*. *Node wave* tersebut akan menunjukkan proses pengisian air sejak pertama kali dilakukan pengisian hingga ketinggian air sudah sesuai *set point*. Pembacaan dari sensor ultrasonik akan ditampilkan pada layar *display* melalui LCD *touchscreen*. Hasil pembacaan sensor ultrasonik yang dapat dilihat melalui *node wave* ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Hasil Pembacaan Sensor Ultrasonik

#### Monitoring Kelembaban Tanah

Monitoring kelembaban tanah ini yaitu dengan menggunakan *node donut*. *Node donut* tersebut akan menunjukkan proses kenaikan kelembaban tanah sejak pertama kali dilakukan penyiraman tanaman hingga kelembaban tanah sudah sesuai *set point*. Pembacaan dari sensor *soil moisture* akan ditampilkan pada layar *display* melalui LCD *touchscreen*. Hasil pembacaan sensor *soil moisture* yang dapat dilihat melalui *node donut* ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Hasil Pembacaan Sensor Soil Moisture

### Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan dengan melakukan pengujian data yang ditampilkan pada layar *display* sesuai dengan keadaan *plant*. Pengujian dititik beratkan pada ketinggian air pada tabung 2 dan kelembaban tanah pada sektor 1, sektor 2, dan sektor 3. Berikut adalah hasil perbandingan data ketinggian air yang ditampilkan dari hasil pembacaan sensor pada layar *display* dengan pengukuran ketinggian air menggunakan penggaris ditunjukkan pada tabel 1, sedangkan perbandingan data kelembaban tanah hasil pembacaan sensor *soil moisture* dengan pengukuran menggunakan *soil meter* ditunjukkan pada table 2.

Tabel 1. Perbandingan Ketinggian Air antara Pembacaan Sensor dan Pengukuran dengan Penggaris

No	Set Point	Pembacaan Sensor	Pengukuran Penggaris	Ratio Kesalahan
1	10	10,48	10,20	2,67%
2	11	11,27	11,20	0,62%
3	12	12,18	12,10	0,66%
4	13	13,44	13,40	0,30%
5	14	14,38	14,30	0,56%
6	15	15,39	15,10	1,88%
7	16	16,15	16,00	0,93%
8	17	17,23	17,10	0,75%
9	18	18,58	18,30	1,51%
10	19	19,34	19,30	0,21%
Rata-rata ratio kesalahan				<b>1,01%</b>

Dari hasil pengujian untuk pengukuran ketinggian air pada tabung 2, hasil pembacaan oleh sensor ultrasonik dan pengukuran menggunakan penggaris menunjukkan adanya perbedaan ketinggian. Hal ini disebabkan karena pada saat pompa air mulai bekerja untuk mengisi air pada tabung 1 keadaan air pada saat proses pengisian tidak dalam kondisi yang tenang, tetapi kondisi air dalam keadaan bergerak. Perbedaan ketinggian tersebut terjadi karena saat air dalam kondisi bergerak, sensor ultrasonik akan membaca kondisi air pada posisi tertinggi.

Tabel 2. Perbandingan Kelembaban Tanah antara Pembacaan Sensor dan Pengukuran dengan Soil Meter

No	Set Point	Pembacaan Sensor	Pengukuran Soil Meter	Ratio Kesalahan
SEKTOR 1				
1	12	12,15	8	1,23%
2	12,75	12,83	8,5	0,62%
3	13,5	13,67	9	1,24%
SEKTOR 2				
4	7,5	7,75	5	3,23%
5	9	9,21	6	2,28%
6	10,5	10,59	7	0,85%
SEKTOR 3				
7	10,5	10,61	7	1,04%
8	12	12,18	8	1,48%
9	13,5	13,72	9	1,61%
Rata-rata ratio kesalahan				<b>1,51%</b>

Dari hasil pengujian untuk pengukuran kelembaban tanah pada masing-masing sektor, hasil pembacaan oleh sensor *soil moisture* dan pengukuran menggunakan *soil meter* menunjukkan adanya perbedaan kelembaban tanah.

### KESIMPULAN

Adapun beberapa kesimpulan yang diperoleh sebagai berikut :

- Sistem monitoring menggunakan *interface* berupa HMI ini dapat menampilkan indikator ketinggian air dan kelembaban tanah.
- Pada hasil pengujian ketinggian air yang diukur melalui sensor dan ditampilkan melalui HMI memiliki ratio kesalahan 1,01% apabila dibandingkan pengukuran menggunakan alat ukur standar berupa penggaris.
- Pada hasil pengujian kelembaban tanah yang diukur melalui sensor dan ditampilkan melalui HMI memiliki ratio 1,51% apabila dibandingkan pengukuran menggunakan alat ukur standar berupa *soil meter*.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Haryanto, Heri dan Sarif Hidayat. 2012. **Perancangan HMI (Human Machine Interface) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC**. Jurnal S1 Jurusan Elektro Fakultas Teknik Terpublikasi. Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Udayana, Gede Agus, I Gede Mahendra Darmawiguna, dan I Made Gede Sumarya. 2016. **Pengembangan Prototipe Portal Otomatis Dengan Pendeteksian Plat Nomor Kendaraan Berbasis Raspberry Pi**. Artikel Jurusan Pendidikan Teknik Informatika Terpublikasi. Bali: Universitas Pendidikan Ganesha.
3. Man, Joseph. 2016. **Raspberry Pi 3 Model B Technical Specifications**. <https://www.element14.com/community/docs/D>

- OC-80899/l/raspberry-pi-3-model-b-technical-specifications. Diakses tanggal 14 Agustus 2017.
4. Kurniawan, Halim. 2005. **Aplikasi Penjawab Pesan Singkat Otomatis dengan Bahasa Python**. Makalah Seminar Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Elektro Terpublikasi. Semarang: Universitas Diponegoro.
  5. Node-RED. 2013. **Node-RED; Flow-based programming for the Internet of Things**. <https://nodered.org/>. Diakses tanggal 02 Mei 2017.
  6. Tim J, M. 2016. **Developing with Node-RED**. <https://software.intel.com/en-us/articles/developing-with-node-red>. Diakses tanggal 02 Mei 2017.